

GYODER



**İKTİSADİ
ARAŞTIRMALAR
VAKFI**

LİSANSÜSTÜ TEZ ÖDÜLLERİ YARIŐMASI 2021

Dr. Çağdaş COŞKUN

**JEOTEKNİK KOŞULLARA GÖRE
KONUT DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ**

DANIŞMAN:

Prof. Dr. Süleyman DALGIÇ

II. DANIŞMAN:

Prof. Dr. Ali HEPŞEN

GYODER / Gayrimenkul Yatırımcıları Derneği ve İAV / İktisadi Araştırmalar Vakfı
Lisansüstü Tez Ödülleri YarıŐması'nın 2021 Yılı Değerlendirmesinde,
Ödüle Layık Görülmüş ve İktisadi Araştırmalar Vakfı İktisadi İşletmesi'nce YayınlanmıŐtır.

İstanbul - 2022

ISBN: 978-605-9310-71-0

JEOTEKNİK KOŞULLARA GÖRE KONUT DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ

Dr. Çağdaş COŞKUN

İktisadî Araştırmalar Vakfı
İktisadi İşletmesi Yayınları
Yayın No: 86
Sertifika: 50931

İstanbul, Mayıs 2022

Konsept Tasarım
Bubu Tasarım

Kapak Tasarım
Marduk Dijital Pazarlama

İç Düzenleme
Abdullah KIZILKAYA

Baskı - Cilt
Kazmaz Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti.
4. Levent / İSTANBUL
Sertifika No: 46616

İKTİSADÎ ARAŞTIRMALAR VAKFI
İktisadi İşletmesi

19 Mayıs Cad. No: 3 Golden Plaza Kat: 8 34360 Şişli / İSTANBUL
Tel: (0212) 233 21 07 (pbx) Fax: (0212) 233 21 96
e-mail: info@iav.org.tr www.iav.org.tr
TELG: FOUNDATION İSTANBUL



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



DOKTORA TEZİ

JEOTEKNİK KOŞULLARA GÖRE KONUT DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ

Çağdaş COŞKUN

DANIŞMAN
Prof. Dr.Süleyman DALGIÇ

II. DANIŞMAN
Prof. Dr.Ali HEPŞEN

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Jeoloji Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2020

JEOTEKNİK KOŞULLARA GÖRE KONUT DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ

Bu çalışma, 27.11.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Jeoloji Mühendisliği Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Süleyman DALGIÇ (Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Hakan HOŞGÖRMEZ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Şükrü ERSOY
Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Fakültesi

Dr. Öğr. Üyesi Özkan CORUK
Kocaeli Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Dr. Öğr. Üyesi
Erkan BOZKURTOĞLU
İstanbul Teknik Üniversitesi
Maden Fakültesi

20.04.2016 tarihli Resmî Gazete’te yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa’nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

2006 yılında başlayan doktora sürecim derslerin tamamlanmasından sonra hayat şartlarının sürüklemesi sonrasında geçtiğim özel sektör ile oldukça uzun bir ara verme dönemine girmiştii. Bu süreçte Türkiye'nin iki büyük bankasında taşınmaz değerlendirme üzerine devam eden kariyerim 2015'in ikinci yarısı itibarıyla Türkiye'de kurulan ilk özel gayrimenkul değerlendirme şirketine geçmemle devam ederken bu geçiş aynı zamanda başlamış olan doktora çalışmamın da bahar dönemi olacaktır. Toplam sekiz tez konusu değiştirdikten sonra tez danışmanım Prof. Dr. Süleyman Dalgıç'ın telkinleri ile yeniden başlama kararı almam ve II.Danışmanım Prof. Dr. Ali Hepşen'in tez konusunda aklıma ektiği bir tohumun yeşermeye başlamasıyla girdiğim bu bahar dönemi nihayetine ermek üzere son halini aldı.

Bu süre zarfında çalışmamda en başından beri desteğini her zaman hissettiren REIDIN Türkiye şirketinin kurucusu Ahmet Kayhan'a bana senelerdir verdiği destekten, eski CEO Kerim Allain Bertrant'a verilere ulaşmamdaki yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Yer bilimleri ve konut değeri üzerine yapılan bir çalışmada veri elbette ki en değerli hazine ve bu verilerin derlenmesi, analiz edilerek veriden veri üretilmesi hem bir gereklilik hem de bir adım öne çıkmak adına önem arz etmektedir. Bu konuda GABORAS Gayrimenkul Kıymetler Borsası A.Ş. ve TUVİUS Türkiye Veri İşleme Merkezi'nin destekleri çalışmamı tamamlamam aşamasında çok önemli bir yol olmuştur. Genel Müdür Yardımcısı Ömer Türkoğlu'na bu verilerin kapılarını bana ardına kadar açtığı, yönlendirmeleri ve desteği için; Aylin Gergin'e mesai saatleri sırasında çalışmaları sürekli sekteye uğratmama rağmen veri konusundaki desteği ve sabrı için teşekkür ederim.

Değerli olan veri olduğunda beklenmedik bir anda ENDEKSA'nın veri kapılarını açan şirketin CEO ve kurucu ortağı olan Görkem Öğüt'e verilerden çok daha değerli olan desteği için teşekkür ederim.

Konunun bir kısmı ekonomi olduğu anda her zaman her koşulda sularıma yanıt veren desteğini her zaman hissettiren sevgili dostum, JCR Avrasya Derecelendirme A.Ş. Baş Analisti Orkun İnan'a teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yazılması aşamasında benden hiçbir suretle esirgemediği desteği ve fikirleriyle TSKB Ekonomik Araştırmalar Bölüm Müdürü Burcu Ünüvar'a ve Feridun Tur'a teşekkür ederim.

Teze başlamada en büyük motivasyonu bana veren Dr. Berna Keskin'e ve bana ilham olan o harika çalışmayı yapan ve desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Nejat Anbarcı'ya teşekkür ederim.

Bu çalışmanın meydana gelmesinde gözümün önündeki değerlendirme sektörü ile yer bilimlerini bir araya getirmemdeki inovatif fikri, çalışmamın buraya gelmesindeki desteği ve inancı nedeniyle Prof. Dr. Ali Hepşen'e teşekkür ederim.

Tez danışmanım Prof. Dr. Süleyman Dalgıç'a çalışmamı birlikte yapmış olduğum ve kendisiyle birlikte pek çok çalışmada yer almamı sağladığı için teşekkürü bir borç bilirim.

Sevgili eşime ve canım oğluma gösterdikleri sabır ve özverilerinden dolayı ise şükranlarımı sunarım.

Son teşekkürüm 22 Temmuz 2007'de çocuklarından, dostlarından ve elbette ki benden koparılan sevgili hocam İ. Halil Zarif ve sevgili eşi Sevim Zarif için olacaktır. Kendisine bir söz vermiş ve o söz üzerinden 14 sene geçmiş de olsa yerine getirmiş olmanın huzuru ve hiç bitmeyen hüznü ile teşekkür ederim. Mekanları cennet olsun.

Kasım 2020
Çağdaş COŞKUN

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| TEZ JÜRİSİ | iii |
| ÖNSÖZ | v |
| İÇİNDEKİLER | vii |
| ŞEKİL LİSTESİ | xi |
| TABLO LİSTESİ | xvii |
| SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ | xix |
| ÖZET | xxi |
| SUMMARY | xxv |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. İNCELEME ALANININ TANITIMI..... | 4 |
| 1.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR..... | 6 |
| 2. GENEL KISIMLAR | 15 |
| 2.1. DEPREMSELLİK..... | 17 |
| 2.2. HEYELANLAR..... | 18 |
| 2.3. SU BASKINLARI..... | 19 |
| 3. MALZEME VE YÖNTEM | 21 |
| 3.1. BÖLGESEL JEOLJİ..... | 21 |
| 3.1.1. ANADOLU YAKASI PALEOZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ..... | 24 |
| 3.1.1.1. Kurtköy Formasyonu (Ok)..... | 24 |
| 3.1.1.2. Aydos Formasyonu (Oa)..... | 26 |
| 3.1.1.3. Gözdağ Formasyonu (Og)..... | 28 |
| 3.1.1.4. Dolayoba Formasyonu (SDd)..... | 30 |

| | |
|--|----|
| 3.1.1.5. Kartal Formasyonu (Dk)..... | 31 |
| 3.1.1.6. Tuzla Formasyonu (Dt)..... | 33 |
| 3.1.1.7. Trakya Formasyonu (Ct)..... | 34 |
| 3.1.2. ANADOLU YAKASI MESOZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ..... | 36 |
| 3.1.2.1. Kapaklı Formasyonu (Trak)..... | 36 |
| 3.1.2.2. Tepecik Formasyonu (Trüt)..... | 37 |
| 3.1.2.3. Sarıyer Formasyonu (Ks)..... | 38 |
| 3.1.2.4. Akveren Formasyonu (KPa)..... | 39 |
| 3.1.2.5. Sarıyer Formasyonu (Ks)..... | 40 |
| 3.1.2.6. Akveren Formasyonu (KPa)..... | 41 |
| 3.1.3. ANADOLU YAKASI SENZOZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ..... | 43 |
| 3.1.3.1. Şile Formasyonu (Pş)..... | 43 |
| 3.1.3.2. Yunuslubayır Formasyonu (Py)..... | 43 |
| 3.1.3.3. Ömerli Formasyonu (Pö)..... | 44 |
| 3.1.4. AVRUPA YAKASI İSTRANCA MASİFİ LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ..... | 45 |
| 3.1.4.1. Istranca Masifi..... | 46 |
| 3.1.5. AVRUPA YAKASI SENZOZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ..... | 47 |
| 3.1.5.1. Soğucak Formasyonu (Ps)..... | 47 |
| 3.1.5.2. Ceylan Formasyonu (Tc)..... | 49 |
| 3.1.5.3. Gürpınar Formasyonu (Tg)..... | 50 |
| 3.1.5.4. Çukurçeşme Formasyonu (Tç)..... | 51 |
| 3.1.5.5. Güngören Formasyonu (Tgü)..... | 53 |
| 3.1.5.6. Bakırköy Formasyonu (Tb)..... | 54 |
| 3.1.5.7. Kuşdili Formasyonu (Qk)..... | 56 |
| 3.1.5.8. Alüvyon (Qal)..... | 56 |
| 3.1.5.9. Yapay Dolgu (Qyd)..... | 56 |

| | |
|---|------------|
| 3.2. YAPISAL JEOLJİ..... | 57 |
| 3.2.1. DEPREMSELLİK..... | 59 |
| 3.3. JEOTEKNİK VERİLER..... | 70 |
| 3.3.1. ZEMİN ORTAMLARININ FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ..... | 71 |
| 3.3.2. KAYA ORTAMLARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ..... | 77 |
| 3.3.3. YEREL ZEMİN KOŞULLARI..... | 79 |
| 4. BULGULAR..... | 87 |
| 4.1. FORMASYON ÖZELLİKLERE GÖRE KONUT FİYATI DEĞİŞİMİ..... | 87 |
| 4.2. FORMASYON, KİŞİBAŞI GELİR VE HANE HALKI GELİR İLİŞKİSİ..... | 95 |
| 4.3. ZEMİN/KAYA ORTAMLAR İLE KONUT SATIŞ DEĞERLERİ, SATIŞ ADETLERİ, YAPI STOKU ARASINDAKİ İLİŞKİ..... | 103 |
| 4.4. DEPREMSELLİK VE KONUT SATIŞ FİYAT İLİŞKİSİ..... | 108 |
| 4.5. HEYELAN ALANLARI VE KONUT SATIŞ İLİŞKİSİ..... | 124 |
| 4.6. SIVILAŞMA VE TAŞIMA GÜCÜ YETERSİZ ALANLARDA KONUT SATIŞ İLİŞKİSİ..... | 136 |
| 4.7. TAŞKIN ALANLARI VE KONUT SATIŞ İLİŞKİSİ..... | 140 |
| 4.8. Vs30 DEĞERLERİNE GÖRE KONUT DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ..... | 145 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ..... | 149 |
| KAYNAKLAR..... | 157 |
| EKLER..... | 179 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 191 |
| MAKALE VE BİLDİRİLER..... | 192 |

ŞEKİL LİSTESİ

| | |
|---|----|
| Şekil 1.1: İnceleme alanının genel görünümü..... | 5 |
| Şekil 3.1: İstanbul jeoloji haritası (İBB, 2011'den uyarlanmıştır)..... | 22 |
| Şekil 3.2: İstanbul il geneli için genelleştirilmiş kronostratigrafik birimlerin değişimi..... | 23 |
| Şekil 3.3: Kurtköy formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005)..... | 26 |
| Şekil 3.4: Aydos formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005)..... | 27 |
| Şekil 3.5: Gözdağ formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005)..... | 29 |
| Şekil 3.6: Dolayoba formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005)..... | 30 |
| Şekil 3.7: Kartal formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005)..... | 32 |
| Şekil 3.8: Tuzla formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005)..... | 34 |
| Şekil 3.9: Trakya formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005)..... | 36 |
| Şekil 3.10: Tepecik ve Kapaklı formasyonlarının genel dağılımı (Özgül, 2005)..... | 39 |
| Şekil 3.11: Sarıyer formasyonunun il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005)..... | 41 |
| Şekil 3.12: Akveren, Şile ve Yunuslubayır formasyonlarının genel dağılımı (Özgül, 2005)..... | 42 |
| Şekil 3.13: Ömerli formasyonunun il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005)..... | 45 |

| | |
|---|----|
| Şekil 3.14: Istranca masifinin il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005)..... | 46 |
| Şekil 3.15: Ceylan ve Soğucak formasyonlarının genel dağılımı (Özgül, 2005)..... | 48 |
| Şekil 3.16: Gürpınar formasyonunun il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005)..... | 50 |
| Şekil 3.17: Çukurçeşme, Güngören ve Bakırköy formasyonlarının genel dağılımı (Arıç, 1955; Yalçınlar, 1976; Oktay ve Eren, 1999; Dalgıç,2004)..... | 55 |
| Şekil 3.18: Anadolu ve çevresinin levha tektoniği modeli (Erdik ve diğ., 2014)..... | 59 |
| Şekil 3.19: Marmara bölgesi için 1 Ocak 1900-31 Aralık 2006 tarihlerinde M 4.0 ile fay segmentasyon modeli ve sismik aktivite (Murru ve diğ., 2016)..... | 61 |
| Şekil 3.20: KAFZ fay bölgesi yaşı (Bohnhoff ve diğ., 2016)..... | 62 |
| Şekil 3.21: KAFZ boyunca büyüklük dağılımı (Bohnhoff ve diğ., 2016'dan derlenmiştir)..... | 63 |
| Şekil 3.22: 1912-2019 yılları arasında ve büyüklükleri 6 ve üzerinde olan depremler (USGS, 2020)..... | 64 |
| Şekil 3.23: Türkiye Diri Fay Haritası (Emre ve diğ. 2013)..... | 65 |
| Şekil 3.24: Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD, 2018)..... | 65 |
| Şekil 3.25: Relatif büyütme faktörlerinin karşılaştırılması (Techincal Committee for Earthquake Engineering, 1993)..... | 68 |
| Şekil 3.26: İstanbul il alanında Zemin ve Kaya ortamların dağılım haritası (Özgül, 2011)..... | 72 |
| Şekil 3.27: Formasyonların yapılan sondajlardan elde edilen SPT-N değerlerin değişimi (JICA, 2002; OYO International Corporation, 2007, 2009)..... | 73 |
| Şekil 3.28: İstanbul ilinin ortalama AVs30genel dağılım haritası (BÜ-KRDM, 2009)..... | 80 |
| Şekil 3.29: Olasılıksal deprem tehlikesi analizine dayalı zemin bağımlı en büyük yer ivmesi (PGA) dağılımı (72 yıl) (BÜ-KRDM, 2019)..... | 81 |

| | |
|---|-----|
| Şekil 3.30: Formasyonların litoloji, kayma dalgası hızlarının en düşük, en yüksek ve ortalama olarak değerlerin değişimi (JICA, 2002; OYO International Corporation, 2007,2009)..... | 84 |
| Şekil 4.1: Formasyon türlerine göre konut satış sayılarının 2010 ile 2018 yıllarına göre değişimleri..... | 88 |
| Şekil 4.2: 2018 yılındaki bağımsız bölüm satışsayılarının 2010 yılına ve Formasyonlara göre değişimleri..... | 89 |
| Şekil 4.3: 2018 yılının ilk yarına göre mahalle bazındaki rayiç değerlerin dağılımı..... | 93 |
| Şekil 4.4: 2019 yılının ilk yarına göre mahalle bazındaki rayiç değerlerin dağılımı..... | 94 |
| Şekil 4.5: 2018 yılının ilk yarına (2018.1Y) göre rayiç değerlerin en yüksek olduğu on mahalle..... | 94 |
| Şekil 4.6: 2019 yılının ilk yarısına (2019.1Y) göre rayiç değerlerin en yüksek olduğu yedi mahalle..... | 94 |
| Şekil 4.7: Kişibaşı geliri (2018) 10.000 TL ve üzerinde oturanların ilçeler ve mahallelerdeki dağılım..... | 95 |
| Şekil 4.8: Kişibaşı gelir/hane geliri (2018) en yüksek ilçeler ve mahallelerdeki dağılım..... | 97 |
| Şekil 4.9: Kaya, Zemin ve Kaya-Zemin ortamlarda konut satış fiyat endeksine göre dağılım..... | 104 |
| Şekil 4.10: Kaya Ortam'da konut satış fiyat endeksine göre dağılım.... | 105 |
| Şekil 4.11: Zemin Ortam'da konut satış fiyat endeksine göre dağılım... | 106 |
| Şekil 4.12: Kaya-Zemin Ortam'da konut satış fiyat endeksine göre dağılım..... | 107 |
| Şekil 4.13: En çok konut satışı olan beş ilçedeki konut satış fiyat endeksine göre dağılım..... | 108 |
| Şekil 4.14: 1988 ile 2019 yılları arasında konutlardaki reel değer değişim eğrileri..... | 115 |
| Şekil 4.15: 1999 Gölcük depremiyle Avcılar'da oluşan ağır ve üzeri bina hasar oranları (JICA, 2002)..... | 117 |

| | |
|---|-----|
| Şekil 4.16: Kuzey Anadolu Fayı Avcılar segmentinin konumu (Emre ve diğ, 2011)..... | 120 |
| Şekil 4.17: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 9,9-23 km..... | 120 |
| Şekil 4.18: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 23-33 km..... | 121 |
| Şekil 4.19: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler, mahallelerin faya olan uzaklığı: 33-45,7 km..... | 121 |
| Şekil 4.20: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler, mahallelerin faya olan uzaklığı: 45,7-62 km..... | 121 |
| Şekil 4.21: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 62-89 km..... | 122 |
| Şekil 4.22: İstanbul il genelinde tespit edilmiş olan heyelan alanları (Gedik ve diğ, 2005'den uyarlanmıştır)..... | 126 |
| Şekil 4.23: Heyelan yoğunluk haritası (Duman ve diğ., 2004 ve Dalgıç ve diğ. 2016'dan alınmıştır)..... | 127 |
| Şekil 4.24: İstanbul ilinde en yoğun heyelan hareketinin meydana geldiği Gürpınar bölgesi heyelan haritası (TÜBİTAK MAM YDBE, 2016)..... | 128 |
| Şekil 4.25: 2010 yılına göre Heyelan alanlarında meydana gelen satışlara göre dağılım (Mavi)..... | 129 |
| Şekil 4.26: 2018 yılına göre Heyelan alanlarında meydana gelen satışlara göre dağılım (Fuşya)..... | 130 |
| Şekil 4.27: 2010 yılında heyelanlı alanda kalan konut satış sayılarının mahallede satılan toplam konut sayısına oranları ve bu oranlara göre en yüksek beş mahalle (Yeşil kısımlar heyelan alanlarını, Sarı kısımlar 2010 yılında en yüksek konut satışının olduğu ilk beş mahalleyi göstermektedir)..... | 132 |
| Şekil 4.28: 2018 yılında heyelanlı alanda kalan konut satış sayılarının mahallede satılan toplam konut sayısına oranları ve bu oranlara göre en yüksek beş mahalle (Yeşil kısımlar heyelan alanlarını, Sarı kısımlar 2018 yılında en yüksek konut satışının olduğu ilk beş mahalleyi göstermektedir)..... | 133 |

| | |
|--|-----|
| Şekil 4.29: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve D sınıfı zeminin (NEHRP, 1997) dağılımı..... | 134 |
| Şekil 4.30: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve C sınıfı zeminin (NEHRP, 1997) dağılımı..... | 135 |
| Şekil 4.31: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve B ve C sınıfı zeminlerin (NEHRP, 1997) dağılımı..... | 135 |
| Şekil 4.32: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve diğer zemin sınıflarının (NEHRP, 1997) dağılımı..... | 136 |
| Şekil 4.33: İstanbul potansiyel sıvılaşma alanlarının il genelindeki dağılımı (JICA, 2002)..... | 138 |
| Şekil 4.34: İstanbul derelerinde taşkın riski taşıyan dereler (İBB, 2008; Dinç, 2015)..... | 141 |
| Şekil 4.35: Bina temelinin sel dolayısıyla boşalmasıyla meydana gelen yıkılma (Dalgıç ve diğ., 2015)..... | 141 |
| Şekil 4.36: Taşkın riski olan alanların taşkın türüne göre şehir genelindeki dağılımı..... | 142 |
| Şekil 4.37: Akarsu çevresindeki taşkın riskli alanların 2018 yılı il yarısı konut rayiç değerlerinin değişimi (Analiz GABORAS Gayrimenkul Borsası A.Ş. tarafından yapılmıştır)..... | 144 |
| Şekil 4.38: Akarsu çevresindeki taşkın riskli alanların 2019 yılı il yarısı konut rayiç değerlerinin değişimi (Analiz GABORAS Gayrimenkul Borsası A.Ş. tarafından yapılmıştır)..... | 145 |
| EK-1: İstanbul İl Jeoloji Haritası ve Kesitleri..... | 179 |
| EK-2: İstanbul İl Geneli $V_{s_{30}}$ Dağılımı..... | 180 |
| EK-3: Olasılıksal Deprem Tehlikesi Analizine Dayalı Zemin Bağımlı En Büyük Yer İvmesi (P_{ga}) Dağılımı (72 Yıl)..... | 180 |
| EK-4.1: Tuzla formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı..... | 181 |
| EK-4.2: Kartal formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı..... | 181 |

| | | |
|-----------------|---|-----|
| EK-4.3: | Dolayoba formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı..... | 182 |
| EK-4.4: | Gözdağ formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı..... | 182 |
| EK-4.5: | Altıntepe formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı..... | 183 |
| EK-4.6: | Aydos formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı..... | 183 |
| EK-4.7: | Kurtköy formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı..... | 184 |
| EK-4.8: | Ömerli formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı..... | 184 |
| EK-4.9: | Sancaktepe Graniti'ndeki rayiç değer değişimleri, birimin dağılımı..... | 185 |
| EK-4.10: | Bakırköy, Güngören ve Çukurçeşme formasyonlarındaki rayiç değer değişimleri,formasyonların genel dağılımı..... | 185 |
| EK-4.11: | Ceylan formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı..... | 186 |
| EK-4.12: | Soğucak formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı..... | 186 |
| EK-4.13: | Gürpınar formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı..... | 187 |
| EK-4.14: | Trakya formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı..... | 187 |
| EK-4.15: | Yamaç moluzundaki rayiç değer değişimleri, litolojinin dağılımı..... | 188 |
| EK-4.16: | Alüvyal zeminlerdeki rayiç değer değişimleri, litolojinin dağılımı..... | 189 |
| EK-4.17: | Dolgu zeminlerdeki rayiç değer değişimleri, litolojinin dağılımı..... | 190 |

TABLO LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Tablo 2.1: Türkiye sınırları içerisinde maddi zarara neden olan felaketler (CRED, 2019)..... | 16 |
| Tablo 2.2: Türkiye’deki afetlerde ölüm ve yaralıların sayısı (1900 - 2018) (TABB, 2018)..... | 17 |
| Tablo 2.3: Türkiye sınırları içerisinde maddi zarara neden olan depremler (CRED, 2019)..... | 18 |
| Tablo 2.4: 1900-2018 yılları arasındaki heyelan, toprak kayması ve çığ felaketleri (CRED, 2019)..... | 19 |
| Tablo 2.5: Türkiye sınırları içerisinde maddi zarara neden olan meteorolojik felaketler (CRED, 2019)..... | 20 |
| Tablo 3.1: Enleme Göre Derinlik ve Büyüklük Dağılımı (AFAD, 2020)..... | 66 |
| Tablo 3.2: Çeşitli jeolojik birimlere göre Borcherdt & Gibbs (1976), Shima (1978) ve Midorikawa (1987) tarafından verilen bağıl büyüme katsayıları..... | 68 |
| Tablo 3.3: Formasyonlarda yapılan laboratuvar deneylerinin sınıflama tabloları (İBB, 2001; 2002)..... | 74 |
| Tablo 3.4: Formasyonlarda yapılan laboratuvar deneylerinin sınıflama tabloları-2 (İBB, 2001; 2002)..... | 75 |
| Tablo 3.5: Formasyonlarda yapılan deneylere göre fiziksel indeks değerleri (İBB, 2001; 2002)..... | 77 |
| Tablo 3.6: Formasyonlarda yapılan basınç ve çekme deneylerinin değer dağılımı (İBB, 2001; 2002)..... | 78 |
| Tablo 3.7: NEHRP Zemin Sınıflaması (BSSC, 1997’den uyarlanmıştır)..... | 83 |
| Tablo 3.8: Yerel Zemin Sınıflaması (TBDY, 2018)..... | 83 |

| | |
|---|-----|
| Tablo 3.9: Formasyonların litoloji, kayma dalgası hızlarının özellikleri ve değerlerin değişimi (JICA, 2002; OYO International Corporation, 2007,2009)..... | 84 |
| Tablo 4.1: Bağımsız Bölüm Satış Sayılarındaki Değişim (2010 yılına göre, Adet)..... | 90 |
| Tablo 4.2: Formasyonlar, rayiç değerler, satış adet değişimleri..... | 91 |
| Tablo 4.3: Formasyonların rayiç değerlerinin yarımada bazında değişimi..... | 93 |
| Tablo 4.4: Sıvılaşma potansiyeli en olan birimler arasında en çok değer değişimi gösteren mahalleler..... | 123 |
| Tablo 4.5: 2010 yılında heyelanlı alanda kalan konut satış sayılarının mahallede satılan toplam konut sayısına oranları ve bu oranlara göre en yüksek beş mahalle..... | 132 |
| Tablo 4.6: 2018 yılında heyelanlı alanda kalan konut satış sayılarının mahallede satılan toplam konut sayısına oranları ve bu oranlara göre en yüksek beş mahalle..... | 132 |
| Tablo 4.7: Çeşitli zemin tiplerinin birim ağırlık, ortalama parçacık boyu ve incepartikül içeriği yaklaşık değerleri (JICA, 2002)..... | 137 |
| Tablo 4.8: Sıvılaşma potansiyeli en olan birimler arasında en çok değer değişimi gösteren mahalleler..... | 139 |
| Tablo 4.9: Taşkın riski olan alanlarda kalan konutların satış sayılarının taşkın türüne göre değişimi..... | 142 |
| Tablo 4.10: $V_{s_{30}}$ değerlerinden elde edilmiş zemin sınıflarına göre 2018 ve 2019 rayiç değerleri..... | 146 |
| Tablo 4.11: $V_{s_{30}}$ değerlerinden elde edilmiş zemin sınıflarına göre 2018 ve 2019 veri adetleri..... | 147 |

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kısaltmalar Açıklama

- AFAD** : Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
- CRED** : Centre for Research on the Epidemiology of Disasters /
Afet Sonrası Salgınları Araştırma Merkezi
- EM-DAT** : Emergency Events Database / Acil Durumlar
Veri Tabanı
- FEMA** : Federal Emergency Management Agency /
Federal Hasar Yönetimi Ajansı
- İBB** : İstanbul Büyükşehir Belediyesi
- JICA** : The Japan International Cooperation Agency /
Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı
- KAF** : Kuzey Anadolu Fayı
- KAFZ** : Kuzey Anadolu Fay Zonu
- MTA** : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
- TABB** : Türkiye Afet Bilgi Bankası
- TBDY** : Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
- TÜİK** : Türkiye İstatistik Kurumu
- USGS** : United States Geological Survey / ABD Jeolojik
Araştırmalar Kurumu
- km** : Kilometre
- m** : Metre

ÖZET

DOKTORA TEZİ

JEOTEKNİK KOŞULLARA GÖRE KONUT DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ

Çağdaş COŞKUN

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: **Prof. Dr.Süleyman DALGIÇ**

II. Danışman: **Prof. Dr.Ali HEPŞEN**

Sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşamak ve bu çevrenin getirdiği şartlar ile şehirlerin özelliklerine göre düzenlenen planlar çerçevesinde sınırlı kalınması koşullarıyla, bireylerin barınma hakları yasa koyucu tarafından açıkça ifade edilmiştir. Barınma, yasalarda belirtildiği üzere bir hak olmasından ziyade insanoğlunun ihtiyacıdır.

17 Ağustos 1999 tarihine kadar sadece barınma ihtiyacı taşıyan konutların, aslında barınmadan çok daha önemli bazı konuları “temelde” taşıyamadığı jeolojik bir gerçekle hayatın doğal akışına dahil olmuş; 12 Kasım 1999 tarihinde ise bir kez daha; ama farklı bir bölgede, tekrar yüzeye çıkarak pek çok insanın hayatını önemli ve geri dönülmez bir şekilde değiştirmiştir.

Yer bilimcileri tarafından gerek literatür gerekse araştırma konusu olan faylar ve depremler gündelik insan hayatı içerisinde ise olumsuz bir izlenime sahiptir. Oysa bilimsel ve teknik olarak irdelendiğinde şiddetli depremlerin etkisiyle yıkılan binalarda kaybedilen hayatların yetersiz zemin araştırması, hatalı bilimsel hesaplamalar, kötü yapım tekniklerinin sebep olduğu bilinmekle birlikte toplum ve otoritenin yer bilimlerine bakışı açısında elle tutulur bir değişim gerçekleşmemiş; belirli kanun ve yönetmeliklerde değişiklikler yapılarak çözüm üretilmeye çalışılmıştır.

Değişen imar kanununun gölgesinde yükselen, yapısal olarak geçmişe göre daha güvenli olan binalar gerek güvenli yaşam alanı gerekse barınma ihtiyacı olarak insan hayatının içinde önemli bir yer almakla birlikte günümüz ekonomik koşulları da dikkate alındığında bu özelliklerinden çok, bir yatırım aracı olarak görülmekte; alınıp satılmaktadır. Bu yatırım aracı için bankalar ve yönetmelik düzenleyici kurumlar Amerika'daki yapıyı (Mortgage) örnek alarak ülkemize İpotekli Konut Kredisi adı altında uyarlamış; bunun için de kredi konusu konutun bağımsız değerlendirme kuruluşlarınca incelenmesi ve kıymet takdirinin yapılmasını kanun ve yönetmeliklerle sınırlandırmıştır. Bu değerlemede genel olarak benzer yapıları karşılaştırma; projelendirme, en iyi kullanım (Best-Use) gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu değer çalışmalarında yapının üzerinde ve çoğu zaman içerisinde bulunduğu yer koşulları dikkate alınmamakta; rapor içerisinde ise sadece yapının hangi deprem kuşağında olduğu, deprem hasarı olup olmadığı bilgileri genel geçer olarak değinilmektedir.

Yakın bir zamanda yaşanılmış olan iki büyük felaket (1999 yılında meydana gelen Gölcük ve Düzce depremleri) yer bilimlerinin aslında yerin üstündekiler kadar önemli olduğunu gün yüzüne çıkarmakla birlikte yeterli ve bilinçli bir düzeyde bu konunun hak ettiği önemi aldığı düşünülmemektedir. Bu çalışmada gündelik yaşamın sürdüğü konutlar ile konutlara temel olan zemin ilişkisinin incelenmesi; deprem, heyelan ve taşkın alanları gibi farklı jeolojik koşullar ile bu koşullar üzerinde/içinde bulunan konutların değer değişimlerinin incelenmesi; bunun sonucunda yer bilimi ile gerek barınma gerekse bir yatırım aracı olan konutların ilişkisi farklı bir bakış açısından irdelenmesi ve analiz edilmesi amaçlanmaktadır.

Elde edilen sonuçlar ve geçmişte yapılan farklı amaçlara yönelik çalışmalar incelendiğinde jeoteknik koşulların konut değerinin değişimine etkisinin olduğunun gözlemlendiği; meydana gelen bir felaket sonrasında %1 ile 27 arasında değer kaybı yaşandığı; bu değer kayıpları sonrası toparlanmaların, kaybın büyüklüğüne göre altı ay ile dört yıl arasında bir süre aldığı görülmektedir. Gölcük depremi (*1939 Erzurum depreminden sonraki en büyük felaket olan*) ve sonrasında meydana gelen Düzce depremi (1999) ile konutlarda yaşanan değer kaybı %22,4 olurken toparlanarak eski değerine gelebilmesi neredeyse altı sene sonra mümkün olabilmiştir. Deprem dışında kalan koşullarda yeterli birim değer verisi olmadığı için toparlanma süreci tespit edilememiştir.

Eylül 2020, sayfa.

Anahtar kelimeler: jeoteknik koşullar, konut değer değişimi, konut değerlendirme

SUMMARY

Ph.D. THESIS

CHANGE HOUSE VALUE ACCORDING TO GEOTECHNICAL CONDITIONS

Çağdaş COŞKUN

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Geological Engineering

Supervisor: **Prof. Dr.Süleyman DALGIÇ**

Co-Supervisor: **Prof. Dr.Ali HEPŞEN**

The individual's right to housing is clearly stated by the legislator, if they live in a healthy and balanced environment and are limited within the framework of the conditions set by the environment and the characteristics of the cities. Housing is the need of human beings rather than being a right as stated in the law.

After the geological incident on August 17, 1999, it turned out that houses only accommodated their housing needs could not actually carry some problems "fundamentally". On November 12, 1999, once again, it surfaced again in a different region and changed the lives of many people in an important and irreversible way.

Faults and earthquakes, which are the subject of literature and research

by earth scientists, cause negative impressions in everyday human life. However, when it is examined scientifically and technically, it is known that the lives lost in the buildings destroyed by the effects of severe earthquakes occur due to insufficient ground research, incorrect numerical calculations, and poor construction techniques. Although these are known, there has been no tangible change in the perspective of society and authority on earth sciences. It has been tried to find solutions by making changes only in certain laws and regulations.

Buildings rising in the shadow of the Changing Zoning Law and structurally safer than the past, are an important part of human life both as a safe living space and a need for accommodation. When today's economic conditions are taken into consideration, rather than these features, the residences are considered as investment instruments, and are bought and sold. With the acceptance of the dwelling as an investment instrument, banks and regulatory authorities have adapted it to our country under the name of Mortgage Housing Loan, by taking the structure known as "Mortgage" in the USA. For this purpose, it has been determined by laws and regulations that the house subject to credit is examined by independent valuation institutions and the valuation is made. Housing evaluations are generally made with different methods such as comparing similar structures, projecting, or best use. In this value determination studies, the conditions of the geological ground on/in the building are not taken into consideration. In the report, only general current information such as earthquake zone in which the building is located and whether there is earthquake damage in the building are mentioned.

Two major disasters that have been experienced recently reveal that earth sciences are as important as those above the ground (the buildings that are being valued). However, earth sciences are not considered to have the importance they deserve on a sufficient and conscious level. In this study, it is aimed to investigate the relationship between the houses where the daily life continues and the ground on which the houses are based and to examine the value changes of the houses in these geological conditions. It is planned to examine the relationship between residences

and earth sciences, which are home and investment tools, from a different perspective.

When the obtained results and studies for different purposes in the past are examined, it is observed that geotechnical conditions influence the change of the housing value. According to this result, after a disaster, there is a loss between 1% to 27%. The recovery after these depreciations, on the other hand, recover between six months and four years, depending on the magnitude of the loss. However, what has occurred in the past few years; and it should not be overlooked that there are disasters that still have not recovered. The biggest disaster after the 1939 Erzurum earthquake, with the Gölcük earthquake and the Düzce earthquake that occurred afterwards, the depreciation experienced in residences was 22.4%. It was possible for the housing value to recover and return to its former value six years later. Since there is not enough unit value data for the subjects other than earthquake, the recovery process in values could not be determined.

September 2020,.....pages.

Keywords: Geotechnical conditions, housing value change, housing valuation, appraisal

1. GİRİŞ

Tüm medeniyetlerin köprüsü olan, neolitik dönemden itibaren insanların yaşadığı Türkiye bu özelliği ve dünyanın en eski barınma yapılarına ev sahipliği yapması nedeniyle önem arz etmektedir. Yaşadığı doğal çevrenin tehlikelerinden ve meteorolojik koşullarından dolayı barınma ihtiyacını karşılayan insanoğlunun bu konudaki en önemli tecrübesi ise bilmediği doğa olaylarıyla karşılaşması olmuştur.

Medeniyetlerin beşiği olan Türkiye sınırları içerisinde bilinen ilk doğa olayı Milat'tan Sonra 9 Nisan 37 tarihindeki deprem ve sonrasında meydana gelen heyelan (Ambraseys, 2009) olsa da ilk can kayıplı olay 13 Aralık 115 yılında Antakya (Hatay)'da meydana gelen M_s 7,5 olan deprem ve bu deprem sonrasında oluşan tsunamidir (Alsinawi ve diğ., 1985; Akyüz ve diğ., 2006; Ambraseys, 2009). Karasu Vadisi'nde meydana gelen bu depremde 260.000 kişinin hayatını kaybettiği (Alsinawi ve diğ., 1985; Akyüz ve diğ., 2006), deprem sonrasında Antakya'nın neredeyse tamamen yıkıldığı belirtilirken, dönemin Roma İmparatoru Trajan'nın bu depremde enkaz altından çıktığı ve hayatının geri kalanı beraberindekilerle birlikte açık hipodromda yaşadığı ifade edilmiştir (Bennet, 1997). Trajan tarafından başlatılan Antakya'nın restorasyonu halefi Hadriyan tarafından tamamlanmıştır (Boatwright, 2003).

Tarihi kayıtlardan da görüldüğü üzere doğa olayları insanoğlunun yerleşik düzene geçtiği her durumda karşısına çıkmış, çıkmaya da devam etmektedir. Türkiye Cumhuriyeti tarihinde doğa olayları denildiğinde de coğrafi konumu nedeniyle en önemli doğa olayı geçmişte olduğu gibi depremler olmuştur. 1938 yılında Akpınar (Kırşehir)'da meydana gelen deprem (M_w 6,6), 1939 Erzincan Depremi (M_w 7,9) ve Tokat, Çorum, Balıkesir illerinde meydana gelen depremler sonrasında ülke genelinde deprem tehlikesi ve riskinin belirlenmesi ve deprem zararlarının azaltılması,

merkezi ve yerel düzeylerin örgütlenmesi, yerleşme ve yapılaşmaların denetlenmesi konularındaki ilk yasal düzenleme olan “*Yersarsıntılarında Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun*” 22 Temmuz 1944 tarihli Resmî Gazete’te yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (Resmî Gazete, Sayı:5763). 18.10.1982 tarihinde kabul edilen Türkiye Cumhuriyeti Anayasası’yla birlikte ise konut ihtiyacı bir hak olarak anayasadaki yerini almıştır (Resmî Gazete, Sayı:17863-Mükerrer).

İnsanoğlunun anayasa ile korunan bu ihtiyacını sağlamasını beklediği konutların şehirleşmenin etkisi ve yetersiz afet kanunları ve bu kanunların gölgesinde artan yapılaşmanın aslında ne kadar yetersiz bilgiyle inşa edildiği 17 Ağustos 1999 gecesi Gölcük’te meydana gelen M_w 7,6 (USGS National Earthquake Information Center, 1999) deprem sonrasında ortaya çıkmaya başlamıştır. Can ve mal kayıpları irdelendiğinde sorunun temelinde yetersiz jeoteknik araştırmalar, fay ve deprem tehlike haritalarının etkin kullanılmaması yada göz ardı edilmesi, afet ve bina yönetmeliklerinin dikkate alınmaması gösterilmiş ve depremin hemen sonrasında yönetmelikler elden geçirilerek değiştirilmiştir. Değişen imar kanununun gölgesinde yükselen, yapısal olarak geçmişe göre daha güvenli olan binalar gerek güvenli yaşam alanları gerekse konut ihtiyacı olarak insan hayatının içinde önemli bir yer edinmektedir. Bununla birlikte günümüz ekonomik koşullarının etkisiyle bir yatırım aracı olarak görülen konutların alım-satım süreçlerinde konutun bulunduğu zeminin jeoteknik koşullarının sorgulanmadığı gözlenmiştir.

Bu nedenle gündelik yaşamın sürdüğü konutlar ile konutlara temel olan zeminin ilişkisinin; farklı jeolojik koşullar ile bu koşullar üzerinde/içinde bulunan konutların değer değişimlerinin; bunun sonucunda yerbilimleri ile gerek barınma gerekse bir yatırım aracı olan konutların ilişkisinin farklı bir bakış açısından incelenmesi ve analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bir konutun pazar değeri ulaşım ve sosyal donatı olanakları, büyüklüğü, manzarasının olup olmadığı gibi özellikler ile belirlense de bu çalışma içerisinde tüm bu özelliklerin dışına çıkılarak binanın bulunduğu zeminin dayanım koşulları olduğu, aktif faylara ne kadar uzak olduğu, taşıma gücü düşük bir zeminde oturup oturmadığı, taşkın veya heyelan alanında kalıp kalmadığı, hangi litolojik formasyon içerisinde yer aldığı sorularına yanıtlar aranırken İs-

tanbul ilindeki içi boş olan veya yaşamın sürdüğü konutların istatistikleri, Şehirde yaşayan insanların il, ilçe ve mahalle bazındaki nüfus dağılımı, kişi sel gelirleri ve hane gelirleri ile konutların rayiç değerleri ve satış adetleri arasındaki ilişi ki rdelenmeye çalışılmıştır. Bunun yapılmasındaki temel amaç ise konutun birim fiyatı ile alım gücü arasındaki ilişkinin sorgulanması sırasında bu ilişkinin binaların bulunduğu zeminler ile muhtemel jeoteknik sorunlara sebep olacak jeoteknik özelliklerin arasındadirekt bir ilişkisinin olup olmadığının tespit edilmesi olmuştur. Bunun tespit edilmesi durumunda jeoteknik sorunlara neden olması muhtemel olan yerlerin gelecekte meydana gelebilecek doğal afetler sonrasında muhtemel can ve mal kayıplarının olacağı yerlerin felaket yaşanmadan önce tespit edilebilmesi için çalışma yapacak olan kamu otoritelerine yol göstermesi ikincil bir etki olarak amaçlanmıştır.

Jeoteknik olarak sorun yaratacağı öngörülen zeminlerde yapılan inşaatların yönetmelikler kapsamında yapıldığı düşünülse de kamu otoritelerin özellikle bu tür riskleri barındıran yerler için gerekli araştırma ve denetimleri daha katı kurallar çerçevesinde uygulaması; kaybedilen her hayatın o yaşa gelirken bir emek ve maliyet olduğu, kaybedilen her hayatın aslında çalışma hayatına dahil olan bir bireyin ekonomiye direkt veya dolaylı yolla yaptığı katkının da kaybedilmesi olduğu; kaybedilen her hayatın gelecek için yapılan planları yok ettiği dşnldğnde jeoteknik koşulların insan hayatı ve ülke ekonomisine olan etkisinin aslında sanıldığından daha önemli olduğu da gözler önünde serilmektedir.

Çalışmadaki analizler için; İstanbul il sınırları içerisinde bulunan ilçeler ile ilçe sınırlarındaki mahallelere ait veriler arasında TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) tarafından temin edilen mahalle bazında konut sayıları, hane halkı sayıları, konut satış adetleri ile REIDIN (Real Estate Information & Analytics) Türkiye şirketi tarafından sağlanan “REIDIN Konut Satış Fiyat Endeksi” ve “REIDIN Kişi Başi Gelir Değişimi” ENDEKSA şirketinden mahalle bazında güncel değer değişimleri, yıllık ortalama birim metrekare konut fiyatları, geri dönüş süreleri, oda sayılarına göre ortalama brüt alan, birim fiyatlar elde edilmiştir. TVİMER (Türkiye Veri İşleme Merkezi) ve GABORAS (Gayrimenkul Borsası A.ř.) şirketlerinden ise mahalle bazında litolojik birimlerin değişimi (Maden Tetkik Arama

Enstitüsü (MTA) Türkiye Jeoloji Haritası'na göre) ve formasyonlar göre bağımsız bölüm satış sayıları ile MTA Türkiye Jeoloji Haritası'nı temel alan heyelan alanlarına göre konut satış adetleri ve rayiç değer değişimleri temin edilmiş ve ilk olarak litolojik özelliklere göre konut değerinin değişimi, formasyonlara göre rayiç değer değişimi incelenmiştir. Bu incelemeden çıkan sonuçlarla konut satışlarını en çok etkileyen kriter olan kişi başı gelir ve hane halkı geliri ile formasyonlar karşılaştırılmıştır. Sonrasında litoloji ile konutların birim değerleri, satış adetleri ile mahalle bazındaki yapı stokları, depremsellik, heyelan alanları, sıvılaşma ve taşıma gücü yetersiz alanlar, taşkın alanları ve zemin büyütmesi potansiyeli olan alanlara göre karşılaştırılmış ve tüm bu sonuçlar yorumlanmıştır.

1.1. İNCELEME ALANININ TANITIMI

Bu çalışma, içerisinde yaşayan insanlar ile diğer canlılara yuva / barınak olan yapılara ev sahipliği yapan “öncesiz” şehir İstanbul ve onun sınırlarını kapsamaktadır. Binlerce sene öncesinde açılan boğaz ve haliç ile iki kıtaya yayılmış ve zaman içerisinde bu iki kıtayı üç köprü ile birbirine bağlayarak dünyada ortasından su yolu geçen ve iki kıtaya yayılan ve pek çok medeniyete beşik olan kent şehirleşmenin bir getirisi olarak hızlı büyümüş olup hali hazırda büyümeye ve genişlemeye devam etmektedir.

Planlı görüldüğü halde esasında plansız olduğu Boğaziçi silüetine bakıldığında bile fark edilen, dikey olarak büyümesinin önüne geçilmeyen bu şehirde zaman içinde meteorolojik koşullar geçmişte değişmiş ve halen de değişmeye devam etmektedir. Hava tahminlerinin saatler içinde dahi değiştiği, yapay zekaya sahip yazılımların bile ancak birkaç saat sonrası için doğru tahmin yapabildiği bu şehir için geçerliliğini yitirmiş yağış, sıcaklık gibi verilerin bu çalışmada yazılması da uygun görülmemiştir.

İki kıtada, Prens Adaları'yla birlikte toplamda 5.343 km²'lik bir alan üzerinde sınırlanmış olan kentte 2019 yıl sonu itibariyle TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt İstatistikleri 'ne verilerine göre 14.921.827 kişi ikamet etmektedir. BÜ-KRDM (2019) verilerine göre 2018 yıl sonu itibariyle 1.166.330 yapı içerisinde yaşam sürülürken inşaat grubu olarak en yoğun olanı %82,6 ile betonarme binalar olup bu sınıftaki bina sayısı 963.745 adettir. Bir diğer ağırlıklı yapı grubu ise 177.924 adetle yığma binalar olur-

ken (%15,3); 1980 ve öncesinde inşa edilen yapı sayısı 255.726, 1980-2000 yılların arasında inşa edilen yapı sayısı 533.812 iken 2000 ve sonrasında inşa edilen yapı sayısı ise 376.792'dir.

Endeksa (2019) verilerine göre ortalama hane halkı sayısı 3,55 iken bu oran Adalar, Beşiktaş, Kadıköy, Çatalca ve Şişli'de üç kişinin altında; Arnavutköy, Bağcılar, Esenler, Sultangazi ve Sultanbeyli'de dört kişi ve üzerindedir. En çok konutun bulunduğu yer 425.476 adetle Esenyurt olurken bu ilçeyi 300.000 sınırında sırasıyla Küçükçekmece ve Pendik ilçeleri takip ederken en az konutun bulunduğu ilçe ise 18.000 adetle Adalar olmuştur.

İBB verilerine göre kişi başına düşen yeşil alan verileri incelendiğinde ise Şile, Beykoz ve Çekmeköy ilk sıralarda yer alırken alan miktarları sırasıyla 750, 740 ve 608 m² olarak ölçülmüştür. İstanbul'un 39 ilçesi genelinde kişi başına düşen yeşil alan ortalama 8,5 m² olurken Bağcılar 0,7 m² ile yeşil alan konusunda adeta fakir kalmış tek ilçe olup, Esenler, Güngören ve Zeytinburnu 1,0 m²/kişi ile yeşil alana neredeyse hasret durumunda kalmış ilçeler olarak vahim bir durum sergilemektedir.



Şekil 1.1: İnceleme alanının genel görünümü.

1.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Brookshire ve diğ. (1985) Kaliforniya’da bir risk tehlike haritasının yayımlanmasından sonra müstakil aile konutları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada deprem tehlikesi indeksleri ilan edildikten sonra San Francisco körfez bölgesi ve Los Angeles’ta evlerin satış fiyatları üzerinde sırasıyla %3,3 ve %5,6 oranında olumsuz bir etkisi olduğunutespit etmişlerdir.

Murdoch ve diğ. (1993), Loma Prieta depreminin San Francisco Körfezi bölgesindeki konut fiyatlarına etkisini incelemiştir. Konuma özgü risk ve deprem zamanlaması gibi potansiyel karıştırıcı değişkenleri kontrol ederken bu ilişki incelenmiştir. Sonuçlar Loma Prieta depreminin mülk değerlerinde alan çapında bir azalmaya neden olduğunu gösterirken, bireylerin konut satın alımlarında diğer deprem riski ölçütlerini göz önünde bulundurarak ölçülebilir bir fiyat gradyanı sağladıkları da çalışmada görülmüştür.

Beron ve diğ. (1997), San Francisco Körfez Bölgesi’ndeki 1989 Loma Prieta depreminden önce ve sonra ev fiyatlarını karşılaştırmış ve deprem sonrası hedonik deprem riski fiyatının düştüğünü bulmuşlardır. Karşılaştırma sonucu tehlike endekslerinin her iki dönemde de konut fiyatları üzerinde önemli derecede olumsuz bir etkisi olduğunu göstermektedir; ancak, deprem öncesi dönemde etkisi daha büyüktür, bu da Loma Prieta Depremi meydana gelmeden önce deprem riskinin fazla tahmin edildiğini (*overestimated risk*) göstermektedir.

Önder ve diğ. (2004), 1999 Marmara depreminin konut fiyatları üzerinde bir etkisi olup olmadığını belirlemeye yönelik bir diğer çalışmada ise deprem riski üzerindeki kamu algısının fiyatları etkilediği tespit edilmiştir. 1999 depreminden sonra deprem zemin türü ve fay hatlarına yakınlık nedeniyle deprem hasarı riskinin yüksek olduğu algısının konut fiyatları üzerindeki ilişkisi incelenmiş ve bu durumun önemli olduğu tespit edilmiştir.

Hallstrom ve Smith (2005), Amerikan konut piyasası ve tüketicilerinin şiddetli fırtınalara verdiği yanıtları yansıtıp yansıtmadığını test etmek için 1992’de meydana gelen Andrew Kasırgası hakkındaki bilgileri kullanarak

riskli yerlerde olduğu bilinen mülklerin fiyatlarının bu fırtına tarafından sağlanan bilgilere göre ayarlanıp ayarlanmadığını irdelemek için Andrew Kasırgası'nın uğramadığı Lee County (Florida) üzerinde çalışmıştır. Andrew'dan önce, 20 yıl kasırğa görmeyen ve bu dönemde 200 km yakınında hiçbir büyük kasırğa geçmemiş olan bu bölge Ağustos 1992'de Andrew Kasırgası önce Dade County'yi (Atlantik kıyısında) harap etmiş ve ardından batıya Körfez Kıyısı'na doğru devam ederek karaya çıkmış; yani incelenen bölgenin 120 km güneyine kadar gelebilmiştir. Buna rağmen Andrew Kasırgası'nın (1992) Lee County (Florida) için Özel Sel Tehlikesi Alanları'nda (Special Flood Hazard Areas , SFHA) konut fiyatlarında %19 düşüşe yol açtığı; ev alıcıları ve satıcılarının söz konusu fırtına hakkında iletilen bilgilere göre hareket ettikleri sonucu ortaya çıkmıştır.

Hallstrom ve Smith (2005), Bin ve Landry (2013) ve Zhang (2016) tarafından yapılan çalışmalar, kasırğa ve sellerden sonra konut fiyatlarına etkileri bağlamında bu bölgelerde yer alan evlerin fiyatlarında geçici bir düşüş olduğunu ve etkilerin iki veya üç yıl içinde hızla kaybolduğunu bildirmiştir. Genel fikir birliği olarak bir taşkın yatağı içindeki yer alan konutların fiyatları üzerinde olumsuz değer kaybının %4 ile %12 arasında değiştiği yönünde olmuştur.

Bin ve Kruse (2006), Kuzey Karolina sahil ilçelerinde konutların bir taşkın yatağı içinde bulunması durumunda ortalama özellik değerlerinin %5-10 daha düşük olduğunu bulmuşlardır.

Nakagawa ve diğ. (2007), Tokyo Büyükşehir bölgesindeki deprem riskinin konut kiralari üzerindeki etkilerini, 1981'de yürürlüğe giren yeni Yapı Standartları Kanunu'na değinerek incelemiştir. 82.000'den fazla binada ve bölgesel etkileri kontrol etmenin bir yolu olarak 23 ayrı mahallenin varlığını gösteren kukla değişkenlerin de olduğu çalışmada yapmış, bu çalışmada yapı kalitesi değişkenlerinin önemi ve deprem riski yüksek bölgelerde konut kiralariının önemli ölçüde düşük olduğu; riskli bölgelerde 1981'den önce inşa edilen ev kiralariının, 1981'den sonra inşa edilen evlerden daha fazla indirgendini tespit etmişlerdir.

Kunovac ve diğ. (2008), Hedonik Regresyon için konutun özelliklerini dikkate alan, saf fiyat değişimlerinin ve kalite değişimlerinin de ayrıştırı-

labilmesini sağlayan ve bunları dikkate alarak bir endeks oluşturulmasını sağlayan tek yöntem olduğu için önem arz ettiğini ifade etmiştir.

Keskin (2008), İstanbul konut fiyatlarının pazar analizi çalışmasında elde edilen sonuçlara göre yaşam alanı büyüklüğü, alçak katlı bina oluşu, güvenlikli bir sitede yer alması ve binanın yaşının pazardaki satış fiyatında etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca hane halkının geliri, çevrenin deprem riski ve komşuluk tatmin seviyelerinin de konut fiyatlarını etkilediği saptanmıştır.

Nakagawa ve diğ. (2009), Tokyo Büyükşehir Hkmeti tarafından derlenen deprem tehlikesi haritasından alınan deprem riski endeksini kullanarak deprem riskinin arazi fiyatlarına etkisini ampirik olarak araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar, daha yüksek deprem riskinin her alandaki arsa/arazi fiyatlarının düşüklüğü ile açıkça ilişkili olduğunu göstermektedir.

Atreya ve diğ. (2013), zaman içinde sel riskindeki değer kaybını analiz etmek için 1985-2004 yılları arasında Dougherty County (Georgia, ABD)'deki konut satış verilerini kullanmış ve 100 yıllık taşkın yatağı içinde yer alan evlerin fiyatının 1994'teki büyük selden sonra önemli ölçüde düştüğünü ve etkinin selden dört ila dokuz yıl sonra kaybolduğunu göstermiştir.

Alkay (2014), TK 2012 verilerine göre 2001 yılından sonra İstanbul Metropolitan Alan genelinde inşa edilen binaların %17,9'unun, ekmeky ilçesinde ise %62,9'unun 1999 Marmara Depremi sonrasında inşa edildiği tespit etmiş ve ilçe genelinde bir örnekleme çalışması yapılmıştır. Çalışmada erişilebilirlik, güvenlik, deprem, altyapı, sosyal-ekonomik ve çevresel olarak genel değerlendirme ve memnuniyet soruları sorulmuş olup ankete katılanların %68,1'i gibi yüksek bir çoğunluğun ikamet ettiği konutu deprem bakımında güvenli bulduğu, %17,6'sının bilgi sahibi olmadığı ve kalan %14,4'ünün ise konutu depreme karşı dayanıklı bulmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Burada ilginç olan ise 1999 depremlerinden yedi yıl sonra, 2007 yılında, “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” yayınlanmış olması ve ekmeky ilçesindeki yapılardan sadece %24,5'inin bu deprem yönetmeliğine göre inşa edildiği tespit edilmiştir.

Kocornik-Mina ve diğ. (2015), dünyadaki büyük taşkın olaylarının geniş bir veri kümesini uydu görüntüleri üzerinden ve taşkın yaşanan yerleşim yerlerinde akşam olduğunda yanan şehir ışıkları üzerinden analiz etmiş ve hareketliliğin tipik olarak bir yıl sonra sel öncesi seviyelere geri döndüğünü tespit etmiştir.

Ambrus ve diğ. (2016), 19.yüzyılda Londra’da bir mahallede yaşanan kolera salgını üzerine parsel bazında yaptıkları bir çalışmada uzun bir süre boyunca konut fiyatları ile her bir evdeki ölüm sayısı üzerinde yaptıkları analiz sonucunda bölgede konut fiyatlarında önemli ölçüde kalıcı bir düşüş olduğunu tespit etmişlerdir. Kolera salgınının dış göçü tetiklediğini ve bunun mahalledeki sosyo-ekonomik durumu ve konut değerlerini kalıcı olarak düşürdüğü de ayrıca ifade edilmiştir.

Keskin ve diğ. (2017), İstanbul genelinde 39 ilçede farklı senelere ait konut verileri üzerinde yaptıkları incelemede konutun yaşam alanı, hane halkı geliri ve deprem riski gibi birçok değişkenin hem 2007 hem de 2012 dönemlerinde fiyatlar üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Geniş anlamda depremlerin etkisinden kaynaklanan konut fiyatı değişikliklerinin ev satın alma sürecine içselleştirildiği, bu nedenle deprem etkilerinin hem şehir hem de mahalle düzeyinde gözlenebileceğini ileri sürülürken semt düzeyindeki etkinin ise büyük ölçüde değiştiği ve şehrin bir depremin etkisini genel olarak hissetmesine karşın ev fiyatları üzerinde farklı mekânsal etkiler olduğu gözlenmiştir.

Doğal afetlerin gayrimenkul değerleri üzerindeki etkisini araştırmak için yapılan bu önemli çalışmada hedonik fiyat modellerinin standart kullanımının yeni bir uzantısını geliştirmek, yakın geçmişte meydana gelen deprem faaliyetlerinin konut fiyatları üzerindeki etkilerini ve İstanbul konut pazarındaki mekânsal dağılımını, hedonik modellerin genişletilmesiyle çok düzeyli bir yaklaşım getirmeye yönelik araştırmayı amaçlamaktadır. Böyle bir yaklaşım deprem riskinin etkilerinin izole edilmesine olanak sağlar ve farklı alt pazarlardaki farklı etkiyi araştırır, bu da çevresel olayların mekânsal etkilerinin ayrıntı düzeyinin standart yaklaşımdan daha iyi yakalanmasını sağlar.

Kim ve diğ. (2017) tarafından yapılan çalışmada 2011'de Seul (Kore)'de Woomyeon Doğa Parkı'nda meydana gelen ve ülkedeki ilk önemli doğa olayı olan heyelan felaketinin çevredeki evlerin değerlerine olan başlıca etkisinin, parkın yakınındaki apartman komplekslerindeki heyelan felaketinden sonra da insanlar tarafından bu riskin varlığının algılanmaya başlandığı ve konut piyasası primlerinin heyelan riski nedeniyle %11,3 oranında düştüğü tespit edilmiştir. Bu heyelan Seul'de yaşanan ilk felaket olup bölgenin popüler bir yer olması nedeniyle tüm ülkede büyük yankı uyandırmıştır. Bunun etkisi uzun süre devam etmiş, Seul'de 2014 senesinde yapılan bir ankete göre, katılımcıların %28,2'si yangın, sel ve toprak kayması gibi felaketlerin bir risk olduğunu belirtmiştir. Seul vatandaşlarının bu afetlere ilişkin bu risk algısına sahip olma oranı 2008 ve 2010 yıllarında yapılan araştırmaya göre sırasıyla %14,1 ve %20,4 olmuştur. Bu nedenle, Woomyeon Doğa Parkı'ndaki heyelan hasarı onarıldıktan sonra da devam eden olumsuz tehlike etkisi, afet risklerinin farkında olmasının bir sonucu olabileceği de ifade edilmiştir.

Timar, Grimes ve Fabling (2018) Darfield Depremi'ndeki etkinin bir benzerini taşıyor olması potansiyeli nedeniyle Hutt şehri genelinde bir çalışma yapmıştır. Yeni Zelanda'da meydana gelen deprem (Darfield Depremi) ve sonrasında meydana gelen artçı şokta (Christchurch Depremi) meydana gelen sivilaşma nedeniyle 6000 kadar konut tamamen oturulamaz hale gelmiştir. 145.000 konutun bulunduğu Christchurch şehrinde, yaklaşık 9100 adet konutun yaşanamaz hale geldiği düşünüldüğünde sivilaşma kaynaklı yıkımın önemli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Araştırma sonucunda yüksek sismisite nedeniyle sivilaşma potansiyeli olan bölgelerde yer alan evler için yaklaşık %4 oranında değer kaybı ölçülmüştür. Bununla birlikte, bu değer kaybının üç buçuk yılda önemli ölçüde düşeceği ve bu sürenin sonunda sadece %1 kadar bir sivilaşma kaynaklı değer kaybı kalacağı tahmin edilmiştir.

Cheung, Wetherell ve Whitaker (2018) tarafından, Oklahoma'da 2001-2016 yılları arasında çoğunluğunun büyük bertaraf kuyularında üretilen suyun enjeksiyonu ile tetiklemeyle meydana gelmiş olan ve insan eliyle indüklendiği iddia edilen ve Oklahoma Jeolojik Araştırmalar (OGS)

tarafından bu durumun kanıtlandığı depremlerin, mesken değerlerine olan etkisinin incelendiği bir araştırmada 2001-2016 yılları arasında meydana gelen bu depremler ile toplamda yaklaşık olarak 260.000 satış işleminin tespit edildiği konutlar arasındaki korelasyon incelemiştir. Burada, bir konutun 4-5 büyüklüğünde bir deprem yaşadıktan sonra değerinde %3-4 oranında azalma gözlemlendiğini ve analiz sonucunda konut fiyatlarının muhtemel 6 büyüklüğü üzerinde bir depremden sonra %9 veya daha fazla düşebileceğini tespit etmişlerdir.

Bernstein ve diğ. (2018) ülke genelinde otorite kabul edilen bir veri sağlayıcıdan elde edilen veriler kullanarak deniz seviyesine maruz kalmanın ev fiyatlarına etkilerini tahmin etmek için yaptıkları araştırmada sele eğilimli konutların kıyıda aynı mesafede bulunan ancak çok daha düşük bir sel riski ile karşı karşıya olan gözlemsel olarak eşdeğer mülklere göre %7,5 daha düşük değerlerde satış gördüğü sonucunu elde etmişlerdir. Yazarlar, ev fiyatları üzerindeki bu etkinin, iklim değişikliğinin sonuçları hakkında endişeli olan ve farkındalığı olan alıcılar ve topluluklardan kaynaklandığını da iddia etmiştir.

Ortega ve Taşpınar (2018) tarafından 29 Ekim 2012’de New York’a ulaşan Sandy kasırgasından sonra New York City genelinde yapılan bir analiz çalışmasında kasırgadan etkilenen mahallelerde fiyatların önemli ve kalıcı bir şekilde azalmasına neden olduğuna dair sağlam kanıtlar bulunmuştur. 2003-2017 dönemi için New York City’deki tüm mülk satışlarını inceleyen araştırmacılar bu satış verilerini Federal Hasar Yönetimi Ajansı (Federal Emergency Management Agency, FEMA) ile yapısal olarak hasar görmüş evlere ait verilerle ilişkilendirdiklerinde kasırgada zarar gören mülklerin değerinde %17–22 kadar ani düşüşler yaşandığı ve felaket önce-sindeki değerlerinin yalnızca bir miktar geri kazanabildiği; buna karşılık, sel bölgesinde zarar görmeyen mülklerde felaketi izleyen 5 yıllık süre boyunca fiyatlarda kademeli bir düşüş yaşandığı gibi farklı bir izlenim elde ederken; hasarın derecesine bakılmaksızın yaklaşık değerlerde %9 oranında bir düşüş olduğu da belirtilmiştir. Bu durumun büyük sel olaylarındaki risk algısının da böyle bir felaketle yüz yüze kalınması sonrasında daha yukarı doğru tetiklendiğini düşündürmektedir.

Fekrazad (2019) tarafından Amerika’da kullanılan bir web emlak yazılımı olan Zillow’a ait 20 verilerin (Zillow Konut Değeri Endeksi (Zillow Home Value Index, ZHVI) ve Zillow Medyan Liste Fiyatı (Zillow Median Listing Price, ZMLP)) ile USGS (United States of Geological Survey/Birleşik Devletler Jeolojik Araştırmalar) tarafından toplanan 20 yıl boyunca dünyada meydana gelen tüm deprem kayıtlarını karşılaştırması sonucunda Kaliforniya’daki konutların değerlerinin depremler ile etkilediğini tespit edilmiştir. Can kaybının 1000 veya daha fazla sonuçlandığı bir depremden sonra zemin titreşim periyotlarına (PGA) göre yaptıkları çalışmada Kaliforniya’daki yüksek riskli bölgelerin ($PGA \geq 0,65$) düşük riskli bölgelere göre ($PGA \leq 0,18$) göre ZHVI değeri yaklaşık olarak %6, ZMLP değerleri ise %3 oranında düştüğü tespit edilmiştir. İlginç bir şekilde dünyanın herhangi bir yerinde, özellikle de Avrupa’da (İtalya, Yunanistan ve Türkiye kastedilmektedir) meydana gelen ölümcül depremlerden sonra Kaliforniya’daki konutların değerlerinin görece daha çok etkilendiği gözlenmiştir.

Singh (2019) tarafından yapılan çalışmada 1970’ten 2010’a kadar nüfus sayımı düzeyinde coğrafi olarak tutarlı olan verileri kullanarak, fay zonunun yayımlanmasından sonra ortalama mülkiyet değerlerinde %6,6, kiralarda ise %3,3 oranında azaldığı, fay bölgesinden ortalama bir mil (1,6 km) uzaklıktaki konutların fiyatlarının %1,8 oranında arttığı tespit edilmiştir. Kiralarda gözlenen %3,3 oranındaki azalmanın daha düşük olmasının nedeni kiracıların, mal sahiplerinin aksine, ev fiyatının amortisman riskiyle karşı karşıya kalmamalarından kaynaklıdır. Bu çalışmanın en önemli özelliği ise depremsel riskin konut fiyatlarına etkisini analiz etmek için fay zonu haritalarındaki değişikliklerden ilk yararlanan çalışma olmasıdır. Ayrıca bu çalışmada bireylerin deprem riskleri hakkında kamuoyuna açık bilgilendirmelere karşılık verdiği: Fiyat indirimleri, bireylerin sismik riskin farkında olduklarını ve fay bölgesinden uzakta ev satın alarak ihtiyatlı davrandıklarını; olası yapısal hasarla doğrudan ilişkili olan potansiyel yer sarsıntısı tahminlerini belirlemek için Ulusal Sismik Tehlike Haritaları gibi farklı bilgileri de kullandıklarını ve düşük deprem sigortaları tercih etmelerinde bilgi eksikliği yerine muhtemelen daha fazla araştırma gerektiren diğer konularda bilgi sahibi olmalarından kaynaklandığına dair bulguları da ortaya koymaktadır.

BÜ-KRDM (2019) tarafından İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Daire Başkanlığı Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü için hazırlanmış olduğu “*İstanbul İli Olası Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi (2019)*” çalışması kapsamında ilçelere özel olarak analizler ve haritalamalar yapılmış, İstanbul’un 39 ilçesi için “*İlçe Olası Deprem Kayıp Tahmini Kitapçıkları*” üretilmiş ve 39 ilçenin üst ve alt yapı deprem risk analizlerini üretmek amacı ile ilçelere özel analizler ve haritalamalar yapılmış ve halkın erişimine sunulmuştur.

