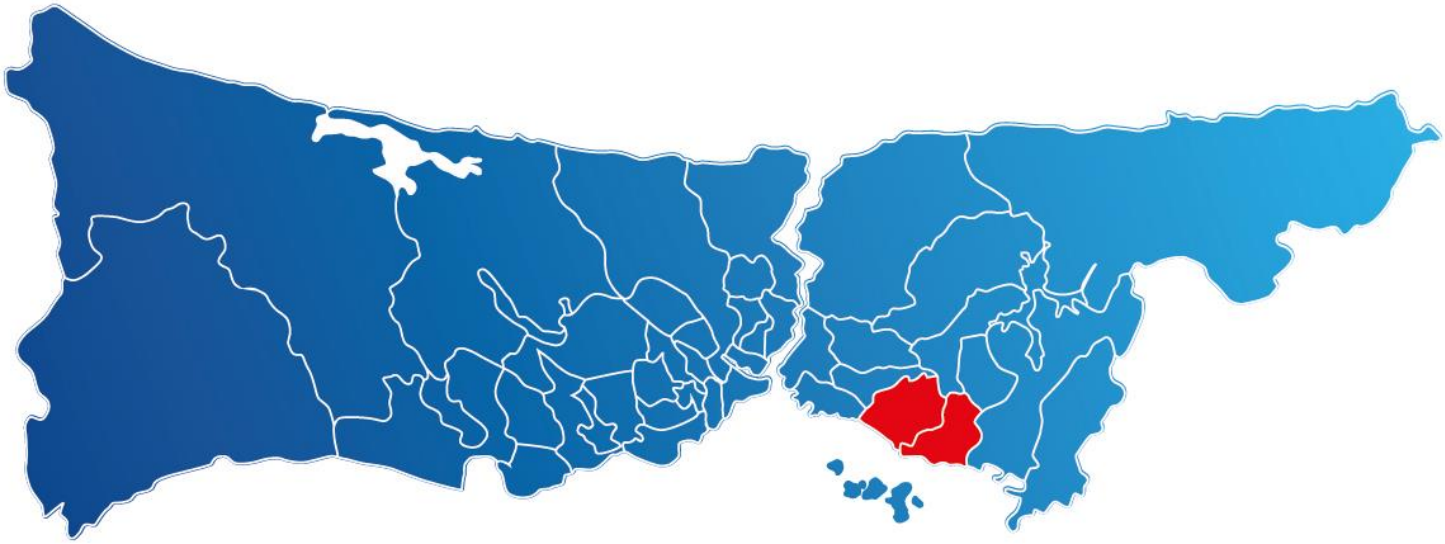
İSTANBUL
BÜYÜKŞEHİR
BELEDİYESİ

KARTAL-MALTEPE
HEYELAN FARKINDALIK KİTAPÇIĞI



Haziran 2020 | İSTANBUL

İSTANBUL SENİN

İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı
Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü

İSTANBUL İLİ
KARTAL-MALTEPE İLÇELERİ
HEYELAN FARKINDALIK KİTAPÇIĞI

İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

PROJE BİLGİLERİ

“İstanbul İli, Kartal ve Maltepe İlçeleri Heyelan Farkındalık Kitapçığı”, Kartal ve Maltepe ilçe sınırları içerisindeki heyelan alanlarının mekânsal dağılımlarını, depremsiz ve depremli durum için tehlike analizlerini, heyelanların hareket etme biçimi ile aktivite durumlarını sunmak amacıyla “İstanbul İli, Heyelan Bilgi Envanteri Projesi (2020)” bilgileri kullanılarak, 2020 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü (DEZİM) tarafından hazırlanmıştır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi

Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı

Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü:

Harita Tek. Nurcan SEYYAR

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

Jeoloji Müh. Esra FİTOZ

Jeoloji Müh. Nilüfer YILMAZ

Jeoloji Müh. Pınar AKSOY

Jeoloji Müh. Tarık TALAY

Jeoloji Müh. İsra BOSTANCIOĞLU (Müdür Yrd.)

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

Dr. Tayfun KAHRAMAN (Daire Başkanı)

HAZİRAN 2020, İSTANBUL

Kıymetli Hemşehrilerim;

Dünyada deprem riski en yüksek kentlerin başında, hem nüfus ve yapı yoğunluğu hem de fay hatlarına yakınlığı 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 Planı'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 sürdürülecek 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, gerçekleştiğinde 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. İstanbulluların geleceğe daha güvenle bakabilmesi için olmazsa olmaz koşul, bu birlikteliktir. Depreme hazırlanabilmenin temelinde ise, depremin yaratacağı riskin anlaşılması ve azaltılması adına yapılabilecekler yatmaktadır. 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 sürdürmekteyiz.

Heyelanlar, ülkemiz genelinde ve kentimiz özelinde meydana gelen afet sayısına göre ilk sırada, kayıplar bakımından ise depremlerden sonra ikinci sırada gelmektedir. Son yıllarda kentimizde daha da sık yaşanan heyelanlar nedeniyle, mal kaybının yanı sıra zaman zaman can kayıpları da yaşanmaktadır. Bunun yanı sıra, meydana gelebilecek bir depremin yıkıcı etkisi, heyelan tehlikesi bulunan kentin zayıf mühendislik zonlarında katlanarak artacaktır. Bu düşünceyle, arazi çalışmaları 2020 yılı Şubat ayı sonunda tamamlanan ve kentimizin tamamını kapsayan "İstanbul İli, Heyelan Bilgi Envanteri Projesi (2020)" hazırlanmıştır. Proje bilgileri doğrultusunda, 39 ilçemiz için heyelanların alansal dağılımı ve ilçelerin birbirleriyle olan idari sınır, jeolojik yapı gibi özellikleri esas alınarak oluşturulan 14 bölge için "Heyelan Farkındalık Kitapçıkları" hazırlanmıştır.

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 İstanbulluların da geleceğe daha güvenle bakmasını mümkün kılacağımıza inancım tamdır.

Saygılarımla,
Ekrem İMAMOĞLU
İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ 13
TABLO LİSTESİ 15
1. GİRİŞ 17
2. AMAÇ VE KAPSAM 20
3. İNCELEME ALANININ TANITILMASI 22
3.1. Coğrafi Konum-Yer Şekilleri 22
3.2. İklim ve Bitki Örtüsü 23
3.3. Nüfus ve Yerleşim 24
3.4. Tarım-Hayvancılık-Sanayi-Ticaret ve Turizm 25
3.5. Ulaşım 25
4. JEOMORFOLOJİ 25
5. JEOLOJİ 27
5.1. Kurtköy Formasyonu (Opk) 30
5.2. Kınalıada Formasyonu (Ok) 30
5.3. Aydos Formasyonu (OSa) 31
5.4. Yayalar Formasyonu (OSy) 32
5.5. Pelitli Formasyonu (SDp) 32
5.6. Pendik Formasyonu (Dp) 32
5.7. Denizli Köyü Formasyonu (DCd) 33
5.8. Trakya Formasyonu (Ct) 33
5.9. Yakacık Mağmatik Kompleksi (KTy) 33
5.9.1. Diyorit-Granodiyorit 33
5.9.2. Diyabaz 34
5.9.3. Andezit 34
5.10. Sultanbeyli Formasyonu (Ts) 34
5.11. Kuşdili Formasyonu (Qkş) 34
5.12. Güncel Birikintiler (Qg) 35
5.12.1. Alüvyon (Qal) 35
5.12.2. Plaj Birikintisi (Qp) 35
5.12.3.Yamaç Molozu (Qy) 36
5.13. Yapay Dolgu (Yd) 36
6. HİDROJEOLOJİ 36
7. DEPREM DURUMU 39
7.1. Bölgesel Deprem Durumu 39
7.2. İstanbul İl Alanı Depremselliği 42
8. KÜTLE HAREKETLERİ 45
8.1. Heyelanlar (Zemin Ortamlar) 46
8.1.1. Hareket Tipine Göre Heyelanlar 52
8.1.1.1. Kayma 52
8.1.1.2. Akma 53
8.1.2. Etkinlik Durumuna Göre Heyelanlar 53
8.1.2.1. Etkin Heyelanlar 53

8.1.2.2. Potansiyel Heyelanlar **55**
8.2. Kaya Şevi Duraysızlığı (Kaya Ortamlar) **55**
8.2.1. Hareket Tipine Göre Kaya Şevi Duraysızlığı **57**
8.2.1.1. Kaya Düşmesi **57**
8.2.1.2. Kaya Devrilmesi **59**
8.2.1.3. Kaya Kayması **60**
8.2.2.Etkinlik Durumuna Göre Kaya Şevi Duraysızlığı **62**
8.2.2.1. Etkin Kaya Şevi Duraysızlığı **62**
8.2.2.2. Potansiyel Kaya Şevi Duraysızlığı **62**
8.3. Genel Şev Değerlendirmesi **63**
9. SONUÇ VE ÖNERİLER **71**
KAYNAKÇA **74**
EKLER

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Bölgenin Yer Bulduru Haritası 22
Şekil 2: Kartal ve Aydos Dağı İstasyonlarına Ait Mevsimsel Rüzgar, Nem ve Sıcaklık Miktarının Yüzdelik Değerleri ile Kadıköy, Göztepe İstasyonlarına Ait Mevsimsel Yağış Miktarının Yüzdelik Değerleri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2019) 24
Şekil 3: Bölgenin Sayısal Yükselti Modeli 26
Şekil 4: Bölgenin Eğim Haritası 27
Şekil 5: Bölgenin Jeoloji Haritası 28
Şekil 6: İnceleme Alanı Jeoloji Birimleri 29
Şekil 7: Bölgenin Jeohidrolik Ortamlar Haritası 38
Şekil 8: 1939 Depreminden Sonra Büyük Depremlerin Batıya Göçü (Kalafat ve diğ., 2001) 39
Şekil 9: Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi İçindeki Geometrisi (Le Pichon, X., ve diğ., 2001) 40
Şekil 10: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Marmara Denizi İçerisindeki Durumu [Armijo vd., 2002] ve Ms 6.6 Büyüklüğündeki Depremlerin Dağılımı (A.D. 1–1999, Ambraseys, 2002, Parsons, 2004) 41
Şekil 11: Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD, 2018) 41
Şekil 12: İstanbul İl Sınırları Deprem Tehlike Haritası 42
Şekil 13: Merkezi İstanbul Taksim Meydanı (Enlem=41.03; Boylam=28.98) Kabul Edilen r=100 km Yarıçaplı Çember ile Sınırlandırılmış Alanda Meydana Gelmiş M≥4.5 Olan Toplam 52 Adet Depremin Dağılım Haritası (KOERİ-UDİM) (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü-Ulusal Deprem İzleme Merkezi) 43
Şekil 14: Le Pichon vd., 2001; Duman vd., 2005; Özgül vd., 2005; Ergintav vd., 2010 45
Şekil 15: Bölgeden Genel Görünüm (Başıbüyük Mevkii) 46
Şekil 16: Heyelanın Şematik Gösterimi 46
Şekil 17: Heyelanın Tipik Topoğrafik Özellikleri 48
Şekil 18: Aktivite Olasılığı Dağılımı 50
Şekil 19: Tehlike Sınıfına Göre Yüzdelik Dağılım 51
Şekil 20: Zemin Kaymasının Şematik Gösterimi 52
Şekil 21: Zemin Akmasının Şematik Gösterimi 53
Şekil 22: Maltepe İlçesi Gülensu Mahallesi'nde Yer Alan Heyelan Alanının Genel Görünümü 54
Şekil 23: Şevin Şematik Görünümü 54
Şekil 24: Kaymış Şev ve Gerisindeki Potansiyel Heyelan Alanı Görünümü (Kartal İlçesi, Yakacık-Yenimahalle) 55
Şekil 25: Tehlike Sınıfına Göre Yüzdelik Dağılım 57
Şekil 26: Kaya Düşmesinin Şematik Gösterimi 58
Şekil 27: Maltepe İlçesinde Kaya Düşmesine Ait Şevin Genel Görünümü 58
Şekil 28: Maltepe İlçesinde Yerleşim Alanı Üzerindeki Duraysız Alan 59
Şekil 29: Kaya Devrilmesinin Şematik Gösterimi 60
Şekil 30: Maltepe İlçesinde Kaya Devrilmesine Ait Şevin Genel Görünümü 60
Şekil 31: Kaya Kaymasının (Kama-Düzlemsel) Şematik Gösterimi 61
Şekil 32: Maltepe İlçesinde Kaya Kaymasına Ait Şevin Genel Görünümü 61

Şekil 33: Maltepe İlçesinde Potansiyel Kaya Kaymasına Ait Şevin Görünümü 63
Şekil 34: Kartal İlçesi Potansiyel Kaya Kaymasına Ait Şevin Görünümü 63
Şekil 35: Hareket Tipine Göre Kütle Hareketleri Lokasyon Haritası 64
Şekil 36: Etkinlik Durumuna Göre Kütle Hareketleri Lokasyon Haritası 65
Şekil 37: Etkinlik Durumuna Göre Kütle Hareketleri Lokasyonlarının Jeoloji Haritası Üzerinde Gösterimi 67
Şekil 38: Hareket Tipine Göre Kütle Hareketleri Lokasyonlarının Jeoloji Haritası Üzerinde Gösterimi 68
Şekil 39: Zemin Ortamlarda Etkinlik Durumuna Göre Heyelan Sayısı ve Jeoloji İlişkisi 69
Şekil 40: Kaya Ortamlarda Etkinlik Durumuna Göre Heyelan Sayısı ve Jeoloji İlişkisi 70

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Envantere Altlık Projeler Listesi 18
Tablo 2: Heyelan Farkındalık Kitapçığı Hazırlanan Bölgeler 19
Tablo 3: İBB Deprem Seferberlik Planı (Ana Başlıklar) 21
Tablo 4: Kartal ve Aydos Dağı İstasyonlarına Ait Aylık Rüzgar, Nem ve Sıcaklık Miktarının Ortalama Değerleri ile Kadıköy, Göztepe ve Samandıra İstasyonlarına Ait Aylık Toplam Yağış Miktarı (Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2019) Müdürlüğü (MGM), 2019) 23
Tablo 5: Nüfus Durumu 24
Tablo 6: 1900-2020 Yılları Arasında Bölgede Oluşmuş (Enlem=41.03; Boylam=28.98) Kabul Edilen r=100 km Yarıçaplı Çember ile Sınırlandırılmış Alanda Meydana Gelmiş 7.5≥M≥4.5 Arası Deprem Sayıları 43
Tablo 7: Merkezi İstanbul Taksim Meydanı (Enlem=41.03; Boylam=28.98) Kabul Edilen r=100 km Yarıçaplı Çember ile Sınırlandırılmış Alanda Meydana Gelmiş 52 Adet Deprem Verisi Kullanılarak Olasılıksal (Probabilistik) Deprem Tehlike Analizi Hesabı (Özçep, F., Zemin Jeofizik Analiz) 44
Tablo 8: Heyelanların Aktivite Sınıflaması ve Tanımlamaları 47
Tablo 9: Araştırmaların Amaç ve Yöntemleri 48
Tablo 10: Güvenlik Faktörüne Göre Risk Değerlendirmesi 49
Tablo 11: Aktivite Olasılığı ile Risk Derecesinin Karşılaştırılması 50
Tablo 12: Aktivite Kodu-Heyelan Blok Sayısı 50
Tablo 13: Tehlike Sınıfı-Heyelan Blok Sayısı 1
Tablo 14: Aktivite Olasılığının Tehlike Durumu Bakımından Dağılımı 51
Tablo 15: Tehlike Sınıfına Göre Şev Sayısı ve Yüzdelik Dağılımı 57
Tablo 16: Hareket Tipine Göre Kütle Hareketlerinin Sayısı 66
Tablo 17: Etkinlik Durumuna Göre Kütle Hareketlerinin Sayısı 66

KISALTMA LİSTESİ

AFAD: Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı

DEZİM: Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü

HEYZEP: İBB, 2016: İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından tamamlanan Beylikdüzü ve Büyükçekmece İlçelerindeki Muhtelif Heyelan Sahalarının Araştırılması, İncelenmesi ve İzlenmesi Projesi

İBB: İstanbul Büyükşehir Belediyesi

KAF: Kuzey Anadolu Fayı

KMF: Kuzey Marmara Fayı

KOERİ-UDEM: Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü-Ulusal Deprem İzleme Merkezi

MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

PGA: En Büyük Yer İvmesi

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

Afetler, meydana gelmeleri halinde genellikle bir topluluk ya da toplumun kendi kaynaklarını kullanarak, üstesinden gelebilme kapasitesini aşacak düzeyde can, mal kaybı ve çevresel hasarların yanı sıra yönetimsel, sosyal ve ekonomik faaliyetlerin durması ile sonuçlanan olaylardır. Afetlere sebep olan doğa olayları, dünyamız var olduğundan bu zamana gezegenimizin şekillenmesini sağlayan, dünyanın kendi dinamikleri doğrultusunda ortaya çıkan süreçlerin bir bileşenidir. Bu doğa olayları fiziksel, ekonomik ve toplumsal olarak kayıplara yol açtığında afet halinden bahsedilebilir.

Afet duyarlı bir kent yaşamının ilk ve en önemli şartlarından biri, toplumun bilinçlenmesinin yanı sıra, bilimsel kriterler doğrultusunda hazırlanan çevresel ve mekânsal planlamalar üzerine yapılandırılmış nitelikli yapılaşmalarla, afetlerin verebileceği zararların en aza indirilmesi ya da tamamen ortadan kaldırılabilmesinin mümkün kılınmasıdır.

Ülke genelinde ve İstanbul ili özelinde, gerek doğal gerekse hatalı kentleşmeden kaynaklanan ve çoğunlukla afete dönüşen olayların en sık görülenleri deprem, ***heyelan,*** sel ve son yıllarda sıkça yaşanan yanlış yapılaşmadan kaynaklı bina çökmeleridir. Konu ile ilgili değişik dönemleri kapsayan çalışmalarda afet olay sayısı baz alındığında heyelanlar ilk sırada, afetlerden etkilenen konut sayısı dikkate alınarak yapılan değerlendirmelerde ise, heyelanlardan kaynaklanan kayıpların depremlerden sonra ikinci sırada yer aldığı görülmektedir.

Heyelanlar, kentleşmenin yoğun olduğu yerlerde de sıkça gelişen ve zaman zaman afete dönüşebilen, genel anlamda meydana geldiği bölgenin jeolojik, hidrolojik, jeomorfolojik, meteorolojik koşullarına bağlı olarak gelişen ve bitki örtüsü, arazi kullanımı, yapılaşma, altyapı şebekeleri, kazı, dolgu vb. faaliyetler tarafından sıklıkla etkilenen, zaman zaman yağış ve sismik olaylar tarafından kontrol edilen/tetiklenen yapay ve doğal şev duraysızlıklarıdır.

Yaşadığımız kentin maruz kalabileceği afetler arasında heyelanlar göz önüne alındığında; riskli alanların belirlenmesi, dayanıklı bir mekânsal kent planlaması ve afet duyarlı kentleşme açısından önemli görülmektedir. Bu doğrultuda, başlangıç olarak önceki yıllarda yapılan ve yaklaşık 724 km^2lik alanı kapsayan '*Mikrobölgeleme ve Heyzep Projeleri'* ile birlikte, 2018 yılında başlayıp 2020 yılı Şubat ayı sonu itibariyle saha araştırmaları tamamlanan ve yaklaşık 4.621 km^2lik alanı kapsayan '*Heyelan Araştırma Projesi*'ne ait heyelan verilerinin

değerlendirilmesinden oluşan ***"İstanbul İli, Heyelan Bilgi Envanteri Projesi (İBB, 2020)"*** gerçekleştirilmiştir (Tablo 1).

Bununla birlikte, ***"İstanbul İli, Heyelan Bilgi Envanteri Projesi"***ne ait sayısal veriler, heyelan haritaları ve proje raporu ile ek veri raporu; İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı tarafından yürürlüğe konan *Deprem Seferberlik Planı* kapsamında tasarlanan bir kısım projelere altlık oluşturacak şekilde hazırlanmaktadır. Bu çalışma doğrultusunda; 39 ilçedeki heyelanların alansal dağılımı ve ilçelerin birbirleriyle olan idari sınır, jeoloji vd. özellikleri esas alınarak başta yerel yönetimler olmak üzere ilgili diğer paydaşlar için veriye dayalı heyelan varlığı ve sonrasında izlenecek yollar hususunda bilincin oluşması adına, oluşturulan 14 bölge için "Heyelan Farkındalık Kitapçıkları" hazırlanmıştır (Tablo 2).

Bu kitapçık *"**İstanbul İli, Kartal ve Maltepe İlçeleri Heyelan Farkındalık Kitapçığı (2020)**"* adı altında, Kartal ve Maltepe ilçelerine ait heyelan bilgilerini sunmak ve heyelan tehlikesine karşı farkındalık oluşturmak suretiyle, yapılaşmış veya yeni yapılaşma düşünülen alanlarda, alınması gereken önlemlerin önceliklerini belirlemede yardımcı olması amacıyla ***"İstanbul İli, Heyelan Bilgi Envanteri Projesi"*** verileri kullanılarak, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü (DEZİM) tarafından 2020 yılı Haziran ayında hazırlanmıştır.

Tablo 1: Envantere Altlık Projeler Listesi

HEYELAN BİLGİ ENVANTERİ DEĞERLENDİRME PROJELERİ
1) *Avrupa Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Projesi (2007, İBB)*
2) *Anadolu Yakası Mikrobölgeleme Projesi (2010, İBB)*
3) *Beylikdüzü ve Büyükçekmece İlçelerindeki Muhtelif Heyelan Sahalarının Araştırılması, İncelenmesi ve İzlenmesi Projesi-HEYZEP (2016, İBB)*
4) *İl Alanı Heyelan Araştırma Projesi (2020, İBB)*

Tablo 2: Heyelan Farkındalık Kitapçığı Hazırlanan Bölgeler

BÖLGE NO	İLÇE	BÖLGE NO	İLÇE
1	Adalar	8	Bahçelievler Bakırköy Güngören Zeytinburnu
2	Arnavutköy Başakşehir	9	Beşiktaş Beyoğlu Fatih Kağıthane Şişli
3	Eyüp Sarıyer	10	Beykoz Çekmeköy
4	Çatalca Silivri	11	Şile
5	Beylikdüzü Büyükçekmece Esenyurt	12	Pendik Sancaktepe Sultanbeyli Tuzla
6	Avcılar Küçükçekmece	13	Ataşehir Kadıköy Üsküdar Ümraniye
7	Bağcılar Bayrampaşa Esenler Gaziosmanpaşa Sultangazi	14	Kartal Maltepe

2. AMAÇ VE KAPSAM

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü (DEZİM) tarafından gerçekleştirilen *"İstanbul İli, Heyelan Bilgi Envanteri Projesi (2020)"* sonucunda hazırlanan raporlar, İstanbul İl Alanı'nın temel bilgilerini, mevcut ve sahada elde edilen heyelan verilerini, çalışmanın içeriği ve yöntemleri ile heyelan bilgi envanteri değerlendirmesi ve sonuçlarını açıklamaktadır.

Hazırlanan rapor, İstanbul ilinin mekânsal bilgi-coğrafi konum, iklim-bitki örtüsü, sosyo-ekonomik bilgiler, yazılım ve yöntemler, mevcut plan durumu ve yapılaşma bilgilerini kapsamaktadır. Bununla birlikte, gerçekleştirilmiş olan diğer araştırmalara ait heyelan envanteri ve duyarlılık çalışmaları ile heyelan tehlike analizleri, plana esas yer bilimsel ve değişik amaçlı diğer etütler, afete maruz bölgeler rapor içerisinde verilmiştir. Çalışma alanının jeomorfoloji, jeoloji, hidrojeolojik özellikler ve depremsellik bilgileri rapor kapsamında yer almaktadır.

