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,26.11.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafındanJeoloji 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. ÜyesiYıldırım GÜNGÖR
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Dr. Öğr. Üyesi Özkan CORUK
Kocaeli Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

20.04.2016 tarihli ResmîGazete'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 tamamlanması ve hayat şartlarının sürüklemesi sonrasında özel sektör çalışmalarımdan dolayı uzun bir ara verme dönemine girdi. Türkiye'nin iki büyük bankasında (T. İş Bankası A.Ş. ve T. Vakıflar Bankası T.A.O.) taşınmaz değerlemesi üzerine yol değiştiren kariyerim 2015'in ikinci yarı yılı itibariyle Türkiye'nin ilk özel gayrimenkul değerleme şirketi olan TSKB Gayrimenkul Değerleme A.Ş. ile yola devam etme kararım ile birlikte doktora çalışmamın da bahar dönemi başlamış oldu. Tez danışmanım Prof. Dr. Süleyman Dalgıç'ın telkinleri ile yeniden başlama kararı almam ve 2.Danışmanım Prof.Dr. Ali Hepşen'in tez konusunda zihnime ektiği bir tohumun yeşermeye başlamasıyla girdiğim bu bahar dönemi nihayet son halini aldı.

Bu süreç içerisinde, çalışmamın en başından beri desteğini gördüğüm, REIDIN Türkiye'nin kurucusu Ahmet Kayhan'a ve eski CEO Kerim Allain Bertrant'a, verilere ulaşmamdaki yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Yer bilimleri ve konut değeri üzerine yapılan bu çalışmada veri en değerli hazine ve bu verilerin derlenmesi, analiz edilerek veriden veri üretilmesi hem bir gereklilik hem de pazar içerisinde bir adım öne çıkmak adına oldukça önemlidir. Gayrimenkul Kıymetler Borsası A.Ş. (GABORAS) ve Türkiye Veri İşleme Merkezi (TÜVİMER)'nin destekleri çalışmamı bu son haline ulaştırmamda çok önemli araçlar olmuştur. Bu verilerin kapılarını bana ardına kadar açan, yönlendiren ve çalışmamdaki desteği için Genel Müdür Yardımcısı Ömer Türkoğlu'na, mesaisi içerisindeki çalışmalarını sürekli sekteye uğratmama rağmen veri ve analiz konusundaki desteği ve sabrı için Aylin Gergin'e teşekkür ederim.

Değerli olan veri olduğunda beklenmedik bir anda veri kapılarını açan ENDEKSA'nın CEO ve kurucu ortağı olan Görkem Öğüt'e öncelikle desteği, sonrasında ise açtığı kapılar için teşekkür ederim.

Konunun bir kısmı ekonomi ile direkt ilişkili olmasında dolayı her zaman her koşulda sorularıma yanıt veren ve desteğini her zaman hissettiren sevgili dostum, JCR Avrasya Derecelendirme A.Ş. Baş Analisti Orkun İnan'a teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yazım aşamasında benden esirgemediği desteği ve vizyoner fikirleriyle bana farklı bir bakış açısı da kazandıran TSKB Ekonomik Araştırmalar Bölüm Müdürü Burcu Ünüvar'a ve Feridun Tur'a teşekkür ederim.

Tez çalışmam başlamada en büyük motivasyonu bana veren Sheffield Ünivsersitesi'nden Dr. Berna Keskin'e ve yaptığı çalışmalarıyla bana ilham olan ve desteğini esirgemeyen Durham Üniversitesi Ekonomi ve Finans Bölümü Başkanı Prof. Dr. Nejat Anbarcı'ya teşekkür ederim.

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

Jeoteknik konusundaki tecrübelerimin ana mimarı olan tez danışmanım Prof. Dr. Süleyman Dalgıç'a teşekkürü bir borç bilirim.

Sevgili eşime ve canım oğluma çekilmez huysuz olduğum bu dönem içerisindeki halime karşı gösterdikleri sabır ve özverilerinden dolayı 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 verdiğim sözü 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

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **iv**
İÇİNDEKİLER ..... **vi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **ix**
TABLO LİSTESİ ..... **xiii**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xv**
ÖZET ..... **xvi**
SUMMARY ..... **xviii**
1. GİRİŞ **1**
1.1. İNCELEME ALANININ TANITIMI 4
1.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
2. GENEL KISIMLAR **13**
2.1. DEPREMSELLİK 14
2.2. HEYELANLAR 15
2.3. SU BASKINLARI 16
3. MALZEME VE YÖNTEM **18**
3.1. BÖLGESEL JEOLOJİ 18
3.1.1. ANADOLU YAKASI PALEOZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ 21
3.1.1.1. Kurtköy Formasyonu (Ok) 21
3.1.1.2. Aydos Formasyonu (Oa) 22
3.1.1.3. Gözdağ Formasyonu (Og) 23
3.1.1.4. Dolayoba Formasyonu (SDd) 24
3.1.1.5. Kartal Formasyonu (Dk) 25
3.1.1.6. Tuzla Formasyonu (Dt) 26
3.1.1.7. Trakya Formasyonu (Ct) 27
3.1.2. ANADOLU YAKASI MESOZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ 28
3.1.2.1. Kapaklı Formasyonu (Trak) 28
3.1.2.2. Tepecik Formasyonu (Trüt) 29
3.1.2.3. Sarıyer Formasyonu (Ks) 29

3.1.2.4. Akveren Formasyonu (KPa) 30
3.1.3. ANADOLU YAKASI SENOZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ 31
3.1.3.1. Şile Formasyonu (Pş) 31
3.1.3.2. Yunuslubayır Formasyonu (Py) 31
3.1.3.3. Ömerli Formasyonu (Pö) 32
3.1.4. AVRUPA YAKASI ISTRANCA MASİFİ LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ 33
3.1.4.1. Istranca Masifi 33
3.1.5. AVRUPA YAKASI SENOZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ 33
3.1.5.1. Soğucak Formasyonu (Ps) 34
3.1.5.2. Ceylan Formasyonu (Tc) 35
3.1.5.3. Gürpınar Formasyonu (Tg) 36
3.1.5.4. Çukurçeşme Formasyonu (Tç) 37
3.1.5.5. Güngören Formasyonu (Tgü) 37
3.1.5.6. Bakırköy Formasyonu (Tb) 38
3.1.5.7. Kuşdili Formasyonu (Qk) 39
3.1.5.8. Alüvyon (Qal) 39
3.1.5.9. Yapay Dolgu (Qyd) 40
3.2. YAPISAL JEOLOJİ 40
3.2.1. DEPREMSELLİK 41
3.3. JEOTEKNİK VERİLER 53
3.3.1. ZEMİN ORTAMLARININ FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ 54
3.3.2. KAYA ORTAMLARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ 59
3.3.3. YEREL ZEMİN KOŞULLARI 62
4. BULGULAR 68
4.1. FORMASYON ÖZELLİKLERE GÖRE KONUT FİYATI DEĞİŞİMİ 68
4.2. FORMASYON, KİŞİBAŞI GELİR VE HANE HALKI GELİR İLİŞKİSİ 75
4.3. ZEMİN/KAYA ORTAMLAR İLE KONUT SATIŞ DEĞERLERİ, SATIŞ ADETLERİ, YAPI STOKU ARASINDAKİ İLİŞKİ 83
4.4. DEPREMSELLİK VE KONUT SATIŞ FİYAT İLİŞKİSİ 89
4.5. HEYELAN ALANLARI VE KONUT SATIŞ İLİŞKİSİ 103
4.6. SIVILAŞMA VE TAŞIMA GÜCÜ YETERSİZ ALANLARDA KONUT SATIŞ İLİŞKİSİ 115
4.7. TAŞKIN ALANLARI VE KONUT SATIŞ İLİŞKİSİ 118
4.8. VS30 DEĞERLERİNE GÖRE KONUT DEĞERİNİN DEĞİŞİMİ 124

5. TARTIŞMA VE SONUÇ 126
KAYNAKLAR.....133
EKLER.....155
ÖZGEÇMİŞ.....176

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1: İnceleme alanının genel görünümü. 5

Şekil 3.1: İstanbul jeoloji haritası (İBB, 2011'den uyarlanmıştır). 19

Şekil 3.2: İstanbul il geneli için genelleştirilmiş kronostratigrafik birimlerin değişimi 20

Şekil 3.3: Kurtköy formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005). 22

Şekil 3.4: Aydos formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005). 23

Şekil 3.5: Gözdağ formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005). 24

Şekil 3.6: Dolayoba formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005). 25

Şekil 3.7: Kartal formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005). 26

Şekil 3.8: Tuzla formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005). 27

Şekil 3.9: Trakya formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005) 28

Şekil 3.10: Tepecik ve Kapaklı formasyonlarının genel dağılımı (Özgül, 2005). 29

Şekil 3.11: Sarıyer formasyonunun il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005). 30

Şekil 3.12: Akveren, Şile ve Yunuslubayır formasyonlarının genel dağılımı (Özgül, 2005). 31

Şekil 3.13: Ömerli formasyonunun il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005). 32

Şekil 3.14: Istranca masifinin il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005). 33

Şekil 3.15: Ceylan ve Soğucak formasyonlarının genel dağılımı (Özgül, 2005). 35

Şekil 3.16: Gürpınar formasyonunun il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005). 36

Şekil 3.17: Çukurçeşme, Güngören ve Bakırköy formasyonlarının genel dağılımı (Arıç, 1955; Yalçınlar, 1976; Oktay ve Eren, 1999; Dalgıç,2004). 39

Şekil 3.18: Anadolu ve çevresinin levha tektoniği modeli (Erdik ve diğ., 2014). 42

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). 43

Şekil 3.20: KAFZ fay bölgesi yaşı (Bohnhoff ve diğ., 2016). 45

Şekil 3.21: KAFZ boyunca büyüklük dağılımı (Bohnhoff ve diğ, 2016'dan derlenmiştir). 46

Şekil 3.22: 1912-2019 yılları arasında ve büyüklükleri 6 ve üzerinde olan depremler (USGS, 2020). 47

Şekil 3.23: Türkiye Diri Fay Haritası (Emre ve diğ. 2013). 48

Şekil 3.24: Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD, 2018). 48

Şekil 3.25: Relatif büyütme faktörlerinin karşılaştırılması (Techincal Commitee for Earthquake Engineering, 1993). 51

Şekil 3.26: İstanbul il alanında Zemin ve Kaya ortamların dağılım haritası (Özgül, 2011). 55

Şekil 3.27: Formasyonların yapılan sondajlardan elde edilen SPT-N değerlerin değişimi (JICA, 2002; OYO International Corporation, 2007,2009). 56

Şekil 3.28: İstanbul ilinin ortalama AVs_{30}genel dağılım haritası (BÜ-KRDM, 2009). 62

Şekil 3.29: Olasılıksal deprem tehlikesi analizine dayalı zemin bağımlı en büyük yer ivmesi (PGA) dağılımı (72 yıl) (BÜ-KRDM, 2019). 63

Şekil 3.30: Formasyonların litoloji, kayma dalgası hızlarının en düşük, en yüksek ve ortalama olarak değerlerin değişimi (JICA, 2002; OYO International Corporation, 2007,2009). 65

Şekil 4.1: Formasyon türlerine göre konut satış sayıların 2010 ile 2018 yıllarına göre değişimleri. 69

Şekil 4.2: 2018 yılındaki bağımsız bölüm satışsayılarının 2010 yılına ve Formasyonlara göre değişimleri. 70

Şekil 4.3: 2018 yılının ilk yarına göre mahalle bazındaki rayiç değerlerin dağılımı. 74

Şekil 4.4: 2019 yılının ilk yarına göre mahalle bazındaki rayiç değerlerin dağılımı. 74

Şekil 4.5: 2018 yılının ilk yarına (2018.1Y)görerayiç değerlerin en yüksek olduğu on mahalle. 75

Şekil 4.6: 2019 yılının ilk yarısına (2019.1Y)göre rayiç değerlerin en yüksek olduğu yedi mahalle. 75

Şekil 4.7: Kişibaşı geliri (2018) 10.000 TLve üzerinde oturanların ilçeler ve mahallelerdeki dağılım. 76

Şekil 4.8: Kişibaşı gelir/hane geliri (2018) en yüksek ilçeler ve mahallelerdeki dağılım. 78

Şekil 4.9: Kaya, Zemin ve Kaya-Zemin ortamlarda konut satış fiyat endeksine göre dağılım. 84

Şekil 4.10: Kaya Ortam'da konut satış fiyat endeksine göre dağılım. 85

Şekil 4.11: Zemin Ortam'da konut satış fiyat endeksine göre dağılım. 86

Şekil 4.12: Kaya-Zemin Ortam'da konut satış fiyat endeksine göre dağılım.....87

Şekil 4.13: En çok konut satışı olan beş ilçedeki konut satış fiyat endeksine göre dağılım. 88