Doupe ve diğ. (2019) yaptıkları çalışmada Temmuz 2008’de Brisbane (Avustralya) Belediye Meclisi taşınmaz taşkın risk raporlarını çevrimiçi yayınlamaya başladığı ve 2011 yılında şehirde yaşanan sel sonucunda risk altındaki mülklerin fiyatlarının, taşkın riski bilgilerinin çevrimiçi yayınlanmasından sonra %2,5 oranında düştüğü; bununla birlikte sel olayından sonra, taşkına maruz kalmayan risk altındaki mülklerin değerinde herhangi bir değişiklik olmadığı, ayrıca sel olayının taşkın riski bilgilerinin zaten emlak fiyatlarına dâhil edildiğine dair kanıtlar sunduğu ifade edilmiştir.

Pilla, Gharbia ve Lyons (2019), İrlanda’nın Dublin kentinde 2006-2015 döneminde 650.000’in üzerinde satış ve kiralama bilgilerinin yer aldığı listede detaylı veri setini kullanarak, sel riski ile hem satışa hem de kiralamaya tabi konut maliyetleri arasındaki ilişki araştırılmış olup, Hedonik Regresyon teknikleri kullanılarak sunulan çalışmada taşkın olaylarının olumsuz bir etkisi olduğu, taşkından etkilenen ve 200 metre mesafeye kadar olan alanlarda, mülk değerlerini etkilediğini gösteren kanıtlar tespit edilmiştir.

Beltrán, Maddison ve Elliott (2019) tarafından yapılan çalışmada, 1995 ve 2014 yılları arasında İngiltere’de sel baskınlarından etkilenen ve en az iki defa satışa konu olmuş olan 4,8 milyon adet konutun fiyat değişimini analiz etmek için yapılan, 2.654km²’lik bir alanı kapsayan ve İngiltere’de kaydedilen tüm sel olaylarının incelendiği çalışmada bir sel olayından hemen sonra, iç su (nehir) baskınlarının tamamen su altında kaldığı yerlerdeki konut fiyatlarının, taşkın olmayan mülklerden ortalama olarak %24,9 daha düşük olduğunu; buna karşın kıyı sellerinin tamamen su altında kaldığı bir yerdeki konut fiyatının %21,1 daha düşük olduğunu

göstermektedir. Bununla birlikte, değer kayıplarının kısa ömürlü olduğunu ve kaybın 5 yıl sonra iç su baskınlarından etkilenen mülkler için istatistiksel olarak anlamı kalmadığı, kıyı taşkınlarından etkilenen mülklerde ise sadece 4 yıla düştüğü gözlenmiştir. Bununla birlikte, düşük fiyatlı mülklerde, sel sonrası fiyatlardaki kayıp miktarı hem iç taşkınlarda hem de kıyı taşkınlarında 6-7 yıla kadar gözlenebilmektedir. Etkinin büyüklüğü taşınmazların özelliklerine, taşkınların özelliklerine ve taşkın koruma yapılarının varlığına da bağlıdır.

2. GENEL KISIMLAR

Dünya Ekonomik Formu, ortaya çıkması durumunda önümüzdeki 10 yıl içinde birkaç ülke veya endüstri için önemli ve olumsuz etkiye neden olabilecek belirsiz bir olay veya koşulu “küresel risk” olarak tanımlamıştır (World Economic Forum, 2018). Bu risklerden biri olan “Çevresel Küresel Risk” grubu ekstrem hava olayları (sel, fırtına vb.), iklim değişikliğini hafifletme veya kontrol etmeyi başaramama, biyo-çeşitlilik kaybı ve ekosistemin (karasal ve denizel) çöküşü, insan eliyle meydana gelen çevresel hasar ve afetler (petrol döküntüleri, radyoaktif kirlenme, vb.) ile deprem, volkanik aktiviteler, heyelanlar, tsunamiler veya jeomanyetik fırtınalar gibi coğrafik afetlerden kaynaklanan önemli maddi hasar, altyapı ve / veya çevresel zararları da kapsayan önemli doğal afetler söz edilen alt gruba dahil edilmiştir (World Economic Forum, 2018). Dünyanın en büyük reasürans şirketlerinden biri olan Munich RE, 2019 yılı raporunda felaketleri coğrafik, meteorolojik, hidrolojik ve klimatolojik olaylar olarak dört sınıfa ayırmaktadır (Munich RE, 2019).

CRED (*Centre for Research on the Epidemiology of Disasters / Afet Sonrası Salgınları Araştırma Merkezi*) tarafından 1988 yılında kurulan ve 1900 yılından itibaren dünyadaki 22.000’den fazla kitle felaketinin oluşumu ve etkileri hakkında temel verileri içeren EM-DAT (*Emergency Events Database / Acil Durumlar Veri Tabanı*) kayıtlarında Türkiye sınırlarında meydana gelmiş olan felaketler incelendiğinde ülkemizde 1903 ile 2018 yılları arasında can kaybı, etkilenme ve maddi zarara sebep olan 78 deprem, 41 sel, 13 heyelan, 10 fırtına, 7 yüksek sıcaklık, 5 yangın ve 1 kitle hareketi olmak üzere 155 olayın meydana geldiği görülmektedir. (CRED, 2019). Aşağıdaki tablolarda (**Tablo 2.1**, **Tablo 2.2**) medyana gelen can kayıpları, etkilenen kişi sayıları ve meydana gelen zararlar olay türlerine göre gösterilmektedir. Bu olaylardan 21 ade-

di İstanbul üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak etkilemiş; altı adet depremde cankaybı 22.681 kişi, olaylar nedeniye yaklaşık 1,6 milyon kişi etkilenmiş, toplam zarar ise 21 milyon Amerikan doları olara tespit edilmiştir (CRED, 2019).

Genel olarak bakıldığında meydana gelme olasılığı en yüksek olan çevresel riskler olan felaketler önemli kitleleri doğrudan/dolaylı veya maddi/manevi olarak etkilediği için dikkate alınması gereken; alınmadığında ise kendisini olasılıklar içerisinde tekrar ederek geçmişten ders almayanlar toplumlar ya da kişilerin hayatlarında bir anda ana haber bültenlerinde manşet olup kendini izlettirirken insanlara korku salmaya da bu sayede yer bulmaktadır. Bu durumun ana sebebi yukarıda da bahsedildiği üzere felaketlerden ders almayı başaramayan ya da hafızası olmayan toplumlar olmaktadır.

Tablo 2.1: Türkiye sınırları içerisinde maddi zarara neden olan felaketler (CRED, 2019)

| Afet Türü | Olay Sayısı | Can Kaybı | Etkilenen Kişi | Toplam Zarar ('000 USD) |
|------------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Deprem | 78 | 89,236 | 6,924,689 | 24,685,400 |
| Aşırı Sıcaklık | 7 | 100 | 8,450 | 1,000 |
| Sel | 41 | 1,359 | 1,785,020 | 2,195,500 |
| Heyelan | 13 | 463 | 13,587 | 26,000 |
| Kütle Hareketi (Kuru) | 1 | 261 | 1,069 | - |
| Fırtına | 10 | 98 | 13,909 | 602,200 |
| Yangın | 5 | 15 | 1,150 | - |
| Genel Toplam | 155 | 91,532 | 8,747,874 | 27,510,100 |

Tablo 2.2: Türkiye’deki afetlerde ölüm ve yaralıların sayısı
(1900 - 2018) (TABB, 2018)

| Afet türleri | Olay Sayısı | | Can Kaybı | | Yaralı | |
|-------------------------------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | f | % | f | % | f | % |
| Deprem | 3368 | 7 | 95544 | 95,6 | 47411 | 77,2 |
| Ekstrem kış koşulları | 845 | 2 | 143 | 0,1 | 944 | 1,5 |
| Taşkın | 6069 | 12 | 232 | 0,2 | 116 | 0,2 |
| Heyelan | 16223 | 33 | 36 | 0,0 | 41 | 0,1 |
| Çığ | 1892 | 4 | 128 | 0,1 | 80 | 0,1 |
| Fırtına | 1816 | 4 | 264 | 0,3 | 326 | 0,5 |
| Kontrol edilemeyen yangınlar | 2256 | 5 | 41 | 0,0 | 42 | 0,1 |
| Patlama | 601 | 1 | 256 | 0,3 | 1352 | 2,2 |
| Kentçi yangınlar | 608 | 1 | 57 | 0,1 | 250 | 0,4 |
| Terör | 441 | 1 | 202 | 0,2 | 548 | 0,9 |
| Trafik kazaları | 1359 | 3 | 1128 | 1,1 | 7373 | 12,0 |
| Diğer | 14097 | 28 | 1897 | 1,9 | 2941 | 4,8 |
| TOPLAM | 49575 | 100 | 99928 | 100 | 61424 | 100 |

2.1. DEPREMSELLİK

EM-DAT veritabanı 1900-2018 yılları arasını kapsayacak şekilde incelendiğinde Gölcük (1999) depreminin 20 milyar dolar, Van (2011) depreminin 1,5 milyar dolar, Düzce (1999) depreminin 1 milyar dolar, Erzincan (1992) depreminin 750 milyon dolar ve Ceyhan (1998) depreminin 550 milyon dolar ile ülke genelinde doğal afetlerden meydana gelmiş olan zararın %89,7’sini oluşturduğu görülmektedir (Tablo 2.3) (CRED, 2019).

Tablo 2.3: Türkiye sınırları içerisinde maddi zarara neden olan depremler (CRED, 2019)

| Etkilediği Yerler | Tarih | Magnitüd (Richter) | Ölü Sayısı | Etkilenen Kişi Sayısı | Zarar ('000 \$) |
|--|------------|--------------------|------------|-----------------------|-----------------|
| Izmit, Kocaeli, Yalova, Golcuk, Zonguldak, Sakarya, Tekirdag, Istanbul, Bursa, Eskisehir, Bolu | 17.08.1999 | 7.6 | 17127 | 1358953 | 20,000,000 |
| Van, Bitlis, Hakkâri | 23.10.2011 | 7.1 | 604 | 32938 | 1,500,000 |
| Duzce, Bolu, Kaynasli | 12.11.1999 | 7.2 | 845 | 224948 | 1,000,000 |
| Erzincan | 13.03.1992 | 6.8 | 653 | 348850 | 750,000 |
| Adana, Ceyhan, Hatay | 28.06.1998 | 6.3 | 145 | 1589600 | 550,000 |
| Simav (Kutahya) | 19.05.2011 | 5.8 | 3 | 10121 | 244,000 |
| Dinar, Evciler | 1.10.1995 | 6.1 | 94 | 160240 | 205,800 |
| Bingol, Celtiksuyu, Sancak, Gokdere, Gozeler (Bingol) | 1.05.2003 | 6.4 | 177 | 290520 | 135,000 |
| Bolvadin (Afyon) | 3.02.2002 | 6.5 | 42 | 252327 | 95,000 |
| Gediz | 28.03.1970 | 7.2 | 1086 | 83448 | 55,600 |
| Corum-Amasya | 14.08.1996 | | 0 | 26006 | 30,000 |
| Muradiye | 24.11.1976 | 7.6 | 3840 | 216000 | 25,000 |
| Horasan, Pasinler, Narman (Erzurum), Kars | 30.10.1983 | 7.1 | 1346 | 834137 | 25,000 |
| Erzincan | 26.12.1939 | 8 | 32962 | 0 | 20,000 |
| Varto | 19.08.1966 | 6.9 | 2394 | 109500 | 20,000 |
| Lice | 6.09.1975 | 6.6 | 2385 | 53372 | 17,000 |
| Bingol, Erzincan | 22.05.1971 | 6.8 | 878 | 88665 | 5,000 |
| Bursa & Balikesir (West) | 6.10.1964 | | 23 | 13100 | 5,000 |
| (1) W.Turkey - (2) E.Turkey - (3) W.Turkey | 22.07.1967 | | 183 | 326073 | 3,000 |

2.2. HEYELANLAR

EM-DAT (Emergency Events Database / Acil Durumlar Veri Tabanı) veri tabanında Türkiye sınırları içerisinde meydana gelen felaketler incelendiğinde 1900-2018 yılları arasındaki en fazla can kaybına sebep olan heyelan, toprak kayması ve çığ felaketleri **Tablo 2.4**'de gösterilmiştir

(CRED, 2019). Tablo incelendiğinde Senirkent (Isparta)’da 10.07.1995 tarihinde meydana gelen çamur akmasında 74 kişi hayatını kaybederken, Çatak (Trabzon)’da 23.06.1988 tarihinde meydana gelen heyelanda 64 kişi hayatını kaybetmiştir.

Tablo 2.4: 1900-2018 yılları arasındaki heyelan, toprak kayması ve çığ felaketleri (CRED, 2019)

| Felaket Alt Türü | Etkilenen Yer | Tarih | Ölü Sayısı | Etkilenen Kişi Sayısı |
|------------------|--|------------|------------|-----------------------|
| Heyelan | Sarılar village (Tekirdağ) | 8.07.2018 | 24 | 100 |
| Heyelan | Sirnak | 28.01.2013 | 7 | 0 |
| Heyelan | Gundogdu (Merkez, Rize) | 27.08.2010 | 13 | 206 |
| Heyelan | Trabzon (Merkez, Trabzon), Giresun (Merkez, Giresun) | 21.11.2009 | 4 | 0 |
| Heyelan | Sugozu (Koyulhisar, Sivas) | 17.03.2005 | 15 | 9 |
| Heyelan | Camlihemsin, Cayeli, Ardesen (Rize) | 10.11.2001 | 9 | 600 |
| Çamur Akması | Senirkent (Isparta) | 10.07.1995 | 74 | 12'046 |
| Heyelan | Catak (Trabzon) | 23.06.1988 | 64 | 620 |
| Heyelan | Ayvazhau village (Kayseri) | 27.03.1980 | 40 | 0 |
| Heyelan | Ordu | 12.09.1976 | 40 | 0 |

2.3. SU BASKINLARI

EM-DAT veritabanı incelendiğinde 1900-2018 yılları arasındaki su baskınları **Tablo 2.5**'de sunulmuştur. Zonguldak, Karabük, Bartın ve Sakarya illerinde 1998 yılında etkili olan taşkınların toplam zararının 1 milyar dolar, 2017 yılında İstanbul'da meydana gelen fırtınanın 600 milyon dolar, 2009 yılında İstanbul ve Tekirdağ illerini etkileyen taşkınların 550 milyon dolar ile ülke genelinde doğal afetlerden meydana gelmiş olan zararın%8'ini oluşturduğu görülmektedir (CRED, 2019).

Tablo 2.5: Türkiye sınırları içerisinde maddi zarara neden olan meteorolojik felaketler (CRED, 2019)

| Lokasyon | Tarih | Ölü Sayısı | Etkilenen Kişi Sayısı | Zarar ('000 \$) | Felaket Alt Türü |
|---|------------|------------|-----------------------|-----------------|--|
| Zonguldak, Karabuk, Bartın, Sakarya | 20.05.1998 | 10 | 1'240'047 | 1'000'000 | Ani Su Baskını |
| Istanbul | 27.07.2017 | 0 | 270 | 600'000 | Konvektif Fırtına |
| Ikitelli, Halkalı, Basaksehir (K.cekmece), Kilyos (Sarıyer) Silivri, Catalca (Istanbul) Tekirdag, Saray (Tekirdag) | 7.09.2009 | 40 | 35'020 | 550'000 | Ani Su Baskını (Etkilenen Alan: 3,167 km ²) |
| Antalya (Merkez, Antalya), Mersin (Merkez, Icel), Siverek, Ceylanpinar, Suruc (Sanliurfa), Bismil, Cinar (Diyarbakir), Cizre, Silopi, Uludere (Sirnak), Merkez, Hasankeyf (Batman), Beykoz, Sariyer (Istanbul), Yuksekova, Semdinli (Hakkari) | 27.10.2006 | 47 | 63'015 | 317'000 | Ani Su Baskını (Etkilenen Alan: 122,300 km ²) |
| Giresun, Gumushane, Trazbon | 18.06.1990 | 51 | 4'500 | 150'000 | Nehir Taşması (Etkilenen Alan: 122,300 km ²) |
| Izmir, Antalya, Isparta | 4.11.1995 | 63 | 306'617 | 50'000 | Sel (Etkilenen Alan: 14,860 km ²) |
| Carsamba, Salipazari (Samsun), Tokat | 27.05.2000 | 2 | 1'000 | 40'000 | Nehir Taşması (Etkilenen Alan: 17,000 km ²) |
| Diyarbakir, Malatya, Adiyaman, Elazig, Bingol, Mus | 16.05.1991 | 42 | 500 | 25'000 | Ani Su Baskını |
| Konak (Izmir), Erdemli, Merkez, Tarsus (Icel), Antalya, Adana | 2.12.2001 | 5 | 570 | 25'000 | Nehir Taşması (Etkilenen Alan: 40,170 km ²) |
| Bitlis (Eastern Turkey) | 2.05.1995 | 0 | 201 | 23'500 | Nehir Taşması (Etkilenen Alan: ?? km ²) |
| Anatolia | /03/1980 | 75 | 60'000 | 15'000 | Sel (Etkilenen Alan: 14,880 km ²) |
| Southern | 8.05.1964 | 0 | 12'000 | 2'200 | Konvektif Fırtına |

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu bölümde, öncelikle İstanbul'un her iki yakasında yer alan jeolojik birimler yaygın kullanımlarına göre ve jeokronolojik olarak sınıflandırılmış, bu birimlere ait bölgesel jeoloji, yapısal jeoloji, jeoteknik veriler ayrı ayrı yer verilmiştir. İlin genel jeolojisi ve yapısal jeolojisinden sonra kaya ve zemin ortam bilgileri ve dağılımı, yerel zemin koşulları deprem yer hareketinini değerlendirilmesi, heyelan alanları, sıvılaşma ve taşıma gücü düşük alanlardan sonra taşkın alanlarına değinilmiştir.

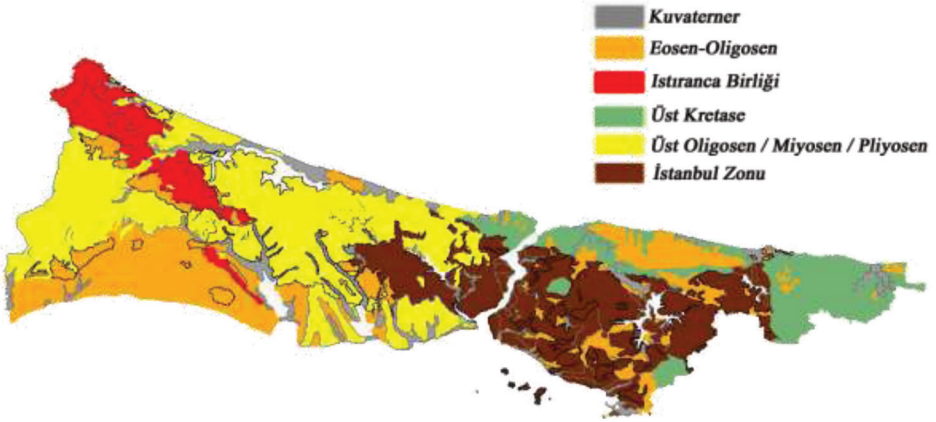
3.1. BÖLGESEL JEOLJİ

İstanbul Anadolu yakasında kronolojik olarak en altta yer alan birimler Paleozoik yaşlıdır. Bu birimler Alt Ordovisyen'den Alt Karbonifer'e kadar uyumlu bir istif oluştururlar (**Şekil 3.1**). Genellikle kırıntılı ve karbonatça zengin bu birimler, uğradıkları yoğun tektonizma nedeniyle karışık bir yapı kazanmışlardır. İnceleme alanındaki Paleozoik yaşlı birimler Kurtköy, Aydos, Gözdağ, Dolayoba, Kartal, Tuzla, Baltalimanı ve Trakya formasyonlarıdır.

İstanbul Zonu olarak da literatüre giren Paleozoyik yaşlı istifin en altında, yaygın olarak pembemsi-mor renkli arkozlardan meydana gelen Alt Ordovisyen yaşlı Kurtköy formasyonu yer alırken bu birim üzerine uyumlu olarak gelen Orta-Üst Ordovisyen yaşlı kuvarsarenitlerden oluşan Aydos formasyonu; onun üzerine ise kuvarsarenit mercekli lamineal şeyl birimlerinden oluşan Üst Ordovisyen-Siluriyen yaşlı Gözdağ formasyonu uyumlu olarak gelmektedir. Bu birim üzerine ise Silüryen yaşlı Dolayoba formasyonunun resifal kireçtaşı-kumtaşları; onun üzerine ise sırasıyla Devoniyen yaşlı Kartal ve Tuzla formasyonları gelmiştir. Kartal formasyonu; kalsitürbidit aratabaklı şeyllerden; Tuzla formasyonu ise yumrulu kireçtaşlarında meydana gelmiştir. Paleozoyik istifin en üzerine ise İstanbul'un her iki yakasında da görülen kahve renkli kumtaşı (grovak, kirli vake), şeyl ve ki-

reçtaşı merceklerinden oluşan Trakya formasyonu gelmektedir (**Şekil 3.2**).

İstanbul Zonu olarak tanımlanan Paleozoyik birimlerin üzerine ise diskordan olarak Kocaeli yarımadasının doğu kesiminde karasal kırıntılardan oluşan Kapaklı Formasyonu ve onun üzerine gelen yumrulu kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşından oluşan Tepecik Formasyonu olarak adlandırılan Kocaeli Triyası gelmektedir. Trakya yarımadasında ise kireçtaşı ve killi-kireçtaşından oluşan Soğucak formasyonu, bu birimin üzerine ise geçişli ve aşmalı olarak Marn ve kil ardışımından oluşan Ceylan formasyonu gelirken bu karbonatlı birimin üzerine Oligosen yaşlı birimler gelmektedir. Kocaeli yarımadasında Eosen istifi olarak Şile bölgesinde bol fosilli kumtaşı çakıltası ve miltaşından oluşan Yunuslubayır Formasyonu ile olistostrom ve moloz akıntısı içeren Şile formasyonu gelmektedir. İstanbul'un her iki yarımının Karadeniz ve Boğaziçi'ne bakan kesimlerinde ise Üst Kretase yaşlı Sarıyer Formasyonu ile onu üzerleyen Akveren Formasyonu yer almaktadır.



Şekil 3.1: İstanbul jeoloji haritası (İBB, 2011'den uyarlanmıştır).

Trakya Yarımadası'nda Büyükçekmece - Hadımköy - Küçükçekmece arasındaki alanda genellikle kil, volkanik malzeme, kömürlü ara seviyelerden oluşan ve karasal ortamda çökelmiş Gürpınar formasyonu; örgülü akarsu ürünü olan ve gevşek tutturulmuş, blok, çakıl, kum ve siltten meydana gelen Çukurçeşme formasyonu gelirken Üst Miyosen döneminde gelişen geçici göllerde meydana gelen kil çökelimleri sonucunda yeşil renkli, ince laminalı, plastik yapıdaki Güngören formasyonu gelirken bu birim üzerine kireçtaşı-kil-marn ardalanmalı Bakırköy formasyonuna gelmek-

tedir. Bu birimler üzerine ise Kuvaterner yaşlı ve kum-çakıl mercekli kil içeren Kuşdili formasyonu ile genellikle vadiler içinde sınırlı kalınlıklarda olan alüvyonel alanlar ve yapay dolgu gelmektedir.

| Dönem | Seri / Devre | Kısaltma | Kalınlık (m) | Grup | Formasyon | Litoloji |
|-------------|---------------------------------|----------------------------|--------------|--------------------|-----------------------------------|---|
| KUVATERNER | HOLOSEN (Güncel) | Qyd | 16 | | Yapay Dolgu | Atık, moloz ve yapay dolgu |
| | | Qy | | | Yamaç Molozu | |
| | | Qal | 10 | | Alüvyon | Gevşek çakıl-kum-kil |
| | | Qs | | | Seki birikintisi | |
| | HOLOSEN | Qk | 75 | | Kuşdili Formasyonu | Kil, kum-çakıl mercekli |
| NEOJEN | ÜST MİYOSEN - PLİYOSEN | Nb | 40 | | Bakirköy Formasyonu | Maktra-kireçtaşı-marn-kil |
| | | Ng | 110 | | Güngören Formasyonu | Kum mercekli gri killer |
| | | Nç | 40 | | Çukurçeşme Formasyonu | Gevşek blok-çakıl-kum-kil |
| | | Pö | 75 | | Ömerli Formasyonu | |
| PALEOJEN | ÜST OLİGOSEN - ALT? ÜST MİYOSEN | | | | diskordans | |
| | ORTA OLİGOSEN - ALT MİYOSEN | Pg | 300 | | Gürpınar Formasyonu | Çakıltası-kireçtaşı, marn, kömür-kil, tuf / Tüfit, kumtaşı-çakıltası, kil |
| | ÜST EOSEN - ALT OLİGOSEN | Pc | 45 | Kırklareli Grubu | Ceylan Formasyonu | Marn ve aratabakalı çamurtaşı kırıntılı kireçtaşı, |
| | ORTA EOSEN - ÜST EOSEN | Ps | 50 | | Soğucak Formasyonu | Resifal ve resif-önü karbonatları |
| | ORTA EOSEN | Py | 50 | | Yunuslubayır Formasyonu | |
| | ÜST PALEOSEN - ALT EOSEN | Pş | 150 | | | Şile Formasyonu |
| | KRETASE | ÜST KRETASE - ALT TERSİYER | KPa | 390 | | Akveren Formasyonu |
| ÜST KRETASE | | Ks | 300 | | Sarıyer Formasyonu | Mikrit-marn-çamurtaşı-tüfit ardışımı/Andezit, Bazalt |
| | | | | | diskordans | |
| TRİYAS | ÜST TRİYAS | Trüt | 140 | Gebze Grubu | Tepecik Formasyonu | Halobialı şeyl |
| | ALT TRİYAS | Trak | 550 | | Kapaklı Formasyonu | Kırmızı karasal kırıntılılar |
| | | | | | | diskordans |
| PERMİYEN | PERMİYEN | Psg | | | Sancaktepe Graniti | Istranca Birliği |
| KARBONİFER | ALT KARBONİFER | Ct | 2000 | İstanbul Grubu | Trakya Formasyonu | Türbidit kumtaşı ve çakıltası ile gri şeyller |
| | ORTA-ÜST DEVONİYEN | Dt | 175 | | Tuzla Formasyonu | Yumrulu kireçtaşı |
| DEVONİYEN | ALT - ORTA DEVONİYEN | Dk | 700 | | Kartal Formasyonu | Şeyl, kalsitürbidit aratabakalı |
| | ÜST SİLÜRİYEN - ALT DEVONİYEN | SDd | 400 | | Dolayoba Formasyonu | Kireçtaşı (biyolitit, biyosparit, biyomikrit) |
| ORDOVİSİYEN | ÜST ORDOVİSİYEN | Og | 700 | | Gözdağ Formasyonu | Laminalı şeyl, kuvarsaranit mercekli |
| | | Oa | 300 | Aydos Formasyonu | Kuvarsaranit, kuvars çakıltası | |
| | ALT ORDOVİSİYEN | Ok | 500 | Kurtköy Formasyonu | Mercekli çakıltası, kumtaşı, şeyl | |

Şekil 3.2: İstanbul il geneli için geliştirilmiş kronostratigrafik birimlerin değişimi

3.1.1. ANADOLU YAKASI PALEOZOYİK LİTOSTRATİGRAFI BİRİMLERİ

İstanbul zonu bir kuşak halinde İstanbul Boğazı batısındaki Kemerburgaz dolayından doğuya doğru devam eden ve güneyden Kuzey Anadolu Fay zonu ile sınırlanmakta olup İstanbul'un Anadolu yakasını ve Batı Karadeniz bölgesinin stratigrafik olarak dikkat çekici ve ayırıcı özelliği Paleozoyik temelini meydana getirmektedir.

İstanbul Paleozoyik istifi olarak da adlandırılan bu yapı İstanbul'un çoğunlukla Anadolu yakası ve çevresi değişik yaşlardaki litostratigrafi birimleriyle temsil edilmektedir. Alttan üste doğru oluşturan birimler aşağıda sıralanmış olup formasyon isimleri farklı araştırmacılar tarafından farklı adlanmalarda olmakla birlikte bu çalışmada genel anlamda en bilinen adlamalara yer verilmiştir:

En altta ve en yaşlı olan Kurtköy Formasyonu, Aydos Formasyonu, Gözdağ Formasyonu, Dolayoba Formasyonu, Kartal Formasyonu, Tuzla Formasyonu, Baltalimanı Formasyonu ve istifin en üstünde bulunan en diğerlerine göre en genç yaşta olan Trakya Formasyonu ile istif son bulmaktadır. Bunlardan Erken Ordovisyen yaştaki Kurtköy ve Aydos formasyonlarının mostralarının Batı Karadeniz'e kadar yayılım gösterirken; Dolayoba, Kartal, Tuzla ve Trakya formasyonları ise sadece İstanbul çevresine özgü yayılım sergilemektedirler.

3.1.1.1. Kurtköy Formasyonu (Ok)

İstanbul Paleozoyik İstifi'nin görünür tabanı bu birimi 1938 yılında Paeckelmann tarafından incelenen birim daha sonrasında Arkoz, gre ve konglomeraları (Abdüsselamoğlu, 1963), Arkoz Formasyonu (Baykal ve Kaya, 1965) olarak tanımlandıktan sonra Haas (1968) tarafından "*Kurtköy Tabakaları*" olarak adlanan birimi daha sonra Kaya (1978) Kurtköy Arkoz Birimi olarak adlandırmış ve son olarak Önalın (1981) birim için Kurtköy Formasyonu adını kullanmıştır. İstanbul il genelinde bazı çalışmalarda Kurtköy Formasyonu'nun da altında olduğundan söz edilen Kocatöngel Formasyonu'nun yer aldığı konusunda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada temel kayacı olarak Kocatöngel olarak tanımlanan birim

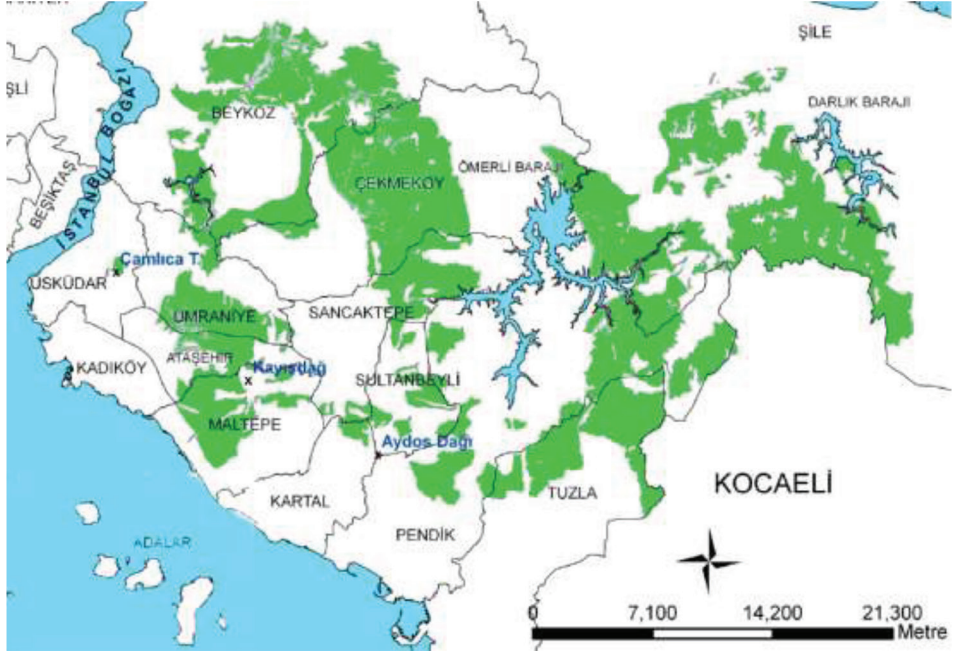
Kurtköy Formasyonu altında inceleme ve analiz çalışmalarında yer almıştır.

Birimin tip yeri, İstanbul'un Anadolu yakasında Pendik kuzeydoğusundaki Kurtköy ve dolayında olmakla birlikte Zümrütevler, Gülsuyu, Gülsensu ve Başbüyük Mahalleleri civarında, Aydos Dağı Mevkii'nde, Büyükbakkalköy ve Samandıra civarında, güneydoğusunda ise Hürriyet Mahallesi civarında da birçok mostra vermektedir (Şekil 3.3). Bu birim konglomera, kumtaşı ve şeyl olarak üç ana litolojiden oluşmaktadır. Konglomeralar genellikle mor ve kırmızı-kırmızımsı bordo renklerde, alterasyon geçirmiş olan kısımları ise gri-mor renklerde görülür. Tanelerin boyları çoğun 4 cm ve genelde orta-iyi boylanma gösterir. Konglomeralar içerisinde 5 cm'ye kadar ulaşan bağıt biçimli mor renkli şeyl parçaları bulunmaktadır. Taneler, çoğunlukla kuvars, daha az oranda metamorfik ve volkanik kaya parçalarından oluşmaktadır. Kumtaşı seviyeleri mor-gri arasında, genelde orta-kaba taneli, çok iyi boylanmış olup, taneler köşeli-yarı köşelidir. İnce kesit üzerinde yapılan incelemelerde ise serisitleşmiş kil matrisinde kuvars, feldspat, mika ve litik taneler gözlenmiştir (Gutsuz, 2008). Şeyl seviyeleri ise mor ve mor-gri renkli, kalınlıkları 2-10 cm arasında değişen tabakalanmalıdır. Şeyl düzeyleri formasyon içinde 5 m'ye değişen kalınlıklarda yer alır. Kurtköy Formasyonu üstte doğru tane boyu incelen bir istif oluşturur.

Birimin İstanbul çevresindeki kalınlığı 300 ile 700 metre arasında değişir (Gedik ve Önal, 2001). Fosil içermeyen birimin yaşı Paeckelmann (1938) ve Ketin (1959) tarafından Üst Silüryen, Arıç (1955) ve Abdüsselamoğlu (1963) tarafından Ordovisyen, Yalçınlar (1956) ise Ordovisyen ortasından daha yaşlı olarak ifade edilirken Önal (1981) tarafından birimin üzerine geçişli olarak gelen ve yaşı Landoveriyen olarak belirlenen Gözdağ Formasyonu'ndan dolayı, Ordovisyen olarak değerlendirilmiştir. İstanbul çevresinde birimin yaşı, stratigrafik konumuna göre en Erken Ordovisyen olarak belirtilmiştir (Kaya, 1978).

Önal (1981)'a göre, bu formasyonu oluşturan kalın karasal çökeller, sıcak veya ılıman iklim koşullarında yer yer volkanik damarlarla katedilmiş granitik ve metamorfik bir kaynak araziden türetilmiş olabileceği; tek-

rarlanan istiflerin oluşmasının ise kaynak alanın faylanma ile zaman zaman hareketliliğini ve benzer çökme koşullarının tekrarlandığını gösterdiğini belirtmiştir. Formasyonun tekrarlanan istiflerden oluşması, fosilsiz oluşu ve rengi, bu birimin karasal ortamda çökeldiğini göstermektedir. Bu karasal ortamın ise akarsu ortamı olduğu düşünülmektedir (Gutsuz, 2008).



Şekil 3.3: Kurtköy formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

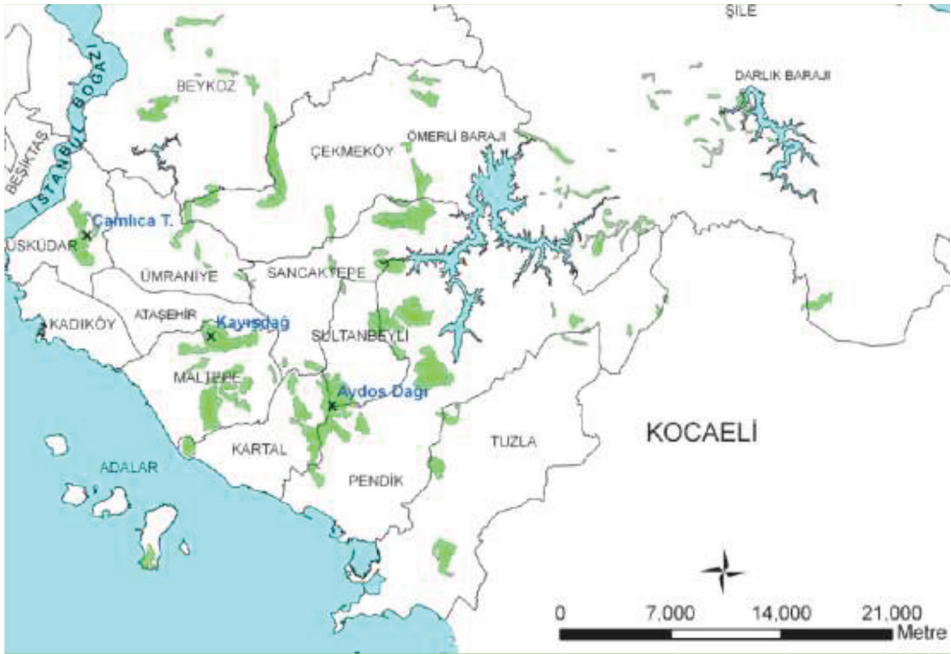
3.1.1.2. Aydos Formasyonu (Oa)

İlk kez 1938 yılında Paeckelmann tarafından incelenen birim daha sonrasında Baykal ve Kaya (1965) tarafından Ortokuarsit formasyonu, Haas (1968) tarafından Ayazma Tabakaları, Kaya (1978) tarafından ise Aydos Kuvarsarenit birimi olarak adlanan birim için daha sonra Seymen (1995) ve Önalın (1981) tarafından Aydos Formasyonu adı verilmiş ve bu isim kabul görmüştür.

Birimin tip yeri Aydos dağındadır. Aşınmaya karşı dayanımlı olması nedeniyle bu birimi oluşturan kuvarsarenitler İstanbul çevresindeki Çamlıca, Kayışdağı, Aydos tepesi, Alemdağ ve Göztepe gibi görece yüksek alanların çoğunluğunu oluşturur. Ayrıca birimin Kınalıada, Orhantepe, Büyükada,

Yakacık Mahallesi, Ayazma Tepe, Dolayoba Mevkii'nde, Hürriyet Mahallesi'nde, Soğanlık Yeni Mahalle civarında tipik yüzeylenmeleri gözlenir (Şekil 3.4). Birim altta Kurtköy Formasyonu ile olan uyumlu sınır faylarla kesilmiş veya bindirme ile bu birimin üzerine gelmiş; üst sınırlarında ise Kartal ve Tuzla Formasyonları ile tektonik dokanağı bulunmaktadır.

Çoğunlukla pembemsi, boz renkli kuvars arenitlerden oluşan birim az oranda silttaş, şeyi, sublitarenit, çört ve konglomera ara seviyeleri kapsar. Dalga izleri, kuruma çatlakları, değişik şekillerde çapraz tabakalanmalar, mercekseltabakalanma, ondüleli ve paralel laminalar, derecelenmeler, birincil sedimanter yapılar olarak birimin değişik düzeylerinde gözlenir.



Şekil 3.4: Aydos formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

İçerdiği kuvars konglomerasının tabaka kalınlıkları 20-40 cm arasında, kuvars arenitlerde ise 5-30 cm arasında değişmektedir. Kuvars konglomerasından alınan örneklerden elde edilen İnce kesitler üzerinde yapılan incelemelerde tanelerin kötü boylandığı; kum boyutlu malzemenin, kuvars ve çörtten, çok az miktarda da muskovitlerden oluştuğu; kuvarsarenitlerde

ise tanelerin çok iyi boylanmış, ana minerallerin ise kuvars, çört ve çok az oranda (%1) muskovit olduğu gözlenmiştir (Gutsuz, 2008).

Birimin tip yerinde kalınlığı yaklaşık 300 m'dir (Önalın, 1981). Fosil içermeyen birimin hemen üstüne geçişli olarak gelen Gözdağ Formasyonu'nu Sayar (1969) ve Yalçınlar (1956) Ordovisiyen ortası, Taugourdeau ve Abdüsselamoğlu (1962) Ordovisiyen sonu, Önalın (1981) ise Gözdağ Formasyonu'nun yaşının Landoveriyen olarak belirlenmesinden dolayı Aydos Formasyonu'nun yaşını Orta-Üst Ordovisiyen olarak kabul etmiştir. Aydos Formasyonu çökellerinin Kurtköy Formasyonu'nu oluşturan karasal çökel-lerin oldukça duraylı bir bölgede bol enerjili sığ bir denizde veya sahilinde yeniden işlenmesiyle oluştuğu yorumu yapılmıştır (Önalın, 1981).

3.1.1.3. Gözdağ Formasyonu (Og)

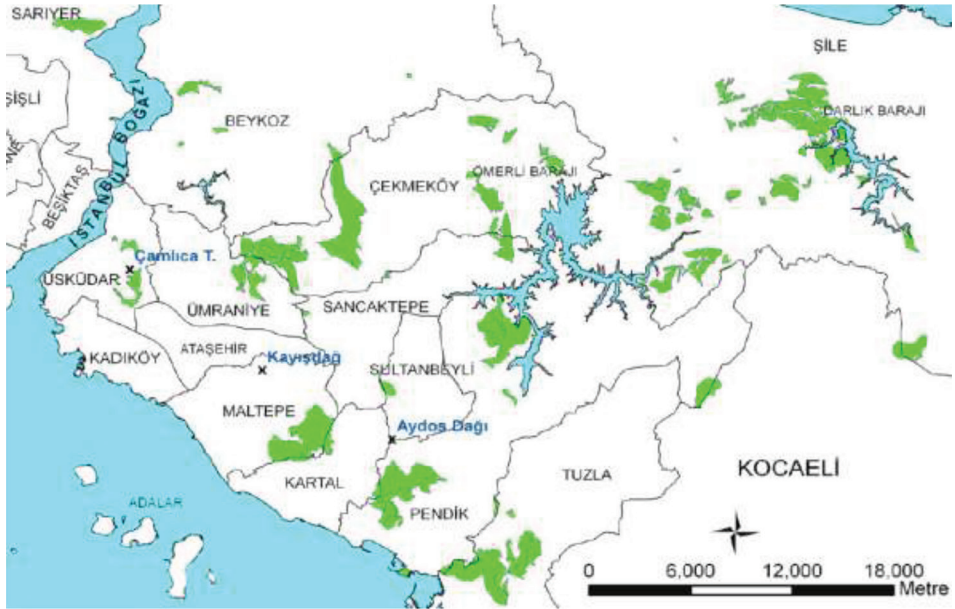
İstanbul Paleozoyik istifinin alttan üste doğru ilk fosilli birimi ilk olarak Paeckelmann (1938), "Halysites-GrauwackenHorizonu" olarak adlandırmıştır. Ketin ve Abdüsselamoğlu (1963), "Zeytini Kumlu Şeyl ve Grovak" olarak tanımlamıştır. Kaya ve Baykal (1966) "Büyükdere şeyli" olarak isimlendirmiş, "Aydos Kuvarsit Birimi"nin "Gözdağı Litarenit Birimi" ile girift olduğunu belirtmiştir. Haas (1968), birimi "KayalidereFolge" olarak isimlendirerek Aydos Formasyonu'nun kuvarsitleriyle yersel olarak merceklediğini belirtmiştir. Önalın (1982), kuvarsitler üzerine geçişli olarak gelen ve genel olarak şeyl ve grovaplardan oluşan Gözdağ Formasyonu olarak adlanmıştır.

Gözdağ Formasyonu'nun tip yeri Pendik ilçesi kuzeyindeki Gözdağ tepedir. Ayrıca, İstinye, Büyükdere ve Çengelköy dolaylarında birim tipik yüzeylemeler sunmaktadır (Şekil 3.5). Birim, altta Aydos Formasyonu ile uyumlu ve tedrici, üstte ise Dolayoba Formasyonu ile yanal ve düşey yönde geçişlidir.

Formasyon içindeki birimler yeşilimsi açık kahve/gri renkli, kalınlığı değişken tabakalı şeyl ve grovaplara ile şeyl, kumtaşı, demirli arenit, kireçtaşı içerir. Formasyon içinde üstte doğru merceksele ve ince-orta tabakalı feldspatik kumtaşı ara tabakaları ve bu kesim üzerinde ise kuvars arenit-yarı feldspatlı-arenit mercekleri içeren şeyller gözlenmektedir.

Önalın (1982), birimin bol kuvars kırıntılı şeyl, feldispatlı vake, demirli arenit, oolitik şamosit, kireç vake taşları gibi yer, yer değişik fasiyelerden oluştuğunu belirtmiş, formasyonun Gözdağ çevresinde 700 metre kalınlıkta olduğu ifade edilmiştir. Akyüz (1987) ise Büyükdere çevresinde alt sınırı görülmemesine karşın 720 metrelik stratigrafik kalınlıkta olduğu belirtilmiştir.

Birimin alt seviyelerinde bulunduğu brakliyopodlar ile üst seviyelerindeki mercan faunasına dayanarak Ordovisyen-Silüryen sınırını birimin alt seviyelerinden geçirilebileceği ifade edilmiş olup (Sayar, 1979), Önalın (1981) ve Haas (1968) ise fosil içeriğine göre birimin yaşının Landoveriyen olduğunu belirtmiştir.



Şekil 3.5: Gözdağ formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

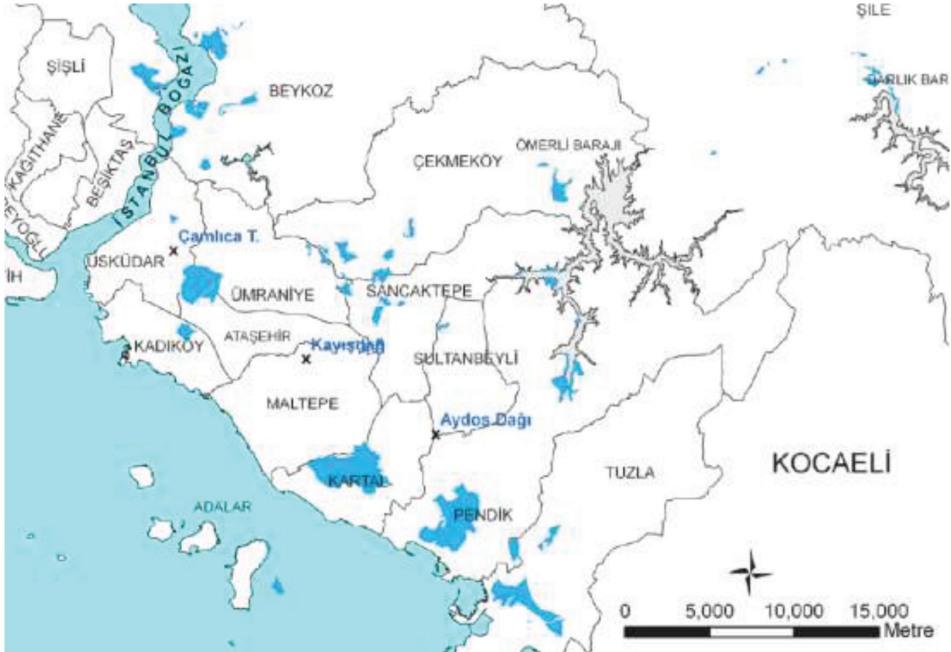
Gözdağı Formasyonu kötü boylanmalı bir litolojiye sahiptir ve nedenle düşük enerji koşullarında çökelmiştir. Ayrıca birim içerisinde oolitik şamosit ile hematitik kumtaşı gibi bazı demirce zengin seviyeler bulunması, bu birimin sığ sularda oluşmuş olacağını; içerisindeki fosil kapsamı olması nedeniyle ortamda fazla ılıman bir iklimin hüküm sürdüğünü düşündürmektedir. Gözdağı Formasyonunun, plaj çökellerinden oluşan Aydos Formasyonu ve akarsu çökellerinden oluşan Kurtköy Formasyonu ile uyumlu

ilişkinin olması birimin lagün ortamında çökelmiş olduğunu göstermektedir (Önalın, 1982).

3.1.1.4. Dolayoba Formasyonu (SDd)

İstanbul Paleozoyik istifinde alttan üste doğru, tümüyle kireçtaşlarından oluşan ilk birim olan Dolayoba Formasyonu, ilk defa Penck (1919) tarafından “Kalkerli Pendik Fasiyesi” olarak adlandırılmıştır. Baykal ve Kaya (1963), birimi “Kalsit Damarlı Mavi Kalker” olarak isimlendirmiştir. Kaya (1973) birimi İstinye kireçtaşı olarak adlandırdıktan sonra 1978’de aynı birimi bu kez Dolayoba kireçtaşı ve İstinye formasyonu olarak adlandırmıştır. Önalın (1981) birim adını Dolayoba Formasyonu olarak kullanmıştır.

Dolayoba Formasyonu, adandığı yer dışında, Soğanlık Yeni Mahalle, Soğanlık Orta Mahalle, Cumhuriyet Mahallesi, Soğanlık E-5 kenarı, Kartal Taşocaklarında Mollafenari Köyü çevresinde, Dolayoba (Pelitli) Köyü dolayında ve Tuzla’nın kuzeyinde geniş mostralar vermektedir. Altta Gözdağ Formasyonu, Kartal Formasyonu ile geçişlidir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Dolayoba formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

Alterasyon olan yerleri sarımsı gri, açık gri renklerde, altere olmadığına ise grimsi mavi, mavimsi gri, koyu gri renklerde olup fosilli, yer yer iri yumrulu ve kırıntılı kireçtaşlarından oluşan birimde kireçtaşları yer yer rekristalize ve dolomitleşmiştir. Birimin en alt seviyelerinde oolitik demir (şamozit) oluşumları ve dolomitleşmiş resital kireçtaşları görülmektedir. Gri, pembe, mavi renklerin açık tonlarında, değişik oranda kuvars kırıntıları ve taşınmış fosil parçaları kapsayan kireçtaşları yanal devamlılığa sahip değildir. Yumrulu ve bantlı kireçtaşlarından oluşmaktadır (Önalın, 1981).

Bu birimi oluşturan kireçtaşları oldukça kalın olup geniş alanlarda yüzeylenmektedir. Birimin kalınlığının yaklaşık olarak 400 metre olduğu düşünülmektedir. Paeckelman (1938), Baykal ve Kaya (1963) ve Kaya (1973) birimin yaşının Jediniyen (Alt Devoniyen) olduğunu belirtmiştir. Önalın (1987) ise Dolayoba Formasyonu'nun yaşını Alt Devoniyen (Jediniyen-Sigeniyen) olarak vermiştir. Akyüz (1987), birim içerisinde bulunan bazı fosilleri incelendiğinde ise birimin yaşını Geç Silüryen-Erken Devoniyen olarak belirlenmiştir.

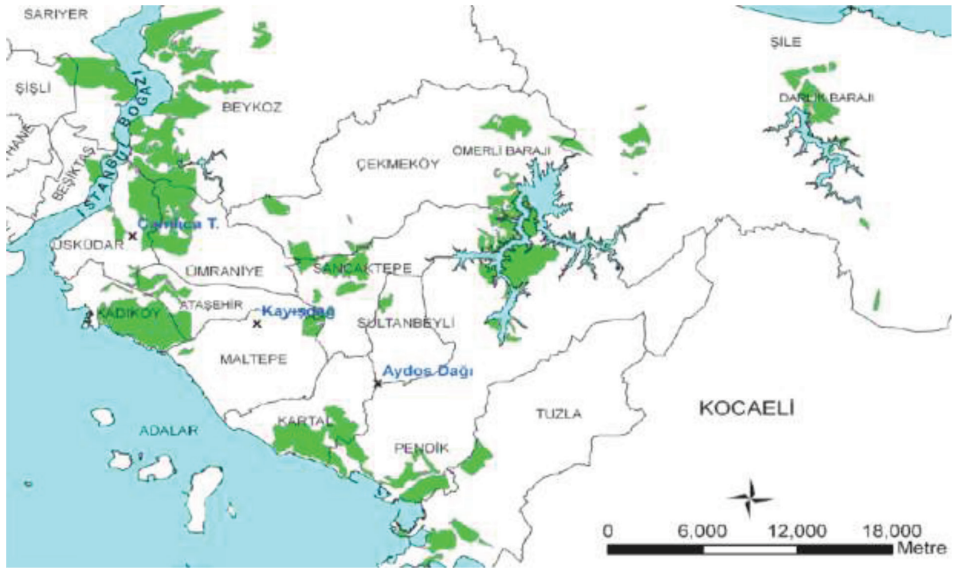
Formasyonu oluşturan kireçtaşlarının dokusu, rengi, tabaka kalınlıkları ve fosil içeriği göz önüne alındığında, sığ denizel bir ortamda çökeldiği anlaşılmaktadır. Bu çalışmada ve önceki çalışmalarda bulunan mercan fosilleri ortamın resifal karakterde olduğu tespit edilmiştir (Gutsuz, 2008). Önalın (1981), bu birimin, resif, resif arası ve resif önü ortamlarında oluştuğunu belirtmiştir. Önalın (1982) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise birimin kıyıya çok uzak olmayan küçük yersel havzaların orta kısımlarında oluştuğunu ifade etmiştir.

3.1.1.5. Kartal Formasyonu (Dk)

Birim ilk kez Haas (1968) tarafından Kartal tabakaları olarak tanımlanmıştır. Kartal Formasyonu adı ise ilk kez Kaya (1973) tarafından Pendik grubu içindeki üç birimden (Kartal formasyonu, Kozyatağı formasyonu ve İçerenköy şeyli) biri için kullanılmıştır. Ancak, Önalın (1987) Pendik grubuna ait formasyonları Kartal Formasyonu adı altında tek bir birim olarak adlandırmıştır.

Kaya (1973) birimin tip kesitinin Kartal-Soğanlı yolu olarak belirtirken; birim tip kesiti gösterdiği yer dışında Büyükbakkalköy, Kartal Taşocakları Mevkii, Kurfalı, Hürriyet ve Cumhuriyet Mahalleleri civarında da mostra vermektedir (Şekil 3.7). Birim altta Dolayoba Formasyonu, üstte Tuzla Formasyonu ile geçişlidir.

Birim, genel olarak bol fosilli, sarımsı kahverengi şeyllerden meydana gelmektedir olup ayrışma rengi açık sarı, açık kahve olup, taze yüzeyleri ise gri-siyah renklerinde görülmektedir. Genellikle laminalı / ince tabakalı bir yapıya sahiptir. Şeyller deformasyonlar ve alterasyon nedeniyle genelde gevrek/çabuk dağılan bir görünüm arzeder. Ancak karbonat çimento ile tutturulmuş düzeyler daha dayanımlıdır. Kireçtaşı tabakaları şeyl tabakalarına göre daha kalın olup; genel olarak şeyl tabakaları 15-20 cm; kireçtaşı tabakaları ise yer yer 100-150 cm kalınlığa ulaşmaktadır (Şen, 2012).



Şekil 3.7: Kartal formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

Birimin ortalama kalınlığının 650-700 m arasında olup; 1000 m'den fazla kalınlığa çıktığı düşünülmektedir. Paeckelmann (1938), birimin yaşını Üst Koblensiyen-Orta Devoniyen'in alt kısmı olarak kabul etmiştir. Haas (1968) bulduğu fosil türlerine göre Geç Emsiyen-Erken Eyfeliyen yaşını kullanmıştır. Kaya (1973) birimin bulunduğu fosillere göre birimin alt

kısımlarını Jediniyen-Koblensiyen'e dahil etmiştir. Önalın (1987)'a göre birimin yaşını içerdđđ bazı fosil verilerine dayandırarak Siegeniyen-Emsiyen-Eifeliyen (Alt-Orta Devoniyen) olarak vermiştir. Akyüz (1987), birim içinde bulduğu ve tayin ettirdđđ fosilleri ile birimi Erken-Orta Devoniyen olarak yaşını belirlemiştir. Dolayoba Formasyonu ve Tuzla Formasyonu ile stratigrafik ilişki göz önünde bulundurulduğunda Sigeniyen (Alt Devoniyen) 'de başlayan çökelpmenin Emsiyen, Eifeliyen ve Jivesiyen (Orta Devoniyen) sonlarına kadar devam ettiğini ifade etmiştir.

Önalın (1987) formasyonun litolojisi, içerdđđ fosilleri ile tabaka yapısı göz önünde bulundurulduğunda dalga tabanının altında, düşük enerjili, açık denizel bir ortamda çökeldiğini; formasyon içerisinde bulunan derin sularda yaşayan fosillerin varlığı sebebiyle birimin derin ve sakin bir ortamda çökeldiğini belirtmiştir.

3.1.1.6. Tuzla Formasyonu (Dt)

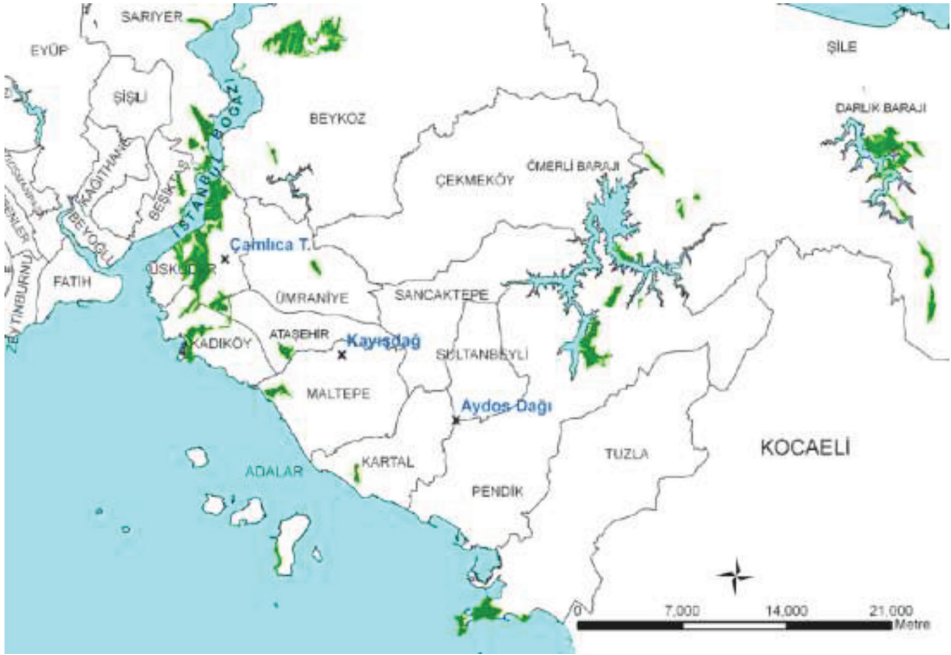
Birim Haas (1968) tarafından Denizli Tabakaları, Kaya (1971) tarafından Büyükada formasyonu olarak kullanılmıştır. Tuzla Formasyonu Önalın (1987) tarafından tanımlanmıştır. Tuzla Formasyonu altta Kartal Formasyonu, genel dizilimde üstte Baltalımanı Formasyonu ile geçişlidir. Birimin kalınlığı 150-200 m arasında değişmektedir (**şekil 3.8**).

Birim alt kesimlerinde koyu gri-siyah renkli, çört yumrulu, ince-orta tabakalı, yer yer şeyi ara katkılı kireçtaşları, orta kesimlerinde sarı, gri ve pembe renklerde silisli şeyi ve çörtardalanması, üst kesimde ise koyu gri renkli, çörtlü, ince yumrulu kireçtaşı ile şeyi ara seviyeleri bulunur (Kaya, 1973). Bu birimden alınan örneklerin kalsit ve demiroksit dolgulu yoğun çatlaklı ve yer yer az oranda terrijen kırıntılar ve intraklastlar içerdđđ; ince kesitlerde ise serisitleşme, otujenik olarak büyümüş pirit kristalleri ve silisleşme gözlemlenmiştir (Akyüz (1987)).

Tuzla Formasyonu'nda gözle görülebilen makro ve mikrofosil bulunmamaktadır. Ancak önceki araştırmacılar tarafından mikroskop altında bazı fosil türleri belirlenmiştir (Abdüselamoğlu, 1963; Haas, 1968). Tuzla Formasyonu'nun yaşı Penck (1919), Paeckelmann (1938), Okay (1947) ve Ketin (1953) tarafından Orta Devoniyen yaşlı olarak kabul etmişler-

dir. Abdüsselamoğlu (1963) bulduğu bazı fosillere göre Geç Frasnien ile Famenien yaşlandırmasını yapmıştır. Haas (1968), Kullmann (1973) ve Gandl (1973) ise buldukları fosillere dayanarak Eyfeliyen-Jivesien aralığını öne sürmüşlerdir. Önalın (1982) ise bu birim için Orta-Geç Devoniyen yaşını kabul etmiştir.

Tuzla Formasyonu'nun ince tabakalı olması, ince taneli dokusu ve fosil içeriği açık denizel bir ortamı yansıtır. Önalın (1987), formasyonu farklı üyeler altında değerlendirerek bunların ramp ortamında kıta yamacına yakın olan kısmında, ramp önündeki yamaç ortamında ve kıta yamacında çökdiklerini belirtmiştir.



Şekil 3.8: Tuzla formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

3.1.1.7. Trakya Formasyonu (Ct)

Yerbilimi tarihinde ilk defa Tchihatcheff (1864) tarafından “Fosilsiz-seyl ve kumtaşları, sonrasında ise Penck (1919) tarafından Trakya Serisi olarak literatüre geçirilen birim daha sonrasında Baykal ve Kaya (1966), Kaya (1971), Önalın (1982) ve Seymen (1995) tarafından “Trakya Formasyonu” olarak adlandırılmıştır.

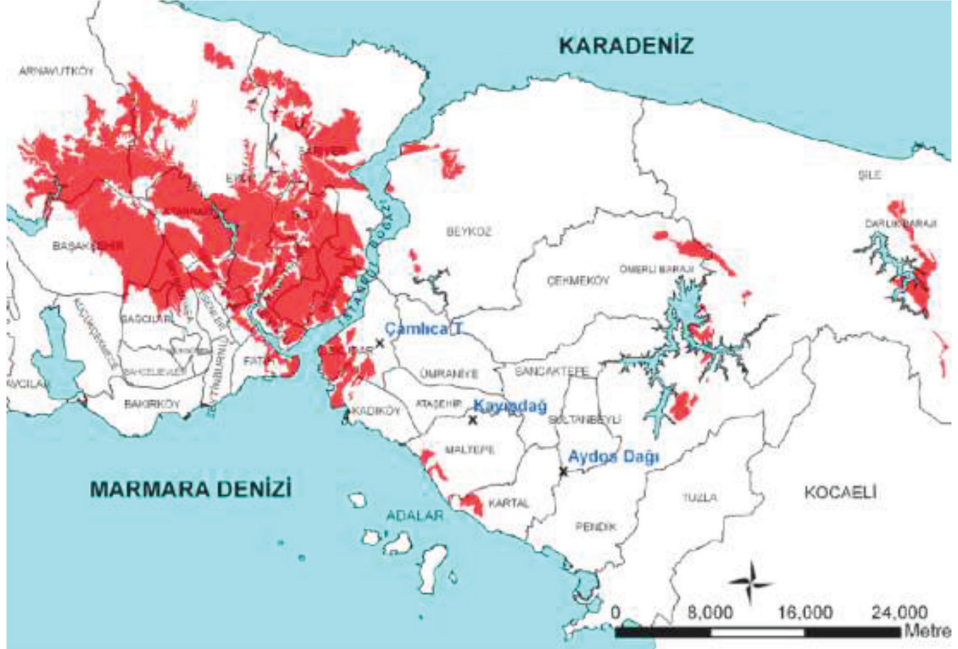
İstanbul Paleozoyik istifinin en üzerinde bulunan Trakya Formasyonu'nu Ordovisiyen yaşlı Aydos Formasyonu ve Geç Silüryen-Erken Devoniyen yaşlı Dolayoba Formasyonu ile tektonik dokanakları bulunmaktadır. Aydos Formasyonu, bu birimi bindirme ile üzerlemiştir. Genel dizilimde ise Trakya Formasyonu'nun altında bulunan Baltalimanı Formasyonu'na yer almaktadır.

Kaya (1971) İstinye-Ayazağa-Cebeciköy hattında birimi temsil eden bir bileşik kesit önermiştir. Birim, Trakya yarımadasında Sarıyer, Arnavutköy, İkitelli, Edirnekapı, Yenikapı, Sirkeci, Ortaköy ve Ayazağa'da; Kocaeli yarımadasında ise Üsküdar, Küçükçamlıca, Fenerbahçe-Kadıköy arasında, Beykoz'un kuzeydoğusunda, İçerenköy, Küçükyalı, Gebze'nin kuzeyindeki Denizliköy'de ve Ömerli'nin kuzeydoğusunda gözlenmektedir (**Şekil 3.9**).

Türbiditik kumtaşı-şeylaldanmasından meydana gelen Trakya Formasyonu'nun ayrışma rengi koyu sarı ve kahverengi, taze rengi ise açık kahverengi ve sarıdır. Şeyl birimler genellikle koyu gri renkte, ayrışması durumunda sarımsı ve kırmızımsı renkte gözlenmektedir. Şeyl içinde lamine siltaşlarından, iri taneli konglomeralara kadar değişen ve dereceli tabakalanma ve laminalanma yapıları gösteren türbiditik kayaçlar bulunur. İstifin en altı şeyl, kilitaşı ve daha az oranda da kireçtaşından teşkilidir. Formasyon'da en kalın olan ve istifin ortasında kalan bölümde ise hâkim lito-loji sırasına göre şeyl, konglomera, kireçtaşı ve kumtaşıdır. Büyük kısmı şeyllerden oluşan üst bölümde ise kuvars kumtaşı, kuvars konglomerası ve mercekli kireçtaşları bulunmaktadır.

Birimin kalınlığı 2000 m'ye ulaşmaktadır. Trakya Formasyonu, Tchihatcheff (1864) tarafından Devoniyen yaşlı olarak kabul edilmiştir. Baykal ve Kaya (1963) oluşumdan derlenmiş fosillere dayanarak birimin yaşını Vizeen olarak ileri sürmüştür. Abdüsselamoğlu (1963), kumtaşı-şeylaldanmasından meydana gelen Trakya Formasyonu'nun altında bulunan çörtlerin yaşını Erken Vizeen olarak belirlemiş, buna göre de birimin yaşının Alt Karbonifer olduğunu kabul etmiştir. Birimin yaşlı fosil kapsamına göre Geç Turnesiyen-Geç Vizeen'dir (Kaya, 1971).

Birim, litolojisinden dolayı derin denizel ortamı temsil etmektedir. Türbiditik karışık kumtaşı-şeyl çökelişi, özgün tabaka altı içi yapıları ve kayma kıvrımlarına sahip olması, kalınlığının 2000 m.ye ulaşması, Formasyonu'nun kıta yamacı ve eteğinde çökeldiğini gösterirken, Ordovis-yen-Erken Vizeen zaman aralığında transgresif gelişen sedimantasyonun, Alt Karbonifer'de Trakya Formasyonu çökmesi sürecinde regresif olarak sona erdiği belirtilmiştir (Seymen, 1995).



Şekil 3.9: Trakya formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

3.1.2. ANADOLU YAKASI MESOZOYİK LİTOSTRATİGRAFI BİRİMLERİ

3.1.2.1. Triyas-Alt Kretase Litostratigrafi Birimleri

İstanbul'un temelini oluşturan Paleozoyik yaşlı birimlerin üzerinde Triyas'tan itibaren yeni bir çökme dönemi başlamıştır. İstanbul Zonu'nda Triyas ile Geç Kretase arasında çökelmiş olan birimler farklı stratigrafik dizilim sunarlar. İstanbul Kocaeli Yarımadası'nda Paleozoyik istifinde Triyas, onun üzerinde de Üst Kretase yaşlı istifler bulunur. Bu bölgenin

Triyas sonundan Geç Kretase'ye kadar bir aşınma alanı olduğu görüşü genel olarak kabul görmektedir.

Alt ve üst sınırları uyumsuzlukla sınırlandıran istif önceki araştırmacılar tarafından değişik adlarla incelenmiş olan çok sayıda kaya birimini kapsar. İstif özelindeki çalışmalar Toulou (1896) ile başlar ve 1940 yıllarda yapılan çalışmalarda ise litostratigrafik ve kronostratigrafik ayırtlar tanımlanmaya (Baykal, 1942, 1943; Okay, 1948; Erguvanlı, 1947, 1949), 1970'li yıllara doğru ise formasyon isimleri verilmeye başlamıştır (Altınlı, 1968; Altınlı ve diğerleri, 1970; Özdemir, 1968, 1971 ve 1973; Assereto, 1972; Yurtsever, 1982; Gedik, 1975; Abdüsselamoğlu, 1977; Dağ, 1978; Zaninetti ve Dağ, 1978). Bu istif Türkiye jeoloji literatüründe “**Kocaeli Triyası**” adı ile bilinmektedir.