Rapor nihai olarak, bilgi envanteri değerlendirmesinde kullanılan önceki projelere ait heyelan verileri ile birlikte, arazi çalışmalarında elde edilen güncel verilere göre yapılan tanımlama ve sınıflamalar ile sonuç ürünü olarak hazırlanan *"İstanbul İli, Heyelan Bilgi Envanteri Haritaları"*nı kapsamaktadır.

Bahse konu projenin hazırlanması sürecinde, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı tarafından yürürlüğe konan *Deprem Seferberlik Planı* (Tablo 3) kapsamında yapılması düşünülen afet odaklı kentsel dönüşüm projeleri, altyapı ve ulaşım ağının afetlere dayanıklı hale getirilmesi ve yer bilimleri çalışmalarına yardımcı altlık oluşturması doğrultusunda ilçe ölçeğinde de heyelan tehlikesine yönelik farkındalık kitapçıkları oluşturulması tasarlanmıştır.

Bu kapsamda, Kartal ve Maltepe ilçelerinin heyelan bilgilerini sunmak ve heyelan tehlikesine karşı farkındalık oluşturmak suretiyle, yapılaşmış veya yeni yapılaşma düşünülen alanlarda, alınması gereken önlemlerin önceliklerini belirlemede yardımcı olması amacıyla, her iki ilçeyi temsil eden veriler kullanılarak, hazırlanan heyelan bilgi envanteri haritaları doğrultusunda "**İstanbul İli, Kartal ve Maltepe İlçeleri Heyelan Farkındalık Kitapçığı**" hazırlanmıştır.

Kitapçık içerisinde ilçelere ait coğrafi konum, yer şekilleri, iklim, bitki örtüsü, nüfus, yerleşim ve ulaşım gibi genel bilgiler inceleme alanının tanıtılması başlığı altında Bölüm 3'te verilmiştir.

Bölgedeki heyelanların oluşumunda rol oynayan her iki ilçeye ait jeomorfoloji, jeoloji ve hidrojeoloji bilgileri, sırasıyla Bölüm 4, 5, 6'da ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. Heyelanları zaman zaman kontrol eden/tetikleyen bölgenin sismik durumu ile ilgili bilgiler ise, Bölüm 7'de deprem durumu başlığı altında yer almaktadır.

Bu kitapçığın hazırlanmasındaki asıl amaçlardan biri, ilçe ölçeğinde heyelan tehlikesi bulunan alanlar için gerek ilçe belediyeleri gerekse yapılaşma amaçlı uygulamalar ile ilgili diğer paydaşların dikkatini bu bölgelere çekmek ve alınacak önlemler için ön bilgi sağlamaktır. Her iki ilçe sınırları içerisinde yer alan kütle hareketlerinin lokasyonları, özellikleri ve toplanan verileri, Bölüm 8'de kütle hareketleri ana başlığı altında verilmektedir. Bölgedeki kütle hareketleri, heyelanlar (zemin ortamlar) ve kaya şevi duraysızlığı (kaya ortamlar) olmak üzere 2 alt başlıkta anlatılmıştır. Nihai olarak, heyelan bilgi envanteri proje sonuçlarının genel sunumu ve değerlendirmeleri ise, Kartal ve Maltepe ilçeleri özelinde yapılan öneriler ile birlikte Bölüm 9'da sunulmaktadır.

Tablo 3: İBB Deprem Seferberlik Planı (Ana Başlıklar)

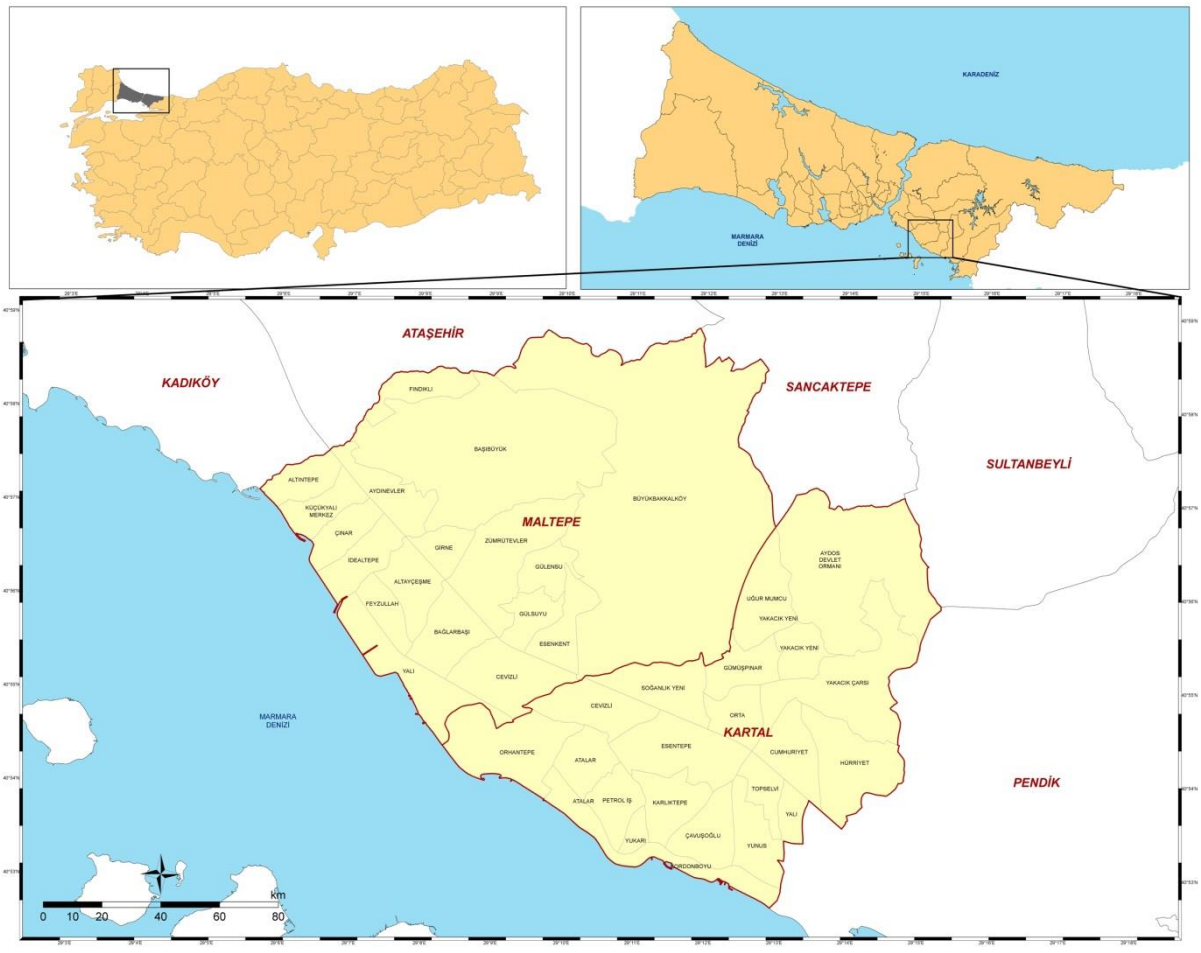
İBB DEPREM SEFERBERLİK PLANI
1-Afet odaklı kentsel dönüşüm çalışmaları
2-Mevcut altyapı ve ulaşım ağının afetlere dayanıklı hale getirilmesi
3-Sismik ve yer bilimleri çalışmaları
4-Afet sonrası toplanma / barınma alanları
5-Afet odaklı eğitim ve *kapasite geliştirme*

3. İNCELEME ALANININ TANITILMASI

3.1. Coğrafi Konum-Yer Şekilleri

Kartal ve Maltepe ilçelerinden oluşan bölge, Marmara Bölgesi'nin Çatalca-Kocaeli Bölümü içerisinde yer alan Kocaeli Yarımadası'nın güneybatısında yer almaktadır. Bölgenin batısında Kadıköy ve Marmara Denizi, kuzeyinde Ataşehir, Sancaktepe ve Sultanbeyli, doğusunda Pendik, güneyinde Marmara Denizi ile çevrilidir. Kartal ilçesinin yüz ölçümü 3.854 hektar, Maltepe ilçesinin yüz ölçümü 5.306 hektar olup, bölgenin toplam yüz ölçümü ise 9.160 hektardır.

Bölge, 29º6' ve 29º15' doğu boylamları, 40º59' ve 40º53' kuzey enlemleri arasında konumlanmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: Bölgenin Yer Bulduru Haritası

Bölgedeki başlıca tepeler; Aydos Dağı (537 m), Kayışdağı (438 m), Ayazma Tepesi (380 m), Aydos Madenler Tepesi (380 m), Mağara Bayırı Tepesi (321 m), Orta Tepe (285 m), Orta Bayır Tepesi'dir (260 m).

3.2. İklim ve Bitki Örtüsü

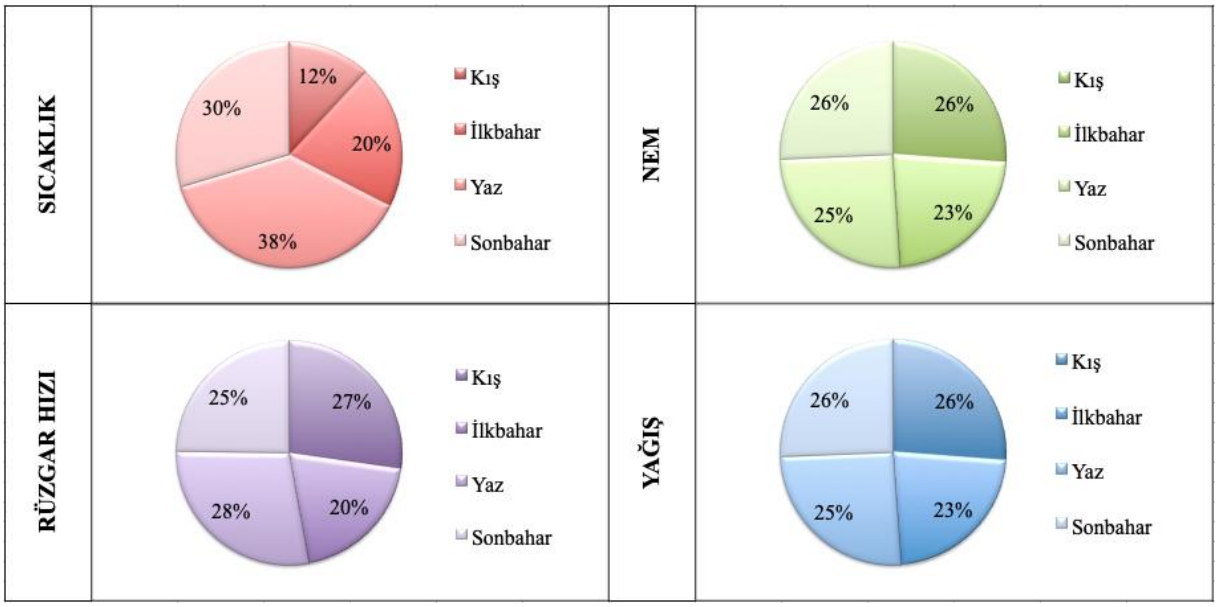
Bölge, Akdeniz, Karadeniz ve kıtasal karakterler içinde bir geçiş tipi olan Marmara iklimi etkisindedir. Yazlar sıcak ve az yağışlı, kışlar ılıman ve yağışlı geçemektedir. Kartal ve Maltepe ilçelerinde kıyı kesimlerde yer şekillerinin engel teşkil etmeyecek şekilde açık olması nedeniyle sıcaklık ve nem farkı hissedilmektedir

Meteorolojik istasyonlardan 2019 yılına ait elde edilen verilerden yapılan istatistiksel çalışmalara göre; bölgenin yıllık ortalama sıcaklığı 15,43ºC'dir. Ağustos ayı yılın en sıcak ayıdır. Sıcaklık ortalaması en düşük olan ay ise şubat ayıdır. Yıllık yağış miktarı 504,54 kg/m² olup, 32,98 kg/m² yağışla nisan ayı yılın en kurak ayıdır. 43,26 kg/m² yağış miktarıyla en fazla yağış ekim ayında görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4: Kartal ve Aydos Dağı İstasyonlarına Ait Aylık Yağış, Rüzgar, Nem ve Sıcaklık Miktarının Ortalama Değerleri ile Kadıköy, Göztepe ve Samandıra İstasyonlarına Ait Toplam Yağış Miktarı (Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2019)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (ºC)	6,35	6,31	9,25	13,18	15,75	23,42	23,02	23,70	20,66	17,65	16,55	9,33	15,43
Yağış Miktarı (kg/m²)	40,76	42,49	36,11	32,98	35,29	38,47	38,12	41,20	39,65	43,26	35,28	37,67	504,54
Ortalama Nem (%)	77,04	80,28	67,40	64,44	67,13	73,11	71,61	77,02	74,52	82,71	66,95	71,08	72,77
Ortalama Rüzgar Hızı (m/sn)	4,49	4,70	4,83	1,51	3,46	3,84	4,63	5,38	4,79	3,81	3,62	4,26	4,11

Yağışlar genel olarak güneyden kuzeye ve kıyılardan iç kesimlere doğru gidildikçe artmaktadır. Bölgenin kıyı alanı, doğrusal özellikte olduğu için rüzgara açık bir alandır. Özellikle, İstanbul genelinde de olduğu gibi kış aylarında lodos, yaz aylarında poyraz rüzgarının etkisi altındadır. Mevsimsel olarak nem değerlerinin ise sonbahar ve kış mevsiminde eşit olduğu Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2: Kartal ve Aydos Dağı İstasyonlarına Ait Mevsimsel Rüzgar, Nem ve Sıcaklık Miktarının Yüzdelik Değerleri ile Kadıköy, Göztepe İstasyonlarına Ait Mevsimsel Yağış Miktarının Yüzdelik Değerleri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2019)

Bölgenin doğal bitki örtüsü ormandır. Orman olmayan yerler makiler ve otsu bitkilerle kaplıdır. Günümüzde düzlük alanlardaki bağ ve bahçeler, tepelerin yamaçlarını saran yeşil ormanlar azalmış, tarla ve otlaklar yerine yerleşme alanları, iş yerleri, atölyeler ve fabrikalar kurulmuştur. Orman alanın kapladığı yaklaşık alan Maltepe ilçesinde 8,36 km² ve Kartal ilçesinde 9,18 km² olmak üzere toplam 17,54 km²dir.

3.3. Nüfus ve Yerleşim

Bölgenin nüfusu 2019 yılında TÜİK'in adrese dayalı nüfus verilerine göre Kartal ilçesinde 470.676 kişi, Maltepe ilçesinde 513.316 kişi, toplam nüfus ise 983.992 kişidir (Tablo 5).

Tablo 5: Nüfus Durumu

İlçe Adı	Yüz Ölçümü (km²)	Nüfus (kişi)	Nüfus Yüzdesi
Maltepe	53,06	513.316	52,17%
Kartal	38,54	470.676	47,83%
Toplam	91,60	983.992	100,00%

3.4. Tarım-Hayvancılık-Sanayi-Ticaret ve Turizm

Kartal ilçesinin ekonomisi balıkçılık, sebze-meyve yetiştiriciliği ve bahçeciliğe dayanmakta iken 1947 yılında ilçenin ve çevresinin sanayi bölgesi olarak belirlenmesi ilçe için dönüm noktası olmuştur. 1980 sonrasında ilçenin metropolitan alanın merkezi konumunda kalması gibi nedenlerle sanayi, bölgeyi terk etmiştir. İlçedeki fabrikaların taşınmaya başlaması ile bölge sanayiden hizmetler sektörüne dönüşmüştür.

Ekonomik faaliyete ve yapılan işe göre Maltepe ilçesinde istihdam durumu en çok toplum hizmetleri, sosyal ve kişisel hizmetlerdir. İlçe geneli itibariyle de sıralamayı imalat, sanayi ve toptan ve perakende ticaret, lokanta ve oteller takip eder.

3.5. Ulaşım

Bölgede ulaşım denizyolu, karayolu ve raylı sistemler ile sağlanmakta olup çevresi ile güçlü bir bağlantıya sahiptir. Doğu-batı aksında ulaşım sahil yolu (Kadıköy-Pendik arasında uzanan Bağdat Caddesi) ve E5 (D-100) Karayolu ile sağlanmaktadır.

Ayrıca bölgenin kuzeyinde bulunan, 15 Temmuz Şehitleri Köprüsü ve Fatih Sultan Mehmet Köprüsü'ne giden otobana (TEM Otoyolu) olan bağlantı yolları bölgeden geçmektedir. Kadıköy Tavşantepe Metro Hattı ve Halkalı-Gebze Marmaray Hattı bölgeyi tüm kent ile birbirine bağlayan önemli raylı toplu taşıma sistemleridir. Ayrıca bölgeden denizyolu ile Adalar'a da ulaşım sağlanabilmektedir. Sabiha Gökçen Havalimanı'na yakınlığı (15 km) bölge ulaşımında önemli bir yer tutmaktadır.

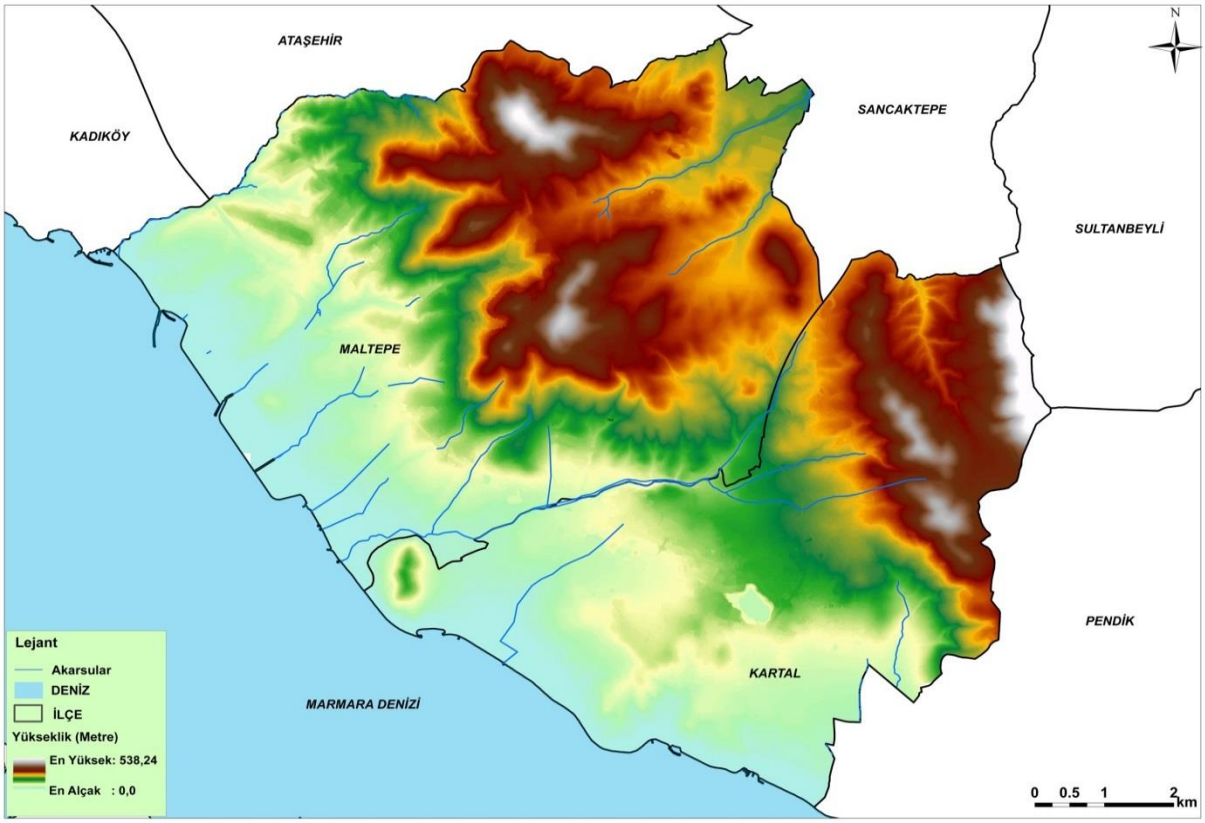
4. JEOMORFOLOJİ

Bölge, aşınmış bir plato olan Kocaeli Yarımadası üzerinde yer almaktadır. Zaman içerisindeki jeolojik hareketler sonucunda bölgenin yer aldığı alan genellikle aşınmaya uğramış, bir plato (peneplen) görünümü kazanmıştır. Platonun G'inden ve yaklaşık 15-20 km uzağından D-B doğrultusunda geçen Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) etkinliği ile bu plato sahası Büyükdere-Kayışdağı hattı boyunca, yani kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda hafifçe yükselmiş ve plato üzerindeki akarsular tekrar enerji kazanarak yataklarını derinleştirmiştir. Böylece akarsu yataklarının özellikle derine ve kısmen de yana kazılması neticesinde vadilerin yukarı kesimlerinde aşınma ilerlemiş, orta ve

aşağı kesimlerinde ise alüvyonlar birikerek dar alanlı ovalar ve taban düzlükleri gelişmiştir.

Bölgedeki tepelerin yüksekliği ve tepeleri oluşturan birimlerin dayanımlılıkları arasında doğrudan bir ilişki söz konusudur. Bölgedeki en yüksek tepelerden Aydos ve Kayışdağı, İstanbul Paleozoik İstifi'nde, en dayanımlı birim olan Aydos Formasyonu'nu temsil eden kuvarsitlerden oluşmaktadır. Akarsu ve rüzgar aşındırmaları ile uzun bir erozyon devrinin ardından yükseltiler kaybolmuş ve platolar oluşmuştur, ancak aşınmaya dayanıklı kuvarsit tepeleri kalmıştır.

Bölgedeki başlıca tepeler Aydos Dağı (537 m), Kayışdağı (438 m), Ayazma Tepesi (380 m), Aydos Madenler Tepesi (380 m), Mağara Bayırı Tepesi (321 m), Orta Tepe (285 m), Orta Bayır Tepesi'dir (260 m) (Şekil 3).