Şekil 4.14: 1988 ile 2019 yılları arasında konutlardaki reel değer değişim eğrileri. 95

Şekil 4.15: 1999 Gölcük depremiyle Avcılar'da oluşan ağır ve üzeri bina hasar oranları (JICA, 2002). 96

Şekil 4.16: Kuzey Anadolu Fayı Avcılar segmentinin konumu (Emre ve diğ, 2011). 99

Şekil 4.17: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 9,9-23 km.....99

Şekil 4.18: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 23-33 km.....99

Şekil 4.19: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 23-33 km.....100

Şekil 4.20: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler, mahallelerin faya olan uzaklığı: 33-45,7 km.....100

Şekil 4.21: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler, mahallelerin faya olan uzaklığı: 45,7-62 km.....100

Şekil 4.22: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 62-89 km.....101

Şekil 4.23: İstanbul il genelinde tespit edilmiş olan heyelan alanları (Gedik ve diğ, 2005'den uyarlanmıştır). 105

Şekil 4.24: Heyelan yoğunluk haritası (Duman ve diğ., 2004 ve Dalgıç ve diğ. 2016'dan alınmıştır). 106

Şekil 4.25: İstanbul ilinde en yoğun heyelan hareketinin meydana geldiği Gürpınar bölgesi heyelan haritası (TÜBİTAK MAM YDBE, 2016). 107

Şekil 4.26: 2010 yılına göre Heyelan alanlarında meydana gelen satışlara göre dağılım (Mavi). 108

Şekil 4.27: 2018 yılına göre Heyelan alanlarında meydana gelen satışlara göre dağılım (Fuşya). 109

Şekil 4.28: 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). 111

Şekil 4.29: 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). 112

Şekil 4.30: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve D sınıfı zeminin (NEHRP, 1997) dağılımı.....113

Şekil 4.31: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve Csınıfı zeminin (NEHRP, 1997) dağılımı.....114

Şekil 4.32: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve B ve C sınıfı zeminlerin (NEHRP, 1997) dağılımı.....114

Şekil 4.33: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve diğer zemin sınıflarının (NEHRP, 1997) dağılımı.....115

Şekil 4.34: İstanbul potansiyel sıvılaşma alanlarının il genelindeki dağılımı (JICA, 2002).....117

Şekil 4.35: İstanbul derelerinde taşkın riski taşıyan dereler (İBB, 2008; Dinç, 2015). 119

Şekil 4.36: Bina temelinin sel dolayısıyla boşalmasıyla meydana gelen yıkılma (Dalgıç ve diğ., 2015).....120

Şekil 4.37: Taşkın riski olan alanların taşkın türüne göre şehir genelindeki dağılımı.....121

Şekil 4.38: Akarsu çevresindeki taşkın riskli alanların 2018 yılı il yarısı konut rayiç değerlerinin değişimi (Analiz GABORAS Gayrimenkul Borsası A.Ş. tarafından yapılmıştır). 123

Şekil 4.39: Akarsu çevresindeki taşkın riskli alanların 2019 yılı il yarısı konut rayiç değerlerinin değişimi (Analiz GABORAS Gayrimenkul Borsası A.Ş. tarafından yapılmıştır). 123

Şekil 4.40: İstanbul ilinin ortalama Vs_{30} genel dağılım haritası (BÜ-KRDM, 2009). 124

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Türkiye sınırları içerisinde maddi zarara neden olan olaylar (CRED, 2019). 14

Tablo 2.2: Türkiye'deki afetlerde ölüm ve yaralıların sayısı (1900 - 2018) (TABB, 2018).....14

Tablo 2.3: Türkiye sınırları içerisinde maddi zarara neden olan depremler (CRED, 2019).....15

Tablo 2.4: 1900-2018 yılları arasındaki bazı heyelan, çığ ve toprak kaymaları (CRED, 2019).....16

Tablo 2.5: Türkiye sınırları içerisinde maddi zarara neden olan meteorolojik olaylar (CRED, 2019).....16

Tablo 2.6 (Devamı): Türkiye sınırları içerisinde maddi zarara neden olan meteorolojik olaylar (CRED, 2019).....17

Tablo 3.1: Enleme Göre Derinlik ve Büyüklük Dağılımı (AFAD, 2020). 49

Tablo 3.2: Çeşitli jeolojik birimlere göre Borcherdt & Gibbs (1976), Shima (1978) ve Midorikawa (1987) tarafından verilen bağıl büyütme katsayıları. 51

Tablo 3.3: Formasyonlarda yapılan laboratuvar deneylerinin sınıflama tabloları (İBB, 2001; 2002).....57

Tablo 3.4: Formasyonlarda yapılan laboratuvar deneylerinin sınıflama tabloları-2 (İBB, 2001; 2002).....58

Tablo 3.5: Formasyonlarda yapılan deneylere göre fiziksel indeks değerleri (İBB, 2001; 2002).....60

Tablo 3.6: Formasyonlarda yapılan basınç ve çekme deneylerinin değer dağılımı (İBB, 2001; 2002).....60

Tablo 3.7: NEHRP Zemin Sınıflaması (BSSC, 1997'den uyarlanmıştır). 64

Tablo 3.8: Yerel Zemin Sınıflaması (TBDY, 2018).....65

Tablo 3.9: Formasyonların litoloji, kayma dalgası hızlarının özellikleri ve değerlerin değişimi (JICA, 2002; OYO International Corporation, 2007,2009).....66

Tablo 3.10 (Devamı): Formasyonların litoloji, kayma dalgası hızlarının özellikleri ve değerlerin değişimi (JICA, 2002; OYO International Corporation, 2007,2009). 67

Tablo 4.1: Bağımsız Bölüm Satış Sayılarındaki Değişim (2010 yılına göre, Adet). 71

Tablo 4.2: Formasyonlar, rayiç değerler, satış adet değişimleri.....72

Tablo 4.3: Formasyonların rayiç değerlerinin yarımada bazında değişimi. 73

Tablo 4.4: Sıvılaşma potansiyeli en olan birimler arasında en çok değer değişimi gösteren mahalleler.....102

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. 110

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. 111

Tablo 4.7: Çeşitli zemin tiplerinin birim ağırlık, ortalama parçacık boyu ve incepartikül içeriği yaklaşık değerleri (JICA, 2002). 116

Tablo 4.8: Sıvılaşma potansiyeli en olan birimler arasında en çok değer değişimi gösteren mahalleler.....118

Tablo 4.9: Taşkın riski olan alanlarda kalan konutların satış sayılarının taşkın türüne göre değişimi. 121

Tablo 4.10: V_{S30} değerlerinden elde edilmiş zemin sınıflarına göre 2018 ve 2019 rayiç değerleri.....125

Tablo 4.11: V_{S30} değerlerinden elde edilmiş zemin sınıflarına göre 2018 ve 2019 veri adetleri 125

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.

Yerbilimcileri 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 yerbilimlerine 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 değerleme 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 yerbilimi 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 gözlendiği; 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 heyelan, sıvılaşma, taşkın alanları koşullarında yeterli birim değer verisi olmadığı için toparlanma süreci tespit edilememiştir.

Kasım 2020, 193 sayfa.

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

SUMMARY

Ph.D. THESIS

VARIATION IN HOUSE PRICE 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 (landslides, liquefaction, flood areas) the recovery process in values could not be determined.

November 2020,193.pages.

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

1. GİRİŞ

Tüm medeniyetlerin köprüsü olan, neolitik dönem ve öncesinde insanların yaşadığı Türkiye bu özelliği ve dünyanın en eski barınma yapılara ev sahipliği yapması nedeniyle dünya coğrafyasında önemli bir konumda yer almaktadır. Bu coğrafya içerisinde yaşadığı doğal çevrenin tehlikelerinden ve meteorolojik koşullarından dolayı barınma ihtiyacını karşılayan insanoğlunun bu konudaki en önemli tecrübesi ise bilmediği doğa olaylarıyla azınsanmayacak kadar çok sayıda deneyimleri 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 sonrasındaki tsunami olmuştur (Alsinawi ve diğ, 1985; Akyüz ve diğ, 2006; Ambraseys, 2009). Karasu Vadisi'nde meydana gelen bu depremde 260.000 kişi hayatını kaybetmiştir (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 olup halen çıkmaya da devam etmektedir. Türkiye Cumhuriyeti tarihinde doğa olayları denildiğinde ise coğrafi konumu nedeniyle en önemli vakaların büyük çoğunluğu 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 "*Yersarsıntılarından Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun*" 22 Temmuz 1944 tarihli Resmî Gazete'te yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (Resmî Gazete, Sayı:5763). 18 Ekim 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 barınma ihtiyacını karşılamasını beklediği konutlar, 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) büyüklüğündeki deprem sonrasında ortaya çıkmaya başlamıştır. Can ve mal kayıpları irdelendiğinde sorunun temelinde yetersiz jeoteknik araştırmalar, fay ve deprem tehlike haritalarının etkin kullanılmaması / gözardı edilmesi, afet ve bina yönetmeliklerinin dikkate alınmaması gösterilmiş ve depremin hemen sonrasında yönetmelikler elden geçirilerek değiştirilmiştir. Değişen imar kanununun gölgesinde yükselen ve yapısal olarak geçmişe göre daha güvenli olan binalar gerek güvenli yaşam alanları gerekse konut ihtiyacını karşılamasıyl insan hayatında önemli bir yer edinmektedir. Bununla birlikte, günümüz ekonomik koşullarının etkisiyle bir yatırım aracı olarak görülen konutların alım-satım süreçlerinde konutun bulunduğu zeminin jeoteknik koşullarının insanlar tarafından sorgulanmadığı gözlenmiştir.

İşbu sebeple, 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 tez çalışması içerisinde tüm bu özelliklerin dışına çıkılarak binanın bulunduğu zeminin dayanım koşulları nasıl olduğu, aktif faylara olan mesafeleri, taşıma gücü düşük bir zeminde oturup oturmadığı, taşkın veya heyelan alanında kalıp kalmadığı, hangi litolojik formasyon içerisinde yer aldığı sorularına yanıtlar aranırken İstanbul ilindeki içi boş olan veya yaşamın sürdüğü konutların istatistiki verileri, şehirde yaşayan insanların il, ilçe ve mahalle bazındaki nüfus dağılımı, kişisel gelirleri ve hane gelirleri ile konutların rayiç değerleri ve satış adetleri arasındaki ilişki irdelenmeye 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 arasında direkt 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 düşünüldüğünde 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 Başı 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. TÜVİMER (Türkiye Veri İşleme Merkezi) ve GABORAS (Gayrimenkul Borsası A.Ş.) şirketlerinden ise mahalle bazında litolojik birimlerin değişimi Maden Tetkik Arama (MTA) Türkiye Jeoloji Haritası'na göre) ve formasyonlar göre bağımsız bölüm satış sayıları ile 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 kişibaşı 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 göründüğü halde esasında plansız olduğu Boğaziçi siluetine 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 km^2'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 olurken (%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 m^2 olarak ölçülmüştür. İstanbul'un 39 ilçesi genelinde kişibaşına düşen yeşil alan ortalama 8,5 m^2 olurken Bağcılar 0,7 m^2 ile yeşil alan konusunda

adeta fakir kalmış tek ilçe olup, Esenler, Güngören ve Zeytinburnu 1,0 m^2/kişi ile yeşil alana neredeyse hasret durumda 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 alı+mlarında 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 kasırga görmeyen ve bu dönemde 200 km yakınında hiçbir büyük kasırga 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 bilgileregöre hareket ettikleri sonucu ortaya çıkmıştır.

Hallstrom ve Smith (2005), Bin ve Landry (2013) ve **Zhang (2016) tarafından yapılan** çalışmalar, kasırga 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 kiraları 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 kiralarının önemli ölçüde düşük olduğu; riskli bölgelerde 1981'den önce inşa edilen ev kiralarının, 1981'den sonra inşa edilen evlerden daha fazla indirgendiğini tespit etmişlerdir.

Kunovac ve diğ. (2008), Hedonik Regresyon için konutun özelliklerini dikkate alan, saf fiyat değişimlerinin ve kalite değişimlerinin de ayrıştırılabilmesini 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 Hükümeti 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), TÜİK 2012 verilerine göre 2001 yılından sonra İstanbul Metropoliten Alan genelinde inşa edilen binaların %17,9'unun, Çekmeköy ilçesinde ise %62,9'unun 1999 Marmara Depremi sonrasında inşa edildiği tespit etmiş ve ilçe genelinde bir örneklem 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 Çekmeköy 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 salgının 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 sıvılaşma nedeniyle 6000 kadar konut tamamen oturulamaz hale gelmiştir. 145.000 konutun bulunduğu Christchurch şehrinde, yaklaşık 9100 adet konutun yaşanamaz hale geldiği düşünüldüğünde sıvılaşma kaynaklı yıkımın önemli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Araştırma sonucunda yüksek sismisite nedeniyle sıvılaşma 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 sıvılaşma 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 tetiklemesiyle 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 gözlendiğini 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 kıyıdan 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 bulmuştur. 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 öncesindeki 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 ≥ 0,65) düşük riskli bölgelere göre (PGA ≤ 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 hazırlamış 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 başladığıve 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, 2.654km^2'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 adedi 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 olaylar (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
Kentiçi 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)'de 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 bazı heyelan, çığ ve toprak kaymaları (CRED, 2019).