Kocaeli Triyası büyük ölçüde Kocaeli yarımadasında Gebze ile İzmit arasında mostra vermekte olup, istif Paleozoyik yaşlı temel üzerinde açıl uyumsuzlukla gelen kaba kırıntılılarla başlar, üste doğru ince kırıntılılara, sonrasında ise karbonat ve dolomite geçiş yapar. Altınlı (1968) Kocaeli Triyas istifini, altta yer alan ve kırıntılı-volkanit ve kireçtaşlarından oluşan Kapaklı Formasyonu ile üstte yer alan dolomit ve kireçtaşlarından oluşan Hereke formasyonu olarak iki formasyona ayırmıştır. Kocaeli Triyas istifi İstanbul il sınırları içerisinde ve Kocaeli yarım adasında Kapaklı ve Tepecik formasyonları gözlenebilmektedir.

3.1.2.2. Kapaklı Formasyonu (Trak)

İlk olarak Altınlı (1968) tarafından adlandırılmıştır. Birim altta Paleozoyik temelin farklı birimleri üzerine açıl uyumsuzlukla gelmektedir (Altınlı, 1968). Uyumsuz olarak geldiği alttaki birimlerin büyük çoğunluğu Trakya Formasyonu'nu olup diğer birimler ise Şile güneyinde Kurtköy Formasyonu'daki arkozlar ile Tuzla ve Dolayoba Formasyonları'dır. Kapaklı Formasyonu batıda İstanbul'dan doğuda İzmit-Sakarya civarına kadar geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Özellikle Hereke, Değirmentere, Tavşancıl Köyü yöresinde ve İstanbul-Kocaeli karayolu, otoyol ve tren yolu boyunca belirgin yüzleklerine rastlanmaktadır (**Şekil 3.10**).

Genelde kıvırmalı-mor renkli konglomera ve kumtaşlarından oluşur. For-

masyon alt kısımlarda üç-dört metre kadar kalın, kötü boylanmış, köşeli çakıllı taban çakıltası ile başlar. Üste doğru kalın tabakalı, kötü boylanmış kırmızı çakıltası ve kumtaşları ile devam eder. Çakıllar yarı yuvarlanmış/ yarı köşeli, yer yer derecelenmiş orta-zayıf boylanmış başlıca kuvars, kuvarsarenit, kireçtaşı, lilit, çakmaktaşı, volkanit kökenlidir.

Birimin kalınlığı taban topoğrafyası ve ortam koşullarına bağlı olarak sıkça değişmektedir. Değişik alanlarda 50 metreden 550 metreye kadar farklı kalınlıklar sunmaktadır (Altınlı, 1968). Baykal (1943) 400 metre, Erguvanlı (1949) 200 metre, Özdemir (1973) 50-1000 metre, Gedik (1975) ise 10-1200 metre kalınlık önermişlerdir. Karasal kırıntılılarından oluşan formasyonun, inceleme alanı içinde ve yakın dolayındaki yüzeylemelerinde, yaş belirleyecek bir fosil bulgusu yoktur. Baykal (1943), Okay (1948), Erguvanlı (1949), Altınlı (1968), Özdemir (1971 ve 1973), Gedik (1975) ve Yurtsever (1982) ise stratigrafik pozisyonuna dayanarak birimin Alt Triyas döneminde çökeldiğini ifade etmişlerdir.

3.1.2.3. Tepecik Formasyonu (Trüt)

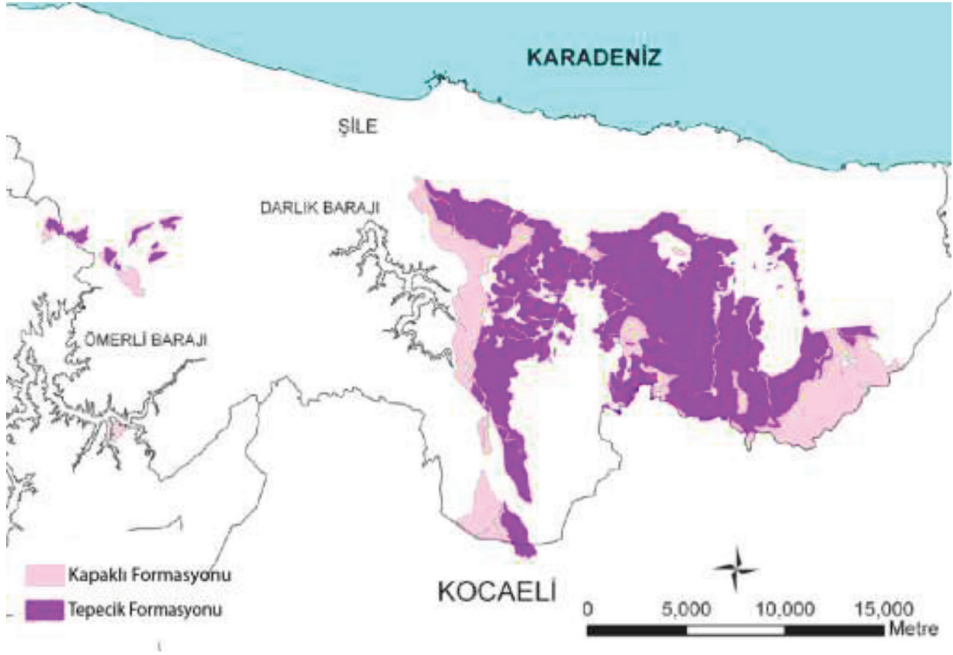
Tepecik Formasyonu adı Altınlı ve diğerleri (1970) tarafından, istifin temiz yüzeylemelerinden birinin yer aldığı Gebze ilçesine bağlı Tepecik köyünden alınmıştır. Tüysüz ve diğerleri (2004) bölgedeki halkın Tepecik köyünün adı Tepeköy olarak benimsendiğini gerekçe göstererek Tepeköy Formasyonu adını kullanmıştır. Mostra verdiği en önemli yer Tepecik Köyü'ndedir (**Şekil 3.10**). Burası dışında Köseler Köyü kuzeyi ve Çerkeşli Köyü kesitleri referans kesitleri olarak verilmiştir.

Altınlı ve diğerleri (1970)'ne göre Tepeköy Formasyonu Tepecik ve Köseler köyleri kuzeyinde alttaki birimler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Yurtsever (1982) Çerkeşli yöresinde bu uyumsuzluğun açık olarak gözlenemediğini ifade etmiştir. Tepecik Formasyonu Geç Kretase yaşlı birimler tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir.

Birim yumrulu kireçtaşı, şeyl, killi kireçtaşı, kireçli kiltası araldanmasından oluşmaktadır. Genellikle tabanında kırmızı renkli, demirli çimentolu çakıltası veya glokonili kireçtaşları ile başlamakta, sarımsı gri, açık gri, orta tabakalı, yer yer killi, mikritik, bol Ammonitli yumrulu kireçtaş-

larına geçer. Bu seviyenin üstünde sarımsı gri renkli, ince tabakalı ve yer yer çapraz tabakalı kumlu kireçtaşı ile şeylardenlanması görülür (Yurtsever, 1982).

İstanbul ili için bu kalınlığının 80-100 metre civarında olduğunu ifade edilmektedir (Özgül, 2005). Yurttaş-Özdemir (1971) ile Assereto (1972) içerdığı fosil kapsamına göre birimin Orta-Üst Triyas aralığını temsil ettiğini belirtmiştir. Gedik (1975) ise birimin Erken Anisiyen ile Erken-Geç Anisiyen (Orta Triyas)'i kapsayan yaş aralığında çökeldiğini belirtmektedir. Dağır (1978) bentikforaminiferlere dayanarak Noriyen (Üst Triyas) yaşını vermiştir. Zaninetti ve Dağır (1978) ise foraminiferle birimin yaşını Geç Anisiyen (Orta Triyas) - Erken Karniyen (Üst Triyas) olarak belirlemişlerdir.



Şekil 3.10: Tepecik ve Kapaklı formasyonlarının genel dağılımı (Özgül, 2005).

3.1.2.4. Üst Kretase-Eosen Litostratigrafi Birimleri

Batı Karadeniz bölgesinde Üst Kretase ve daha genç (Senomaniyen sonrası) birimleri geniş alanlar meydana getirmektedir. Genel olarak vol-

kanik-volkanojenik kökenli olan ve doğrudan Triyas ve Paleozoyik yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelen Paleosen ve Eosen çökel birimleri doğu-batı yönünde nitelikleri fazlaca değişmeden devam etmektedir. Örneğin, Üst Kretase volkanik birimleri Karadeniz kıyısına paralel uzanır. Türkiye sınırları içerisinde en batıda Trakya Yarımadası'nda İğneada'dan itibaren takip edilebilen Üst Kretase birimleri Batı Karadeniz bölgesinde sırasıyla Kilyos, Şile, Ağva ve sonrasında Kefken hattında yüzeylemekte ve doğuya doğru ilerlerken Karadeniz suları altında girerek kaybolmaktadır (Aiello ve diğerleri, 1977; Boccaletti ve diğerleri, 1978; Dabovski, 1980; Görür, 1988). Bu volkanik-volkanojenik kökenli kesim Üst Kretase (Turoniyen - Kampaniyen) arasındaki dönemi içermektedir. Karadeniz kıyı bölgesinde volkanizma Kampaniyen (Üst Kretase) sonunda bittiğinde, hemen ardından Maastrichtiyen (Üst Kretase)'de ve Paleosen'de ve Eosen'de derin denizel ortamda çökelmiş farklı tür türbiditler olup, genelde volkanitli istifin kesintisiz devamı niteliğindedir.

İstanbul Boğazı'nın batısında, güneybatı Karadeniz kıyıları boyunca ve Şile çevresinde ise olistostromal birimler ile bunları uyumsuz olarak örten Üst Eosen çökelleri yer almaktadır. İstanbul'un Karadeniz kıyıları boyunca Şile civarında üç farklı birim yer almaktadır. Bunlardan ilki Üst Kretase ile Paleosen sınırını teşkil eden killi kireçtaşları ile karakteri edilen Akveren Formasyonu, bir diğeri ise içerisinde Üst Kretase karbonatlarının bloklarını barındıran kırıntılı bir istif olan Şile Formasyonu olurken en üste gelen son Eosen birimi ise Şile Formasyonu'nun üzerine diskordans ile gelen ve kırıntılılardan oluşan Yunuslubayır Formasyonudur (Baykal ve Önal, 1982).

3.1.2.5. Sarıyer Formasyonu (Ks)

Pehlivan (1990) tarafından Sarıyer Formasyonu olarak adlandırılan birim bir diğeri çalışmada İstanbul Volkanitli Filişi ve İstanbul Volkaniti olarak (Bayrak ve Murat, 1990), Sarıyer Gurubu (Yurtsever, 1996), Kavaklar Gurubu (Keskin ve diğ., 2003) gibi değişik adlar altında da incelenmiştir.

İstanbul il sınırları içerisinde Trakya ve Kocaeli yarımadaalarında, Karaburun-Şile arasında Karadeniz kıyısı boyunca uzanan (Şekil 3.11), alt

kesimlerde kumtaşı-şeyl ardışığı, orta kesimlerde bazik volkanitler ve üst kesimlerde ayrışma rengi bordo olan volkanit kökenli kırıntılılar yer almaktadır (Keskin ve diğ., 2003). Birimin kalınlığı Sarıyer civarında 2000 m. üzerindeyken Şile-Gebze tarafında 3000 m.ye kadar çıkarken birim güneye doğru kalınlığı azaldığı Özgül (2005) tarafından ifade edilen genel olarak oldukça az fosil barındıran birim için Baykal (1943) istifin alt düzeyinin Geç Santoniyen-Kampaniyen'i, volkanitlerin ise Maastrichtiyen'i temsil ettiğini bildirmiştir.

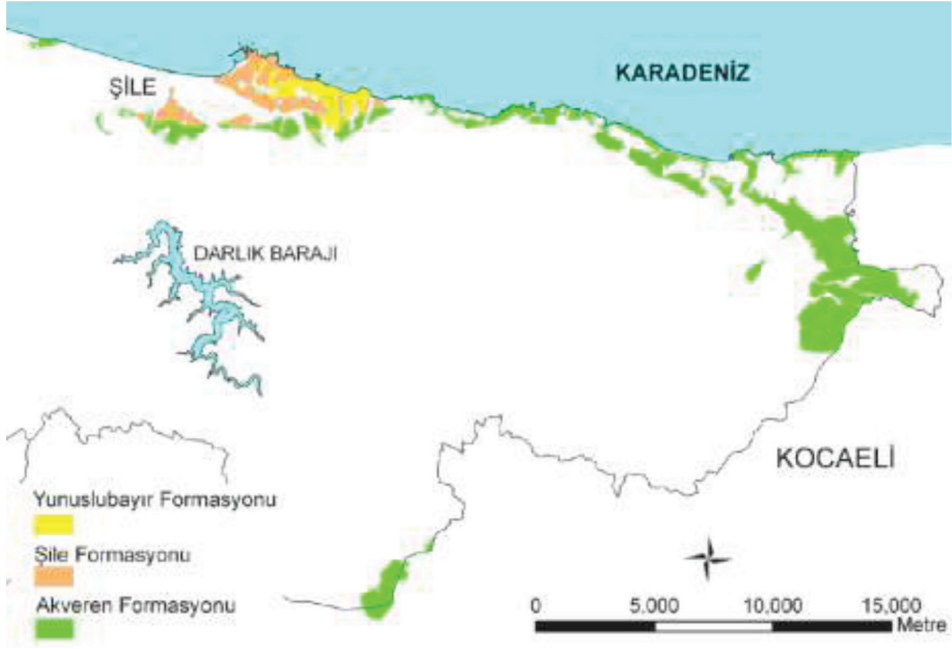


Şekil 3.11: Sarıyer formasyonunun il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

3.1.2.6. Akveren Formasyonu (KPa)

İlk defa Bagdley (1959) tarafından adlandırılmıştır. En alt kesimde sarı renkli kumtaşı, çakıltaşı, kırıntılı kireçtaşı ve çapraz tabakalı kumtaşından üste doğru sarı-kırmızı renkli kumtaşlarına ve kumlu kireçtaşlarına dereceli olarak geçiş gösterir. Formasyonunun kalınlığı Akyol ve diğ. (1974) tarafından 390 metre, Akman (1992) tarafından 590 metre olarak belirtilmiştir. Akveren Formasyonu'nda yapılan ayrıntılı biyostratigrafi çalış-

ması sonucunda birimin Alt Kampaniyen'den itibaren kesintisiz bir istif oluşturduğu tespit edilmiştir (Kaya Özer ve Tokar, 2009).



Şekil 3.12: Akveren, Şile ve Yunuslubayır formasyonlarının genel dağılımı (Özgül, 2005).

İzmit'in kuzeybatısında (Şekil 3.12) Akveren Formasyonunu içeren Kretase-Paleojen yaşlı birimlerde detaylı olarak nannoplanktonbiyostratigrafisi üzerine yapılan çalışmada Kretase-Tersiyer sınırını sürekli olarak tanımlanmıştır (Aydın, 2005). Kaya-Özer (2009) tarafından yapılan ayrıntılı planktonikforaminifer ve nannoplanktonbiyostratigrafisi çalışmasının sonucunda formasyonunun yaşının tarafından ile Kampaniyen (Üst Kretase)-Selandiyen (Paleosen) olarak belirlenmiştir. Güray (2006) planktonikforaminiferleri üzerinde yaptığı bir çalışmada Kampaniyen-Maastrichtiyen (Üst Kretase) sınırını tanımlarken aynı zamanda Kretase-Tersiyer sınırını Üst Kretase fosillerinin yok oluşuyla açıklamıştır. Formasyonun litolojisi genel olarak marn, kiltası, killi kireçtaşı ardalı olmasından dolayı derin deniz ortamında çöktüğü düşünülmektedir.

3.1.3. ANADOLU YAKASI SENZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ

3.1.3.1. Şile Formasyonu (Pş)

Şile bölgesinde gözleendiği için Baykal ve Önalın (1979) tarafından Şile olistostromu olarak adlanmıştır. Birim en iyi şekilde Şile ilçesinin Kumbaba plaj bölgesinde ve Eşek Adası'nda gözlenmektedir (Şekil 3.12). Alt dokanağı tespit edilemeyen birim üstte ise Yunuslubayır Formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir.

Birim Maastrichtiyen (Üst Kretase) yaşlı kireçtaşlarının oldukça düzensiz şekillere sahip irili ufaklı bloklarının grimsi, yeşilimsi renkli kil çimentoyla tutturulmasıyla meydana gelmiş olan mercekli seviyeler şeklinde bulunan bir olistostrom ile bu bloklu birimi içeresinde bulduran ince-orta tabakalı, yer yer derecelenme gösteren kiltası, kumtası ve marn ardalanmasından oluşmaktadır. Alt birim dokanağı görülmediğinden kesin kalınlığı bilinmemekle birlikte görölür kalınlığı 150 metre civarındadır. Şile Formasyonu, içeresindeki *Nummulites* türlerine göre Lütésiyen (Orta Eosen) yaşındadır (Baykal ve Önalın, 1982).

3.1.3.2. Yunuslubayır Formasyonu (Py)

Şile Formasyonu gibi yine Baykal ve Önalın (1982) tarafından ve Şile yöresinde tanımlanmıştır. Birim en iyi şekilde Şile ilçesinin Kumbaba plaj bölgesinde ve Eşek Adası'nda gözlenmektedir (Şekil 3.12). Formasyon aynı zamanda Trakya Yarımadası'nın Karadeniz sahillerinde ve Şile'den daha doğuya doğru da yaygın olarak yüzeylemektedir. Bu nedenle Şile civarında "Sarı kalkerler ve marnlar" adıyla (Baykal, 1943), Zonguldak-İzmit civarında Çaycuma formasyonu (Tokay, 1954/1955), Hereke civarında ise Korucu formasyonu (Altınlı, 1968) ile denestirilmıştir.

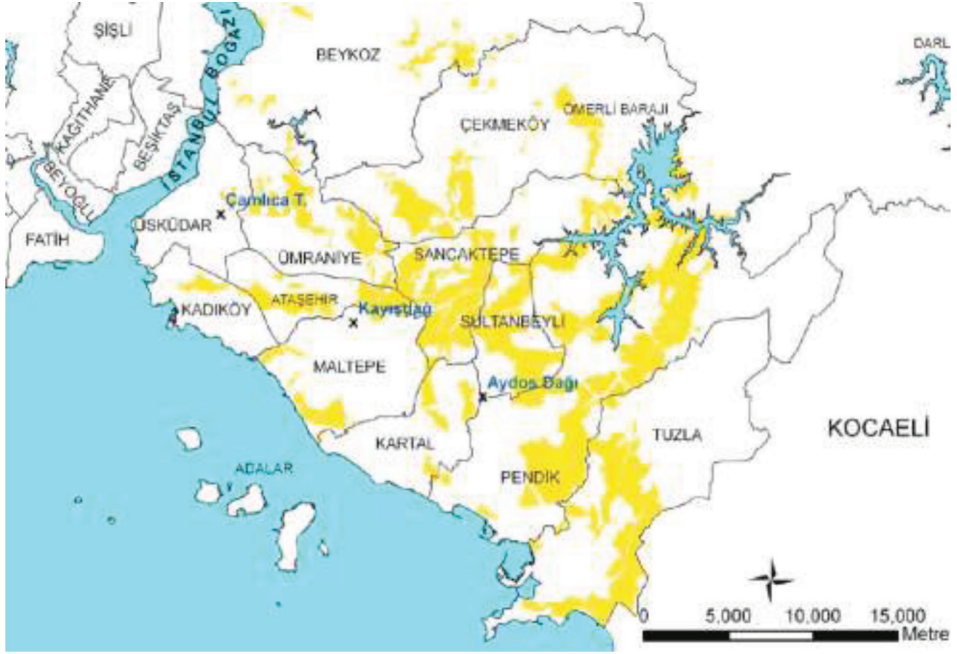
Orta kalınlıktaki sarımsı kireçtaşı ve marnlardan oluşmaktadır. İçeresinde *Nummulites* fosillerinin bolluğu ile karakterize olan Yunuslubayır Formasyonu, Şile civarında Şile formasyonunu uyumsuz olarak örterken üst sınırları yer yer olasılı Neojen yaşlı karasal çökeller tarafından diskordan olarak örtülmektedir.

Birimin gözlenebilen kalınlığı İstanbul'da ortalama 40-50 metre kadar olup İstanbul sınırları dışında 300 metre kalınlığa kadar çıkmaktadır. Baykal (1943), birimin Şile yöresindeki yüzleklerinden Lütésiyen (Orta Eosen) yaşını veren fosilleri (Nummulites türleri) derlemistir. Birimin çökeltme ortamı derin denizden şelf ortamına kadar değişmektedir.

3.1.3.3. Ömerli Formasyonu (Pö)

Birim kil, kum, çakıl birikintilerinden oluşur. Tabanda iri çakıl ve kaba kum seviyeleri ile başlayan istif kil boyu ince kırıntılara geçtikten sonra en üstte turuncu-sarı, az çakıllı, kum-kil boyu ince taneli litoloji ile son bulur. Birim genel olarak İstanbul'un Anadolu yakasında, Ömerli ve Ömerli barajı gölet alanının kuzeyi ile Çay Ağzı Deresi'nin her iki yakasında gözlenirken (Garipağaoğlu ve diğ., 2015) Çekmeköy güneyi ile ve Samandıra (Kartal) ve Maltepe ilçelerinde de gözlenmekte (**Şekil 3.13**) olan istifin kalınlığının ise 70-80 metre olduğunu ifade edilmiştir (Özgül, 2005).

Eosen ve Oligosen dönemleri arasında İstanbul ve çevresinin etkisi altında bırakan tektonik hareketler sonucunda bölgeyiden yükselmeye başlamış ve günümüze kadar devam bu yükselme hareketi sonucunda karasallaşma sürecine girmiş ve özellikle Üst Oligosen - Üst Miyosen döneminde temsil ederken birim akarsu, lagün ve göl çökeldiği düşünülmektedir (Özgül, 2005).



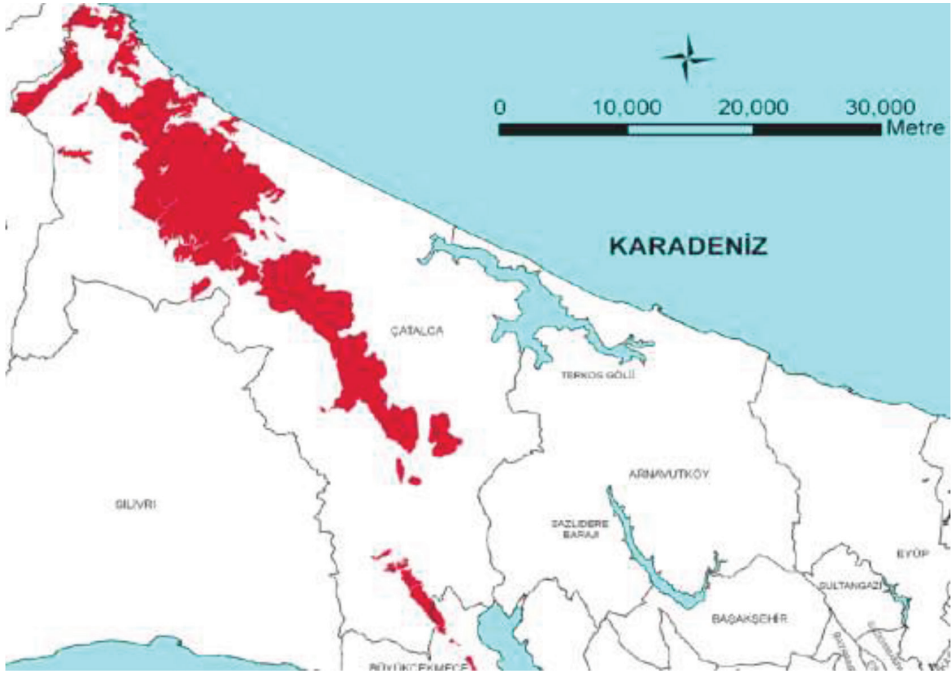
Şekil 3.13: Ömerli formasyonunun il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

3.1.4. AVRUPA YAKASI İSTRANCA MASİFİ LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ

Avrupa yakası esas olarak iki ana jeolojik yapıdan oluşmakta olup bunlardan ilki kuzeydoğuda Karadeniz'e paralel bir dağ kuşağı oluşturan Istranca Masifi'ne ait metamorfik kayalar ve masifin güneybatısındaki Ergene düzlüğünü oluşturan Trakya Senozoik havzasıdır. Istranca masifi, kısmen mostra durumunun kötü olması nedeni ile üzerinde az sayıda jeolojik çalışmanın bulunduğu metamorfik bir küttedir. Istranca masifinin stratigrafisi ile ilgili Türkiye'deki çalışmalar 1947 senesinde Pamir ve Baykal (1947) ile başlamış ve aralıklarla günümüze kadar gelmiştir (Aydın, 1974, 1982; Çağlayan ve diğerleri, 1988; Üşümezsoy, 1982; Çağlayan ve Yurtsever, 1998; Okay ve diğ., 2001). Bu çalışmalar arasında stratigrafik adlama bağlamında en önemlisi tüm Istranca masifinin renkli bir jeoloji haritasının da hazırlanmış olduğu Çağlayan ve Yurtsever (1998) tarafından yapılan çalışmadır.

3.1.4.1. Istranca Masifi

Trakya'nın Karadeniz kıyı şeridi boyunca uzanan Istranca dağlarında mostra veren metamorfik kaya topluluğu Istranca masifi olarak bilinir. Istranca masifinin Triyas öncesi bir temel ve bu temeli uyumsuzlukla örten Triyas-Jurametasedimenter kayalardan oluşmaktadır (Aydın, 1974, Üşümezsoy, 1982; Aydın, 1988; Çağlayan ve Yurtsever, 1998; Okay ve diğerleri, 2001). Istranca masifinin metamorfik kayaları İstanbul yakınlarındaki Çatalca'dan Bulgaristan sınırına kadar yaklaşık 25-30 km genişlikte ve 200 km uzunlukta bir kuşak oluşturur (Şekil 3.14).



Şekil 3.14: Istranca masifinin il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

Masifin Triyas öncesi temeli üzerine çökelen karasal ve sığ denizel karakterli Triyas ve Jura yaşta sedimanter kayalar, Geç Jura ve Erken Kretase'de yeşilıştifiyesinde metamorfizma ve sıkışmalı bir deformasyon geçirmiştir. Geç Jura-Erken Kretase yaşındaki metamorfizma ve deformasyon doğal olarak Istranca masifinin temelini de etkilemiştir. Istranca masifinin metamorfik kayaları Senomaniyen ile başlayan volkano-sedimanter bir istif ile uyumsuzlukla örtülür ve Geç Kretase yaşlı intrüzif kayalar ile

kesilir. İntüzif kayalar üzerinde yapılan laboratuvar çalışmalarda birimin Kampaniyen yaşlı olduğu tespit edilmiştir (Moore ve diğerleri, 1980). Aydın (1988) ise bu birimin yaşının Santoniyen-Kampaniyen (Geç Kretase) olarak ifade etmiştir.

3.1.5. AVRUPA YAKASI SENOZOYİK LİTOSTRATİGRAFI BİRİMLERİ

Istranca dağları güney eteklerinden başlayarak mostra veren ve hemen hemen Trakya'nın tamamını kapsayan Senozoik istifi 9000 metre kalınlığa erişmektedir (Kopp ve diğerleri, 1969; Turgut ve diğerleri, 1983,1991; Görür ve Okay, 1996; Turgut ve Eseller, 2000). Eosen-Oligosen birimleri, Orta ve Kuzey Trakya'da Miyosen ve sonrası birimlerle örtülüdür. Kıyıköy ve Karaburun'da görülen Eosen kireçtaşları ve klastikleri; Trakya Senozoik havzasının devamının Istranca paleo-yükseliminin kuzeyinde, yani Karadeniz'de de olduğunun bir belirtecidir. Fasiyes değişiklikleri olmasına rağmen, Karadeniz'de açılan derin kuyularda da Senozoik yaşlı birimler kesilmektedir (MTA, 2006). Trakya Senozoik birimleri genellikle klastiklerden oluşmakta, şelf alanlarında ise karbonatları da içermektedir. Orta Eosen-Alt Miyosen çökelleri Soğucak formasyonu olup, havzanın giderek derinleşmesiyle Ceylan Formasyonu çökelmiştir.

3.1.5.1. Soğucak Formasyonu (Ps)

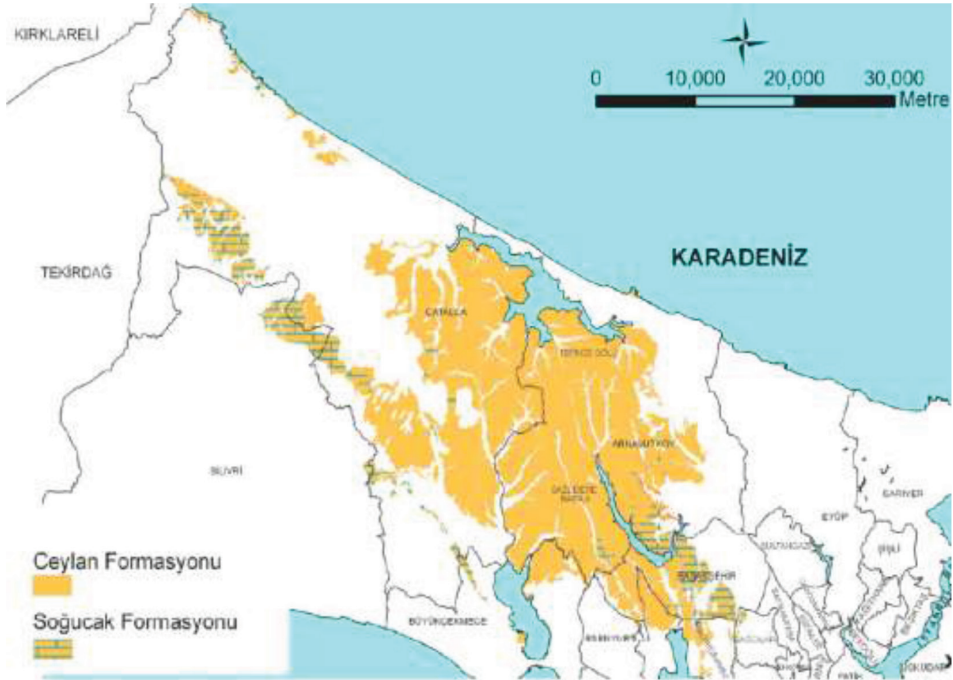
İlk defa Holmes (1961) tarafından ve tip kesiti Soğucak Köyü'nde tespit edildiği için yapılmıştır. Ünal (1967), birimi formasyon aşamasına çıkartarak Soğucak Kalkeri olarak tanıtmış; çeşitli araştırmacılar ise Soğucak Formasyonu adlamasını kullanmışlardır (Kasar ve diğ., 1983; Kasar, 1987; Sümengen ve diğ., 1987). Çatalca ilçesi ile güneyindeki Muratbey koyu arasında taş ocaklarının bulunduğu alanda Bahçeşehir'in doğusunda Karanlıkdere vadisinde, Çatalca masifinin doğu yamacında ve Çatalca'nın doğusunda Altınşehir-Kayabaşı-Şamlar arasında dar kuşaklar boyunca yer yer temiz yüzeylemektedir (**Şekil 3.15**).

Formasyon çoğunlukla şelf ortamında çökelmiş karbonatlardan oluşur. Kireçtaşları, beyaz, gri, sarımsı, orta-kalın tabakalı veya masif, sert, orta-iyi gözenekli, erime boşluklu, bol fosillidir. Yer yer görülen yama resifi

fasiyesleri, Pınarhisar civarında daha fazladır. Tabaka aralarında marn ve kumtaşlarına da rastlanır.

Birimin kalınlığı, Trakya havzasında en fazla 400 metreye kadar çıkmaktadır (Siyako ve Kasar, 1985). Kırıntılı kireçtaşının sahada gözlenebilen kalınlığı 80 metre olup, Trakya formasyonunu üzerleyen kireçtaşının kalınlığı ise 62 metredir (İBB Zemin ve Deprem AraştırmaMüd., 2001). İstanbul'da ortalama kalınlığı yaklaşık olarak 50 metre civarındadır (Özgül, 2005).

Soğucak Formasyonu, çok zengin mikro ve makrofosil topluluğunu kapsar. Formasyonun, Trakya Senozoik havzasının değişik kesimlerindeki mostralarında ve petrol sondajlarından edinilen verilerle Orta Eosen-Erken Oligosen döneminde çöktüğü ifade edilmektedir (Siyako ve Kasar, 1985; Batı ve diğ., 1993, 2002). Sığ ve dalgalı denizel ortamda, sıcak bir iklimde oluşmuş olan Soğucak formasyonu, kendi içinde resif arkası (*biyomikrit*), resif ve resif önü (kırıntılı kireçtaşı) olmak üzere üç farklı fasiyes özelliği göstermektedir (İBB Zemin ve Deprem Araştırma Müd., 2001).



Şekil 3.15: Ceylan ve Soğucak formasyonlarının genel dağılımı (Özgül, 2005).

3.1.5.2. Ceylan Formasyonu (Tc)

Litolojisi ilk olarak 1957 yılında kuzey Trakya şelfinde açılan Ceylan-1 Kuyusu'nda gözlenmiş; ilk defa Ünal (1967) tarafından "Ceylan Şeyli" olarak adlandırılmış; formasyon olarak ise ilk defa Keskin (1974) tarafından literatüre kazandırılmış olup, Trakya havzasında daha sonra yapılan araştırmalarda, Karacaoğlan, Hamitabat, Umurca, Kaynarca, Çorlu gibi sahalarda açılan kuyularda daha tipik kesitlerine rastlanılmış olan birim pelajikşeyli, marn, killi kireçtaşı, türbiditik kumtaşı-şeylardalanmasından oluşmaktadır.

Formasyonun egemen litolojisini meydana getiren kiltası taze iken mavimsi-gri, ayrılmış birimler sarımsı boz-kremrengidir. Birim İstanbul il sınırlarında Terkoz, Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleri arasında gözleendiği gibi kuzey Çatalca ile Sazlıdere civarında marn-kiltası ağırlıklı bir litoloji sergilemektedir (Özgül, 2005).

Formasyonun kalınlığı taban topoğrafyası ile bütünlük arz eden Soğucak Formasyonu'nun gelişimine bağılı olarak, 40-50 metre ile 150-200 metre arasında değışmektedir. Soğucak Formasyonu'da gözlenen karstlaşma ve erime birimin içerdiği yüksek oranlı kil nedeniyle gelişmemiş olup, yer altı suyu açısından geçirimsiz/yarı-geçirimsiz kaya niteliği taşıırken yer altı koşullarından etkilenmediği durumlarda sert ve dayanımlı olan litoloji hava ile temas ettiğinde killi yapısı nedeniyle kolay nemlenerek yumuşak kaya özelliği kazanmaktadır.

Kısmen derin şelf ortamında çökeldiği düşünölen birimin yaşı Sakınc (1994) tarafından Karaburun (bölgesinde tespit ettiğı foraminiferler ile Erken Oligosen olarak belirlenmiştir. Çağlayan ve Yurtsever (1998) ise birimin yaşının doğı Trakya'da buldukları foraminiferlerden dolayı Geç Eosen, ostrakodlardan dolayı ise Geç Eosen-Erken Oligosen olarak belirlemiştir. Ceylan Formasyonunda fosiller üzerinden yapılan yaş tayinlerine göre Geç Eosen-Erken Oligosen yaşları verilmiştir (Alişan, 1985; Gerhard ve Alişan, 1987; Alişan ve Gerhard, 1987; Batı ve diğlerleri, 1993, 2002).

3.1.5.3. Gürpınar Formasyonu (Tg)

Gürpınar formasyonu Sönmez (Gökçen) (1964), Sayar (1977), ile Tezcan ve diğ. (1977)'nin hazırladığı “Yeni İskân Yöreleri Geoteknik ve Sistem Etüdü” isimli çalışmaların da incelenmiştir. Formasyon Büyükçekmece, Küçükçekmece, Karaağaç Köyü arasında yayılım göstermekle birlikte İstanbul yarımadasında Büyükçekmece Gölü'nün güneybatısında Mimar-sinan-Güzelce-Türkoba Köyleri arasında geniş düzlükler verirken Trakya havzasında geniş alanlar kaplamaktadır (Şekil 3.16). Birim Trakya'da ayırtlanmış Danişment formasyonu ile (Duman ve diğ., 2004), kuzeyde ise Karaburun formasyonu (Oktay ve diğ., 1992) ile eşdeğer tutulmaktadır.



Şekil 3.16: Gürpınar formasyonunun il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

Gürpınar formasyonunda hâkim litoloji ince kum-mil ara katkılı kil-kil-taş/silttaşdır. Silttaş-kiltaş içerisinde merceksel gri, açık kahverengi, sarımsı, az tutturulmuş çakıltaşları ile gri, açık kahve renkli sarımsı, az tutturulmuş kumtaşları kamalanmaktadır. Kumtaşları; orta tabakalı olup kaba kum boyu taneli, teknesmi çapraz katmanlı, mikalı ve bitki izlidir.

Kil miktarının artmasıyla marn, killi marn-kil ve şeyl geçişleri gözle-nir ve bu geçiş bölümüne Akartuna (1953) tarafından “Karton Şeyli” veya

“Balıklı Seri” adı verilmiştir. Mavi-yeşil renkli, orta kalın tabakalı, killi bantlar içerisinde ince linyit kömürü seviyelere rastlanan birimde üste doğru çıkıldıkça ince-orta taneli kumtaşlarına geçiş gözlenebilirken bu geçişin üzerine ise yeşil-gri, sıkı kıltaşı gelir ve birimin en üst kesimlerinde mavi-yeşil renkli ve on metre kalınlığa sahip plastik kil konumlanmıştır.

Formasyon, Gürpınar çevresinde açılı uyumsuzlukla Çukurçeşme formasyonu tarafından örtülürken, Hoşdere civarında ise Ceylan Formasyonu üzerine gelmekte; Trakya yarımadasının kuzey kesimlerinde ise Trakya formasyonu ile uyumsuz dokanak oluşturmaktadır. Denizel eşdeğeri olan Karaburun formasyonu ile uyumlu dokanağı bulunmaktadır (İBB Zemin ve Deprem Araştırma Müd.,2001).

Ambarlı-Gürpınar çevresinde kalınlığı 200 metreden fazla gözlenen birim, Silivri çevresinde ise yaklaşık 100-300 metre arasında değişir. Arıç (1955) tarafından Sarmasyen (Miyosen) yaşı verilen Gürpınar formasyonunun yer yer gastropod, balık, bitki fosili içerir. İstifin üst kesimlerinde gözlenen mollusk kavkaları (*Melanopsis* ve *Congeriasp*) nedeniyle birimin yaşının Şattiyen (Üst Oligosen) yaşında olduğu ileri sürülmüştür (Sönmez-Gökçen 1964).

Tabandaki gri-açık kahverenkliçakıltaşı bantları akarsu fasiyesini; bej-açık gri renkli ve ince-orta katmanlı Congeria’lı kireçtaşları, marn, killi marn ve şeyl muhtemel olarak sığ ve düşük enerjili lagüner ortamı; kötü derecelendirilmiş ve orta-sıkı tutturulmuş çapraz tabakalı kumtaşları içerisinde bulunan tatlı su ise lagüner ortamdan göl ortamına geçildiği vurgulanırken birim genel litolojisi dikkate alındığında akarsuların delta ortamından denize ve/veya göle doğru ilerlediği izlenimi verdiği düşünülmektedir.

3.1.5.4. Çukurçeşme Formasyonu (Tç)

Çukurçeşme formasyonu ilk kez stratigrafik ve paleontolojik olarak Sayar ve Pamir (1933) tarafından “Çekmece Serisi” olarak tanımlanmış, daha sonra ise Arıç (1955) tarafından ayırtlanmış ve tipik kesit verdiği Rami’nin kuzeyinde yer alan Çukurçeşme’deki mevkiinden adlandırılmış ve haritalanmıştır. Birimi Duman ve diğ. (2004) Ergene Formasyonu olarak da adlandırmışlardır. Trakya Havzası’nda sıklıkla Ergene formasyonu

tanımı kullanıldığı ve formasyon adlandırılmasında karışıklığa yer bırakılmaması için burada değinilmiştir.

Çukurçeşme Formasyonunun tip yeri Esenler otogarı kuzeyindeki kum ocaklarıdır. Sayar (1977) tarafından Edirnekapı 5 km kuzeybatısındaki Çukurçeşme mevkiindeki kum ocağından verilen tip kesit yeri yerleşim alanı olmuş olup birim ayrıca Trakya Yarımadası'nın birçok kesiminde Edirnekapı civarında, Güngören'in kuzeyinde, Bağcılar, Mahmutbey, Küçükçekmece gölünün kuzeyi ve batısı ile Ambarlı arasında, Büyükçekmece gölünün doğusunda, Gürpınar dolaylarında yüzeylenmektedir (**Şekil 3.17**). Hâkim litolojisinin kum ve çakıl olduğu birim sarı, gri beyaz, tutturulmamış veya az tutturulmuş, omurgalı fosilli, silt-kil bantlı kum, çakıllı kum-kum litolojiden oluşmaktadır. Birim, İstanbul Yarımadası'nda tüm yaşlı birimlerin üzerinde açılı uyumsuz olarak gelmektedir (Ariç, 1955).

Formasyon içinde belirgin katmanlanma gözlenmez. İstif yatay veya yataya yakındır. Kalınlığı paleotopografyaya göre değişmekle birlikte, Ariç (1955) en fazla kalınlığının 40-50 m'yi bulduğunu, bazen de iki-üç metre kadar incelendiğini belirtmiştir.

Esas olarak çimentosuz veya çok gevşek killi çimentolu olan, içerdiği demiroksit nedeniyle çoğunlukla sarı-pas renkli görünen, seyrek ya da bazen sık çakıl-silt-kil araseviyeli, oldukça homojen boyutlu, bol kuvars ve mika mineralli, çok çeşitli türden kayaç elemanlı, yer yer omurgalıları ait kemik ve diş kalıntılı kumlardan ibarettir. Formasyon içinde mercaklenmeler, kamalanmalar ve çapraz tabaklanmalar şeklindeki kumlarla, değişik boyutlu diğer ayrık taneli çökeller arasında yanal ve düşey geçişler sıkça görülür. Marmara denizine doğru eğimli olan formasyonun kalınlığı bu yönde de giderek azalmaktadır.

Çukurçeşme formasyonu Gürpınar ve Soğucak formasyonları üzerine düşük açılı uyumsuzlukla; Trakya formasyonu üzerine ise açılı diskordansla gelmektedir. Birim, üzerine gelen Güngören ile Bakırköy formasyonları ile yanal ve düşey yönde geçişlidir.

Bol miktarda omurgalı fosil içeren birimin yaşı Geç Miyosen (Geç Tortoniyen-Messiniyen) karşılık gelen Turoliyen (Üst Miyosen) olduğu ifade edilmiştir (Malik ve Nafiz, 1933; Sayar(Arıç), 1955). Çukurçeşme formasyonu, göl ortamına gelen akarsu ve delta ortamı ürünlerden oluşmakta olup, dereceli olarak göl ortamına geçmektedir (Yurtsever ve Çağlayan, 2002).

3.1.5.5. Güngören Formasyonu (Tgü)

Birim, ilk olarak Arıç (1955) tarafından litolojik olarak ayırtlanmış olup; Sayar (1976, 1977, 1989, 1992) tarafından adlandırılmıştır. Bakırköy ilçesi su havzası ve dolayındaki tüm dere yataklarının sırtlara yakın üst yamaçlarında ve esas olarak E6 ile E5 yolları arasında yer alır. Güngören formasyonu, Halkalı, Kocasinan ve Çırpıcı vadilerinde mostra vermektedir. Bu formasyon Yedikule, Kazlıçeşme, Osmaniye, Rami, Atışalanı - Esenler arası ve Güngören doğusunda görülür. Ayrıca Şirinevler-Yenibosna - Kocasinan - Mahmutbey sırtının doğu ve batı yamaçlarında Şenlikköy - Sefaköy - Halkalı sırtının doğu ve batı yamaçlarında yüzeyler (**Şekil 3.17**).

Ana litolojiyi mavi-yeşil renkli killer ile daha çok üst seviyelerde yaygınlık gösteren ve bu killer içinde ince yerel zonlar şeklinde bulunan beyaz, kirli beyaz ve bazen yeşilimsi renkli, mactra fosili içeren marnlar, killi kireçtaşları ve seyrek olarak da kumlar oluşturur. Killer içinde marnlı kalker toprakları vardır. Killer içinde ayrıca bitki sap ve yaprak izleri, silt ve kum mercikleri gözlenir. Killi kireçtaşı - kil ardalanı Bakırköy kireçtaşına geçişte çoğalır. Killer ince tabakalı olup laminalıdır. Ayrıca içlerinde kum mercikleri bulunur. Yüzeye yakın yerlerde organik madde zenginleşmesiyle renk kahverengiye dönüşmektedir.

Formasyonunun kalınlığı 60-70 metre civarındadır. Değişen havza koşullarından dolayı, Avcılar ile Fatih ilçelerinin arasındaki bölgede formasyon kalınlıkları bölgelere göre farklılıklar göstermektedir. Bahçelievler ve Güngören civarında 100 - 120 metreye kadar çıkan kalınlıklar Avcılar tarafında 25 - 30 metreye, Eminönü civarında ise 5- 10 metreye düşmektedir (Yılmaz, 2005). Güngören formasyonu ayırtlandığı kesimlerde altına

gelen Çukurçeşme formasyonu ile diskordan üstüne gelen Bakırköy formasyonu ile dereceli geçişlidir (Tufan, 2007).

Arıç (1955) alışmasında Güngören formasyonu içinde bulduğu mactra, helix, omurgalı dış ve omurlara göre Sarmasiyen yaşını vermiş olup, Meriç (1990) formasyonun göl ortamında oluştuğunu ve Sarmasiyen (Üst Miyosen) yaşlı olduğunu ifade eder. Kil boyu ince gercin egemen olduğu Güngören formasyonu, karadan kaba malzemenin çok seyrek olarak geldiği, düşük enerjili, durgun göl ve bataklık ortamında çökelmiştir (Oktay ve Eren, 1994; Yurtsever ve ağlayan, 2002).

3.1.5.6. Bakırköy Formasyonu (Tb)

Birim Tezcan (1977) tarafından Bakırköy formasyonu olarak adlandırılmıştır. Çevre Yolu (E6) ile Marmara Denizi kıyısı arasında geniş bir alanda ve bölgesel morfolojiyi şekillendiren sırtlar üzerinde görülen bu formasyon esas olarak birbirine geçişli killi ve karbonatlı kayalardan oluşur. Bakırköy kireçtaşı; mactralı kalker ya da “küfeki taşı” olarak da bilinmektedir.

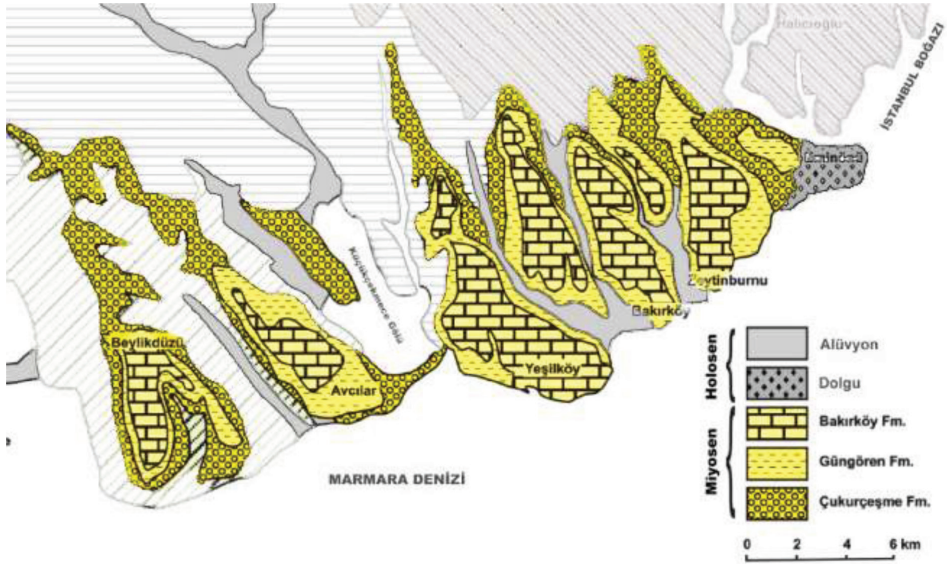
Formasyon önce tabandaki yeşil renkli killer ve içerisindeki seyrek olarak rastlanan beyaz renkli marn ve killi kireçtaşı ile başlamakta, daha sonra yeşilimsi - gri renkli, kil ara düzeyi içeren ve kalınlığı birkaç santimetreyle birkaç metre arasında değişen beyaz renkli karstik erime boşluklu ve bol mactrafosilli son derece karakteristik görünümlü kireçtaşlarıyla temsil edilmektedir.

Arıç (1955) Bakırköy kireçtaşının Topkapı, Zeytinburnu, Merkezefendi, Esenler, Davutpaşa, Değirmentepe, Bağcılar, Güngören, Bahçelievler, Haznedar, Bakırköy, Mahmutbey, Kocasinan, Yenibosna, Halkalı, Sefaköy, Soğuksu, Kanarya, Şenlikköy ve Yeşilköy civarlarında yüzeylendiğini belirtir. Ayrıca belirtilen bu alanlar dışında Bakırköy formasyonunun Küçükçekmece ile Büyükçekmece arasındaki sırtlarda; Avcılar, Firüzköy, Esenyurt, Yakuplu, Kavaklı, Gürpınar, Beylikdüzü ve akmaklı köylerinde yüzeylendiği belirtilmektedir (**Şekil 3.17**).

Bakırköy formasyonu inceleme alanı içerisinde yatay ve yataya yakın tabakalanma gösterir. Bu formasyon yüksek kotlarda yayılım gös-

termektedir ve alttaki birimleri tamamen örtmektedir. Birim Güngören ve Çukurçeşme formasyonlarıyla uyumlu olup, yer yer Kuvaterner yaşlı alüvyon tarafından diskordan olarak örtülmektedir. Arıç (1955) tarafından birimin kalınlığı azami olarak 35-40 metre, genelde ise 20-25 metre kalınlık verilmiş olup, kuzeyde bu kalınlık 10-15 metrelere kadar düşmektedir.

Formasyonun yaşı, Erentöz (1953), Arıç (1955), Sayar (1960) ve Rükert-Ülkümen (1996)'nin inceledikleri fosillere göre Sarmasiyen (Üst Miyosen) olarak ifade edilse de Nazik (1998) tarafından yapılan çalışmada bulunan fosil sonuçlarına göre formasyonun Ponsiyen (Messiniyen) (Üst Miyosen) yaşlı olduğu tespit edilmiştir. Bu formasyon tarihsel çağlardan beri İstanbul'un taş gereksinimi karşılamıştır. Bakırköy formasyonu bugün boşalmış olan önemli bir akiferdir. Fosil içeriğine göre formasyonunun kıyı çizgisi boyunca gelişmiş büyük oranda karadan beslenmeli bir lagüner ortamda oluştuğunu ifade etmiştir (Nazik, 1998).



Şekil 3.17: Çukurçeşme, Güngören ve Bakırköy formasyonlarının genel dağılımı (Arıç, 1955; Yalçınlar, 1976; Oktay ve Eren, 1999; Dalgıç, 2004).

3.1.5.7. Kuşdili Formasyonu (Qk)

İstanbul'un boğaza acılan büyük akarsuların mansap kesiminde, kalınlığı yer yer 70-80 metreye varan başlıca killi kum-mil türü ince malzeme kapsayan birikintiler yer alır. Birim ilk kez İstanbul'un Kadıköy semtinde yer alan Kurbağalı Dere'nin mansap kesiminde Kuşdili Çayırı olarak bilinen bu tür birikintileri kapsayan düzlükte yapılan sondaj verilerini inceleyen Meriç ve diğerleri (1991) tarafından adlandırılmış olup, Kurbağalı Dere'deki (Kadıköy) tipik mevkiden tanımlanmıştır. Formasyon, Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleri, Altın Boynuz (Haliç) civarı, Ayama, Veliefendi, Aksaray vadilerinde yer almaktadır.

Birimin taban kesimi çakıllı ve üstte doğru yanal devamlılıkları değişen kum, gri-siyah renkli bol kavkılı kil ve çamurdan oluşmaktadır. İstanbul-Avrupa yakasında yer alan diğer birimleri açısız uyumsuzlukla örtülen birim üzerine gelen güncel alüvyon ve dolgular tarafından örtülmektedir. Holosen (Oktay, 2007) yaşlı birim, düşük enerjili acı sulu lagün-bataklık ortamında oluşmuştur (Yurtsever ve Çağlayan, 2002).

3.1.5.8. Alüvyon (Qal)

Litolojik olarak genellikle çakıl, kum ve kil gibi değişik boyutlardaki boyutundaki tutturulmamış malzemeden oluşmaktadır. Tamamen çevre kayaların litolojik kökenine bağlı olarak meydana gelmiş olan bu ayrık taneli ortam elemanları daha çok ince boyutludur. Topografik olarak yüksek yerlerde mostra veren kayalardan koparılarak, taşınma sonucu çeşitli dere yataklarına çökelmiştir.

Alüvyonların yaşı Kuvaterner olarak verilmiştir. İl genelindeki en genç birim olduğundan tüm yaşlı birimleri örter. Alüvyon çökelleri inceleme alanında sekiz-on metre kalınlığa sahiptir. Kuvaterner yaşlı olan bu birim bölgedeki diğer tüm kayaları uyumsuz olarak örtmektedir (Yurtsever ve Çağlayan, 2002).

3.1.5.9. Yapay Dolgu (Qyd)

İnceleme alanının birçok bölgesinde farklı malzemelerden oluşan dolgular mevcuttur. Harfiyat dolgusu, yamaç molozu ve kontrolsüz dolgudan

oluşan malzemelerin kalınlığı iki-üç metreden fazla olup yer yer 50 metreye kadar ulaşmaktadır.

3.2. YAPISAL JEOLJİ

Tektonik konumu itibariyle İstanbul, Alt Karbonifer-Neojen aralığında değişik süreçlerde tektonik değişikliklere maruz kalmıştır. Bu değişikliklere bağlı olarak uyumsuzluk, fay, kıvrım gibi yapısal unsurlar bölgeye oldukça karmaşık bir tektonik özellik kazandırmıştır.

İl genelindeki en yaşlı kayalar olan Paleozoyik istifin çökeliminin ardından bir aşınma dönemi başlamış, sonrasında alt kesimleri konglomera ile başlayan Triyas birimler çökelmiş ve bunun sonucunda Paleozoyik ve Triyas yaşlı kayalar arasında bir uyumsuzluk (diskordans) meydana gelmiştir (Özgül, 2011). İkinci önemli diskordans Triyas yaşlı çökel kayalar ile Üst Kretase yaşlı volkanitler arasında olup Ömerli formasyonu (Üst Oligosen-Alt Miyosen) ile alttaki daha yaşlı kaya birimleri arasında önemli bir uyumsuzluk (diskordans) bulunur. Ömerli formasyonu bazı kesimlerde Paleozoyik yaşlı birimler üzerine, bazı kesimlerinde ise Triyas çökelleri ve Üst Kretase yaşlı volkanitler üzerine diskordans ile gelmektedir. Bunlar dışında Triyas çökelleri ve Üst Kretase yaşlı volkanik istif içindeki Sarıyer formasyonu üzerine; Akveren formasyonunun alt kesimleri ile Sarıyer Formasyonu arasında ve Şile'nin kuzeydoğusunda Şile formasyonu ile Yunuslubayır formasyonu arasında bir uyumsuzluklar bulunmaktadır. Anadolu yakasında bir diğer uyumsuzluk Yunuslubayır formasyonu ile Ömerli formasyonu arasında bulunmaktadır. Trakya yarımadasında ise tüm litolojik birimlerin güncel görünümünün kazanılmasında, özellikle Gürpınar ve Çukurçeşme formasyonları arasındaki uyumsuzluk bulunmaktadır. Bu uyumsuzluğun Alpin Orojenezinin Savik Fazı ile Üst Miyosen sonrasında bölgenin karasallaşmasına etkili olan Artık Fazı tarafından meydana geldiği ve aynı zamanda Pliyosen'deki epirojenik hareketlerden ayrıca etkilendiği ifade edilmiştir (Gündüz, 2006).

İstanbul'un kuzeyindeki en önemli tektonik yapı olan Sarıyer-Şile Bindirilmesi boyunca Paleozoyik yaşlı kayalar Üst Kretase yaşlı volkanitler üzerine itilmiş durumda olup bu hat üzerinde, Triyas yaşlı birimlerle Üst

Kretase yaşı volkanik kayalar yanyana durmaktadır. Sarıyer-Şile Bindirmesi Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşı Ömerli formasyonu ile örtülmektedir. Buna göre bindirme Oligosen öncesinde oluşmuştur. Akveren formasyonundan türediği düşünülen Şile ve civarındaki mercekli kireçtaşlarından oluşan Şile formasyonunun, bu bindirmenin etkisiyle oluştuğu ifade edilmektedir (Baykal ve Önalın 1979, Gedik ve diğ., 2005). Boğazın batı kesiminde, Paleozoyik yaşı temel kayaçları ile bu kayaçlar üzerindeki Eosen yaşı çökel içerisinde de çok sayıda sıkışma, transpresyonal ve gerilme karakterli küçük ve orta ölçekte faylar olduğu da ifade edilmiştir (Yiğitbaş ve diğ., 1999; Elmas ve Yiğitbaş, 2001).

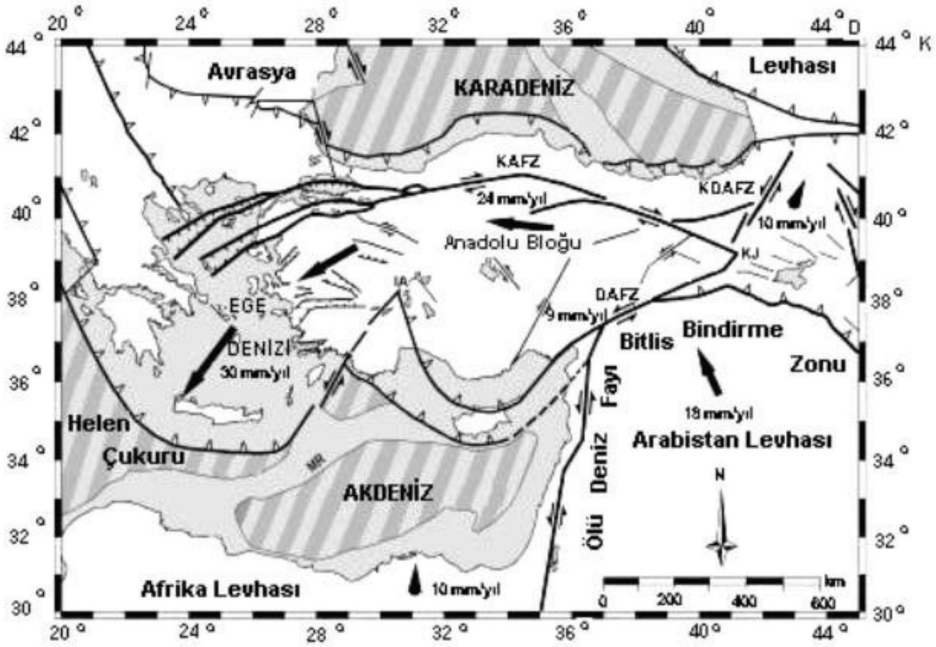
Özellikle Paleozoyik-Alt Tersiyer yaşta kaya birimlerinin yüzeylediği kesimlerde D-B, K-G, KD-GB ve KB-GD doğrultulu büyüklü küçük çok sayıda fayların varlığı, dokanak, klavuz düzey gibi çizgiselliklerin izlenmesi ile kendini belli eden faylar ile birlikte bölgesel faylar olan Maltepe-Beykoz Fayı, Yakacık Fayı, Dragos Fayı, Çamlıca Bindirmesi, Ümraniye Fayı, Kartal Fayı, Gölcük Tepesi Fayı, Büyükada Fayları'nın geliştiği ve bunların Geç Miyosen-Pliyosen yaşı Ömerli Formasyonu tarafından örtüldüğü ifade edilmiştir (Özgül, 2011).

Temel birimler etkin kuzey-güney gerilmelerin etkisi altında kalırken genç çökeller ise yataya yakın katmanlanmaları ile deformasyonlardan oldukça korunmuştur. Kıvrım yapıları belirgin olarak Paleozoyik yaşı temel kayalarında gözlenir. Paleozoyik birimleri Hersiniyen ardından Alpin orojenezi dönemlerinde ileri derecede deformasyona uğramıştır (Yürür, 2015). Triyas yaşı çökel kayalar ve Üst Kretase yaşı volkanik istifte kıvrım yapılarına rastlanmamaktadır (Yavuz, 2008). Kartal ve Trakya formasyonlarının kil içeriği fazla olan kaya birimleri, Tuzla ve Dolayoba Formasyonu'nun kilaşı, şeyl arakatkılı ince katmanlı kireçtaşlarında sık kıvrımlar gelişmiştir (Özgül, 2011). Boğazın batı kesimine gelindiğinde ise Eosen yaşı birimlerin üzerinde uyumsuz olarak bulunan Oligosen ve Miyosen birimlerin (Gürpınar, Çukurçeşme, Güngören ve Bakırköy formasyonları) yaşlarıyla ilişkili bir şekilde değişen kıvrımlanma ve deformasyon özellikleri sergilediği ve genel olarak güney yönde eğimli oldukları, tabaka eğimlerinin ise yaygın olarak 6^0 - 10^0 arasında olduğu, yüksek

eğimlerin genel olarak heyelan morfolojisi ile ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Sakinç ve diğ., 1999).

3.2.1. DEPREMSELLİK

Alpin-Himalaya kıvrım kuşağında yer alan Türkiye’de, Kuvaterner dışında kalan tüm stratigrafik seriler/formasyonlar, son 70-80 milyon yıl boyunca çeşitli orojenik evreler geçirmiş; birkaç kez kıvrılmış, kırılmış ve ileri derecede deforme olmuştur (Ketin, 1968; 1977; 1983). Türkiye’nin aktif tektoniği, Alt Pliyosen’den itibaren gerçekleşen kıta içi çarpışma ve tektonik kaçış bağlantılı deformasyonun bir göstergesi olup söz konusu neotektoniği dünya yer bilimleri literatürünün iki önemli transform fayı olan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ile Ege-Kıbrıs Yayı olarak üç ana yapı yönetirken; Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ)’nin de önemli rolü bulunmaktadır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18: Anadolu ve çevresinin levha tektoniği modeli (Erdik ve diğ., 2014).

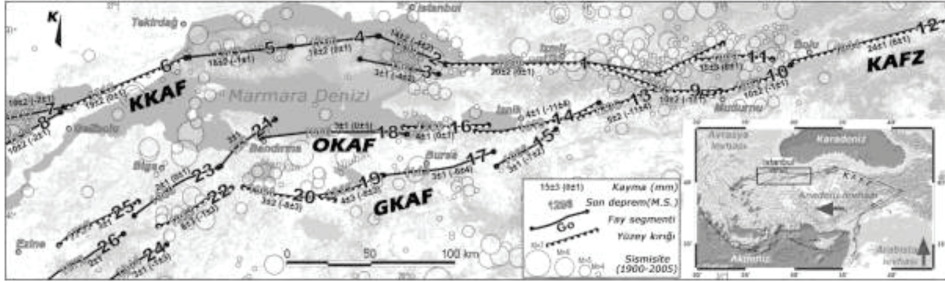
Anadolu Levhasının batıya doğru sıkışması 12-13 milyon yıl önce Arabistan ve Avrasya levhaları arasındaki çarpışma aşamasının sonlarını-

da başlamıştır (Dewey ve diğ., 1989). Ketin (1948), bu hareketlerin doğal sonucu olan Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın dünyanın en büyük aktif kıta içi yanal atımlı faylarından biri olduğunu ortaya koyan kişi olmuştur. Söz konusu levhalar arasındaki sıkışma doğuda başlayarak batıya doğru yayılan Kuzey Anadolu Fay Zonu'ndaki hareketlenmenin başlangıcı ile doğrudan bağlantılıdır (Bohnhoff ve diğ., 2016). KAF, kuzeyde Türkiye'nin doğusunda Karlıova'dan başlayıp batıda Saroz Körfezi'ne kadar uzanan 1500 km'den fazla uzunluğa sahiptir (Ketin, 1948; Barka, 1992; Şengör ve diğ., 1985, 2005; McKenzie , 1972; Şaroğlu, 1988, Şaroğlu ve diğ., 1992).

Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) Geç Miyosen'den sonra gelişmiştir (Ketin, 1948; Ketin, 1969; Şengör, 1979; Barka ve Hancock, 1985; Şengör ve diğ., 1985; Barka ve Gülen, 1988; Görür ve diğ., 1997). Fay zonu içerisindeki en genç fay ise 30–32°E boylamı için 0.2-2 milyon yıl olarak bildirilmiştir (Şengör ve diğ., 2005). Kuzey Anadolu Fayı en batı kısmı olan ve at kuyruğu şeklini aldığı Marmara Denizi'ne ise Geç Pliyosen'de ana fay olarak ulaşmıştır (Alpar ve Yaltırak, 2002).

KAF, Anadolu plakasının Anadolu mikropalakası ve Avrasya plakaları arasındaki çarpışma ile $\sim 23 \pm 3$ mm/yıl sağa doğru yanal hareket barındırarak batıya doğru itildiği sağ yanal doğrultu atımlı bir transform fay sistemidir (McClusky ve diğ., 2000; Meade ve diğ., 2002; Reilinger ve diğ., 1997, 2006; Hergert ve Heidbach, 2010; Hergert ve diğ., 2011). KAFZ 31.5° D boylamının doğusundaki tek bir fay hattı olarak devam ederken, batıda çoklu güçlü sismik olaylar yaratan karmaşık bir fay sistemine dönüşür (**Şekil 3.19**). Batıya doğru dallanan ikincil fay sistemleri Pliyosen'den bu yana Marmara Denizi'nde evrim geçirmekte olan sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu fay (KAF) sistemi ile ilgili bölgedeki ayırt edici ilk özellikler arasında tanımlanmaktadır (Alp ve diğ., 2018). Okay ve diğerleri (2000) Marmara Denizi'nde Kuzey Anadolu Fayı'nın bir ana kol ve birkaç yan daldan oluştuğunu göstermiştir. Ana hat, Ganos Fayı, Orta Marmara Fayı ve karadaki Kuzey Anadolu Fayının İzmit kesimi ile birleşen Kuzey Sınır Fayı'dır. Kuzey KAF (KKAF) da olarak da anılan bu kol dışında; orta KAF (OKAF) ve güney KAF (GKAF) dalları dahil

olmak üzere üç ana kol tanımlanabilir. KKAF, 14-24 mm/yıl kayma oranlarına sahip en aktif kol iken OKAF kolu yılda sadece 5 mm (Murru ve diğ. 2016), GKAF kolu ise yılda 2-6 mm yanal (dextral) ve 8 mm de eğik (dip) kayma şeklinde hareket etmektedir (Meade ve diğ., 2002; Selim ve diğ., 2013).