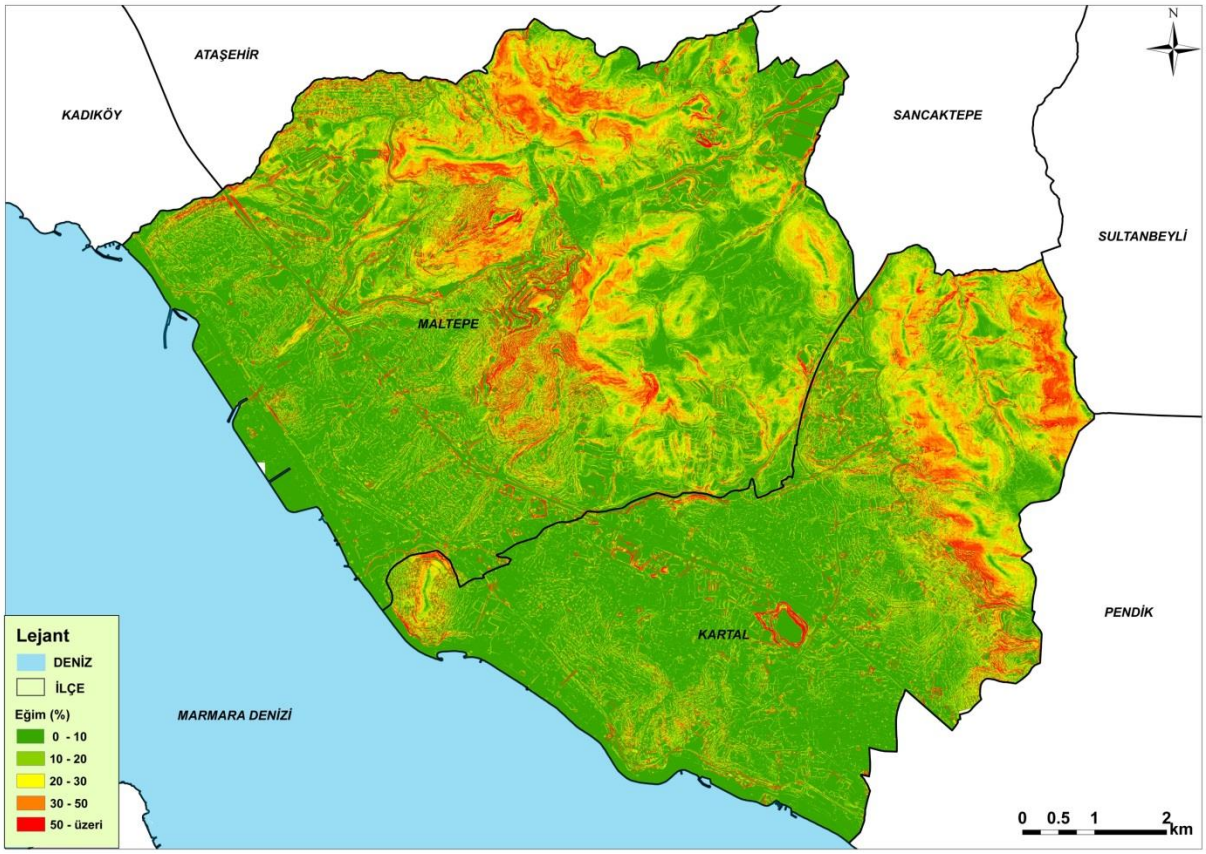


Şekil 3: Bölgenin Sayısal Yükselti Modeli

Maltepe ilçesi, kuzeyde orman alanlarından ve irili ufaklı derelerin geçtiği vadilerden oluşan doğal bir yapıya sahiptir. İdealtepe, Küçükyalı, Cemalbey, Esenyurt ve Tugay Deresi güneybatı yönlüdür ve Marmara Denizi'ne dökülür. Ömerli Barajı'na dökülen Ayazma Deresi ilçe sınırlarından başlar ve kuzeydoğu yönlüdür. Çamaşırcı Deresi ilçenin Kadıköy ilçesi ile idari sınırlarını belirlerken,

Büyükyalı, Küçükyalı, Esenyurt ve Dragos derelerinin mevcutta ıslahları yapılmıştır. Ancak, bu vadilerin kuzeyindeki askeri ve orman alanları dışında kalan bölgelerin tamamında yapılaşılmıştır. Savaklar ve Yunus (Esenkent) dereleri Kartal ilçe sınırlarında bulunmakta olup, Marmara Denizi'ne dökülür. Çavuşoğlu Deresi, Kartal ile Pendik ilçesi ile sınır oluşturur. Paşaköy Deresi, Kavaklıdere ve Fındıklı Deresi Kartal ilçesinin önemli akarsularıdır ve Ömerli Barajı'na dökülür.

Bölgenin büyük çoğunluğu %0-20 arası eğim değerlerine sahiptir ve bu alanlar yerleşimin olduğu kıyıya yakın alanlardır. Bölgenin kuzey-kuzey doğusuna gidildikçe %50 ve üzeri eğim değerleri görülmektedir (Şekil 4).

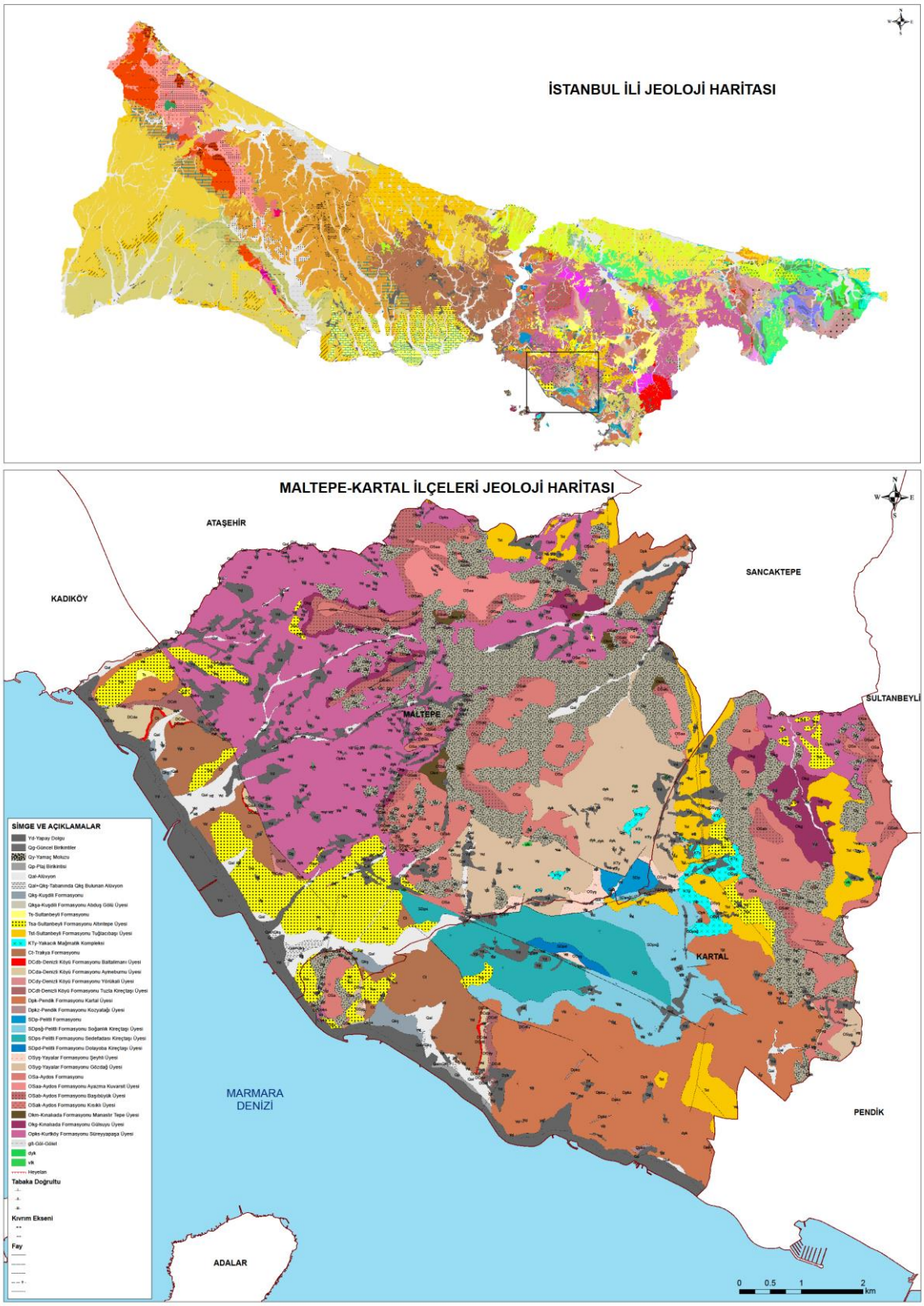


Şekil 4: Bölgenin Eğim Haritası

5. JEOLOJİ

Bölge, jeolojik bakımdan birçok formasyondan oluşmaktadır (Şekil 5). Paleozoik ve Senozoik yaşlı jeolojik birimler ile Mezozoik yaşlı magmatik sokulumlar bölge geneline yayılmıştır. Paleozoik yaşlı kaya birimler İstanbul Birliği olarak tanımlanan kaya-stratigrafi topluluğu içerisinde yer almakta ve istif, Ordovisiyen'den Karbonifer'e kadar çökelim sunmaktadır. Senozoik yaşlı

birimler, Neojen ve Kuvaterner çökelleri ile temsil edilmektedir. Paleozoik İstif, Üst Kretase yaşlı olduğu kabul edilen magmatik sokulumlar tarafından bölge genelinde sıklıkla kesilmektedir (Şekil 6).



Şekil 5: Bölgenin Jeoloji Haritası

Üst Sistem	Sistem	Seri	Formasyon/Üye	Sembol	Litoloji	Açıklamalar
SENOZOİK	KUVATERNER		YAPAY DOLGU	Yd		
			GÜNCEL BİRİKİNTİLER	Qg		ayrılmamış
			YAMAÇ MOLOZU	Qy		blok, çakıl, kum
			PLAJ BİRİKİNTİSİ	Qp		kum, çakıl
			ALÜVYON	Qal		kum,çakıl,mil, kil
		HOLOSEN	KUŞDİLİ FORMASYONU	Qkş		kil, mil, çamur, ince kum; seyrek çakıl gereçli, kara, koyu, gri, makrofosil kavkılı, haliç kıyı gölü çökeli
			KUŞDİLİ FORMASYONU Abduş Gölü Üyesi	Qkşa		kireç konkresyonlu siltli kil ve marn; sarımsı boz, kremrengi, beyaz benekli, siltli ve az kumlu, kireçli kil egemen, değişen oranda kireç konkresyonlu, gözenekli ve düşük plastisiteli
	TERSİYER	PLİYOSEN ÜST	SULTANBEYLİ FORMASYONU	Ts		kum, çakıl, kil, mil ve yer yer bloklu tutturulmuş gereç
			SULTANBEYLİ FORMASYONU Altıntepe Üyesi	Tsa		kızıl-açık kahverengi kum-mil matriks içinde kötü boylanmış, köşeli-yarı köşeli çakıl ve bloklar
		PLİYOSEN ALT	SULTANBEYLİ FORMASYONU Tuğlacıbaşı Üyesi	Tst		değişen oranda kızılımsı kahverengi, boz, külrengi kil-mil içerikli; yarı yuvarlanmış-yarı köşeli, orta-zayıf boylanmış, kuvarsit, kuvars, çakmaktaşı ve siyahımsı lidit, daha az oranda arkoz, kumtaşı ve volkanit kökenli yer yer bloklu kum, çakıl
		ALT				
MEZOZOİK	KRETASE	ÜST	YAKACIK MAĞMATİK KOMPLEKSİ	KTy		diyorit-granodiyorit türü sığ derinlik kayaçları ve diyabaz ve andezit türü damar ve yüzey kayaçları
PALEOZOİK	KARBONİFER	ALT	TRAKYA FORMASYONU	Ct		kara koyu gri, bozunmuşu açık kahverengi, ince-orta katmanlı, bol mika pullu, türbiditik kumtaşı-şeyil ardışığı; yer yer çakıltaşı mercekli, alt kesimlerinde seyrek kireçtaşı mercek ve arakatkılı
	DEVONİYEN		DENİZLİ KÖYÜ FORMASYONU Baltalimanı Formasyonu	DCdb		radyolaryalı lidit; kara-koyu külrengi, bozunmuşu külrengi, boz, ince katmanlı, laminalı, silisli şeyil arakatkılı
		ÜST	DENİZLİ KÖYÜ FORMASYONU Ayineburnu Üyesi	DCda		Yumrulu kireçtaşı; koyu külrengi, bozunmuşu boz ince katmanlı kireçtaşı, killi kireçtaşı ardalanmalı
		ORTA	DENİZLİ KÖYÜ FORMASYONU Yörükali Üyesi	DCdy		sarımsı-pembemsi boz kiltaşı-şeyil-lidit ardışığı; seyrek kireçtaşı arakatkılı
			DENİZLİ KÖYÜ FORMASYONU Tuzla Kireçtaşı Üyesi	DCdt		mikritik kireçtaşı; orta katmanlı, yer yer yumrulu görünüşlü, kireçtaşı-killi kireçtaşı ardışık düzeylerini kapsar
			PENDİK FORMASYONU Kozyatağı Üyesi	Dpkz		Dpkz; kireçtaşı, killi kireçtaşı, kireçli kiltaşı; kiltaşı arakatkılı, formasyonun üst yarısında Kartal Üyesi' nin kırıntılarıyla yanal ve düşey geçişli ara düzeyler oluşturur.
			PENDİK FORMASYONU Kartal Üyesi	Dpk		Dpk; Mikalı şeyil, kiltaşı, miltaşı kara, koyu külrengi, ince orta katmanlı, brakyopod trilobit vd. makrofosil kavkılı; ince katmanlı ve bol makrofosilli seyrek kireçtaşı arakatkılı
		ALT	PELİTLİ FORMASYONU	SDp		külrengi, koyu külrengi, ince arakatkılar halinde kil-killi kireçtaşı-kireçli kiltaşı; mikritik kireçtaşı; laminalı kireçtaşı; yer yer açıklı koyulu pembemsi külrengi, boz mercan vd makrofosilli kireçtaşı
			PELİTLİ FORMASYONU Soğanlık Kireçtaşı Üyesi	SDpsğ		yumrulu görünüşlü, ince-orta katmanlı, ince kiltaşı arakatkılı; sucuk yapılı kireçtaşı, killi kireçtaşı-kltaşı ardışığı egemen
			PELİTLİ FORMASYONU Sedefadası Kireçtaşı Üyesi	SDps		mikritik kireçtaşı; kara , koyu külrengi, ince-orta katmanlı, seyrek olarak gül kurusu pembe, külrengi kiltaşı-şeyil laminalı kireçtaşı arakatkılı
	SİLÜRİYEN	ÜST	PELİTLİ FORMASYONU Dolayoba Kireçtaşı Üyesi	SDpd		resif kireçtaşı; orta-kalın katmanlı, pembe, morumsu kahverengi, külrengi, bol mercan krinoid vd. makrofosilli biyosparit egemen
		ALT	YAYALAR FORMASYONU Şeyhli Üyesi	OSyş		feldispatlı kuvars kumtaşı; kirli beyaz, pembemsi kremrengi, orta-kalın katmanlı, kaba taneli killi kumtaşı-miltaşı arakatkılı; feldispat taneleri kaolinleşmiş
			YAYALAR FORMASYONU Gözdağ Üyesi	OSyg		yeşil-bordo renkli, yer yer oolit ve şamozit aradüzeyli, seyrek brakiyopod, krinoid vd makrofosilli şeyil
			AYDOS FORMASYONU	OSa		mikalı kumtaşı-miltaşı; yeşil, grimsi mavi, bozunmuşu açık kahverengi, boz,yer yer ince katmanlı
	ORDOVİSİYEN	ÜST	AYDOS FORMASYONU Ayazma Kuvarsit Üyesi	OSaa		kuvarsit (kuvarsarenit); kirli beyaz, pembemsi, açık kremrengi, orta kalın katmanlı, seyrek şeyil arakatkılı; taban düzeyinde kuvars çakıllı, silis çimentolu, açık morumsu çakıltaşı mercekli
			AYDOS FORMASYONU Başıbüyük Üyesi	OSab		kirli beyaz, pembe, kremrengi, orta-kalın katmanlı, yer yer laminalı, ince-orta kum boyu kuvars gereçli, silis çimentolu, orta ve geniş açıklıkta sık eklemli
			AYDOS FORMASYONU Kısıklı Üyesi	OSak		mor, kremrengi, orta-kalın-çok kalın katmanlı, koşut ve çapraz laminalı; yer yer derecelenmeli, silis çimentolu, yuvarlanmış-yarı yuvarlanmış, orta boylanmış, kuvars, çakmaktaşı çakılları egemen; merceklenme ve kamalanma olağan
		ORTA	KINALIADA FORMASYONU Manastır Tepe Üyesi	Okm		feldispatlı kuvarsarenit-kuvarsvake; kızıl, yer yer morumsu, çapraz katmanlı, dalga karışıklı, kuruma çatlaklı; az mika pullu, ince kum boyu kuvars (% 70-90) ve feldispat (%10-30) taneli, silis çimentolu
			KINALIADA FORMASYONU Gülsuyu Üyesi	Okg		feldispatlı kumtaşı (kuvarsvake); kirli beyaz, mor, külrengi, çapraz katmanlı, dalga kırışıklı, formasyoniçi (intraformasyonal) çakıllı, kuvars, feldspat ve opak taneli, bol mika pullu; serisitleşmiş feldispatlı hamurlu
		ALT	KURTKÖY FORMASYONU Süreyyapaşa Üyesi	Opks		mor-eflatun-şarabi yer yer yeşilimsi kül rengi, orta-kalın katmanlı, mor-şarabi miltaşı-kiltaşı ara katkılı kaba taneli kumtaşı

Şekil 6: İnceleme Alanı Jeoloji Birimleri

Kurtköy Formasyonu, Kınalıada Formasyonu'nun Gülsuyu Üyesi tarafından uyumlu olarak üstlenir. Aydos Formasyonu Kınalıada Formasyonu'nu üstler, Yayalar Formasyonu tarafından uyumlu üstlenir.

Pelitli Formasyonu Yayalar Formasyonu'nu uyumlu olarak üstler, Pendik Formasyonu'nun Kartal Üyesi'ne ait mika pullu şeyilleri tarafından uyumlu üstlenir. Pendik Formasyonu Pelitli Kireçtaşı'nı geçişli olarak üstler. Pendik Formasyonu Denizli Köyü Formasyonu tarafından uyumlu olarak üstlenir. Trakya Formasyonu, Denizli Köyü Formasyonu'nu uyumlu üstler, Sultanbeyli Formasyonu Paleozoik ve Mezozoik yaşlı kaya-stratigrafi birimlerini açısal uyumsuzlukla üstler. Sultanbeyli Formasyonu genellikle taban kayanın faylı ve dik şevli çukurluklarını doldurmuştur. Bölgede gözlenen formasyonlar ve özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

5.1. Kurtköy Formasyonu (Opk)

Kurtköy Formasyonu açıklı koyulu mor-eflatun, şarabi renkli, arkoz bileşimli, kumtaşı, miltaşı, kiltaşı ve çakıltaşından oluşur. Formasyon alttan üste doğru kumtaşı ara katkılı, ince laminalı kiltaşı-miltaşı Bakacak Üyesi (Opkb), değişik boyutlarda çakıltaşı mercek ve ara düzeylerini içeren kaba kumtaşı Süreyyapaşa Üyesi (Opks) birimlerini kapsar. Bölgede Süreyyapaşa Üyesi yüzeylemektedir.

Kızılımsı mor-şarabi renkli mil-kum-çakıl boyu yarı köşeli-yarı yuvarlanmış çakıllı kırıntılı kayalardan oluşan Kurtköy Formasyonu, boyutları yanal ve düşey yönde sıkça değişen merceksi yapılar, çapraz ve koşut laminalanma, oygu ve dolgu yapıları içerir. Kızıl-şarabi renk, iklimin sıcak ve oksidasyon koşullarının etkin olduğunu gösterir. Kuvars, kuvarsit vb. dayanımlı gerecin yanında, magmatit ve metamorfit kökenli feldispat, mika vb. duraysız gereç kapsar. Duraysız minerallerin korunmuş oluşu, aşınma, taşınma ve birikmenin hızlı olduğunu gösterir. Bu özellikleriyle formasyon, oksidasyon koşullarının egemen olduğu, düşey faylarla sınırlı dağ eteklerinde gelişmiş, kompleks kollüviyal yelpaze ortamı koşullarını yansıtır. Seyrek çakıltaşı ve çapraz katmanlı kumtaşı ara katkılı laminalı miltaşından oluşan fosilsiz bej ve açık mor renk ardalanmalı Bakacak Üyesi, mevsimsel akarsu ve göl geçiş ortamını yansıtır.

5.2. Kınalıada Formasyonu (Ok)

Kumtaşı, miltaşı, ince-orta-kaba kum boyu kuvars, feldispat ve mikalı gereç ile kil ve üst kesimlerinde silis çimentolu kumtaşı-miltaşından oluşur. Kınalıada ve Burgazada bütünüyle, Heybeliada'nın büyük bölümü ve Büyükada'nın kuzey yarısı Kınalıada Formasyonu'ndan oluşmaktadır. Kınalıada Formasyonu Manastır Tepe Üyesi ve Gülsuyu Üyesi adları altında iki üyeye ayırtlanmıştır.

Alttan üste doğru formasyonun alt düzeyini oluşturan feldispatlı kuvarsvake-subarkoz türü miltaşı, kumtaşından oluşan Gülsuyu Üyesi ve feldispatlı kuvarsarenitlerden oluşan Manastır Tepe Üyesi birimlerini kapsar. Bölgede formasyona ait Manastır Tepe Üyesi ve Gülsuyu Üyesi yüzeylemektedir.

Kınalıada Formasyonu dalga kırışığı, kuruma çatlağı, balık kılçığı çapraz katmanlanma yapılarıyla sığ ve yüksek enerjili ortam koşullarını yansıtır. Feldispat, mika vb. dayanımsız tane kapsamının yüksek (%10-30) oluşu hızlı taşınma ve birikmenin gerçekleştiği delta ortam koşullarının etkin olduğunu gösterir.

5.3. Aydos Formasyonu (OSa)

Formasyon büyük bölümüyle kuvarsitlerden (kuvarsarenit) oluşur, alt düzeyinde çakıltaşı mercek ve düzeylerini kapsar; yer yer değişen oranda killi miltaşı-şeyil ara katkılıdır. Alttan üste doğru değişen kalınlıkta çakıltaşı birimini kapsayan başlıca süt kuvars çakıllı ve silis çimentolu Başıbüyük Üyesi (OSab), yeşilimsi koyu gri, kahverengi, yer yer alacalı renkli çamurtaşı-miltaşı Kısıklı Üyesi (OSak), bütünüyle kuvarsitlerden (kuvarsarenit) oluşan Ayazma Kuvarsit Üyesi (OSaa), Ömerli Barajı göl alanının doğusundaki yüzeylemelerinin en üst düzeylerinde yer yer açığa çıkan genellikle şarabi, yeşilimsi külrengi kumtaşı düzeyi istifi Tarla Tepe Üyesi (OSat) birimlerini kapsar. Bölgede formasyon ile birlikte Kısıklı Üyesi, Başıbüyük Üyesi ve Ayazma Kuvarsit Üyesi yüzeylemektedir.

Aydos Formasyonu büyük bölümüyle silis çimentolu, iyi boylanmış ve yıkanmış kuvars taneli kuvarsarenitlerden oluşur. Formasyon çoğu yüzeylemesinde çakıl ve kaba kum boyu kuvars gereçli Başıbüyük Çakıltaşı Üyesi ile başlar. Çakıltaşının mor renkli kaba kumlu gereç kapsayışı ana kaynak kayanın büyük oranda arkozlardan oluştuğunu, duraysız minerallerin bulunmayışı yüksek enerjili duraylı kıyı-plaj ortam koşullarının etkin olduğunu gösterir. Dayanımlı çakılların kendi aralarında iyi boylanmış olmalarına karşın çoğunlukla kaba kumlu hamur içinde saçılmış ya da yığılmış oluşları, ikincil taşınma ile açıklanabilir. Ayazma Üyesi'nin kalınlığı sıkça değişen kuvarsarenitleri yüksek enerjili kum barı ortamına işaret eder. Formasyonun, kil-mil kapsamı yüksek Kısıklı ve Tarla Tepe Üyeleri kıyı gerisinde lagün ortamlarının geliştiğini gösterir.

5.4. Yayalar Formasyonu (OSy)

Büyük bölümüyle mikalı kumtaşlarından oluşur. Alttan üste doğru ince taneli, mika pullu kumtaşının egemen olduğu birim kara-koyu yeşil, mavimsi külrengi, ayrışmışı açık kahverengi, boz, orta-kalın katmanlı Gözdağı Üyesi (OSyg), yeşil, mor-bordo renkli ve kil-mil boyu daha ince gereçli Umur Deresi Üyesi (OSyu), feldispatlı kuvarsit düzeyi olan Şeyhli Üyesi (OSyş) birimlerini kapsar. Bölgede Gözdağ Üyesi ve Şeyhli Üyesi yüzeylemektedir.