Felaket Alt Türü	Etkilenen Yer	Tarih	Ölü Sayısı	Etkilenen Kişi Sayısı
Heyelan	Sarilar village (Tekirdag)	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'inioluşturduğu görülmektedir (CRED, 2019).

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

Lokasyon	Tarih	Ölü Sayısı	Etkilenen Kişi Sayısı	Zarar ('000 $)	Felaket Alt Türü
Zonguldak, Karabuk, Bartin, 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, Halkali, Basaksehir (K.cekmece), Kilyos (Sariyer) Silivri, Catalca (Istanbul) Tekirdag, Saray (Tekirdag)	7.09.2009	40	35'020	550'000	Ani Su Baskını *(Etkilenen Alan: 3,167 km^2)*

Tablo 2.6 (Devamı): Türkiye sınırları içerisinde maddi zarara neden olan meteorolojik olaylar (CRED, 2019).

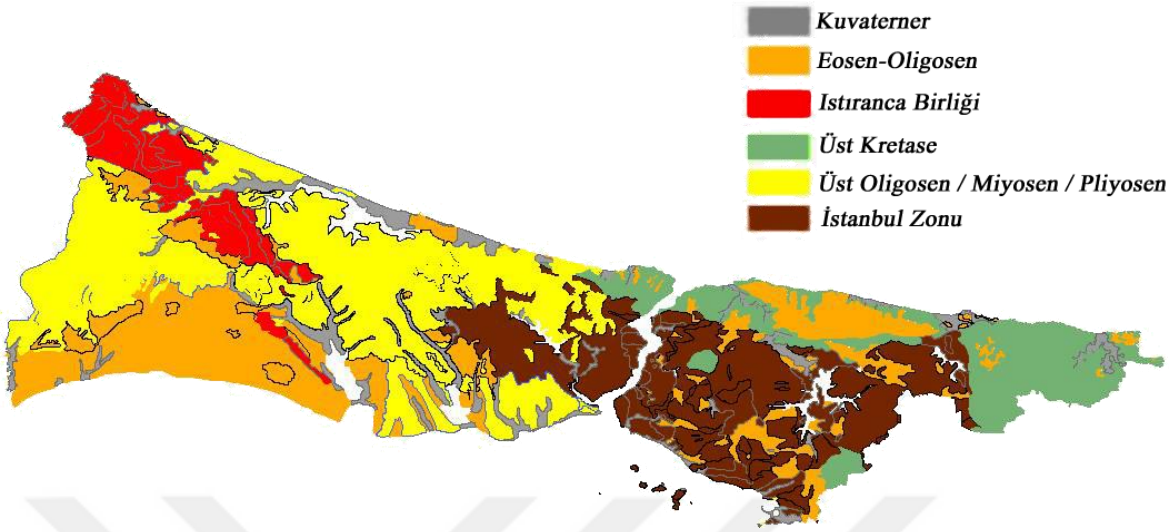
Lokasyon	Tarih	Ölü Sayısı	Etkilenen Kişi Sayısı	Zarar ('000 $)	Felaket Alt Türü
Antalya (Merkez, Antalya), Mersin (Merkez, Icel), Siverek, Ceylanpinar, Suruc (Sanliurfa), Bismil, Cinar (Diyarbakir), Cizre, Silopi, Uludere (Sirnak), Merkez, Hasankeyf (Batman), Beykoz, Sariyer (Istanbul), Yuksekova, Semdinli (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 (EasternTurkey)	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 JEOLOJİ

İstanbul Anadolu yakasında kronolojik olarak en altta yer alan birimler Paleozoik yaşlıdır. Bu birimler Alt Ordovisyen'den Alt Karbonifer'e kadar uyumlu olan istif (**Şekil 3.1**) inceleme alanındaki Kurtköy, Aydos, Gözdağ, Dolayoba, Kartal, Tuzla, Baltalimanı ve Trakya formasyonları ile temsil edilmektedir 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 çakıltaşı ve miltaşından oluşan Yunuslubayır Formasyonu ile olistostrom ve moloz akıntısı içeren Şile formasyonu gelmektedir. İstanbul'un her iki yarımasının Karadeniz ve Boğaziçi'ne bakan kesimlerinde ise Üst Kretase yaşlı Sarıyer Formasyonu ile onu üzerleyen Akveren Formasyonu yer almaktadır (**Şekil 3.2**).



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 gelmektedir. 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	Liotoloji
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		Bakırköy Formasyonu	Maktra-kireçtaşı-marn-kil
		Ng	110		Güngören Formasyonu	Kum mercekli gri killer
		Nç	40		Çukurçeşme Formasyonu	Gevşek blok-çakıl-kum-kil
PALEOJEN	ÜST OLİGOSEN - ALT?-ÜST MİYOSEN	Pö	75		Ömerli Formasyonu	
	diskordans					
	ORTA OLİGOSEN - ALT MİYOSEN	Pg	300		Gürpınar Formasyonu	Çakıltaşı-kireçtaşı, marn, kömür-kil, tüf / Tüfit,kumtaşı-çakıltaşı,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	
	diskordans					
	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 (Istıranca Birliği)	Kırmızı karasal kırıntılılar
	diskordans					diskordans
PERMİYEN	PERMİYEN	Psg			Sancaktepe Graniti (Istıranca Birliği)	
KARBONİFER	ALT KARBONİFER	Ct	2000	İstanbul Grubu	Trakya Formasyonu	Türbidit kumtaşı ve çakıltaşı ile gri şeyller
DEVONİYEN	ORTA-ÜST DEVONİYEN	Dt	175		Tuzla Formasyonu	Yumrulu kireçtaşı
	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	Kuvarseranit, kuvars çakıltaşı
	ALT ORDOVİSİYEN	Ok	500		Kurtköy Formasyonu	Merceksel çakıltaşı, kumtaşı, şeyl

Şekil 3.2: İstanbul il geneli için genelleştirilmiş kronostratigrafik birimlerin değişimi

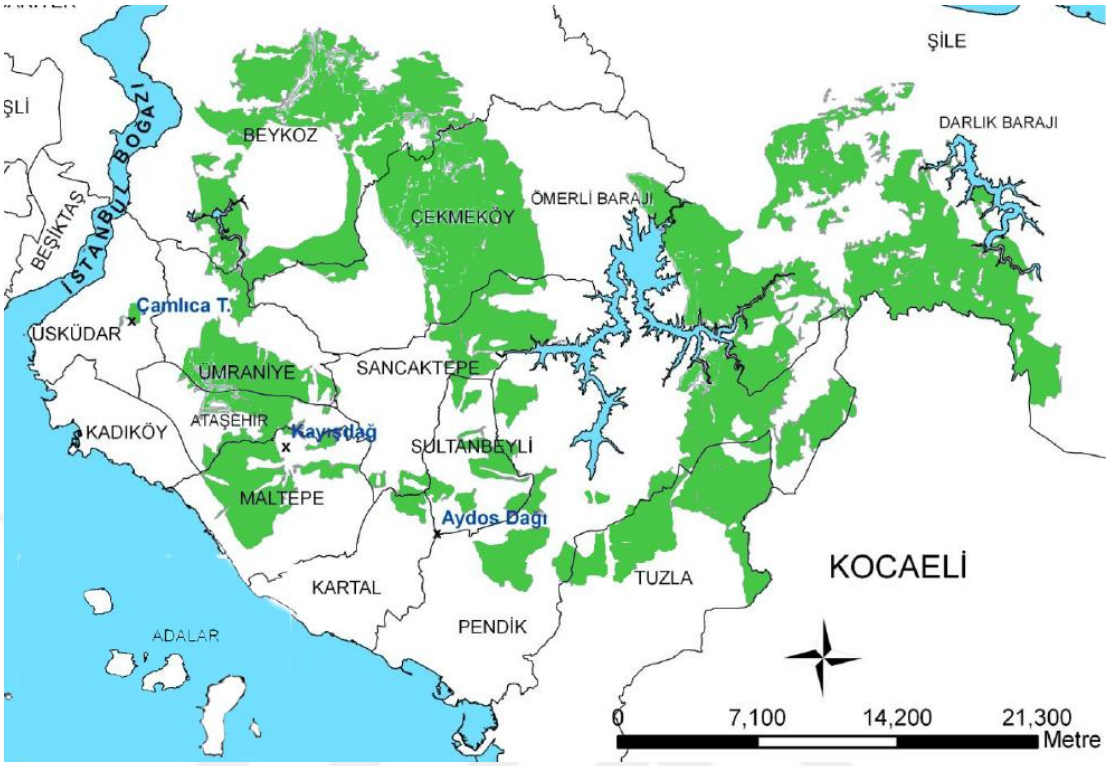
3.1.1. ANADOLU YAKASI PALEOZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ

İstanbul Paleozoyik istifi olarak da adlandırılan bu yapı İstanbul'un çoğunlukla Anadolu yakası ve çevresi değişik yaşlardaki litostratigrafi birimleriyle temsil edilmektedir. Alttan üste doğru. 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.

3.1.1.1.Kurtköy Formasyonu (Ok)

İstanbul Paleozoyik İstifi'nin görünür olan en yaşlı tabanı olan bu birim Önalan (1981) tarafından için Kurtköy Formasyonu olarak adlandırılmıştır. İstanbul il genelinde yapılmış olan 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 kesit olarak Tuzla ilçesinin kuzeybatısındaki Kurtköy ve civarında gözlenmekle birlikte Anadolu yakasında birimin diğer mostra verdiği yerler **Şekil 3.3**'de gösterilmiştir. Bu birim konglomera, kumtaşı ve şeyl olarak üç ana litolojiden oluşmaktadır. Kurtköy formasyonun İstanbul ve çevresindeki kalınlığı 300 ile 700 metre arasında değişmektedir (Gedik ve Önalan, 2001). Önalan (1981) formasyonun kalın karasal, ılıman-sıcak hava koşullarında oluştuğunu belirtirken; tekrarlanan istiflerden oluşuyor olması, birim rengi ve fosil içermemesi nedenleriyle Gutsuz (2008) tarafından birimin akarsu ortamındaki çökeldiği ifade edilmiştir.

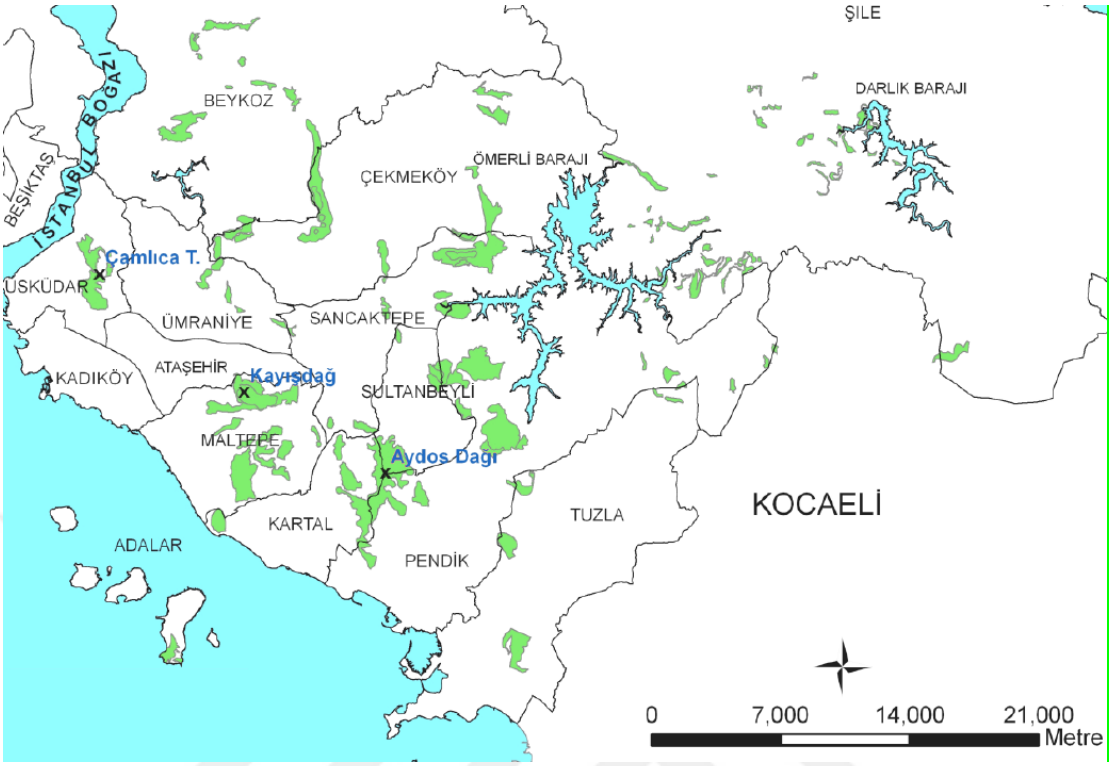


Şekil 3.3: Kurtköy formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

3.1.1.2. Aydos Formasyonu (Oa)

İlk kez 1938 yılında Paeckelmann tarafından incelenen birim daha sonra Önalan (1981) ve Seymen (1995) tarafından Aydos Formasyonu olarak kullanılmıştır. Birimin tipik olarak izlendiği bölge formasyonun bilinen adını da aldığı İstanbul'un en yüksek yeri olan Aydos Dağı (Sultanbeyli) olurken aşınmaya dayanım gösteren kuvarsarenitlerin gözlendiği yerler **Şekil 3.4**'de yer almaktadır. 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 gül kurusu, kül renkli kuvars arenit birimler az miktarda da olsa silttaşı, şeyi, kumtaşı, çört ve çakıl ara seviyelidir.