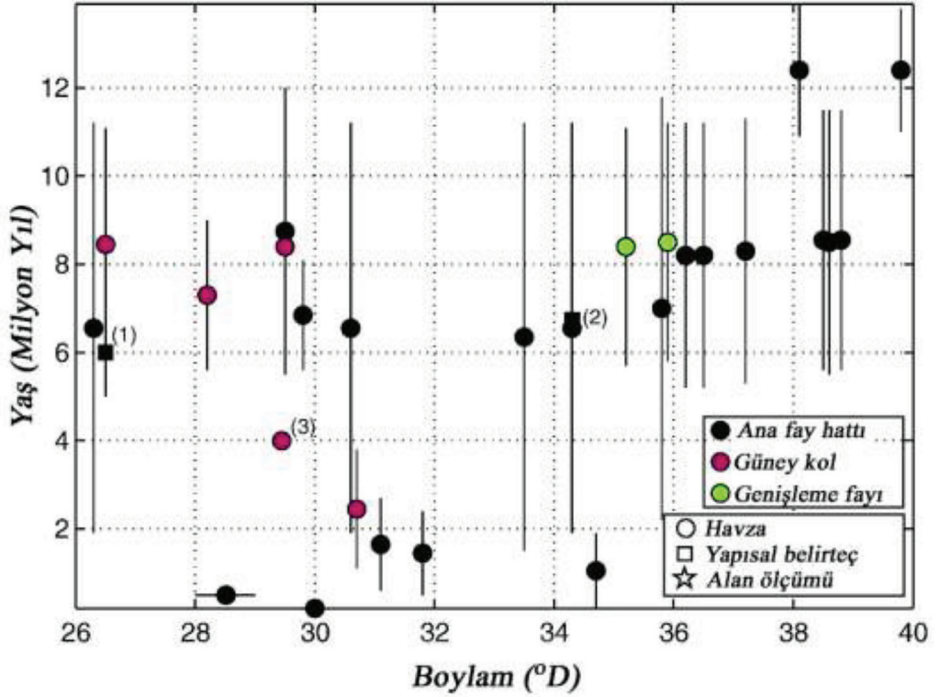


Segmentler: İzmit-S3 (#1) ve Çınarcık (Prens Adaları) (#2), Güney Çınarcık (#3), Marmara (Orta/Merkez) (#4), Batı Marmara (Tekirdağ) (#5), Ganos (#6), Kuzey Saroz (#7), Güney Saroz (#8), Mudurnu (#9), Abant (#10), Düzce-S1 (#11), Gerede (#12), Geyve (#13), İznik (#14), Yenişehir (#15), Gemlik (#16), Bursa (#17), Güney Marmara (#18), Kemalpaşa (#19), Manyas (#20), Bandırma (#21), Gönen (#22), Biga (#23), Pazarköy (#24), Çan (#25), Ezine (#26).

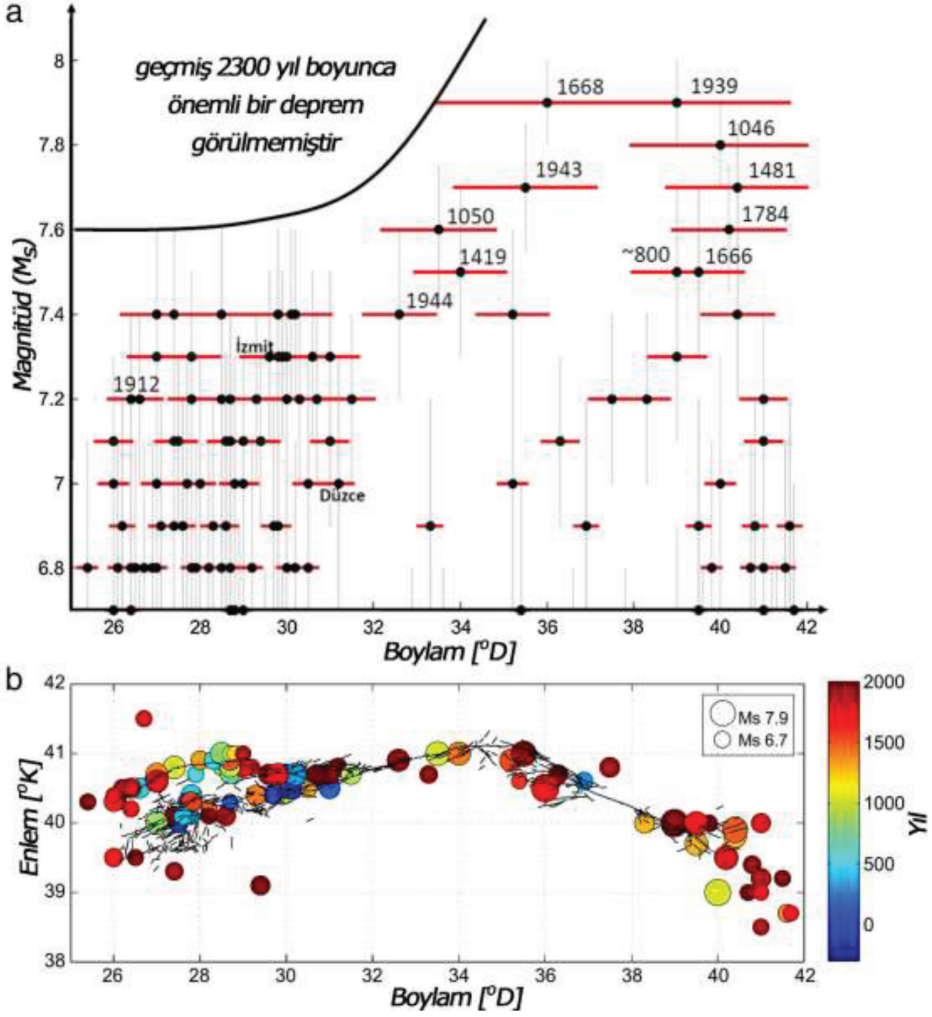
Şekil 3.19: Marmara bölgesi için 1 Ocak 1900-31 Aralık 2006 tarihlerinde M 4.0 ile fay segmentasyon modeli ve sismik aktivite (Murru ve diğ., 2016).

Okay ve diğ. (2000), Marmara Denizi'nde Kuzey Anadolu Fayı'nın Ganos Fayı, Orta Marmara Fayı ve karadaki Kuzey Anadolu Fayı ile İzmit kesimi ile birleşen Kuzey Sınır Fayı olarak bir ana kol ve tali iki koldan oluştuğunu ifade etmektedir. Kuzey KAF (KKAF) da olarak da anılan bu kol İstanbul ilinin deprem riskini kontrol eden tektonik yapıyı meydana getirmektedir. Bu yapının batıdaki kısmı 9 Ağustos 1912 Ms 7.3 Mürefte (Şarköy, Tekirdağ) depreminde, doğu kısmı ise 17 Ağustos 1999 Mw 7.6 Gölçük (İzmit, Kocaeli) depreminde kırılmışken, İstanbul ve çevresinde gelecekte bu fayın orta segmentlerinin bir veya birkaç tanesi üzerinde meydana gelecek deprem veya depremler olacağı ifade edilmektedir (Yalıtırak, 2002). Deprem kayıp tahminlerinde, farklı bina ve altyapı unsurları için kullanılan hasar tahmin yöntemleri farklı yer hareketi parametrelerine bağlı olurken zemin türüne bağlı V_{s30} hız dağılımlarını gösterir haritalar Ek-2'de ilçe bazında çalışmanın son kısmına eklenmiştir.

KAFZ boyunca meydana gelen ve $M>6.6$ için derlenmiş tarihi depremler incelediğinde (Şekil 3.20) bilinen veya tahmin edilen kırık boyları (yatay çizgiler) ile büyüklüklerin (dikey çizgiler) birlikte gösterildiği tarihsel katalogdan geçmiş 2300 yıllık zamandan derlenmiş depremler incelenmiştir. Buna göre KAFZ'nun batı kısmı boyunca $M>7.6$ üzerinde bir depreminin olmadığı; buna karşılık, $M 7.8-8$ kadar büyük depremlerin ise fay bölgesinin ortada kesimlerinde (İç Anadolu boyunca) ve özellikle doğu kısmında (Doğu Anadolu boyunca) olduğu görülmektedir (Şekil 3.21).



Şekil 3.20: KAFZ fay bölgesi yaşı (Bohnhoff ve diğ., 2016).



Şekil 3.21: KAFZ boyunca büyüklük dağılımı (Bohnhoff ve diğ., 2016'dan derlenmiştir).

Kuzey Batı Anadolu ve Trakya Yarımadası'nı kapsayan bölgede 20. ve 21. yüzyıldaki depremselliği USGS verilerine göre 1912 ile 2019 yılları arasında ve büyüklükleri 6 ve üzerinde meydana gelen depremlerin dağılımı Şekil 3.22'de gösterilmiştir. Toplumsal hafızanın aktif olmadığı durumların önüne geçilmesi adına bölgenin neredeyse 100 yılı aşkın bir süre boyunca ne gibi sarsıntılar yaşadığı Şekil 3.22'de gözler önünde serilmektedir. 1900-2016 yılları arasında İstanbul'da bu süre içerisinde

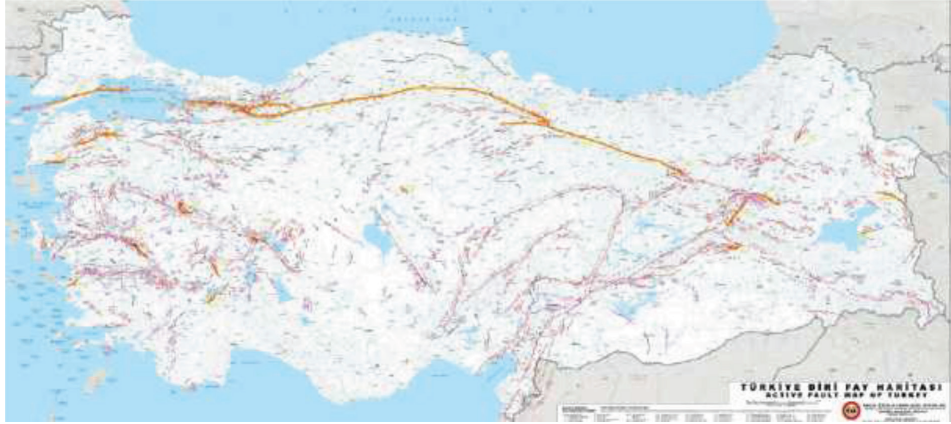
de direkt olarak etkileyen 31 deprem meydana gelmiş, 209 kişi hayatını kaybetmiş, 641 kişi yaralanmış ve 1773 binada hasar meydana gelmiştir (CRED, 2019).



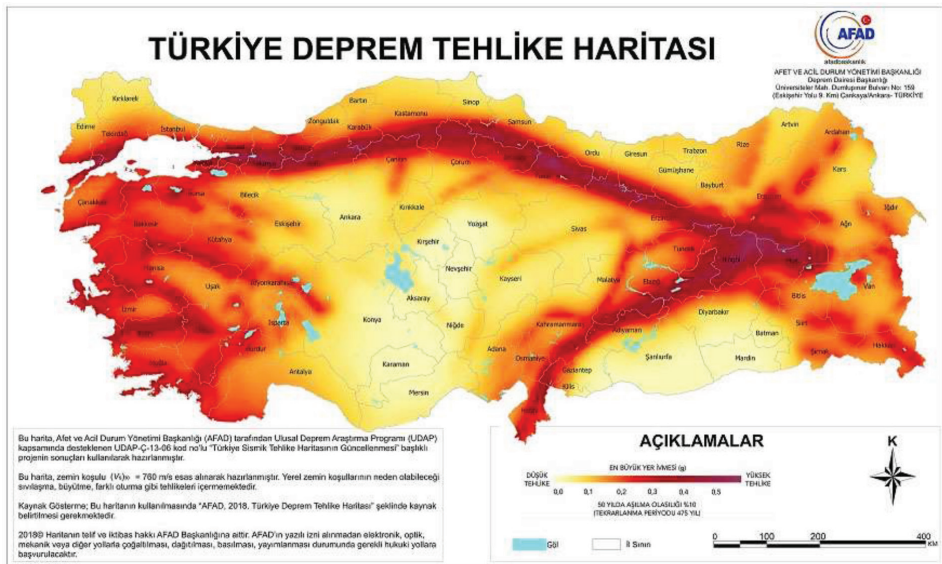
Şekil 3.22: 1912-2019 yılları arasında ve büyüklükleri 6 ve üzerinde olan depremler (USGS, 2020).

Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından 2012 yılında yayınlanan diri fay haritasına göre ülke genelinde bilinen yaklaşık 150 diri fayın aslında 326 olduğu ortaya konmuştur (Şekil 3.23). 2011 Van depremini (M_w 7.1) üreten Van fayının Türkiye Diri Fay Haritası'nda yer almıyor olması ise bu konuda önemli ve ölümcül örneklerin başında gelmektedir (Yalçın ve diğ., 2013). Yeni araştırmalarla ortaya çıkarılan birçok bilgidен, yenilenmiş diri fay haritasından ve yeni deprem verilerinden yararlanarak zaman geçirmeden yeni bir deprem bölgeleri haritası hazırlanmasının gereği olarak başlanan çalışma neticesinde AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından yürütülen kamu ve üniversite işbirliğinin çalışması sonucunda Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, yenilenerek, 18 Mart 2018 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanmıştır (Resmi Gazete, Sayı: 30364). Yeni harita 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Yeni harita en güncel deprem kaynak parametreleri, deprem katalogları ve yeni nesil matematiksel modeller dikkate alınarak çok daha fazla ve ayrıntılı veriyle hazırlanmıştır. Yeni haritanın

1996 tarihli haritadan en büyük farkı deprem bölgeleri yerine en büyük yer ivmesi değerlerinin haritada gösterilmiş ve “deprem bölgesi” kavramının ortadan kalkmış olmasıdır (Şekil 3.24).



Şekil 3.23: Türkiye Diri Fay Haritası (Emre ve diğ. 2013).

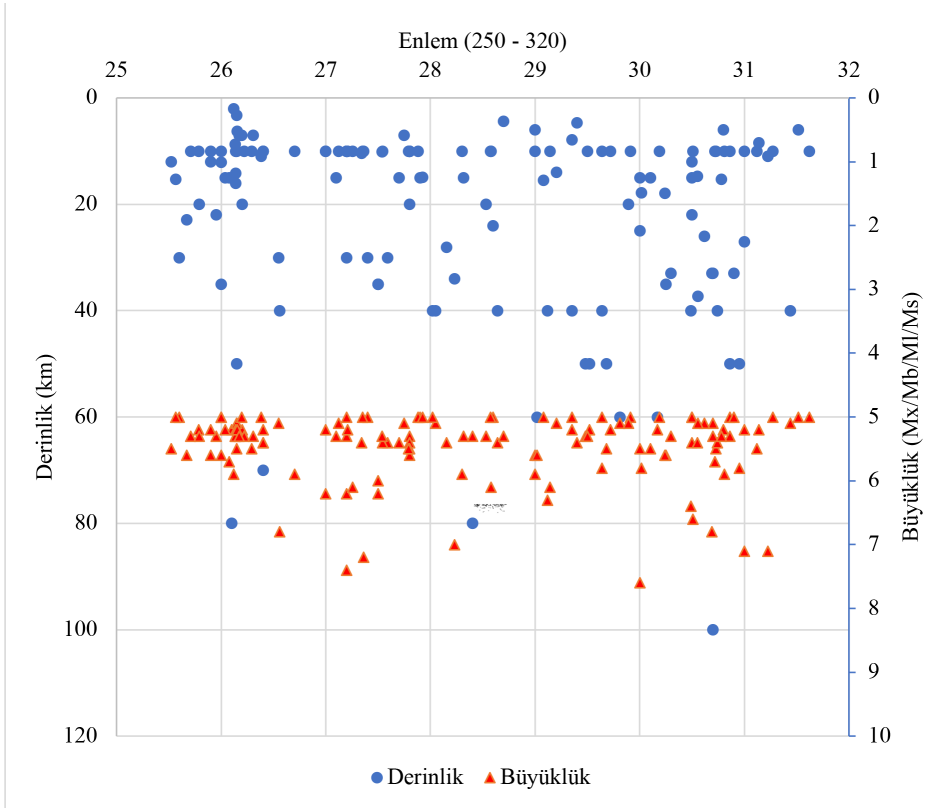


Şekil 3.24: Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD, 2018).

AFAD tarafından hazırlanan “1900 - 2020 Deprem Kataloğu $M > 4$ ” incelendiğinde Kuzey Batı Anadolu ve Trakya Yarımadası'nı kapsayan bölgede 1900 ile 2020 yılları arasında 947 adet yer sarsıntısı kayıt altına alınmış olup bu veriler içinde çeşitli araştırmacılar tarafından tespit edilen

tarihsel depremler ile farklı enstitülere ait sismograflardan alınan veriler arasında korelasyonlar yapılarak güncel hale getirilmiştir. **Tablo 3.1**'de 947 kayıttan büyüklükleri beş ve üzerinde olan 142 depreme ait bilgiler (büyüklük ve derinlik) enleme göre (25⁰-32⁰ konumları arasında) doğrusal olarak verilmiştir. Verilerin farklı sismograflardan ve enstitülerden alınması, büyüklük çözümlerinin tek düze olmaması nedeniyle büyüklükler Mw, Ms, ML, Mb ve M_D olarak ayırım yapılmamıştır.

Tablo 3.1: Enleme Göre Derinlik ve Büyüklük Dağılımı (AFAD, 2020).

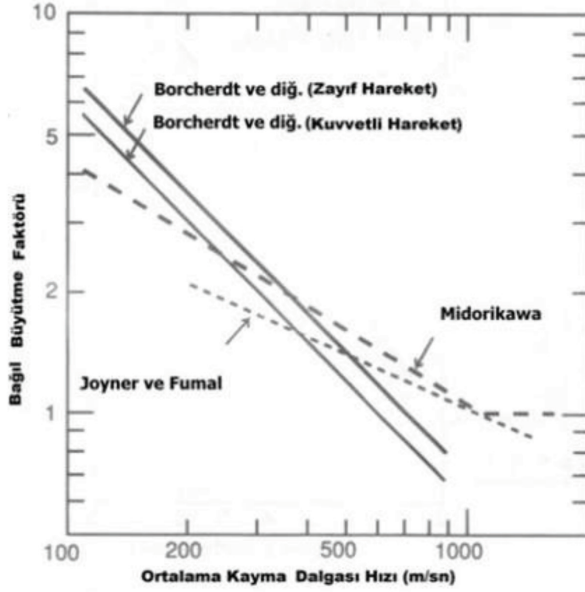


Bu veriler incelendiğinde depremlerin 2-100 km arasındaki derinliklerde meydana geldiği, ortalama derinliğin 20,83 kilometre olduğu; büyüklüklerin 5,0 - 7,6 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Büyüklüğü yedi ve üzerinde olan altı adet sarsıntıdan ilki 9 Ağustos 1912 Ms 7.4 Şarköy-Tekirdağ bölgesinde meydana gelen depremdir (Ambraseys ve Finkel, 1987). Bu depremden sonra 18 Mart 1953 Ms 7,2 Çanakkale merkezli bir deprem

tespit edilmiştir (Ayhan ve diğ., 1981). Alsan ve diğ. (1975) 1957 ve 1964 senelerinde meydana gelmiş ve sırasıyla Ms 7,1 ve 7,0 olan iki deprem tespit ederken sismograflar tarafından alınan son iki kayıt ise yaklaşık 20 sene önce meydana gelen büyük yıkımlara sebep olan 17 Ağustos 1999 Mw 7,6 olan Gölcük depremi ve 12 Kasım 1999 Mw 7.1 Düzce depremi olmuştur.

Depremin yer sarsıntısı, fay atımı gibi birincil sonuçlarının yanında bir de zayıf veya potansiyel barındıran bazı litolojilerde sarsıntularıyla tetiklenen zemin büyütmesi gibi ikincil etkileri de bulunmaktadır. Zemin büyütmesi, deprem dalgalarının odak noktasından (hiposantr) belirli bir açı ile ayrıldıktan sonra görece daha sert litolojiden daha yumuşak litolojiye geçerken genliklerinde meydana gelen artış olarak ifade edilmektedir (Psarropoulos ve diğ., 1999). Depremin odak noktasından başlayarak açığa çıkan enerjinin neden olduğu sismik hareketler dalga yayılma yolu ile jeolojik ve jeoteknik koşullara göre değişikliğe uğramaktadır. Episantr uzaklığının 50 km.den fazla olduğu yerlerde yerel koşullarının depremin ivmesine büyük ölçüde etki ederken, yatay yer ivmesi, sert ana kayalarda en az, alüvyonlarda yüksek ve daha gevşek çamur litolojilerde çok daha yüksek değerler alarak etkilenmektedir (Aki, 1993).

Zemin büyütmesinin belirlenmesinde en önemli belirleyicilerin başında yüzey tabakalarının kayma dalgası hızı gelmektedir (Shima, 1978). Shima (1978) anakaya ile yüzey tabakalarının kayma dalgası hızlarının oranları ile lineer olarak ilişkilendirilen büyütme faktörünü bulmuştur. Midorikawa (1987), Joyner ve Fumal (1988), Borchardt ve diğ. (1991) ise belirli bir derinlikteki sığ zemin tabakalarının ortalama kayma dalgası hızının bağlı (rölatif) büyütme ile kuvvetli bir ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Önerilen bu ilişkiler aşağıda karşılaştırılmıştır (Şekil 3.25). Ayrıca, standart penetrasyon (SPT) ve koni penetrasyon (CPT) deney sonuçları olmadan kayma dalgası hızı (Vs) yardımıyla hesaplama yapılabilen eşitlikler ve bulunan bağlı (rölatif) büyütme faktörleri ile jeolojik birim arasındaki ilişki **Tablo 3.2**'da gösterilmiştir.



Şekil 3.25: Relatif büyütme faktörlerinin karşılaştırılması (Technical Committee for Earthquake Engineering, 1993).

Tablo 3.2: Çeşitli jeolojik birimlere göre Borchardt & Gibbs (1976), Shima (1978) ve Midorikawa (1987) tarafından verilen bağıl büyütme katsayıları

| Araştırmacı | Jeolojik Birim | Bağıl Büyütme Faktörü |
|--------------------------|-----------------|-----------------------|
| Midorikawa (1987) | Halosen | 3.0 |
| | Pleistosen | 2.1 |
| | Volkanik Kaya | 1.6 |
| | Miyosen | 1.5 |
| | Tersiyer Öncesi | 1.0 |
| Shima (1978) | Turba | 1.6 |
| | Humuslu Zemin | 1.3 |
| | Kil | 1.3 |
| | Kum | 0.9 |
| Borchardt & Gibbs (1976) | Körfez Çamuru | 11.2 |
| | Alüvyon | 3.9 |
| | Granit | 1.0 |

Le Pichon ve diğ., (1999) Le Suroit gemisinin incelemeleri sonucunda Marmara Denizi'ni boydan boya kateden tek parçalı bir fay olduğu ve bu

fayın kırılması sonucunda 30 yıl içerisinde 7,6 büyüklüğünde bir deprem meydana geleceğini ifade etmiştir.

Yaltırak (2002), Marmara Denizi'nin evrimi için önerilen geçmiş tüm modelleri incelemiş ve bu modellerin büyük ölçüde deniz sismik profillerine dayandığı ve sınırlı arazi verilerine sahip olması nedenleriyle söz konusu çalışmaların Marmara bölgesinin evrimi için kapsamlı bir tektonik model sağlayamadığı, bununla birlikte söz konusu çalışmaların ortak noktasının Kuzey Anadolu Faz Zonu'nun Marmara bölgesindeki yapıların gelişmesinden sorumlu olduğu varsayımında bulunması olduğunu; Marmara Denizi bölgesindeki tüm yapıların genetik olarak KAFZ ile ilişkilendirilmesi ve Kuzey Anadolu Fayı'nın her şeyi yarattığını varsayımının mümkün olmadığını; önerilen fay gelişim ve evrim modellerinin, bölgenin evrimini aynı tektonik rejimle tanımlamak zorunda kaldığını ifade etmiştir. Çalışmanın, önceki çalışmalarda sunulan verilerin kombinasyonuna dayalı yeni bir sentez olduğu ve bu nedenle, sentezin önceki çalışmalarda sunulan verilerin tamamını doğrulamakla birlikte, Marmara Denizi'nin evrimi için önerilen önceki tektonik modellerin hepsini doğrulamadığını da belirtmiş ve bunun örnekleriyle irdelemiştir. .

Tüysüz (2003), İstanbul'u etkilemesi muhtemel fayların kırılması durumunda depremin yaratacağı sarsıntının şehir genelindeki dağılımını incelemek amacıyla Marmara Denizi içerisinde mevcut aktif fayları dikkate alarak bu fayların üretebileceği deprem büyüklüklerini belirlemek için azalım formülleri kullanarak depremin yaratacağı ivmeyi hesaplamıştır. Çalışmada Ganos-Tekirdağ segmenti, Tekirdağ-Yeşilköy segmenti, bu iki segmenti içeren Batı Marmara fayı ve Adalar faylarına ait senaryolar ile tüm fayların bir arada kırılmasına yönelik 5 senaryo hazırlanmıştır. Buna göre 37 km uzunluğundaki Adalar fayı kırıldığında M_w 6.89, Ganos açıklarından başlayarak Yeşilköy açıklarına kadar uzanan 122 km uzunluğundaki Batı Marmara fayının kırılması durumunda M_w 7.5, Tekirdağ- Ganos segmentinin (57 km) kırılması durumunda M_w 7.1 ve tüm fayların (159 km) birlikte ve tek seferde kırılması durumunda M_w 7.63 bir deprem üreteceği hesaplanmıştır. Çıkan tüm senaryolarda ortak olan kısım İstanbul'un sahil şeridi ve sahile yakın bölgelerin olası bir depremde en çok etkilene-

cek alanlar olduğu sonucudur. Analiz sonucunda çıkan eř Őiddet haritaları dikkate alındığında çalışmanın yayımlandığı tarihte yürürlükte olan ve Bayındırlık ve İşkân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğüne 1996 yılında yayınlanmış deprem bölgeleri haritası ile uyuşmadıkları tespit edilmiştir. Bu durum yapılaşma projelerine esas değerlerin bu haritaların dikkate alınarak seçildiğı düşünöldüğünde 1996 tarihinde güncellenmiş olan bu haritanın zaman zaman geçirilmeden değiştirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Öztürk (2019), Marmara Denizi'nde üç boyutlu dinamik deprem kırılmaları modellemesi üzerine yaptığı çalışmasında deprem odak mekanizmalarından elde edilen bölgesel gerilim sonuçları, Marmara Denizi içerisindeki KAF'ın segmentleri boyunca kayma hızı ve kilitlenme derinliği ile ilgili yapılmış jeodezik ölçümler, geçmiş depremlerde açığa çıkmış olan gerilim ve sismik aktiviteler arası yüklenen gerinimlerin de kullanılmasıyla fay üzerindeki başlangıç gerilim miktarları sınırlandırılarak, ilk kez gerçekçi deprem senaryoları üretmiştir. Ana Marmara Fayı olarak nitelen-dirilen fay üzerinde toplamda 80 farklı kırılma senaryosu incelenmiş, fay üzerindeki kayma hızı ile gerilim ve yer yüzündeki hız ile yer değiştirmeye ek olarak, kayma dağılımı, kırılma hızı ve moment büyüklük hesaplamaları yapılmıştır. Senaryoların büyük kesiminde depremin moment büyüklüğünün Mw 7.2'yi geçmeyeceği görölmüştür. Ayrıca, depremin başlangıç noktası konumuna, kısmen kayan segmentlerin içerisindeki kilitli kısımlara ve yüklenen ilksel gerilim miktarlarına göre kırılmanın Prens Adaları segmentine ilerlemeyebileceğini de ifade etmiştir.

3.3. JEOTEKNİK VERİLER

Bu bölümde genel olarak çalışmanın teması olan konutlar ve o konutların yapıldığı binaların temelinin içinde veya üzerinde yer aldığı jeolojik birimlerin mühendislik jeolojisine değinilirken burada İBB (2011) tarafından yapılan çalışma benimsenmiş; çalışma içerisinde de lito-stratigrafi birimlerin özelliklerine değinilmiştir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yürütölmüş olan mikrobölgeleme çalışmalarının ilki olan Avrupa yakası mikrobölgeleme çalışması (2001) ile ikincisi olan Anadolu yakası mikrobölgeleme çalışması (2002) kapsamında zemin özelliği gösteren birimlerin jeoteknik özelliklerinin tespiti amacıyla Standart Penetrasyon Testi (SPT)

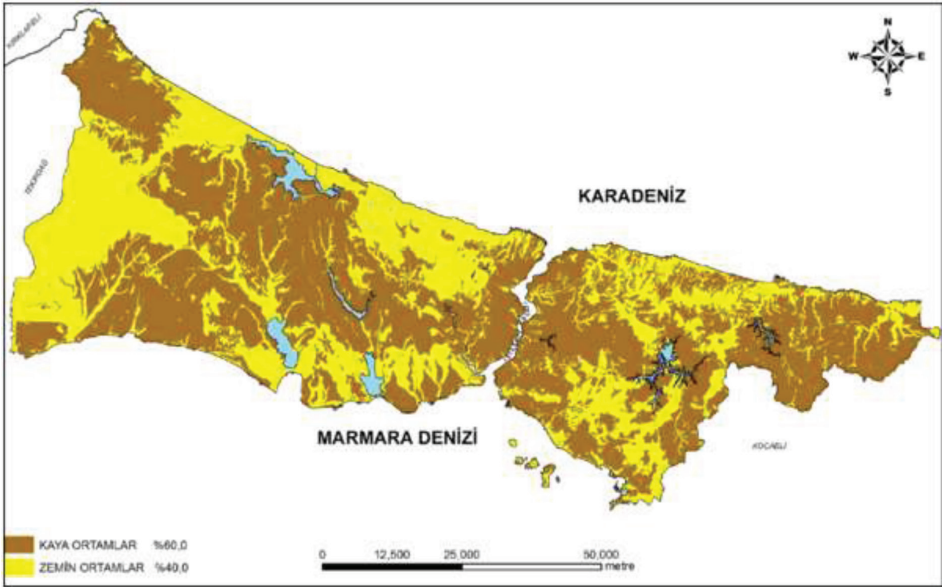
örnekleri ve Örselememiş (UD) numuneler kullanılarak bazı laboratuvar testleri gerçekleştirilmiştir. Zemin ortam ve Kaya ortamdaki elde edilen numunelerden Avrupa yakasında 160.644 adet (İBB, 2001), Anadolu yakasında ise 90.468 adet (İBB, 2002) olmak üzere toplam 251.112 adet deney yapılmış olup aşağıda yer alan tablolarda formasyonlara göre bu oraya çıkan sonuçlara ait ortalamaları görülmektedir (**Tablo 3.3**, **Tablo 3.4**, **Tablo 3.5** ve **Tablo 3.6**).

3.3.1. ZEMİN ORTAMLARININ FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

İstanbul'un Avrupa yakasında, Bakırköy, Güngören, Bahçelievler ve çevresindeki bölgelerde gözlenen Üst Miyosen yaşlı Güngören Formasyonu, Çukurçeşme Formasyonu ile Gürpınar Formasyonu, Anadolu yakasında, Şile Formasyonu'nun bazı kesimleri ile İstanbul'un kıyı kesimlerinde ve akarsu yataklarında yer yer ve kalın birikintiler oluşturan Kuşdili Formasyonu, alüvyon ve seki birikintileri, yamaç molozu, kollüviyal birikintiler, toprak, yapay dolgular zemin ortam özelliği göstermektedir. Bu grubun ortak özelliği genellikle killi, kumlu yer yer zayıf tutturulmuş/tutturulmamış nitelikte birimleri içermesidir (Tüysüz, 2003).

Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA)'nın 2002 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi için hazırladığı çalışmada geçmiş dönemde yapılan zemin araştırma raporları, jeofizik etütler yanında ve 48 adet sondajlardan elde edilen arazi deneylerinde aşağıdaki grafikte formasyon ve ilave olarak bazı formasyonlarda topografik yükseklik veya birim kalınlığına göre SPT-N değerleri tespit edilmiştir. Yapılan deneylere göre toplam 2022 adet SPT (Standart Penetrasyon Testi) verisi elde edilmiş olup en fazla veri 327 adetle Gürpınar, sonrasında 297 adetle Güngören, 75 adetle Çukurçeşme formasyonunda yapılmıştır. Bu verilerde Bakırköy formasyonunda SPT-N değerlerinin yükseklik ile değiştiği gözlenmiştir (**Şekil 3.26**). Örneğin; yedi metre ve daha düşük seviyelerde (*söz konusu seviye denizden yüksekliği ifade etmektedir*) SPT-N değerlerinin 200'e çıktığı, deniz seviyesinden 51-105 metre arası yüksekliklerde ise SPT-N değerlerinin 47'e ulaşabildiği gözlenmiştir. Güngören formasyonunda ise bu durum birimin derinliği ile değişmekte olup 0 ile 15 metre derinlikte olan birimde SPT-N

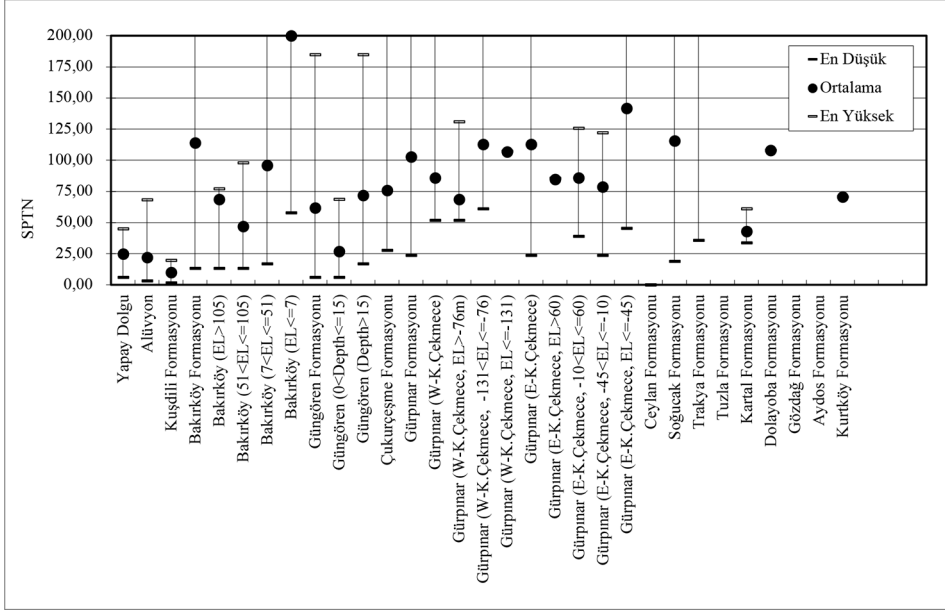
değerleri ortalama 27 çıkarken 15 metreden daha derin birimlerde değer 72 sınırına çıkmıştır. Bu konuda en ilginç sonuçların alındığı Gürpınar formasyonunda değerler yükselik haricinde Küçükçekmece gölünün batısı ve doğusu olarak da farklı sonuçların ortaya çıktığı gözlenmiştir. Örneğin, gölün batısı için genel SPT-N ortalaması 86 iken doğu kısmındaki birimlerde bu değer 113'e çıkarken, bu değere -76 metre ile -131 metre arasındaki kotlarda ulaşılmış, yukarı doğru çıkıldığında bu değer 69'a kadar düştüğü, doğuda ise en yüksek olan 142 değerini örnek alınan kottan -45 metre aşağıda ve daha derinde görünürken yüzeye doğru bu değer 79'a kadar düşmektedir (Şekil 3.27).



Şekil 3.26: İstanbul il alanında Zemin ve Kaya ortamlarının dağılım haritası (Özgül, 2011).

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan mikrobölgeleme çalışmalarından (İBB, 2001; 2002) alınan numuneler üzerinde yapılan Kıyam Limitleri Deney sonuçları **Tablo 3.3**'de gösterilmektedir. Plastisite İndeksi (PI) değeri %40'ı aşan formasyonlar Bitkisel Toprak, Güngören ve Gürpınar formasyonları olurken kum muhtevası (ortalama) %28'i aşan formasyonlar ise Çukurçeşme, Trakya, Kuşdili, Ömerli formasyonları ile Plaj Kumı, Eski Alüvyon ve Alüvyon (Anadolu Yakası) olmuştur. Alüv-

yon, Güngören ve Gürpınar formasyonlarının PI ve kum miktarı karşılaştırıldığında aralarında büyük bir fark olmadığı gözlenmiştir.



Şekil 3.27: Formasyonların yapılan sondajlardan elde edilen SPT-N değerlerin değişimi (JICA, 2002; OYO International Corporation, 2007,2009).

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan mikrobölgeleme çalışmalarından (İBB, 2001; 2002) alınan numuneler üzerinde yapılan deneylerin sonuçlarına göre, Kil ve Silt Muhtevası (ortalama) %70’i aşan formasyonlar Bitkisel Toprak, Güngören ve Gürpınar formasyonlarıdır. Kum Muhtevası (ortalama) %37’yi aşan formasyonlar Çukurçeşme, Trakya ve Plaj Kumu ile Alüvyon (Anadolu yakası) olmuştur. Alüvyon’un ana muhtevasının Silt ve Kil olduğu (%57.1-68.2), Kum muhtevasının ise %26.2 ile %39,4 arasında olduğu; Alüvyon’un Güngören ve Gürpınar formasyonlarının sonuçları karşılaştırıldığında, kum muhtevasının diğerlerinden yüksek olduğu; Güngören’in kum muhtevasının ise oldukça az olduğu (%17.8) sonuçlardan görülmüştür (**Tablo 3.3**).

Her formasyonun Doğal Su Muhtevası (W_n) sonucu **Tablo 3.3**’de gösterilmiştir. Su Muhtevası %15-32 arasında değişiklik göstermektedir. Su Muhtevası %28’i aşan formasyonlar Alüvyon (Avrupa yakası) ve Gün-

gören formasyonlarıdır. Bunun yanı sıra su muhtevası %18'den az olan formasyonlar ise Trakya, Ömerli ve Çukurçeşme formasyonları ile Eski Alüvyon ve Anadolu yakası Alüvyonları olmuştur.

Tablo 3.3: Formasyonlarda yapılan laboratuvar deneylerinin sınıflama tabloları (İBB, 2001; 2002).

| FORMASYON | Doğal Su Muhtevası W _n (%) | Kıvam Limitleri | | | Dane Çapı Dağılımı | | |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------------|--------|--------|--------------------|---------|-----------|
| | | LL (%) | PL (%) | PI (%) | Kil & Silt (%) | Kum (%) | Çakıl (%) |
| Yapay Dolgu | 23.8 | 46.5 | 13.2 | 33.3 | 48.4 | 28.3 | 23.3 |
| Alüvyon (Avrupa Yakası) | 32.2 | 50.3 | 13.0 | 37.3 | 68.2 | 26.2 | 6.0 |
| Alüvyon (Anadolu Yakası) | 17.7 | 28.6 | 13.0 | 15.5 | 49.6 | 39.4 | 13.7 |
| Eski Alüvyon | 17.6 | 26.2 | 12.9 | 13.3 | 57.1 | 33.3 | 9.6 |
| Kuşdili | 25.0 | 29.0 | 14.7 | 14.4 | 56.0 | 35.2 | 8.8 |
| Plaj Kumu | 20.8 | 40.4 | 16.7 | 23.6 | 12.2 | 77.8 | 9.8 |
| Bitkisel Toprak | 27.2 | 56.6 | 13.4 | 43.2 | 79.6 | 14.3 | 6.1 |
| Bakırköy | 24.1 | 47.1 | 15.2 | 31.9 | 62.8 | 18.0 | 19.3 |
| Güngören | 28.9 | 60.6 | 16.0 | 44.5 | 79.2 | 17.8 | 3.1 |
| Çukurçeşme | 17.8 | 41.3 | 13.5 | 27.8 | 36.6 | 54.2 | 9.2 |
| Gürpınar | 24.6 | 56.1 | 15.7 | 40.4 | 73.6 | 23.4 | 3.1 |
| Ömerli | 16.8 | 27.9 | 12.4 | 15.5 | 66.8 | 26.8 | 6.5 |
| Ceylan | 24.7 | 47.3 | 15.3 | 32.0 | 64.7 | 23.9 | 11.4 |
| Trakya | 14.6 | 35.5 | 15.3 | 20.2 | 35.2 | 37.7 | 27.1 |

Bakırköy, Ceylan ve Trakya formasyonuna ait örnekler bu formasyonların ileri derecede ayrılmış bölgelerinden alınan SPT ya da UD numuneleri üzerinde yapılmış test sonuçlarına ait olup, bu formasyonların verileri, kendilerinin tipik karakteristiklerini yansıtmamaktadır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan mikrobölgeleme çalışmalarından (İBB, 2001; 2002) alınan numuneler üzerinde yapılan Serbest Basınç Deney (q_u) sonuçları Tablo 3.2'de gösterilmektedir. Serbest basınç değeri 2.5kgf/cm^2 'yi aşan formasyonlar Çukurçeşme ve Gürpınar formasyonları olurken, 2.0kgf/cm^2 'den az olan formasyonlar Yapay Dolgu, Alüvyon, Kuşdili, Güngören, Bakırköy, Ceylan ve Trakya, formasyonları olmuştur. Alüvyon, Kuşdili, Güngören ve Gürpınar formasyonlarının serbest basınç değerleri karşılaştırıldığında, «en düşük değerinin Kuşdili formasyonunun olduğu, sonrasında ise değerlerin Alüvyon, Güngören ve Gürpınar formasyonu şeklinde artan bir eğilim sergilediği gözlenmiştir.

Her formasyonun Üç Eksenli Basınç sonuçları incelendiğinde 1.0 kgf/cm²'den az olan birimlerin Yapay Dolgu, Alüvyon, Kuşdili, Ceylan, Ömerli ve Gürpınar formasyonları olduğu; Bakırköy ve Güngören formasyonlarının ise yaklaşık olarak 2.0 kgf/cm² ve üzerinde değerler elde ettiği gözlenmiştir (**Tablo 3.4**).

Tablo 3.4: Formasyonlarda yapılan laboratuvar deneylerinin sınıflama tabloları-2 (İBB, 2001; 2002)

| FORMASYON | Konsolidasyon | Şişme | | Serbest Basınç | | Üç Eksenli Basınç | |
|--------------------------|--|-------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------|
| | M _v (cm ² /kgf) | Serbest Şişme (%) | Şişme Basıncı (kg/cm ²) | q _u (kgf/cm ²) | C _u (kgf/cm ²) | C (kgf/cm ²) | Ø (°) |
| Yapay Dolgu | 0.0150 | 1.407 | 0.076 | 1.71 | 0.85 | 0.69 | 9.30 |
| Alüvyon (Avrupa Yakası) | 0.0290 | 0.969 | 0.058 | 1.38 | 0.69 | 0.77 | 7.30 |
| Alüvyon (Anadolu Yakası) | 0.0322 | 0.448 | 0.023 | 1.40 | 0.70 | 0.53 | 11.77 |
| Eski Alüvyon | 0.0398 | 0.405 | 0.014 | - | - | - | - |
| Kuşdili | 0.0400 | 0.534 | 0.021 | 0.89 | 0.45 | 0.45 | 10.89 |
| Plaj Kumu | 0.0100 | 0.905 | 0.055 | | | | |
| Bitkisel Toprak | 0.0110 | 1.501 | 0.083 | 2.14 | 1.07 | 0.64 | 8.60 |
| Bakırköy | 0.0150 | 1.531 | 0.071 | 1.56 | 0.78 | 1.98 | 7.90 |
| Güngören | 0.0110 | 2.223 | 0.112 | 1.96 | 0.98 | 2.25 | 11.40 |
| Çukurçeşme | 0.0130 | 2.007 | 0.112 | 3.27 | 1.64 | | |
| Gürpınar | 0.0100 | 2.228 | 0.132 | 2.53 | 1.27 | 0.85 | 13.50 |
| Ömerli | 0.0159 | 1.248 | 0.056 | 2.29 | 1.14 | 0.76 | 14.95 |
| Ceylan | 0.0130 | 1.283 | 0.048 | 1.83 | 0.91 | 0.61 | 11.00 |
| Trakya | 0.0140 | 0.689 | 0.038 | 1.82 | 0.91 | | |

Bakırköy, Ceylan ve Trakya formasyonuna ait örnekler bu formasyonların ileri derecede ayrılmış bölgelerinden alınan SPT ya da UD numuneleri üzerinde yapılmış test sonuçlarına ait olup, bu formasyonların verileri, kendilerinin tipik karakteristiklerini yansıtmamaktadır.

Killi zeminlerin, sabit gerilmeler altında, zamana bağlı olarak bünyelerindeki suyu dışarı atarak meydana gelen konsolidasyon ortalama değerleri **Tablo 3.5**'te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek değeri gösteren Kuşdili formasyonu olup, Güngören ve Gürpınar formasyonları birbirleri-

ne çok yakın değerler (sırasıyla 0.011 cm²/kgf ve 0.01 cm²/kgf) sergilemiştir. Test sonuçlarına göre değerler Alüvyon birimler ile Kuşdili ve Ömerli formasyonu haricinde 0.015 cm²/kgf'den daha düşük çıkmıştır. Kuşdili formasyonunun ortalama değeri 0.04 cm²/kgf olarak tespit edilmiştir.

Dane çapı dağılımlarına göre %3,1-19,3 çakıl, %18,0-54,2 kum, %17,8-54,2 kil/silt içermekte olan Çukurçeşme, Güngören ve Bakırköy formasyonları göre kayadan gevşek kuma kadar değişen litolojiler ve çoğunlukla birbirleri ile yanal ve düşey geçişler gösterirken, Bakırköy formasyonundaki karstik erime yapıları; yer yer gevşek kumlardan (%54,2) oluşan Çukurçeşme formasyonundaki sığ yeraltı suyu varlığı; Bakırköy ve Güngören formasyonunun oturma, heyelan gibi yaygın olan olumsuz koşullar taşıma gücünde önemli kayıplara sebep olmaktadır.

Serbest basınç dayanımı en düşük birimlerden olan alüvyonlar (1,38-1,40 kgf/cm²) genel olarak derelerin olduğu bölgelerde yer almakla birlikte üzerlerinde yoğun konut yerleşimi görülmektedir. Alüvyonlar kadar yamaç molozları ve yapay dolgular da benzer dayanım özellikleri sergileyen ve zemin davranışı konusunda olumsuz etkilere sahip birimlerdir.

Şişme potansiyelleri göz önüne alındığında kıvam limitleri ve serbest şişme deneylerinin yanında bakılması gereken doğal su muhtevası analizi sonuçlarına göre Alüvyon en yüksek ortalama sahip litoloji olurken, dane çapı analizlerinde ise Alüvyonun kum muhtevasının diğerlerinden daha yüksek olduğu, kum muhtevasının en az olduğu birimin Güngören olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu analizlere göre Güngören formasyonu diğer birimler ile kıyaslandığında şişme potansiyeli açısından daha yüksek olduğu görülmektedir.

Zemin davranışını etkileyen faktörlerden biri morfolojidir. Arazi eğimi, bakı, kayaçların yapısal özellikleri ile topografik yamaç arasındaki ilişki zemin davranışını etkiler. Örneğin, aynı yöndeki tabakalanma ve topoğrafya eğimi kayanın akmasına ve/veya toprak kaymalarına neden olabilirken; ani topografik değişikliklerin, deprem dalgalarının yayılmasında oldukça etkili olduğu ve bu dalgaların güçlenmesinde önemli bir etki olduğu bilinmektedir (Özgül, 2011).

3.3.2. KAYA ORTAMLARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ

İstanbul'da yüzeylenmekte olan Paleozoik, Mesozoyik ve Oligosen-Miyosen yaşta litostratigrafi birimleri mühendislik jeolojisi açısından Kaya Ortam özelliği taşımaktadır. Bu birim özellikle Anadolu yakasında, bir kısmı da Avrupa yakasında görülürken bu birimlerden hariç olarak Küçükçekmece Gölü'nün doğusunda bulunan Eosen kalkerleri, güçlü kaya kaliteleri nedeniyle bu gruplara dahil edilmektedir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan mikrobölgeleme çalışmalarından (İBB, 2001; 2002) çıkan sonuçlara göre en yüksek Suya Doygun Birim Hacim Ağırlık (γ^d) değeri 2.65 g/cm³ ile Dolayoba, en düşük 2.58 g/cm³ ile Aydos formasyonu olurken, Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ^k) değeri incelendiğinde sırasıyla %3.6 ve %4 su kaybı ile 2.62 g/cm³ ve 2.54 g/cm³ olarak görülmüştür. Gözeneklilik (n_{ef}) değerleri incelendiğinde en yüksek değer Gözdağ (%8.65), en düşük değer ise Dolayoba (%3.6) formasyonunda olduğu; Boşluk Oranı (e) ve Su İçeriği (W_a) değerlerinin de benzer sonuçlar verdiği gözlenmiştir (Tablo 3.5).

Tablo 3.5: Formasyonlarda yapılan deneylere göre fiziksel indeks değerleri (İBB, 2001; 2002)

| FORMASYON | Fiziksel İndeks | | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------|----------|-------|-------|
| | γ^k | γ^d | n_{ef} | e | W_a |
| | (gr/cm ³) | (gr/cm ³) | (%) | (%) | (%) |
| Trakya | 2.54 | 2.61 | 7.50 | 8.39 | 3.06 |
| Tuzla | 2.60 | 2.64 | 3.86 | 4.06 | 1.51 |
| Kartal | 2.54 | 2.61 | 7.58 | 8.43 | 3.09 |
| Dolayoba | 2.62 | 2.65 | 3.60 | 3.85 | 1.41 |
| Gözdağ | 2.55 | 2.63 | 8.65 | 10.09 | 3.60 |
| Aydos | 2.54 | 2.58 | 4.00 | 4.45 | 1.68 |
| Kurtköy | 2.58 | 2.63 | 5.39 | 5.86 | 2.15 |

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan mikrobölgeleme çalışmalarından (İBB, 2001; 2002) İstanbul Paleozoyik istifinde yer alan birimler üzerinden yapılan basınç ve çekme deneylerinden tek eksenli değerleri incelendiğinde basınç değeri 500 kg/cm²'nin altında olan formas-

yonlar Trakya, Kurtköy ve Kartal olurken en yüksek değere Aydos formasyonunda (574 kg/cm^2) ulaşılmıştır. Elastisite modülü (E) incelendiğinde değeri 55.000 kg/cm^2 'nin altında olan formasyonlar Kurtköy ve Kartal formasyonları olurken, 110.000 kg/cm^2 'nin üzerinde olanların Tuzla ve Dolayoba formasyonları olduğu tespit edilmiştir. Üç eksenli sıkışma dayanımı değeri 500 kg/cm^2 'nin üzerinde olanlar Dolayoba ve Aydos formasyonları olurken en düşük değer Trakya formasyonunda (163.3 kg/cm^2) gözlenmiştir. Çekme dayanım değerlerine göre ise yine en yüksek değer Aydos formasyonunda (47.1 kg/cm^2), en düşük değer Kartal ve Trakya formasyonlarında olduğu (29 kg/cm^2) sonuçlarına ulaşılmıştır (**Tablo 3.6**).

Tablo 3.6: Formasyonlarda yapılan basınç ve çekme deneylerinin değer dağılımı (İBB, 2001; 2002).

| FORMASYON | TEK EKSENLİ | | ÜÇ EKSENLİ | | | ÇEKME |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|
| | Basınç Direnci (kg/cm^2) | E Modülü (kg/cm^2) | σ_b (kg/cm^2) | c (gr/cm^2) | ϕ ($^\circ$) | σ_c (kg/cm^2) |
| Trakya | 435 | 100500 | 163.30 | 24.50 | 54.20 | 29.00 |
| Tuzla | 507 | 138333 | 349.30 | 42.50 | 53.90 | 43.20 |
| Kartal | 256 | 44364 | 278.90 | 22.80 | 51.10 | 29.00 |
| Dolayoba | 540 | 149143 | 520.30 | 44.30 | 59.40 | 45.90 |
| Gözdağ | 564 | 78800 | 350.60 | 35.00 | 54.00 | 46.80 |
| Aydos | 574 | 92250 | 505.00 | 64.40 | 56.10 | 47.10 |
| Kurtköy | 289 | 53591 | 242.80 | 23.30 | 52.70 | 32.40 |

Litolojik olarak kuvarsarenit, grovak, arkoz, kireçtaşı ve şeyllerden oluşan Paleozoyik istif niteliklerini koruduğu bölgelerde oldukça sağlam bir kaya ortamı, yerleşim açısından da güvenilir ve tercih edilir bir özellik sergilemektedirler. Bu tür ortamların mühendislik özellikleri birimlerin litoloji, oluştuğu ortam, tabakalanma, süreksizlikler (çatlak kırık, eklem, fay vb.), ayrışma/bozuşma derecesi vb. özelliklerine göre sınıflandırılabilir. Özellikle zemin davranışı açısından bina temellerinin de içerisinde bulunduğu topografya altındaki ilk 30 metre derinliğe kadar olan bölge içerisinde görülen alterasyon ve ayrışma İstanbul'da mühendislik yapılarının inşasında karşılaşılan büyük problemlere yol açmaktadır. Bu durum özellikle iki farklı yönde deformasyon geçirmiş Trakya formasyonu

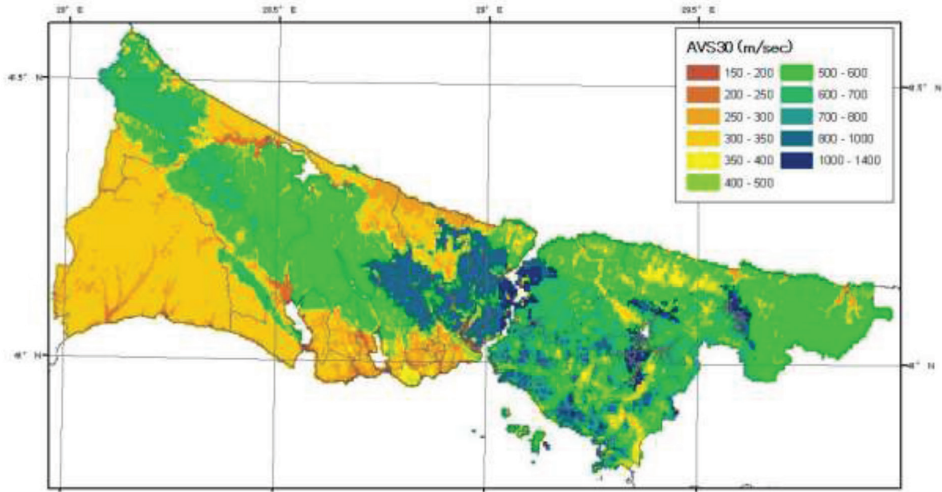
üzerinde diğer Paleozoyik birimlere kıyasla görece daha düşük değerlere sahip olduğu üç eksenli sıkışma ve çekme deneyleri incelendiğinde de görülmektedir (**Tablo 3.6**).

Aşırı tektonizma, pinomatolitik (yüksek ısı ve basınç koşulları altında) ve hidro-termal ayrışma, atmosferik koşullar gibi etkenlerle, ileri derecede ayrışma ve bozunma sonucu “kaya” özelliğini önemli ölçüde yitirerek zemin davranışları gösteren kayalar “yumuşak kaya” sınıfına girmektedir. Yumuşak kaya sınıfına giren bu birimlerin dayanımları süreksizliklerinden çok, ayrışma sonucu oluşmuş kil gibi dayanımsız minerallere dönüşen feldspat, mika gibi mineral içeriğince kontrol edilmektedir. Bu açıdan bakıldığında Paleozoyik yaşlı kırıntılı kaya birimlerinden, mika ve feldspat kapsamı yüksek olan Kurtköy Formasyonu, Gözdağ Formasyonu, Kartal Formasyonu ve Trakya Formasyonu’nun kireçtaşı litolojisi dışında kalan bol mikalı kumtaşı ve şeylleri, Üst Kretase yaşlı Şile Formasyonu’nun özellikle bazı kesimleri aşırı faylanma, hidro-termal ayrışma, uzun süreli atmosferik koşullara açık kalma gibi dinamik koşulların etkisiyle yer yer ileri derecede ayrışma ve bozuşmaya uğrayarak mühendislik açısından kaya özelliklerini yitirmiş ve yumuşak kaya özelliği kazanmıştır. Kurtköy formasyonunda gözlenen arkozlar jeolojik ve atmosferik şartlardan etkilenmediği takdirde çok sert-sert kaya niteliği taşırken arkozda alterasyon meydana gelmesi sonrasında taşıma gücü oldukça düşmüş olarak gözlenmektedir. Diğer Paleozoyik birimlere kıyaslandığında neredeyse en düşük değerlere sahip olduğu basınç ve çekme deney sonuçları incelendiğinde de görülmektedir (**Tablo 3.6**). İstanbul’un önemli mühendislik yapılarının (tünel, metro, köprü vb.) temellerini teşkil ettiği ya da içinden geçtiği Trakya formasyonu yer yer aşırı çatlaklı yapısının yanı sıra killeşme, ayrışma gibi ikincil etkilerle de kaya niteliğini yitirmiş olarak bulunabilmektedir.

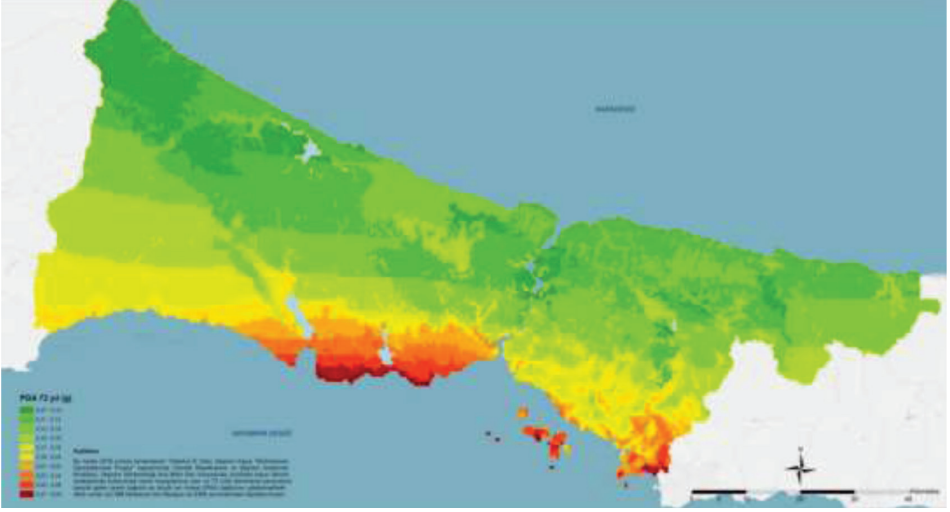
3.3.2. YEREL ZEMİN KOŞULLARI

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) tarafından Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanlığı (BÜ-KRDM)’na yaptırılan çalışmada il genelindeki yüzeydeki ilk 30 metre içerisindeki kayma dalgası hızlarının ($V_{s_{30}}$) tespiti de yapılırken il gene-

linde gözlenen lito-stratigrafik birimlerinin ortalama kesme dalgası hızları ($AV_{s_{30}}$) İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) tarafından Avrupa Yakası Mikrobölgeleme çalışması ve Anadolu Yakası Mikrobölgeleme çalışması kapsamında belirlenmiştir (OYO International Corporation, 2007 ve 2009). $AV_{s_{30}}$ değerlerini hesaplamak için kuyu içi sismik ölçü (PS Logging) verileri ve Re/Mi (Refraksiyon Mikrotremor) / MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves/Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analiz Yöntemi) ölçümlerinin sonuçları kullanılmıştır. Ölçü alınamayan ara kesimler için ise, S-dalgası yaklaşımı ile yapılmıştır (BÜ-KRDM, 2009). Proje alanlarının dışında kalan kesimlerini de kapsayacak şekilde, bütünü için ortalama kesme dalgası hızı ($AV_{s_{30}}$) dağılımı (Şekil 3.28) ve olasılıksal deprem tehlikesi analizine dayalı zemin bağımlı en büyük yer ivmesi (PGA) dağılımı (Şekil 3.29) aşağıda görülürken ilçe bazındaki dağılımlar Ek-2’de sunulmuştur.



Şekil 3.28: İstanbul ilinin ortalama $AV_{s_{30}}$ genel dağılım haritası (BÜ-KRDM, 2009)



Şekil 3.29: Olasılıksal deprem tehlikesi analizine dayalı zemin bağımlı en büyük yer ivmesi (PGA) dağılımı (72 yıl) (BÜ-KRDM, 2019)

Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA)'nın İstanbul Büyükşehir Belediyesi için hazırladığı çalışmada geçmiş dönemde yapılan zemin araştırma raporları, jeofizik etütler yanında ve 48 adet sondaj, 39 noktada PS Logging (kuyu içi sismik ölçü) ve yatay dizin (array) mikrotremor ölçümleri sonucunda zemin değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerler neticesinde tespit edilen Kayma Dalga Hızları formasyon bazında, en düşük, en yüksek ve ortalama olarak aşağıdaki grafikte gösterilmektedir. Bu grafikte JICA (2002) çalışmasına ek olarak İBB tarafında yapılan Anadolu ve Avrupa yakası mikrobölgeleme raporlarından elde edilen değerler de eklenmiştir. Bu değerler neticesinde NEHRP (1997) yönetmeliğine göre zemin sınıflandırması yapılmıştır. Bu sınıflamaya benzer olarak İBB tarafından OYO International Corporation'a yaptırılan çalışmalar (2007 ve 2009), başka bir çalışmada da yer verilirken sınıflamaların birbirine benzer çıktığı gözlenmiştir.

NEHRP (National Earthquake Hazard Reduction Programme / Ulusal Deprem Tehlikesi İndirgeme Programı) ABD'de jeoteknik ve inşaat mühendisliği alanında yeni yapılan inşaatların sismik tasarımında kullanılan zemin sınıflama kriteridir. NEHRP faktörlerinin belirlenmesinde 1989 Loma Prieta (Kaliforniya) depreminin güçlü ivme kayıtları kullanılarak geliştirilmiş ve laboratuvar ve sayısal modelleme çalışmalarınının Seed

(1992) ve Borcherdt (1992; 1994) sonuçları temel metodolojiyi oluşturmuştur. NEHRP'e göre zemin sınıfı, S-dalga hızının 30 metre derinliğe kadar olan ortalama hızına ($AV_{s_{30}}$) dayanmaktadır. Aşağıda da bu metodoloji sonucunda oluşan sınıflama ve bu sınıflamalara karşılık gelen zeminler yer almaktadır (**Tablo 3.7**).

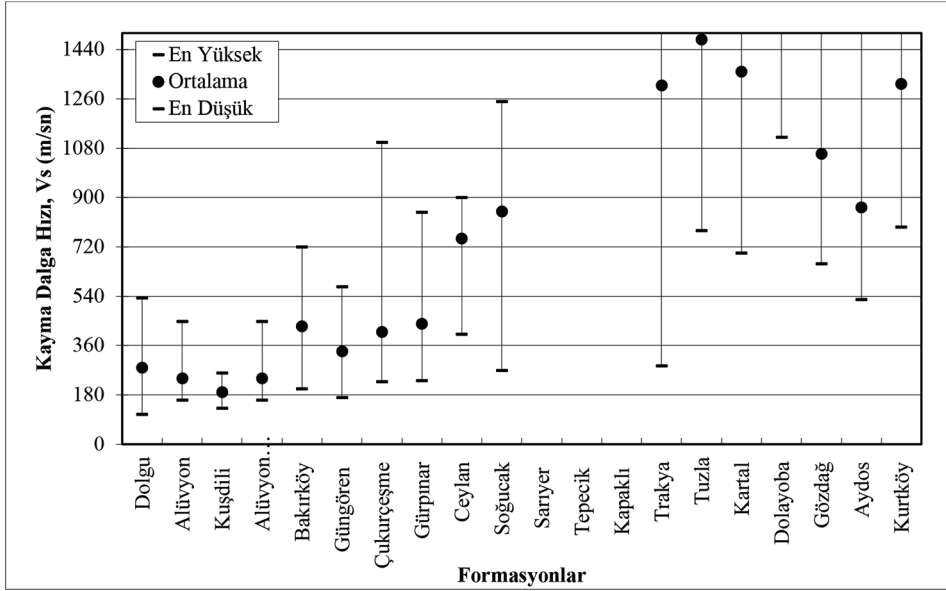
Ülkemizde, bugüne kadar 1947, 1953, 1961, 1968, 1975, 1998, 2007 ve 2018 olmak üzere, deprem yönetmeliklerinin yenilenmesi gereği doğmuştur. Hazırlanan bu yönetmeliklerde, yapının bulunduğu deprem bölgesi ve zemin özellikleri dikkate alınarak yapıların, depreme dayanıklı tasarımı ve yapımı için gerekli olan minimum koşullar verilmektedir. 2018 yılındaki son güncelleme ile 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girerken adı da Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) olarak değiştirilmiştir. NEHRP gibi TBDY de yerel zemin sınıflaması altı gruba ayrılırken NEHRB'ten farklı olarak bu sınıflama kriterleri yüzeyde itibaren 30 m.ye kadar olan derinlik için üç farklı faktöre göre değerlendirilmiş olup bunlar ortalama dalga hızı ($V_{s_{30}}$), $SPT-N_{30}^{60}$ ve c_{u30} (Drenajsız Kayma Mukavemeti) değerleri olup ilgili tablo aşağıda yer almaktadır (**Tablo 3.8**). Gerek NEHRP gerekse TBDY sınıflamalarında ortalama dalga hızı değerleri sınıflamadaki tek ortak faktör olduğundan dolayı İstanbul il sınırları içerisindeki formasyonların litoloji, kayma dalgası hızlarının özellikleri ve değerlerine **Tablo 3.9**'de ve **Şekil 3.30**'de yer verilmiştir (JICA, 2002; OYO International Corporation, 2007,2009).

Tablo 3.7: NEHRP Zemin Sınıflaması (BSSC, 1997'den uyarlanmıştır).

| NEHRP Zemin Sınıfı | Tanımlama | Ortalama S-Dalga Hızı (AVs30) |
|--------------------|---|-------------------------------|
| A | Sert ana kaya | > 1500 m/s |
| B | Sağlam, dayanıklı ile sert arası birimler | 760 - 1500 m/s |
| C | Yoğun toprak, yumuşak kaya | 360 - 760 m/s |
| D | Sert toprak | 180 - 360 m/s |
| E | Yumuşak killer | < 180 m/s |
| F | Özel çalışma gerektiren zeminler, örneğin sıvılaştırılabilir zeminler, suya doymuş kil ve organik olan ve 36m.den daha kalın zeminler | < 180 m/s |

Tablo 3.8: Yerel Zemin Sınıflaması (TBDY, 2018).

| Yerel Zemin Sınıfı | Zemin Cinsi | Üst 30 Metrede Ortalama | | |
|--------------------|--|-------------------------|-------------------------------|--------------------|
| | | $(V_s)_{30}$ [m/s] | $(N_{60})_{30}$ [darbe/30 cm] | $(C_u)_{30}$ [kPa] |
| ZA | Sağlam, sert kayalar | >1500 | - | - |
| ZB | Az ayrılmış, orta sağlam kayalar | 760 - 1500 | - | - |
| ZC | Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar | 360-760 | >50 | >250 |
| ZD | Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları | 180 - 360 | 15 - 50 | 70 - 250 |
| ZE | Gevşek kum, çakıl veya yumuşak - katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \%40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($C_u < 25$ kPa) içeren profiller | < 180 | < 15 | < 70 |
| ZF | Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.) 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer. 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killer. 4) Çok kalın kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer. | | | |



Şekil 3.30: Formasyonların litoloji, kayma dalgası hızlarının en düşük, en yüksek ve ortalama olarak değerlerin değişimi (JICA, 2002; OYO International Corporation, 2007,2009).