Yayalar Formasyonu'nun büyük bölümünü oluşturan ve bol mika pullu kumtaşlarından oluşan Gözdağ Üyesi, mika vb. duraysız minerelleri bolca kapsayışı, dalga kırışığı (rippl mark), derecelenme, taban akıntı izleri vb türbiditik yapıların bulunmayışı karadan getirimin yoğun, birikme hızının yüksek ve dalga enerjisinin düşük olduğu deltaönü (prodelta) ortam koşullarının etkin olduğunu düşündürür.

5.5. Pelitli Formasyonu (SDp)

Pelitli Formasyonu büyük bölümüyle kireçtaşından oluşur; değişik düzeylerinde değişen oranda kil ara katkılıdır. Resif ve sığ deniz kireçtaşlarıyla başlar, üst kesiminde yumrulu kireçtaşlarıyla son bulur. Pelitli Formasyonu büyük bölümüyle şelf tipi neritik karbonatlardan oluşur. Değişik düzeylerinde değişen oranda, genellikle ince ara katkılar halinde kill-killi kireçtaşı-kireçli kiltaşı düzeylerini içerir. Alttan üste doğru kireçli şeyil-kumtaşı-killi kireçtaşı-kireçtaşı ardışığı Mollafenari Üyesi (SDpm), bol makrofosilli resif kireçtaşı Dolayoba Kireçtaşı Üyesi (SDpd), orta-ince katmanlı, pembe kiltaşı ara katkılı, laminalı kireçtaşı İçmeler Üyesi (SDpi), orta-kalın katmanlı neritik kireçtaşı Sedefadası Kireçtaşı Üyesi (SDps) ve en üstte ince şeyil ara katkılı yumrulu görünüşlü kireçtaşı Soğanlık Kireçtaşı Üyesi (SDpsğ) birimlerini kapsar. Bölgede formasyon ile birlikte Mollafenari Üyesi, Dolayoba Kireçtaşı Üyesi, Sedefadası Kireçtaşı Üyesi ve Soğanlık Kireçtaşı Üyesi yüzeylemektedir.

5.6. Pendik Formasyonu (Dp)

Pendik Formasyonu büyük bölümüyle, mika pullu, kil-mil boyu ince kırıntılı kayaçlardan oluşur; belirli düzeylerinde özellikle üst kesimlerinde kireçtaşı ara katkılıdır. Bol makrofosil kapsamasıyla ayırtman olan ve bu özelliği ile sahada kolay izlenebilir. Pendik Formasyonu büyük bölümüyle kil-mil ince kum boyu ince gereçli, bol mika pullu kırıntılı kayaçlardan oluşur; orta-üst düzeylerinde değişen kalınlıkta kireçtaşı ara düzeylerini kapsar.

Alttan üste doğru başlıca kara-koyu külrengi, yer yer koyu yeşilimsi, ayrışmışı boz-açık kahverengi, bol mikalı ince kırıntılılardan oluşan Kartal Üyesi (Dpk), değişen oranda kireçli kiltaşı-killi kireçtaşı-kireçtaşından oluşan Kozyatağı Üyesi (Dpk) birimlerini kapsar. Bölgede her iki üye de yüzeylemektedir.

5.7. Denizli Köyü Formasyonu (DCd)

Başlıca kireçtaşı, killi kireçtaşı, yumrulu kireçtaşı ve liditleri (radyolaryalı çakmaktaşı) kapsar; değişen oranda ince şeyil ara katkılıdır. Alttan üste doğru başlıca mikritik kireçtaşı-killi kireçtaşından oluşan Tuzla Kireçtaşı Üyesi (DCdt), ince katmanlı lidit-şeyil ardışığından oluşan Yörükali Üyesi (DCdy), üst düzeyini oluşturan yumrulu görünüşlü kireçtaşı-killi kireçtaşı-kiltaşı ardışık birim Ayineburnu Üyesi (DCda), silisli şeyil ara katkılı liditlerden Baltalimanı Üyesi (DCdb) birimlerini kapsar. Bölgede formasyonun tüm üyeleri yüzeylemektedir.

5.8. Trakya Formasyonu (Ct)

Başlıca kumtaşı, miltaşı, şeyil, yer yer çakıltaşı türünden kırıntılı kayaların ardalanmasından oluşur; alt kesimlerinde, değişen kalınlıkta kireçtaşı ara katkı ve merceklerini kapsar. Alttan üste doğru killi, milli şeyil ve miltaşından oluşan Acıbadem Üyesi (Cta), şelf tipi neritik kireçtaşından oluşan Cebeciköy Kireçtaşı Üyesi (Ctc), lidit ara katkılı şeyillerden oluşan Kartaltepe Üyesi (Ctkt), türbiditik kumtaşı-şeyil ardalanmasından oluşan Küçükköy Üyesi (Ctk) birimlerini kapsar.

5.9. Yakacık Magmatik Kompleksi (KTy)

Yakacık Magmatik Kompleksi başlıca diyorit-granodiyorit türü sığ derinliktaşları, diyabaz ve andezit türü damar ve yüzey kayaçlarından oluşur.

5.9.1. Diyorit-Granodiyorit

Formasyon ender yüzeylenmelerinden birinin yer aldığı, Kartal-TEM Bağlantı Yolu'nun Yakacık-Uğur Mumcu Mahallesi'nin batısından geçen kesimin hemen batısında 2. Zırhlı Tugay sahasının doğu kesimi (Tavşan Tepesi'nin eteği) tip yer niteliğindedir. Mikrogranodiyorit-mikrodiyorit türü damar kayaları genellikle kirli beyaz, kremrengi mikrokristal dokulu, feldispat, az kuvars ve az mafik kristallidir.

Altere plajiyoklas fenokristalleri ve az oranda biyotit, opak mineral ve daha ince boyutlu kuvars ve feldispat kristallerinden oluşan hamur kapsamaktadır.

5.9.2. Diyabaz

Koyu yeşil, mavimsi külrengi, intersertal dokulu oluşlarıyla çıplak gözle kolayca izlenebilir. Bu tür dayklar, andezitik dayklara oranla daha sağlam ve dayanıklıdır, hafif ayrışma gösterirler. Genellikle ojit (piroksen), plajiyoklas, klorit, opak ve az oranda hornblend içerir. Kristal boyu 1-2 mm dolayındadır. Ojitlerin çevresinde veya kloritlerin içinde kahvemsi yeşil renkte hornblend yer alır. Hornblendin ve/veya magmatik camın alterasyonu sonucu oluşmuş klorit kapsar.

5.9.3. Andezit

Yüzeylenmelerin büyük bölümü ileri derecede ayrışmış, killeşmiş, çoğu durumda ilksel doku ve bileşimleri bütünüyle değişmiştir. Az ayrışmış olanlarda feldispat (plajiyoklas) fenokristalli porfirik doku belirgindir. Ancak, plajiyoklas taneleri albitleşmiş ve kimi hallerde kaolinleşmiştir.

5.10. Sultanbeyli Formasyonu (Ts)

İstanbul il alanının özellikle doğu-güneydoğu kesimlerinde geniş alanlar kaplayan Sultanbeyli Formasyonu, tutturulmamış, yer yer bloklu, kum, çakıl, mil boyu gereçten oluşur. Formasyon alttan üste doğru egemen kayatürü özelliklerine göre mil, kil, ince kum boyu gereçten oluşan Orhanlı Üyesi (Tso), bütününe yakını kilden oluşan Dudullu Üyesi (Tsd), kum, çakıl birikintilerinden oluşan Tuğlacıbaşı Üyesi (Tst), iri bloklu çakıl-kaba kum birikintilerinden oluşan Altıntepe Üyesi (Tsa) ve ince kum-çakıl birikintilerinden oluşan İkiz Tepeler Üyesi (Tsi) birimlerini içerir. Sultanbeyli Formasyonu birbirinden farklı ortam koşullarını yansıtan karasal birikintileri kapsar. Bölgede formasyon ile birlikte Tuğlacıbaşı Üyesi ve Altıntepe Üyesi yüzeylemektedir.

5.11. Kuşdili Formasyonu (Qkş)

Başlıca kara-koyu mavimsi külrengi, koyu yeşil, genellikle organik kapsamı yüksek, yer yer, kömürleşmiş bitki parçalı haliç-kıyı gölü çökellerinden oluşan formasyon Kuşdili Formasyonu olarak adlandırılmıştır. İstif bazı düzeylerinde kahverengi, kumlu killi, çakılcıklı alüvyon birikintileriyle ara katkılıdır. Formasyonun bölgede, Tuzla ilçe sınırları içinde yer alan Abduş Gölü'nün

özellikle güney ve batı kıyılarında yapılan sondajlarda kesilen, kireç konkresyonlu siltli kil ve marndan oluşan birimi, *Abduş Gölü Üyesi (Qkşa)* adıyla incelenmiştir. Sarımsı boz, kremrengi, beyaz benekli, siltli ve az kumlu, kireçli kil egemendir.

Değişen oranda kireç konkresyolu, gözenekli ve düşük plastisitelidir. Genellikle Abduş Gölü ve Tuzla Tersanesi dolaylarında Kuşdili Formasyonu'nun çökeldiği kıyı gölü-lagün ortamlarının kıyı bölgelerinde oluşmuştur.

5.12. Güncel Birikintiler (Qg)

Güncel birikintiler; ayırtlanmamış olarak yamaç molozu (Qy), alüvyon (Qal), plaj birikintisi (Qp), seki birikintisi (Qs) kolüviyal birikinti (Qkl) ve kumullar (Qk) herhangi biri veya birkaçını içerebilmektedir. Bölgede ayırtlanmamış güncel birikintilerin yanı sıra, alüvyon, plaj birikintisi ve yamaç molozu görülmektedir.

5.12.1. Alüvyon (Qal)

Marmara Denizi ve Boğaz'a dökülen akarsu vadilerinin tabanında genellikle dar şeritler halinde kum, mil ve boyu çoğunlukla 10 cm'yi geçmeyen çakıllı gereçten oluşan birikintilerdir. Alüvyon birikintileri genellikle yuvarlanmış-yarı yuvarlanmış, zayıf-orta boylanmış, çoğunlukla kuvarsit, kumtaşı, kireçtaşı ve volkanit türü gereçten oluşur. Boğaz'a ve Marmara Denizi'ne açılan akarsu vadilerinin akış aşağı kesimlerinde, buzul sonrası deniz düzeyinin yükselmesine bağlı olarak, boğulma ve dolayısıyla düşük enerjili akış nedeniyle, vadi içlerine doğu ilerleyen kum-mil boyu ince gereçli alüvyon birikintileri gelişmiştir. Kurbağalıdere, Çamaşırcı Deresi, Küçüksu Deresi gibi bazı vadilerin tabanında Kuşdili Formasyonu'nun üstünde çeşitli kalınlıklarda bulunmaktadır.

5.12.2. Plaj Birikintisi (Qp)

Marmara Denizi'ne açılan bazı akarsuların ağzında küçük plaj birikintileri gelişmiştir. Genellikle denize uzanan doğal sırtların kenarında yer alan, dolayısıyla kıyı akıntısı ve dalgalardan korunabilen koylarda gelişmiştir. Yıkanmış ve boylanmış, kaba kum ve yuvarlanmış ufak çakıl yoğunluktadır. İnce plaj şeritlerinin bir bölümü yol genişletme çalışmalarıyla ilişkili olarak yapay dolgu altında kalmıştır.

5.12.3.Yamaç Molozu (Qy)

Bölgenin kuvarsit vb. dayanımlı kayaçların oluşturduğu yüksek yamaç eğimli dağ ve tepelerin eteklerinde yer yer kalın yamaç molozu birikintileri gelişmiştir. Bölgede Aydos Dağı yamaç ve eteklerinde yer yer 30-40 metreye varan kalınlıkta bu tür birikintiler yaygındır.

5.13. Yapay Dolgu (Yd)

Bölgenin kara kesiminde, inşaat ve çöp atıklarından oluşmuş yapay dolgular mevcuttur. Ayrıca, sahil kesimlerde suni dolgu alanları bulunmakta olup, bilinen en büyük dolgu alanı Maltepe Sahil Dolgu Alanı'dır.

6. HİDROJEOLOJİ

İstanbul il alanını oluşturan formasyonlar ve bunları meydana getiren litolojik birimler, jeohidrolik ortam (yer altı suyu geçirimlilik kapasitesi) nitelikleri yani yer altı suyu geçirebilme ve iletebilme özellikleri (boşluk varlığı, boşluk boyutları, boşluklar arası ilişki varlığı ve derecesi) göz önünde bulundurularak 4 ana jeohidrolik ortam türü "geçirimsiz ortam-Gz, yarı geçirimsiz ortam-gz, yarı geçirimli ortam-gç, geçirimli ortam-Gç" olmak üzere 4 ana sınıfa ve yarı geçirimli ortamlar; kaya (gçk)-taneli (gçt) ve geçirimli ortamlar; kaya (Gçk) ve taneli (Gçt) şeklinde alt bölümlere ayrılmıştır.

Geçirimsiz ortamların genel hidrojeolojik niteliği; "dolgulu ve çoğun ilişkisiz gözenekli veya yaygın gözeneksiz taneli ortam ile dolgulu ve çoğun ilişkisiz ya da dolgulu çatlaklı veya çatlaksız kaya ortam" yapılı olmalarıdır. Geçirimsiz ortamlar; yer altı suyu geçirimlilikleri ve iletimlilikleri bulunmaması nedeniyle arazideki her tür jeohidrolik ortamın taban ve/veya tavan seviyelerini oluşturan, diğer türden jeohidrolik ortamlarla birlikte uygun bir sıralanıma ve geometrik konuma sahip olduklarında da yer altı suyunun herhangi bir yöne akışını engelleyerek suyun depolanmasına olanak sağlayan bir yer altı engeli görevi üstlenirler. Böyle bir konumda ise tabanından ve/veya tavanından sınırladıkları diğer jeohidrolik ortam(lar)ın geçirimli veya yarı geçirimli oluşuna bağlı olarak farklı karakter ve kapasitede sutaşırlar (akiferler) ve yarı sutaşırlar (akitard) türünde hidrojeolojik ortamlar (yer altı suyu depolama ortamları) şekilendirirler.

Yarı geçirimsiz ortamların genel hidrojeolojik niteliği; "yarı açık–dolgulu ve çoğun ilişkisiz yaygın küçük–çok küçük çaplı yerel gözenekli taneli ortam ile yarı açık–dolgulu ve çoğun ilişkisiz yerel dar açıklıklı veya yarı dolgulu çatlaklı

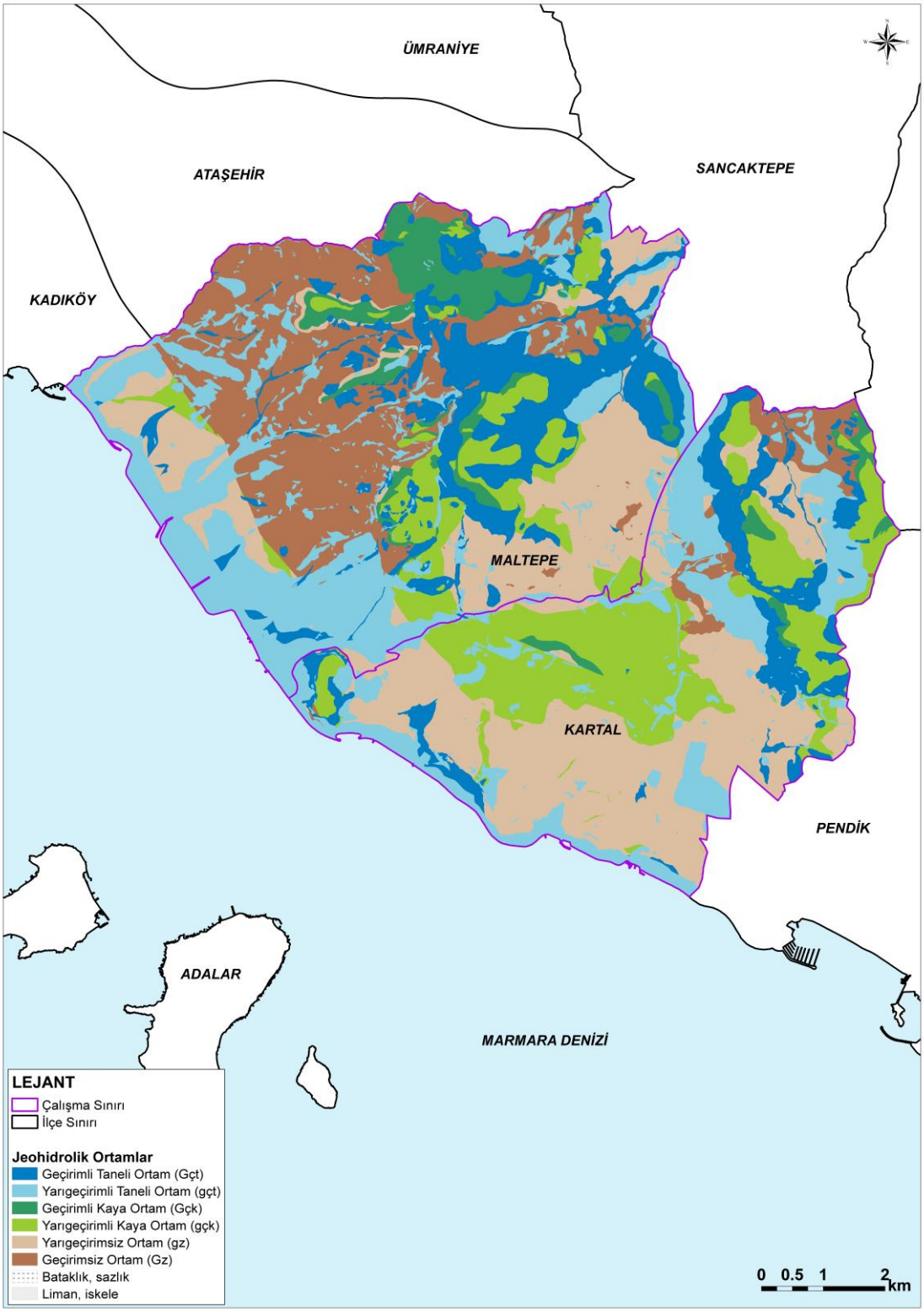
ya da yaygın çatlaksız kaya ortam" yapılı olmalarıdır. Geçirimli ve yarı geçirimli ortamlarla olan dokanaklarının uygun bir geometrik sıralanım ve konum taşıması halinde yer altı suyunun herhangi bir yöndeki yer altı akışını çok büyük oranda sınırlayan ve içinde anlamlı bir yer altı akışı gerçekleşebilen geçirimli–yarı geçirimli ortamlar bünyesinde yer altı suyu depolanmasına olanak sağlayan bir yer altı engeli görevi üstlenirler.

Yarı geçirimli ortamların genel hidrojeolojik niteliği; "açık–yarı açık ve kısmen ilişkili yerel büyük ve yaygın küçük çaplı gözenekli taneli ortam" ve "açık–yarı açık ve kısmen ilişkili yerel geniş ve yaygın dar açıklıklı çatlaklı–boşluklu kaya ortam" yapılı olmalarıdır. Uygun bir sıralanım ve geometrik konuma sahip olmaları koşuluyla tabanlarından geçirimsiz veya yarı geçirimsiz bir ortamla sınırlanmış bulunduklarında, birim hacimlerindeki yararlanılabilir yer altı suyu miktarı fazla olmamakla birlikte yine de içlerinde yer altı suyu depolayabilen göreceli düşük verimli hidrojeolojik ortamlar (yarı sutaşırlar–akitardlar) şekillendirir.

Geçirimli ortamların genel hidrojeolojik niteliği; "açık ve ilişkili, yaygın ve büyük çaplı gözenekli taneli ortam" ve "açık ve ilişkili, yaygın ve geniş açıklıklı çatlaklı boşluklu kaya ortam" yapılı olmalarıdır. Uygun bir sıralanım ve geometrik konuma sahip olmaları koşuluyla tabanlarından geçirimsiz veya yarı geçirimsiz bir jeohidrolik ortamla sınırlanmış olmaları halinde topoğrafya yüzeyine açık bulunduklarında "serbest", aynı zamanda geçirimsiz veya yarı geçirimsiz bir jeohidrolik ortamla üstlenilerek örtülü–kapalı bulunduklarında da "basınçlı" karakterde orta–yüksek yer altı suyu depolama kapasiteli hidrojeolojik ortamlar (sutaşırlar–akiferler) şekillendirirler.

Bir bölgede yer altı suyu depolanabilmesi için orada, jeohidrolik ortamlardan öncelikle geçirimli (Gç) ya da yarı geçirimli (gç) nitelikte olan birinin var olması ve bunun da ayrıca varlığı zorunlu bir geçirimsiz (Gz) ya da yarı geçirimsiz (gz) nitelikli jeohidrolik ortam tarafından uygun bir geometrik konum ve şekilde sınırlanmış olması gereklidir. Böyle bir durum sadece bir bölgede yer altı suyunun depolanabilme koşulunu ifade etmekle sınırlı kalmamakta ve aynı zamanda o bölgede mevcut jeohidrolik ortamların kendi aralarındaki sıralanma düzenine bağlı olarak farklı konumsal bulunuş biçimleri altında şekillenmiş bulunan yer altı suyu depolama ortamlarının yani "hidrojeolojik ortamların (yer altı suyu depolama ortamı)" türlerini (sutaşırlar; akifer ve yarı sutaşırlar; akitard) karakteristiklerini de belirlemektedir. Bu doğrultuda bölgenin Şekil 7'de gösterilen jeohidrolik özelliklerine göre belirlenen hidrojeolojik ortamlarından

bazıları; Kayışdağı Kuvarsit Sutaşırı, Aydos Kuvarsit Sutaşırı, Kartal Şeylli Kireçtaşı Yarı Sutaşırı, Dragos Batısı Neojen Yarı Sutaşırı'dır.