Kuvars çakıllarından alınan örneklerden elde edilen ince kesitler üzerinde Gutsuz (2008) tarafından yapılan çalışmada tanelerin kötü boylanmış; kum boyutlu malzemenin, kuvars ve çörtten, çok az miktarda da muskovitlerden teşekkül, kuvarsarenitler ise tane olarak çok iyi boylandığı gözlemiş olan birimin tipik kalınlığının 300 metre kadar olduğu, birim çökellerinin duraylı bir bölgede bol enerjili sığ bir denizde çökeldiği ifade edilmiştir (Önalan, 1981).



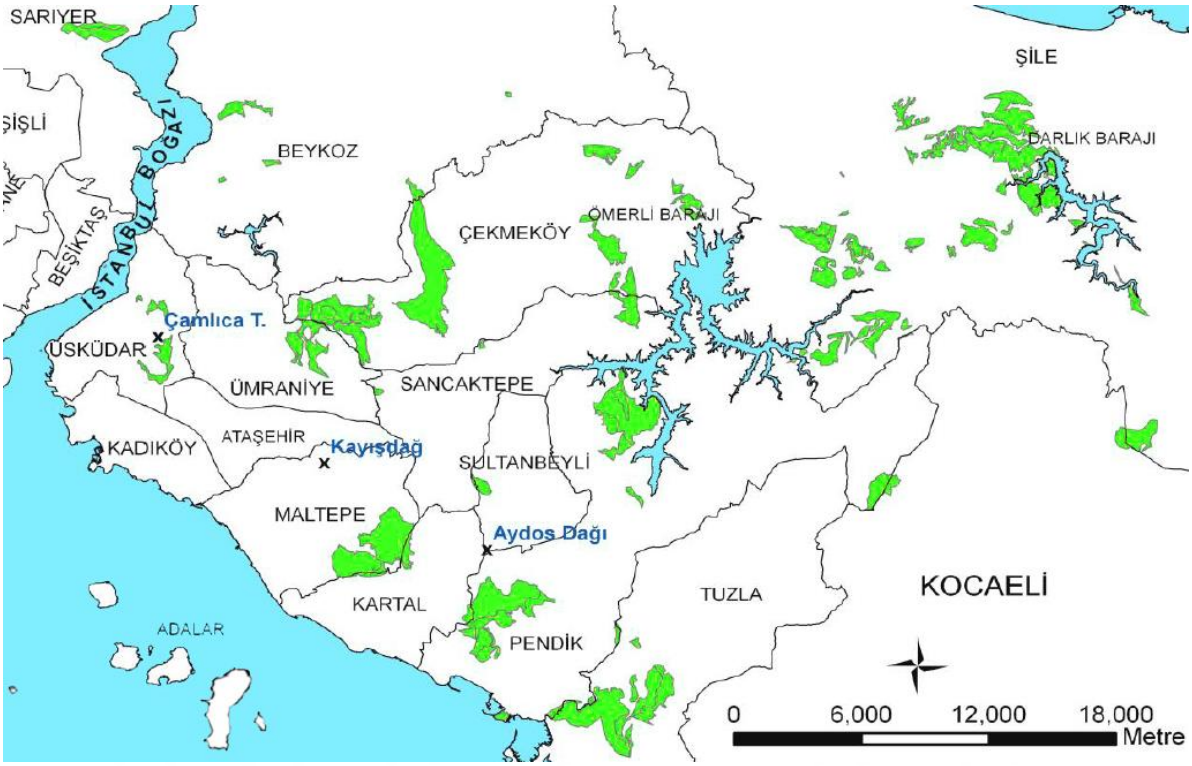
Şekil 3.4: Aydos formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

3.1.1.3. Gözdağ Formasyonu (Og)

İstanbul Paleozoyik istifinin fosil içeren en yaşlı birimi ilk olarak Paeckelmann (1938) tarafından "Halysites – Grauwacken Horizonu" olarak literatüre girmiş olup daha sonra Ketin ve Abdüsselamoğlu (1966) tarafından "Zeytini Kumlu Şeyl ve Grovak" olarak tanımlamıştır. Birim daha sonraki araştırmalarda "Kayalıdere Folge" (Haas, 1968), "Büyükdere şeyli" (Kaya, 1978) olarak isimlendirmiş olup Önalan (1982) tarafından Gözdağ Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Gözdağ Formasyonu'nun tipik olarak gözlendiği Gözdağ Tepe (Dumlupınar, Pendik) olup il genelinde gözlendiği yerler **Şekil 3.5**'de gösterilmiştir. Formasyon içindeki birimler taba/füme renginde, değişken tabakalı şeyl ve grovaklar ile şeyl, kumtaşı, demirli arenit, kireçtaşı içerir. Önalan (1982), birimin Gözdağ Tepe çevresinde 700 metre kalınlıkta olduğunu belirtirken Akyüz (1987) Büyükdere çevresinde alt sınırı görülmemesine karşın 720 metrelik kalınlıkta olduğu belirtilmiş olup, Önalan (1982) formasyonunun plaj çökellerinden oluşan Aydos

Formasyonu ve akarsu çökellerinden oluşan Kurtköy Formasyonu ile uyumlu ilişkisinin olması birimin lagün ortamında çökelmiş olduğunu ifade etmiştir.



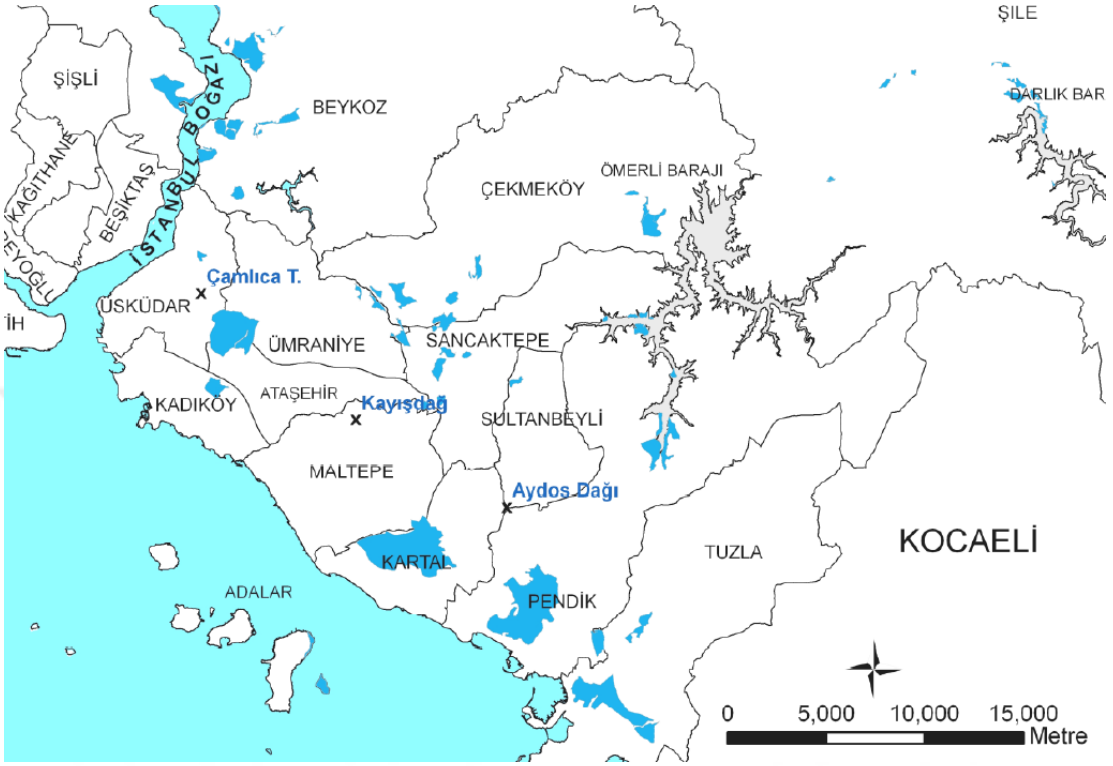
Şekil 3.5: Gözdağ formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

3.1.1.4.Dolayoba Formasyonu (SDd)

Dolayoba Formasyonu İstanbul Paleozoyik istifinde alttan üste doğru, tümüyle kireçtaşlarından oluşan ilk birim olarak gözlenirken birim Penck (1919), Baykal ve Kaya (1963), Kaya (1973; 1978) tarafından çalışılsa da Dolayoba Formasyonu olarak Önalan (1981) tarafından kullanılan adlama bu çalışmada da benimsenmiştir. Formasyonu tipik olarak Dolayoba (Pendik)'da gözlenmekle birlikte Boğaziçi'nin her iki yakası ile il genelinde gözlendiği yerler **Şekil 3.6**'da gösterilmiştir.

Doğal renginin çivit mavisinden daha yeşil ve soluk koyu grimsi mavi renklerde; bozunduğu yerlerin ise bejimsi gri (grej), açık gri renklerde olduğu fosilli, yer yer iri yumrulu ve kırıntılı kireçtaşlarından oluşan birimde yumrulu ve bantlı kireçtaşlarının oldukça kalın olup geniş alanlarda yüzeylendiği, birimin kalınlığının yaklaşık olarak 400 metre olduğu ifade edilmiştir

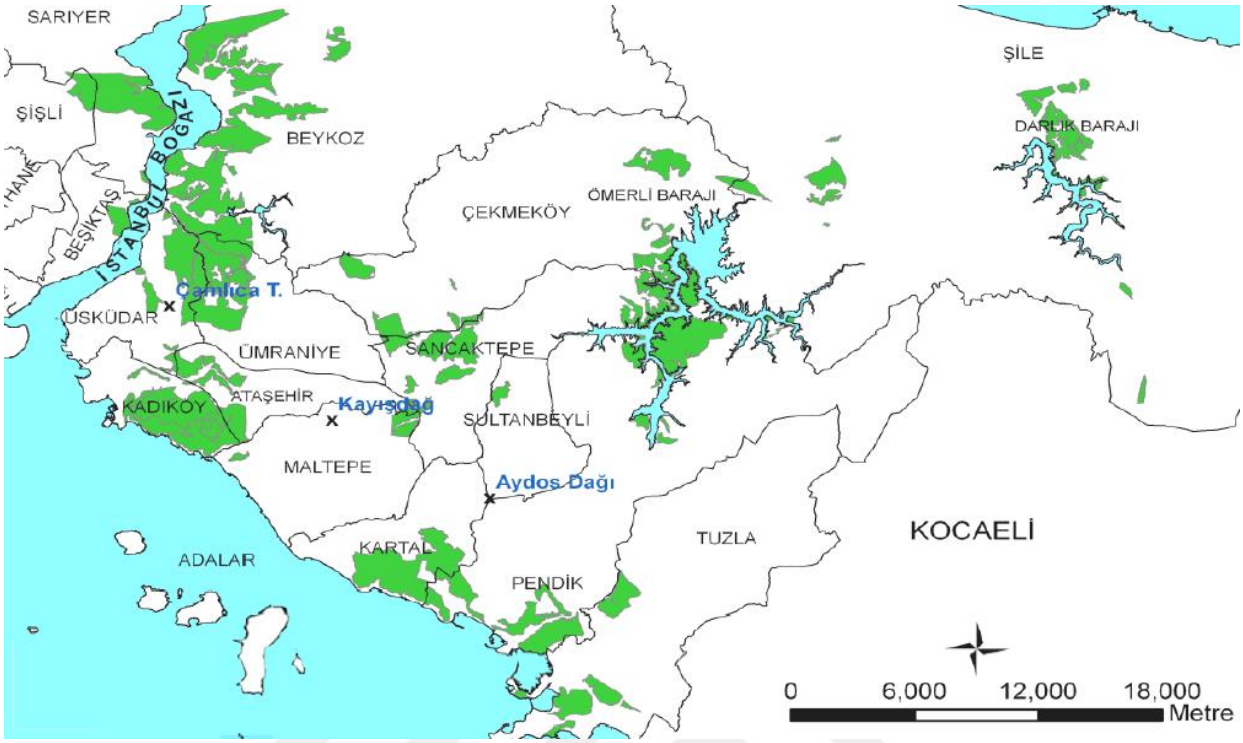
(Önalan, 1981). Gutsuz (2008) formasyondan alınan mercan fosilleri üzerinde yaptığı çalışmasına dayandırarak birimin çökeldiği ortamın resifal karakterde olduğunu belirtmiştir.