Tablo 3.9: Formasyonların litoloji, kayma dalgası hızlarının özellikleri ve değerlerin değişimi (JICA, 2002; OYO International Corporation, 2007,2009).

| Formasyon | Açıklamalar | Kayma dalga hızının özellikleri | AVs (m/sn) |
|------------------------|------------------------------------|--|------------|
| Dolgu | Atık, moloz ve yapay dolgu | Çok az veri var. Kayma dalgası hızı ile derinlik veya yükseklik arasında açık bir ilişki bulunamamıştır. | 280 |
| Alüvyon | Gevşek çakıl-kum-kil | Çok az veri var. Kayma dalgası hızı ile derinlik veya yükseklik arasında açık bir ilişki bulunamamıştır. | 240 |
| Kuşdili | Kum-çakıl mercekli kil | Kayma dalgası hızı derinlik olarak artış eğilimindedir. Bazı veriler kayma dalga hızını 200m / sn'den az gösteriyor. | 190 |
| Alüvyon Yelpazeleri | Gevşek kaya-çakıl-kum-kil | | 240 |
| Bakırköy | Maktra-kireçtaşı-marn-kil ardışımı | Kayma dalgası hızı rakıma göre değişir. | 430 |

Tablo 3.9'un devamı

| | | | |
|------------|---|---|----------|
| Güngören | Kum mercekli gri kil | Kayma dalgası hızı derinlikle artar. | 340 |
| Çukurçeşme | Gevşek blok-çakıl-kum-kil | Kayma dalgası hızı ile derinlik veya yükseklik arasında açık bir ilişki bulunamamıştır. | 410 |
| Gürpınar | Çakıltaşı-kireçtaşı, marn, kömür-kil, tüf / tüfit, kumtaşı-çakıltaşı, kil | Kayma dalgası hızı rakıma göre değişir. Küçükçekmece Gölü'nün doğu ve batı kısımlarında hızlar farklıdır. | 440 |
| Ceylan | Kırıntılı kireçtaşı, marn ve aratabakalıçamurtaşı | | 750 |
| Soğucak | Resifal ve resif-önü karbonatları | Kayma dalgası hızı çok değişken. Kayma dalgası hızı ile derinlik veya yükseklik arasında açık bir ilişki bulunamamıştır. | 850 |
| Sarıyer | Mikrit-marn-çamurtaşı-tuffit ardışımı / Andezit, Bazalt | | Veri Yok |
| Tepecik | Halobialşeyl | | Veri Yok |
| Kapaklı | Kırmızı karasal kırıntılılar | | Veri Yok |
| Trakya | Türbidit kumtaşı ve çakıltaşı ile gri şeyller | Trf: Kayma dalgası hızı çok değişkendir. Kayma dalgası hızı ile derinlik veya yükseklik arasında açık bir ilişki bulunamamıştır. | 1310 |
| Tuzla | Yumruklu kireçtaşı | | 1477 |
| Kartal | Kalsitürbiditaratabakalışeyl | Kf: Kayma dalgası hızı çok değişken. Kayma dalgası hızı ile derinlik ve yükseklik arasında açık bir ilişki bulunamamıştır. | 1360 |
| Dolayoba | Kireçtaşı (biyolitit, biyosparit, biyomikrit) | Df: Kayma dalgası hızı çok fazla değişiyor. Kayma dalgası hızı ile derinlik veya yükseklik arasında açık bir ilişki bulunamamıştır. | 2620 |
| Gözdağ | Kuvarsarenit mercekli laminalişeyl | | 1059 |
| Aydos | Kuvarseranit, kuvars çakıltaşı | | 864 |
| Kurtköy | Mercekselçakıltaşı, kumtaşı, şeyl | | 1315 |

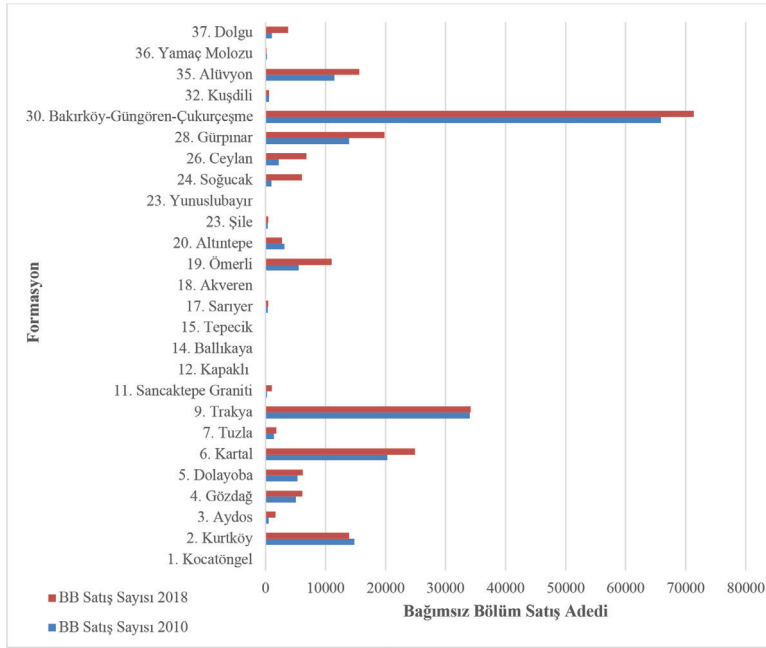
4. BULGULAR

Bu çalışmada, İstanbul il sınırları içerisinde bulunan ilçeler ile ilçe sınırlarındaki mahallelere ait konut sayıları, hane halkı sayıları, konut satış adetleri ile konut satış fiyat endeksi, kişi başı gelir değişimi, mahalle bazında güncel konut değer değişimleri, yıllık ortalama konut birim metrekare fiyatları, kira geri dönüş süreleri, konutlardaki oda sayılarına göre ortalama brüt alan, birim fiyatlar analizlerde kullanılmıştır. Bu verilere ek olarak mahalle bazında litolojik birimlerin değişimi ve il genelinde yaygın olan formasyonlara göre bu birimler üzerindeki yapılarda yer alan konut bağımsız bölüm satış sayıları ile heyelan alanlarına göre konut satış adetleri ve rayiç değer değişimine ait veriler de bu analizlerde yer almıştır. Ayrıca yapılan analizlerde formasyon litolojik özelliklere göre konut değerinin değişimi, formasyonlara göre rayiç değer değişimi, kişi başı gelir ve hane halkı geliri ile formasyonların ilişkisi, litoloji ile konutların birim değerleri ve satış adetleri ile mahalle bazındaki yapı stokları, deprensellik, heyelan alanları, sıvılaşma ve taşıma gücü yetersiz alanlar, taşkın alanları ve zemin büyümesi potansiyeli olan alanlara göre karşılaştırılmış ve tüm bu sonuçlar aşağıda farklı konular dikkate alınarak yorumlanmıştır.

4.1. FORMASYON ÖZELLİKLERE GÖRE KONUT FİYATI DEĞİŞİMİ

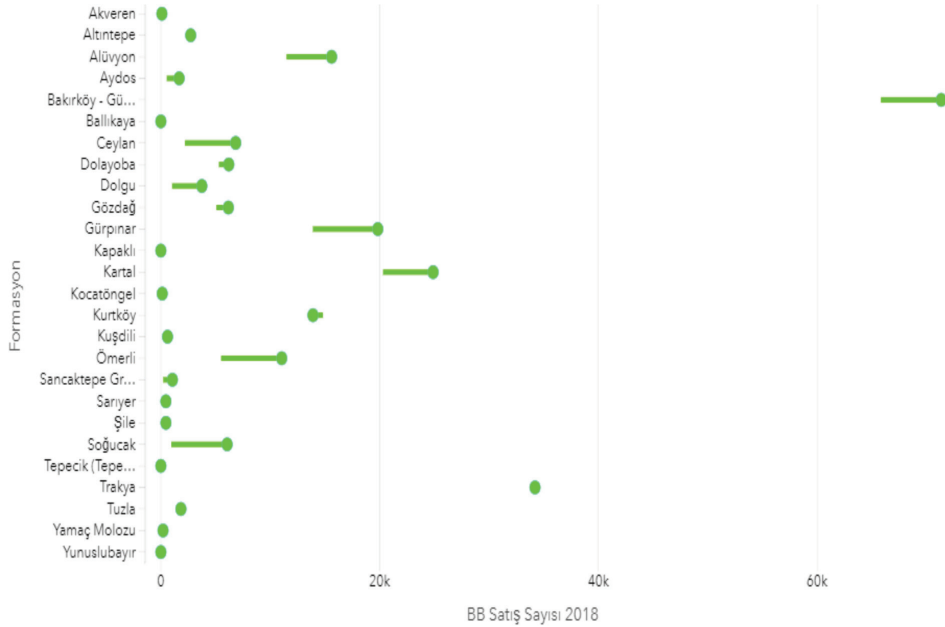
Yapılan incelemede, il genelinde yer alan formasyonlar üzerinde inşa edilmiş olan konutların 2010 - 2018 yılları arasında bağımsız bölüm satış sayıları incelenmiştir. Bu çerçevede yapılan analiz sonuçlarına göre İstanbul il sınırları içerisinde bağımsız bölüm adedi olarak en çok satışın Avrupa yakasının güney sahil kesiminde yayılım gösteren ve ilgili sene içerisinde il genelindeki konut satışları oranları %31-35 olarak değişen Bakırköy, Güngören ve Çukurçeşme formasyonlarında olduğu tespit edilmiştir. MTA ve İBB bölgesel jeoloji raporlarında bu üç formasyon ayırım yapılmaksızın

incelendiği ve sayısallaştırılan haritalarda ayırtlanmadığı için bu üç formasyon grup olarak incelenmiştir. Çıkan sonuçlara göre 2010 yılında bu formasyonlar üzerindeki konut satış sayısı 65.842 adetken 2018 yılında bu rakam 71.355 adet bağımsız bölüme çıkmıştır. Bu satış adetleri incelendiğinde ise sadece bu üç formasyon üzerinde inşa edilen yapılarda satılan konutlar İstanbul genelinde söz konusu dönemde gerçekleşen konut satışlarının %31-35'i arasında olmuştur. Bu birimlerden sonra en çok satış adedi ise İstanbul'un her iki yakasında da yer alan ve genel olarak sağlam bir kaya olan Trakya formasyonunda gözlenmekte olup 2010 ve 2018 yıllarında sırasıyla 34.022 ve 34.208 adet konut satışı yapılmıştır (**Şekil 4.1**). İstanbul'un genel olarak en yaygın kaya birimlerinin başında gelen bu birim il sınırlarındaki satılan konutların %15-18'i gibi ciddi bir miktarını oluşturmaktadır. Konut satış adetleri olarak üçüncü sırada ise yine Paleozoyik yaşlı Kartal formasyonu gelmekte olup 2010 yılında gerçekleşen satışlar il genelindeki satışların %10,83 ü olup 20.323 adet, 2018 yılında ise bu oran %10,86, satış adedi ise 24.892 olmuştur. Bu üç birim 2010 yılında gerçekleşen satışların %64,05'ini, 2018 yılında ise %56,94'ü kadar bir paya sahiptir.



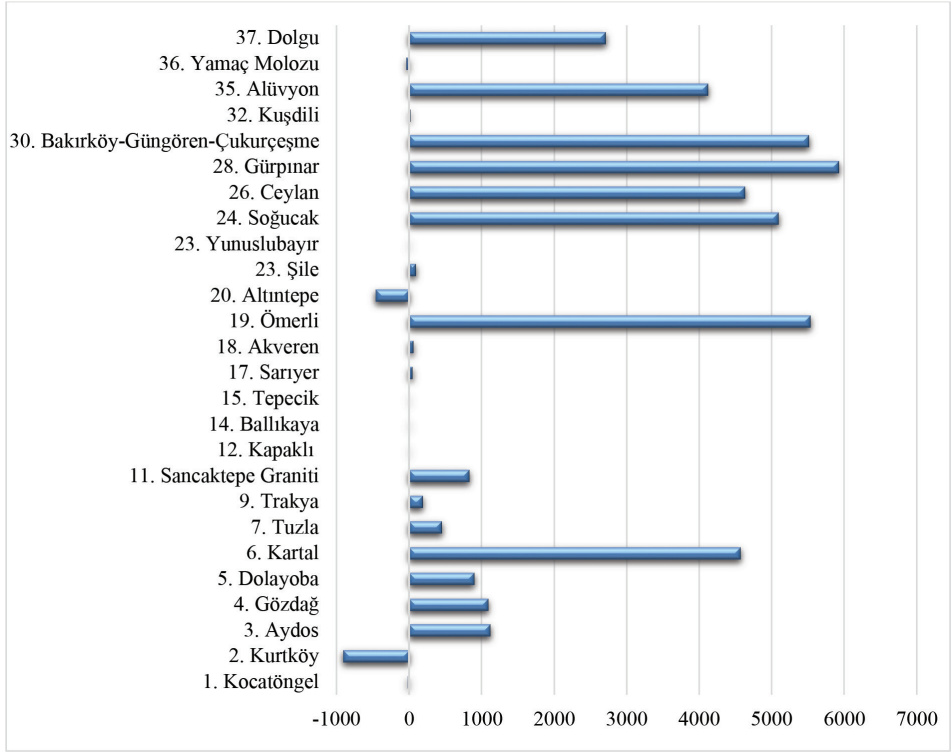
Şekil 4.1: Formasyon türlerine göre konut satış sayılarının 2010 ile 2018 yıllarına göre değişimleri.

Yapılan analizlerde en ilginç sonuçlardan biri ise Soğucak formasyonu olup 2010 yılında 965 adet konut satışı yapılan formasyon üzerinde artan inşaat faaliyetleri sonucu 2018 yılında %528’lik bir artış ile bağımsız bölüm sayısı 6.058 adete yükselmiştir. Soğucak kireçtaşlarından sonra ikinci sıradaki artış Sancaktepe Graniti üzerinde inşa edilen konutlar olmuş ve 2010 yılında 226 adet satış görürken bu sayı 2018 yılında %367 oranında artarak 829 adete yükselmiştir. Artış gösteren diğer bir önemli alan ise Dolgu alanları olmuştur. 2010 yılına göre %262 oranında artış gözlenen birim üzerinde 2010 yılında 1064 adet olan satış sayısı 2018 yılında 3744’e yükselmiştir (Şekil 4.2, Tablo 4.1).



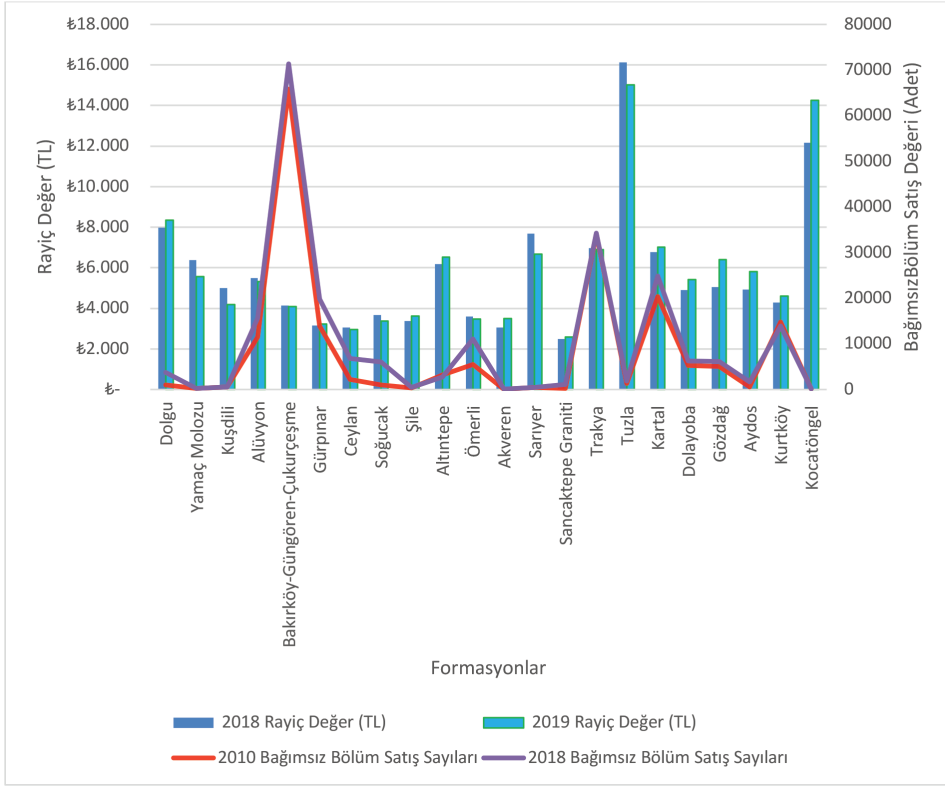
Şekil 4.2: 2018 yılındaki bağımsız bölüm satış sayılarının 2010 yılına ve Formasyonlara göre değişimleri.

Tablo 4.1: Bağımsız Bölüm Satış Sayılarındaki Değişim
(2010 yılına göre, Adet).



Çalışmada ayrıca litoloji birimleri/formasyonlar ile 2018 ve 2019 yılı rayiç değerleri incelenmiştir (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4). İlk incelemede birimler arasındaki rayiç değerlerde gözlenen farklar ile bazı birimlerin şehrin sadece bir yakasında gözlenmesi sebebiyle çalışma Trakya ve Kocaeli yarımadası olarak ayrıştırılmıştır (Tablo 4.2). Tüm formasyonlara ait değer değişimleri Ek-4’de sunulmuştur.

Tablo 4.2: Formasyonlar, rayiç değerler, satış adet değişimleri.



Yapılan inceleme sonucunda dolgu alanlarındaki rayiç değerlerin Kocaeli yarımadasında %62-65 oranında daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Her iki yakada gözlenen birimlerden bir diğeri dere yatağı çevrelerinde gözlenen alüvyon olup, Trakya yakasındaki rayiç değerler %18-19 oranında, benzer şekilde Trakya formasyonunun da %5-6 oranında daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (**Tablo 4.3**). Bu değer farklarının her iki yaka arasında farklı olmasında Trakya yarımadasındaki konut fiyatlarının Kocaeli yarımadasına göre görece daha yüksek olmasından, yani İstanbul konut piyasasındaki dinamiklerden kaynaklanırken jeoloji ve jeoteknik olarak herhangi bir ilişki tespit edilememiştir.

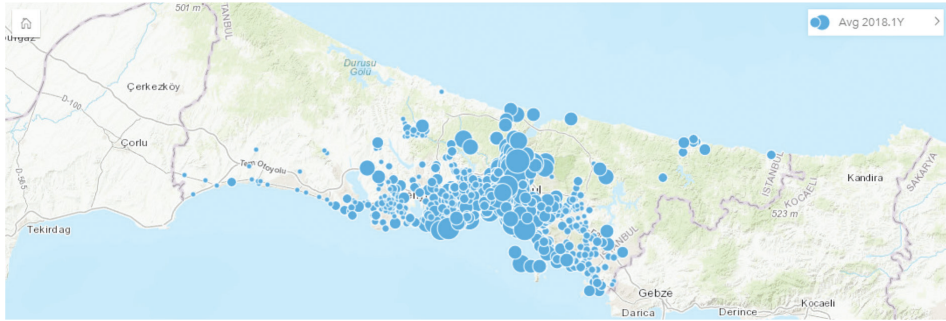
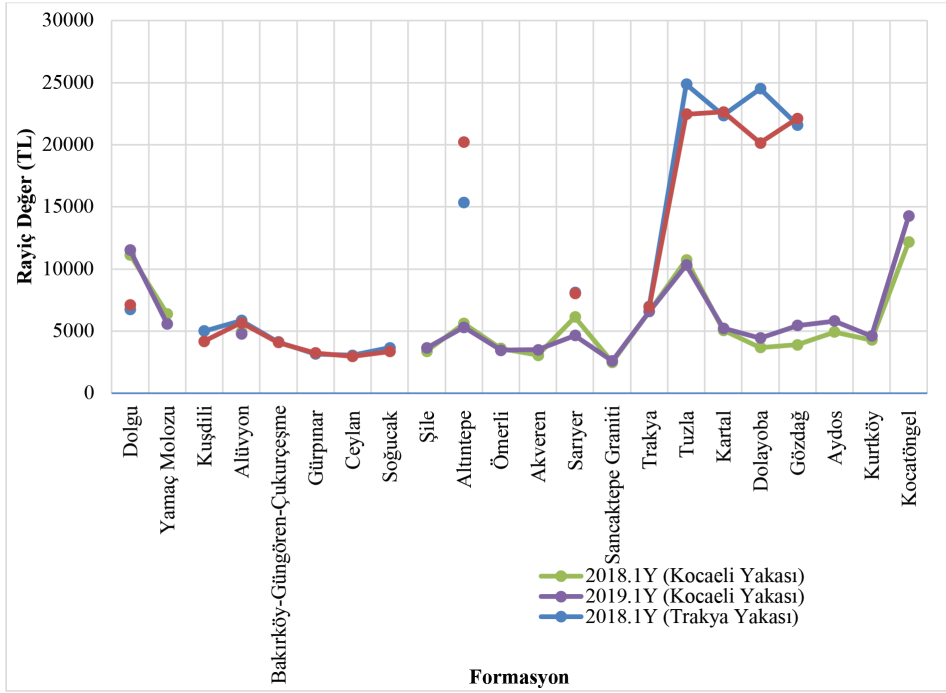
Rayiç değerler incelendiğinde Trakya yakasında Sarıyer, Tuzla ve Altıntepe formasyonlarında rayiç değer farkı diğer yakaya göre sırasıyla yaklaşık olarak 1,53; 2,25 ve 3,27 kat daha yüksek olarak ölçülürken; yakalar arasındaki değer farkları Kartal, Dolayoba ve Gözdağ formasyonları için

4,0 ile 6,6 kat arasında yüksek olduğu gözlenmiştir. İl genelinde ise Avrupa yakasının Anadolu yakasına göre %10-16 arasında daha değerli olduğu tespit edilmiştir. Bu duruma sebep olan değer farkının İstanbul il genelinde Avrupa yakasındaki konut pazarının Anadolu yakasına göre daha yüksek olmasından kaynaklanmakta olup ekonomik ilişki dışında bir etken söz konusu olmamaktadır. Jeolojik ve jeoteknik koşullar ile konut sayıları ve demografik veriler dikkate alındığında daha sağlam olan birimlerin Anadolu yakasında kapladığı alanın daha fazla olduğu; özellikle Avrupa yakasının sahil kesimin neredeyse tamamında gözlenen jeoteknik olarak kötü zemin koşullarına rağmen tercih edilir olması rayiç değerler göz önüne alındığında da rahatlıkla görülmektedir. Ayrıca, yapılan incelemede değer farklarının;

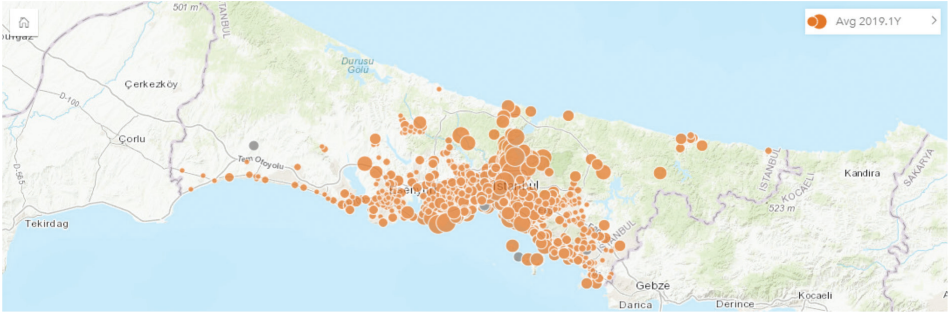
- Akveren, Dolayoba ve Gözdağ formasyonları için Sarıyer'deki değer yüksekliğinden,
- Tuzla ve Kartal formasyonları için Beşiktaş ve Sarıyer'deki değer yüksekliğinden,
- Sarıyer formasyonu için Şile'deki değer düşüklüğünden

kaynaklandığı tespit edilmiştir.

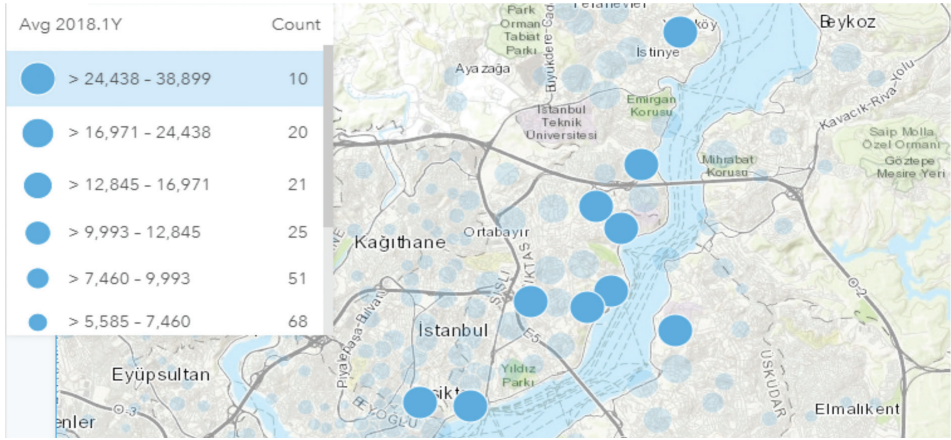
Tablo 4.3: Formasyonların rayiç değerlerinin yarımada bazında değişimi.



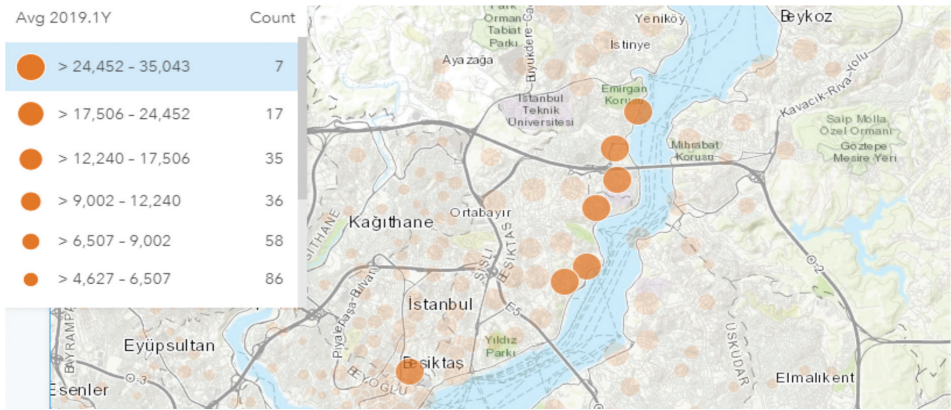
Şekil 4.3: 2018 yılının ilk yarına göre mahalle bazındaki rayiç değerlerin dağılımı.



Şekil 4.4: 2019 yılının ilk yarına göre mahalle bazındaki rayiç değerlerin dağılımı.



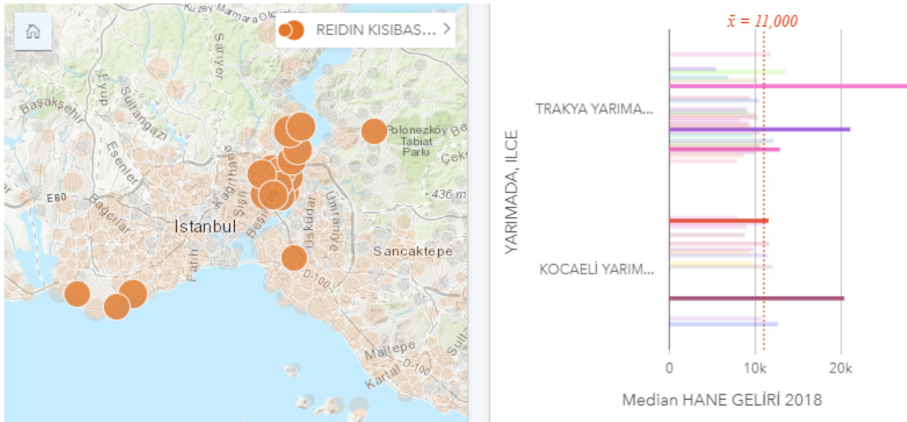
Şekil 4.5: 2018 yılının ilk yarına (2018.1Y) göre rayiç değerlerin en yüksek olduğu on mahalle.



Şekil 4.6: 2019 yılının ilk yarısına (2019.1Y) göre rayiç değerlerin en yüksek olduğu yedi mahalle.

4.2. FORMASYON, KİŞİBAŞI GELİR VE HANE HALKI GELİR İLİŞKİSİ

Çalışmada kişi başı gelirin incelemesi aşamasında Birleşik Arap Emirlikleri, Honkong, İngiltere ve Türkiye’de emlak analizleri ile dünyaca tanınmış olan Real Estate Business Information Services (REIDIN Inc.) şirketi tarafından hazırlanmış olan *REIDIN Kişi Başı Gelir* verileri kullanılmıştır. Mahalle bazında incelendiğinde 2018 yılında 10.000 TL ve üzerinde geliri olan kişilere beş ilçe ve 18 mahallede rastlanmıştır (**Şekil 4.7**). Avrupa yakasında mahalle bazında inceleme yapıldığında Bakırköy’de Ataköy 2-5-6.Kısım, Şenlikköy ve Yeşilyurt mahalleleri olarak üç ayrı bölgede; Beşiktaş’ta Akat, Arnavutköy, Bebek, Etiler, Kuruçeşme, Kültür, Levazım, Levent ve Ulus dahil olarak dokuz ayrı mahallede; Sarıyer’de Baltalimanı, Emirgan, İstinye ve Yeniköy mahallesinde bu değerler tespit edilmiştir. Anadolu yakasında ise iki ilçede birer mahallede, Beykoz ilçesi Acarlar mahallesi ve Üsküdar ilçesi Acıbadem mahallesi bu kriterlere sahiptir. Buradan hareketle geliri en yüksek seviyede olan kişilerin sadece sahil kesimi veya Boğaziçi’nde yerleşik olmadığı ve bir rutine dahil edilemediği sonucu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.7: Kişi başı geliri (2018) 10.000 TL ve üzerinde oturanların ilçeler ve mahallelerdeki dağılımı.

Söz konusu ilçelerde 2018 ve 2019 yıllarına ait rayiç değerler ile ilçe sınırları içerisindeki taşınmazların üzerlerine inşa edildiği formasyonlar karşılaştırılmıştır. Beş ilçenin tamamında da dolgu alanlarındaki rayiç de-

ğerlerin oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Dolgu alanlarındaki en yüksek rayiç değerler ise Beşiktaş ilçesinde gözlenmiş olup 2018 ve 2019 yılları için bu değerler sırasıyla 22.918,88 TL ve 23.547,60 TL olarak tespit edilmiştir.

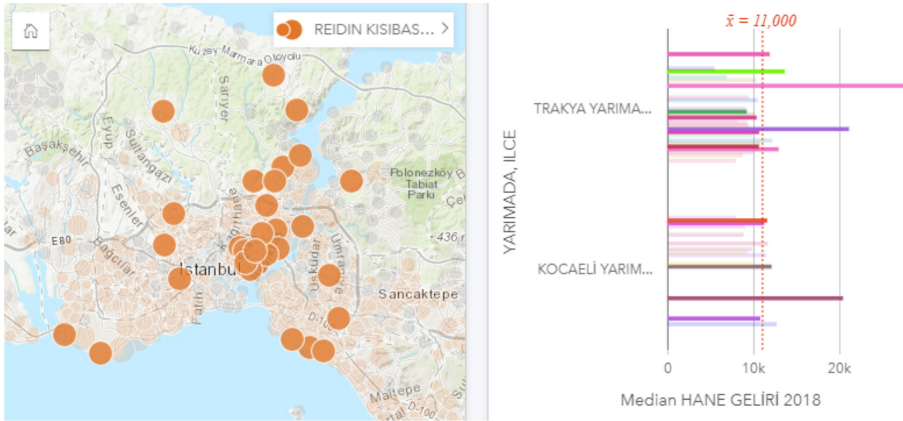
Bakırköy’de dolgu alanlarında 10.827,35 TL olarak belirlenen 2018 yılı verileri bir sonraki yılda düşerek 9.261,35 TL’ye gerilemiştir. Çok yaygın olmayan Kuşdili formasyonunda ise 8.099,93 TL olarak ölçülen değer bir sonraki yılda 5.050,71 TL ile ciddi bir düşüş sergilemiştir. Bu düşüş incelendiğinde Kuşdili formasyonun gözlendiği 12 mahalleden yedisinde düşüşlerin olduğu, özellikle beş mahallede önemli değer kayıplarının gözlendiği tespit edilmiştir. İlçe genelinde en yüksek rayiç değerler Alüvyon birimlerde gözlenmiş olup 2018 yılında 12.737,98 TL iken bu değer bir sonraki yılda 11.141,22 TL’ye gerilemiştir. İl genelinde 2018 yılındaki genel konut satış adetleri dikkate alındığında %35’lik pay ile en yüksek hacme sahip olan Bakırköy, Güngören ve Çukurçeşme formasyonlarında değer değişimleri ise 9.840,70 TL’den 9.373,13 TL’ye gerilemiştir.

2018 yılı kişi başı gelirlerine göre 10.000 TL ve üzerinde gelire sahip olan kişilerin mahalle bazında en yaygın olduğu ilçe olan Beşiktaş kriteri sağlayan mahalle sayısı gibi ilçe sınırları içerisinde gözlenen tüm formasyonlardaki 2018 ve 2019 yıllarına ait rayiç değerlerde oldukça yüksek oranlar vermektedir. İlçe sınırlarındaki en düşük değerler Alüvyon birimlerde gözlenirse de değerler sırasıyla 15.445,71 TL ve 13.567,98 TL olarak gözlenmiştir. Bu değerler il genelinde Alüvyon birimler arasındaki en yüksek rayicin gözlendiği yerlerdir. Alüvyona göre jeolojik yaş olarak daha yaşlı olan ve Paleozoyik birimler arasında en yaygın olarak görülen Trakya formasyonunda ise 2018 yılında 16.563,72 TL olarak tespit edilen rayiç değer 2019 yılında 15.424,50 TL’ye gerilemiştir. İlçe genelinde gözlenen diğer iki Paleozoyik birim (Tuzla ve Kartal formasyonu) ise 21.000 TL üzerindeki değerler ile dikkat çekmektedir.

Avrupa yakasında yukarıda belirtilen kriterlere uygun olan son ilçe Sarıyer olup ilçe genelinde dolgu alanları, alüvyal sahalar, Bakırköy-Güngören-Çukurçeşme formasyonları ile Trakya formasyonu 13.000 TL ile

15.000 TL arasındayken, Gürpınar formasyonu ilçe genelinde 7.360,67 TL (2018) ve 8.658,50 TL (2019) ile en düşük değerli birim olmuştur. Bu birimi ise ilçenin de adını alan Sarıyer formasyonu takip etmekte olup sırasıyla 9.079,40 TL ve 8.699,64 TL değerler tespit edilmiştir. İlçe genelinde gözlenen Altıntepe, Tuzla, Kartal, Dolayoba ve Gözdağ formasyonlarında ise değerler 15.000-24.000 TL arasında değişmektedir.

Anadolu yakasında yer alan ve söz konusu kriterleri barındıran Acarlar (Beykoz) mahallesinde birimlere ait rayiçler genel olarak yakın olup 2018 senesi için bu değerlerin ortalaması 12.000 TL iken 2019 yılında bu rakam 14.000TL değere yükselmiştir. Acıbadem (Üsküdar) mahallesinde ise dolgu alanları bir önceki seneye göre %17 değer kaybederek 2019 yılında 9.500 TL değere düşerken alüvyal zeminde bu kayıp %4'te kalmış ve 2019 yılında 9.675,85 TL olarak tespit edilmiştir. Altıntepe formasyonu her iki senede de 6.300 TL değer gösterirken birimin altında yer alan ve son Paleozoyik birim olan Trakya formasyonunda değer kaybı %2,6 ile 7.421,68 TL değere gerilerken bu birimin altında yer alan Tuzla formasyonu ise %5,4 değer gerilemesi ile 2019 yılında 8.142,19 TL seviyesine inmiştir. İlçede yer alan ve en altta bulunan Kartal formasyonu ise 2019 yılında 6115 TL ile %1,2 değer artışı gerçekleştirmiştir. Kişibaşı geliri (2018) 10.000 TL altında ve hane geliri (2018) 14.000 TL üzerinde olan kişilerin ilçeler ve mahallelerdeki dağılım **Şekil 4.8**'te gösterilmiştir.



Şekil 4.8: Kişibaşı gelir/hane geliri (2018) en yüksek ilçeler ve mahallelerdeki dağılım.

REIDIN Kişi Başı Gelir endeks verileri mahalle bazında incelendiğinde 2018 yılında 10.000 TL altında olan ve Hane Geliri 14.000 TL'nin üzerinde geliri olan kişiler üzerinde yapılan incelemede ise 14 ilçedeki 33 mahalle ön plana çıkmıştır. Bunlar arasında yine bir önceki kriterlere benzer şekilde yedi mahallesi ile bu şartlara uygun olan Beşiktaş ilk sırada, altı mahalle ile yine Sarıyer ilçesi ikinci sırada yer alırken şişli beş, Kadıköy üç, Bakırköy ve Beyoğlu iki, Ataşehir, Bayrampaşa, Beykoz, Eyüp, Gaziosmanpaşa, Ümraniye, Üsküdar ve Zeytinburnu ise birer mahallede bu şartların sağlandığı gözlenmiştir.

Beşiktaş'ta en yüksek rayiç değerler Vişnezade mahallesindeki dolgu alanlarında gözlenmiş olup, 2018 yılı için 29.405,33 TL ve 2019 yılı için 32.419,50 TL değerler gözlenmiştir. Vişnezade'de yer alan alüvyon birim ile Trakya formasyonu ise 2018 yılına göre sırasıyla %29,7 ve %24,4 değer kaybederek her iki litoloji de 20 Bin TL değere düşmüştür. İlçede bu kriterleri sağlayan birimler arasındaki ikinci en yüksek rayiç değer Tuzla formasyonu olup 2019 yılı için 29.479,33 TL değeri 2018 yılına göre yaklaşık olarak %25 artış göstermiştir. Ulus'ta bulunan alüvyon ve Trakya formasyonu ise 2018 yılında sırasıyla 23.338,22 TL ve 22.239,81 TL rayiç değere sahipken 2019 yılında bu değerler 19.981,43 TL ve 23.896,71 TL olmuştur. Balmumcu'da bulunan alüvyon birim 2018 ve 2019 yılları için yaklaşık olarak 13 Bin TL rayiç değer sergilerken Trakya formasyonu ise %33 değer kaybı ile 2019 yılında 16.093,45 TL'ye düşerken Konaklar mahallesindeki tek birim olan formasyonda değerler her iki yılda da 11 Bin TL iken Dikilitaş'ta %10 kayıp sonrasında üstünde yer aldığı alüvyon birim gibi 9700 TL olarak tespit edilmiştir. Alüvyon birimlerin gözlendiği Nispetiye, Ortaköy ve Yıldız mahallelerinde 2019 yılında değerler sırasıyla 15.816,40 TL, 11.465,88 TL ve 12.459,33 TL; Trakya formasyonunda ise 17.116,06 TL, 21.423,42 TL ve 9.967,80 TL değerler tespit edilmiştir.

Sarıyer ilçesine alüvyon birimler incelendiğinde Ayazağa, Maden, Maslak ve Zekeriyaköy'de değerlerin genel olarak 2018 yılında 7.700 TL, 2019 yılında ise 8.100 TL olduğu, Darüşsafaka'da 2018 yılında 10.423 TL rayiç değerin 2019 yılında %21 oranında düştüğü; Tarabya'da ise değerlerin her iki sene için yaklaşık olarak 16.000 TL'de kaldığı tespit edilmiştir.

Dolgu alanlarının gözlendiği üç mahalleden Darüşşafaka'da 2018 yılında 20.687 TL olan rayiç bir sonraki senede %26 değer kaybederek 15.232 TL'ye gerilerken Maslak'ta bir önceki seneye göre %10 artış sonrasında 9.310,44 TL, Ayazağa'da ise %4 artışla 9.633,25 TL'ye yükselmiştir. Dolgu alanları tarafından örtülen Bakırköy, Güngören ve Çukurçeşme formasyonları yine benzer şekilde Darüşşafaka'da 2018 yılına göre %15 değer kaybederek 15.542 TL'ye düşmüş, Maslak ve Zekeriyaköy'de ise bir önceki yıla göre %3 artış sonrasında sırasıyla 10.375,19 TL ve 6.499,25 TL; Tarabya'da ise %8,3 artışla 11.586,80 TL değere yükselmiştir. Adını ilçenin kendisinden alan Sarıyer formasyonunun gözlendiği Maden ilçesindeki rayiçler sırasıyla 9.629,71 TL ve 8.942,71 TL iken birimin gözlendiği bir diğer ilçe olan Zekeriyaköy'de bu değerler 7.431,61 TL ve 7.296,12 TL olmuştur. İlçede belirtilen kriterleri sağlayan altı mahallede de gözlenmekte olan Trakya formasyonuna ait 2019 yılı rayiç değerleri ortalama 8.300 TL iken 2018 yılına göre Tarabya'da %25, Ayazağa'da %8,4, Zekeriyaköy'de %2 düşüş, Darüşşafaka ve Maden'de %6, Maslak'ta %8,4 yükseliş ile bu değerlere ulaşılmıştır. Tarabya'da Tuzla formasyonu 2018 yılında 12.178 TL iken %30 gibi yüksek oranlı bir artış sağlarken üstüne geldiği Kartal Formasyonunda aynı artış %4,3 olarak gerçekleştirmiş ve 2019 yılı 16.939,52 TL olmuştur.

Şişli ilçesinde ise en yüksek rayiç değer Harbiye'de ve alüvyal birimlerde gözlenmekte olup bu değerler 2018 yılında 45.769,38 TL iken 2019 yılında 44.843,33 TL ye gerilemiştir. Bir diğer alüvyon birim ise Teşvikiye'de ve bu birim rayici de sırasıyla 11.917,88 TL ve 10.247,19 TL'dir. Bu birimlerin altında ise sadece Trakya formasyonu yer almakta olup birim en düşük olarak Cumhuriyet mahallesinde ve sırasıyla 7.700 TL ve 7.963 TL gözlenirken Esentepe'de 14.688 TL ve 13.311,42 TL; Teşvikiye'de ise 13.400 TL ve 12.900 TL değerdedir. İlçede yer alan bu formasyondaki en ilginç iki değerden ilki Halaskargazi'de 2018 yılına göre %20 artış sonrasında 13.000 TL değere kadar yükselmesi, diğeri ise Harbiye'de %21 değer kaybı sonrasında 25.000 TL'ye gerilemiş olmasıdır.

2018 yılında kişi başı geliri 10.000 TL altında olan ve hane geliri 14.000 TL'nin üzerinde olan kişiler üzerinde yapılan incelemede üç ma-

hallesiyle yer alan Kadıköy'deki Kuvaterner birimlerden olan dolgu ve alüvyon alanların rayiç değer olarak mahallelerdeki kaya birimlere göre görece yüksek olduğu gözlenmiştir. Caddebostan'daki konutlar 2018 yılında 25.000 TL'nin üzerindeyken 2019 yılında %13 değer kaybederken Fenerbahçe'de bu oran %15 olarak 2019 yılında 16.000 TL değere gerilemiş, Suadiye'de ise bu değer kaybı %4,7 olarak 19.000 TL değerinde kalmıştır. Suadiye'de dolgu alanlarından daha çok olan değer kaybı ise alüvyal birimlerde gözlenirken bu %15 ile 2019 yılında 20.000 TL'nin altında bir rayiç değerinde kalırken Fenerbahçe'de 14.500 TL'nin üzerine çıkarak %10 artış kaydetmiştir. Kadıköy'de kriterlere uygun olan bu üç mahallede yer alan Paleozoyik birimlerden Tuzla formasyonu sadece Fenerbahçe'de gözlenirken her iki yılda da rayiç değerlerin 13.000 TL'nin üzerinde olduğu gözlenmiştir. Söz konusu kriterlere uyan en yaşlı formasyon Kartal formasyonu olup birim genel olarak 2018 yılına göre %3 değer artışıyla Caddebostan ve Fenerbahçe'de 12.000 TL'nin üzerindeyken Suadiye'de bu değer 11.600 TL değere ulaşmıştır.

Beyoğlu ilçesinde Gümüşsuyu ve Ömer Avni mahallelerinde yerleşik olan kişilerin uygun şartları sağladığı gözlenirken burada en önemli değer kaybı Ömer Avni'deki alüvyal birimde %49 kayıpla 2019 yılında 16.000 TL değer düşmesi olmuştur. Komşu ilçelerdeki alüvyon birimler incelendiğinde özellikle Beşiktaş ve Beyoğlu ilçelerine bağlı mahallelerde bu kaybın ortalama %30 olduğu gözlenirken bu düşüşlerin bölgeye özel piyasa koşullarından kaynaklı olduğu (sosyal donatı, yol ve tünel inşaatı nedeniyle trafiğin ve çevre gürültüsünün ciddi şekilde artmasından dolayı), Beşiktaş ilçe sınırlarında Vodafone Arena Stadi'nin, Mustafa Kemal Atatürk'ün hayata gözlerini kapadığı Dolmabahçe Sarayı'nın ve Cumhurbaşkanlığı çalışma ofisinin de yine alüvyon zemin içerisinde yer aldığı düşünüldüğünde değer değişiminde jeoteknik oluşumların etkisinin genel olarak rol almadığı düşünülmektedir.

Gümüşsuyu'nda dolgu alanları 2018 yılına göre %5 değer artışı sonrasında 2019 yılında 14.000 TL üzerine çıkarken, Ömer Avni'de %10 değer kaybı sonrasında rayiç değer 16.000 TL'nin altına düşmüştür. İlçe genelinde de geniş alanlarda yer alan Trakya formasyonunda bulunan konutlarda-

ki rayiç değerler Gümüşsuyu'nda 2018 ve 2019 yılları için sırasıyla 13.000 TL ve 14.000 TL üzerindeyken; Ömer Avni'de bu değerler her iki sene için de 17.000 TL üzerinde olmuştur.

Bakırköy ilçesi incelendiğinde en çarpıcı sonuç Yeşilköy mahallesinde alüvyon birimdeki rayiç değişiminde gözlenirken 2018 yılında 15.000 TL değer 2019 yılında %47 artışla 22.000 TL üzerinde çıkmıştır. Basıncıköy ve Yeşilköy'deki diğer birim ise şehrin en çok konut satışına gerek pay gerek adet olarak en yüksek olan birimi olan Bakırköy-Güngören-Çukurçeşme formasyonlarında gözlenirken 2018 yılına göre %6,5 artış sonrasında sırasıyla 11.000 TL ve 14.000 TL değerlerine yükselmiştir. Burada söz edilen değerler hane gelirleri olup bir önceki bölümde ise konutların birim m² değerleri dikkate alınmıştır. Hane Geliri evde çalışan birey sayılarına göre ekonomik gücün hane başına yükselmesi, dolayısıyla alım gücü ve sosyo-ekonomik seviyenin artması anlamına gelmektedir.

Barbaros (Ataşehir) mahallesi incelendiğinde 2018 yılına göre ortalama %5 değer kaybı gözleendiği ve 2019 yılında formasyonlardaki değerlerin 6.600 TL - 8.900 TL aralığında olduğu; mahalledeki en yüksek değer Al-tıntepe formasyonunda, en düşük değerlerin ise dolgu alanlarında olduğu, en yüksek değer kaybının ise %14 ile Ömerli formasyonunda olduğu göz-lenmiştir. Tantavi (Ümraniye) mahallesinde jeokronolojik olarak üstte yer alan Altıntepe formasyonunda 2018 ve 2019 yıllarındaki değerler 4.300 TL; altındaki Kartal formasyonunda ise 4.900 TL olarak tespit edilmiştir.

Kandilli (Üsküdar) mahallesinde ise sadece Paleozoyik birimlerden Tuzla ve Kartal formasyonları gözlenirken üstte konumlu olan Tuzla for-masyonunda 2018 yılında 19.000 TL olan değer %31 artışla 25.000 TL ye; altta konumlu olan Kartal formasyonu ise %40 artış sonrasında 2019 yılın-da 17.000 TL değere yükselmiştir. Anadolu yakasındaki son mahalle olan Soğuksu (Beykoz)'da yer alan alüvyon birim %19 artış sonrasında 2019 yılında 7.000 TL'nin üzerine çıkarken Kartal formasyonu ise %2 artışla 8.000 TL ye çıkmıştır.

Avrupa yakasında birer mahalle ile kriterleri sağlayan ilk mahalle olan Kocatepe (Bayrampaşa)'de bir önceki yıla göre %23 değer kaybederek

5.000 TL değere dūşen dolgu alanı, %2 değer kazanarak 4 Bin TL üzerine çıkan alüvyon ve Bakırköy-Güngören-Çukurçeşme formasyonlarında %4 değer kaybederek 4.100 TL'ye dūşmüştür. Bir diğer mahalle olan Maltepe (Zeytinburnu)'de ise alüvyon birim %22 kayıp sonrasında 6.000 TL değerin altına inerken, Bakırköy-Güngören-Çukurçeşme formasyonlarında ise kayıp %12 oranında olup 7.000 TL altında gerçekleşmiştir. Üçüncü mahalle olan Karayolları (Gaziosmanpaşa) litolojik olarak üstte olan Bakırköy-Güngören-Çukurçeşme formasyonlarında 2018 yılına göre %25 değer artışı sonrasında bir sonraki yılda 2.700 TL değerin üstüne çıkarken, alttaki birim olan Trakya formasyonu %3 değer kaybederek 4.600 TL'nin altına dūşmüştür. Avrupa yakasındaki bir sonraki mahalle olan Göktürk Merkez (Eyüp)'de ise %4 kadar değer kaybederek 2019 yılında 12.000 TL altına dūşen alüvyon birimler, %2 değer artışı sonrasında 11.000 TL değere yaklaşmış ve son olarak Trakya formasyonu %27 değer artışı ile 20.000 TL sınırını geçmiştir.

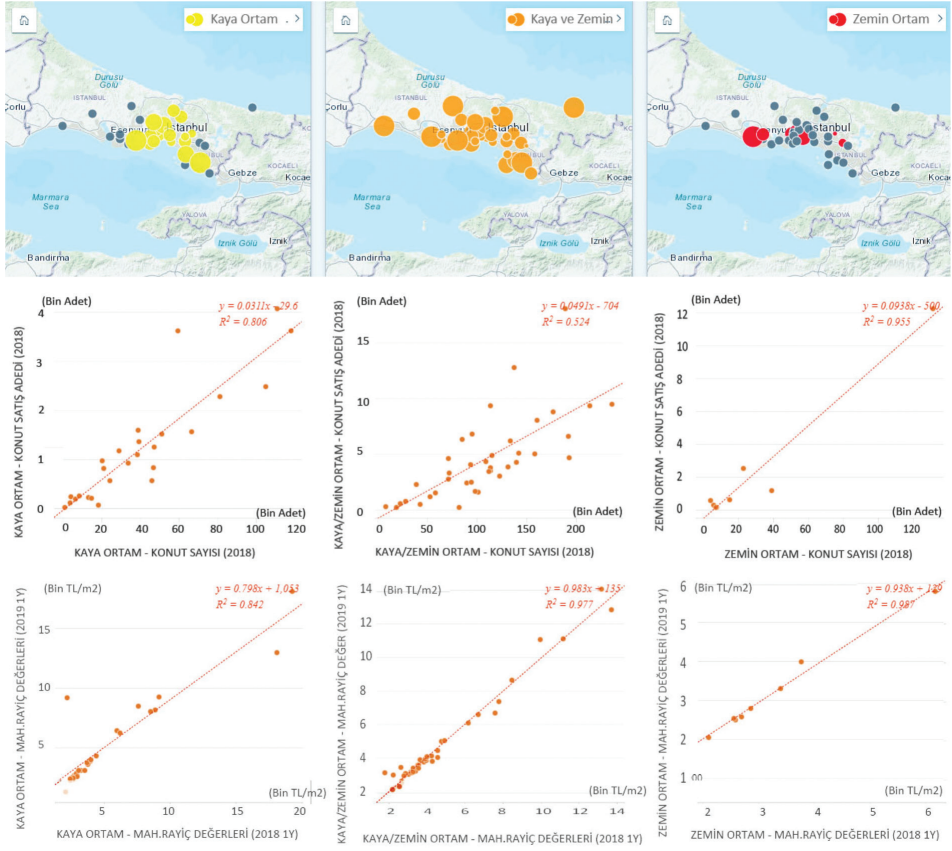
Söz konusu ilçelerdeki mahalleler incelendiğinde bu kriterlerin meydana gelmesindeki en önemli kısmın hane içindeki kişi sayısından kaynaklandığı gözlenmiştir. Hane gelirinin yüksek olması kişi başı gelirin yüksek olması ve/veya hanedeki kişi sayısı ile orantılıdır. Örneğin Beşiktaş ilçesindeki yedi mahalleden altısında hane başı kişi sayısı üç kişinin altındadır. Bu durumda kişi başı gelir yüksek olduğu için kriterleri karşıladığı görülmektedir. Benzer şekilde Kadıköy, Şişli, Zeytinburnu ve Beyoğlu'nda koşulları sağlayan tüm mahallede de hane halkı sayısının üçün altındadır. Ataşehir, Bakırköy, Bayrampaşa, Beykoz, Eyüp, Ümraniye ve Üsküdar'daki mahalleler ile Balmumcu (Beşiktaş), Maden (Sarıyer), Ayazağa (Sarıyer) ise hane başı kişi sayısı üç ile dört arasında olduğu için bu şartları sağlarken Karayolları (Gaziosmanpaşa) Mahallesi'nde hane halkı sayısı 4,26 olarak bu şartları sağlamaktadır.

Taşınmazların bulunduğu mahalleler, kişi başı gelir, hane geliri, formasyonlar incelendiğinde taşınmaz değerlerinin belirli bir rutin içinde değişmediği, formasyonların litolojilerin genel ortalamaları haricinde en yüksek birim değerlerine göre incelendiğinde birim değerlerin Kartal, Tuzla ve Dolayoba formasyonlarındaki taşınmazlarda olduğu ve değerle-

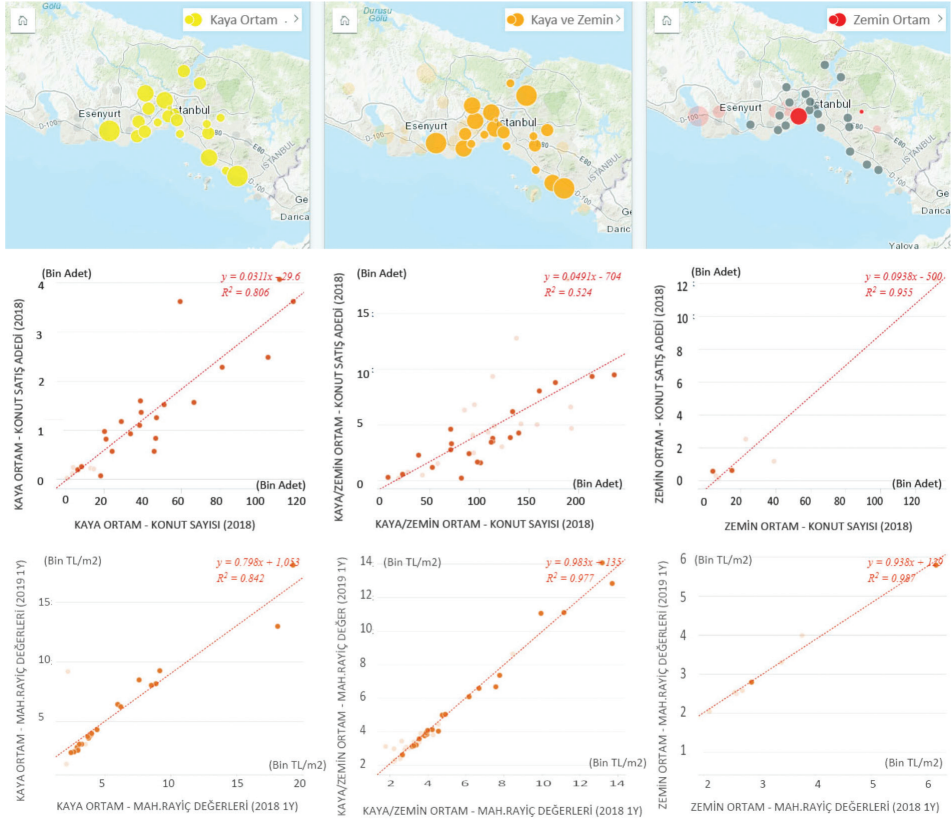
rin sırasıyla 31.000 TL/m², 25.000 TL/m² ve 24.000 TL/m² olduğu görülmektedir. Bununla birlikte bu düzeni bozan ve İstanbul Paleozoyik istifinin üç formasyonunda sonra gelen Dolgu alanları olurken yine ardından Gözdağ formasyonu gelmektedir. Litolojilerin en düşük birim değerleri incelendiğinde ise Tuzla formasyonu düşük birim fiyata sahip litolojiler arasındaki en değerli birim olduğu görülmektedir. Genel ortalama birim değerlere göre bu durumum bir sonucu olarak rayiç değerlerin direkt olarak sağlam kaya koşullarından etkilenmediği gözlenirse de litolojik birimlerin kendi içindeki en düşük-en yüksek birim değerleri incelendiğinde sağlam zeminlerin değerinin daha yüksek olduğunu sonucuna varılmaktadır.

4.3. ZEMİN/KAYA ORTAMLAR İLE KONUT SATIŞ DEĞERLERİ, SATIŞ ADETLERİ, YAPI STOKU ARASINDAKİ İLİŞKİ

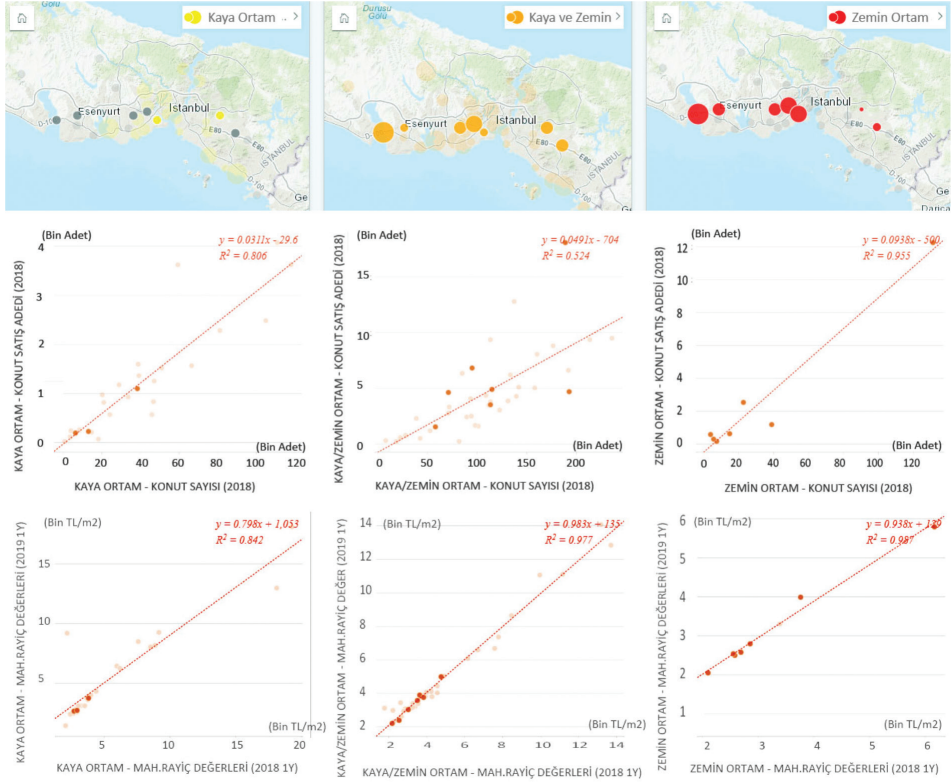
Kaya, zemin veya kaya-zemin ortam özelliklerine göre ilçelerdeki dağılım ile REIDIN (*Real Estate Business Information Services / Emlak Bilgi Hizmetleri*) şirketi tarafından aylık olarak yayımlanan“REIDIN Konut Satış Fiyat Endeksi” ile konut satış adetleri ve konut sayıları arasındaki ilişki **Şekil 4.9**'da gösterilmektedir. Grafikler incelendiğinde kaya ortamda satılan konut sayısı ile toplam konut sayısı arasında %80 oranında bir ilişki bulunurken rayiç değer değişimi birkaç ilçe dışında orantılı değişmektedir (**Şekil 4.10**). Zemin ortam incelendiğinde satılan konut sayısı ile toplam konut sayısı arasında %95 oranında bir ilişki bulunurken bu ortam koşullarının sadece altı ilçede sağlanmakta olduğu görünmektedir (**Şekil 4.11**). Zemin-Kaya ortam incelendiğinde ise satılan konut sayısı ile toplam konut sayısı arasındaki ilişkinin %52'de kalırken rayiç değer değişiminin %97 gibi bir orantı içinde olduğu tespit edilmiştir (**Şekil 4.12**).



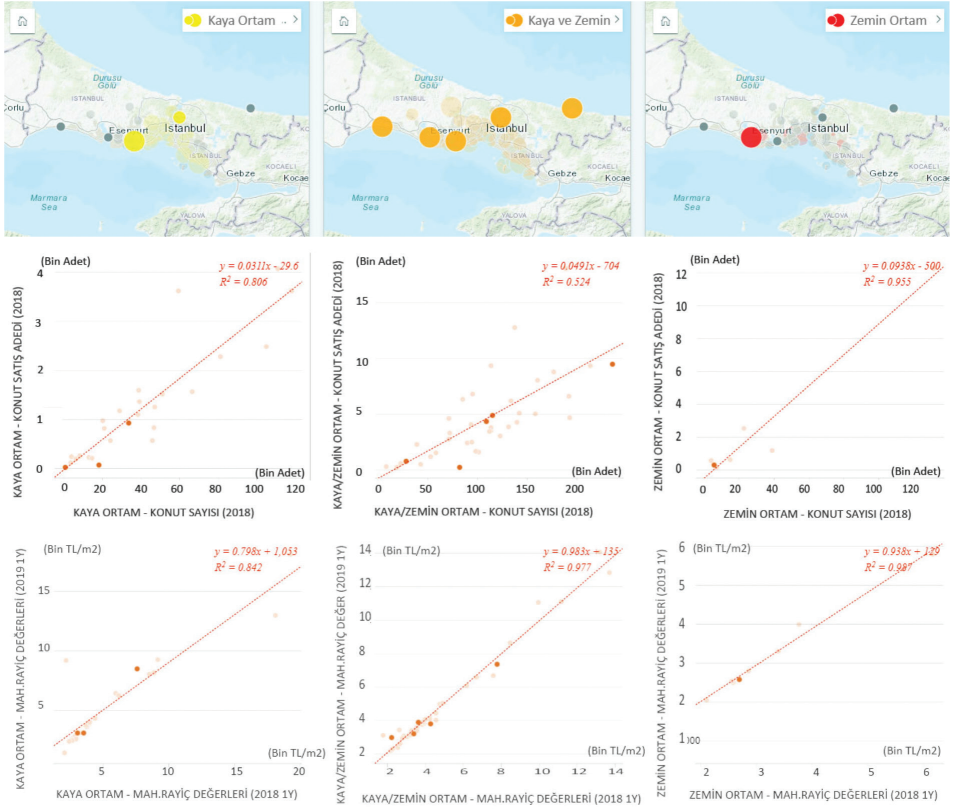
Şekil 4.9: Kaya, Zemin ve Kaya-Zemin ortamlarda konut satış fiyat endeksine göre dağılım.



Şekil 4.10: Kaya Ortam’da konut satış fiyat endeksine göre dağılım.



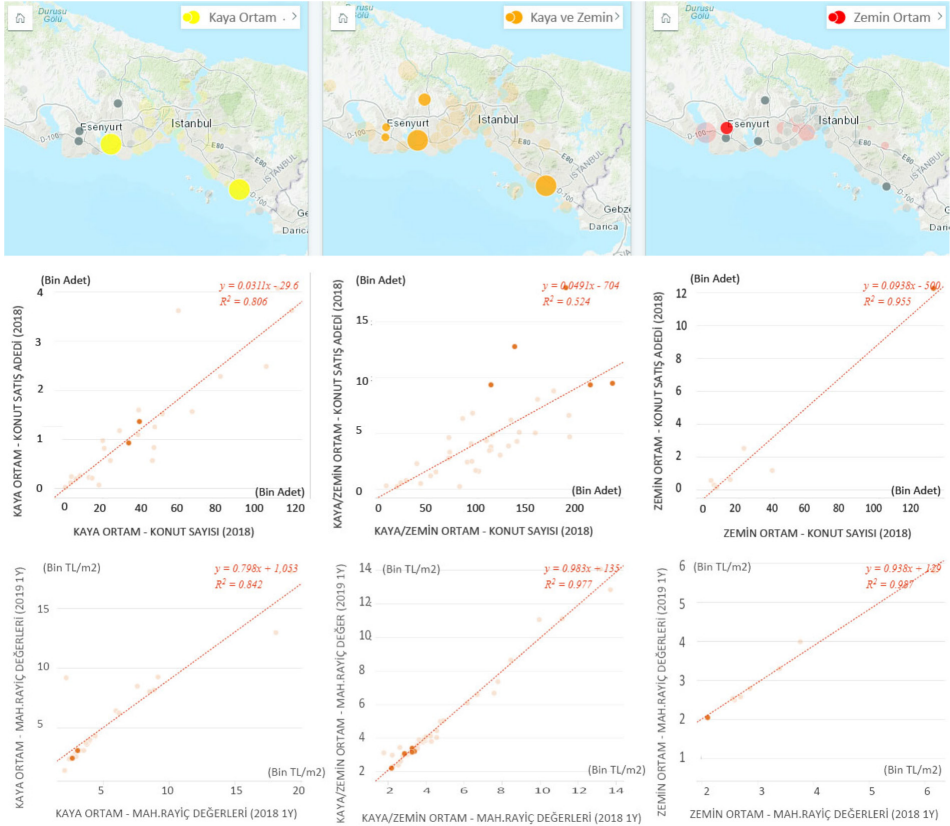
Şekil 4.11: Zemin Ortam'da konut satış fiyat endeksine göre dağılım.



Şekil 4.12: Kaya-Zemin Ortam’da konut satış fiyat endeksine göre dağılım.

Avrupa yakasında Beylikdüzü, Esenyurt, Başakşehir, Küçükçekmece ve Anadolu yakasında sadece Pendik 2018 yılında en çok satış gören ilk beş ilçedir. Buralardaki ortam yapısı incelendiğinde ise Küçükçekmece ve Pendik’te Kaya Ortam gözlenirken, Esenyurt, Beylikdüzü, Başakşehir’de ise mahalle bazında sadece Kaya Ortam bulunmamaktadır (Şekil 4.13). Beş ilçedeki mahallelerde Kaya/Zemin Ortam (Dolgu Alanları, Alüvyon, Güngören, Çukurçeşme, Bakırköy, Ömerli formasyonları) bulunurken, sadece Esenyurt ilçesindeki bazı mahallelerde Zemin ortamda kaldığı tespit edilmiştir. Değer değişimleri ve rayiç değerler ile satış adetleri incelendiğinde ise değer değişimlerin orantısal olarak benzer olduğu gözlenirken rayiç değer değişimlerinde kaya-zemin ortamdaki konutların görece olarak kaya ortama göre daha değerli olduğu, zemin ortamda ise en düşük değer-

lerin olduğu gözlenmiştir. Satış adetleri incelendiğinde ise zemin ortamda neredeyse dikkate değer konut satışı gözlenmezken, zemin-kaya ortamdaki konut satış sayıları kaya ortamdaki konutların satışlarının neredeyse on katı daha yüksek çıkmıştır. Burada ilçelerdeki satışların yüksek olmasında rayiç değerlerdeki düşük giden seyrin de etkili olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.13: En çok konut satışı olan beş ilçedeki konut satış fiyat endeksinde göre dağılım.

4.4. DEPREMSELLİK VE KONUT SATIŞ FİYAT İLİŞKİSİ

Yer bilimcilerin bir kısmı tarafından Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın bir benzeri olarak görülen San Andreas Fayı (SAF)'nın da bulunduğu Kaliforniya'da (ABD) 1972 senesinde çıkan Alquist-Priolo İmar Kanunu ile eyalete ait fay haritaları halka açık şekilde yayınlanmaya başlanmıştır. Brookshire ve diğ. (1985) yayımlanmaya başlayan tehlike haritaları ve deprem

tehlikesi indekslerinin ilan edilesiyle birlikte tehlikenin bilincine varan toplumda San Francisco Körfez Bölgesi (Bay Area) ve Los Angeles'ta evlerin satış fiyatları üzerinde sırasıyla %3,3 ile %5,6 oranında olumsuz bir etkisi olduğu tespit etmişlerdir. Yine Körfez Bölgesi (Bay Area)'nde 17 Ekim 1989 tarihinde meydana gelen Loma Prieta Depremi (M_w 6.9)'nden önce ve sonrasındaki konut pazar değerlerini karşılaştıran **Beron ve diğ. (1997)** deprem sonrası hedonik deprem riski fiyatının düştüğünü ve inceleme sonucunda tehlike indeks değerlerinin her iki dönemde de konut fiyatları üzerinde önemli derecede olumsuz bir etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. **Singh (2019)** tarafından yapılan çalışmada 1970'ten 2010'a kadar nüfus sayımı düzeyinde coğrafi olarak tutarlı olan verileri kullanarak, fay zonlarının yayımlanmasından sonra ortalama mülkiyet değerlerinde %6,6 oranında azaldığı, fay bölgesinden ortalama bir mil (1,6 km) uzaklıktaki konutların fiyatlarının %1,8 oranında arttığını tespit etmiştir.