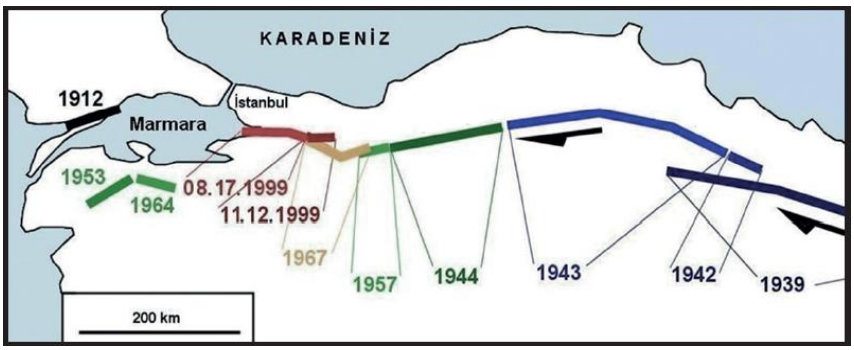


Şekil 7: Bölgenin Jeohidrolik Ortamlar Haritası

7. DEPREM DURUMU

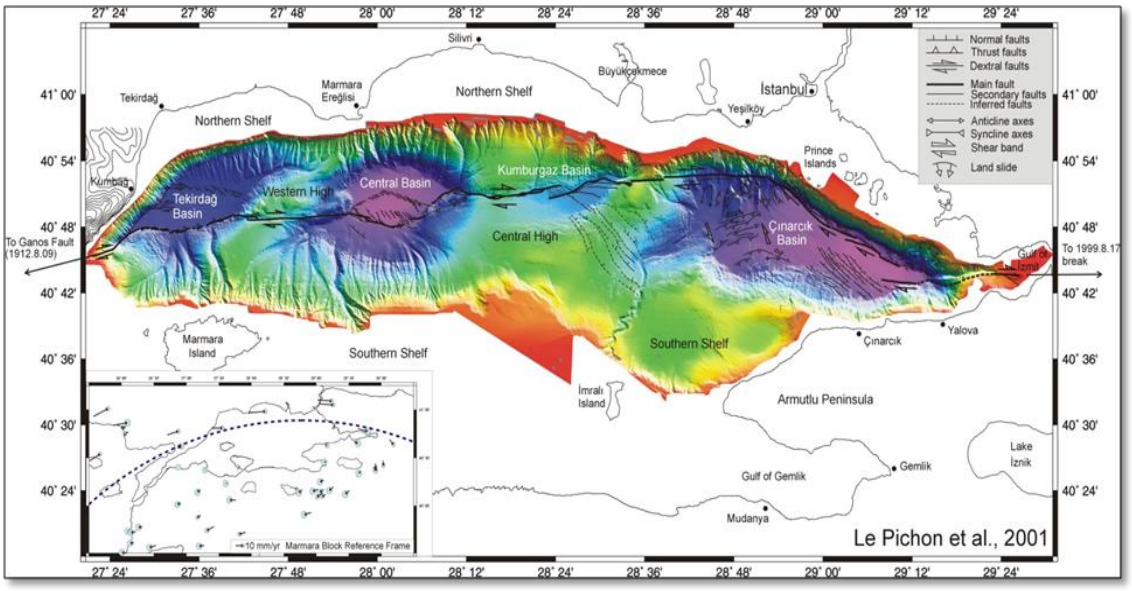
7.1. Bölgesel Deprem Durumu

İstanbul ve çevresi, sosyal ve ekonomik anlamda ülkemiz için son derece önemli potansiyele sahip ancak deprem açısından bakıldığında da riski en yüksek bölgelerden birisidir. Bu risk, geçmiş dönemlerde meydana gelmiş depremler irdelendiğinde daha net ortaya çıkmaktadır. Marmara Bölgesi'nin çağlar boyunca hasar yapıcı, yıkıcı depremlerle karşılaşılan bir bölge olmasının temel sebebi Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAF) önemli bir kısmının Marmara Denizi içerisinde yer alıyor olmasıdır. KAF üzerindeki önemli depremlerin oluş düzeni ve batıya göçü, 1939 Erzincan Depremi'nden sonra yarı sistematik olarak gözlenmiş ve batıya doğru kırılması 1967 Adapazarı-Mudurnu Suyu Vadisi Depremi, son olarak da 1999 Gölcük-Doğu Marmara ve Düzce Depremleri ile devam etmiştir (Şekil 8).



Şekil 8: 1939 Depreminden Sonra Büyük Depremlerin Batıya Göçü (Kalafat ve diğ., 2001)

Çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan jeolojik, jeofizik, sismolojik, deniz jeolojisi ve jeofiziği, sedimantolojik ve paleo-sismolojik araştırmalara dayanarak, İstanbul ve çevresini etki altına alacak depremi meydana getirebilecek en önemli fay hattı konusunda ortak bir görüş oluşmuştur. Olası bu deprem, kaynağı Kuzey Marmara'dan geçen ve Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) kuzey kolunun Marmara Denizi içinde doğu-batı yönündeki devamı olan fay hattıdır. Kuzey Marmara Fayı (KMF) olarak adlandırabileceğimiz bu fayın büyüklüğü göz önüne alındığında, 7.0 ve daha büyük bir deprem yaratma kabiliyeti olduğu anlaşılmaktadır (Le Pichon ve diğ., 2001, Şekil 9).



Şekil 9: Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi İçindeki Geometrisi (Le Pichon, X., ve diğ., 2001)

Kuzey Marmara Fayı'nın ne tür bir faylanmayla büyük deprem yaratacağı bilimsel platformda fazla tartışma yaratmış olmakla birlikte bilim dünyası dışında çok fazla spekülasyona açık bir konu haline gelmiştir. Parsons ve diğ. (2000) Marmara Denizi çevresindeki yerleşimleri etkileyecek büyük depremleri yaratabilecek diğer önemli fay zonlarını da tartışmış, tarihsel dönemdeki depremlerin etkileri ve 1999 Kocaeli Depremi'nin gerilme fazlalığı tezini de göz önünde bulundurarak Marmara Bölgesi'ni etkileyecek deprem olasılıklarını hesaplamışlardır. Parsons ve diğ. (2000)'nin çalışmalarında kullanılan faylar Yalova, Prens Adaları ve Kuzey Marmara Fayları'dır (Şekil 10).

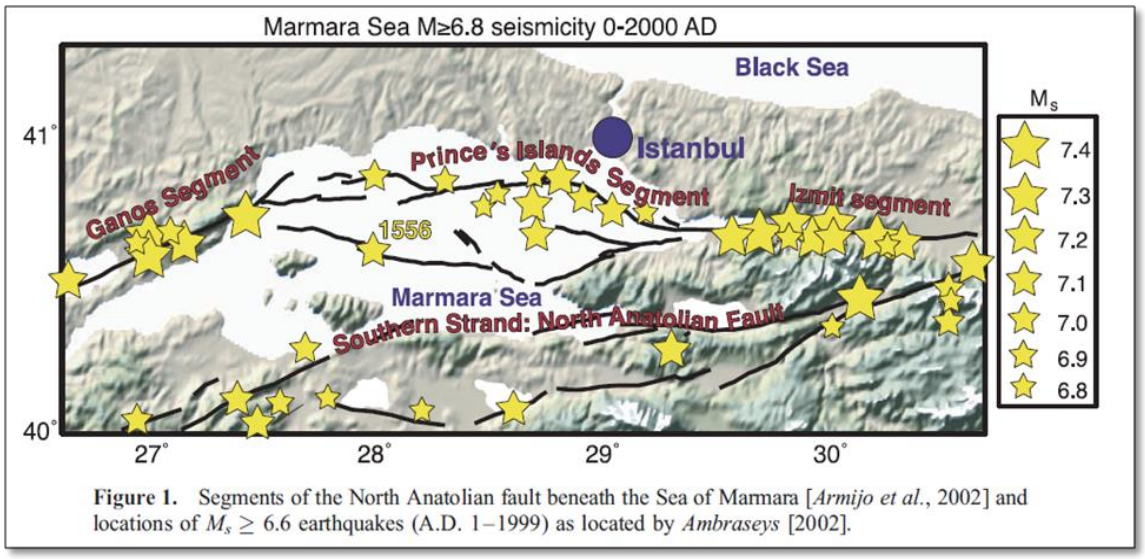
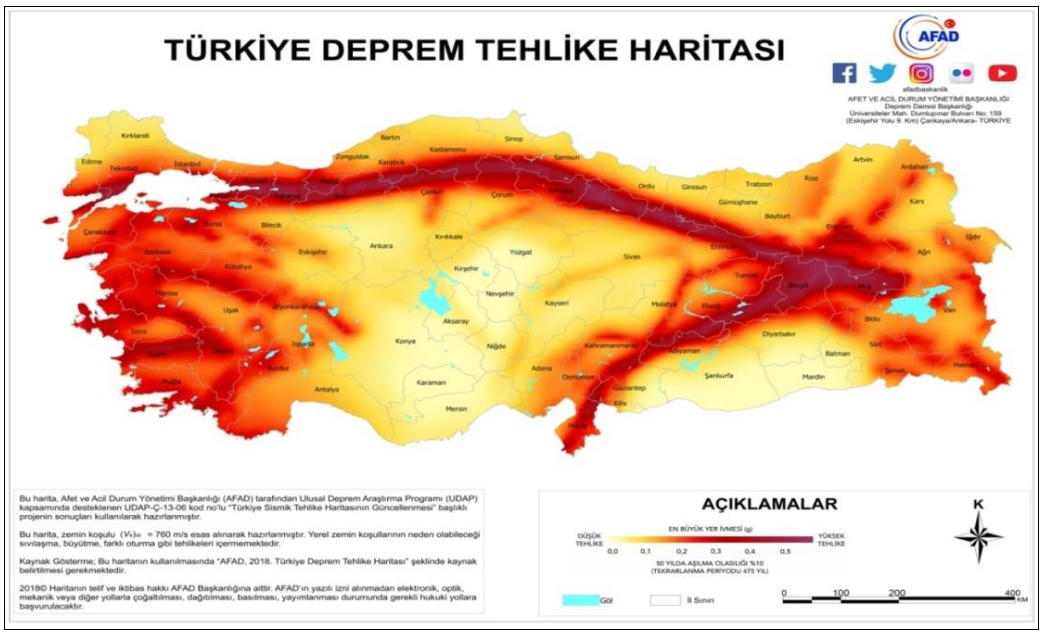


Figure 1. Segments of the North Anatolian fault beneath the Sea of Marmara [*Armijo et al.*, 2002] and locations of $M_s \geq 6.6$ earthquakes (A.D. 1–1999) as located by *Ambraseys* [2002].

Şekil 10: Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Marmara Denizi İçerisindeki Durumu [Armijo vd., 2002] ve Ms 6.6 Büyüklüğündeki Depremlerin Dağılımı (A.D. 1–1999, Ambraseys, 2002, Parsons, 2004)

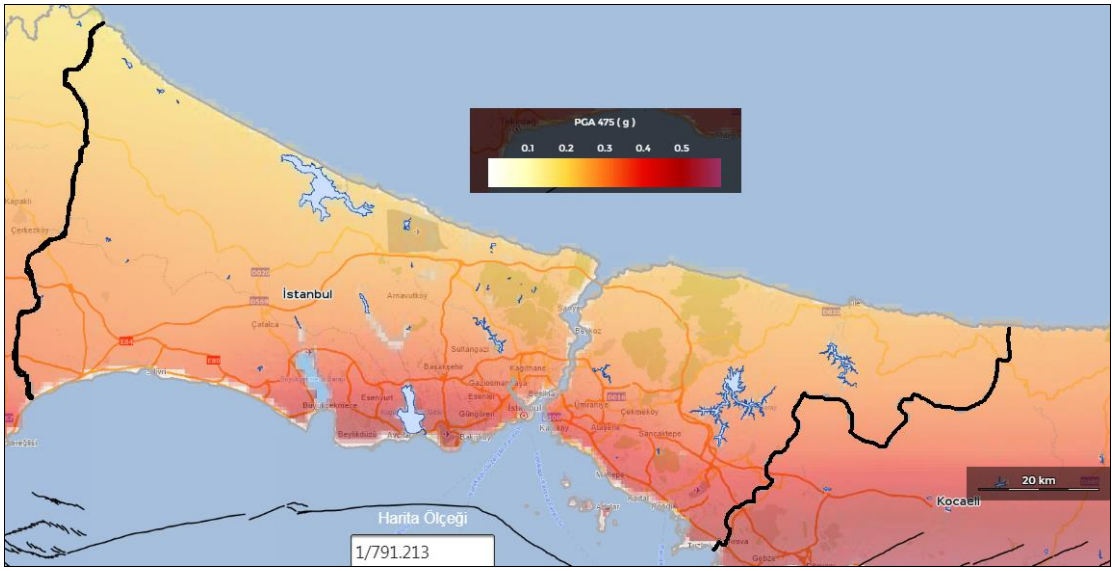
Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığınca 18.03.2018 tarihli 30364 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan ve 01.01.2019 tarihinde yürürlüğe giren "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği" kapsamında yayımlanan "Türkiye Deprem Tehlike Haritası"nda 50 yılda aşılma olasılığı %10, tekrarlama periyodu 475 yıl olan senaryo deprem için PGA (En yüksek ivme) değerleri görülmektedir (Şekil 11), burada kırmızı olan yerler depremde oluşacak yer ivmesinin yani deprem tehlikesinin yüksek olacağı bölgelerdir.



Şekil 11: Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD, 2018)

7.2. İstanbul İl Alanı Depremselliği

Türkiye Deprem Tehlike Haritası, İstanbul İl Alanı genelinde irdelendiğinde Marmara Denizi içerisinden geçen Kuzey Anadolu Fay Hattı'na yakın olan (İl Alan Sınırlarının güneyinde kalan) ilçelerin deprem tehlikelerinin daha yüksek olabileceği söylenebilir (Şekil 12).

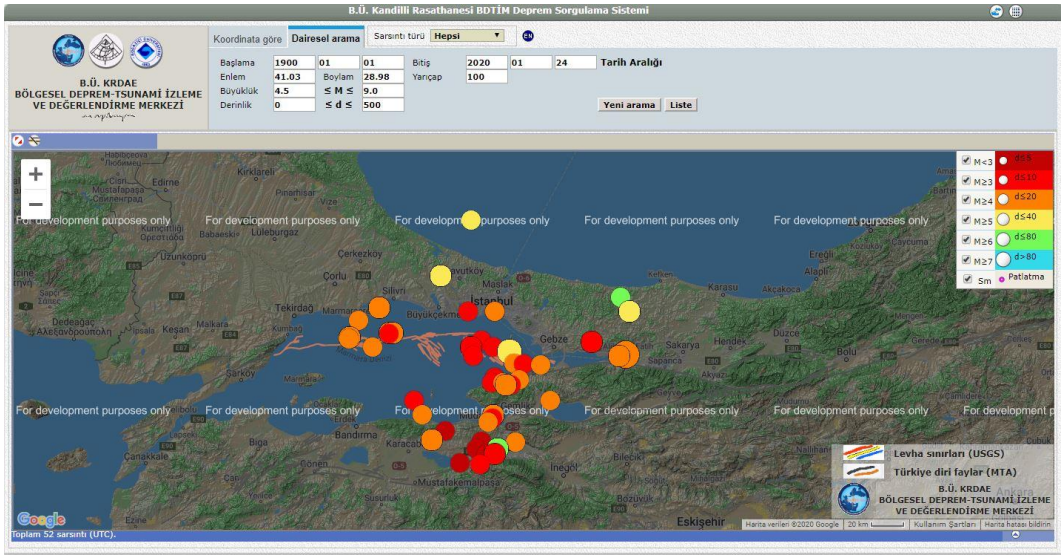


Şekil 12: İstanbul İl Sınırları Deprem Tehlike Haritası

İstanbul ilinin depremselliğini araştırmak amacıyla merkezi İstanbul ili Taksim Meydanı (Enlem=41.03; Boylam=28.98) kabul edilen r=100 km yarıçaplı çember ile sınırlandırılmış bölge sınırları içerisinde meydana gelmiş M≥4.5 olan toplam 52 adet deprem (Tablo 6), aletsel dönem (son 120 yıllık dönem) kataloglarından (KOERİ-UDİM) (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü-Ulusal Deprem İzleme Merkezi) elde edilerek hesaplamalar yapılmıştır (Şekil 13). Bölge sınırları içerisinde meydana gelmiş deprem verilerini kullanarak yapılan olasılıksal (prababilistik) deprem tehlike analizi hesaplamalarında tarihsel deprem verileri kullanılmamıştır. Bunun nedeni, tarihsel dönem verilerinin merkez üssü (episantr) ve büyüklüklerindeki belirsizliklerdir.

Tablo 6: 1900-2020 Yılları Arasında Bölgede Oluşmuş (Enlem=41.03; Boylam=28.98) Kabul Edilen r=100 km Yarıçaplı Çember ile Sınırlandırılmış Alanda Meydana Gelmiş 7.5≥M≥4.5 Arası Deprem Sayıları

DEPREM BÜYÜKLÜĞÜ(M)	1900 – 2019 YILLARI ARASINDA MEYDANA GELEN DEPREM SAYISI
4.50 ≤M<5.00	36
5.00 ≤M<5.50	9
5.50 ≤M<6.00	5
6.00 ≤M<6.50	1
6.50 ≤M<7.00	0
7.00 ≤M<7.50	1
TOPLAM	**52**



Şekil 13: Merkezi İstanbul Taksim Meydanı (Enlem=41.03; Boylam=28.98) Kabul Edilen r=100 km Yarıçaplı Çember ile Sınırlandırılmış Alanda Meydana Gelmiş M≥4.5 Olan Toplam 52 Adet Depremin Dağılım Haritası (KOERİ-UDİM) (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü-Ulusal Deprem İzleme Merkezi)

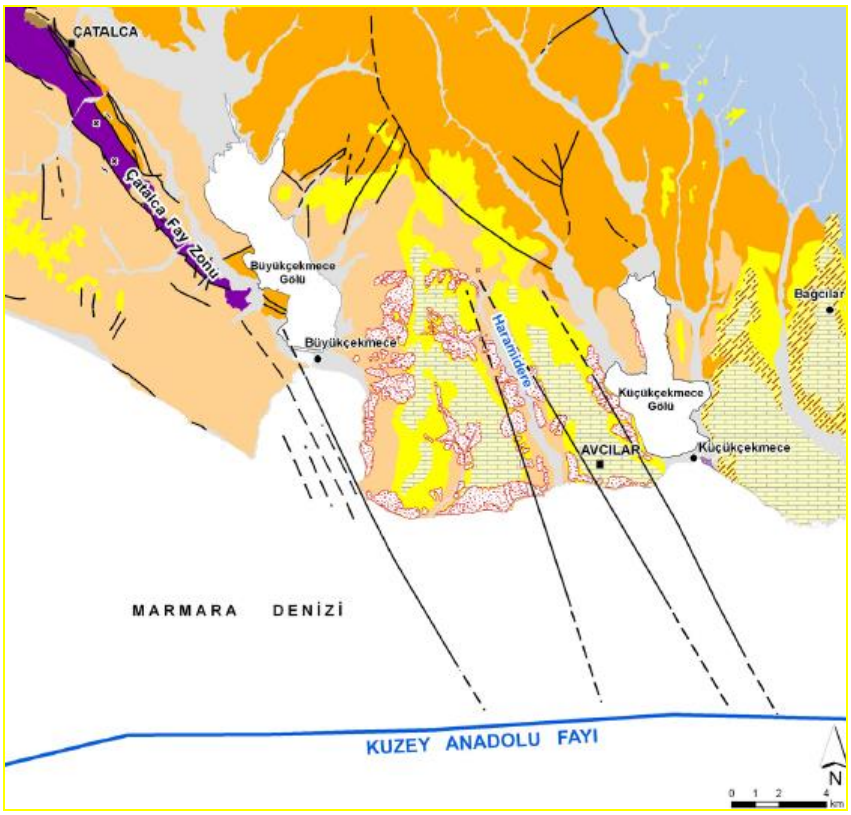
Bütün bu verilere göre, İstanbul İl Alanı'nı etkileyecek olası bir depremin Kuzey Anadolu Fay (KAF) sistemi içerisinde meydana geleceği gerçeği aşikardır. İstanbul İl Alanı için merkezi İstanbul Taksim Meydanı (Enlem=41.03; Boylam=28.98) kabul edilen r=100 km yarıçaplı çember ile sınırlandırılmış alanda M=4.5-7.5 büyüklüklerinde meydana gelmiş 52 adet deprem verisi kullanılarak yapılan deprem tehlike analizine göre; M=7.0 büyüklüğünde depremin 50 yıl içerisinde meydana gelme olasılığı %60,2 olarak hesaplanmıştır (Tablo 7).

Tablo 7: Merkezi İstanbul Taksim Meydanı (Enlem=41.03; Boylam=28.98) Kabul Edilen r=100 km Yarıçaplı Çember ile Sınırlandırılmış Alanda Meydana Gelmiş 52 Adet Deprem Verisi Kullanılarak Olasılıksal (Probabilistik) Deprem Tehlike Analizi Hesabı (Özçep, F., Zemin Jeofizik Analiz)

			Rm = 1- e-(N(M) *D)		Ortalama
	D (Yıl) için Olasılık (%)	D (Yıl) için Olasılık (%)	D (Yıl) için Olasılık (%)	D (Yıl) için Olasılık (%)	Tekrarlama Periyodu
Büyüklük (M)	10	50	75	100	(Yıl)
4.5	100,0	100,0	100,0	100,0	2
5.0	98,9	100,0	100,0	100,0	5
5.5	86,9	100,0	100,0	100,0	11
6.0	59,9	99,0	99,9	100,0	25
6.5	33,6	87,1	95,4	98,3	56
7.0	16,8	60,2	74,9	84,1	125

Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde az veya çok heyelan oluşumuna rastlanabilmekte olup, deprem-heyelan ilişkisi ortamın jeolojik, hidrojeolojik, jeomorfolojik/topoğrafik, iklimsel, malzeme ve bölgenin kullanım özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Heyelanlar; malzeme tipi, hareket biçimi, yayılmanın derecesi ve şekli, su içeriği, hız ve derinlik gibi kriterlere göre sınıflandırılırlar. Farklı tipteki bu heyelanların hangi depremler tarafından tetiklenebileceğine ilişkin tespitler; heyelan yakınında meydana gelen depremlerin büyüklüğüne ve odak noktasına olan uzaklığa bağlı olarak tarihsel ve aletsel dönemde gerçekleşmiş olan depremlerin analizi ile mümkün olabilmektedir.

İstanbul karasal il alan sınırları içinde meydana gelen küçük depremler haricinde Marmara Denizi içindeki Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerindeki depremler de İstanbul'da hissedilmekte ve etkili olmaktadır. Bölge ve yakınında geçmiş yıllarda yapılan sismik araştırmalarda, yüksek eğimli tabakalar içerisinde kara yönünde bulunan fay uzantılarının, heyelan riski yüksek alanlar ve karada var olduğu bilinen faylarla ilişkili olduğu, hem bu alanların konumları, hem de fayların yapısal unsurları göz önüne alındığında saptanabilmektedir (Şekil 14). Bu doğrultuda, bölgede meydana gelebilecek orta ve üstü büyüklükte deprem aktivitelerinin bu heyelanları harekete geçirme olasılığı ihtimal dahilindedir.



Şekil 14: Le Pichon vd., 2001; Duman vd., 2005; Özgül vd., 2005; Ergintav vd., 2010

8. KÜTLE HAREKETLERİ

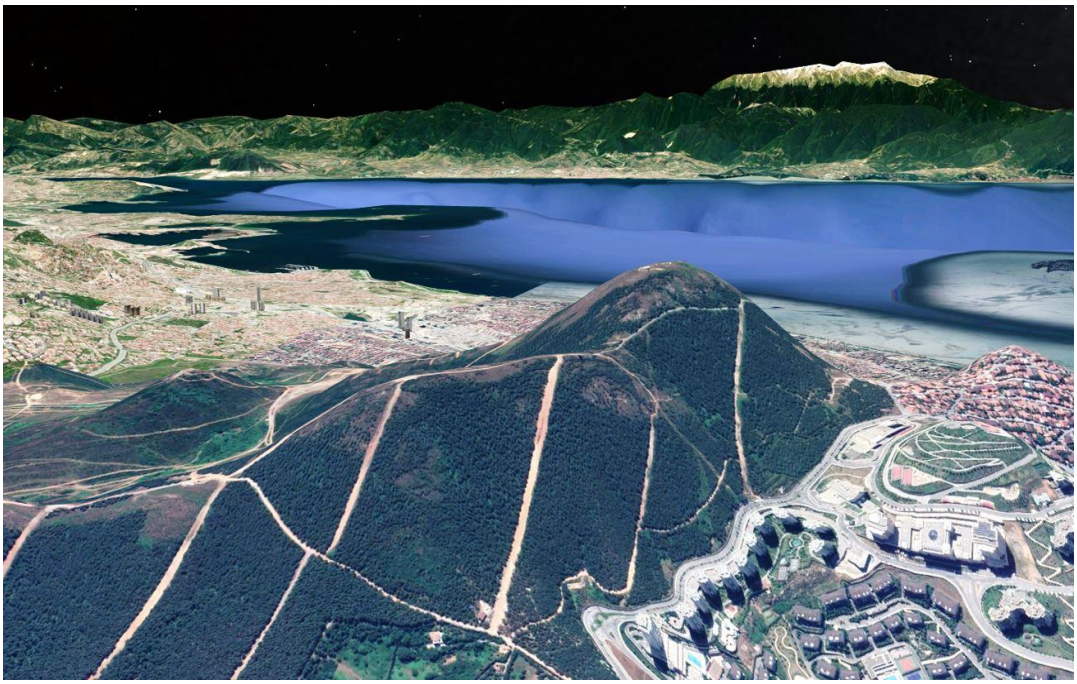
Kartal ve Maltepe ilçelerine ait kütle hareketleri *"İstanbul İli, Heyelan Bilgi Envanteri Projesi (İBB, 2020)"* kapsamında yer alan, *Anadolu Yakası Mikrobölgeleme Projesi'*ne ait heyelan araştırması verileri doğrultusunda derlenmiştir. Bölge içerisinde bulunan stabilite sorunlu alanlar;

- Heyelanlar (Zemin Ortamlar)
- Kaya Şevi Duraysızlığı (Kaya Ortamlar)

olmak üzere 2 grupta değerlendirilmiştir.