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

3.1.1.5.Kartal Formasyonu (Dk)

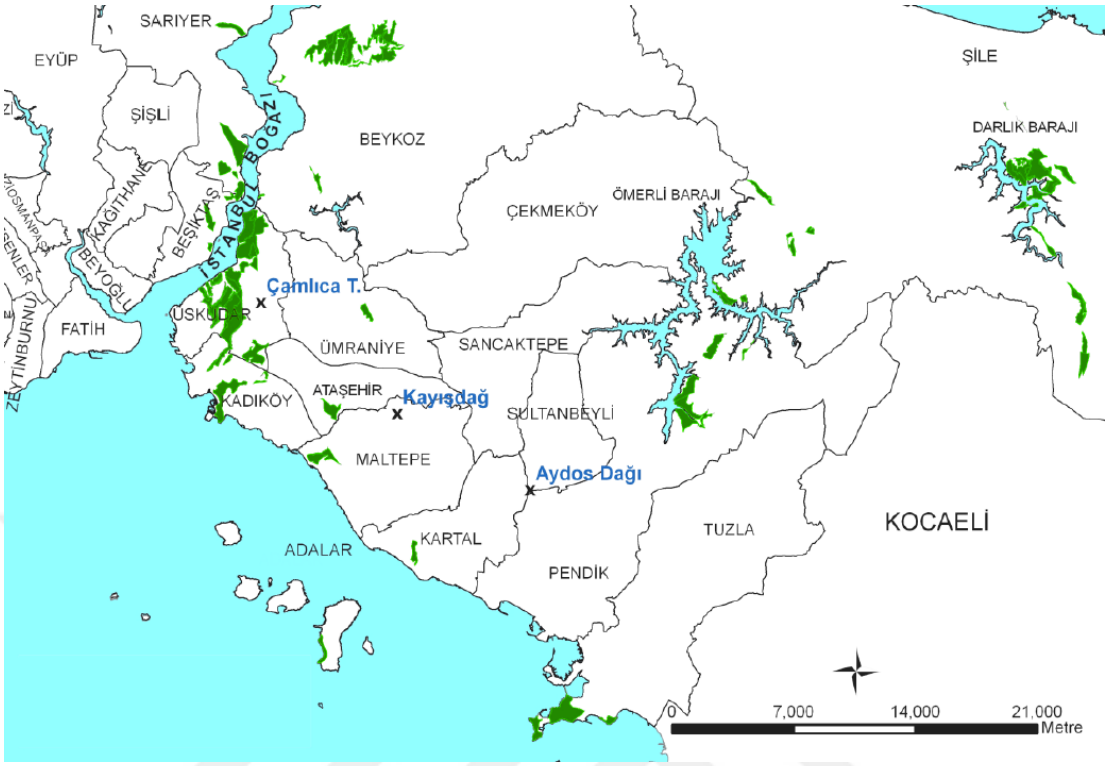
Birim Kaya (1973) tarafından Pendik grubunun alt birimlerden biri olarak Kartal formasyonu tanımlamasıyla kullanılmış, Önalan (1987) ise Kaya (1973)'nın Pendik grubu olarak tanımladığı alt formasyonları Kartal Formasyonu adı altında tek bir birim olarak adlandırmıştır. Kaya (1973) birimin tipik kesitinin Kartal-Soğanlı yolu olarak belirtirken il genelinde gözlendiği yerler **Şekil 3.7**'de gösterilmiştir. Birim, turuncuya çalan açık kahverengi ve fosilli şeyllerden meydana gelmekte olup ayrışma rengi açık sarı-açık kahve, taze yüzeyleri ise füme renklidir. Birimin ortalama kalınlığının 650-700 m arasında olup; 1000 m'den fazla kalınlığa çıktığı düşünülmekte olup, Önalan (1987) formasyonun düşük enerjili sakin, derin denizel bir ortamda çökeldiğini belirtmiştir.



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

3.1.1.6.Tuzla Formasyonu (Dt)

Önalan (1987) tarafından Tuzla Formasyonu olarak tanımlanan birimin kalınlığı 150-200 m arasında değişmekte olan birimin il genelindeki yayılımı **Şekil 3.8**'de gösterilmiştir. Kaya (1973) birim alt kesimlerinde koyu füme renkli, ince-orta tabakalı, yer yer şeyl ara katkılı kireçtaşları, orta kesimlerinde sarı, gri ve pembe renklerde silisli şeyl–çört ardalanması gözlenirken, üst kesimde füme renginde kireçtaşı-şeyl ara seviyeleri bulduğunu ifade etmiştir. Bu birimden alınan numuneler üzerine Akyüz (1987) tarafından yapılan çalışmada kalsit ve demiroksit dolgulu yoğun çatlaklı ve yer yer az oranda karasal kökenli kırıntılar barındırdığını bildirmiş olup, Önalan (1987) formasyonu kıta yamacına yakın olan kısmında, yamaç önündeki ortamda ve kıta yamacında çökeldiğini ifade etmiştir.

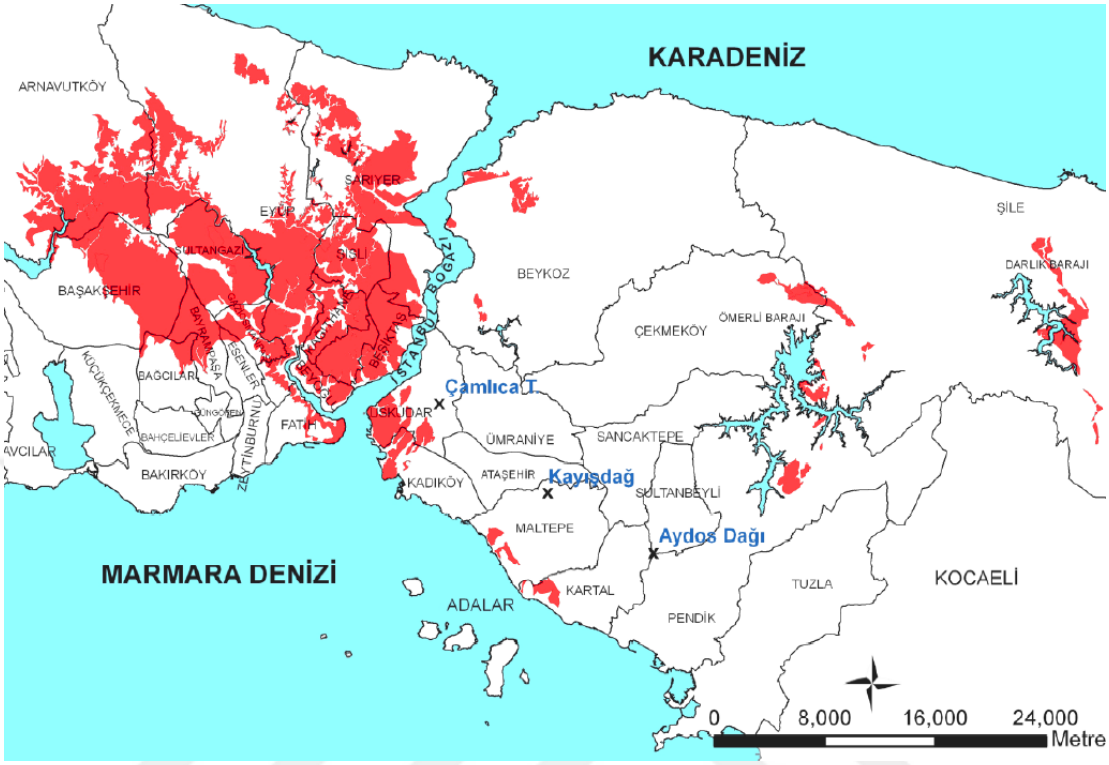


Şekil 3.8: Tuzla formasyonu ve il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

3.1.1.7.Trakya Formasyonu (Ct)

Yerbilimi tarihinde ilk defa Tchihatcheff (1864) tarafından, sonrasında Penck (1919) tarafından literatüre geçirilen birim daha Baykal ve Kaya (1966), Kaya (1971), Önalan (1982) ve Seymen (1995) tarafından Trakya Formasyonu olarak adlandırılmıştır. İstanbul Paleozoyik istifinin en üzerinde bulunan birimin il genelindeki dağılımı **Şekil 3.9**'da gösterilmiştir.

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



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

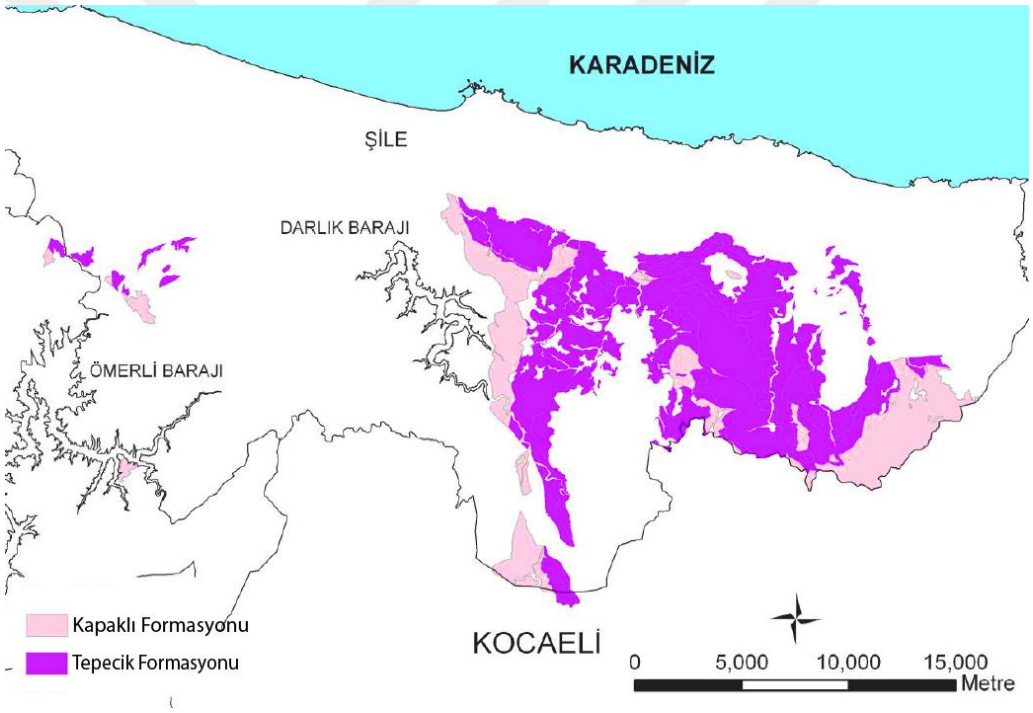
3.1.2. ANADOLU YAKASI MESOZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ

3.1.2.1.Kapaklı Formasyonu (Trak)

Paleozoyik temelin farklı birimleri üzerine açısal uyumsuzlukla gelen ve ilk defa Altınlı (1968) tarafından adlandırılan birim batıda İstanbul, doğuda ise İzmit-Sakarya ile sınırlanmış bir alanda yayılım göstermekte olup il genelindeki dağılım **Şekil 3.10**'de gösterilmiştir. Birimin rengi genel olarak kırmızımsı sarı-mor renkli çakıl ve kumtaşlarından oluşurken birimin kalınlığı taban topoğrafyası ve ortam koşullarına bağlı olarak 50 ile 550 metre arasında değişmekte olduğu (Altınlı, 1968) belirtilmiş olmakla birlikte 400 metre (Baykal, 1943), 200 metre (Erguvanlı, 1949), 50-1000 metre (Özdemir, 1973) ve 10-1200 metre (Gedik 1975) olarak farklı birim kalınlıkları da literatüre geçmiştir.