Oklahoma'da başlayan ve 2019 yılına gelindiğinde halen devam ediyor olan deprem fırtınaları üzerine yapılmış olan çok sayıda araştırmadan biri olan çalışmada **Cheung, Wetherell ve Whitaker (2018)** gün içerisinde dahi defalarca kere meydana gelen bu depremlerin meskenler üzerinde 4,0-5,0 büyüklüğünde bir depremin sebep olacağı ölçüde ve %3-4 oranında değer kaybına sebep olacağı, en yüksek kayıp miktarının ise 6 ve üzerinde bir deprem olmuş kadar etki ederek en az %9 kayıp yaşanabileceğini öngörmüşlerdir. **Fekrazad, 2019** yılında yaptığı çalışmada dünyanın herhangi bir yerinde, özellikle İtalya, Yunanistan ve Türkiye'de meydana gelen ölümcül depremlerden sonra Kaliforniya'daki konutların değerlerinin olumsuz yönde görece daha çok etkilendiğini tespit etmiştir.

Yurt dışında ve deprem felaketi konusunda bilinçli görünen bu toplumlar dikkate alındığında özellikle Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın bir benzeri olarak görülen San Andreas Fayı (SAF)'nin da bulunduğu Kaliforniya'da 1972 senesinde çıkan Alquist-Priolo İmar Kanunu ile eyalete ait fay haritaları yayımlanırken söz konusu haritalar Kaliforniya Jeolojik Araştırmalar (California Geological Survey, CGS) tarafından her sene düzenli olarak revize edilmesi bu bölgede yaşamakta olan veya yaşayacak olan kişilerde 1972 senesinden günümüze kadar eyaletteki herkese deprem

bilincini, yatırım yaparken veya bir yuvaya malik olma aşamasında söz konusu riskleri açıkça sergilenmesi olarak sunmaktadır.

Önder ve diğ. (2004) tarafından yapılan çalışmada da Gölcük (1999) depreminden sonra zemin türü ve fay hatlarına yakınlığın deprem hasar riskinin yüksek olduğu algısı nedeniyle konut fiyatları üzerindeki önemli ilişkisi olduğu gerek değerler gerekse satış adetleri dikkate alındığında bu ilişkinin deprem hasar algısının konut fiyatına etkisinin olmadığını ve/veya belirli bir süre geçtikten sonra bu algının sıfırlandığını kanıtlamakta olduğu gözlenmiştir. **Alkay (2014)**, tarafından yapılan çalışmada yeni yapıların deprem yönetmelikleri kapsamında olduğu ve dolayısıyla 1999 depremlerinden sonraki imar yönetmelikleri kapsamında yapıldığı izlenimi düşünüldüğünde konut inşaatlarının veya konutları satın alan kişilerin konum, litoloji, formasyon, faya uzaklık kavramlarının insanların deprem riski algısında endirekt şekilde (imar yönetmeliklerinin değişmesinin verdiği güven çerçevesinde) yer etmesinin etkisinin olduğu da düşünülmektedir. Benzer etki **Murdoch ve diğ. (1993)** tarafından yapılan çalışma için deprem riski, litoloji, formasyon verileri irdelendiğinde konut satışlarında azalmanın söz konusu olmadığı, bununla birlikte bölgesel ve oldukça nadir olarak gözlemlendiği; ancak bu durumun bir orantı taşımadığı da ifade edilmiştir.

Ülkemiz basında “Fay Yasası” olarak bilinen 7296 Sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun Tasarısı Teklifi ile can ve mal kayıplarının önlenmesi amacıyla TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından hazırlanarak ilgili kişi ve kurumlara iletilmiş teklif içeriği incelendiğinde bilgilerin 2012 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Türkiye Diri Fay Haritası’nın baz alındığı, “*Aktif Fay Zonları veya Hatlarının Tehlike Kuşağı Bandı*” olarak nitelendirdikleri tampon bölge içerisinde var olan yapıların yıkılması ve buralarda yapılaşmaya izin verilmemesi, zemin özelliklerinin yapı denetim şirketleri tarafından yerinde denetlenmesi gerektiği, ilgili meslek örgütlerinin yapı üretim ve denetim sürecine dahil edilerek mühendislik projeleri ve etütlerin yeniden düzenlenmesi gerektiği ifade edilmiştir. Bu duruma

mesnet olarak Kaliforniya'daki Alquist-Priolo İmar Kanunu ile Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (TBDY) fay zonları veya hatları üzerine yapı yapılmasına olanak sağlayacak şekilde düzenlendiği gösterilmiştir. Teklif incelendiğinde zemin özelliklerinin denetimi, proje ve etütlerin yeniden düzenlenmesi olumlu önem arz ederken, fay hatları ve fay kuşakları ile bu hatlar çevresinde tampon bölge oluşturulması ve yapılaşmaya izin verilmemesi konuları tartışmaya oldukça açık durumdadır. Bunun en önemli nedeni Türkiye Diri Fay Haritası'nın ölçeğinin yeterli olmaması, fay hattı ve kuşakların 1:1000 ölçekli haritalarda yer alacak şekilde özel bir çalışmaya ihtiyaç duymasıdır. Yapılaşmanın 1:1000 ölçekli planlarda son halini alması gibi fayların da bu plan üzerinde gösterilmesi gerekmektedir. Burada fay türleri, depremin tekrarlanma periyodu, yıllık sıkışma miktarı, daha önce olan depremlerin atım ve büyüklükleri, üretmesi muhtemel depremin büyüklüğü gibi bilgilerin de planda yer alması gerekmektedir. İstanbul ve çevresinde yıkıcı bir depreme sebep olacak fayların yerleşim yerlerine en az 15 km uzakta ve tekrarlanma periyotlarının 300 yıl üzerinde olduğu bilinmektedir (Yalıtırak, 2002). Fayın yapılarla uzaklığı düşünüldüğünde bu yasanın işletilmesiyle nasıl bir fayda elde edileceğinin bilinmemesinin yanında, yapıların ekonomik ömürleri de düşünüldüğünde teklifin amacının tam olarak ne olduğu konusunda çelişkiler olduğu görülmektedir. Bir yapının olası felaketlerden ne şartlarda etkilenip etkileneceği o yapının projelendirilmesi aşamasında ortaya çıkartılmakta ve yapılar tüm bu riskler göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Bu nedenle bu tür bir teklifin verilmesi, içeriği hususunda proje geliştiricilerin de görüşlerinin alınması gerekmektedir.

Normal bir fayda faylanma açısı 40° - 70° , ters faylarda ise 10° - 40° olduğu düşünüldüğünde (Geology of the National Parks, 2007a,b) fayın yüzeye çıkması durumunda odak noktasından farklı olarak, meydana gelen açığa göre, yer yüzüne çıkması söz konusu olabilmektedir. Tampon bölge oluşturulması aşamasında atım bu açı farkları nedeniyle olması gerekenden çok farklı yüzey atımları çıkması; bir sonraki depremin de bu açı aralıkları nedeniyle farklı bir yerden çıkma ihtimali bulunmaktadır. 23 Ekim 2011 (M_w 7.1) Van depreminde, Van Fayı'nın karadaki 12 km'lik batı bölümünde yüzey faylanması geliştiği gözlenmiş olsa da depremin büyüklüğü ile

fay uzunluğu arasındaki ilişki irdelendiğinde 23 Ekim 2011 (M_w 7.1) Van depreminde, Van fayı boyunca 16 km derinlikte gerçekleşen ve 27 km olduğu düşünölen ve sadece 12 km.lık kısmının haritalanabilidiği kırılmanın tamamının yüzeğe yansımadiği; derinde meydana gelen yer değiştirmenin bir bölümünün tavan bloğundaki kıvrımlanma ile karşılanmış olduğu ifade edilmiştir (Emre ve diğ., 2011). Burada önemli olan bir diğer konu ise bu ölümcöl depremi meydana getiren Van fayının Türkiye Diri Fay Haritası'nda yer almıyor olmasıdır (Yalçın ve diğ., 2013).

Tüm bu süreç bir arada düşünöldüğünde, faylar için tampon bölge planlanabilmesi için yapılacak çalışmadan önce geçmişte meydana gelen depremlerde fay hattı üzerinde ve çevresinde kaç binanın yıkıldığı, bu binalarda kaç kişinin hayatını kaybettiği veya yaralandığının tespiti ve bunun o depremde yıkılan binalar ile can kayıpları ve yaralanmalar içerisindeki oranının belirlenmesi gerekmektedir. Burada amaç fay yasasının veya daha doğru bir tabirle fay hattı çevresinde yapılaşmanın yasaklanması ve var olan yapıların yıkılması sürecinin dikkate alınmasının gerekli olup olmadığının sayılarla tespit edilmesidir. Tüm bu süreçlerle vakit kaybetmek yerine, zemin etüt süreçlerinin iyileştirilmesi ve denetimlerin sıkılaştırılması, zemin etütlerinin halka veya bu konuyla ilgilenmesi gereken kişi ve kurumlara açık şekilde sunulması ve bağımsız araştırmaların yapılabilmesi ile kent içerisinde imara açılacak yeni yerlere karar verme aşamasında öncelik verilerek riskli alanların imara açılmamasının sağlanması yoluyla süreç kontrol altına alınmalıdır. Ayrıca bina yapım aşamasında yönetmeliklerin zemin etütlerinden elde edilen çalışmalara uygun şekilde yapılmasının sağlayacak şekilde düzenlenmesi ve denetlenmesi ile çok daha verimli bir süreç olacağı düşünölmektedir. Burada unutulmaması gereken en önemli konu Kaliforniya'da var olan kanunun ve halkın paylaşımına açık olan fay haritalarının bu bölgelerde ev alacak veya yaşamak isteyen kişilerde 1972 yılından itibaren var olan bilinçlenme ile konut pazarının yönetiliyor olmasıdır. Fay yasasının gelişi güzel olarak sunulması ölkemiz gibi depremin nefes almak kadar sıradan sayıldığı bir coğrafyada yarardan çok zarar getireceği ve bilimsel ve teknik tecrübesi olmayan yada eksik olan kişilerce yanlış yorumlanabileceğinin de unutulmaması gerekmektedir.

İstanbul Paleozoyik istifini teşkil eden Kurtköy, Aydos, Gözdağ, Dola-yoba, Kartal, Tuzla ve Trakya formasyonları ise yüksek dayanım kapasite-leri nedeniyle deprem sırasında zemin büyütmesine karşı direnç göste-rebilen birimlerdir. Bakırköy formasyonu gibi Güngören ve Çukurçeşme formasyonlarıyla birlikte Kuvaterner oluşumlar (Alüvyon, Yapay Dolgu, Kuşdili Formasyonu) sismik büyütmelere neden olacak jeoteknik özellik-lere sahiptir. Nitekim, 17 Ağustos 1999 Mw 7.6 tarihinde Gölcük'te mey-dana gelen depremde, İstanbul'un Avrupa ve Anadolu yakasında Paleo-zoyik istifinin bulunduğu alanlarda ise sınırlı sayıda bazı binalarda hafif zararlar ortaya çıkmıştır. Depremi odağından 105 km uzakta olmasına karşın Avcılar ilçesi, Güngören formasyonun killi zemini ile bu killer arasındaki kum mercekleri ve yüksek topografik eğimin de etkisiyle en şiddetli hasarı almış, ilçe genelinde 28 bina yıkılmış, pek çok bina hasar görmüş ve 200 kişi yaşamını yitirmiştir. Avcılar'da meydana gelmiş olan bina yıkılmalarının yoğunluk kazanmasında, deprem esnasında alınan sis-mograf kayıtları incelendiğinde Avcılar'da standartların çok üstünde bir ivme ile karşılaşıldığı, litolojinin ve birimlerin kalınlığının ivmedeki sis-mik büyütmeye sebep olduğu (Çelebi, Toprak ve Holzer, 2000); eğimli topografyanın yüksek kesimlere doğru ivmeyi binalar üzerinde arttırarak yapıları olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

Avcılar'daki gözlenen bu farkların karşılaştırılması amacıyla il dışın-dan, ancak deprem riskinin yüksek olduğu bir alanda örneklem yapılması için Yalova il geneli seçilmiştir. TÜİK (2019) verilerine göre Yalova il ge-nelinde 270.976 kişi yaşarken, Avcılar ilçesinde ise 448.882 kişi yaşamak-tadır. 2000 yılı nüfus verilerine göre artış oranı Yalova'da %87, Avcılar'da ise %91 olmuştur.

Gölcük'te 17 Ağustos 1999 tarihinden meydana gelen deprem, fayın konumu ve hiposantr uzaklığı düşünüldüğünde Yalova ili kırılan faya ne-redeyse komşu olan konumu ile Altınova, Çiftlikköy, Merkez, Termal ve Çınarcık ilçelerinin kötü zemin koşulları gerek Gölcük depremi gerekse daha batıda ve KAF'ın ilin güneye inen kollarında muhtemel depremlere sebep olabilme potansiyeli ile yüksek riskli bir konumdadır. Gölcük (1999) depreminde en büyük hasarı Çiftlikköy ilçesi almış olup konutların %19'u

ağır hasara uğramış, 672 kişi hayatını kaybetmiştir. Yalova genelindeki 9.462 ağır, 7.917 orta ve 12.685 hafif konut hasarı gözlenirken Gölcük depremi nedeniyle bölge genelinde meydana gelen ağır hasarın %14'ü, orta hasarın %12'si, hafif hasarın ise %16'sı Yalova'da kaydedilmiştir (Özmen, 2000).

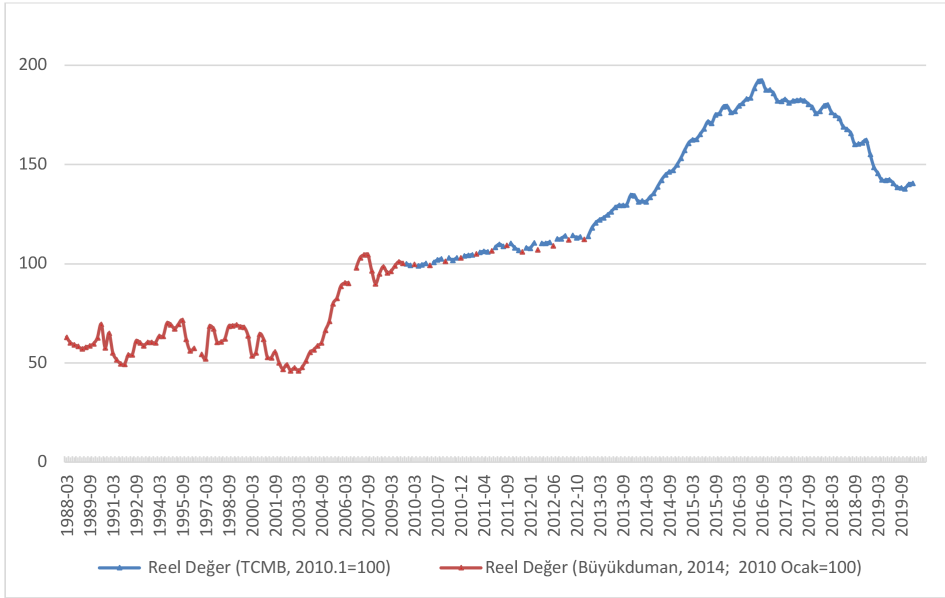
Avcılar ilçesi ise Gölcük (1999) depreminde hiposantrdan 100 km.den daha uzakta olmasına rağmen zemin koşulları ve hatalı yapılaşma nedeniyle ikincil bir odak noktası gibi neredeyse aynı sarsıntı değerlerine maruz kalmıştır. Avcılar'daki 1376 adet konut (%3.26) ağır hasara uğrarken 274 kişi hayatını kaybetmiştir.

Yalova gibi hiposatra en yakın olan Tuzla (İstanbul) ilçesinde ağır hasar oranı %0,37 olurken Pendik ilçelerinde ise ağır hasarlı binaya rastlanılmamıştır (Özmen, 2000). Avcılar'da bu hasarın artmasındaki en önemli nedenlerin başında Güngören formasyonundaki kum mercekleri gelmekte olup, Arpat ve diğer. (2000) yaptığı bir çalışmada bu kum merceklerinin düşey dalgaları 13-14 kat büyüttüğünü ifade etmiştir. İlçedeki eğimli topografya il genelinde de mevcut olup, Güngören formasyonundaki kum mercekleri ise sadece bu bölgede yer almamaktadır. Bu nedenle bu iki faktör dişında başka etkenlerin de olması gerektiği düşünöldüğünde bu ağır tabloya düşük inşaat kalitesi, zemin ile bina arasında yeterince destekleme yapılmaması, düşük beton mukavemeti, taşıyıcı sistemin yeterli olmaması ve inşa aşamasında geçirimsiz olan zeminden ortamdaki suyun yapıların taşıyıcı sisteminin ana parçası olan çelikte korozyona sebep olmaması için drenajla uzaklaştırılmaması gibi unsurların Avcılar'da bu büyüklükte bir hasarın nedenleri arasında yer almaktadır (Dalgıç, 2004).

Deprem-konut değer ilişkisi incelemesinin İstanbul genelinde yapılabilmesi için öncelikle konutların belirli zaman aralıklarına ait değerlerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla iki farklı kaynaktan elde edilen ve 1988-2019 yılları arasındaki konut birim değerlerini kapsayan veri setleri birleştirilmiş, ilgili dönemdeki Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) ile düzeltilmiş ve reel değerler elde edilmiştir (**şekil 4.14**). Burada reel değerlerin kullanılmasındaki amaç enflasyon etkisinden arındırılan değerlerin seneler içinde birbiri ile olan ilişkisinin incelenmesi ve bu ilişki neticesin-

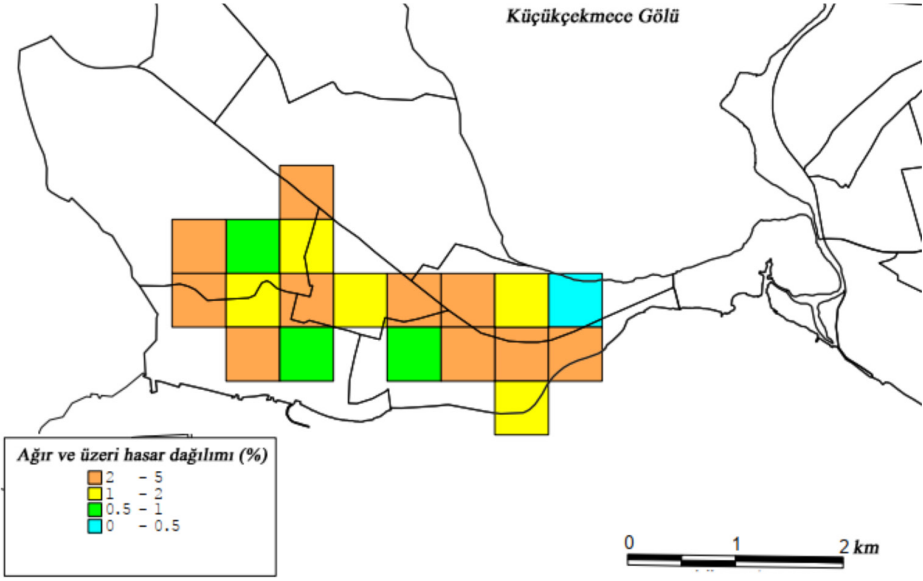
de değer değişimlerinin etkilendiği dönemlerin tespit edilerek bu dönemlerde doğal afetlerin meydana gelip gelmediği, geldiyse değer değişimi olduysa bunun ne kadar süreyle etkili olduğunun gözlenmesi amaçlanmıştır.

Değer değişimlerinin tespit edilmesi amacıyla, İstanbul geneli konut reel değerlerinin 1988-2019 arasındaki verilerin bulunması nedeniyle, meydana gelmiş olan depremlerin de bu yıllar arasında ve İstanbul ve yakın çevresinde meydana gelmiş olması ile sınırlandırılmıştır. Söz konusu dönem incelendiğinde ilk olarak 1999 bir felaketler yılı olarak dikkati çekmektedir. Bu dönem içerisinde ortaya çıkan maddi ve manevi kayıplar incelendiğinde 17 Ağustos 1999 Gölcük M_w 7.6 ve 12 Kasım 1999 Düzce M_w 7.2 depremlerinin 1999 yılının son baharı ile 2000 yılının yaz dönemine kadar olan sürede reel değer de önemli düşüşler meydana getirdiği gözlenmiştir. Büyükduman (2012), 1999 Gölcük depremi nedeniyle özellikle Bakırköy ilçesinde ciddi değer kayıplarının yaşandığını tespit etmiştir. Söz konusu değer kaybının Bakırköy ve civarının zemin koşulları, bölgedeki yapılaşmanın genel anlamda eski olduğu ve bu nedenlerden dolayı meydana geldiği düşünülmektedir.



Şekil 4.14: 1988 ile 2019 yılları arasında konutlardaki reel değer değişim eğrileri.

Gölcük (Kocaeli)'te 1999 yılında meydana gelen depremin İstanbul'da en çok etkisini gösterdiği ve depremi neredeyse merkez üssü gibi hissedilen Avcılar ilçesi gerek zemin büyütmesi gerekse morfolojik koşullar ve beklenen depreme olan mesafesi ile en fazla riski barındıran ilçelerin başında gelmektedir (**Şekil 4.15**). İlçede en büyük hasar Merkez, Cihangir, Denizköşkler, Gümüşpala ve Mustafa Kemal mahallerinde gözlenirken 17 Ağustos 1999 tarihi sonrasında kiralık ve satılık ev talepleri %50 oranında düşmüştür. Gölcük (Kocaeli)'te 1999 yılında yaşanmaya başlayan bu değer kaybının toparlanma sürecine ise ancak 2007 yılında gelindiğinde başlamıştır. Bununla birlikte söz konusu toparlanmanın kayda değer hale gelmesi 2009 yılında ilçeye Metrobüs'ün ulaşım planlarının yapılmasıyla başlamıştır. 2009 yılında en çok değer kazanan mahalle, 1999 Gölcük depreminde zemin büyütmesi nedeniyle depremi en çok hissedilen Ambarlı (%19) olurken, %15 artış ile Denizköşkler, %11 artış ile Cihangir, %10 artışla Merkez ve %5 artış ile Mustafa Kemal Paşa mahalleleri olmakla birlikte ilçe genelinde ortalama birim fiyat 950 TL/m² olabilmıştır. Avcılar'da 2010'da bir önceki yıla göre %9, 2011'de bir önceki yıla göre %5 artış ve 2012'de bir önceki yıla göre ise %4 artış gözlenmiştir (Hürriyet, 2012). Satılık iki ve üç odalı apartman dairelerine ait ilanlar incelendiğinde 2019 yılı sonunda son 10 yıllık değer değişiminin ilçe genelinde %191 olduğu, en yüksek artışın %256 ile yine Ambarlı mahallesinde olduğu tespit edilmiştir. Gerek zemindeki büyütme gerek topografik eğim gerekse Marmara Deniz'indeki faylara yakınlığı nedeniyle riski en yüksek yerlerden biri olduğu halde İstanbul il geneli ile kıyaslandığında düşük kalan birim değer ortalaması ile ilçe halen konut ediniminde tercih edilmektedir.



Şekil 4.15: 1999 Gölcük depremiyle Avcılar’da oluşan ağır ve üzeri bina hasar oranları (JICA, 2002).

Reel değer kayıplarının gözlemlendiği bir diğer dönem 2018 yılının sonunda, 30 Kasım 2018 tarihinde Yalova’da meydana gelen M_w 4,3 ve 1 Aralık 2018 tarihinde yine Yalova Çınarcık’da meydana gelen ve M_w 3,5 olan bu depremlerdir. Bu depremlerle birlikte 2018 Kasım ayında başlayan konut fiyatlarındaki reel kayıplar 2019 yılının mart ayında düzelmeye girmiştir.

Bir kişinin hayatını kaybettiği, 1453 kişinin etkilendiği (CRED, 2019) Marmara Denizi’nin Silivri açıklarında 26 Eylül 2019 tarihinde M_w 5,8 olan bir deprem meydana gelmiştir. Deprem ve depremin olduğu hafta boyunca meydana gelen artçı şoklar, İstanbul ve komşu illerde büyük paniğe sebep olmuştur.

Bu depremin bir diğer özelliği neredeyse hiçbir doğa olayında felaketen kaçmak adına önlem dahi almayan ya da değer kayıplarının belirli bir periyot dahilinde tekrar düzeldiği süreç haricinde, ilk defa bireylerin ika- met ettikleri yapılarını depreme karşı dayanıklı olup olmadığını sorgulamaya başladığı olay olmasıdır. Öğle saatlerinde meydana gelen bu deprem bazı insanlar üzerinde mevcut evi değiştirme, yeni ev alma, bulunduğu

evden taşınma gibi kararlar vermesinde etkili olmuştur. Silivri depremiyle, konut arayan insanların arama kriterleri arasındaki en önemli özelliklerin taşınmazın inşa edildiği tarih, yani binanın yaşı ile taşınmazın pazar değeri olduğu gözlenmektedir. Burada yapılan ayrımda talebin genellikle 0-5 yaş arasındaki binalarda yoğunlaştığı ve bu aralıktaki yapıların pazar değerlerinin benzer büyüklükteki ama daha yaşlı olan binalara göre görece daha yüksek bedeller talep edildiği gözlenmiştir.

Silivri’de meydana gelen bu deprem sonrasında konutlarda 5-10 yaş ve üzeri yapılarda deprem nedeniyle fiyatlar düşerken 0-4 yaş olan yapılarda arz fiyatlarında artış gözlenmiştir. Bu durum Gölcük’de 17 Ağustos 1999 tarihinde meydana gelen depremde İstanbul’da en ağır hasarı alan Avcılar ilçesinde depremden önceki ve sonraki ilanlar üzerinden incelendiğinde Cihangir’de sadece 11-20 yaş arasında olan binalarda %16-19 arasında değer düşüklüğü gözlenirken 21 yaş üzeri taşınmazların değerinde %4-8 arasında artış olduğu, 0-10 yaş yapılarda ise %1-5 arasında değer artışı olduğu gözlenmiştir. Bu önemli depremini 1999 yılında yaşamış olan 21-25 yaş arasında olan binalar incelendiğinde Mustafa Kemal Paşa, Üniversite ve Gümüşpala’da sırasıyla %14, %26 ve %3 oranında değer kayıpları gözlenirken depremde en çok hasar gören mahallelerden Cihangir ve Denizköşkler’de ise aynı yaş binalarda %13 ve %8 oranında değer kaybı olduğu tespit edilmiştir. İlçe genelinde ise Silivri depreminden sonra fiyatlarda ortalama %11 oranında artış olurken, en dikkat çekici değer değişiklikleri bir yıllık binalarda meydana gelmiştir. Cihangir’de değerler %5, Merkez’de ise %24 oranında artarken Mustafa Kemal Paşa’da %3 oranında değer kaybı olmuştur. Kasım (2019) ayı konut fiyatları ile Silivri depremi öncesi fiyatlar incelendiğinde ise ilçe genelinde ortalama %9 oranında değer kaybının olduğu, en yüksek değer kayıplarının ise bir yıllık binalarda gözlendiği; değer kaybının Cihangir ve Merkez’de %12, Mustafa Kemal Paşa’da %7 olduğu tespit edilmiştir. 1999 depremini yaşayan 21-25 yaş arasında olan binalar incelendiğinde ise ilçe genelindeki kaybın %2, Üniversite’de %35, Cihangir’de %5, Merkez’de %1 olarak değer kayıpları gözlenirken Denizköşkler’de değerler sabit kalmış, Ambarlı’da ise %1 artış göstermiştir.

Avcılar ilçesine referans olması amacıyla incelenen Yalova’da ise 26 Eylül 2019 tarihinde Silivri depremi öncesi ve sonrası yakın dönem (Ey-

lül-Ekim) incelendiğinde %4 değer artışı, Eylül-Kasım ayları arasında %0,6 değer artışı, Eylül-Aralık döneminde ise %2,3 oranında değer kaybı olduğu tespit edilmiştir. Armutlu'da bu Eylül-Ekim döneminde %1, Eylül-Kasım döneminde %11 ve Eylül-Aralık döneminde %5 değer kaybı yaşarken, Çınarcık sırasıyla %3 artış, %4 artış ve %1 kayıp; Çiftlikköy sırasıyla %1 kayıp, %2 artış ve %1 artış; Yalova Merkez ise %1 kayıp, %2 artış ve %4 artış olduğu tespit edilmiştir. Eylül-Ekim arasındaki en yüksek kayıp %14 ile Karpuzdere (Çınarcık), %13 ile Bahçelievler (Yalova Merkez) ve %12 ile Sahil (Çiftlikköy); en yüksek artış ise %11 ile Taşlıman (Çınarcık) mahallesinde olurken, Eylül-Kasım döneminde en yüksek kayıp %18 ile Bahçelievler (Yalova Merkez), %8 ile Sahil (Çiftlikköy) ve %7 ile Kuru-Cumhuriyet (Çınarcık); en yüksek artış ise %13 ile Karpuzdere (Çınarcık) ve %4 ile Mehmet Akif Ersoy (Çiftlikköy) olmuştur. Eylül-Aralık dönemi incelendiğinde ise en yüksek kayıp %9 ile Bahçelievler (Yalova Merkez), %6 ile Sahil (Çiftlikköy) ve %7 ile Kuru-Cumhuriyet (Çınarcık); en yüksek artış ise %6 ile Mehmet Akif Ersoy (Çiftlikköy) ve %4 ile Harmanlar (Çınarcık) olmuştur. Burada gözlemlendiği üzere Yalova'da 70 mahalle olsa da konut pazarının 8 mahalle içerisinde döndüğü, Silivri depremi sonrasında Çınarcık'taki satılık konut adedinde %36, bir sonraki ayda ise %26 oranında azalma olduğu; depremden önceki değerlerin ise dört ay geçtikten sonra aynı değere ulaştığı veya geçtiği de gözlemlenmiştir.

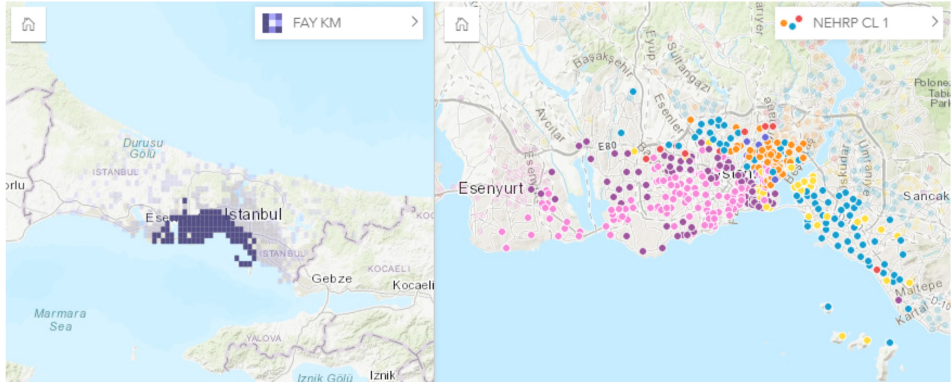
İstanbul ilindeki tüm mahalleler kırılması muhtemel olan Kuzey Anadolu Fayı Avcılar segmentine (**Şekil 4.16**) uzaklıklarına göre beş ayrı gruba ayrılırken ve NEHRP (1997) sınıflamasına göre eminler sınıflamaları göre faya uzaklık ile mahalle konumu karşılaştırılmıştır (**Şekil 4.17**, **Şekil 4.18**, **Şekil 4.19**, **Şekil 4.20**). Bu sınıflamaya göre ilk iki uzaklık sınıfı şehir genelindeki yerleşimi gösterirken (**Şekil 4.17**, **Şekil 4.18**), üçüncü sınıflandırmanın sadece sahil kesimlerinde konutlar yaygın olup (**Şekil 4.19**) faya en uzak olan son sınıflandırmada ise oldukça seyrek olarak konut alanı bulunmaktadır (**Şekil 4.20**, **Şekil 4.21**).

Yapılan değerlendirmelerin incelenmesi sonucunda faya en yakın konumlardan birine sahip olan Bakırköy ilçesine bağlı Basıncıköy ve Yeşilköy mahalleleri dikkate alındığında 2018 yılına göre %6,5 artış sonrasında sırasıyla 11.000 TL ve 14.000 TL değerlerine yükseldiği gözlemlenmiş olup bura-

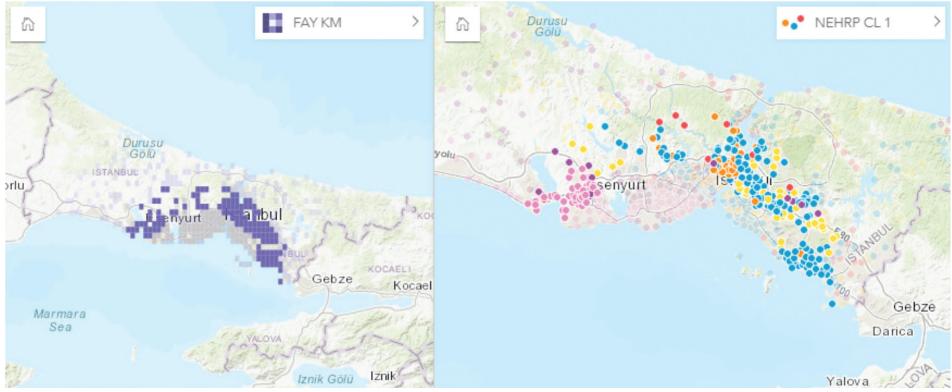
dan çıkan sonuçla faya olan yakınlığın değer değişiminde etken olmadığı da tespit edilmiştir.



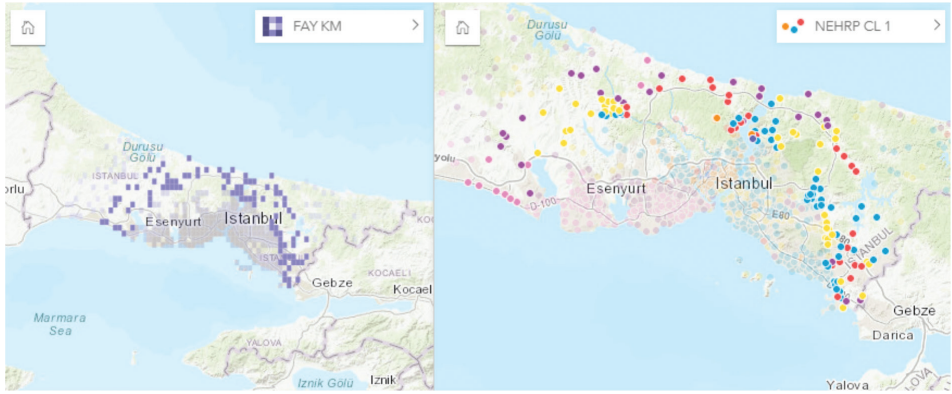
Şekil 4.16: Kuzey Anadolu Fayı Avcılar segmentinin konumu (Emre ve diğ, 2011).



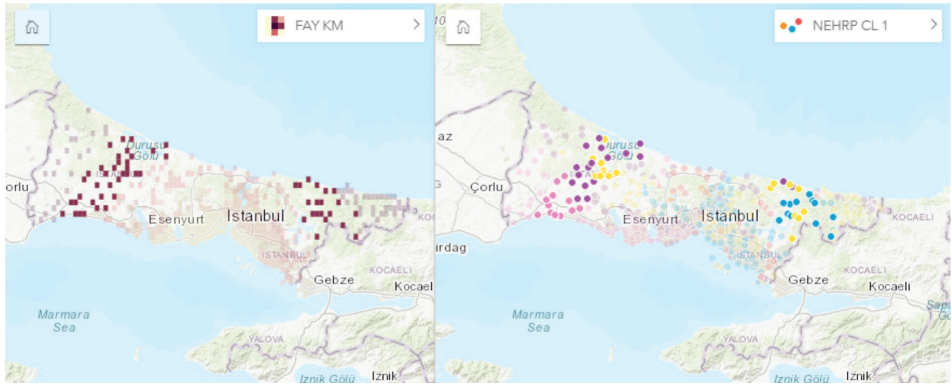
Şekil 4.17: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 9,9-23 km.



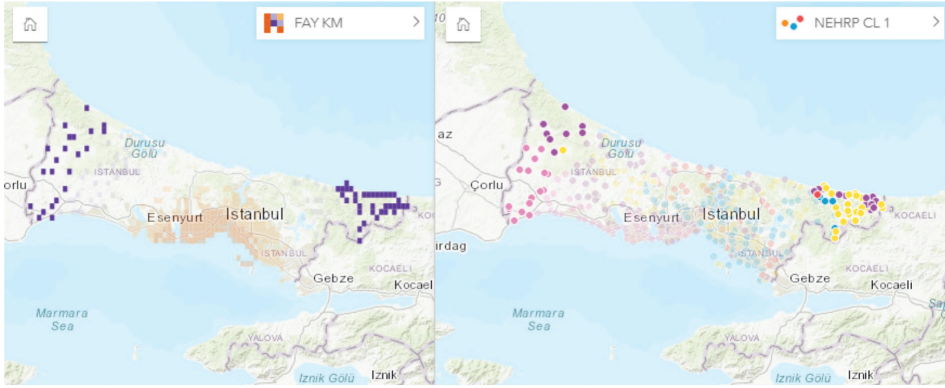
Şekil 4.18: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 23-33 km.



Şekil 4.19: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler, mahallelerin faya olan uzaklığı: 33-45,7 km.



Şekil 4.20: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler, mahallelerin faya olan uzaklığı: 45,7-62 km.



Şekil 4.21: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 62-89 km.

Çalışmada deprem konusunda yapılan son analiz ise zemin büyütme potansiyeline göre yapılmıştır. Buna göre zemin büyütme potansiyeli olan litolojilerde yapılan incelemeyle 2018 ve 2019 yılı konut rayiç değerleri birlikte incelendiğinde en çok değeri artan beş mahalle ile en fazla değer kaybeden beş mahalle **Tablo 4.4**'de gösterilmiştir. Buna göre Çubuklu (Beykoz) mahallesindeki değer değişimi bir önceki yıla göre dört kat artış gösterirken, Paşabahçe (Beykoz) mahallesindeki değer bir önceki yıla göre 2,34 kat artmıştır. Beyoğlu, İstiklal mahallesindeki artış 2018 yılına göre %186 olurken, onu %184'lük artış ile Avcılar Üniversite mahallesindeki izlemiş ve Büyükçekmece Yenimahalle ise %163 değer artışı ile zemin büyütme potansiyeli taşıyan birimler arasında en yüksek beşinci artışı gösteren bölge olmuştur.

Zemin büyütme potansiyeli olan birimlerde bulunan konutlarda en yüksek değer kaybı %63,3 ile Bakırköy (Kartaltepe mahallesi)'de gözlenirken, %52,6 kayıpla Zeytinburnu (Kazlıçeşme mahallesi), %51,5 kayıpla Esenyurt (Akçaburgaz mahallesi) yer almıştır. Üsküdar Kuleli mahallesi ise %50,6 oran ile en yüksek değer kaybını gösteren dördüncü bölge olmuştur. Son olarak, en yüksek değer artışlarının gözlemlendiği ilçe olan Beykoz'da bu kez Kanlıca mahallesi ise 2018 yılı rayiç değerlerine göre 2019 yılında %50,4 oranındaki değer kaybı ile en çok değer kaybeden beşinci bölge olmuştur.

Tablo 4.4: Sıvılaşma potansiyeli en olan birimler arasında en çok değer değişimi gösteren mahalleler

| Formasyon | Rayiç Değer (TL) 2018 | Rayiç Değer (TL) 2019 | Değer Değişimi | İL | İLÇE | MAHALLE |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------|----------|------------------|-------------|
| Dolgu | 3,344 | 17,500 | 423% | İstanbul | Beykoz | Çubuklu |
| Dolgu | 6,013 | 20,108 | 234% | İstanbul | Beykoz | Paşabahçe |
| Alüvyon | 3,078 | 8,790 | 186% | İstanbul | Beyoğlu | İstiklal |
| Alüvyon | 4,000 | 11,368 | 184% | İstanbul | Avcılar | Üniversite |
| Alüvyon | 712 | 1,871 | 163% | İstanbul | Büyük-çekmece | Yenimahalle |
| Dolgu | 23,999 | 11,909 | -50.4% | İstanbul | Beykoz | Kanlıca |
| Dolgu | 48,062 | 23,722 | -50.6% | İstanbul | Üsküdar | Kuleli |
| Bakırköy - Güngören - Çukurçeşme | 4,948 | 2,401 | -51.5% | İstanbul | Esenyurt | Akçaburgaz |
| Kuşdili | 7,944 | 3,765 | -52.6% | İstanbul | Zeytinbur- nu | Kazlıçeşme |
| Kuşdili | 10,101 | 3,708 | -63.3% | İstanbul | Bakırköy | Kartaltepe |

Zemin büyütmesi potansiyeli olan tüm zeminler üzerinde yapılan genel incelemede ise 2019 yılında 2018 yılı rayiç değerlerine göre %1,53 oranında değer artışı gözlemlendiği tespit edilmiştir. Buna ilave olarak formasyonların ayrı değerlendirilmesi sonucunda; alüvyon zeminde %1,28; dolgu alanlarında %7,67 değer artışı; Bakırköy-Güngören-Çukurçeşme formasyonlarının genelinde %0,4 değer kaybı gözlenmiştir. En yüksek değer kaybı ise %14,37 ile Kuşdili formasyonunda gözlenmiştir. Türkiye İstatistik Kurumutarafından yayımlanan tüketici fiyat endekslerinin yıllık yüzde değişim oranları incelendiğinde 2019 yılının ilk yarısındaki artışın bir önceki yıl aynı döneme göre %15,2 olduğu (TÜİK, 2020) dikkate alındığında sıvılaşma potansiyeli olan zeminlerde bir önceki yıla göre %13,67 değer kaybı yaşandığı; Kuşdili Formasyonu'nda ise bu kaybın %29,57 çıktığı tespit edilmiştir. Mahalle bazında bazı yerlerde farklı sonuçlarla karşılaşılsa da il geneli dikkate alındığında zemin büyütme potansiyeli olan yerlerin ciddi şekilde değer kaybettiği gözlenmiştir.

4.5. HEYELAN ALANLARI VE KONUT SATIŞ İLİŞKİSİ

Avrupa yakasında, Beylikdüzü ve Büyükçekmece ilçeleri heyelan sahaları bakımından İstanbul'un en geniş alanlarını oluşturmaktadır (**Şekil 4.22**, **Şekil 4.23** ve **Şekil 4.24**). Haramidere'nin mansap kısmı ile Büyükçekmece koyu arasındaki sahil bölgesi ve koyun doğu yamaçları, neredeyse tümünde kütle hareketleri gözlenmektedir (Dalgıç ve diğ., 2016b). Aktif olan kayma bölgeleriyle birlikte, güncel durumdan farklı bir topoğrafyada gelişmiş aktif olmayan kütle hareketleri de yer almaktadır. Heyelanlı sahaların büyük bir kesimi, su taşıma kapasitesi yüksek ve aşınmaya karşı daha dirençli olan kaba kum boyu litoloji ve çakıllar tarafından örtülmüş olan geçirimsiz, aşınmaya karşı dayanımı olmayan ve kayma direnci düşük olan Gürpınar ve Güngören formasyonlarına ait kil taşlarının yoğun olduğu bölgelerde yer almaktadır.

Avrupa yakasında ise Şile bölgesinin güney ve doğu kesimlerinde, kiltaş ağırlıklı ve ince taneli istiflerde kontrolsüz yapılan eğim artırıcı kazılar ile akarsu aşındırması, taşkın-sel gibi doğal eğimi bozulmuş olan yamaçlarda küçük boyutlu kayma, akma gibi kütle hareketleri gözlenmektedir. Aydos tepesi, Kayışdağı, Büyük Çamlıca tepesi ve Küçük Çamlıca tepesi gibi kuvarsit ve türevi yüksek mukavemetli kayaçların oluşturduğu topografyanın alt kesimlerinde 30–40 metre kalınlıkta yamaç molozu birikintileri yaygın olarak görülmektedir. Özgül (2005) yaptığı bir çalışmada kum, çakıl, kötü boylanmış tutturulmamış litolojiden oluşan bu tür birikintilerde yamaç aşağı hareket eden küçük boyutlu kaymaların ve akmaların gelişebildiğini, Kınalıada'nın güney kıyılarında ise görece eğimi daha yüksek yamaçlar oluşturan kuvarsit, kireçtaşı gibi sert kayaçların sık eklemli ve çatlaklı kesimlerinde yamaç eğimi boyunca, kaya düşmesi gibi duraylılık sorunlarıyla karşılaşılabilirdiğini ifade etmiştir.

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi (TÜBİTAK MAM) tarafından bölge için yapılan çalışma incelendiğinde 60 metre derinlikle heyelan kayma düzlemlerinin tespit edildiği, Güngören ve Gürpınar formasyonlarının yüksek plastisite değerleri nedeniyle heyelana müsait litolojide oldukları, Gürpınar Formasyonunun su geçirimsizliğinin düşük ve orta olması nedeniyle gözenek suyu basın-

cının yüksek, yani heyelan oluşmasına ortam hazırladığı ifade edilmiştir. Ayrıca, Gölyaka, Fener ve Kavaklı Deresi heyelanlarını meydana getiren litolojinin $V_{s_{30}}$ değerlerinin 200-280 m/s aralığında, TDY-2007'e göre C zemin grubu (C3, katı kil ve siltli kil) TBDY-2018'e göre ise yerel zemin sınıfının ZD (orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları) olduğu belirtilmiştir. Kemerdere ve Çukurlar heyelanlarını meydana getiren litolojinin ise $V_{s_{30}}$ değerlerinin 430-485 aralığında, TDY-2007'e göre B zemin grubu (B3, çok katı kil ve siltli kil) TBDY-2018'e göre ise yerel zemin sınıfının ZC (çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar) olduğu yönünde bulgular elde edilmiştir (TÜBİTAK MAM YDBE, 2016).

Heyelanların günümüzdeki etkinliğinin iki temel nedeninin olduğu değerlendirilmektedir. Bunlardan ilki iç dengeye ulaşamadıkları için kaymanın devam etmesi; diğeri ise heyelan bölgesinde insan eliyle yapılmış olan bilinçsiz müdahalelerin olmasıdır. Hareket eden kitlenin yeniden denge konumuna ulaşması için plastik hareketler de dahil çeşitli boyutlardaki kaymaların devam edeceği düşünülebilirken, bölgedeki heyelanların günümüzde de etkinliklerini sürdürmelerinde bir diğer önemli etken yöredeki insan kaynaklı kazı ve dolgu işlemleridir. Ayrıntılı incelemeler yapılmadan ve eksik hesaplara dayanan, çoğu zaman da tümüyle hesapsızca yapılan kazılar, kontrolsüz dolgular ve yüksek binaların inşa edilmesiyle zeminde aşırı yük gelişmesi, betonlaşma nedeniyle yaygın olarak yer altına sızamayan suların belirli yerlerde toplanarak olması gereken miktarın çok üzerinde su sızması, sahanın topoğrafyasının kütle hareketleri bakımından hassas olan dengesini bozmakta ve çoğu kez zincirleme etkiyle çok sayıda hareketi meydana gelmesine sebep olmaktadır.

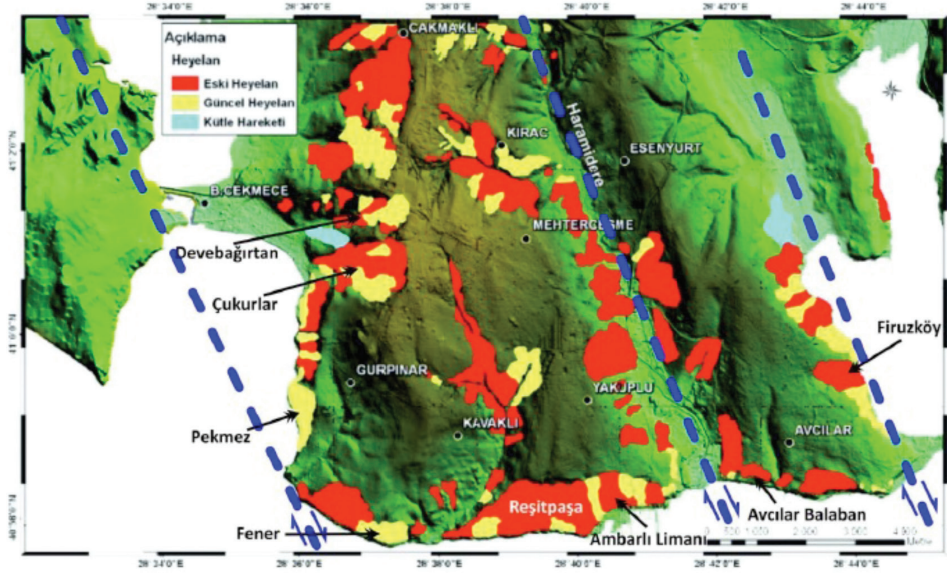


Şekil 4.22: İstanbul il genelinde tespit edilmiş olan heyelan alanları (Gedik ve diğ., 2005’den uyarlanmıştır).

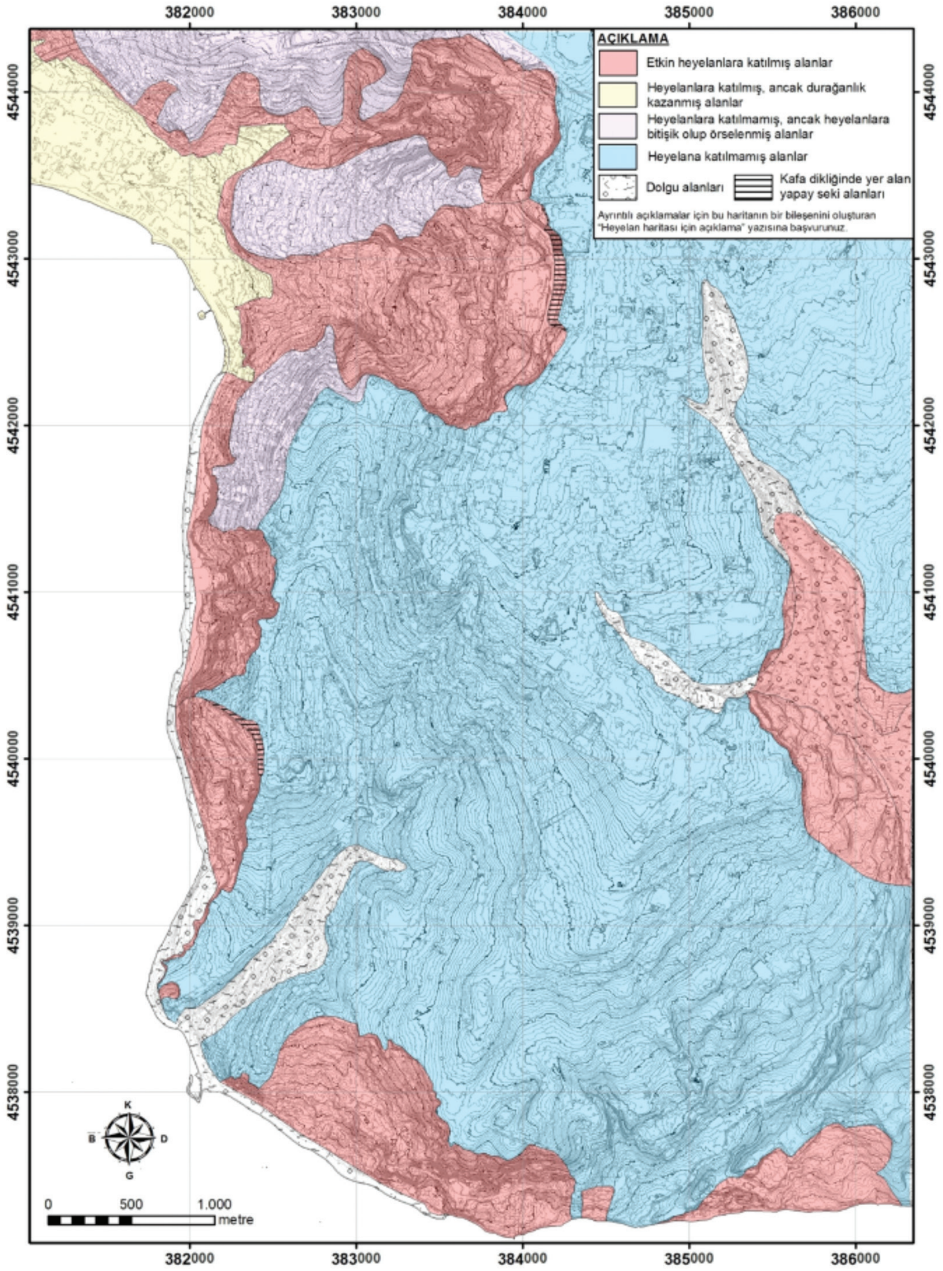
Büyükçekmece ve Beylikdüzü ilçelerindeki heyelanların harekete neden olan litolojik özellikleri dışında depremlere bağlı kütle hareketlerinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bölge beklenen İstanbul depremi düşünüldüğünde kırılması en muhtemel olan fay olan Avcılar Segmenti’ne oldukça yakın mesafededir. Büyük bir depremden kaynaklı oluşacak olan yatay ivmeler yağışlı dönemlerde gözenek basıncının yükselmesine ve pasif heyelanların aktif hale geçmesine ve/veya yeni heyelanlar oluşması sağlayabilmektedir. TÜBİTAK MAM YDBE (2016) çalışmasında heyelan alanlarının üst kesimlerinin (taç bölgesi) yoğun yerleşime konu olduğu yerlerin çok yüksek riske sahip olduğu; depremlerle birlikte meydana gelebilecek sıvılaşmaların da tetiklemesi sonucunda 5°’den yüksek eğimli yerlerinde büyük kütle hareketlerine maruz kalabileceği ifade edilmiştir.

Sonuçtan sebeplere doğru geriye doğru dönüldüğünde neredeyse tamamının önlenerek heyelanların meydana gelmeyeceği bir ortam yaratılabilecekken, imar planlaması ve planların hazırlanması aşamasında göz önüne getirilmeyen ve/veya incelenmeyen ve dahi dikkate alınmayan jeolojik faktörlerin, bölgesel ve ölçekli (1:500, 1:1000, 1:5000, 1:25000 gibi) imar planlamalarının farklı birimler tarafından yapılmasına izin verilmesi, yerel yönetimlerin yapı inşasını ön plana çıkartırken üzerine inşaat yapılan yerin aslında doğanın bir parçası olduğunu ve doğa bilimlerinin “temelde”

dikkate alınması gerektiğini unutan bakış açıları ile bölgede çok sayıda heyelanın insan eliyle meydana getirildiği de düşünülmektedir. Aktif bir heyelanın binlerce yıl hareket ettikten sonra içinde bulunduğu bölgede stabil hale geldiği düşünülduğünde şehirleşmenin her aşamasında bu risklerin var olduğu, planlama yaparken “üzerinde plan yapılanın” doğanın kendisi olduğu ve onunla ilişkilendirilen her bilimin dikkate alınması sadece şehirleşmenin değil doğanın da dengesini sağlayacağı şüphe götürmez bir gerçektir.



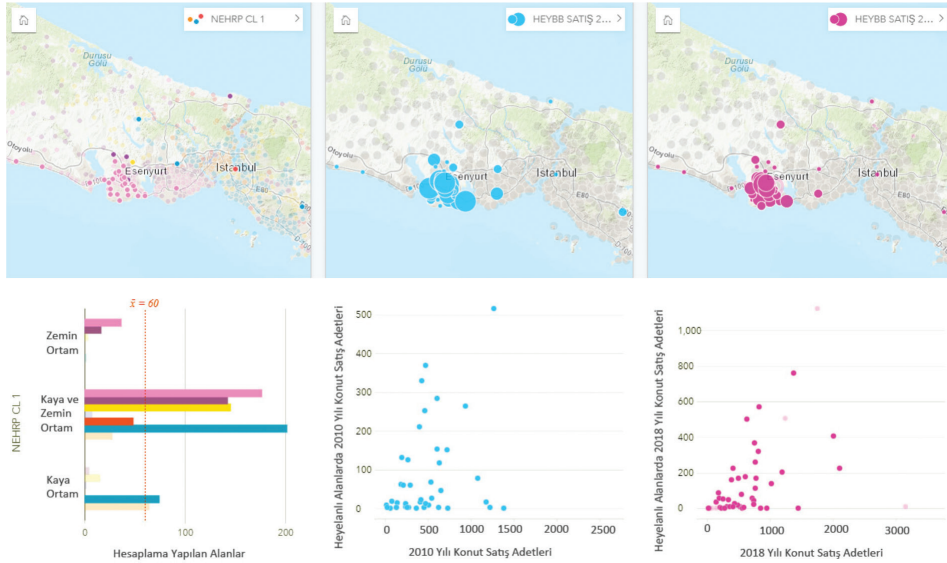
Şekil 4.23: Heyelan yoğunluk haritası (Duman ve diğ., 2004 ve Dalgıç ve diğ. 2016'dan alınmıştır).



Şekil 4.24: İstanbul ilinde en yoğun heyelan hareketinin meydana geldiği Gürpınar bölgesi heyelan haritası (TÜBİTAK MAM YDBE, 2016).

İstanbul il genelinde Durmaz ve diğ. (2016) tarafından haritalanmış,

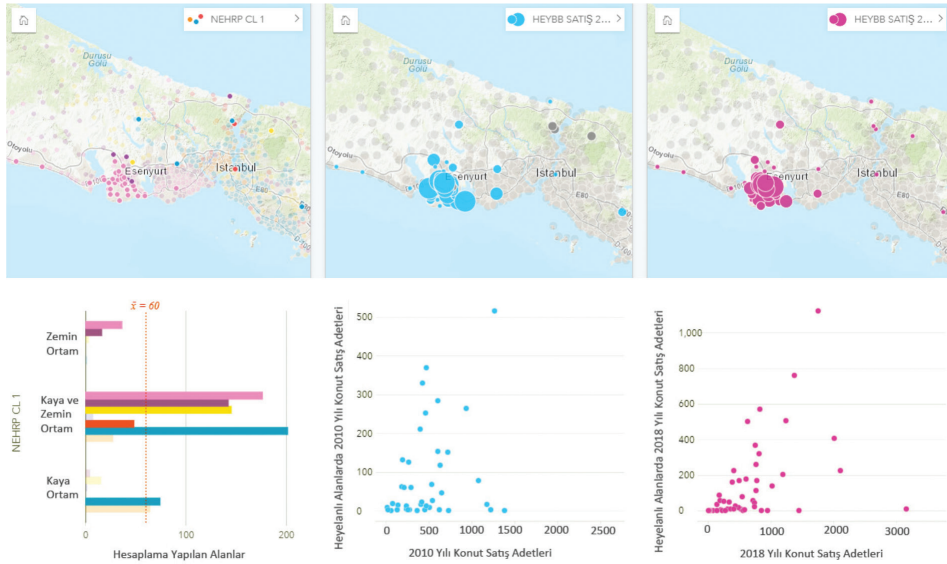
aktif ve aktif olmayan heyelan alanları üzerinde yapılan analizde, konut satışlarının en fazla Küçükçekmece ile Büyükçekmece gölleri arasında kalan kısımda yoğunlaştığı gözlenmiştir. Tüm heyelan alanları incelendiğinde bu alanda yer alan jeolojik birimlerin kaya ortam, kaya-zemin ortam ve zemin ortamda olduğu gözlenmiştir. Analizler sonucunda 2010 yılında heyelanlı alanlar içerisinde konutu satışı yapılan yerlerin büyük kesiminin kaya-zemin ortamda içerisinde bulunduğu tespit edilmiştir. Kaya-zemin ortamda 2010 yılında 2.068 adet konut satışı yapılırken bu satışlar Esenyurt'ta 697 adet, Büyükçekmece'de 472 adet, Avcılar'da 438 adet, Beylikdüzü'nde 325 adet ile en yoğun satış yapılan ilçeler olup, Arnavutköy, Bahçelievler, Başakşehir, Eyüp, Silivri ve Sarıyer de diğer satış yapılan ilçeler arasında yer almaktadır (Şekil 4.25). Satışların büyük kesimi bu birimlerde gözlense de kaya ortam içerisinde bulunan konutlardaki satışların Bağcılar'da 13, Üsküdar'da iki adet olmak üzere 2010 yılı içerisinde toplam 15 adet konutun satıldığı; zemin ortamda ise Esenyurt'ta 1.422 adet konut satışı yapıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.25: 2010 yılına göre Heyelan alanlarında meydana gelen satışlara göre dağılım (Mavi).

Analizlerde, 2018 yılında heyelanlı alanlar içerisinde konutu satışı yapılan yerlerin büyük kesimi 2010 yılında olduğu gibi Kaya-Zemin ortamda

yer aldığı; Kaya ortamda Bağcılar’da üç, Üsküdar’da iki adet olmak üzere toplam beş adet konutun satıldığı; zemin ortamda ise Esenyurt’ta 1.877 adet konut satışının yapıldığı gözlenmiştir (**Şekil 4.26**). Kaya-zemin ortam satış adetleri incelendiğinde ise 2010 yılına göre %250 artış ile 5.190 adet konut satışının yapıldığı tespit edilmiştir. Buradan çıkan en çarpıcı sonuç Esenyurt’ta 2010 yılındaki satış oranının %485 oranında artarak 3391 adet konut satışının gerçekleşmiş olmasıdır. Heyelan alanı yoğun bir diğer ilçe olan Beylikdüzü’nde ise satış oranı %270 artarak 890 adet konut satışı gerçekleşmiştir. 2010 yılında bu ortam türünde satış yapılan ilçeler arasına 2018 yılında iki adet konut satışı ile Beykoz da eklenmiştir.



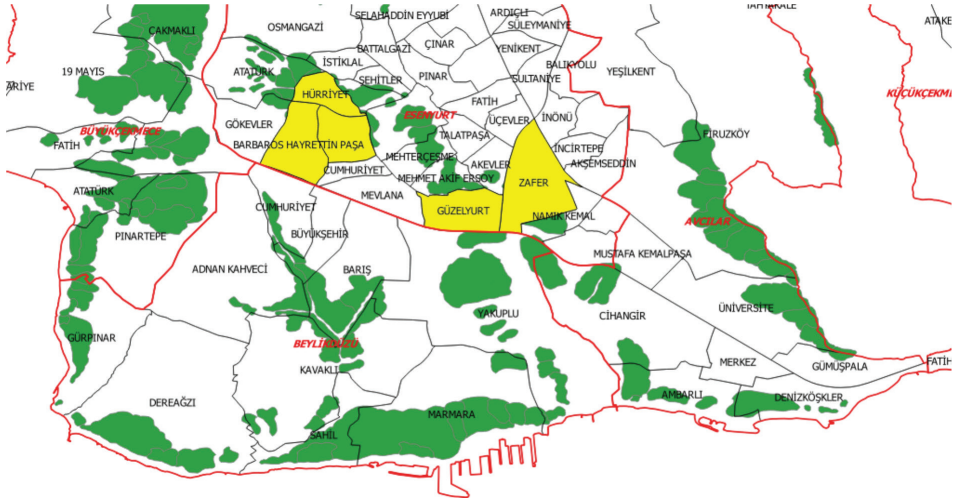
Şekil 4.26: 2018 yılına göre Heyelan alanlarında meydana gelen satışlara göre dağılım (Fuşya).

Durmaz ve diğ. (2006) tarafından hazırlanan heyelan haritası sayısallaştırılarak mahalleler üzerine entegre edilmiştir. Bu haritanın izdüşümü olan yerlerde yer alan aktif/aktif olmayan heyelan sınırlarına göre alan (heyelan alanı) içinde kalan satış bilgileri elde edilmiştir (**Şekil 4.27** ve **Şekil 4.28**). Heyelanlı alanlarda kalan mahallelerde konut satış rakamları incelendiğinde ise, 2010 yılında en çok konut satışı yapılan mahallelerden Mehterçeşme (Esenyurt) mahallesinde 517 adet, Akevler (Esenyurt)

mahallesinde 370 adet, Hürriyet (Esenyurt) mahallesinde 331 adet, Atatürk (Büyükçekmece) mahallesinde 284 adet ve Denizköşkler (Avcılar) mahallesinde 264 adet konut satışı gerçekleşmiştir. Satış adetleri en yüksek beş mahalle **Şekil 4.27**'de gösterilmektedir. Zemin özellikleri incelendiğinde beş mahalleden dördünün D sınıfı yani en kötü zemin grubunda yer aldığı, bir mahallenin ise C ve D sınıfı zeminde yer aldığı tespit edilmiştir.

2018 yılında heyelan alanlarında yapılan satışlarda ise en çok konut satışı yapılan mahallelerden Zafer (Esenyurt) mahallesinde 1.126 adet, Piri Reis (Esenyurt)mahallesinde 760 adet, Güzelyurt (Esenyurt) mahallesinde 571 adet, Barbaros Hayrettin Paşa (Esenyurt) mahallesinde 509 adet ve Hürriyet (Esenyurt) mahallesinde 504 adet konut satışı gerçekleşmiştir. Satış adetleri en yüksek beş mahalle **Şekil 4.28**'de gösterilmektedir. Zemin özellikleri incelendiğinde beş mahalleden dördünün D sınıfı yani en kötü zemin grubunda yer aldığı, bir mahallenin ise C ve D sınıfı zeminde yer aldığı tespit edilmiştir.

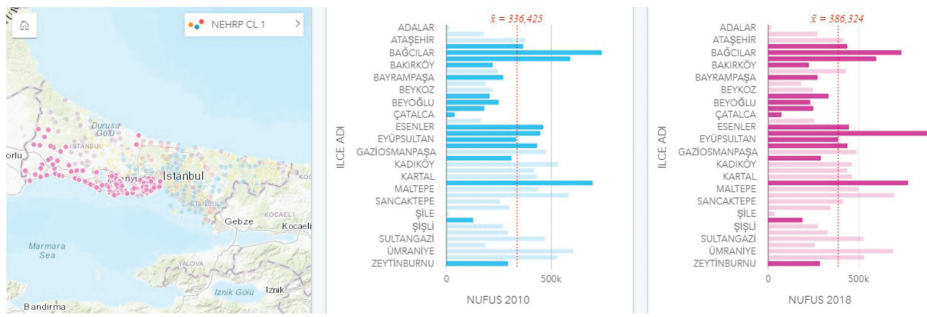
Aşağıdaki tablolarda ise ilgili yıllar içerisinde mahallede heyelanlı alanda kalan konutların satış sayılarının mahallede satılan toplam konut sayısına göre oranları yer almaktadır (**Tablo 4.5**, **Tablo 4.6**). 2010 yılı için bu oranın en yüksek olduğu mahalle heyelanlı alanda kalan 370 konutun satışıyla Akevler (Esenyurt) olurken, 2018 yılında bu oranın en yüksek olduğu mahalle 1126 adet heyelan alanında kalan konut satışı ile Zafer mahallesi (Esenyurt) olmuştur. Her iki yıl içinde satışı gerçekleşen tüm heyelan alanında kalan konutların zemin durumu incelendiğinde NEHRP (1997) sınıfına göre çoğunluğu D sınıfında kaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.28: 2018 yılında heyelanlı alanda kalan konut satış sayılarının mahallede satılan toplam konut sayısına oranları ve bu oranlara göre en yüksek beş mahalle (Yeşil kısımlar heyelan alanlarını, Sarı kısımlar 2018 yılında en yüksek konut satışının olduğu ilk beş mahalleyi göstermektedir).