Zemin ortamlardaki kütle hareketleri "*heyelanlar",* kaya ortamlardaki kütle hareketleri ise "*kaya şevi duraysızlığı"* başlığı altında aşağıda anlatılmış, hareket tipi ve etkinlik durumuna göre sınıflamaları yapılarak, halihazır harita üzerinde gösterilmiştir (EK 1, EK 2).

Kütle hareketlerinin yoğun olarak geliştiği yamaçların yer aldığı bölgenin genel görünümü Şekil 15'te verilmektedir.

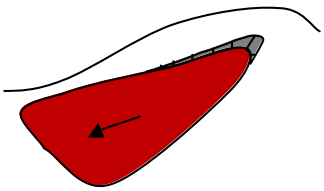


Şekil 15: Bölgeden Genel Görünüm (Başıbüyük Mevkii)

8.1. Heyelanlar (Zemin Ortamlar)

Heyelan, zeminin yamaç aşağı doğru hareketidir (Şekil 16). Heyelanlar, zemin ortamlar ve ileri derecede ayrışmış kaya ortamlarda gelişmiştir.

Hafif meyilli ve deforme olmuş topoğrafik özelliklerle kendini gösterir. En çok deprem ile meydana gelen yer sarsıntılarından veya aşırı yağışın süzülmesi ile artan boşluk suyu basıncından etkilenmektedir.



Şekil 16: Heyelanın Şematik Gösterimi

Heyelan araştırmaları kapsamında, öncelikli olarak proje alanında ön çalışmalara göre heyelan morfolojisi özelliği gösteren şevler tespit edilip, saha çalışması ile heyelan ihtimalleri teyit edilmiş ve olası aktif ve/veya pasif heyelanların aktivite tanımlamaları yapılmıştır (Tablo 8). Tanımlamalar sonucu I ve II kategorisine giren heyelan alanları için, detaylı arazi çalışmaları planlanmıştır.

Tablo 8: Heyelanların Aktivite Sınıflaması ve Tanımlamaları

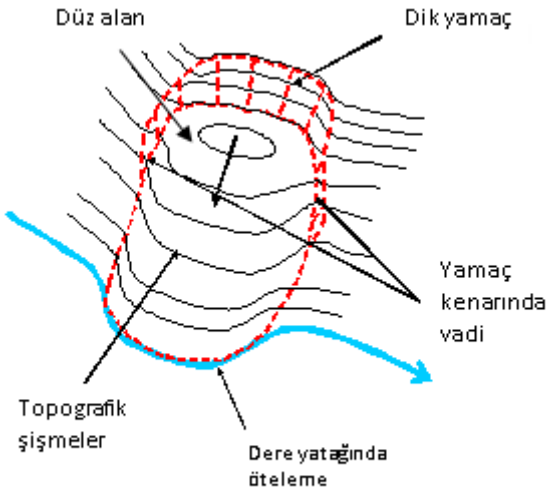
AKTİVİTE SINIFI	TANIMLAMA
I	*<AKTİF HEYELAN>* GÜNÜMÜZDE YA DA GEÇMİŞTE AKTİVİTE İZİ GÖSTEREN ŞEVLER (EVLERDE VE BİNALARDA DEFORMASYON, YOLLARDA, ZEMİNDE ÇATLAKLAR, VB.) VEYA SAHA ÇALIŞMASI VE DEĞERLENDİRMELER İLE BELİRGİN HEYELAN MORFOLOJİSİ GÖSTEREN ŞEVLER
II	*<HEYELAN AKTİVİTESİ İZİ GÖSTEREN ŞEVLER >* STEREOSKOP YORUMLANMASI İLE HEYELAN NİTELİĞİ OLDUĞU TESPİT EDİLEN ŞEVLER. GEÇMİŞTE AKTİVİTE OLAN, ANCAK HALEN BİR AKTİVİTE MEVCUT OLMAYAN ŞEVLER (YER YÜZEYİNDE DALGALANMA VE KIVRIMLAR, AĞAÇ DEFORMASYONLARI, HEYELAN AKTİVİTESİ DIŞINDA AÇIKLANMASI ZOR GÖÇME İZLERİ).
III	*<DÜŞÜK HEYELAN OLASILIĞINA SAHİP ŞEVLER >* STEREOSKOP YORUMLANMASI İLE HEYELAN NİTELİĞİ OLDUĞU TESPİT EDİLEN ANCAK, HEYELAN AKTİVİTESİNE AİT GEÇMİŞTEN VE GÜNÜMÜZDEN BİR İZ BULUNAMAYAN ŞEVLER. ŞEV HAREKETLİLİĞİ OLASILIĞININ OLDUKÇA DÜŞÜK OLDUĞU DÜŞÜNÜLEBİLİR.
IV	*<HEYELAN OLMADIĞI DÜŞÜNÜLEN ŞEVLER >* STEREOSKOP YORUMLANMASI İLE HEYELAN NİTELİĞİ OLDUĞU TESPİT EDİLEN ANCAK ŞEV ÜZERİNDE KAYAÇ MOSTRASI BULUNMASI SEBEBİYLE HEYELAN TEHLİKESİ TAŞIMADIĞI TESPİT EDİLEN ŞEVLER.
N	*<SAHA ÇALIŞMASI İLE GİRİLEMEYEN ŞEVLER >* STEREOSKOP YORUMLANMASI İLE HEYELAN NİTELİĞİ OLDUĞU TESPİT EDİLEN ANCAK, ÖZEL MÜLK YA DA ASKERİ ALAN OLMASI NEDENİYLE GİRİŞİ MÜMKÜN OLMAYAN ŞEV ALANLARI.

Stabilite sorunlu alanların tespitindeki birinci aşamada, heyelan morfolojisi gösteren şevlerin ortaya çıkarılması için, öncelikle stereoskop çalışması ve yorumlanması uygulanmıştır.

Ayrıca, DEM veri tabanı kullanılarak aydınlanma (hill shade) haritaları, uydu görüntüleri ve 1/2000 ölçekte topoğrafya haritaları kullanılmıştır. Potansiyel şevlerin çıkarılmasında hedef, heyelan karakteristiklerinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu çalışmaların yürütülmesinde araştırılan tipik heyelan özellikleri;

- Dalgalı ve kıvrılmış şev yüzeyi,
- Dik ve nispeten eğimli şevlerin bir arada olma kombinasyonu,
- Dere ya da vadi çizgisinin ötelenmiş olması,
- Şev üzerinde kabarıklık,
- Dik şev altında düz alan,
- Şev üzerinde doğal olmayan vadi,
- Heyelan şevi olarak görülen dik yamaç,
- Çevredeki şevler ile karşılaştırınca farklı şev açılarının olması

gibi özelliklerdir (Şekil 17).



Şekil 17: Heyelanın Tipik Topoğrafik Özellikleri

Ön çalışma sonucunda tespit edilen şevlerin, saha gözlemleri ile heyelan potansiyelleri teyit edilerek değerlendirilmesi yapılmıştır. Saha gözlemlerinde;

- Heyelandan dolayı şev oluşma özelliği,
- Zeminde veya yolda çatlaklar,
- Çökme izleri,
- Şev üzerindeki ağaçlarda deformasyon,
- Yer altı suyu veya su sızıntısı,
- Şev üzerindeki tesislerde hasar,
- Şev yüzeyinde dalgalanma ve kıvrımlar,
- Şev üzerindeki jeolojik durum

gibi özelliklere dikkat edilmiştir.

Saha araştırma sonuçlarına göre seçilen şevlerde detaylı araştırmaların yapılması planlanmıştır. Seçilen şevler için, planlanan detaylı araştırma tipi ile yapılan çalışmanın amaç ve yöntemleri aşağıda görülmektedir (Tablo 9).

Tablo 9: Araştırmaların Amaç ve Yöntemleri

Araştırma	Amaç	Yöntem
Sondaj çalışması	- Litolojik Tanımlama - Laboratuvar testleri için numune alınması - Yer altı su seviyesi	Karot Örselenmemiş numune
Jeofizik çalışması	- Kayma yüzeyi derinliğinin tahmini - Yer altı su seviyesi	2-D Resistivite-Özdirenç ölçümü Kırılma testi
Laboratuvar testleri	- Şev stabilite analizi için parametrelerin tespiti	Direkt kesme kutusu testi Fiziksel özellikler testleri Üç eksenli dayanım testleri

Yapılan incelemeler sonucu, aktif ve potansiyel olarak heyelan riski taşıdığı düşünülen alanlarda ayrıntılı aletsel saha çalışmaları (sondaj, jeofizik metotlar, laboratuvar) planlanmış ve uygulanmıştır. Detay arazi çalışmaları neticesinde elde edilen verilerin analizi için GEO-SLOPE International, Ltd. Kanada'nın SLOPE/W versiyon 7.14 yazılımı kullanılmıştır.

Morgenstern-Price Yöntemi kullanılarak alanlar, depremli ve depremsiz durumlar için ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Proje kapsamında yapılan depremli durum analizlerinde, sismik yük olarak her gride tekabül eden (ölçülen) maksimum yer ivmesinin (PGA) %30'u uygulanmıştır.

Araştırma için seçilen her bir heyelan alanı güncel aktivite olasılığı, güvenlik faktörü ve tehlike sınıfı (risk derecesi) bakımından değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, heyelan tehlikesi riski;

- Yüksek Risk
- Orta Dereceli Risk
- Düşük Risk

olmak üzere üç kategoriye göre değerlendirilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10: Güvenlik Faktörüne Göre Risk Değerlendirmesi

$FS \leq 1.0$	A_{SL}	YÜKSEK RİSK
$1.0 < FS < 1.5$	B_{SL}	ORTA DERECELİ RİSK
$FS \geq 1.5$	C_{SL}	DÜŞÜK RİSK

Değerlendirme ve analizler için, Kartal ve Maltepe Bölgesi'nde seçilen 7 adet heyelan blokunun, aktivite olasılığı ile güvenlik faktörü ve risk derecesi bakımından karşılaştırmalı sonuçları aşağıda verilmektedir (Tablo 11).

Tablo 11: Aktivite Olasılığı ile Risk Derecesinin Karşılaştırılması

İlçe	Heyelan No	Güvenlik Faktörü (Fs)		Akitivite Kodu	Tehlike Derecesi
		Normal (HWL)	Sismik (HWL)		
Maltepe	1	1.000	-	II	A_{SL}
Kartal	2	1.140	0.757	II	A_{SL}
Kartal	3	2.746	1.383	II	B_{SL}
Kartal	4	1.842	1.026	II	B_{SL}
Kartal	5	1.517	1.033	II	B_{SL}
Kartal	6	1.174	0.770	II	A_{SL}
Kartal	7	1,481	0.966	II	A_{SL}

Yukarıdaki tabloda verilen bilgiler doğrultusunda her bir aktivite koduna karşılık gelen heyelan alanı adedi (Tablo 12) ve yüzdelik dağılımları (Şekil 18) aşağıda belirlenmiştir.

Tablo 12: Aktivite Kodu-Heyelan Blok Sayısı

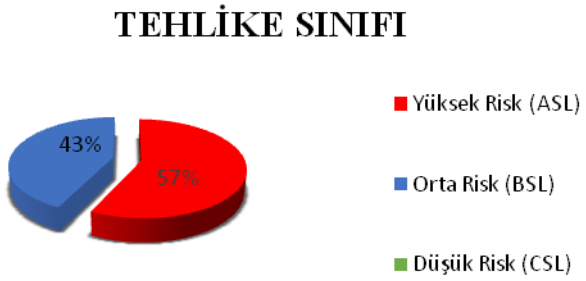
AKTİVİTE KODU	ADET	YÜZDELİK DAĞILIM
I	0	0
II	7	100,0
III	0	0,0
IV	0	0,0
V	0	0,0
Toplam	**7**	**100**

Şekil 18: Aktivite Olasılığı Dağılımı

Depremli durumdaki güvenlik faktörü (Fs) doğrultusunda tanımlanan, her bir tehlike sınıfına karşılık gelen heyelan bloku adedi (Tablo 13) ve yüzdelik dağılımları (Şekil 19) aşağıda belirlenmiştir.

Tablo 13: Tehlike Sınıfı-Heyelan Blok Sayısı

TEHLİKE SINIFI	ADET	YÜZDELİK DAĞILIM
Yüksek Risk (A_{SL})	4	57,1
Orta Risk (B_{SL})	3	42,9
Düşük Risk (C_{SL})	0	0,0
Toplam	**7**	**100**



Şekil 19: Tehlike Sınıfına Göre Yüzdelik Dağılım

Yukarıda verilen tablo ve grafikler de açıklanan aktivite olasılığı ve tehlike sınıfı (risk derecesi) bilgileri ile dağılım oranları birlikte değerlendirilmiştir.

Tabloda yer alan dağılımlara baktığımızda, aktivite kodu "II" olanların çoğunluğunun "Fs ≤ 1.00, Yüksek Risk (A_{SL})", bir kısmının da "1.0 < Fs < 1.50, Orta Risk (B_{SL})" olarak bulunduğu görülmektedir (Tablo 14).

Tablo 14: Aktivite Olasılığının Tehlike Durumu Bakımından Dağılımı

		Tehlike Durumu (Risk Derecesi)		
	Aktivite Kodu - (Adet)	A_{SL} ((Fs ≤ 1.0) Adet - Yüzde	B_{SL} (1.0 < Fs < 1.5) Adet - Yüzde	C_{SL} (Fs ≥ 1.5) Adet - Yüzde
Aktivite Olasılığı	I - (0)	0	0	0
	II - (7)	4-%57,1	3- %42,9	0
	III - (0)	0	0	0
	IV - (0)	0	0	0
	V - (0)	0	0	0

Bu değerlendirme sonuçlarına göre, Aktivite kodu "II" ve risk derecesi "Fs ≤ 1.00, Yüksek Risk (A_{SL})" ile temsil edilen 4 adet heyelan bloku, aralıklarla da olsa halen aktif olduğu düşünülen heyelan alanlarını temsil etmektedir. Aktivite kodu "II" ve risk derecesi "1.0 < Fs < 1.50, Orta Risk (B_{SL})" ile temsil edilen 3 adet heyelan bloku ise, geçmişte aktivite göstermiş ya da göstermemiş olsun günümüzde aktivite göstermeyen, ancak gelecekte aktivite gösterme olasılığı bulunan potansiyel heyelan alanları olarak değerlendirilmektedir.

Yukarıda yapılan değerlendirme ve tanımlamalara göre, ayrıntılı araştırma için seçilen lokasyonlarda 7 adet heyelan bloku tanımlanmıştır. Bazı lokasyonlarda birbiriyle ilişkili birden fazla heyelan bloku bulunmakta olup, her bir heyelan bloku içerisinde de, birbiriyle ilişkili birden fazla ve farklı boyutlarda, asıl ya da ikincil hareket konumunda olan heyelan aktivitesi yer almaktadır.

Yukarıda yapılan değerlendirme ve tanımlamalara göre, tespit edilen heyelan alanları çoğunlukla kayma ve kimi yerde de akma şeklinde hareket tipine sahip olup, etkinlik durumuna göre;

- Etkin Heyelanlar
- Potansiyel Heyelanlar

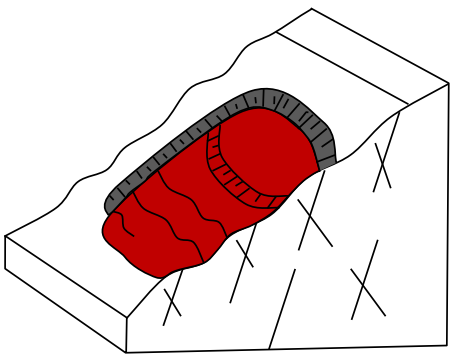
olarak 2 sınıfta değerlendirilmiştir.

8.1.1. Hareket Tipine Göre Heyelanlar

Bölge sınırları içerisinde tespit edilen heyelan alanlarının, hareket eden kütlenin hareket etme özelliğine göre, kayma ve akma olarak aşağıda tanımlama ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

8.1.1.1. Kayma

Zemin kayması, zemin kütlesinin kayma yüzeyleri veya ince ve yoğun bir makaslanma bölgesi boyunca yamaç aşağı hareketidir (Şekil 20). Yapılan çalışmalarda sonucunda her iki ilçe alanında hareket tipi kayma olan 7 adet heyelan alanı belirlenmiştir.

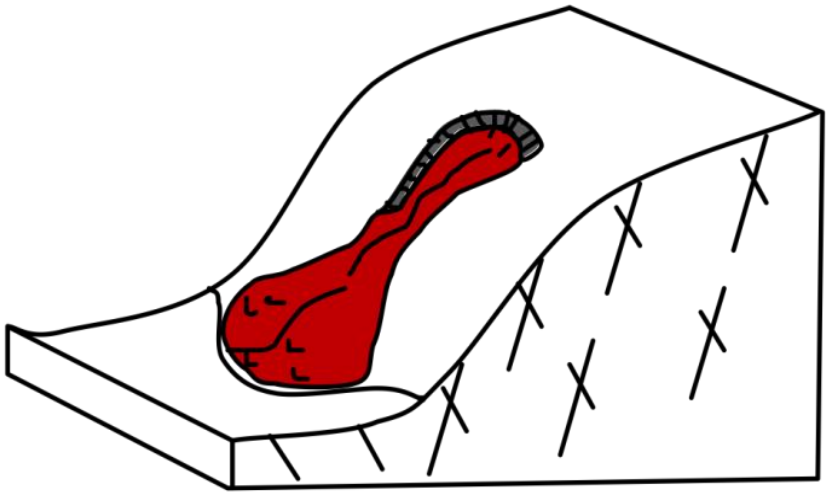


Şekil 20: Zemin Kaymasının Şematik Gösterimi

8.1.1.2. Akma

Zemin ortamda makaslama yüzeylerinin çok sık ancak, kalıcı ve belirgin olmadığı üç boyutlu sürekli bir harekettir. Hareket eden kütle içinde hız dağılımı akışkan sıvıdakine benzer (Şekil 21).

Heyelan araştırmaları kapsamında, akma tipinde özellik gösteren alanlar bazı lokasyonlarda tespit edilmiş olmasına karşın, bunlar proje genelinde kayma türü özellik gösteren heyelan blokları içerisinde değerlendirilmiştir.



Şekil 21: Zemin Akmasının Şematik Gösterimi

8.1.2. Etkinlik Durumuna Göre Heyelanlar

Bölge sınırları içerisinde tespit edilen heyelan alanları etkinlik durumuna göre, etkin ve potansiyel heyelanlar olarak sınıflandırılmış olup, aşağıda tanımlama ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

8.1.2.1. Etkin Heyelanlar

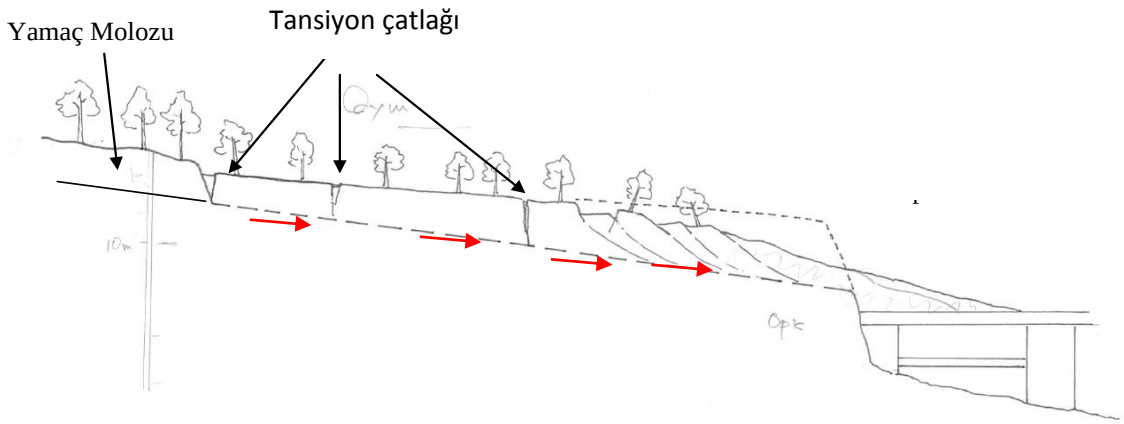
Heyelan blokları içerisinde, öncelikle heyelan morfolojisi belirgin olarak tanımlanabilen ve günümüzde etkinliği devam eden alanlar bu grupta değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, yakın geçmişte hareket etmiş olduğu anlaşılan ve tekrar hareket etme olasılığının yüksek olduğu düşünülen alanlarda, etkin heyelan alanları olarak tanımlanmıştır.

Etkin heyelanlar, aktivite olasılığı “I ve II” olanlardan, güvenlik faktörü “Fs ≤ 1.00” ve tehlike durumu (risk derecesi) “Yüksek Risk (A_{SL})” olan heyelan bloku ile temsil edilmektedir.

Yapılan araştırma ve analizler sonucuna göre, bölgede 4 adet etkin heyelan bloku belirlenmiştir.

Bölgede etkin heyelanlar; yamaç molozu, yapay dolgu ve Sultanbeyli Formasyonu’nun Tuğlacıbaşı Üyesi’ne ait birimlerde gelişmiştir. Aşağıda, bu yamaçlarda oluşan etkin heyelanlara ait örnek verilmektedir (Şekil 22, Şekil 23).

Şekil 22: Maltepe İlçesi Gülensu Mahallesi’nde Yer Alan Heyelan Alanının Genel Görünümü



Şekil 23: Şevin Şematik Görünümü

8.1.2.2. Potansiyel Heyelanlar

Heyelan blokları içerisinde, heyelan morfolojisi belirgin olmayan ve henüz hareket etkinliği olmamakla birlikte; jeolojik, morfolojik ve fiziksel etkilerin oluşması ya da insan kaynaklı müdahalelerin olumsuz stabilite koşulları yaratması durumunda, duraysızlık kazanabilecek yamaçlar bu grupta değerlendirilmiştir.

Potansiyel heyelanlar, aktivite olasılığı "II" olan, güvenlik faktörü ve tehlike durumu (risk derecesi) "1.0 < Fs < 1.5 ve Orta Risk (B_{SL})" ile "Fs ≥ 1.5 ve Düşük Risk (C_{SL})" olan heyelan blokları ile temsil edilmektedir.

Bölgede potansiyel heyelanlar; yamaç molozu, yapay dolgu, güncel birikintiler, Sultanbeyli Formasyonu'nun Altıntepe Üyesi'ne ait birimlerde gelişmiştir.