3.1.2.2.Tepecik Formasyonu (Trüt)

Altınlı ve diğerleri (1970) tarafından yapılan çalışmada formasyonu oluşturan birimlerin tipik olarak gözlendiği Tepecik köyü (Gebze, Kocaeli) kaynak olmuştur (**Şekil 3.10**). Tepecik formasyonunu oluşturun birimler üzerinde Yurtsever (1982) tarafından yapılan çalışmada birimin kireçtaşı, şeyl, killi kireçtaşı, kireçli kiltaşı ardalanmaları oluşturuken, alt kesimlerinde kızıl renkli, çakıltaşı veya kireçtaşları, üste doğru bejimsi gri (grej), açık füme renklerdeki kireçtaşları ile üst kesimlerini bejimsi gri (grej) renkli, laimanlı kumlu kireçtaşı-şeyl ardalanması gözlendiği ifade edilmiştir. İstanbul ili genelinde birimin kalınlığının 80-100 metre civarında olduğunu ifade edilmektedir (Özgül, 2005).



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

3.1.2.3.Sarıyer Formasyonu (Ks)

Pehlivan (1990) tarafından Sarıyer Formasyonu olarak adlandırılan birim bir diğer 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 incelenmiş olup bu çalışmada Pehlivan (1990) tarafından yapılan Sarıyer Formasyonu

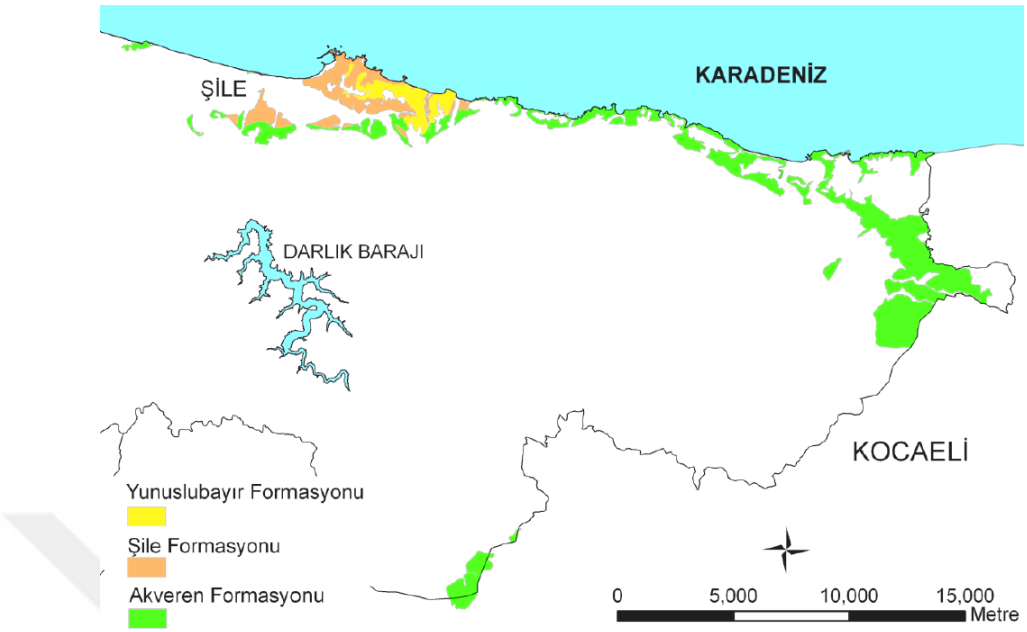
adlandırması benimsenmiştir. İstanbul il sınırları içerisinde Karadeniz sahilleri boyunca Karaburun (Arnavutköy) ile Kumbaba (Şile) arasında uzanan (**Şekil 3.11**), alt kesimlerinde kumtaşı-şeyl ardalanmalı, orta kesimlerinin bazik volkanit, üst kesimlerinin ise volkanit kökenli kırıntılılar yer almaktadır (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 edilmiştir.



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

3.1.2.4.Akveren Formasyonu (KPa)

İlk defa Bagdley (1959) tarafından adlandırılan birimin formasyonun litolojisi genel olarak marn, kiltaşı, killi kireçtaşı ardalanmasından; alt kesimleri hardal renkli kumtaşı, çakıltaşı, kırıntılı kireçtaşı ile çapraz tabakalı kumtaşından, üste kesimleri ise turuncu renkli kumtaşlarına ile kumlu kireçtaşlarından oluşmaktadır. Formasyonunun kalınlığı Akyol ve diğ. (1974) tarafından 390 metre, Akman (1992) tarafından 590 metre olarak belirtilmiştir. İzmit'in kuzeybatısında yer alan birimin genel yayılımı **Şekil 3.12**'de gösterilmiştir.



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

3.1.3. ANADOLU YAKASI SENOZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ

3.1.3.1. Şile Formasyonu (Pş)

Baykal ve Önalan (1979) tarafından "Şile olistostromu" olarak adlandırılan birim en iyi şekilde Şile ilçesinin sahil kesiminde, Eşek Adası ile Kumbaba Plajı ve çevresinde gözlenmektedir (**Şekil 3.12**). Alt dokanağı tespit edilemeyen birim üstte ise Yunuslubayır Formasyonu tarafından açısal uyumsuzlukla örtülmektedir.

Birim düzensiz-irili ufaklı bloklarının kille tutturulması sonucunda meydana gelmiş olan bir olistostrom ile bu bloklu birimi içerisinde bulunduran ince-orta tabakalı, lokal olarak derecelenmeli bir yapı da sergileyebilen kiltaşı-kumtaşı-marn ardalanmasından oluşurken; alt birim dokanağı çalışmalarda görülememesi nedeniyle kesin kalınlığı bilinmemekle birlikte görülür kalınlığının 150 metre civarında olduğu ifade edilmiştir (Baykal ve Önalan, 1982).

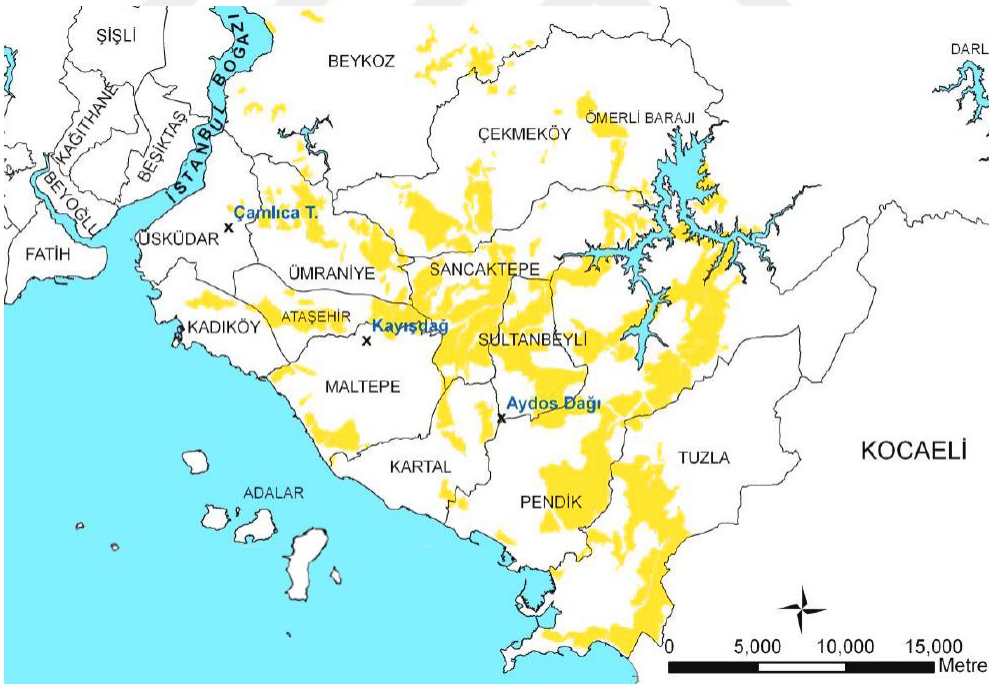
3.1.3.2. Yunuslubayır Formasyonu (Py)

Şile Formasyonu gibi yine Baykal ve Önalan (1982) tarafından ve Şile yöresinde tanımlanmıştır. Birim en iyi şekilde Şile ilçesinin sahil kesiminde, Eşek Adası ile Kumbaba Plajı ve

çevresinde gözlenmektedir (**Şekil 3.12**). Orta kalınlıkta olan ve sarıya çalan rengiyle kireçtaşı-marn ardalanmalı birimin gözlenebilen kalınlığı İstanbul il geneli için yaklaşık olarak 40-50 metre kadar olup İstanbul sınırları dışında ise 300 metre kalınlığa kadar çıkmaktadır. Baykal (1943), birimin çökelme ortamı derin denizden şelf ortamına kadar değiştiğini ifade etmektedir.

3.1.3.3.Ömerli Formasyonu (Pö)

Kil, kum, çakıl birikintilerinden oluşan birim en alt kesimleirnde iri çakıl-kaba kum, orta kesimlerinde kil boyu ince kırıntılar ve üst kesimlerde kızıl sarı, yer yer çakıllı, kum-kil boyu ince taneli litolojiden oluşmuştur. 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'ün güneyi ve Samandıra (Kartal) ile Maltepe ilçesinde de gözlenmekte (**Şekil 3.13**) olup istifin kalınlığının ise 70-80 m. olduğunu ifade edilmektedir (Özgül, 2005).

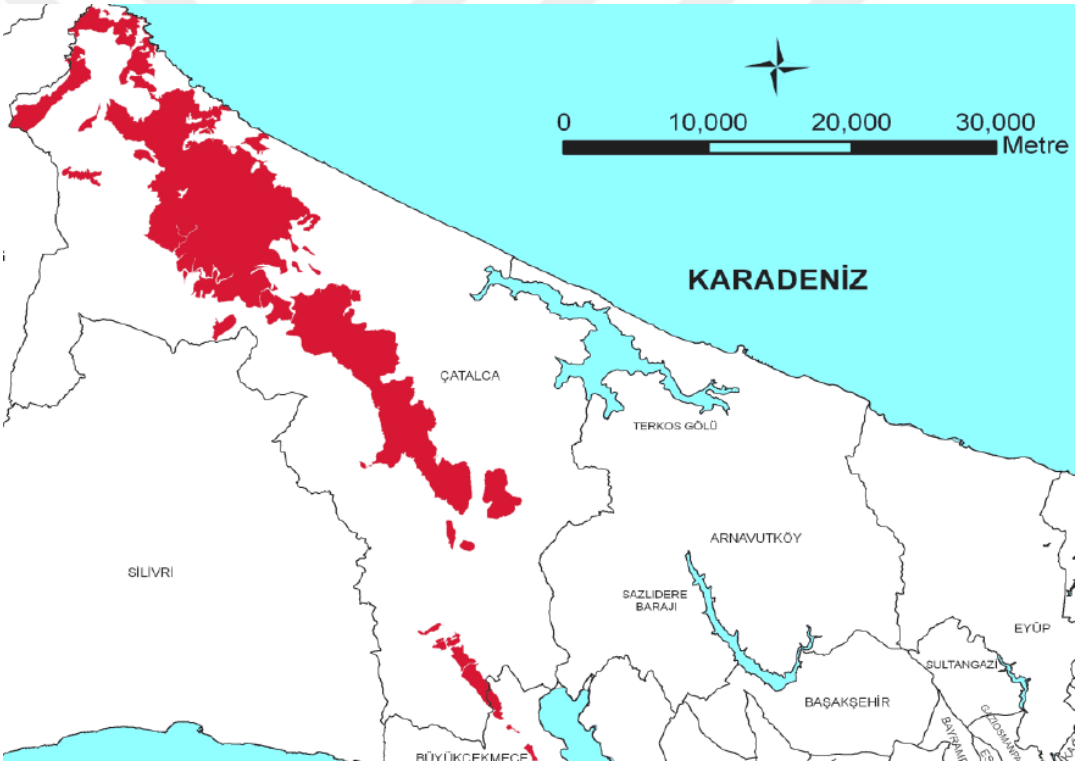


Şekil 3.13: Ömerli formasyonunun il genelindeki dağılımı (Özgül, 2005).

3.1.4. AVRUPA YAKASI ISTRANCA MASİFİ LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ

3.1.4.1.Istranca Masifi

Trakya'nın Karadeniz kıyı şeridi boyunca uzanan Istranca Dağları'nda mostra veren metamorfik kaya topluluğu olarak bilinmektedir. Istranca masifinin Triyas öncesi bir temel ve bu temeli uyumsuzlukla örten Triyas-Jura meta-sedimenter kayalardan oluştuğu ifade edilmektedir (Aydın, 1974, Üşümezsoy, 1982; Aydın, 1988; Çağlayan ve Yurtsever, 1998; Okay ve diğ., 2001). Istranca masifinin metamorfik kayaları İstanbul yakınlarındaki Çatalca'dan Bulgaristan sınırına kadar yaklaşık 25-30 km genişlikte ve 200 km uzunlukta bir kuşaktır (**Şekil 3.14**).