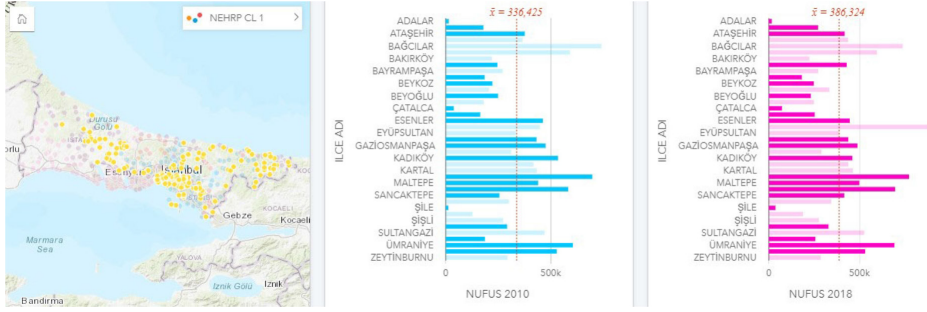
Heyelanlardan hareketle zemin sınıfına göre inceleme yapıldığında mahalle sınırında sadece NEHRP (1997) sınıfına göre D sınıfı olan zeminlerin tamamının Avrupa yakasında yer aldığı, Anadolu yakasında tüm mahalle içerisinde tek başına D sınıfı zemin bulunmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.29). Yapılan analizde sadece bu zemin sınıfının bulunduğu mahallelerdeki nüfus yapısı incelendiğinde 2010 yılı için 3,5 milyon kişiyken 2018 yılında bu sayı 4,14 milyon kişiye yükselmiştir. 2010 yılında bu zemin sınıfı üzerindeki en yüksek nüfus 559 Bin kişiyle Bahçelievler ilçesiyken, 2018 yılında ilk sırayı 801 Bin kişi ile Esenyurt ilçesi almıştır. 2010 yılında Esenyurt ilçesinde bu birim üzerindeki yapılarda 409 Bin kişi yaşamış olup sekiz sene içindeki nüfus artış oranı %96 gibi çarpıcı bir oran olmuştur. Bahçelievler ilçesi ise %0,1 kayıpla 2018 yılında 558 Bin kişiye gerilemiştir. D sınıfı zeminler kendi içinde de D1, D2, D3 ve D4 şeklinde bir ayrıma gitmektedir. Bu ayrımda D4 en kötü zemin koşullarını sergileyen zemin sınıfı olmaktadır. D4 sınıfının mahalleler ve ilçeler özelinde incelemesi sonrasında ise 2010 yılında 124.000 kişinin bu zemin sınıfında

inşa edilmiş yapılarda barındığı, 2018 yılında ise bu sayının 165.000 kişiye çıktığı tespit edilmiştir. D4 sınıfının 2010 yılında en yoğun nüfusa sahip olduğu ilçe 60.000 kişiyle Küçükçekmece olurken ikinci sırayı 32.000 kişi ile Beyoğlu ilçesi almıştır. 2018 yılı nüfus verileri incelendiğinde ise Küçükçekmece bu kez 62.000 kişiye çıkan nüfusuyla yine ilk sırada yer alırken ikinci sırayı 47.000 kişiyle Büyükçekmece almıştır. Büyükçekmece'nin 2010 yılındaki zemin sınıfı ve nüfus verileri karşılaştırıldığında 9.800 kişinin D4 tipi zemin türünün üzerinde inşa edilen yapılarda yaşadığı tespit edilmiştir.



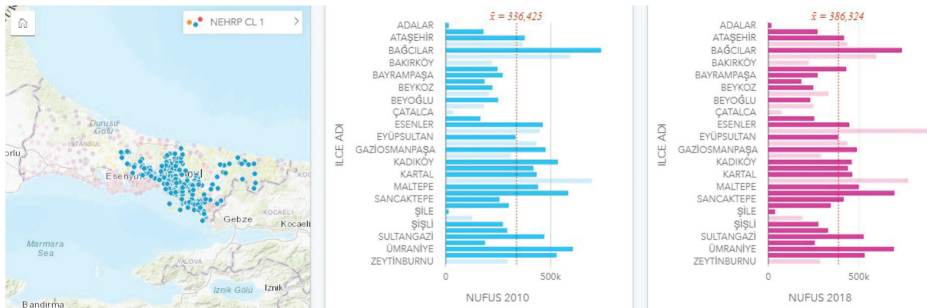
Şekil 4.29: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve D sınıfı zeminin (NEHRP, 1997) dağılımı.

İl genelinde mahalle sınırları içerisinde sadece NEHRP (1997) sınıfına göre C sınıfı zeminlerin olduğu yerler incelendiğinde çoğunluğun Anadolu yakasında olduğu; nüfus olarak ise ilk sırada Sultanbeyli ilçesinin 2010 senesinde 270 Bin kişi, 2018 senesinde ise %15'lik bir artışla 305 Bin kişi ile ilk sırada yer aldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.30). 2010 yılında 190 Bin kişilik nüfusuyla Üsküdar ikinci sırada yer alırken 2018 yılında ise 185 Bin kişilik nüfusuyla Ataşehir yer almıştır. C sınıfı zeminlerin yer aldığı ilçeler arasındaki sekiz yıllık sürede nüfusunda en çok artış gözlenen ilçelerden Maltepe 2018 yılında %10 azalış ile 70 Bin kişinin altına düşerken, Kadıköy ise %27 kayıpla 31 Bin kişinin altına gerilerken Fatih ilçesi ise %36 kayıp sonrasında 4,8 Bin kişi sınırının altına düşmüştür. Sekiz sene içerisindeki oransal olarak en fazla nüfus artışı Çatalca ilçesinde meydana gelmiş olup %866 artış sonrasında 2018 yılı nüfusu 12 Bin kişiyi geçerken Şile ilçesi ise %257 oranındaki artışla 12 Bin kişiye yaklaşmıştır.

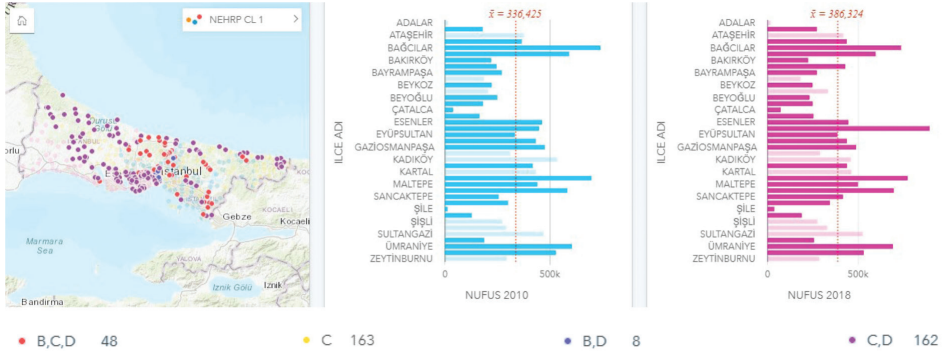


Şekil 4.30: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve C sınıfı zeminin (NEHRP, 1997) dağılımı.

Mahalle sınırları içerisinde en fazla yayılım gösteren NEHRP (1997) sınıfına göre B ve C sınıfı zeminlerin kombine olarak yer aldığı yerler incelendiğinde 276 mahallenin bu zemin gruplarını birlikte barındırdığı tespit edilmiştir (Şekil 4.31). İl genelinde 2010 yılında 4,8 milyon kişinin üzerinde yaşarken 2018 yılında bu sayı 5,5 milyona yükselmiştir. En yaygın görüldüğü ilçe Pendik olup 2010 yılında 520.000 kişi %18 artışla 2018 yılında 610.000 yükselmiştir. **2010 yılında 490.000 nüfus ile ikinci sırada yer alan Kadıköy 2018 yılında %13 değer kaybederek yerini Ümraniye ilçesine bırakmıştır. Ümraniye 2010 yılında 444.000 kişiyken %15 artış sonrasında 512.000 kişiye çıkmıştır.** Bu grup içerisinde en önemli nüfus değişimi Başakşehir ve Sancaktepe ilçelerinde yaşanılmış ve 2010 yılına göre sırasıyla 116.000 kişi ve 128.000 kişi artış meydana gelmiştir (Şekil 4.32).



Şekil 4.31: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve B ve C sınıfı zeminlerin (NEHRP, 1997) dağılımı.



Şekil 4.32: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve diğer zemin sınıflarının (NEHRP, 1997) dağılımı.

4.6. SIVILAŞMA VE TAŞIMA GÜCÜ YETERSİZ ALANLARDA KONUT SATIŞ İLİŞKİSİ

Sıvılaşma, daneli zeminlerin yer hareketlerine maruz kalması nedeniyle sıkışan yapısı ve hareketin hızlı olmasından kaynaklı artan boşluk suyu basıncı ve azalan efektif gerilme neticesinde zemin dayanımının azalarak sıvı davranış göstermesidir (Castro, 1969). Zeminde sıvılaşma, geçirimli gevşek/orta sıkı siltli kumlar veya az geçirimli seviyeler nedeniyle boşluk suyunun dışarı atamayan kumlu/çakıllı zeminlerde daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir.

Yeni Zelanda'nın güney adası olan Canterbury'de 4 Eylül 2010 tarihinde meydana gelen Mw 7.1 Darfield depremini sadece 2 yaralı ile atlatan ülkede bu depremin arçtı şoklarının en büyüklerinden olan Christchurch (Yeni Zelanda) Depremi (22 Şubat 2011 , M_L 6.3) ile meydana gelen sıvılaşmadan dolayı yaklaşık 6 bin konut yıkılmış, 9.100 konut ise ağır hasar almış olup deprem ile meydana gelen sıvılaşma kaynaklı yıkımın en önemli örneği olmuştur. **Timar, Grimes ve Fabling (2018)** yüksek sismisite kaynaklı sıvılaşma riski olan bölgelerde yer alan konutlar için %4 oranında değer kaybının olacağını ve bu değer kaybının 38 ayda önemli ölçüde toparlanacağını, bununla birlikte %1 kadar bir sıvılaşma kaynaklı değer kaybının kalacağını tahmin edilmiştir.

JICA (2004), İstanbul için olası depremde sıvılaşma potansiyeli göste-

recek zeminleri düşük SPT-N değerlerine sahip olan muhtemel gevşek ve yumuşak zeminler olarak ifade etmiştir. Bundan dolayı potansiyel sınıvlaşma çalışması için yapay dolgu, alüvyon ve Kuşdili formasyonu üzerinde çalışma gerçekleştirmiştir (**Şekil 4.33**). Çalışmada kullanılan zeminlerin birim ağırlık, ortalama parçacık boyu ve ince partikül içeriği yaklaşık değerleri ise **Tablo 4.7**'de verilmiştir.

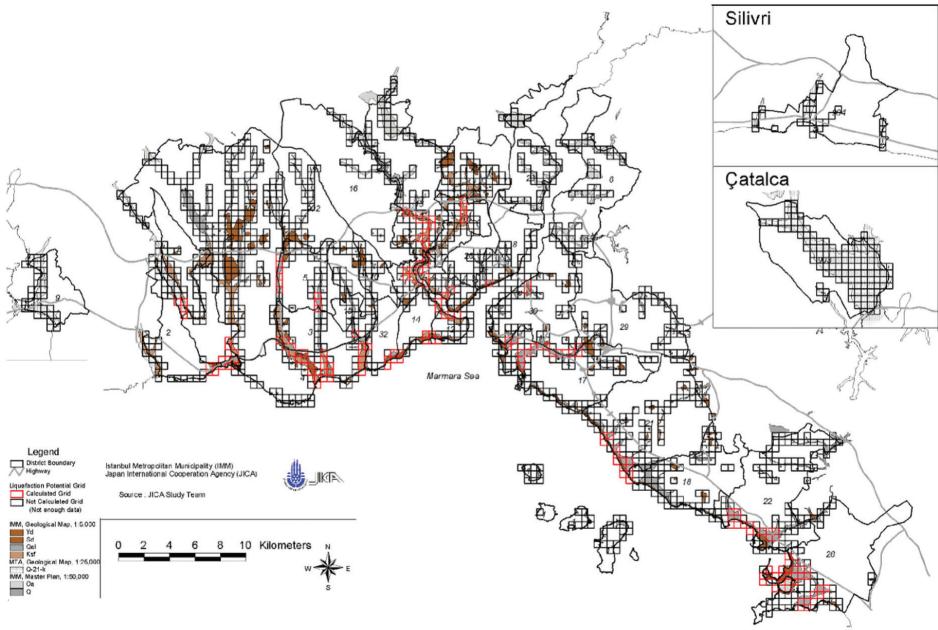
Tablo 4.7: Çeşitli zemin tiplerinin birim ağırlık, ortalama parçacık boyu ve incepartikül içeriği yaklaşık değerleri (JICA, 2002).

| Zemin Tipi | Yeraltı Suyu Altındaki Birim Ağırlık (t2) (tf/m ³) | Yeraltı Suyu Üstündeki Birim Ağırlık (t1) (tf/m ³) | Ortalama Tane Çapı D50 (mm) | İnce Taneli İçerik FC (%) | Jeoloji Sınıflandırması |
|----------------|--|--|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Üst Toprak | 1.7 | 1.5 | 0.02 | 80 | - |
| Silt | 1.75 | 1.56 | 0.025 | 75 | - |
| Kumlu Silt | 1.8 | 1.6 | 0.04 | 65 | Qal-Kil, Kşf-Kil |
| Silti İnce Kum | 1.8 | 1.6 | 0.07 | 50 | - |
| Çok İnce Kum | 1.85 | 1.65 | 0.1 | 40 | - |
| İnce Kum | 1.95 | 1.75 | 0.15 | 30 | - |
| Orta Kum | 2.0 | 1.8 | 0.35 | 10 | - |
| Kalın Kum | 2.0 | 1.8 | 0.6 | 0 | Qal-Kul, Qal-Çakıl, Kşf-Kum |
| Çakıllı Kum | 2.1 | 1.9 | 2.0 | 0 | Yapay Dolgu, Kşf-Çakıl |

Küçükçekmece Gölü'nün batısındaki bataklık boyunca uzanan alan ile gölün güneyindeki Marmara Denizi ile buluşan kıyı kesimi, Zeytinburnu ve Kumkapı'nın kıyı bölgeleri, Altın Boynuz (Haliç) boyunca uzanan bataklık ve kıyı kesimi ile karşı kıyısında Kuzey Deniz Saha Komutanlığı ile Haliç Tersanesi arasında uzanan alan, Beşiktaş iskelesinin civarı, Boğaziçi Köprüsü'nün Avrupa yakasında ayaklarının kuzeyindeki kıyı kesimi ile Tuzla'daki Sakız Yarımadası civarı İstanbul ilinde yüksek sınıvlaşma potansiyeli gösteren alanlardır (JICA, 2002). İnce (2007) tarafından yapılan ve Tarihi Yarımada'yı kapsayan çalışmada Küçük Ayasofya mahallesi ile Yenikula mahallesi arasında kalan sahil kesiminde, Galata Köprüsü ile Sarayburnu ile Sirkeci ve Marmaray Tren istasyonları arasında kalan bölgede, Cibali ile Haliç Köprüsü arasında kalan kesim ile Vatan Caddesi ve

çevresinde sıvılaşma tehlikesinin yüksek olduğunu belirtilmiştir. Ataköy (Bakırköy)'ün bulunduğu bölgede yer alan Kuşdili formasyonu taşıma kapasitesi zayıf bir birim olup yer yer sorunlu bölgeler de içermektedir. Bu bölgelerde inşa edilmiş olan yapılarda deprem açısından sorun yaşanabilir.

Sıvılaşma sonucunda meydana gelen deformasyonlara bağlı olarak zemin taşıma gücünü kaybederek varsa üzerinde bulunan yapılarda oturma, devrilme gibi hasarlar oluşabilmektedir (Mert, 2018). İstanbul'un tarihi yerleşim yerlerinden olan Altın Boynuz (Haliç) çevresinde, özellikle Galata ve Atatürk köprüleri arasındaki sahilde eski dolgular içerisinde yapılan bina temellerinde oturmalar gözlenmektedir. Bu oturmaların “temelinde” gerek literatür anlamında gerekse teknik anlamda Haliç çökellerinin yetersiz taşıma gücü, bölgede açılan keson kuyulardan aşırı miktarda yeraltı suyu çekimine bağlı oturma olayları yatmaktadır (Dalgıç ve diğ. 2009).



Şekil 4.33: İstanbul potansiyel sıvılaşma alanlarının il genelindeki dağılımı (JICA, 2002).

JICA (2002) sıvılaşma potansiyeli analizine göre yapılan inceleme ile 2018 ve 2019 yılı konut rayiç değerleri birlikte incelendiğinde en çok değeri artan beş mahalle ile en fazla değer kaybeden beş mahalle Tablo

4.8’de gösterilmiştir. Buna göre Çubuklu (Beykoz) mahallesindeki değer değişimi bir önceki yıla göre dört kat artış gösterirken, Paşabahçe (Beykoz) mahallesindeki değer bir önceki yıla göre 2,34 kat artmıştır. Beyoğlu, İstiklal mahallesindeki artış 2018 yılına göre %186 olurken, onu %184’lük artış ile Avcılar Üniversite mahallesindeki izlemiş ve Büyükçekmece Yenimahalle ise %163 değer artışı ile sıvılaşma potansiyeli taşıyan zeminler arasında en yüksek beşinci artışı gösteren bölge olmuştur.

Sıvılaşma potansiyeli olan zeminlerde bulunan konutlarda en yüksek değer kaybı %63,3 ile Bakırköy (Kartaltepe mahallesi)’de, %52,6 kayıpla Zeytinburnu (Kazlıçeşme mahallesi), %50,6 kayıpla Üsküdar (Kuleli mahallesi) yer almıştır. En yüksek değer artışlarının gözlendiği ilçe olan Beykoz’da bu kez Kanlıca mahallesindeki %50,4 oran ile en yüksek değer kaybını gösteren dördüncü bölge olmuştur. Son olarak Beyoğlu ilçesi Ömer Avni mahallesi ise 2018 yılı rayiç değerlerine göre 2019 yılında %49,2 oranındaki değer kaybı ile en çok değer kaybeden beşinci bölge olmuştur.

Tablo 4.8: Sıvılaşma potansiyeli en olan birimler arasında en çok değer değişimi gösteren mahalleler

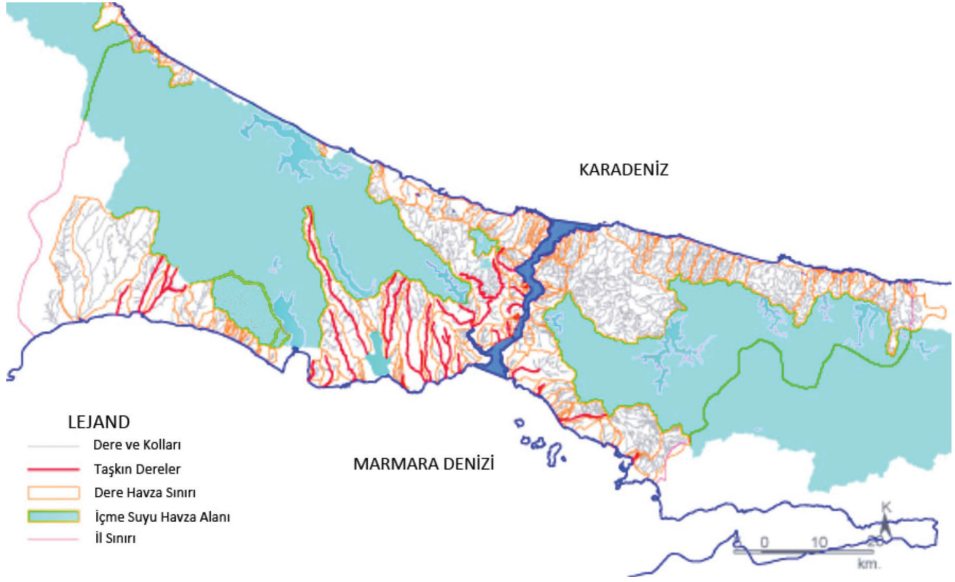
| Formasyon | Rayiç Değer (TL) 2018 | Rayiç Değer (TL) 2019 | Değer Değişimi | İL | İLÇE | MAHALLE |
|-----------|-----------------------|-----------------------|----------------|----------|--------------|-------------|
| Dolgu | 3,344 | 17,500 | 423% | İstanbul | Beykoz | Çubuklu |
| Dolgu | 6,013 | 20,108 | 234% | İstanbul | Beykoz | Paşabahçe |
| Alüvyon | 3,078 | 8,790 | 186% | İstanbul | Beyoğlu | İstiklal |
| Alüvyon | 4,000 | 11,368 | 184% | İstanbul | Avcılar | Üniversite |
| Alüvyon | 712 | 1,871 | 163% | İstanbul | Büyükçekmece | Yenimahalle |
| Alüvyon | 31,839 | 16,176 | -49.2% | İstanbul | Beyoğlu | Ömer Avni |
| Dolgu | 23,999 | 11,909 | -50.4% | İstanbul | Beykoz | Kanlıca |
| Dolgu | 48,062 | 23,722 | -50.6% | İstanbul | Üsküdar | Kuleli |
| Kuşdili | 7,944 | 3,765 | -52.6% | İstanbul | Zeytinburnu | Kazlıçeşme |
| Kuşdili | 10,101 | 3,708 | -63.3% | İstanbul | Bakırköy | Kartaltepe |

Sıvılaşma potansiyeli olan tüm zeminler üzerinde yapılan genel incelemede ise 2019 yılında 2018 yılı rayiç değerlerine göre %2 oranında değer artışı gözlendiği tespit edilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu tarafından ya-

yımlanan tüketici fiyat endekslerinin yıllık yüzde değişim oranları incelendiğinde 2019 yılının ilk yarısındaki artışın bir önceki yıl aynı döneme göre %15,2 olduğu (TÜİK, 2020) dikkate alındığında sınılaşma potansiyeli olan zeminlerde bir önceki yıla göre %13,2 değer kaybı yaşandığı da ortaya çıkmıştır. Mahalle bazında bazı yerlerde tersi sonuçları tespit edilse de il geneli dikkate alındığında sınılaşma potansiyeli olan yerlerin ciddi şekilde değer kaybettiği gözlenmiştir.

4.7. TAŞKIN ALANLARI VE KONUT SATIŞ İLİŞKİSİ

Bina temellerinde su baskınları nedeniyle hasarlar meydana gelebilmektedir. İstanbul jeomorfolojisi itibariyle engebeli bir yapıda olması, hızlı nüfus artışı, belirli bir dengeyi sağlayamayan konut talebi ve bu talebin getirisi olan konut arzı nedeniyle çarpık kentleşmenin seneler içerisinde önleminin alınmaması sonucunda şehir taşkın oluşuma açık konuma getirilmiştir. Özellikle Kasımpaşa, Alibeyköy, Küçükköy, Maltepe, Kartal, Bağcılar, Esenler (Çinçin Deresi ve çevresi), Bayrampaşa, Zeytinburnu, Sarıyer (Tarabya), Beşiktaş (İhlamur) ve Bahçelievler (Tavukçu Deresi ve çevresi) bölgeleri sağanak yağışlardan en çok etkilenen ve taşkın oluşan bölgelerdir. Eylül (2009) ayında İstanbul Avrupa yakasında, özellikle Çatalca, Selimpaşa ve İkitelli bölgelerini etkileyen bir sel felaketi yaşanmış; dere yataklarının yakınındaki fabrika, otoyol, köprü gibi yapılarla birlikte dere yatağının yakınına kurulan yerleşim yerleri ciddi zarar görmüştür. İstanbul'un uzun yıllardır hızla artan nüfusu ve engel olunamayan çarpık yapılaşma özellikle Ayamama Deresi, Kağıthane Deresi gibi taşkın yataklarında konut ve fabrika yapımı, dere ıslah çalışmalarındaki yetersizlikler, doğal drenajın bozulması gibi faktörler sebebiyle dört gün süren yağıştan dolayı meydana gelen taşkın, bir afete dönüşmüştür. Çatalca, Bandırma ve Gönen yağış istasyonları ölçümlerine göre bu alanlarda 185 kg/m² - 225 kg/m² arasında yağış düşmüş olduğundan dere yataklarının taşması sonucu 31 kişi hayatını kaybetmiş, 55 Bin dolar hasar meydana gelmiştir (TABB, 2018). İstanbul il genelinde konumlanan dereler, derelere bağlanan kollar ile taşkın riski taşıyan dereler **Şekil 4.34**'de; 08.09.2009 tarihinde Selimpaşa (Silivri)'da meydana gelen sel sonrasında yıkılan bir bina ise **Şekil 4.35**'da yer almaktadır.



Şekil 4.34: İstanbul derelerinde taşkın riski taşıyan dereler (İBB, 2008; Dinç, 2015).



Şekil 4.35: Bina temelinin sel dolayısıyla boşalmasıyla meydana gelen yıkılma (Dalgıç ve diğ., 2015).

Bu çalışmada İstanbul il alanı genelinde topografya ve jeolojik özelliklere göre taşkın riski olan alanlar; akarsuların çevresindeki 500 m. alan, bir diğeri il genelindeki göllerinde çevresindeki 500 m. alan ve sonuncusu ise kıyı şeridi gerisindeki 250 m.lik alan olarak üç farklı taşkın türüne ayrıştırılmıştır (Şekil 4.36). 2010 ve 2018 yıllarındaki konut satış adetlerindeki değişim aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 4.9). Satış adetleri incelendiğinde Akarsu çevresi ile göl çevresi riskli taşkın alanlarında sırasıyla %25 ve %17 artış gözlenirken, sahil gerisinde bu oran %4 olarak kalmıştır.



Şekil 4.36: Taşkın riski olan alanların taşkın türüne göre şehir genelindeki dağılımı.

Tablo 4.9: Taşkın riski olan alanlarda kalan konutların satış sayılarının taşkın türüne göre değişimi.

| Riskli Görülen Alanlar | Konut satış adetleri (2010) | Konut satış adetleri (2018) |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Akarsu Çevresi (500 m) | 18.950 | 25.472 |
| Göller Çevresi (500 m) | 19.113 | 22.998 |
| Kıyı Gerisi (250 m) | 4.639 | 4.836 |

Anadolu yakasında, Görele (Beykoz)'de 2019 yılı değerleri bir önceki yıla göre yarı yarıya düşmüştür. Çengeledere (Beykoz)'de ise mahalle geneline benzer bir değer gözlenirken, Çiftlik (Beykoz)'te artış gösterse de genel rayiç değerler taşkın riskli alanlara göre çok daha düşük kalmıştır. Çekmeköy mahalleleri genel değerler olarak %0-3 arası değer kaybederken sadece Ekşioğlu (Çekmeköy) %10 değer kaybetmiş olup yine de rayiç de-

ğerler taşkın riskli alanlara göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Merkez (Çekmeköy)'de bir önceki yıla göre %15 değer artışı meydana gelirken, rayiç değerler de taşkın riskli alanlara göre %65 daha yüksek seyretmektedir. Tuzla Tepeören mahallesindeki genel değer kaybı %9; mahallenin taşkın riski taşıyan yerlerindeki kayıp ise %33 olmuştur. Fatih (Pendik), Mehmet Akif (Pendik) ve Yavuz Selim (Sultanbeyli)'de 2018 yılında etkinken, 2019 da buralarda etkinlik düşmüş ve Mecidiye (Sultanbeyli) ile Turgut Reis (Sultanbeyli) etkili hale gelmiştir. Mecidiye (Sultanbeyli) genelinde %17 artış gözlenirse de mahalle genelinde 2018 yılı rayiçleri düşük olduğu için birim değeri çok etkilememiştir (Şekil 4.37).

Avrupa yakasında taşkın riskli alanlardaki değer değişimleri incelendiğinde, Karaağaç (Büyükçekmece) genelinde %13 değer artışı gözlenmekle birlikte taşkın riskli alandaki rayiç değerlere göre bu değer mahalle genelindeki değer çok altında kaldığı tespit edilmiştir. Bu mahallede taşkın riskli alanda kalan yapıların özellikle tercih edildiği; rayiç değerlerin ise bulunduğu mahallenin çok üzerinde seyrettiği gözlenmiştir.

Çakmaklı (Büyükçekmece) genel artış oranı olan %51 ile taşkın riskli bölgeye yansımamıştır. 19 Mayıs (Büyükçekmece)'da ise %6 oranında değer kaybı gözlenirse de rayiç değer taşkın riskli alanın çok üstünde kalmıştır. Alkent 2000 (Büyükçekmece) genelinde %12, Karaağaç mahallesi genelinde ise %13 değer artışı gözlenmekle birlikte taşkın riskli alandaki rayiç değerlere göre bu değer çok altta kalmaktadır. Bu mahallelerde taşkın riskli alanda kalan yapıların özellikle tercih edildiği rayiç değerlerinin bulunduğu mahallenin çok üzerinde seyrettiği gözlenmektedir.

Avcılar Cihangir mahallesinde değer sabit kalmış olup mahalle genelinde taşkın riskli bölgelerin daha az tercih edildiği de tespit edilmiştir. Yakuplu (Beylikdüzü)'da 2019 yılına göre %9 değer kaybı tespit edilmiştir. Bu durum taşkın riski taşıyan yerlere göre daha fazla kayıp oranı anlamına gelmektedir.

Esenyurt ilçesinde ise Şehitler (Esenyurt) genelinde %14, Bağlarçeşme (Esenyurt)'de %12, Namık Kemal (Esenyurt), Fatih (Esenyurt), Akevler (Esenyurt), Necip Fazıl Kısakürek (Esenyurt), Turgut Özal (Esenyurt), ve

Mehmet Akif Ersoy (Esenyurt) genelinde %2-7 arası artış gözlenirken; Yeşilkent (Esenyurt), Mehterçeşme (Esenyurt)'de sırasıyla %7 ve %6 değer kaybı görülmüştür. Taşkın riskli alanlar kıyaslandığında değer düşüşünün bu iki mahalle özelinde taşkın riskinden daha çok etkili değer kayıplarına sebep olduğu, Şehitler (Esenyurt) ve Bağlarçeşme (Esenyurt)'de ise taşkın riskinin ikinci plana kaldığı düşünülse de 2019 ilk yarıyı rayiç değerlerin 1594-1887 TL/m² olduğu düşünüldüğünde bu durumun ana kaynağının satın alma gücü olduğu görülmüştür (Şekil 4.38).

18 Temmuz 2017 tarihinde İstanbul'da meydana gelen konvektif fırtına sonrası oluşan taşkınlar sonucunda 270 kişi etkilenmiş, 600 milyon dolar zarar meydana gelmiştir (CRED, 2019). Bu dönemde meydana gelen değer kayıpları 2017 Aralık ayına kadar ancak toparlanmış ve bu süre toplam 4 ay sürmüştür (Şekil 4.14).



Şekil 4.37: Akarsu çevresindeki taşkın riskli alanların 2018 yılı il yarısı konut rayiç değerlerinin değişimi (Analiz GABORAS Gayrimenkul Borsası A.Ş. tarafından yapılmıştır).



Şekil 4.38: Akarsu çevresindeki taşkın riskli alanların 2019 yılı il yarısı konut rayiç değerlerinin değişimi (Analiz GABORAS Gayrimenkul Borsası A.Ş. tarafından yapılmıştır).

4.8. Vs30 DEĞERLERİNE GÖRE KONUT DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ

Vs30 hızlarına göre yapılan analizde 2018 ilk yarıyılından 750 adet, 2019 yılında ise 803 adet (%29.6) birim değer tespit edilmiştir. Birim değer sayısındaki düşüklük nedeniyle ortalama değer sapmasına neden olacak verilerden genel içindeki oranı %1 ve altında olanlara analizde dahil edilmemiştir. Bu verilerden 2018 ilk yarıyılından 205 adet (%27.3), 2019 yılında ise 238 adet (%29.6) veri analizden çıkartılmıştır.

Yapılan sınıflandırma çalışmasında mahalle sınırları dikkate alındığından dolayı mahalle sınırları içerisinde Vs30 değerleri bir sınıf yerine genel olarak birden fazla sınıfa dağılmış olduğu için Vs30 değerleri zayıf, zayıf-orta, orta, orta-iyi, iyi ve karışık olarak altı sınıfa bölünmüştür. Genel

ortalamalara bakıldığında 2018 ilk yarıyılı için 5.299 TL/m², 2019 ilk yarıyılı için ise 5.232 TL/m² değer tespit edilmiş, bir yıllık değişim ise %-1.3 oranında olmuştur (**Tablo 4.10**).

Tablo 4.10: $V_{s_{30}}$ değerlerinden elde edilmiş zemin sınıflarına göre 2018 ve 2019 rayiç değerleri

| Zemin Sınıfları (Birleştirilmiş) | 2018 1.Yarıyıl (Ortalama) | 2019 1.Yarıyıl (Ortalama) | Ortalama Değişim Oranı |
|--|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| Zayıf Zeminler | 3,911.51 | 3,910.95 | 0.7% |
| Zayıf-Orta Zeminler | 3,859.74 | 3,832.71 | -1.8% |
| Orta Zeminler | 3,049.38 | 3,210.46 | 5.3% |
| Orta-İyi Zeminler | 5,299.88 | 5,309.67 | 0.2% |
| İyi Zeminler | 14,564.13 | 12,488.77 | -11.0% |
| Karışık Zeminler | 3,869.90 | 3,835.01 | -1.1% |
| Genel Ortalama (Analize Katılanlar) | 5,298.72 | 5,232.06 | -1.3% |
| Genel Ortalama (Tüm Veriler) | 5,402.21 | 5,139.59 | -2.7% |

Yıllık değişim oranları dikkate alındığında iyi zeminler %11, zayıf-orta zeminlerde %1.8 oranında ve karışık lan zeminlerde ise %1.1 oranında değer kayıpları yaşanırken, orta zeminlerde %5.3, orta-iyi zeminlerde ise %0.2 oranında değer artışı tespit edilmiştir.

Birim değerleri en yüksek olan zeminler incelendiğinde ise iyi zeminlerde gözlenmiştir. Bu zemin grubunda rayiç değerler 2018 ilk yarıyılı için 14.564 TL/m², 2019 ilk yarıyılı için ise 12.488 olarak tespit edilmiştir. Birim değerleri en düşük olan zemin sınıfı ise sırasıyla 3.049 TL/m² ve 3.210 TL/m² rayiç değerler ise orta zeminler olmuştur.

Rayiç değerlere ait veri adetleri incelendiğinde ise en yüksek %20'nin üzerinde olan veri sayısının zayıf zeminlerden olduğu (2018 yılı için 181, 2019 yılı için 185 adet rayiç değer verisi), orta-iyi, iyi ve karışık zeminlerin yaklaşık 87 adet veri ortalamasına sahip oldukları gözlenmiştir. En düşük veri adedi ise zayıf-orta zeminlerde gözlenmiş olup sırasıyla 49 ve 53 adet rayiç değer verisi olduğu tespit edilmiştir (**Tablo 4.11**).

Tablo 4.11: $V_{s_{30}}$ değerlerinden elde edilmiş zemin sınıflarına göre
2018 ve 2019 veri adetleri

| Zemin Sınıfları (Birleştirilmiş) | Toplam Veri Adedi (2018) | Toplam Veri Adedi (2019) |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Zayıf Zeminler | 181 | 185 |
| Zayıf-Orta Zeminler | 49 | 53 |
| Orta Zeminler | 57 | 63 |
| Orta-İyi Zeminler | 88 | 90 |
| İyi Zeminler | 84 | 86 |
| Karışık Zeminler | 86 | 88 |
| Genel Ortalama (Analize Katılanlar) | 545 | 565 |
| Genel Ortalama (Tüm Veriler) | 750 | 803 |

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Paleozoik yaşlı birimlerden en yaşlıdan itibaren Kurtköy, Aydos, Gözdağ, Dolayoba, Kartal, Tuzla ve Trakya formasyonları İstanbul Anadolu yakasının büyük bir kesiminde görülmektedir. Bu istifin en üzerine ise Anadolu yakasının doğu kesiminde Kocaeli Triyası (Kapaklı ve Tepecik Formasyonu), il genelindeyse Eosen istifi gelmektedir. Bu istif Trakya yarımadasında Soğucak, Ceylan formasyonları, Kocaeli yarımadasında ise Ömerli, Yunuslubayır ve Şile formasyonları ile temsil edilmektedir. İstanbul'un her iki yarım adasının Karadeniz ve Boğaziçi'ne bakan kesimlerinde ise Üst Kretase yaşlı Sarıyer Formasyonu ile onu üzerleyen Akveren Formasyonu yer almaktadır. Trakya Yarımadası'nda Büyükçekmece-Hadımköy-Küçükçekmece arasındaki alanda Gürpınar formasyonu, üzerine Çukurçeşme, Güngören ve Bakırköy formasyonları gelmektedir. Bu birimler üzerine ise Kuvaterner yaşlı ve kum-çakıl mercekli kil içeren Kuşdili formasyonu ile alüvyal alanlar ve yapay dolgu gelmektedir.

İl genelindeki vadiler Kuvaterner yaşlı alüvyonla kaplı olup bu vadiler topografya uyumlu şekilde jeoteknik olarak taşıma gücü çok düşük ve yapılarda yüksek oturmalara sebep olabilen zeminlerdir. Beklenen İstanbul depremi için en tehlikeli birimlerin başında gelen alüvyon zemin yapılaşmaya uygun şartları sağlamamaktadır. Çakıl, kil ve çamurdan oluşan Kuşdili formasyonu da yapılaşma açısından Alüvyon kadar soruna sebep olacak jeoteknik özelliklere sahiptir. Birim sismik yük altında sıvılaşma özelliği sergilediği için depremde önemli bir tehlikeyi bünyesinde barındırmaktadır. İstanbul'un Marmara Denizi'ne batı yakası kıyıları ile 10-15 km iç kısımlara kadar uzanan Gürpınar formasyonu kil, kömür, kum ve çakıl birimleri nedeniyle zemin büyütmesine oldukça yüksek tepki verebilirken topografik eğimin çok yüksek olduğu yamaçlarda ise yüksek heyelan riski taşımaktadır. Heyelanlı sahaların büyük bir kesimi, su taşıma kapa-

sitesi yüksek ve aşınmaya karşı daha dirençli olan kaba kum boyu litoloji ve çakıllar tarafından örtülmüş olan geçirimsiz, aşınmaya karşı dayanımı olmayan ve kayma direnci düşük olan Gürpınar formasyonu ile birlikte Güngören formasyonundaki kilitaşlarının yoğun olduğu bölgelerde yer almaktadır. Bakırköy formasyonu yer yer zayıf kaya niteliği sergilerken, kireçtaşları içinde erime boşlukları da var olan riski daha da artırmaktadır. İstanbul'un doğu yakasının büyük kesimini oluşturan Paleozoyik birimlerden Kartal formasyonundaki kireçtaşının yeraltı suyundan etkilenmesi durumunda nem ve sızıntı kaynaklı bozuşabileceği; Trakya formasyonunun ise Paleozoyik istifin en üstündeki birim olması nedeniyle yüzeye yakın kesimlerindeki kırıklarında hava ve su nedeniyle dayanım kapasitesinin düştüğü görünmektedir.

İstanbul ilinde konutların 2018 ilk yarısına ait rayiç değerleri dikkate alındığında jeokronolojik yaşa göre birim değerlerin; Kurtköy formasyonunda 4.300 TL/m²; Aydos formasyonunda 4.900 TL/m²; Gözdağ formasyonunda 5.000 TL/m²; Dolayoba formasyonunda 4.900 TL/m²; Kartal formasyonunda 6.800 TL/m²; Tuzla formasyonunda 16.000 TL/m²; Trakya formasyonunda 6.900 TL/m²; Sancaktepe Graniti'nde 2.500 TL/m²; Sarıyer formasyonunda 7.600 TL/m²; Akveren formasyonunda 3.000 TL/m²; Şile formasyonunda 3.300 TL/m²; Soğucak formasyonunda 3.600 TL/m²; Ceylan formasyonunda 3.000 TL/m²; Gürpınar formasyonunda 3.100 TL/m²; Ömerli formasyonunda 4.300 TL/m²; Bakırköy - Güngören - Çukurçeşme formasyonlarında 4.100 TL/m²; Kuşdili formasyonunda 5.000 TL/m²; Alüvyon zeminde 5.500 TL/m²; Yamaç molozunda 6.300 TL/m²; Dolgu alanlarda 7.900 TL/m² olduğu tespit edilmiştir.

İstanbul ilinde konutların 2018 yılı satış adetleri incelendiğinde ise; jeokronolojik yaşa göre satış adetlerinin Kurtköy formasyonunda 13.908 adet; Aydos formasyonunda 1.670 adet; Gözdağ formasyonunda 6.173 adet; Dolayoba formasyonunda 6.212 adet; Kartal formasyonunda 24.892 adet; Tuzla formasyonunda 1.834 adet; Trakya formasyonunda 34.208 adet; Sancaktepe Graniti'nde 1.055 adet; Sarıyer formasyonunda 458 adet; Akveren formasyonunda 93 adet; Şile formasyonunda 462 adet; Soğucak formasyonunda 6.058 adet; Ceylan formasyonunda 6.841 adet; Gürpınar

formasyonunda 19.834 adet; Ömerli formasyonunda 13.774 adet; Bakırköy - Güngören - Çukurçeşme formasyonlarında 71.355 adet; Kuşdili formasyonunda 608 adet; Alüvyon zeminde 15.613 adet; Yamaç molozunda 197 adet ve Dolgu alanlarda 3.744 adet olduğu tespit edilmiştir. Jeolojik formasyonlar ve jeoteknik özelliklerine göre en çok satış gerçekleşen Bakırköy - Güngören - Çukurçeşme formasyonları, ikinci sırada Gürpınar, üçüncü sırada Trakya ve dördüncü sırada Alüvyon birimler olduğu gözlenmiştir.

En yüksek satış adetlerinin Bakırköy, Güngören ve Çukurçeşme formasyonlarında olduğu ve bu satış adetlerine göre İstanbul genelinde söz konusu dönemde gerçekleşen toplam konut satışlarının %31'ini oluşturduğu, rayiç değerlerin ise ortalama 4.200 TL/m² olduğu tespit edilmiştir. Bu formasyonlar da kendi içlerinde gerek litolojileri gerekse zemin olarak sorunlu ve üniform olamayan davranışlar sergileyebilen birimlerdir. Yapılaşmanın yoğun olması, satış yüksekliği ile çok yüksek bir nüfusu içinde barındıran konutlara temel olması düşünüldüğünde bu bölgedeki yapılaşmanın özellikle 1979 ve öncesi yapıların ne şartlarda yapıldığının bilinmemesi, 1980-2000 yılı yapıların ise 1975 senesine ait bir yönetmeliğe göre imal edildiği varsayılsa da yönetmeliğin eski olması, 1999 yılı ve öncesi yapılar için ayrıca riskler barındırması nedeniyle olası İstanbul depreminde ciddi bir hasar, yıkım, yaralanma ve can kayıplarına sebep olacağı düşünülmektedir.

Bu birimlerden sonra en çok satış adedi ise İstanbul'un her iki yakasında da yer alan ve genel olarak sağlam bir kaya olan Trakya formasyonu gelmekte olup 2018 yılındaki dönemde gerçekleşen toplam konut satışlarının %15'ini oluşturduğu, rayiç değerlerin ise ortalama 6.900 TL/m² olduğu tespit edilmiştir. Formasyonlar arasındaki birim değer değişimleri incelendiğinde birim değer yüksek olmasındaki birincil kaynağının litoloji olmadığı; bununla birlikte jeolojik ve jeoteknik olarak İstanbul'daki yapılar için en yaygın ve en sağlam temellerden biri olması, deprensellik durumunda diğer formasyonlara göre dayanım, sismik olarak diğer litolojilere göre daha yüksek zemin büyütme direncinin yanı sıra İstanbul ile geneli konut birim fiyatları olarak çok daha uygun konutlara temel olması

nedeniyle yapılaşma güvenliği konusunda en uygun formasyonlardan biri olmaktadır.

Kaya, zemin veya kaya-zemin ortam özelliklerine göre ilçelerdeki dağılım incelendiğinde ve toplam konut satışları ile kıyaslandığında, kaya ortamda satılan konutların sayısı ile toplam konut sayısı arasındaki oranın %80; zemin ortamda %95; kaya-zemin ortamda ise %52’de kaldığı tespit edilmiştir. Beylikdüzü, Esenyurt, Başakşehir, Küçükçekmece ile Pendik en çok satış gören ilk beş ilçe olup, ilçelerdeki mahalleler kaya/zemin ortamda (Dolgu Alanları, Alüvyon, Güngören, Çukurçeşme, Bakırköy, Ömerli formasyonları); Esenyurt ilçesindeki bazı mahalleler ise zemin ortamda kalmaktadır. Değer değişimleri ve rayiç değerler ile satış adetleri incelendiğinde ise değer değişimlerin orantısal olarak benzer olduğu gözlenirken rayiç değer değişimlerinde kaya-zemin ortamda konutların görece olarak kaya ortamda göre daha değerli olduğu, zemin ortamda ise en düşük değerlerin olduğu tespit edilmiştir. Satış adetleri incelendiğinde ise zemin ortamda dikkate değer konut sayısı olmadığı; zemin-kaya ortamdaki konut satış sayıları kaya ortamda konut satışlarının yaklaşık on katı kadar yüksek olduğu gözlenmiştir. Burada ilçelerdeki satışların yüksek olmasında rayiç değerlerin düşük olmasının da etkili olduğu düşünülmektedir.

17 Ağustos 1999 M_w 7.6 Gölcük depreminin İstanbul’da en çok etkisini gösterdiği Avcılar ilçesi gerek zemin büyütmesi gerekse morfolojik koşulları ve beklenen depreme olan yakınlığı ile en fazla risk barındıran ilçelerin başında gelmektedir. Bu deprem nedeniyle ilçede en büyük hasarlar Merkez, Cihangir, Denizköşkler, Gümüşpala ve Mustafa Kemal mahallerinde gözlenirken 17 Ağustos 1999 tarihi sonrasında kiralık ve satılık ev talepleri %50 oranında düşmüştür. 1999 yılında yaşanan bu değer kaybının toparlanma sürecine ancak sekiz yıl sonra, 2007 yılında başlamış olmakla birlikte toparlanmanın kayda değer hale gelmesi 2009 yılında mümkün olmuştur. İlçe genelinde satılık iki ve üç odalı apartman dairelerine ait incelemelerde 2019 yılı sonunda son 10 yıllık değer değişiminin ilçe genelinde %191 olduğu, en yüksek artışın ise %256 ile yine Ambarlı olduğu tespit edilmiştir.

30 Kasım 2018 tarihinde Yalova’da meydana gelen 4,3 büyüklüğünde

ve 1 Aralık 2018 tarihinde yine Yalova Çınarcık'da meydana gelen ve 3,5 büyüklüğünde olan bu depremlerle birlikte 2018 Kasım ayında başlayan konut fiyatlarındaki reel kayıplar dört ay sonra, 2019 yılının mart ayı itibarıyla, düzelme dönemine girmiştir.

26 Eylül 2019 tarihinde, bir kişinin hayatını kaybettiği, 1.453 kişinin etkilendiği Marmara Denizi'nin Silivri açıklarında meydana gelen M_w 5.8 büyüklüğündeki depremle birlikte, depremin öğle saatlerinde olmasının da etkisiyle insanlar üzerinde mevcut evlerini değiştirme, yeni ev alma, bulunduğu evden taşınma gibi kararlar almasında etkili olmuştur. 2019 Silivri depremi ile konut arayan insanların arama kriterleri arasındaki en önemli özelliklerin taşınmazın inşa edildiği tarih, yani binanın yaşı ve elbette ki taşınmazın pazar değeri olduğu gözlenmektedir. Burada yapılan ayrımda talebin genellikle 0 - 5 yaş arasındaki binalarda yoğunlaştığı ve bu aralıktaki yapıların pazar değerlerinin benzer büyüklükte ve inşa yaşı altı ve üzeri binalara göre görece daha yüksek bedelde olduğu gözlemlenmiştir.

Aktif ve aktif olmayan heyelan alanları incelendiğinde satışların Küçükçekmece ile Büyükçekmece gölleri arasında kalan alanda oldukça yoğun olduğu tespit edilmiştir. Konut satış adetlerine göre 2010 yılı için bu oranın en yüksek olduğu mahalle, heyelanlı alanda kalan 370 konutun satışıyla Akevler (Esenyurt) olurken, 2018 yılında bu oranın en yüksek olduğu mahalle 1126 adet heyelan alanında kalan konut satışı ile Zafer mahallesi (Esenyurt) olmuştur. Her iki yıl içinde satışı gerçekleşen tüm heyelan alanında kalan konutların zemin durumu incelendiğinde NEHRP (1997) sınıfına göre çoğunluğu D sınıfında kaldığı tespit edilmiştir.

Sıvılaşma potansiyeli analizine göre yapılan inceleme ile 2018 ve 2019 yılı konut rayiç değerinin en yüksek oranda artışı ve kaybı gözlenen mahaller incelendiğinde Çubuklu (Beykoz)'daki değer değişimini bir önceki yıla göre dört kat artış, Paşabahçe (Beykoz)'de bir önceki yıla göre 2,34 kat artış, İstiklal (Beyoğlu)'de 2019 yılına göre %186 artış; Avcılar Üniversite (Avcılar)'da %184'lük artış ve Yenimahalle (Büyükçekmece) ise %163 değer artış gözlenmiştir. Sıvılaşma potansiyeli olan zeminlerde bulunan konutlarda en yüksek değer kaybı %63,3 ile Kartaltepe (Bakırköy), %52,6 kayıpla Kazlıçeşme (Zeytinburnu), %50,6 kayıpla Kuleli

(Üsküdar), %50,4 kayıpla Kanlıca (Beykoz) ve %49,2 kayıpla Ömer Avni (Beyoğlu) mahallelerinde gözlenmiştir. Söz konusu artış ve azalışın genel olarak konut pazarındaki arz-talep ilişkisi, ulaşım, proje aşamasındaki inşaa çalışmalarından kaynaklanan ulaşım, gürültü ve çevre kirliliği gibi etkenlerden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

İstanbul il alanı genelinde taşkın riski olan alanlar; akarsu çevresi, göl çevresi ve kıyı şeridi gerisi olarak üç farklı taşkın türüne ayrıştırılmıştır. 2010 ve 2018 yıllarındaki konut satış adetleri incelendiğinde akarsu çevresi ile göl çevresi riskli taşkın alanlarında sırasıyla %25 ve %17 artış gözlenirken, sahil gerisinde bu oran %4 olarak kalmıştır. Taşkın riskli alanlar incelendiğinde; Anadolu yakasında, Merkez (Çekmeköy) mahallesinde bir önceki yıla göre %15 değer artışı meydana gelirken, rayiç değerler de taşkın riskli alanlara göre %65 daha yüksek olmuş; Tepeören (Tuzla)'de ise mahalle genelinde değer kaybı %9, mahallenin taşkın riski taşıyan yerlerindeki kayıp ise %33 olmuştur. Avrupa yakasında, Karaağaç (Büyükçekmece) mahallesi genelinde %13 değer artışı gözlenirken, taşkın riskli alandaki rayiç değerlere göre bu değer mahalle genelindeki değer in çok altında kaldığı tespit edilmiş olup, mahallede taşkın riskli alanda kalan yapıların özellikle tercih edildiği; rayiç değerlerin ise bulunduğu mahallenin çok üzerinde seyrettiği gözlenmiştir. Büyükçekmece'de birbirine komşu olan Alkent 2000 (Büyükçekmece) mahallesi genelinde %12, Karaağaç (Büyükçekmece) mahallesi genelinde ise %13 değer artışı birlikte taşkın riskli alandaki rayiç değerlere göre bu değer çok altta kalmaktadır. Bu mahallelerde taşkın riskli alanda kalan yapıların özellikle tercih edildiği rayiç değerlerinin bulunduğu mahallenin çok üzerinde seyrettiği tespit edilmiştir.

İstanbul'da meydana gelmesi muhtemel bir depremde ile İstanbul'un karmaşık jeoteknik yapısı topografyası ve kırılması muhtemel olan ve 7 üzerindeki büyüklükte bir deprem meydana getirecek olan en az bir, en fazla ise üç ayrı fay segmentinin olduğu bilinen bir gerçektir. Yapılan çalışmalara göre, konut alan kişilerin binaları taşıyan zeminin taşıma şartları, ivme değerleri, zemindeki eğim, litoloji gibi konuları dikkate almadıkları ortaya çıkmıştır. Bunun en önemli kanıtlarından biri dolgu alanlarındaki konutların diğer litolojiler içerisinde bulunan konutlara göre çok daha yük-

sek olan birim satış değerleri göstermiş olmasıdır. Benzer şekilde Trakya yarımadasının güney kesimlerini yani en yoğun nüfus ve yapılaşma koşullarına temel olan ve yapılaşma şartları incelendiğinde ve demografik veriler (nüfus sayısı ve konut sayısı gibi) düşünüldüğünde en fazla riski barındıran Tersiyer yaşlı birimlerin İstanbul il genelinde en çok konut satışının yaşandığı yerler olduğu da bir diğer bulgu olarak gösterilebilir. Bununla birlikte konut tercihinde alıcılar tarafında önem arz eden konum, manzara, ulaşım akslarına yakınlık gibi konular ön planda iken 2019 yılı Eylül ayında Silivri’de öğle saatlerinde ve insanların uyanık olduğu bir zaman diliminde meydana gelen depremden sonra bu kriterler içerisinde bina yaşı da dahil olmuştur.

Elde edilen sonuçlar ve geçmişte yapılan farklı amaçlara yönelik çalışmalar incelendiğinde jeoteknik koşulların konut değerinin değişimine etkisinin olduğunu gözlemlendiği; meydana gelen bir felaket sonrasında %1 ile 27 arasında değer kaybı yaşandığı; bu değer kayıpları sonrası toparlanmaların ise kaybın büyüklüğüne göre altı ay ile dört yıl arasında sürdüğü görülmekle birlikte son birkaç yıl içerisinde meydana gelmiş ve halen toparlanma sürecine girmemiş olayların olduğu da gözden kaçırılmamalıdır.

Gayrimenkul değerlendirme sektöründe halen bir konutun pazar değeri ağırlıklı olarak o konutun konumu, ulaşım olanaklarına ne kadar yakın olduğu, sosyal donatı alanlarına (eğitim, hastane, emniyet, itfaiye, alış-veriş yapacağı veya sosyal olabileceği diğer olanaklar) yakın olması ve çevresinde benzer emsal dairelerin durumu ile belirlenmektedir. Türkiye gibi dünyanın en önemli deştral faylarından ikisi olan ve ülke sınırlarının neredeyse güneyden kuzeye ve doğudan batıya kat eden Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı’nı sınırları içerisinde bulundurmasına rağmen Kaliforniya’daki gibi deprem riskine karşı konut pazar değeri değişimi gelişmemiştir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi Kaliforniya’da kamu otoritesinin bu konuda oldukça sıkı tedbirleri 20nci yüzyılın neredeyse ilk çeyreğinden itibaren yürütmesi gösterilebilir. Bu durum bölgede yaşayan halk üzerinde de felaketler konusunda bilinçlenme duygusunun gelişmesini sağlamıştır. Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı düşünüldüğünde bu iki fayın Kaliforniya’daki San Andreas Fayı’ndan daha az tehlikeli

deprem üreten faylar olmadıkları; oldukça önemli felaketlere sebep oldukları Türkiye jeoloji tarihinde yerini almış ve halen almaya devam etmektedir. Türkiye Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından önerilen Fay Yasası'nın olduğu haliyle yürürlüğe girmesi durumunda özellikle büyük metropollerden İstanbul'da, en yakın aktif fayın şehre en az 15 km uzaklıkta olması nedeniyle tampon bölge olarak işlevi olmayacaktır. Ayrıca konu yasanın dikkate alınması sürecinde söz edildiği gibi bir depremde kaç binanın yıkıldığı ile bu depreme sebep olan fay üzerinde kaç adet binanın yıkıldığı; bir depremde hayatını kaybeden ve yaralanan kişi sayısı ile fay üzerinde bulunan ve yıkılan binalarda hayatını kaybeden veya yaralanan kişilerin karşılaştırılması ve bu karşılaştırmanın da anlamlı sonuçlar vermesi gerekmektedir. Aksi durumda fay yasaı anayasal bir hak olan konutun başka bir yasanın gölgesine kalması, doğru incelemelerin yapılmaması, bu incelemelerin farklı ve doğru meslek gruplarından oluşan komisyonlarca olmaması durumunda anayasal konut edinme hakkı ne zaman, nerede, ne büyüklükte kırılabacağı bilinmeyen bir fayın yüzeye çıkıp çıkmayacağı, çıkarsa nereden çıkacağıının bilinmezliğine kurban edilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdüsselamoğlu, M.Ş., 1963, *Kocaeli Yarımadasının Jeolojisi*, M.T.A. Rapor No:3249.
- Abdüsselamoğlu, M.Ş., 1977, *The Paleozoic and Mesozoic in the Gebze region-explanatory text and excursion guidebook: 4th Colloquium on the Aegean Region*, Excursion 4: Western Anatolia and Thrace: İ.T.Ü. Maden Fakültesi, İstanbul, p.16.
- Abdüsselamoğlu, Ş., 1963, İstanbul Boğazı doğusunda mostra veren paleozoyik arazide stratigrafik ve paleontolojik yeni müşahedeler, *M.T.A. Dergisi*, 60, 1-6.
- AFAD, 2018, <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi> [Ziyaret Tarihi: 13.11.2019]
- AFAD, 2020, *Tarihsel Depremler*, <https://deprem.afad.gov.tr/tarihsel-depremler> [Ziyaret Tarihi: 20.01.2020]
- Aiello, E., Bartolini, C., Boccaletti, M., Gocev, P., Karagjuleva, J., Kostadinov, V. ve Manetti, P., 1977, Sedimentary features of the Srednogorie Zone (Bulgaria), an Upper Cretaceous intra-arc basin, *Sedimentary Geology*, 19, 39-68.
- Akartuna, M., 1953, Çatalca Karacaköy bölgesinin jeolojisi, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri*, 13, 1-88.
- Akartuna, M., 1968, Armutlu yarımadasının jeolojisi, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri*, 20,1-105.
- Aki,K., 1957, Space and Time Spectra of Stationary Stochastic Waves with Special Reference to Microtremors, *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, 35, 415-456.
- Akman, Ü., 1992, *Amasra-Artı arasının jeolojisi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Akyol, Z., Arpat, E., Erdoğan, B., Göğer, E., Güner, Y., Şaroğlu, F., Şentürk, L., Tütüncü, K. ve Uysal, Ş., 1974, *1/50.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Serisi, Zonguldak E29 a, E29 b, E29 c, E29 d, Kastamonu E30 a, E30 d*, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Akyüz, H. S., 1987, *İstanbul Boğazı batısının jeolojisi*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akyüz, H.S., Altunel, E., Karabacak, V., Yalçiner, C.Ç., 2006, Historical earthquake activity of the northern part of the Dead Sea Fault Zone, southern Turkey. *Tectonophysics*, 426, 281 - 293.
- Alişan, C. ve Gerhard, J.E., 1987, *Kuzey Trakya havzasında açılan üç kuyunun palinostratigrafisi ve kaynak kaya özellikleri*, Türkiye 7. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı, 461-474.
- Alişan, C., 1985, *Trakya "I" Bölgesi'nde Umurca-1, Kaynarca-1, Delen-1 kuyularında kesile formasyonların palinostratigrafisi ve çökeltme ortamlarının değerlendirilmesi*, TPAO Araştırma Grubu Arşivi, (yayımlanmamış) rapor no, 386,60 s., Ankara
- Alkay, E., 2014, *İstanbul Metropoliten Alan Çeperlerinde Kullanıcıların Konut Seçiminde Belirleyici Olan Unsurların Araştırılması; Çekmeköy İlçesi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Altınlı, İ.E., 1968, İzmit-Hereke-Kurucadağ alanının jeoloji incelemesi, *MTA Dergisi*, 71, 1-26.
- Altınlı, İ.E., Soytürk, N. ve Saka, K., 1970, Hereke-Tavşancıl-Tavşanlı-Tepecik Alanının Jeolojisi, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, Seri B., 1 (35), 1-2.
- Alsinawi, S.A., Baban, S.G. and Issa, A.S., 1985, Historical seismicity of the Arab region. IASPEI/UNESCO Working Group on Historical Seismograms and Earthquakes, August 27-28, 1985, Tokyo; Preliminary Proceedings, p. 59-84.
- Ambraseys, N., 2009, *Earthquakes in the Mediterranean and Middle East, A Multidisciplinary Study of Seismicity up to 1900*. Cambridge University Press, 947 p.

- Ambrus, A., Field, E., and Gonzalez, R., 2015, *Loss in the Time of Cholera: Long-run Impact of a Disease Epidemic on the Urban Landscape*, Working Paper, 1-60.
- Andrews, R.D., 2015, *Summary Statement on Oklahoma Seismicity*, Oklahoma Geological Survey.
- Arıç, Ç., 1955, *Haliç-Küçükçekmece Gölü Bölgesinin Jeolojisi*, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Armijo, R., Pondard, N., Meyer, B., Uçarkus, G., Mercier de Lepinay, B., Malavieille, J., Dominguez, S., Gustcher, M.A., Schmidt, S., Beck, C., Çagatay, N., Çakir, Z., Çimen, C., Eris, K., Natalin, B., Özalaybey, S., Tolun, L., Lefevre, I., Seeber, L., Gasperini, L., Rangin, C., Emre, O. and Sarikavak, K., 2005, *Submarine fault scarps in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian Fault): Implications for seismic hazard in Istanbul*, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 6, 6.
- Arpat, E., 1999, *Büyükçekmece ile Küçükçekmece (İstanbul) heyelanlarının genel özellikleri ve yarattıkları başlıca sorunlar*, 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, Ankara, 10-12 Mayıs, s.17-23.
- Arpat, E., Gürbüz, C., Özgül N., 2000, *The reasons for the large damage in Avcılar resulting from the 17 August 1999 earthquake*, Chamber of Engineers, Department of Geological Engineering, Istanbul Branch.
- Assereto, R., 1972, Notes on the Anisian biostratigraphy of the Gebze area (Kocaeli Peninsula, Turkey). *Zeitsch. Deutsch. Geol. Gesell.*, 123, 435-444.
- Atreya, A., Ferreira, S., Kriesel, W., 2013, Forgetting the flood? An analysis of the flood risk discount over time, *Land Economics*, 89(4), 577-596.
- Aydın, A., 2005, *İzmit kuzeybatısı Geç Kretase-Paleojen nannoplankton biyostratigrafisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi
- Aydın, Y., 1974, *Étude pétrographique et géochimique de la partie centrale du Massif D'Istranca (Turquie)*, Thesis (Ph.D.), L'Université de Nancy.

- Aydın, Y., 1982, *Yıldız Dağları (Istranca) Masifinin Jeolojisi*, Doçentlik Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi.
- Bagdley, P.C., 1959, *Sinop havzasının petrol olanakları*, Petrol işleri Genel Müdürlüğü Arşivi, 38s.
- Batı, Z., Alişan, O., Ediger, V.Ş., Teymur, S., Akça, N., Sancay, H., Ertuğ, K., Kirici, S., Erenler, M. ve Aköz, Ö., 2002, *Kuzey Trakya havzasının Palinomorf, Foraminifer ve Nannoplankton Biyostratigrafisi*, Türkiye Stratigrafi Komitesi Çalıştayı (Trakya Bölgesi'nin Litostratigrafi Adlamaları) Özleri, 14.
- Batı, Z., Erk, S. ve Akça, N., 1993, *Trakya Havzası Senozoik birimlerinin palinomorf, foraminifer ve nannoplankton biyostratigrafisi*, TPAO Araştırma Grubu Arşivi, (yayımlanmamış) rapor no, 1947,92 s., Ankara.
- Baykal, A. F. ve Kaya, O., 1965, İstanbul Silüryen'i Hakkında, *MTA Dergisi*, 64 (1), 18.
- Baykal, A. F. ve Kaya, O., 1966, İstanbul Boğazı kuzey kesiminin jeolojisi, *TJK Bülteni*, 10, 31- 44.
- Baykal, A.F. ve Önalın, M., 1982, Şile sedimenter karışığı (Şile olisostromu), *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*. 1-10.
- Baykal, A.F., 1942, Şile Mıntıkasının Jeolojisi, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası* Seri B. 8 (3), 166-233.
- Baykal, A.F., 1943, Adapazarı-Kandıra Bölgesinde Jeolojik Etüdler, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, Seri B, 8 (4), 256-262.
- Baykal, A.F., and Kaya, O., 1963, İstanbul bölgesinde bulunan Karboniferin genel stratigrafisi, *MTA Dergisi*, 61, 1-9.
- Bayrak, A. ve Murat, M., 1990, *İstanbul ve Kocaeli İleri Dolayının 1/100000 Ölçekli Derlenmiş Jeoloji Haritası* (yayımlanmamış).
- Beltrán, A., Maddison, D., Elliott, R., 2019, The impact of flooding on property prices: A repeat-sales approach, *Journal of Environmental Economics and Management*, 95, 62-86.

- Bennett, J., 1997, *Trajan: Optimus Princeps : A Life and Times, Roman Imperial Biographies*, Batsford Series (2nd ed.), 199–201. ISBN 978-0-415-16524-2.
- Bernstein, A., Gustafson, M. T., Lewis, R., 2019, Disaster on the horizon: The price effect of sea level rise, *Journal of Financial Economics*, 134 (2), 253-272.
- Beron, K. J., Murdoch, J. C., Thayer, M. A., Vijverberg, W. P., 1997, An analysis of the housing market before and after the 1989 Loma Prieta earthquake, *Land Economics*, 101-113.
- Bin, O., & Landry, C. E., 2013, Changes in implicit flood risk premiums: Empirical evidence from the housing market, *Journal of Environmental Economics and management*, 65(3), 361-376.
- Bin, O. ve Kruse, J.B., 2006, Real estate market response to coastal flood hazards, *Natural Hazards Review*, 7 (2006), pp. 137-144.
- Boatwright, M.T., 2003, *Hadrian and the Cities of the Roman Empire*, Princeton University Press. p. 138. ISBN 978-0-691-09493-9.
- Boccaletti, M.; Manetti, P.; Peccerillo, A., Stanisheva-Vassileva. G., 1978, Late Cretaceous high-potassium volcanism in eastern Srednogie, *Bulgarian Geol. Soc. Am. Bull.*, 89, 439-447.
- Borcherdt, R.D. ve Gibbs, J.F., 1976, Effects of Local Geological Conditions in the San Francisco Bay Region on Ground Motions and the Intensities of the 1906 Earthquake, *Bull. Seism. Soc. Am.* Vol.66, 467-500.
- Borcherdt, R.D., Wentworth, C.M., Glassmoyer, G., Fumal, T., Mork, P. ve Gibbs, J., 1991, *On the Observation, Characterization, and Predictive GIS Mapping of Strong Ground Response in the San Francisco Bay Region, California*, Proc. 4th International Conference on Seismic Zonation, Stanford, Vol.3, 545-552.
- Borcherdt, R.D., 1992, *Simplified site classes and empirical amplification factors for site dependent code provisions. Proceedings of the 1992 NCEER/SEAOC/BSSC Workshop on Site Response During Earthquakes and Seismic Code Provisions*, In: Martin, G.R. (ed.), University of Southern California, Los Angeles, November 18-20, 1992, National Center for Earthquake

Engineering Research Special Publication NCEER-94-SP01 ,
Buffalo, NY.

- Borcherdt, R.D.,1994, Estimates of site-dependent response spectra for design (methodology and justification) *Earthq Spectra*, 10.4,617-653.
- Brookshire, D.S., Thayer, M.A., Tschirhart, J. ve Schulze, W.D., 1985, Beklenen fayda modelinin bir testi: Deprem risklerinden kanıtlar, *Politik Ekonomi*, 93 (2), 369-389.
- BSSC, 1997, *NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings, Part I - Provisions*, 1997 Edition, Building Seismic Safety Council, Washington, D.C.: 337.
- BÜ-KRDM (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanlığı), 2009, *İstanbul'un Olası Deprem Kayıp Tahminleri*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Daire Başkanlığı Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, İstanbul.
- BÜ-KRDM (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanlığı), 2019, *İstanbul İli Olası Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi-2019*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Daire Başkanlığı Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, İstanbul.
- Castro, G., 1969, *Liquefaction of Sands*, Harvard Soil Mechanics Series No.87, Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
- Cheung, R., Wetherell, D., & Whitaker, S., 2018, Induced earthquakes and housing markets: Evidence from Oklahoma, *Regional Science and Urban Economics*, 69, 153-166.
- Çağlayan, M.A. ve Yurtsever, A., 1998, *Burgaz-A3, Edirne-B2 ve B3; Burgaz-A4 ve Kırklareli-B4; Kırklareli-B5 ve B6; Kırklareli-C6 paftaları, 1:100 000 ölçekli açınısama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları, No: 20,21,22,23*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Dabovski, C., 1980, Magmotectonic features of Upper Cretaceous intrusives in the Srednogorie Zone: Field and experimental evidence for a rift model, *Geol. Balcanica*, 10, 15-29.