Yapılan araştırma ve analizlerin sonucuna göre, bölgede 3 adet potansiyel heyelan belirlenmiştir. Belirlenen potansiyel heyelan bloklarına ait örnek aşağıda gösterilmektedir (Şekil 24).

Şekil 24: Kaymış Şev ve Gerisindeki Potansiyel Heyelan Alanı Görünümü (Kartal İlçesi, Yakacık-Yenimahalle)

8.2. Kaya Şevi Duraysızlığı (Kaya Ortamlar)

Kaya şevi duraysızlığı, belirli bir eğime sahip şevlerde yer alan ve dengede bulunan kaya tabakalarının duraylılığının (stabilitesinin) çeşitli etkilerle bozularak hareket etmesidir.

Kaya ortamları temsil eden bölgelerde kütle hareketlerine ait değerlendirmeler, genel tanımla proje alanındaki kaya tabakalarının yamaçlardaki hareket etme biçimlerini belirlemeye, depremsiz ve depremli durumdaki hareketleri ve duyarlılıklarını analiz etmeye yönelik olarak yapılmıştır.

Proje kapsamında yürütülen saha çalışmaları esnasında, farklı formasyonlara ait doğal ve yapay mostralardan, kaya tabaka ve eklemlerin doğrultu ve eğim yönleri ölçülmüştür. Burada amaç, kaya şevlerindeki olası stabilite sorunlu alanların tespit edilmesidir. Bu nedenle, bu aşamadaki ölçüm adetlerinin *Schmidt Net* çalışması yapmaya yetecek kadar olmasına özen gösterilmiştir. Her formasyon için, saha da ölçülen tabaka ya da eklemlerin doğrultu ve eğim yönleri *Schmidt Net*'te çizilmiş olup, tabaka ve eklemlerin hakim yönleri tespit edilmiştir. Kaya şevlerine yönelik olarak, kinematik analiz yöntemi uygulanmıştır.

Kinematik analiz, *Kaya Kayması* ve *Kaya Devrilmesi* olarak değerlendirilen her şevde uygulanmıştır. *Kaya Düşmesi* ise arazi gözlemleri ile tespit edilmiştir. Stabil olmayan kayaların bulunduğu şevler potansiyel kaya düşmesi şevi olarak değerlendirilmiştir.

Bölge içerisinde yer alan ve potansiyel tehlike gösterdiği düşünülen 9 adet kaya şevi tespit edilmiş olup, bunlar hareket etme biçimine göre "*Kaya Düşmesi, Kaya Devrilmesi ve Kaya Kayması"* olmak üzere 3 grupta değerlendirilmiştir. Ayrıca, proje kapsamında yapılan analizlere göre, bu kaya şevleri tehlike sınıfı (risk derecesi) bakımından;

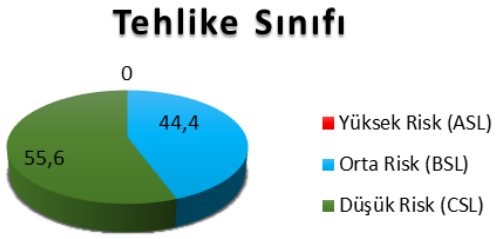
- Yüksek Risk (A_{SL})
- Orta Dereceli Risk (B_{SL})
- Düşük Risk (C_{SL})

olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Risk derecesi "Yüksek Risk (A_{SL})" olarak belirlenen şevler etkin, risk derecesi "Orta Risk (B_{SL})" ve "Düşük Risk (C_{SL})" olarak belirlenen şevler ise potansiyel şev duraysızlığı olan alanlar olarak gruplandırılmıştır.

Tespit edilen 9 adet kaya şevinin, her bir tehlike sınıfına karşılık gelen kaya şev duraysızlıklarının hareket tipine (düşme, devrilme, kayma) göre adedi (Tablo 15) ve yüzdelik dağılımları (Şekil 25) aşağıda belirlenmiştir.

Tablo 15: Tehlike Sınıfına Göre Şev Sayısı ve Yüzdelik Dağılımı

TEHLİKE SINIFI	HAREKET TİPİ SAYISI			YÜZDELİK DAĞILIM
	DÜŞME (ADET)	DEVRİLME (ADET	KAYMA (ADET)	
Yüksek Risk (A_{SL})	-	-	-	
Orta Risk (B_{SL})	2	1	1	44,4
Düşük Risk (C_{SL})	-	-	5	55,6
Toplam	2	1	6	100



Şekil 25: Tehlike Sınıfına Göre Yüzdelik Dağılım

Yukarıda yapılan değerlendirme ve tanımlamalara göre, belirlenen 9 adet kaya şevi, tehlike derecesi "Orta Risk (B_{SL})" ve "Düşük Risk (C_{SL})" olarak temsil edilen potansiyel duraysız kaya şevi dolarak değerlendirilmiştir.

8.2.1. Hareket Tipine Göre Kaya Şevi Duraysızlığı

Her iki ilçe sınırları içerisinde tespit edilen ve potansiyel tehlike gösterdiği düşünülen kaya şevleri, hareket etme biçimine göre "*Kaya Düşmesi, Kaya Devrilmesi ve Kaya Kayması"* olmak üzere 3 grupta değerlendirilmiş olup, aşağıda ayrı ayrı tanımlama ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

8.2.1.1. Kaya Düşmesi

Kaya düşmesi, şevdeki sert kayaların ve aşınmış kaya parçalarının serbestçe düşmesi veya aşağı yuvarlanmasıdır (Şekil 26). Dik şevlerde ve kayalıklarda meydana gelir. Düşme yerçekimine bağlı olarak gelişir ve süreksizliklerin yayılımı ile kontrol edilir. Kaya düşmesi şevinin tehlike derecesi, şev yüksekliğine ve şev üzerinde stabil olmayan kayaların durumuna göre değerlendirilmiştir. Bölge sınırları içerisinde yapılan çalışmalarda, düşme tehlikesine sahip 2 kaya şevi lokasyonu belirlenmiştir. Belirlenen şevlere ait örnekler aşağıda gösterilmektedir (Şekil 27, Şekil 28).

Şekil 26: Kaya Düşmesinin Şematik Gösterimi

Şekil 27: Maltepe İlçesinde Kaya Düşmesine Ait Şevin Genel Görünümü

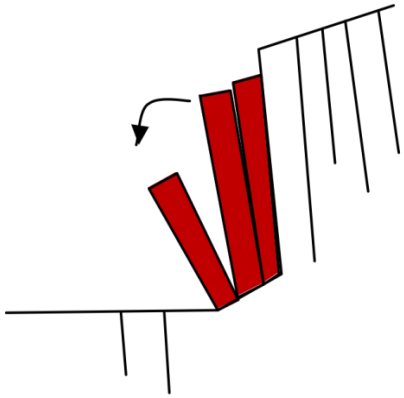
Şekil 28: Maltepe İlçesinde Yerleşim Alanı Üzerindeki Duraysız Alan

8.2.1.2. Kaya Devrilmesi

Kaya devrilmesi; kaya kütlesinin, kütlenin altındaki destek noktasından devrilmesidir (Şekil 29). Dik şevlerde ve kayalıklarda meydana gelir. Şev ardınca dik eğimli eklemler gelişmiştir.

Potansiyel kaya devrilmesi duraysızlığı olarak değerlendirilen şevler, öncelikle *Schmidt Net* analizi sonuçlarına, daha sonra saha araştırmasına ve kinematik analiz çalışmasına göre belirlenmiştir.

Kinematik analiz sonucuna göre, bölge sahasında 1 adet kaya devrilmesi potansiyeline sahip kaya şevi belirlenmiştir. Belirlenen şeve ait örnek aşağıda gösterilmektedir (Şekil 30).



Şekil 29: Kaya Devrilmesinin Şematik Gösterimi

Şekil 30: Maltepe İlçesinde Kaya Devrilmesine Ait Şevin Genel Görünümü

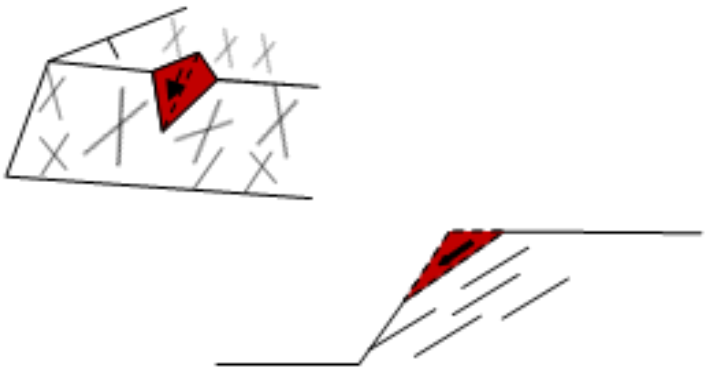
8.2.1.3. Kaya Kayması

Sert malzemeli kaya ortamlar ve eklemli kayalarda meydana gelmektedir. Potansiyel kaya kayması duraysızlığı olarak değerlendirilen şevler, öncelikle *Schmidt Net* analizi sonuçlarına, daha sonra saha araştırmasına ve kinematik analiz çalışmasına göre belirlenmiştir.

Seçilen şevlerdeki saha araştırmasına göre, açık çatlaklardan dolayı duraysız konumda bulunan şevler, kaya kayması duraysızlığı açısından potansiyel şev olarak değerlendirilmiştir. Her iki ilçe sınırları içerisinde, kaya kayması duraysızlığına ait 6 adet şev tespit edilmiştir.

Bu şevler için, saha araştırması ile elde edilen detaylı bilgiler envanter kartlarında toplanmış ve kinematik analiz ile bu şevlerdeki potansiyel durum değerlendirilmiştir.

Kinematik analiz, kaya kayması bulunan şevlerinin her birinde ölçülen eklem verisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem ile kaya kaymaları, düzlemsel ve kama tipi olmak üzere 2 şekilde değerlendirilmiştir (Şekil 31). Bölgede belirlenen şevlere ait bir örnek aşağıda gösterilmektedir (Şekil 32).



Şekil 31: Kaya Kaymasının (Kama-Düzlemsel) Şematik Gösterimi

Şekil 32: Maltepe İlçesinde Kaya Kaymasına Ait Şevin Genel Görünümü

8.2.2.Etkinlik Durumuna Göre Kaya Şevi Duraysızlığı

Her iki ilçe sınırları içerisinde tespit edilen ve potansiyel tehlike gösterdiği düşünülen kaya şevleri, etkinlik tipine göre etkin ve potansiyel olmak üzere 2 grupta değerlendirilmiş olup, aşağıda ayrı ayrı tanımlama ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

8.2.2.1. Etkin Kaya Şevi Duraysızlığı

Proje kapsamında yapılan araştırma ve analizlere göre, kaya şevleri içerisinde kayma morfolojisi belirgin olarak tanımlanabilen ve etkinliği devam eden alanlar bu grupta değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, günümüzde aktivite göstermeyen ancak analiz sonuçlarına göre risk derecesi "Yüksek Risk (A_{SL})" olarak belirlenen şevler de etkin olarak tanımlanmıştır.

Her iki ilçede de, yapılan araştırmalar sonucunda günümüzde duraysız olan ve düşme, devrilme ya da kayma etkinliği gösteren kaya şevi tespit edilmemiştir.

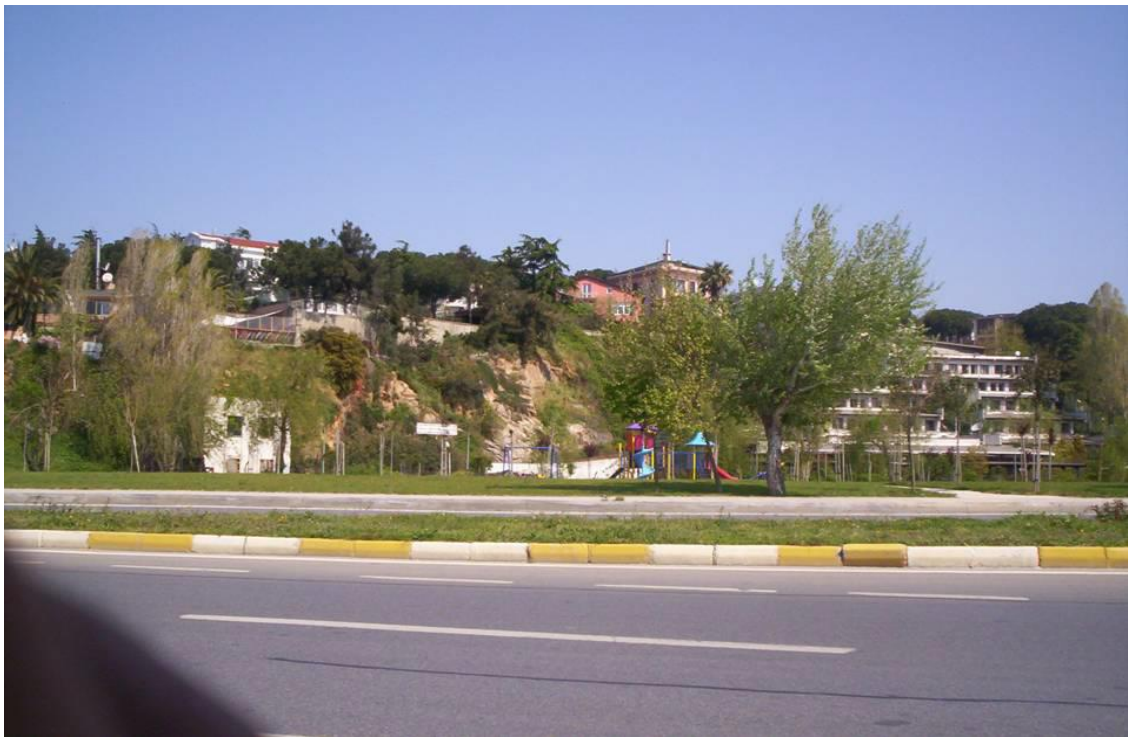
8.2.2.2. Potansiyel Kaya Şevi Duraysızlığı

Kaya şevleri içerisinde, kayma morfolojisi belirgin olmayan ve henüz hareket etkinliği olmamakla birlikte; yapılan kinematik analizlere göre, mevcut özellikleri ya da deprem etkisiyle duraysızlık kazanma ihtimali bulunan kaya bloklarına sahip şevler bu grupta değerlendirilmiştir.

Bölgede potansiyel kaya şevi duraysızlıkları; Kurtköy Formasyonu'nun Süreyyapaşa Üyesi, Aydos Formasyonu, Aydos Formasyonu'nun Başıbüyük Üyesi, Dayk, Kınalıada Formasyonu'nun Gülsuyu ve Manastır Tepe Üyeleri ile Pelitli Formasyonu'nun Soğanlık Üyesi'nde gelişmiştir.

Yapılan araştırma ve analizler sonucuna göre; bölgede 9 adet potansiyel kaya şevi duraysızlığı belirlenmiştir. Belirlenen şevlere ait iki adet örnek aşağıda gösterilmektedir (Şekil 33, Şekil 34).

Şekil 33: Maltepe İlçesinde Potansiyel Kaya Kaymasına Ait Şevin Görünümü

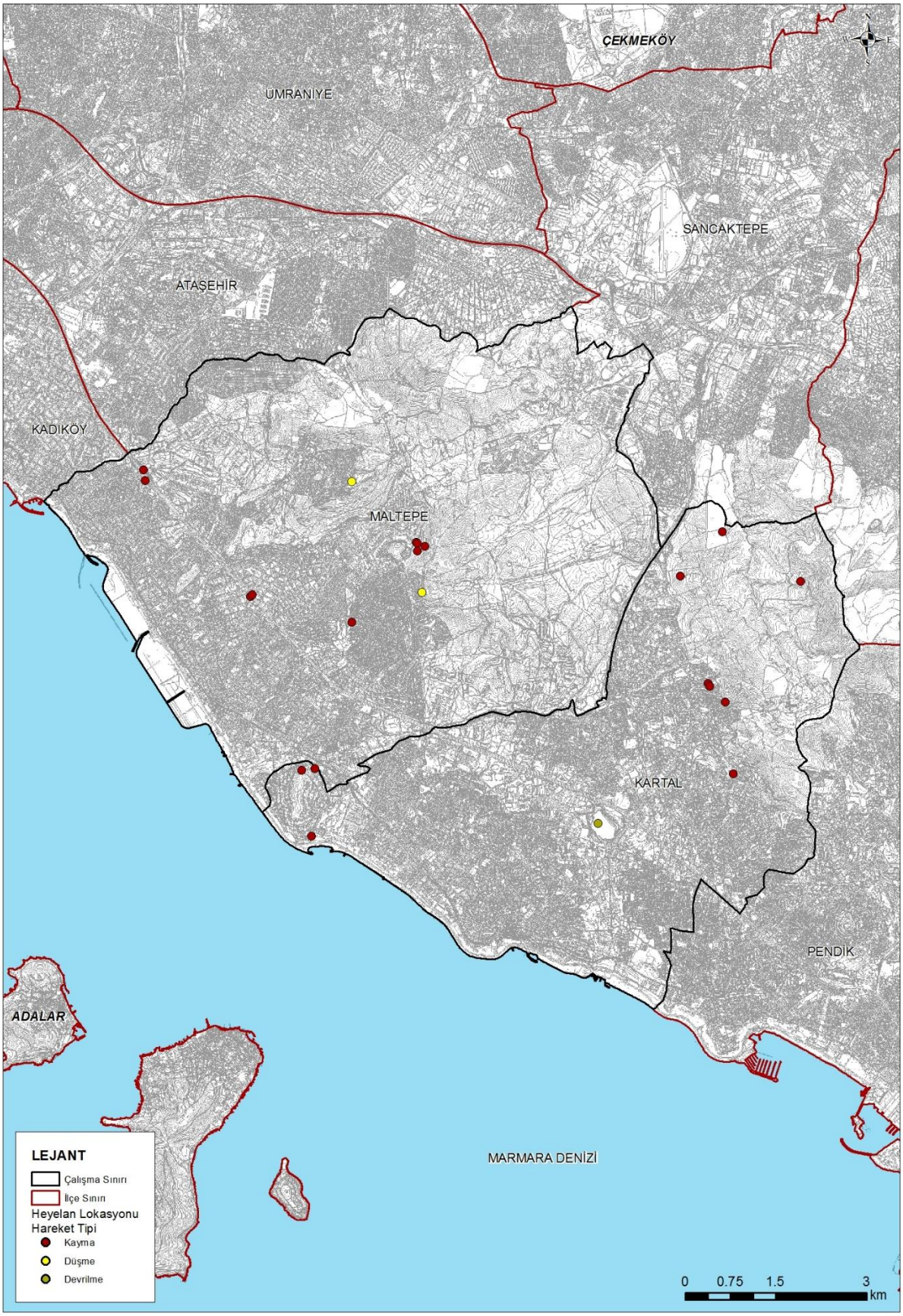


Şekil 34: Kartal İlçesi Potansiyel Kaya Kaymasına Ait Şevin Görünümü

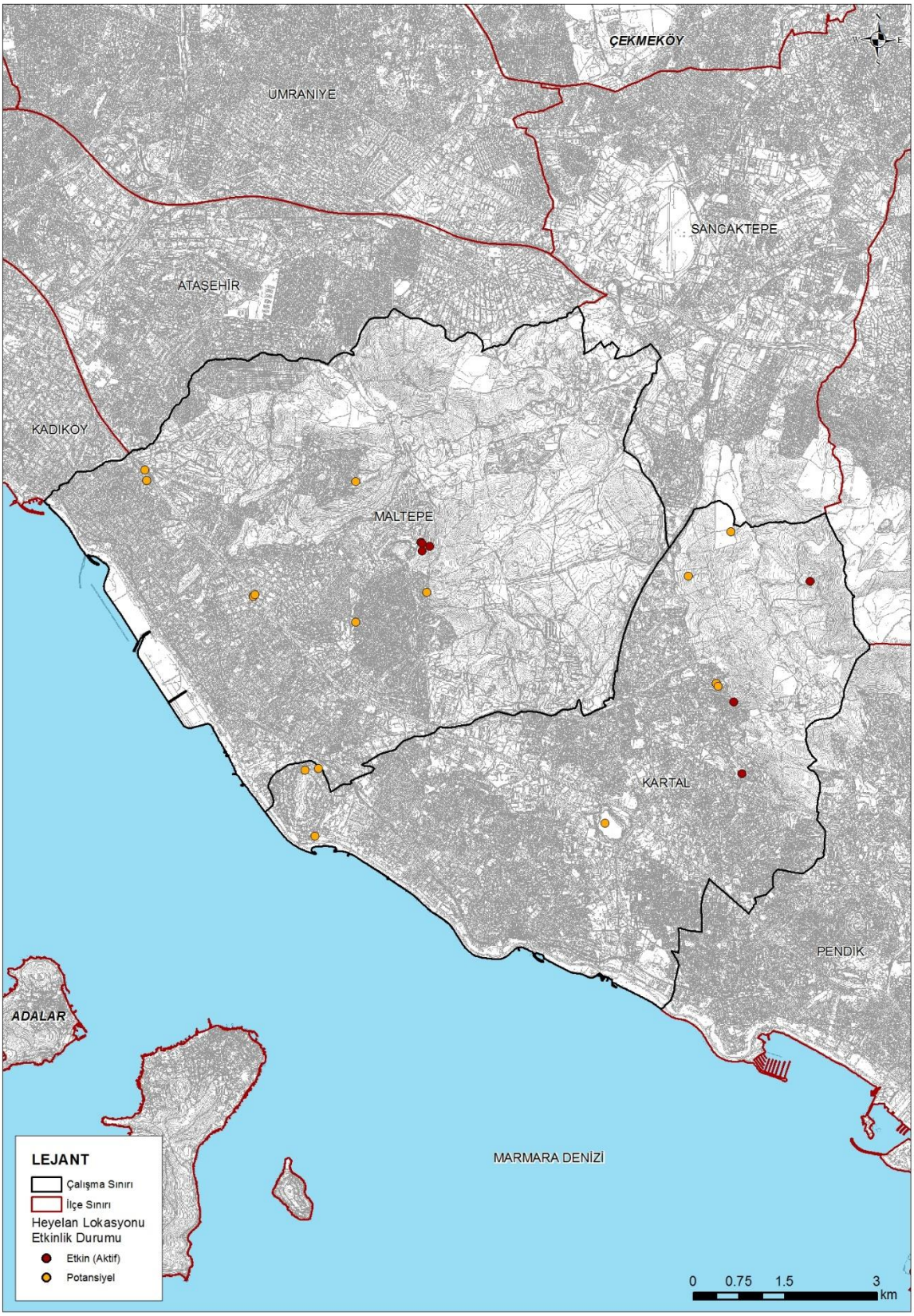
Yukarıda heyelanlar ve kaya şevi duraysızlığı olarak iki bölüm halinde açıklanan kütle hareketleri aşağıda birlikte değerlendirilmiştir.

8.3. Genel Şev Değerlendirmesi

Kartal ve Maltepe ilçelerinden oluşan bölgede gelişen kütle hareketleri, Heyelan Bilgi Envanteri Projesi kapsamında değerlendirilmiş olup, 16 adet lokasyon belirlenmiştir. Belirlenen lokasyonlar, hareket tipi ve etkinlik durumuna göre halihazır harita üzerinde gösterilmiştir (Şekil 35, Şekil 36).



Şekil 35: Hareket Tipine Göre Kütle Hareketleri Lokasyon Haritası



Şekil 36: Etkinlik Durumuna Göre Kütle Hareketleri Lokasyon Haritası

Belirlenen lokasyonlardan, zemin ortamlar ve zemin özelliği gösteren aşırı ayrışmış kayalarda 7 adet kütle hareketi, kaya ortamlarla temsil edilen yamaçlarda ise 9 adet kütle hareketi gelişmiştir.