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

3.1.5. AVRUPA YAKASI SENOZOYİK LİTOSTRATİGRAFİ BİRİMLERİ

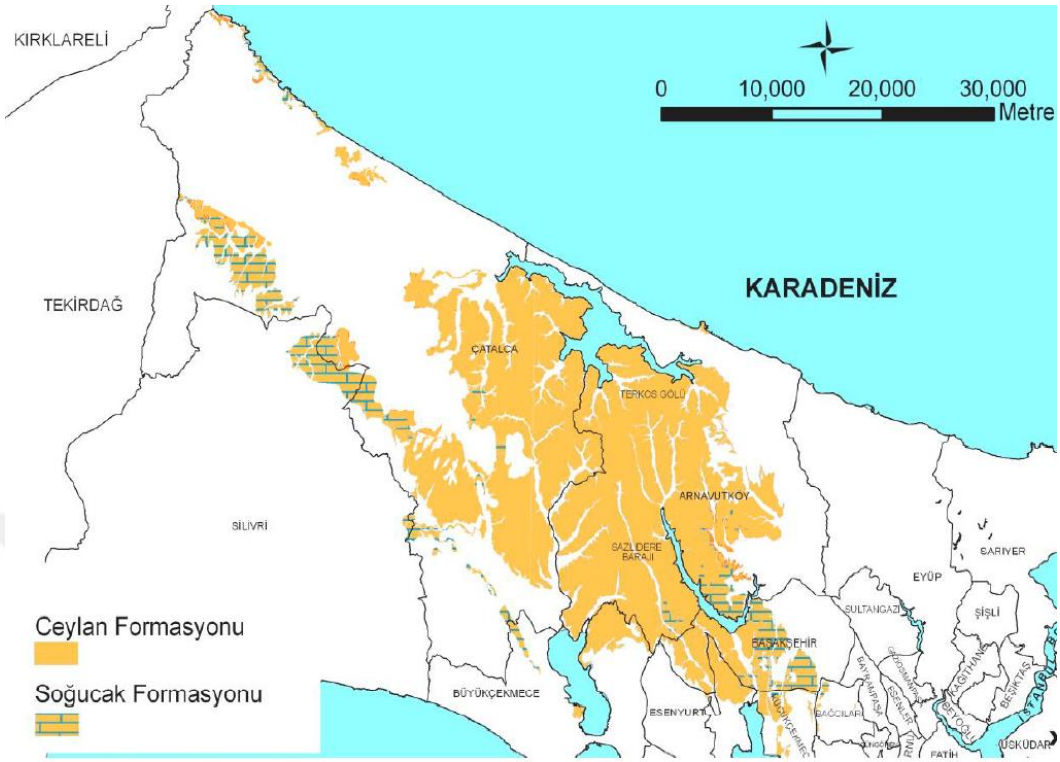
Istranca dağları güney eteklerinden başlayarak mostra veren ve hemen hemen Trakya'nın tamamını kapsayan Senozoik istifi 9000 metre kalınlığa erişmektedir (Kopp ve diğerleri, 1969; Turgut ve diğerleri, 1983,1991; Görür ve Okay, 1996; Turgut ve Eseller, 2000). Eosen-Oligosen

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).

3.1.5.1. Soğucak Formasyonu (Ps)

Birim ilk defa Holmes (1961) tarafından, tipik göründüğü yer olan Soğucak Köyü (Vize, Kırklareli)'nde tespit etmiş ve Ünal (1967) tarafından "Soğucak Kalkeri" olarak tanımlanmış olsa da çeşitli araştırmacılar Soğucak Formasyonu tanımlamasını tercih etmişlerdir (Kasar ve diğ., 1983; Kasar, 1987; Sümengen ve diğ., 1987). İstanbul il geneline ise Çatalca ve Bahçeşehir ilçelerinde gözlenmekte olup il genelinde yayılımı **Şekil 3.15**'de gösterilmiştir.

Formasyon çoğunlukla şelf ortamında çökelmiş karbonatlardan oluşurken, kireçtaşları, beyaz-bejimsi gri (grej), orta/kalın tabakalı-masif, orta-iyi gözenekli/erime boşluklu, bol fosilli olan birimin kalınlığı, Trakya havzasında 400 metreye (Siyako ve Kasar, 1985), kırıntılı kireçtaşının sahada gözlenebilen kalınlığı 80 metreye, Trakya formasyonunu üzerleyen kireçtaşının kalınlığı ise 62 metreye kadar çıkabilmektedir (İ.B.B., 2001). Özgül (2005) ise İstanbul il genelinde formasyonun ortalama kalınlığının yaklaşık olarak 50 metre olduğunu ifade etmiştir. Soğucak formasyonu sığ ve dalgalı denizel ortamda ve sıcak bir iklimde çökelmiştir (İ.B.B., 2001).



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

3.1.5.2.Ceylan Formasyonu (Tc)

Birim ilk defa Ünal (1967) tarafından "Ceylan Şeyli" olarak adlandırılsa da formasyon olarak Keskin (1974) tarafından literatüre kazandırılmış olan birim pelajik-şeyl, marn, killi kireçtaşı, türbiditik kumtaşı-şeyl ardalanmasınıdan oluşmaktadır. Formasyonun egemen litolojisini meydana getiren kiltaşı taze iken mavimsi-gri, ayrışmış birimler bejimsi gri (grej) renktedir. İstanbul il genelinde Terkoz Gölü'nün güneyi sınırları ile Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleri arasında gözlendiği gibi kuzey Çatalca ile Sazlıdere civarında marn-kiltaşı ağırlıklı bir litoloji sergilemekte olan (Özgül, 2005) birimin il genelindeki yayılımı **Şekil 3.15**'de gösterilmiştir.

Formasyonun kalınlığı taban topoğrafyası ile bütünlük arz eden Soğucak Formasyonu'nun gelişimine bağlı olarak, 40-50 metre ile 150-200 metre arasında değişmektedir. Soğucak Formasyonu'da gözlenen karstlaşma ve erime birimin içerdiği yüksek oranlı kil nedeniyle gelişmemiş olup, yer altı suyu açısından geçirimsiz/yarı-geçirimsiz kaya niteliği taşırken yer

altı koşullarından etkilenmediği durumlarda sert ve dayanımlı olan litoloji hava ile temas ettiğinde killi yapısı nedeniyle kolay nemlenerek yumuşak kaya özelliği kazanmaktadır.

3.1.5.3.Gürpınar Formasyonu (Tg)

Gürpınar formasyonu Sönmez (Gökçen) (1964), Sayar (1977) tarafından incelense de Tezcan ve diğ. (1977)'nin hazırladığı çalışmada tipik olarak Gürpınar köyü (Beylikdüzü, İstanbul) ve çevresinde gözlendiği için ilk defa literatüre geçerken Gürpınar Formasyonu adlaması ise Sayar (1977) tarafından kullanılmış olup il genelindeki yayılımı **Şekil 3.16**'da gösterilişmiştir. Formasyonun hâkim litolojisi silt/katı kil-kiltaşı olup birim içerisinde çakıl, kum ve silk bantları da yer alırken birimin en üst kesimlerinde mavi-yeşil renkli ve on metre kalınlığa sahip plastik kil konumlanmıştır. Kil miktarının litoloji içerisinde değişkenlik göstererek artması durumunda marn, killi marn-kil ve şeyl geçişleri gözlenebilmektedir (Akartuna, 1953). Birimin kalınlığının mikrotremor ölçümlerinden elde edilen verilerin analiz sonucunda 700 m.den fazla olduğu tespit edilmiştir (Karabulut ve Özel, 2013).



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

3.1.5.4. Çukurçeşme Formasyonu (Tç)

Çukurçeşme formasyonu ilk kez stratigrafik ve paleontolojik olarak Sayar ve Pamir (1933) tarafından tanımlandıktan sonra Arıç (1955) tarafından ayırtlanmış, Sayar (1976) tarafından tipik olarak gözlendiği bölgenin Çukurçeşme (Gaziosmanpaşa, İstanbul)'deki eski kum ocakları olması nedeniyle bu isimle adlandırılmıştır. Formasyonun İstanbul il genelindeki dağılımı **Şekil 3.17**'de gösterilmiştir. Hâkim litolojisinin kum ve çakıl olduğu birim sarı, gri beyaz, tutturulmamış veya az tutturulmuş, omurgalı fosilli, silt-kil bantlı kum, çakıllı kum-kum litolojiden oluşan birimin kalınlığının 40-50 m. bulmasına karşın yer yer iki-üç metre kadar inceldiği de belirtilmiştir (Arıç, 1955). Çukurçeşme formasyonu, göl ortamına gelen akarsu ve delta ortamı ürünlerden oluşmakta olup, dereceli olarak göl ortamına geçtiği belirtilmiştir (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 tipik olarak Güngören (İstanbul) ve çevresinde görüldüğü için bu ilçenin adıyla tanımlanan formasyonun İstanbul il genelindeki dağılımı **Şekil 3.17**'de gösterilmiştir.

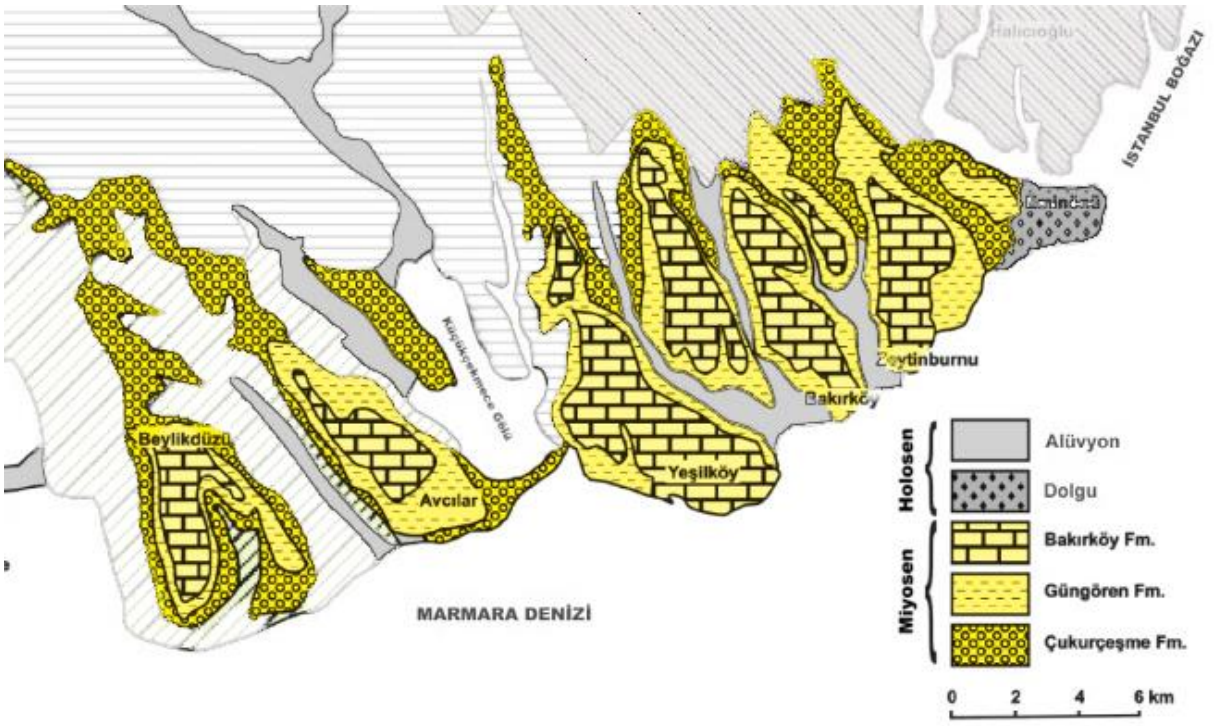
Ana litolojiyi açık turkuaza yakın bir renkte olan killer ile daha çok üst seviyelerde dağılım sergileyen ve bu killer içinde ince yerel zonlar şeklinde bulunan beyaz, bejimsi gri (grej) ve bazen yeşile yakın rengiyle marn, kil içeren kireçtaşları ve az da olsa kum bulunmakta olup, yüzeye yakın olan hava ile temas etmiş yerlerde organik madde zenginleşmesiyle renk kahverengine dönüşmüştür.