- Dağer, Z., 1978, Le Foraminifères du Trias de la péninsule de Kocaeli-Turquie, *Note du Laboratoire de Paleontologie de l'Université de Genève*, 3, 23-69.
- Dalgıç, S., 2004, Factors affecting the greater damage in the Avcılar area of Istanbul during the 17 August 1999 Izmit earthquake, *Bull Eng Geol Environ* 63, 221–232.
- Dalgıç, S., Turgut, M., Kuşku, İ., Coşkun, Ç., ve Coşgun, T., 2016, İstanbul'un Avrupa Yakasındaki Zemin ve Kaya Koşullarının Bina Temellerine Etkisi, *Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*, 8 (2), 47-70.
- Dalgıç, S., Turgut, M., Kuşku, İ., 2016, Büyükçekmece ile Küçükçekmece Arasındaki Heyelanların Oluşumunda Hazırlayıcı ve Tetikleyici Parametrelerin Değerlendirilmesi . *Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*, 9 (1) , 56-73.
- Dinç, H., 2015, *İstanbul Derelerinin Fiziki Değişimi ve Arazi Kullanım İlişkisi*, Doktora, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi.
- Doupe, P., Dobes, L. ve Jotzo, F., 2019, Improving Understanding Of Flood Risk: The Effects Of Lowering The Cost Of Accessing Flood Risk Information, *Economics Of Disasters And Climate Change*, 3:2, 101-117.
- Duman, Y. T., Keçer, M., Ateş, Ş., Emre, Ö., Gedik, İ., Karakaya, F., Durmaz, S., Olgun, Ş., Şahin, H., Gökmenoğlu, O., 2004, *İstanbul Metropolü Batısındaki (Küçükçekmece-Silivri-Çatalca Yöresi) Kentsel Gelişme Alanlarının Yer Bilim Verileri*, Maden Tetkik ve Arama Özel Yayın Serisi, 3.
- Duman, Y. T., Çan, T., Nefeslioğlu, H.A., Ateş, Ş., Olgun, Ş., Durmaz, S., Hamzaçebi, S., Keçer, M., 2006, *1:500 000 Ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri haritası - İstanbul Paftası*, MTA Özel Yayın Serisi - 6.
- Elmas A., Yiğitbaş E., 2001, *Ophiolite emplacement by strike-slip tectonics between the Pontide Zone and the Sakarya Zone in Northwestern Anatolia*, Turkey, *International Journal Of Earth Sciences*, 90, 257-269.

- Emre, Ö., Doğan, A., Duman, T. Y., Özalp, 2011, *1:250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, Bursa (NK 35-12) Paftası, Seri No:9*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Elmacı, H., 2011, 23 Ekim 2011 Van depremi saha gözlemleri ve kaynak faya ilişkin ön değerlendirmeler, MTA Jeoloji Etütler Dairesi, Ankara, 22.
- Emre, Ö., Duman.T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., Şaroğlu, F., 2013, *Türkiye Diri Fay Haritası*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30. Ankara-Türkiye.
- Erentöz, C., 1953, *Etudes geologiques dans la region de Çatalca (İstanbul)*, MTA Yayınları Serisi, Seri-B, 17.
- Erguvanlı. K., 1947, Kocaeli Triyas'ında yeni fosil yatakları, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 1 (1), 158-163.
- Erguvanlı. K., 1949, Hereke pudingleri ile Gebze taşlarının inşaat bakımından etüdü ve civarının jeolojisi, Doktora, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi.
- Erol, O., 1983, Türkiye'nin genç tektonik ve jeomorfolojik evrimi. Jeomorfoloji Dergisi, 11, 1-22.
- Fekrazad, A., 2019, Earthquake-risk salience and housing prices: Evidence from California, *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 78, 104 - 113.
- Gandl, J., 1973, *Trilobites from the Devonian of İstanbul*, In: *Paleozoic of İstanbul*, In: Kaya, O. (ed.), Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, 40, 95, İzmir.
- Garipağaoğlu, N , Şahin, C , Şahin, C , Çeker, A , Şenol, C ., 2015, Çayağzı (Riva) Havzası'nın Doğal Ortam Koşulları (Jeolojik-Jeomorfolojik-Hidrografik Açından) ve Sürdürülebilir Kullanım Üzerindeki Rolü, *Marmara Coğrafya Dergisi* , 1 (31) , 48-81.
- Gedik, I., ve Önalın, M., 2001, Çamdağ (Sakarya ili) Paleozoyik stratigrafisine ait yeni gözlemler, *Yerbilimleri Dergisi*, 14 (1-2), 61-76.
- Gedik, L., 1975, *Die Conodonten der Trias auf der Kocaeli-Halbinsel (Turkei)* *Paleontographica*, Abt. A. Band. 150, Stuttgart.

- Geology of the National Parks, 2007a, <https://pages.uoregon.edu/mil-lerm/SSFaults.html> [Ziyaret Tarihi: 30.08.2020]
- Geology of the National Parks, 2007b, <https://pages.uoregon.edu/mil-lerm/faults.html> [Ziyaret Tarihi: 30.08.2020]
- Gerhard, J.E. ve Alişan, C., 1987, *Palynostratigraphy, Paleoecology, and visual organic geochemistry Turgutbey-2, Değirmencik-3 and Pancarköy-1, Thrace Basin, Turkey*, TPAO Araştırma Merkezi Grubu Arşivi, (yayımlanmamış) raporno, 983,33s. Ankara
- Görür, N. ve Okay, A.I., 1996, Fore-arc origin of the Thrace basin, north-vest Turkey, *Geologische Rundschau*, 85, 662-668.
- Görür, N., 1988, Timing of opening of the Black Sea basin, *Tectonophysics*, 147, 247-262.
- Gutsuz, P., 2008, *Başbüyük (Maltepe)- Kurfalı (Kartal) Civarında İstanbul Paleozoyik İstifinin Yapısal Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü.
- Gülşen, H., 2007, *Beykoz-Kadıköy-Tuzla (İstanbul) Bölgesinin Hidrojeoloji İncelemesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gülkan, P., Koçyiğit, A., Yücemem, M.S., Doyuran, V., ve Başöz, V., 1993, *En Son Verilere göre Hazırlanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası*, Rapor no:METU/EERC 93-01, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi, 156.
- Gündüz, A., 2006, *İstanbul Büyükçekmece-Küçükçekmece Göller Arası Bölge'de Yerleşime Uygunluk*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güray, A., 2006, *Campanian-Maastrichtian planktonic foraminiferal investigation and biostratigraphy (Kokaksu section, Bartın, NW Anatolia): remarks on the Cretaceous paleoceanography based on quantitative data*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Haas, W., 1968, Das Alt-Paieozoikum von Bihynien (Nordwest-Türkie). *N. jb. Geol. Paleont. Abh.*, 132 (2), 178- 242.

- Hallstrom, D. G., ve Smith, V. K., 2005, Market responses to hurricanes, *Journal of Environmental Economics and Management*, 50(3), 541-561.
- Hergert, T. ve Heidbach, O., 2010, Slip-rate variability and distributed deformation in the Marmara Sea fault system, *Nat. Gesci.*, 3, 132–135, doi:10.1038/NGEO739.
- Hergert, T. ve Heidbach, O., 2011, Geomechanical model of the Marmara Sea region - II. 3D contemporary background stress field, *Geophys. J. Int.*, in press, doi:10.1111/j.1365-246X.2011.04992.x. (this issue) (Paper II).
- Holmes, A.W., 1961, *A stratigraphic review of Thrace*, TPAO Arama Grubu Arşivi, (yayınlanmamış) raporno, 368., Ankara
- İ.B.B., 2001, İstanbul Avrupa Yakası Güneyi 1/5000 Ölçekli İmar Planlarına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Daire Başkanlığı Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, İstanbul.
- İ.B.B., 2002, Mikrobölgeleme Rapor ve Haritalarının Hazırlanması Avrupa Yakası Güney, Yerleşim Amaçlı Mikrobölgeleme Çalışmaları Sonucu Hazırlanan İmar Planlarına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem Risk Yöntemi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, Nihai Rapor, İstanbul.
- İ.B.B., 2008, *İstanbul'un Asya, Avrupa Yakası Dereleri Raporu 2008*, İBB Alt Yapı Mühendislik, İstanbul.
- JICA, 2002, *Türkiye Cumhuriyeti İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dahil Afet Önleme/Azaltma Temel Planı Çalışması*, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Daire Başkanlığı Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü.
- Joyner, W.B. ve Fumal, T., 1988, Use of Measured Shear Wave Velocity for Predicting Geological Site Effects on Strong Motion, *Proc. Eighth World Conf. on Earthquake Eng.*, Vol.2, sayfa 777-783.
- Karaçalı, A.O., 2018, *Neolitik Anadolu Buluntu Yerleri Restitüsyonları Üzerinden Mekân Okumaları*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Kasar, S., 1987, *Edirne-Kırklareli-Saray (Kuzey Trakya) bölgesinin jeolojisi*, Türkiye 7. Petrol Kongresi Tebliğleri Kitabı, 281-291.
- Kasar, S., Bürkan, K., Siyako, M. ve Demir, O., 1983, *Tekirdağ-Şarköy-Keşan-Enez bölgesinin jeolojisi ve hidrokarbon olanakları*, TPAO Arama Grubu Arşivi, (yayımlanmamış) rapor no, 1771, 71 s., Ankara
- Kaya Özer, C. ve Toker, V., 2009, Akveren Formasyonu'nun Kampayen-Maastrichtiyen planktonik foraminifer biyostratigrafisi (Bartın, Batı Karadeniz). *Yerbilimleri*, 30 (3), 213–233.
- Kaya, O., 1971, İstanbul'un Karbonifer stratigrafisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 14 (2), 143-199.
- Kaya, O., 1973, The Devonian and Lower Carboniferous stratigraphy of the İstinye, Bostancı and Büyükada subareas (Paleozoic of İstanbul). *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No.40*, 1-36.
- Kaya, O., 1978, İstanbul Ordovisyeni ve Silüryeni. *Yerbilimleri*, 4 (1), 1-22.
- Kaya-Özer, C., 2009, *Bartın-Kurucaşile yöresi Geç Kretase birimleri planktonik foraminifer ve nannoplankton biyostratigrafisi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Keskin, B., 2008, Hedonic Analysis of Price in The İstanbul Housing Market, *International Journal of Strategic Property Management* 12(2), 125-138.
- Keskin, B., Dunning, R. and Watkins, C., 2017, Modelling the impact of earthquake activity on real estate values: a multi-level approach, *Journal of European Real Estate Research*, 10, 73-90.
- Keskin, C., 1974, Kuzey Trakya Havzası'nın stratigrafisi, *Türkiye İkinci Petrol Kongresi Tebliğleri Kitabı*, s. 137-163.
- Ketin, İ., 1953, Tektonische Untersuchungen auf den Prinzeninseln nahe İstanbul (Türkei), *Geol. Rundschau*, 41, 161-172.
- Ketin, İ., 1959, Çamlıca bölgesinin tektoniği hakkında, *TJK Bülteni*, c. VII, 1, 1-18, Ankara.

- Kim, J., Park, J., Yoon, D.K., Cho, G.-H., 2017, Amenity or hazard? The effects of landslide hazard on property value in Woomye-on Nature Park area, Korea, *Landscape and Urban Planning*, 157, 523-531.
- Kocornik-Mina, A., McDermott, T. K., Michaels, G., and Rauch, F., 2015, Flooded cities, *American Economic Journal: Applied Economics*, 12 (2), 35-66.
- Kopp, K.O., Pavoni, N. ve Schindler, C., 1969, Geologie Thrakiens IV: Das Ergene-Becken. Beih zum Geol. Jahrb., Heft76,136 s., Hannover.
- Kunovac, D., Đozović, E., Lukinić, G., ve Pufnik, A., 2008, *Use of the Hedonic Method to Calculate an Index of Real Estate Prices in Croatia*, Hırvatistan Merkez Bankası Çalışma Tebliği, W-19.
- Kullmann, J., 1973, Goniatite-coral associations from the Devonian of Istanbul, Turkey, In: Paleozoic of İstanbul (ed. O. Kaya). Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, 40, 97-116, İzmir.
- Le Pichon, X., Taymaz, T., Şengör, A.M.C., 1999, *The Marmara Fault and the future Istanbul Earthquake*. Proc. ITUIAHS International Conference on the Kocaeli Earthquake, Istanbul, pp. 41-54.
- Malik, A., Nafiz, H., 1933, Küçükçekmece fosil fıkralı hayvanlar mecmuası, İstanbul Darülfünunu Fen Fak. Mecmuası, 9,1503-1619.
- Technical Committee for Earthquake Engineering (TC4), 1993, Manual for Zonation on Seismic Geotechnical Hazards, TCA, ISSMFE.
- McClusky, S., ve diğ., 2000, Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus, *J.Geophys. Res.*, 105(B3), 5695-5719.
- Meade, B., Hager, B., 2004, Viscoelastic deformation for a clustered earthquake cycle, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L10610, doi:10.1029/2004GL019643.
- Meriç, E., 1990, İstanbul Boğazı Güneyi ve Haliç'in Geç Kuvaterner (Holosen) Dip Tortulları, İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı, 1-114, 975-7463-00-0.

- Meriç, E., Oktay, F. Y., Sakınç, M., Gülen, D., Ediger, V.Ş., Meriç, N. ve Özdoğan, M.I., 1991, Kuşdili Kadıköy, Kuvaternerinin Sedimenter Jeolojisi ve Paleokolojisi, C.Ü. Müh. Fak. Der., Seri A- Yerbilimleri 8., 83 - 91.
- Midorikawa, S., 1987, Prediction of isoseismal map in the Kanto plain due to hypothetical earthquake, *Journal of Structural Engineering*, 33b, 43-48.
- Moore, M. J., Me Kee, E.H. ve Akıncı, Ö., 1980, Chemistry and Chronology of Plutonic Rocks, in the Pontid Mountains, Northern Turkey: European Cooper Deposits, 209-216, Belgrade.
- MTA (Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü), 2006, *Trakya Bölgesi Litostratigrafi Birimleri*, Stratigrafi Komitesi Litostratigrafi Serisi-2, Ankara.
- Munich RE, 2020, *Natural catastrophe know-how for risk management and research*, natcatservice.munichre.com [Ziyaret Tarihi: 20.01.2020]
- Murdoch, J. C., Singh, H., & Thayer, M., 1993, The impact of natural hazards on housing values: the Loma Prieta earthquake. *Real Estate Economics*, 21(2), 167-184.
- Nakagawa, M., Saito, M., & Yamaga, H., 2007, Deprem riski ve konut kiralari: Tokyo Büyükşehir Bölgesinden kanıtlar. *Bölgesel Bilim ve Kentsel Ekonomi* , 37 (1), 87-99.
- Nakagawa, M., Saito, M., & Yamaga, H., 2009, Deprem riskleri ve arazi fiyatları: Tokyo metropol bölgesinden kanıtlar, *Japon Ekonomik İnceleme* , 60 (2), 208-222.
- Nazik, A., 1998, Bakırköy Formasyonunun (Küçükçekmece-İstanbul) Ostrakod Faunasına Göre Yaşı ve Oluşum Ortamı Hakkında Yeni Görüşler, *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi* 11, 87-101.
- Okay, A. C., 1947, Geologische und Petrographische Untersuchung des Gebietes zwischen Alemdağ, Karlıdağ und Kayışdağ in Kocaeli (Bithynien, Türkei)(Alemdağ, Karlıdağ ve kayışdağ arasındaki bölgenin jeolojisi ve petrografisi), *Rev. De la Fac. Des Sc. De L'Univ, d'Istanbul*, B, XII, 4, İstanbul.

- Okay, A. I., Satır, M.,Tüysüz, O.; Akyüz, S. ve Chen, F., 2001, The tectonics of the Strandja Massif: Variscan and mid-Mesozoic deformation and metamorphism in the northern Aegean. *Int. Jour. Earth Sci. (Geol. Rundsch)*, 90, 217-233.
- Okay, A.C., 1948, Şile, Mudarlı, Kartal ve Riva arasındaki bölgenin jeolojik etüdü, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Seri B, 8 (4), 311-335.
- Okay. A. I., Şengör, A.M.C. ve Görür, N., 1994, Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions. *Geology*, 22, 267-270.
- Oktay, F. Y., 2007, İstanbul Boğazı'nın Oluşumu. İstanbul Jeolojisi Sempozyumu III Bildiriler Kitabı, s.254-263, İstanbul.
- Oktay, F. Y., Eren, R.H. ve Sakıncı, M., 1992, Karaburun-Yeniköy (İstanbul) çevresinde Doğu Trakya Oligosen havzasının sedimentler jeolojisi. Türkiye 9. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı, 114, 92- 101.
- Ortega, F. ve Taşpınar, S., 2018, Rising sea levels and sinking property values: Hurricane Sandy and New York's housing market, *Journal of Urban Economics*, 106, 81-100.
- OYO International Corporation, 2007, Mikrobölgeleme Rapor ve Haritalarının Hazırlanması - Avrupa Yakası (Güney) 1-87.
- OYO International Corporation, 2009, Anadolu Yakası Mikrobölgeleme Rapor ve Haritalarının Yapılması, 1-100.
- Önalın, M., 1981, İstanbul Ordovisyen ve Silüryen istifinin çökeltme ortamları. İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, 2 (3-4), 161-177.
- Önalın, M., 1982, Pendik bölgesi ike adaların jeolojisi ve sedimenter özellikleri. İ.Ü. Yerbilimleri Fak. Jeoloji Böl. İstanbul (Doçentlik tezi yayınlanmamış).
- Önalın, M., 1987, İstanbul Devoniyen Çökellerinin Sedimentler Özellikleri ve Çökeltme Ortamları, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yer bilimleri Dergisi, 6 (12), 92-108.

- Önder, Z., Dökmeçi, V. ve Keskin, B., 2004, The Impact of Public Perception of Earthquake Risk on Istanbul's Housing Market. *Journal of Real Estate Literature*: 2004, Vol. 12, No. 2, pp. 181-194.
- Özdemir, Ü., 1968, Tepeköy-Yağcılar-Kargalı bölgesinin jeolojik ve paleontolojik etüdü. Doktora, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi
- Özdemir, Ü., 1971, Kocaeli yarımadası, Tepeköy Triyası makrofaunası ve biyostratigrafisi. *MTA Dergisi*, 77, 57-98.
- Özdemir, Ü., 1973, Kocaeli Yarımadasının Halobia'lı şeylleri hakkında, *MTA Dergisi*, 80, 43-49.
- Özgül, N., 2005, İstanbul İl Alanının Genel Jeoloji Özellikleri, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, İstanbul Büyükşehir Belediyesi.
- Özmen, B., 2000, *17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depreminin Hasar Durumu (Rakamsal Verilerle)*, TDV/DR 010-53, Türkiye Deprem Vakfı.
- Özmen, B., 2012, TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ Türkiye Deprem Bölgeleri Haritalarının Tarihsel Gelişimi, *Türkiye Jeoloji Bülteni* 55 (1), 43-55.
- Özmen B., Pampal S., 2017, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritalarının Evrimi, 4. *Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, 11-13 Ekim 2017, Bildiriler Kitabı, 169-186.
- Paeckelmann, W., 1938, Neue Beitrage zur Kenntnis der Geologie, Palaeontologie und Petrographie der ungedard von Konstantinopel, Herausg. Von der Preuss. Geol. L.A.N.F. 18.
- Pamir, H., N., ve Baykal, F., 1947, Istanca Masifi'nin Jeolojik Yapısı. MTA Derleme No: 2257 (yayınlanmamış).
- Pampal, S., Özmen, B., 2006, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritaları, 17. *Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi Konferansı*, 14-17 Kasım, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, MTA Kültür Sitesi, Ankara-Türkiye.
- Pehlivan, R., 1990, Kemerburgaz-Bahçeköy-Gümüşdereköy-Çiftalan (İstanbul) Dolayının Jeolojisi ve Kil Mineralojisi, Yüksek Lisans, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Penck, W., 1919, Grundzüge der Geologie des Bosphorus. Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde, Geol.- Naturw, Reihe, H. 4, Berlin.
- Penck, W., 1919, Grundzüge der Geologie des Bosphorus. Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde, Neve Folge, 4, 71
- Petersen, M. D., Mueller, C. S., Moschetti, M. P., Hoover, S. M., Shumway, A. M., McNamara, D. E., ve Rubinstein, J. L., 2017, 2017 one-year seismic-hazard forecast for the central and eastern United States from induced and natural earthquakes, *Seismological Research Letters*, 88(3), 772-783.
- Pilla, F., Gharbia, S.S. ve Lyons, R., 2019, How do households perceive flood-risk? The impact of flooding on the cost of accommodation in Dublin, Ireland. *Science of The Total Environment*, Volume 650, Part 1, Pages 144-154.
- Psarropoulos, P. N., Gazetas, G., Tazoh, T., 1999, Seismic Response Analysis of Alluvial Valley at Bridge Site, Editor: Seco P., *Proceedings of the Second International Conferance on Earthquake Geotechnical Engineering, 2nded.*, Balkema Publisher, Rotterdam, 841-847.
- Reilinger, R. E., McClusky, S. C., Oral, M. B., King, R. W., Toksoz, M. N., Barka, A. A., Kinik, I., Lenk, O., and Sanli, I., 1997, Global Positioning System measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone, *J. Geophys. Res.*, 102, 9983–9999.
- Reilinger, R. E., ve diğ., 2006, GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions, *J. Geophys. Res.*, 111, B05411, doi:10.1029/2005JB004051
- Resmî Gazete, Sayı:5763, <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/5763.pdf> [Ziyaret Tarihi: 13 Kasım 2019]
- Resmî Gazete, Sayı:10213, <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/10213.pdf> [Ziyaret Tarihi: 13 Kasım 2019]
- Resmî Gazete, Sayı:10896, <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/10896.pdf> [Ziyaret Tarihi: 13 Kasım 2019]

- Resmî Gazete, Sayı:11389, <https://www.resmigazete.gov.tr/ar-siv/11389.pdf> [Ziyaret Tarihi: 13 Kasım 2019]
- Resmî Gazete, Sayı:14586, <https://www.resmigazete.gov.tr/ar-siv/14586.pdf> [Ziyaret Tarihi: 13 Kasım 2019]
- Resmî Gazete, Sayı:30364, <https://www.resmigazete.gov.tr/eski-ler/2018/03/20180318M1.htm> [Ziyaret Tarihi: 13 Kasım 2019]
- Resmî Gazete, Sayı:17863-Mükerrer, https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/17863_1.pdf [Ziyaret Tarihi: 13 Kasım 2019]
- Rückert-Ülkümen, N., 1996, Weitere Beiträge zur Otolithenfauna von Avcılar W Küçükçekmece See (Thrakien, Türkei), Mitt. Bayer. Staatsslung. Paläont. Hist.Geol., 36: 117-133, 3 Taf., 1 Tab., München.
- Sakınç, M., 1994, Karaburun (B İstanbul) denizel Oligosen'inin stratigrafisi ve paleontolojisi, Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 116, 9-14.
- Sayar C., 1989, İstanbul ve çevresi Neojen çökelleri ve Paratetis içindeki konumu, İTÜ, Maden Fakültesi, 35, Yıl Sempozyumu Kitabı, s. 250-266.
- Sayar C., 1992, Biyostratigrafi, İstanbul Teknik Üniversitesi yayınları, 1484, 336s.
- Sayar, C., 1969, Boğaziçi arazisinde Ordovisiyen Conularia'ları. Türkiye Jeoloji Kurumu Bült., 7 (1-2), 140-156.
- Sayar, C., 1976, Haliç ve Civarının Jeolojisi. Boğaziçi Üniversitesi Haliç Sorunları Sempozyumu, İstanbul.
- Sayar, C., 1977, İstanbul Yeni İskân Yöreleri Geoteknik ve Sismik Etüdü. Boğaziçi Üniversitesi, Deprem Mühendisliği Araştırma Enstitüsü Raporu (No:77-14T), 1, 119.
- Sayar, C., 1979, İstanbul Boğazı ve çevresinde Ordovisiyen-Silüryen sınırı. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 22 (2), 161-167.
- Sayarı, S., Pamir, H.M., Erkmen, K., Alpay, F. ve Onursal, F., 1945, *Yurdumuzun tehlikeli yersarsıntısı bölgelerini tayin için Milli Eğitim ve Bayındırlık Bakanlığı mütehassıs üyelerinin hazırladığı rapor* (yayımlanmamış).

- Sayarı S, Pamir H.M, Erkmen K, Lahn E, ve Mimaroglu S, 1947, *Yurdumuzun Yersarsintisi bölgelerini gösteren ve Bakanlar Kurulunun 12.7.945 gün ve 3/2854 sayılı kararile tatbik mevkiine konulmuş olan Yersarsintisi haritasını tâdil için toplanan Komisyonun verdiği rapor* (yayımlanmamış).
- Seed R.B., 1992, *Proposed site classifications and relative response spectral ratios. Proceedings of the 1992 NCEER/SEAOC/BSSC Workshop on Site Response During Earthquakes and Seismic Code Provisions*, In: Martin, G.R. (ed.), University of Southern California, Los Angeles, November 18-20, 1992, National Center for Earthquake Engineering Research Special Publication NCEER-94-SP01, Buffalo, NY.
- Seymen, İ., 1995, İzmit Körfezi ve çevresinin jeolojisi. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed: Engin Meriç), 1-21.
- Shima, E., 1978, Seismic microzonation map of Tokyo, *Proceeding 2nd International Earthquake Microzonation Conference*, San Francisco, CA, 1433-443.
- Singh, R., 2019, Seismic risk and house prices: Evidence from earthquake fault zoning. *Regional Science and Urban Economics*, 75, 187-209.
- Siyako, M. ve Kasar, S., 1985, Edirne-Lalapaşa-Kırklareli bölgesinin jeolojisi. TPAO Arama Grubu Arşivi, (yayımlanmamış) rapor no, 2062,78s. Ankara
- Sönmez (Gökçen), N., 1964, Çatalca (Trakya) civarı Neojen'inden Congeria'lilerin Ostracod'larla bulunan yeni yaşı hakkında, *M.T.A. Der.*, 63, 43-53.
- Sümengen, M., ve Terlemez, i., Şentürk, K., Karaköse, C., Erkan, E.N., Ünay, E., Gürbüz, M. ve Atalay, Z., 1987, Gelibolu Yarımadası ve güneybatı Trakya Senozoik havzasının stratigrafisi, sedimantolojisi ve tektoniği. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (yayımlanmamış) rapor no, 8218.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Kuşçu, İ., 1992, *Türkiye Diri Fay Haritası*, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.

- Şen, F., 2012, Kadıköy-Kartal (İstanbul) metro hattı boyunca paleozoyik istifteki volkanik sokulumların petrolojik özellikleri ve tektonizma ile ilişkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şengör, A. M. C., 1984, The Cimmeride orogenic system and the tectonics of Eurasia, Geological Society of America Special Paper 195, 82.
- Şengör, A. M. C., 2011, İstanbul Boğazı Niçin Boğaziçinde Açılmıştır?, Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sentez ve Bölgesel, TCK Yayınları, 3, 1-51.
- TABB, 2018, *Türkiye Afet Bilgi Bankası*, <https://tabb-analiz.afad.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 13 Kasım 2019]
- Taugourdeau, P. ve Abdüsselamoğlu, Ş., 1962, Presence de Chitinozoaires dans le Siluro-Devonien Turc des environs d'Istanbul. CRSGF 1962, 238239.
- Tezcan, S. ve diğ., 1977, İstanbul Yeni İskân Yörelere Geoteknik ve Geodinamik Etüdü, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul Belediyesi
- Timar, L., Grimes, A., & Fabling, R., 2018, That sinking feeling: the changing price of urban disaster risk following an earthquake. International journal of disaster risk reduction, 31, 1326-1336.
- Tokay, M., 1954/1955, Filyos Çayı Ağızı-Amasra-Bartın-Kozcağız-Çaycuma Bölgesinin jeolojisi. MTA Derg., 46/47,58-74.
- Tufan, S., 2007, Bakırköy Havzasının Bilgisayar Ortamında Modellenmesi, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Turgut, S., Siyako, M. ve Dilki, A., 1983, Trakya havzasının jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. Türkiye Jeoloji Kongresi Bülteni, 4,35-46.
- Turgut, S., ve Eseller, G., 2000, Sequence stratigraphy, tectonics and depositional history in Eastern Thrace Basin, NVT Turkey. Marine and Petroleum Geology, 17,61-100.

- Turgut, S., Türkaslan, M. ve Perinçek, D., 1991, Evolution of the Thrace sedimentary basin and its hydrocarbon prospectivity. Spencer AM (ed) Generation, accumulation, and production of Europe's hydrocarbons. Special Publication of European Association of Petroleum Geoscientists, 1,415-437.
- TÜİK, 2020, *Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)*, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1014 [Ziyaret Tarihi: 01 Ocak 2020]
- Tüysüz, O., 2003, İstanbul için Deprem Senaryolarının Hazırlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı, *İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Kuvaterner Çalıştayı IV*, 164-173.
- Tüysüz, O., Aksay, A. ve Yiğitbaş, E., 2004, Batı Karadeniz bölgesi litostratigrafi birimleri. Stratigrafi Komitesi Litostratigrafi Birimleri Serisi-1, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara,
- USGS National Earthquake Information Center, 1999, <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/usp0009d4z/> [Ziyaret Tarihi: 13.11.2019].
- Ünal, O. T., 1967, *Trakya jeolojisi ve petrol imkanları*, TPAO Arama Grubu Arşivi, (yayımlanmamış) Rapor No: 391, Ankara.
- Üşümezsoy, Ş., 1982, Igneous and Metamorphic Geology and Mineralization of Istranca Region, İstanbul, *Yerbilimleri*, 3, 277-294.
- Yalçın, H., Gülen, L., Utkucu, M., 2013, Türkiye ve Yakın Çevresinin Aktif Fayları Veri Bankası ve Deprem Tehlikesinin Araştırılması, *Yerbilimleri*, 34 (3), 141-168.
- Yalçınlar, İ., 1956, İstanbul'da bulunan graptolitli Silur şistleri hakkında not. İ. Ü. Coğrafya Derg., 4, 157-160, İstanbul.
- Yaltırak, C., 2002, Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings, *Marine Geology*, 190 (1-2), 493-529.
- Yavuz, O., 2008, *İstanbul Kuzeyi Volkanitlerinin Jeolojik ve Petrolojik İncelenmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, E. 2005, *Güngören formasyonu killilerinin mühendislik özellikleri ve mineralojik etkiler*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Yiğitbaş E., Elmas A., Yılmaz Y., 1999, *Pre-Cenozoic tectono-stratigraphic components of the Western Pontides and their geological evolution*, Geological Journal, 34, 55-74.
- Yurtsever, A. ve Çağlayan, M.A., 2002, *1:100 000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları İstanbul F21-G21 Paftaları*. MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Rapor No.65, Ankara.
- Yurtsever, A., 1982, *Gebze-Hereke-Tepecik Alanının Mesozoyik-Senozoik kayalarının jeolojisi*. Kocaeli Triyası Biyostratigrafi Projesi, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Rapor. No:183.
- Yurtsever, A., 1996, *İstanbul Yarımadasının (1/50.000 ölçekli haritasının) Jeolojisi*, MTA Rapor No: 9989.
- Yurttaş-Özdemir, Ü., 1971, Kocaeli Yarımadası, Tepeköy Triyas'ı makrofaunası ve biyostratigrafisi, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 77,57-98.
- Yürür, M., 2015, *Marmaray Projesi Tuzla-Güzelyalı Kesiminin (Km 28.800-30.000) Mühendislik Jeolojisi ve Kazı Şevlerinin Stabilitesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zaninetti, L. ve Dağar, Z., 1978, Biostratigraphie integree et paleoecologie du Trias de la peninsule de Kocaeli (Turguie), *Eclogae geol. Helv.*, 71 (1), 85-104.

EKLER

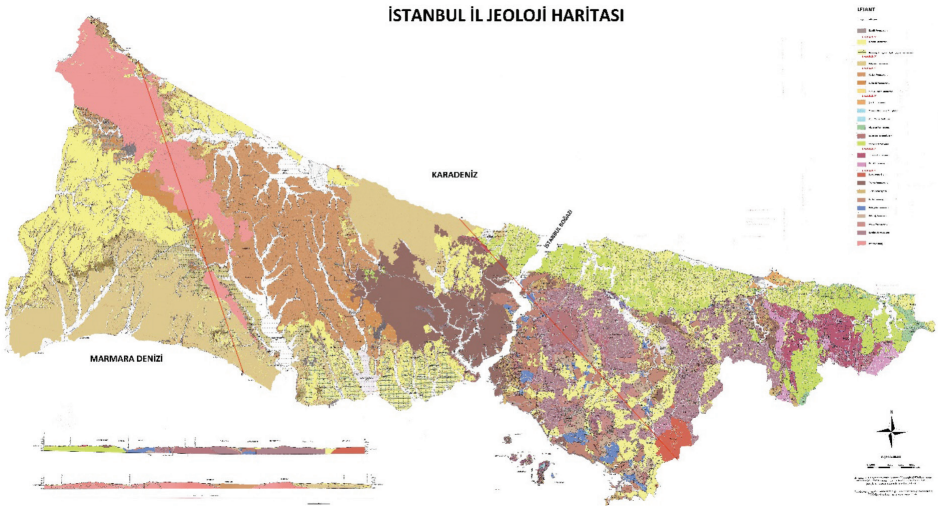
EK-1 İSTANBUL İL JEOLJİ HARİTASI VE KESİTLERİ

EK-2 İSTANBUL İL GENELİ V_{s30} DAĞILIMI

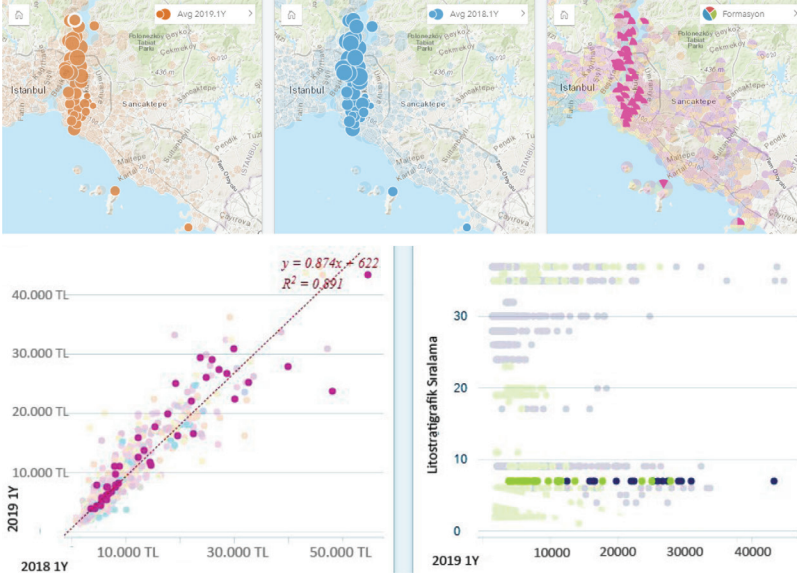
EK-3 OLASILIKSAL DEPREM TEHLİKESİ ANALİZİNE DAYALI ZEMİN BAĞIMLI EN BÜYÜK YER İVMESİ (PGA) DAĞILIMI (72 YIL)

EK-4 FORMASYONUNDAKİ RAYİÇ DEĞER DEĞİŞİMLERİ, FORMASYONUN DAĞILIMI.

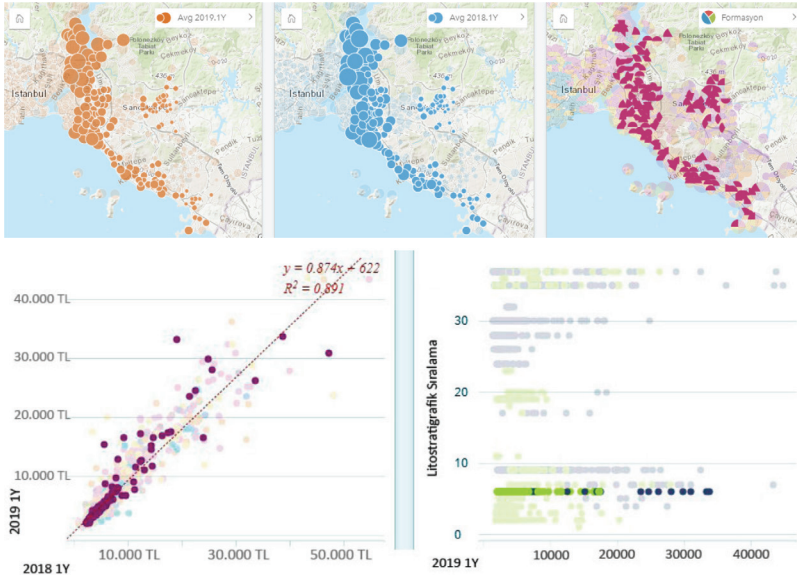
EK-1 İSTANBUL İL JEOLJİ HARİTASI VE KESİTLERİ



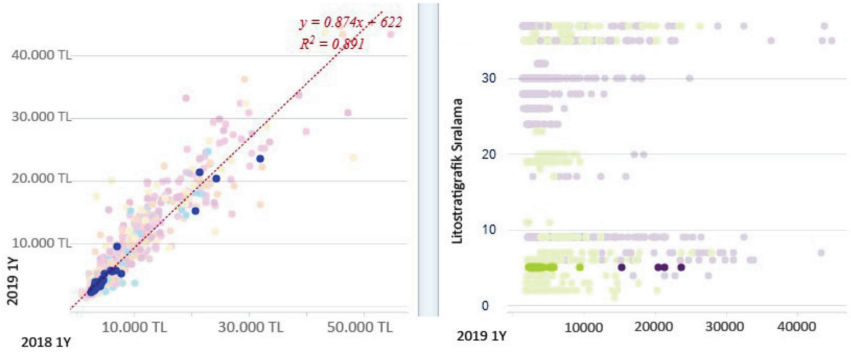
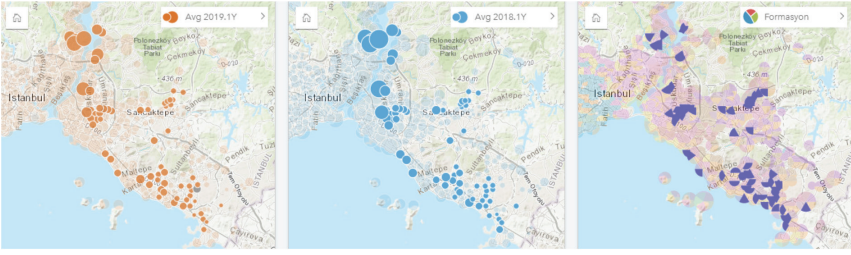
EK-4 FORMASYONUNDAKİ RAYIÇ DEĞER DEĞİŞİMLERİ, FORMASYONUN DAĞILIMI



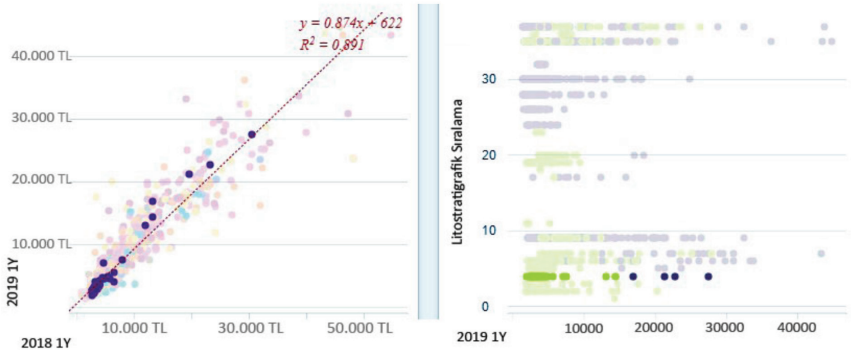
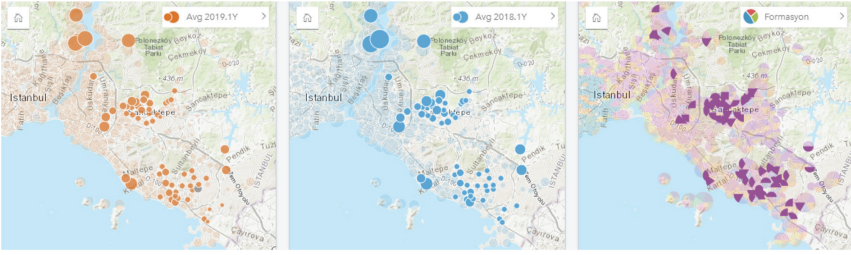
EK-4.1: Tuzla formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



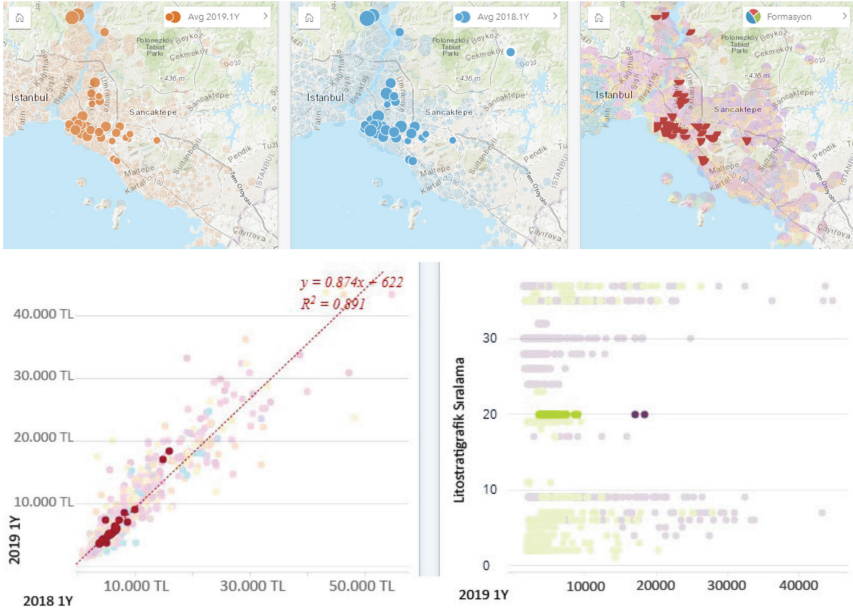
EK-4.2: Kartal formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



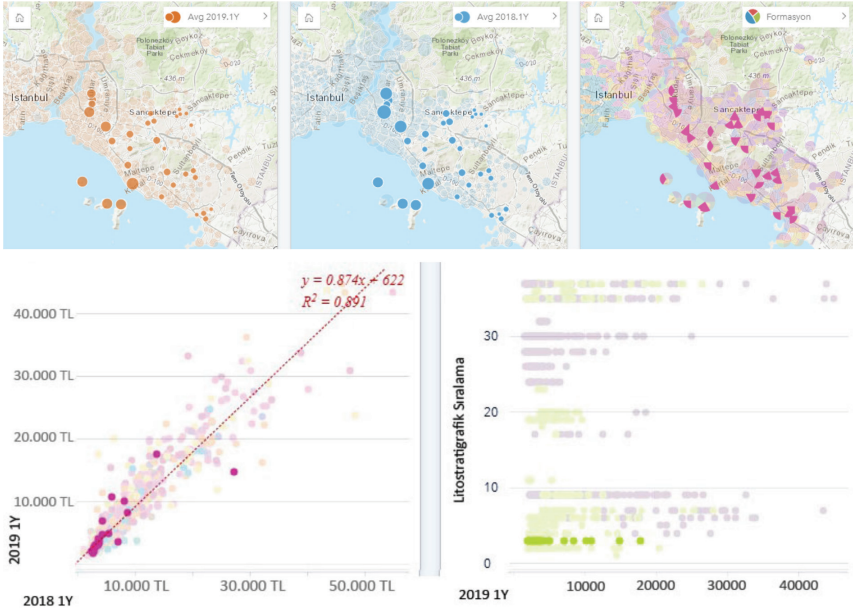
EK-4.3: Dolayboba formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



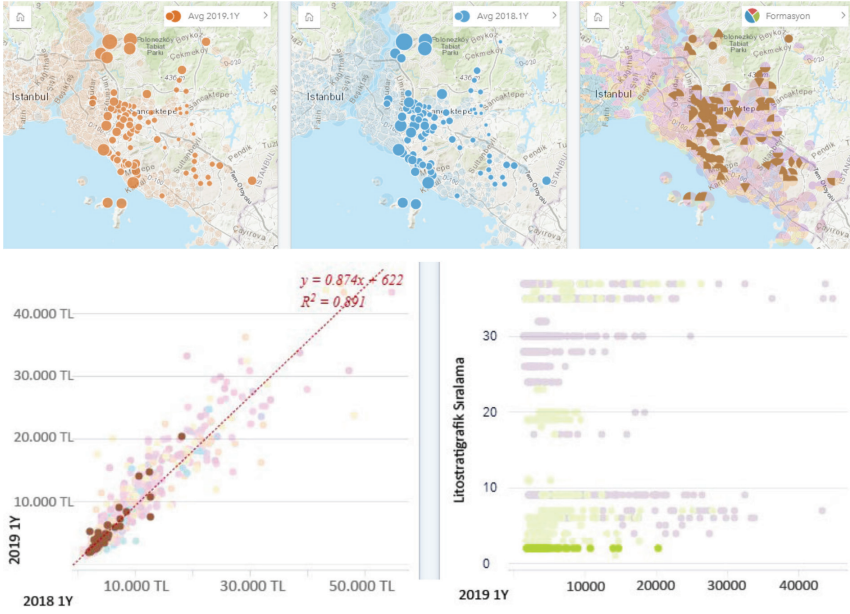
EK-4.4: Gözdağ formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



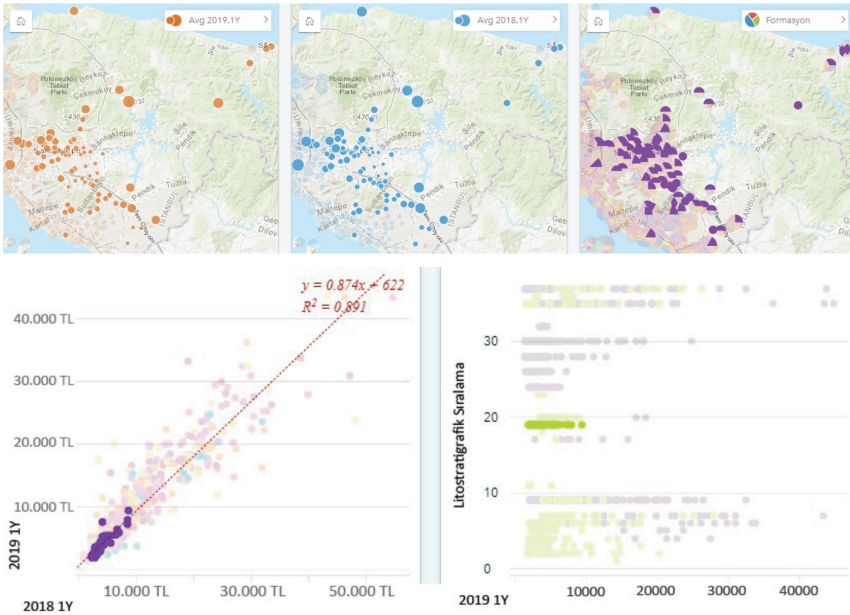
EK-4.5: Altintepe formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



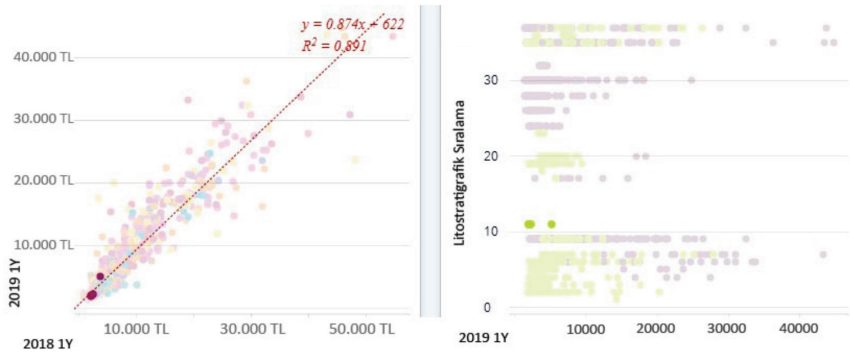
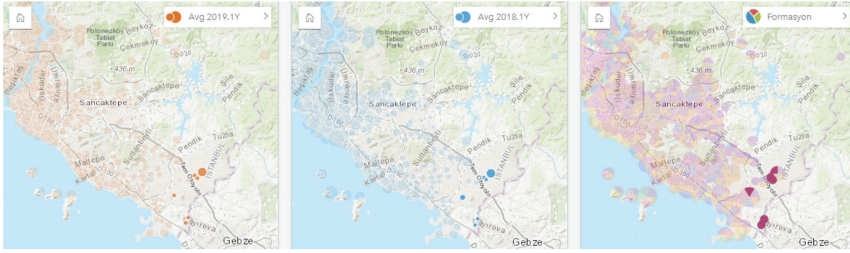
EK-4.6: Aydos formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



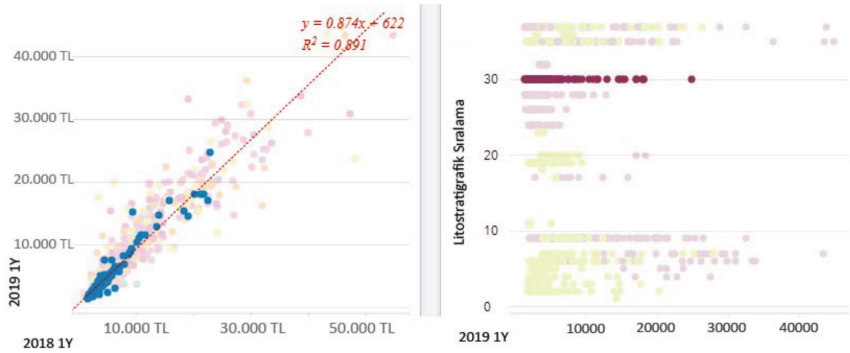
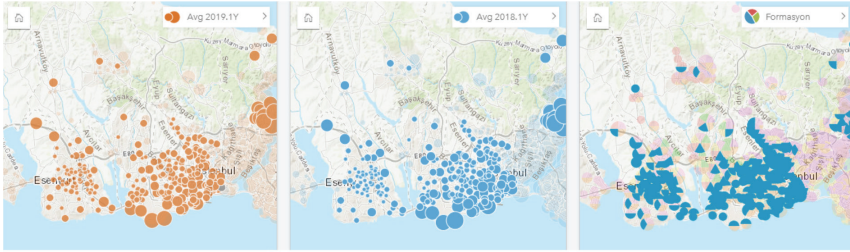
EK-4.7: Kurtköy formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



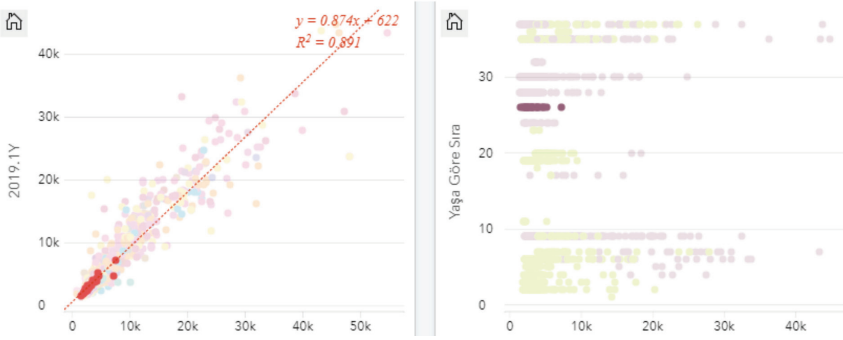
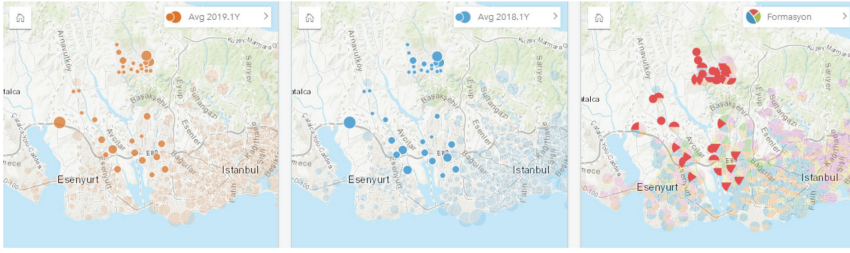
EK-4.8: Ömerli formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



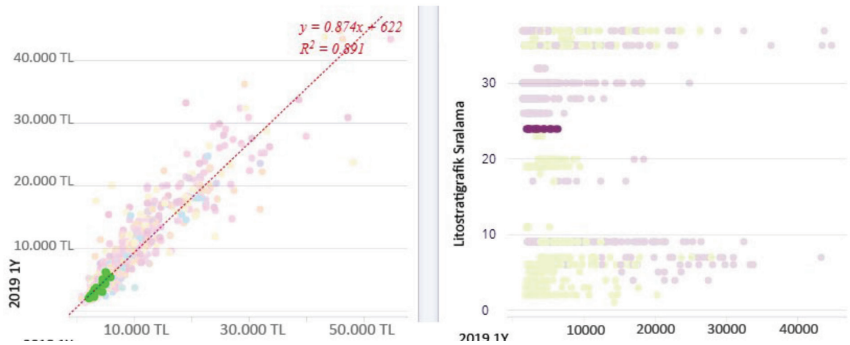
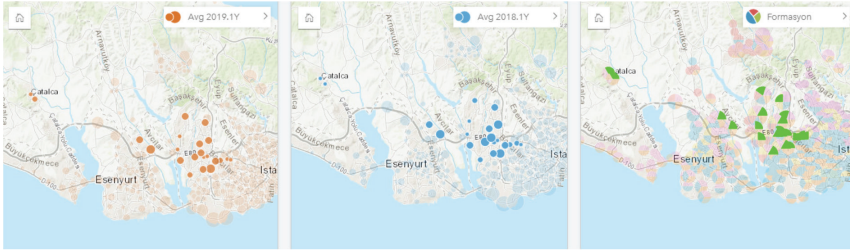
EK-4.9: Sancaktepe Graniti'ndeki rayiç değer değişimleri, birimin dağılımı.



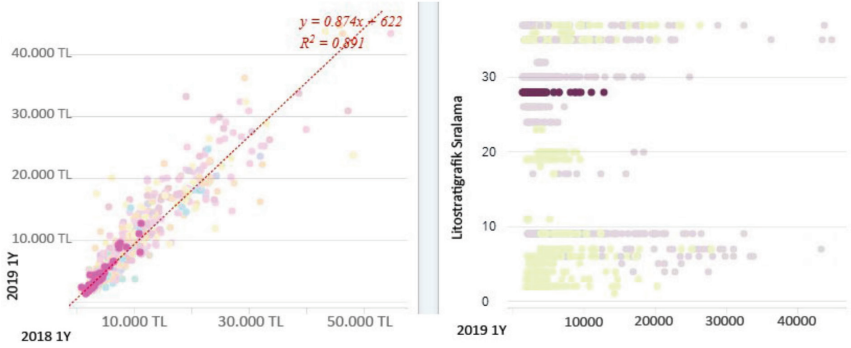
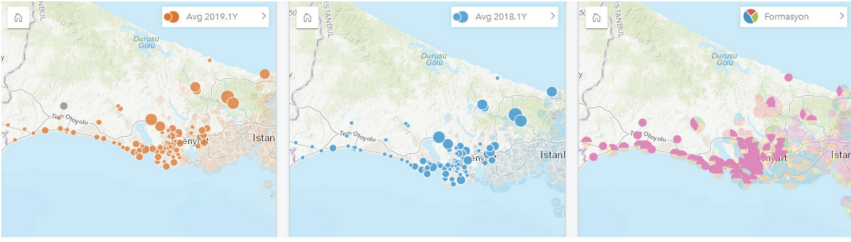
EK-4.10: Bakırköy, Güngören ve Çukurçeşme formasyonlarındaki rayiç değer değişimleri, formasyonların genel dağılımı.



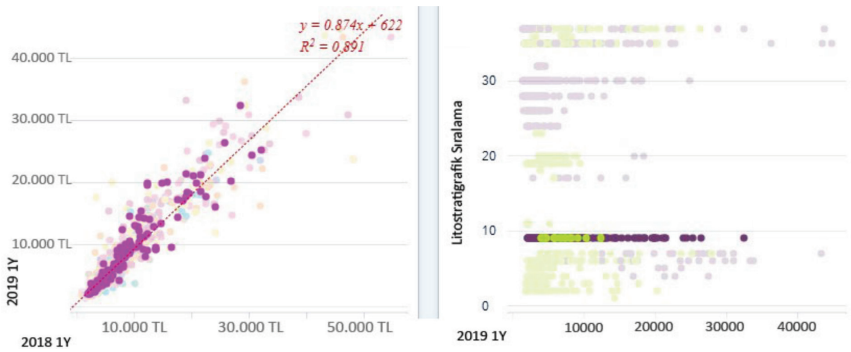
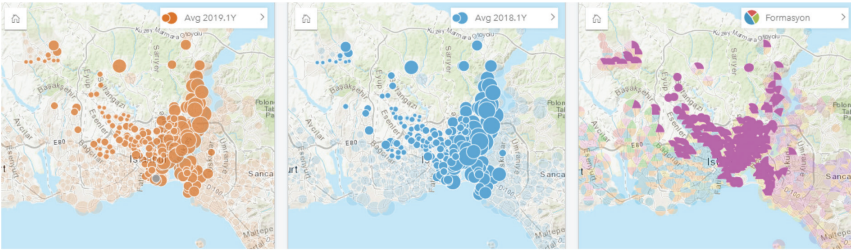
EK-4.11: Ceylan formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



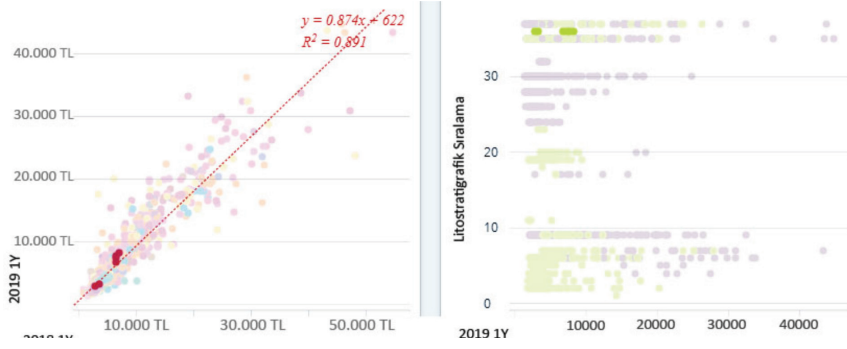
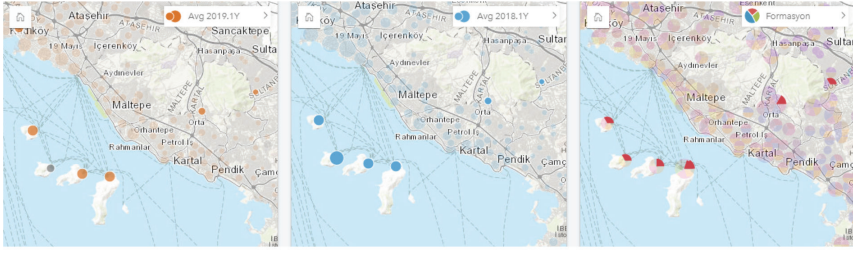
EK-4.12: Soğucak formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



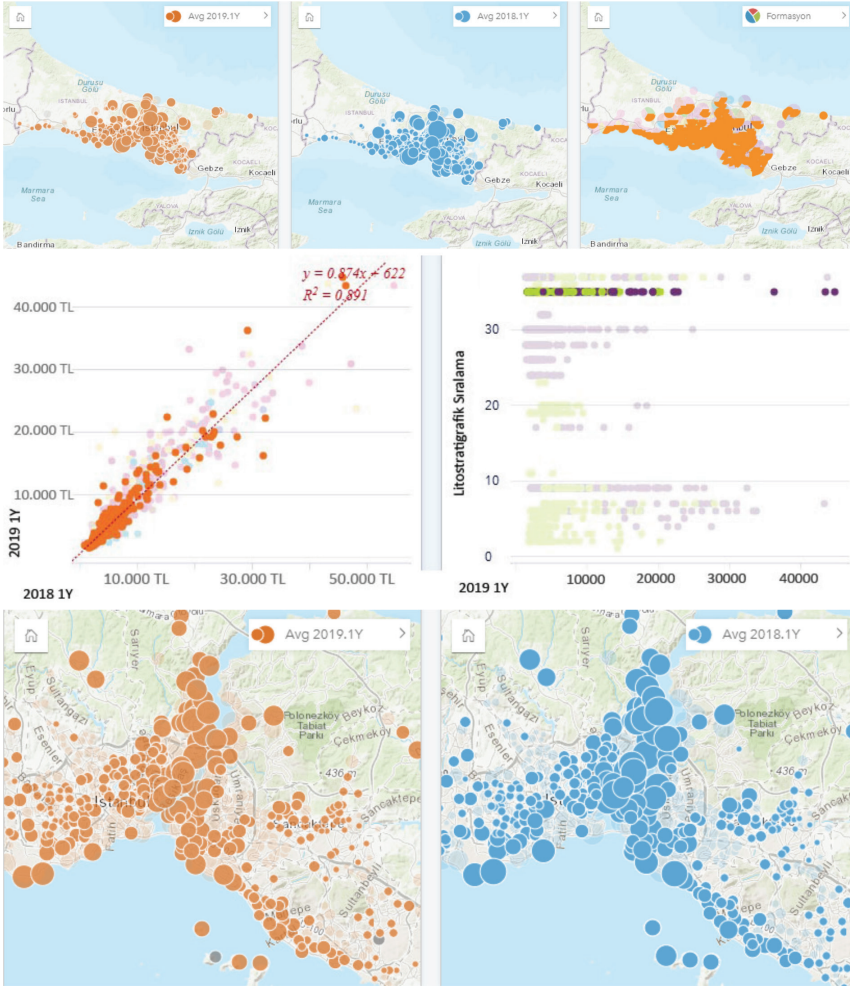
EK-4.13: Gürpınar formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



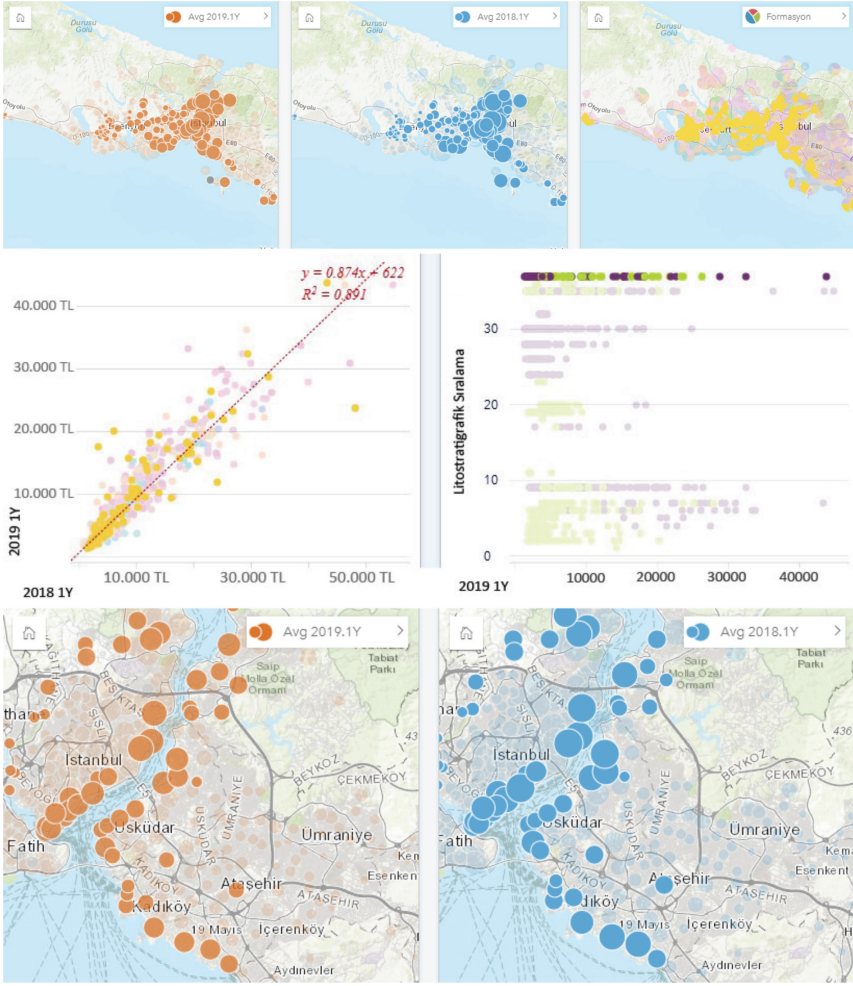
EK-4.14: Trakya formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



EK-4.15: Yamaç molzundaki rayiç değer değişimleri, litolojinin dağılımı.



EK-4.16: Alüvyal zeminlerdeki rayiç değer değişimleri, litolojinin dağılımı.



EK-4.17: Dolgu zeminlerdeki rayiç değer değişimleri, litolojinin dağılımı.

ÖZGEÇMİŞ

| Kişisel Bilgiler | |
|------------------|---|
| Adı Soyadı | Çağdaş Coşkun |
| Doğum Yeri | İstanbul |
| Doğum Tarihi | 13.11.1980 |
| Uyruğu | <input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer: |
| Telefon | |
| E-Posta Adresi | cagdasco@gmail.com |
| Web Adresi | https://www.linkedin.com/in/cagdascoşkun/ |



| Eğitim Bilgileri | |
|------------------|-----------------------|
| Lisans | |
| Üniversite | İstanbul Üniversitesi |
| Fakülte | Mühendislik Fakültesi |
| Bölümü | Jeoloji Mühendisliği |
| Mezuniyet Yılı | 2003 |

| Yüksek Lisans | |
|---------------|-----------------------------------|
| Üniversite | Yıldız Teknik Üniversitesi |
| Enstitü Adı | Fen Bilimleri Enstitüsü |
| Anabilim Dalı | İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı |
| Programı | Kıyı ve Liman Mühendisliği |

| Doktora | |
|---------------|------------------------------------|
| Üniversite | İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa |
| Enstitü Adı | Lisansüstü Eğitim Enstitüsü |
| Anabilim Dalı | Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı |
| Programı | Jeoloji Mühendisliği |

MAKALE VE BİLDİRİLER

- Coşkun, Ç.**,2020, Taşınmaz Değerlemede Yer Altındaki Görünmeyen Yapı: Litoloji, Uluslararası Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Konferansı (Yayımlanmamış).
- Coşkun, Ç.**, 2019, Faylar Üzerindeki Kent Hayatı, 72nci Uluslararası Katılımlı Jeoloji Kurultayı.
- Coşkun, Ç., ve Hepşen, A.**, 2018, Urban Life of Faults, 1st International Symposium on Graduate Research in Science.
- Dalgıç, S., Turgut, M., Kuşku, İ., Coşkun, Ç. ve Coşgun, T.**, 2009, İstanbul'un Avrupa Yakasındaki Zemin ve Kaya Koşullarının Bina Temellerine Etkisi. Uygulamalı Yerbilimleri 2, 47-70.
- Coşkun, Ç.**, 2009, Coastal Evolution of Ağva Beach (Şile), 2nd. International Symposium on the Geology of the Black Sea Region,
- Coşkun, Ç.**, 2009, A look at the coastalevolution of the Ağva Beach (Şile), 2nd. International Symposium on the Geology of the Black Sea Region.
- Coşkun, Ç.**, 2009, Coastal Evolution of Kumbaba Beach (Şile, Black Sea), 62ci Jeoloji Kurultayı, MTA, 1, 72-73.
- Kuşku, İ. ve Coşkun, Ç.**, 2008, İki Ayrı Hat Şeklinde Açılan Tünellerin Yüzey Deformasyonu Artışlarına Etkisi, Eroskay Uygulamalı Jeoloji Kollokyumu 1 (1), 41.
- Coşkun, Ç., ve Kuşku, İ.**, 2008, İstanbul Metrosu'nda A4 Tipi Kazı ve Destek Sisteminin Bina Nivelman Ölçümleri ile İlişkisi, Eroskay Uygulamalı Jeoloji Kollokyumu 1 (1), 33.