Zemin ve kaya ortamlarda gelişen kütle hareketleri; hareketin tipine göre 13 adet kayma, 1 adet devrilme, 2 adet düşme şeklinde (Tablo 16); etkinlik durumuna göre ise, 4 adet etkin ve 12 adet potansiyel alan olarak belirlenmiştir (Tablo 17).

Tablo 16: Hareket Tipine Göre Kütle Hareketlerinin Sayısı

HAREKET TİPİ	KÜTLE HAREKETLERİ		TOPLAM
	HEYELAN (ZEMİN ORTAMLAR) SAYISI (ADET)	KAYA ŞEVİ DURAYSIZLIĞI (KAYA ORTAMLAR) SAYISI (ADET)	
KAYMA	7	6	**13**
DEVRİLME	-	1	**1**
DÜŞME	-	2	**2**
TOPLAM	**7**	**9**	**16**

Tablo 17: Etkinlik Durumuna Göre Kütle Hareketlerinin Sayısı

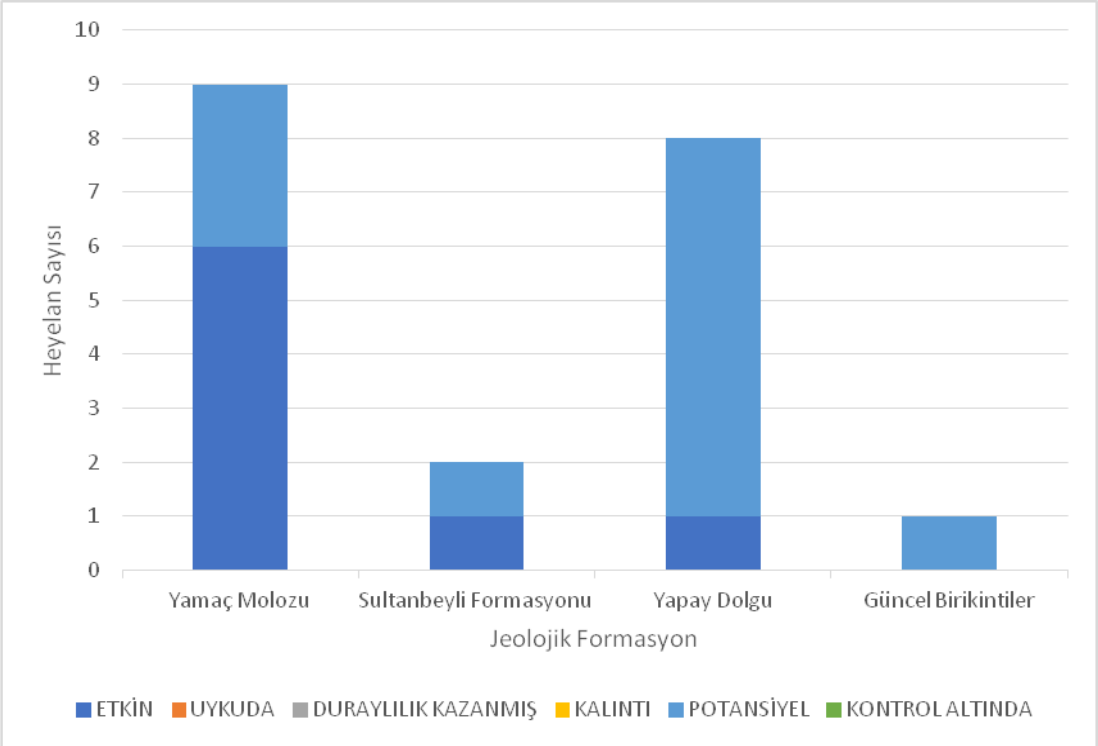
ETKİNLİK DURUMU	KÜTLE HAREKETLERİ		
	HEYELAN (ZEMİN ORTAMLAR) SAYISI (ADET)	KAYA ŞEVİ DURAYSIZLIĞI (KAYA ORTAMLAR) SAYISI (ADET)	TOPLAM
ETKİN	4	-	**4**
POTANSİYEL	3	9	**12**
TOPLAM	**7**	**9**	**16**

Bölgedeki belirlenen zemin ve kaya ortamlardaki kütle hareketlerinin lokasyonları hareket tipi ve etkinlik durumuna göre jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir (Şekil 37, Şekil 38).

Şekil 37: Etkinlik Durumuna Göre Kütle Hareketleri Lokasyonlarının Jeoloji Haritası Üzerinde Gösterimi

Şekil 38: Hareket Tipine Göre Kütle Hareketleri Lokasyonlarının Jeoloji Haritası Üzerinde Gösterimi

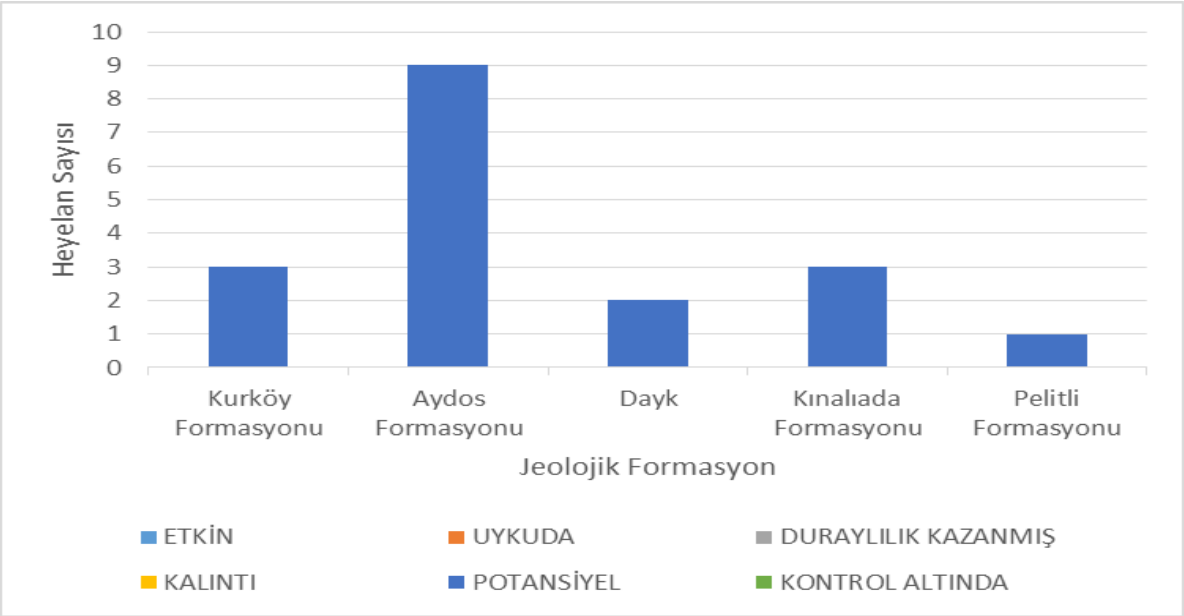
Kütle hareketleri zemin ortamda Yamaç Molozu, Yapay Dolgu, Güncel Birikintiler ve Sultanbeyli Formasyonu'nun Tuğlacıbaşı Üyesi ile Altıntepe Üyesi'nde gelişmiştir. Zemin ortamlarda gelişen kütle hareketleri etkinlik durumuna göre, heyelan sayısı ve jeolojik formasyonlar arasındaki ilişki bakımından değerlendirilmiş olup aşağıda grafikte gösterilmiştir (Şekil 39).



Şekil 39: Zemin Ortamlarda Etkinlik Durumuna Göre Heyelan Sayısı ve Jeoloji İlişkisi

Bölgede zemin ortamda gözlenen etkin heyelanların büyük çoğunluğu yamaç molozunda, potansiyel heyelanların büyük çoğunluğu ise yapay dolguda gözlenmektedir.

Kütle hareketleri kaya ortamlarda Kurtköy Formasyonu'nun Süreyyapaşa Üyesi, Aydos Formasyonu, Aydos Formasyonu'nun Başıbüyük Üyesi, Dayk, Kınalıada Formasyonu'nun Gülsuyu ve Manastır Tepe Üyesi ile Pelitli Formasyonu'nun Soğanlık Üyesi'nde gelişmiştir. Kaya ortamlarda gelişen kütle hareketleri etkinlik durumuna göre, heyelan sayısı ve jeolojik formasyonlar arasındaki ilişki bakımından değerlendirilmiş olup aşağıda grafikte gösterilmiştir (Şekil 40).



Şekil 40: Kaya Ortamlarda Etkinlik Durumuna Göre Heyelan Sayısı ve Jeoloji İlişkisi

Bölgede kaya ortamlarda gözlenen potansiyel şev duraysızlıklarının büyük çoğunluğu Aydos Formasyonu'nun yüzeylediği yamaçlarda görülmektedir. Diğer duraysızlıklar ise sırasıyla Kurtköy Formasyonu, Kınalıada Formasyonu, Dayk ve Pelitli Formasyonu'nda gelişmiştir.

Yukarıda verilen grafiklerde, bölgede tespit edilen kütle hareketlerinin sayıları ile jeolojik birimlerin sayılarının farklı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, bir kısım duraysız şevlerin birden fazla jeolojik birim içerisinde gelişmiş olmasıdır.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

"İstanbul İli, Kartal ve Maltepe İlçeleri Heyelan Farkındalık Kitapçığı" adı altında hazırlanan bu kitapçık, *"İstanbul İli, Heyelan Bilgi Envanteri Projesi (2020)"* kapsamında yer alan veriler doğrultusunda; Kartal ve Maltepe ilçelerinde tespit edilen kütle hareketleri (heyelan, kaya şevi duraysızlığı) bilgilerini içermektedir. Söz konusu veriler, Anadolu Yakası Mikrobölgeleme Projesi'ne ait heyelan araştırmalarından derlenip, güncellenmiş ve proje çalışmalarında değerlendirilmiştir.

Bu çalışma ile, bölgedeki heyelan tehlikelerine karşı farkındalık oluşturmak niyetiyle, yapılaşmış veya yeni yapılaşma düşünülen alanlarda, alınması gereken önlemlerin önceliklerini belirlemede yardımcı olunması amaçlanmıştır.

Proje kapsamında elde edilen verilerin, her iki ilçeye özgün olarak analizleri yapılmış ve bahse konu bölge ölçeğinde haritalar üretilerek, heyelanlar değerlendirilmiştir. Aşağıda, kitapçık içerisinde ayrıntılı bilgileri verilen konulara dair elde edilen sonuçlar, bunların değerlendirilmesi ve bu doğrultuda yapılan öneriler anlatılmaktadır.

Kartal ve Maltepe ilçelerinden oluşan bölge, toplamda 9.160 hektarlık yüz ölçümü sahiptir. 29º6' ve 29º5' doğu boylamları, 40º59' ve 40º53' kuzey enlemleri arasında konumlanmış olup, en yüksek yeri 537 metre ile Aydos Dağı'dır. Bölgenin ortalama sıcaklığı 15,43ºC, yıllık yağış miktarı ise 504,34 kg/m²dir.

Bölgenin büyük çoğunluğu % 0-20 arası eğim değerlerine sahiptir ve bu alanlar yerleşimin olduğu, kıyıya yakın alanlardır. Bölgenin kuzey-kuzeydoğusuna gidildikçe %50 ve üzeri eğim değerleri görülmektedir.

"Yapılan çalışmalarda, duraysız şevlerin bölgedeki yüksek yerlerde yoğunlaşmış olduğu görülmüştür. Maltepe ilçesinin orta ve kuzey bölgeleri ile Kartal ilçesinin kuzeydoğu kesimi diğer yerlere göre daha yüksektir ve engebeli bir morfolojiye sahiptir. Yamaçlar eğim yönünden daha hassas durumda olup, bölgedeki duraysız şevler bu kesimlerde yoğunlaşmaktadır".

"Bu bölgelerin yapılaşmış ya da yeni yapılaşmaya açılacak kısımlarında, şevler için ayrıntılı analizleri içeren araştırmaların titizlikle yapılması önerilmektedir".

Bölge geneline Paleozoik ve Senozoik yaşlı jeolojik birimler ile, Mezozoik yaşlı magmatik sokulumlar yayılmıştır. Paleozoik yaşlı kaya birimler, İstanbul Birliği olarak tanımlanan kaya-stratigrafi topluluğu içerisinde yer almakta ve istif, Ordovisiyen'den Karbonifer'e kadar çökelim sunmaktadır. Senozoik yaşlı birimler, Neojen ve Kuvaterner çökelleri ile temsil edilmektedir. Paleozoik İstif, Üst Kretase yaşlı olduğu kabul edilen magmatik sokulumlar tarafından bölge genelinde sıklıkla kesilmektedir.

Jeolojik birimler yaşlıdan gence doğru; Kurtköy Formasyonu (Opk), Kınalıada Formasyonu (Ok), Aydos Formasyonu (OSa), Yayalar Formasyonu (OSy), Pelitli Formasyonu (SDp), Pendik Formasyonu (Dp), Denizli Köyü Formasyonu (DCd), Trakya Formasyonu (Ct), Yakacık Magmatik Kompleksi (KTy), Sultanbeyli Formasyonu (Ts), Kuşdili Formasyonu (Qkş), Güncel Birikintiler (Qg), Alüvyon (Qal), Plaj Birikintisi (Qp), Yamaç Molozu (Qy) ve Yapay Dolgu (Yd) olarak sıralanmaktadır.

"Bölgedeki zemin ortamlarda gelişen şev duraysızlıkları çoğunlukla yamaç molozu ve yapay dolgular üzerinde gelişmiş olup, bir kısmı da güncel birikintiler ve Sultanbeyli Formasyonu'nun yüzeylediği yamaçlarda görülmektedir. Kaya ortamlarda gelişen duraysızlıkların büyük kısmı Aydos Formasyonu'nun yüzeylediği yamaçlarda görülmektedir. Diğer kaya şevi duraysızlıkları ise, Kurtköy Formasyonu, Dayk, Kınalıada Formasyonu ve Pelitli Formasyonu'nun kapsadığı yamaçlarda gelişmiştir".

Bölgedeki akiferler, geçirimli kaya ortamlarını oluşturan Pelitli Formasyonu'nun (SDp) Dolayoba Üyesi (SDpd) ile Aydos Formasyonu'nun (Oa) Ayazma Üyesi (Oaa) tabanlarındaki geçirimsiz ve yarı geçirimsiz ortamlarda yer almaktadır. Ayazma Üyesi "kaya ortam akiferi" niteliğinde olup, depolanan yer altı suyu düşük sertlikte ve memba suyu kalitesindedir.

Kartal ve Maltepe ilçelerinden oluşan bölge, Türkiye Deprem Tehlike Haritası'na göre Kuzey Anadolu Fay Hattı'na yakın olması sebebiyle deprem tehlikelerinin daha yüksek olabileceği ifade edilebilir.

"Heyelanların, tetiklenme nedenlerinden birinin depremler olduğu düşünüldüğünde, bölgedeki kıyı ilçeleri için heyelanlara karşı önlem almanın daha da önemli hale geldiği ve yapılaşmış alanlarda zemin göçme ve kaymalarının araştırılması gerektiği düşünülmelidir".

Her iki ilçe sınırları içerisinde yer alan ve zemin ve kaya ortamlarda gelişen kütle hareketlerinin lokasyonları, özellikleri ve toplanan verileri, kitapçık içeriğinde ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Bölgedeki kütle hareketleri, heyelanlar (zemin ortamlar) ve kaya şevi duraysızlığı (kaya ortamlar) olmak üzere 2 farklı alanda gelişmişlerdir.

Bölge sahasını oluşturan zemin ortamlardaki heyelanlar 7 lokasyonda ve kaya ortamlardaki şev duraysızlıkları 9 lokasyonda olmak üzere, toplam 16 yamaçta kütle hareketleri gelişmiştir. Şev duraysızlıkları 1 adet yamaçta devrilme, 2 adet yamaçta düşme ve 13 adet yamaçta ise kayma şeklinde hareket özelliğine sahiptir. Zemin ortamlar ile temsil edilen şevlerdeki heyelanların 4 adedi etkin, 3 adedi potansiyel alan olup; kaya ortamlar ile temsil edilen 9 adet şevin ise, tamamı potansiyel kaya şevi duraysızlığına sahiptir.

"Bölgede yer alan ve etkin olduğu tespit edilen heyelan alanları çoğunlukla Yamaç Molozu ile kaplı yamaçlarda gelişmiştir. Bu nedenle, bu ve benzeri jeolojik ve morfolojik özelliğe sahip yamaçların daha ayrıntılı araştırılması ve yapılaşma olan kısımlarda gerekli teknik incelemelerin yapılması, depremsiz ve depremli durumlar için yamaç stabilitesine yönelik ayrıntılı araştırma ve analizler yapılmadan yeni yapılaşmalara karar verilmemesi can ve mal güvenliği bakımından önem arz etmektedir".

KAYNAKÇA

Ayan, N. (2019). Kentsel Kıyı Planlaması ve Tasarımında Kıyı Tasarım Rehberinin Rolü: İstanbul Maltepe Örneği, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Ertürk, V. (2011). İstanbul Kentsel Kıyı Alanındaki Dönüşüm Uygulamalarının Sosyal Kimlik Açısından İrdelenmesi: Kartal/Küçükçekmece Uygulamaları, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Gutsuz, P. (2008). Başıbüyük (Maltepe)–Kurfallı (Kartal) Civarında İstanbul Paleozoik İstifinin Yapısal Özellikleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

İBB (2007). İstanbul Avrupa Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Projesi Raporu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü.

İBB (2010). İstanbul Anadolu Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Projesi Raporu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü.

İBB (2011). İstanbul İl Alanının Jeolojisi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü.

İBB (2017). İstanbul İli, 1/25.000 Ölçekli Arazi Kullanımına Esas Jeolojik Etüt Raporu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü.

İBB (2020). İstanbul İli, Heyelan Bilgi Envanteri Projesi Raporu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü.

İstanbul Çevre Durum Raporu, (2010-2011).

Kalafat, D. (2011). Marmara Bölgesinin Depremselliği ve Deprem Ağının Önemi 1.TDMSK, Ankara.

Le Pichon, X., Şengör, A.M.C., Demirbağ, E., Rangin, C., İmren, C., Armijo, R., Görür, N., Çağatay, N., Mercier de Lepinay, B., Meyer, B., Saatçılar, R. ve Tok, B. (2001). The Active Main Marmara Fault: Earth and Planetary Science Letters 192, 595-616.

MTA (2009). Heyelan Envanteri Projesi, Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü.

Özçep, F. Zemin Jeofizik Analizi Excel Programı.

Parsons, T. (2004). Recalculated probability of M≥7 Earthquakes Beneath the Sea of Marmara,Turkey, J. Geophys. Res., 109, B0534, doi:10.1029/2003JB002667.

Şahin, N. (2006). Maltepe İlçesi'nin Ulaşım ve Trafik Yönünden İncelenmesi – Öneriler, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

TOBB (2007). Türkiye Madencilik Sektör Raporu, TOBB Madencilik Sektör Meclisi.

https://www.afad.gov.tr

https://akom.ibb.istanbul

https://www.mta.gov.tr

https://www.ogm.gov.tr

http://www.kartal.gov.tr

http://www.kartal.bel.tr

http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/defaultsol.htm

http://www.maltepe.gov.tr

http://www.maltepe.bel.tr

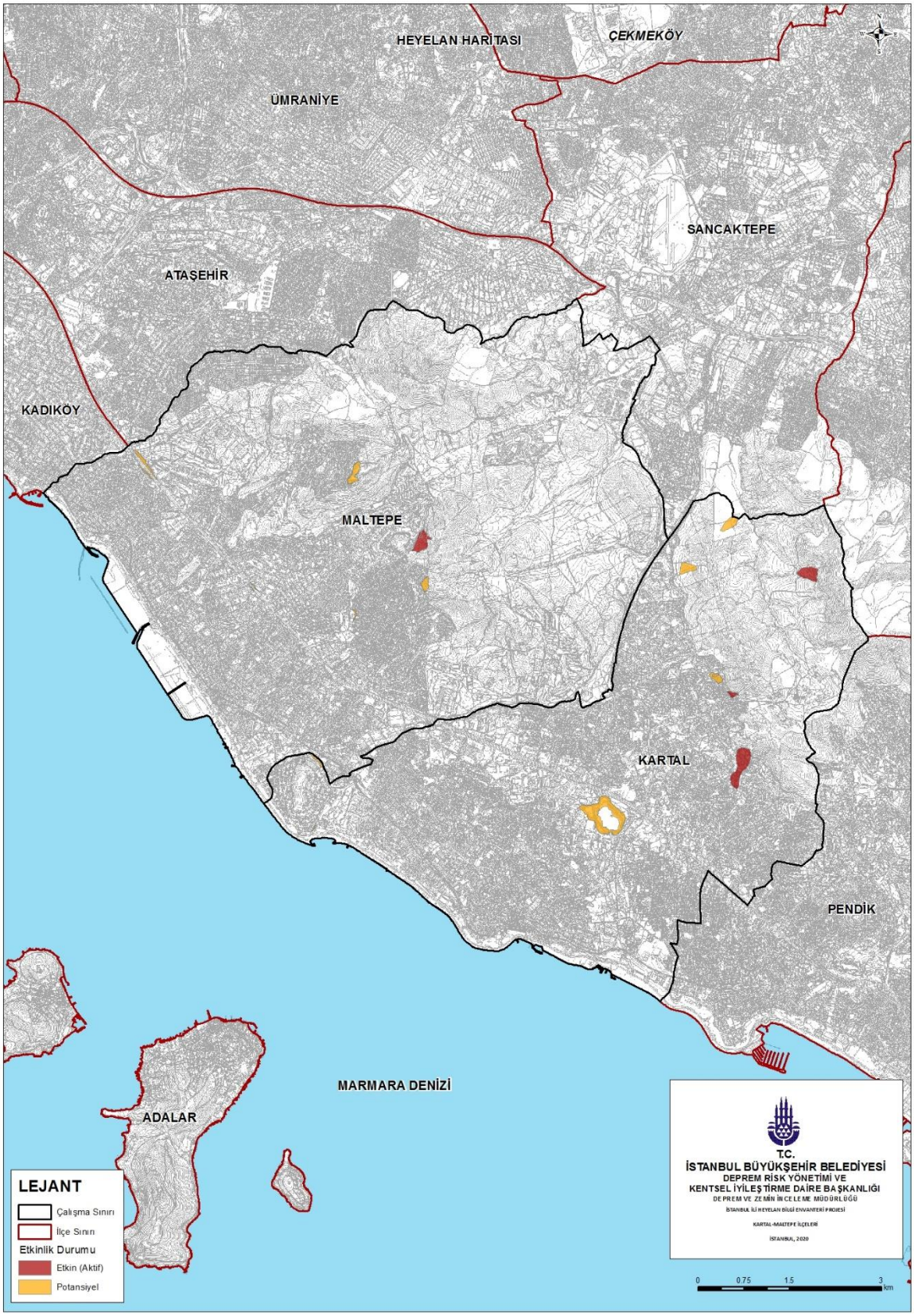
https://www.turkiye.gov.tr/

https://tr.wikipedia.org

EKLER

EK 1: KARTAL-MALTEPE İLÇELERİ ETKİNLİK DURUMUNA GÖRE HEYELAN HARİTASI

EK 2: KARTAL-MALTEPE İLÇELERİ HAREKET TİPİNE GÖRE HEYELAN HARİTASI



EK 1: Kartal-Maltepe İlçeleri Etkinlik Durumuna Göre Heyelan Haritası

EK 2: Kartal-Maltepe İlçeleri Hareket Tipine Göre Heyelan Haritası

İSTANBUL
BÜYÜKŞEHİR
BELEDİYESİ