Formasyonunun ortalama kalınlığı 60-70 metre civarında olsa da değişen havza ve topografya koşullarından dolayı bölgelere göre farklılıklar göstermekle olup, tipik olarak gözlendiği Güngören ile sınır ilçesi Bahçelievler ve civarında 100-120 m.ye kadar artan kalınlık değerleri, Avcılar'da 25-30 m.ye, Tarihi Yarımada ve civarında (Fatih, İstanbul) beş ile on metreye kadar düşmektedir (Yılmaz, 2005). Formasyonun göl ortamında oluştuğu (Meriç, 1990), kil boyundaki malzemelerin fazla olması nedeniyle birimin düşük enerjili, bataklık/ durgun göl ortamında çökeldiği de belirtilmiştir (Oktay ve Eren, 1994; Yurtsever ve Çağlayan, 2002).

3.1.5.6.Bakırköy Formasyonu (Tb)

Birim Tezcan (1977) tarafından tipik olarak görüldüğü yer olması sebebiyle Bakırköy Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Marmara Denizi kıyıları ve kıyı gerisindeki geniş bir alanda görülen bu formasyon esas olarak birbirine geçişli killi ve karbonatlı kayaçlardan oluşan birimin İstanbul il genelindeki dağılımı **Şekil 3.17**'de gösterilmiştir. 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 Formasyonu'nun kalınlığının en fazla 35-40 m. olabileceğini, tipik kalınlığının ise 20-25 m. Marmara Denizi kıyılarından kuzeye gidildikçe 10-15 metrelere kadar düştüğünü ifade etmiştir. Bakırköy Formasyonu geçmişten günümüze kadar kadar süren bir dönemde İstanbul'un yapı taşı gereksinimi karşılamıştır. Bakırköy formasyonu günümüzde insan eliyle birim içerisindeki yeraltı sularının aşırı ve kontrolsüz çekilmesiyle boşaltılmış önemli bir eski akiferdir. Fosil içeriği nedeniyle formasyon karadan beslenmeli bir lagüner ortamda çökelmiştir (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 Boğaziçi'ne dökülen akarsuların mansap kesiminde, kalınlığı yer yer 70-80 metreye varan, ince malzemeli birikintiler (killi kum-mil) yer alan birim ilk kez İstanbul'un Kadıköy ilçe sınırları içerisindeki Kurbağalı Dere'nin döküldüğü Kuşdili Çayırı olarak bilinen bölgede yapılan sondaj verilerinin incelenmesi sonucu Meriç ve diğ. (1991) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon, Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleri, Altın Boynuz (Haliç) civarı, Ayamama, Veliefendi, Aksaray vadilerinde yer almakta olup, birimin taban kesimi çakıllı ve üstte doğru kum, füme rengindeki kil ve çamurdan oluşmaktadır. Holosen yaşlı birim (Oktay, 2007), 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 kayaçların litolojik kökenine bağlı olarak meydana gelmiş olan bu ayrık taneli ortam usnurları daha çok ince boyutludur. Coğrafik

rölyefe bağlı olarak yüksek yerlerde mostra veren kayaçlardan koparılarak, taşınma sonucu çeşitli dere yataklarına çökelmiştir. Alüvyon çökelleri inceleme alanında sekiz-on metrekalınlığa sahiptir. Kuvaterner yaşlı olan bu birim bölgedeki diğer tüm kayaçların üzerine uyumsuz olarak gelmektedir (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 JEOLOJİ

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 görünümlerinin kazanılmasında, özellikle Gürpınar ve Çukurçeşme formasyonları arasındaki uyumsuzluk bulunmaktadır. Bu uyumsuzluğun Alpin Orojenezi'nin Savik Fazı ile Üst Miyosen sonrasında bölgenin

karasallaşmasına etkili olan Artik 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 Bindirmesi boyunca Paleozoyik yaşlı kayalar Üst Kretase yaşlı volkanitler üzerine itilmiş durumda olup bu hat üzerinde, Triyas yaşlı birimlerle Üst Kretase yaşlı volkanik kayalar yanyana durmaktadır. Sarıyer-Şile Bindirmesi Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşlı Ömerli formasyonu ile örtülmektedir. Buna göre bindirme Oligosen öncesinde oluşmuştur. Akveren formasyonundan türediği düşünülen Şile ve civarındaki merceksel kireçtaşlarından oluşan Şile formasyonunun, bu bindirmenin etkisiyle oluştuğu ifade edilmektedir (Baykal ve Önalan 1979, Gedik ve diğ., 2005). Boğazın batı kesiminde, Paleozoyik yaşlı temel kayaçları ile bu kayaçlar üzerindeki Eosen yaşlı 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).

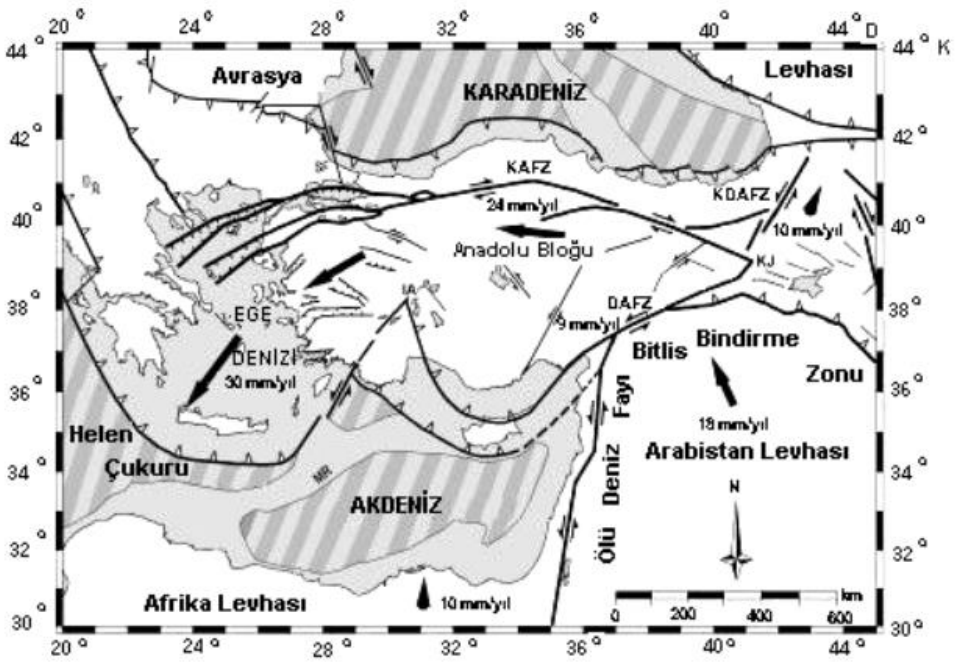
Temel birimler etkin kuzey-güney gerilmelerin etkisi altında kalırken genç çökeller ise yataya yakın katmanlanmaları ile deformasyonlardan oldukça korunmuştur. Kıvrım yapıları belirgin olarak Paleozoyik yaşlı temel kayalarında gözlenir. Paleozoyik birimleri Hersiniyen ardından Alpin orojenezi dönemlerinde ileri derecede deformasyona uğramıştır (Yürür, 2015). Triyas yaşlı çökel kayalar ve Üst Kretase yaşlı volkanik istifte kıvrım yapılarına rastlanmamaktadır (Yavuz, 2008). Kartal ve Trakya formasyonlarının kil içeriği fazla olan kaya birimleri, Tuzla ve Dolayoba Formasyonu'nun kiltaşı, şeyl arakatkılı ince katmanlı kireçtaşılarında sık kıvrımlar gelişmiştir (Özgül, 2011). Boğazın batı kesimine gelindiğinde ise Eosen yaşlı birimlerin üzerinde uyumsuz olarak bulunan Oligosen ve Miyosen birimlerin (Gürpınar, Çukurçeşme, Güngören ve Bakırköy formasyonları) yaşlarıyla ilişkili bir şekilde değişen kıvrımlanma ve deformasyon özelikleri 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 (Sakınç 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)'nun da önemli rolü bulunmaktadır (**Şekil 3.18**).

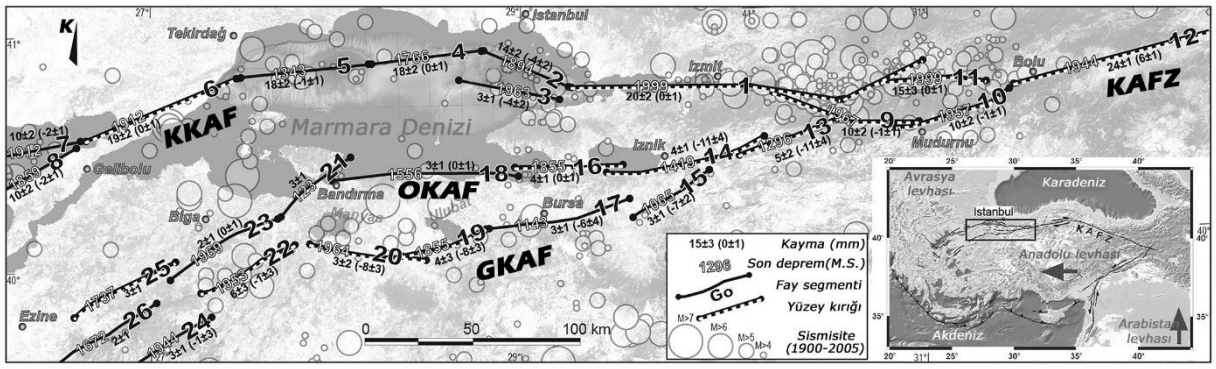
Anadolu Levhasının batıya doğru sıkışması 12-13 milyon yıl önce Arabistan ve Avrasya levhaları arasındaki çarpışma aşamasının sonlarında başladığı belirtilen (Dewey ve diğ., 1989) etkinin sonucu olarak meydan gelen Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın dünyanın en büyük aktif kıta içi yanal atımlı faylarından biri ifade edilmiştir (Ketin, 1948). 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).



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

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 mikroplakası ve Avrasya plakaları arasındaki çarpışma ile ~ 23 ± 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.



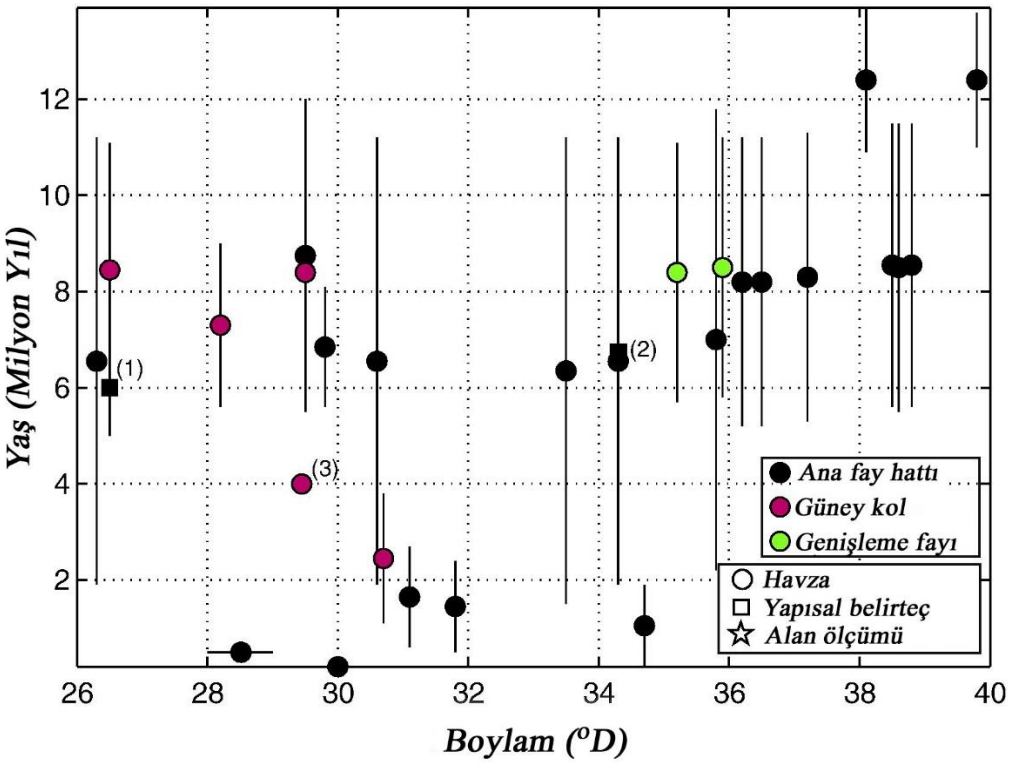
Segmentler: İzmit-S3 (#1) ve Çınarcık (Prens Adaları) (#2), Güney Çınarcık (#3), Marmara (Orta/Merkez)) (#4), Batı Marmara (Tekirdağ) (#5), Ganos (#6), Kuzey Saroz (#7), Güney Saroz (#8), Mudurnu (#9), Abant (# 10), Düzce-S1 (#11), Gerede (#12), Geyve (#13), İznik (#14), Yenişehir (# 15), Gemlik (#16), 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).

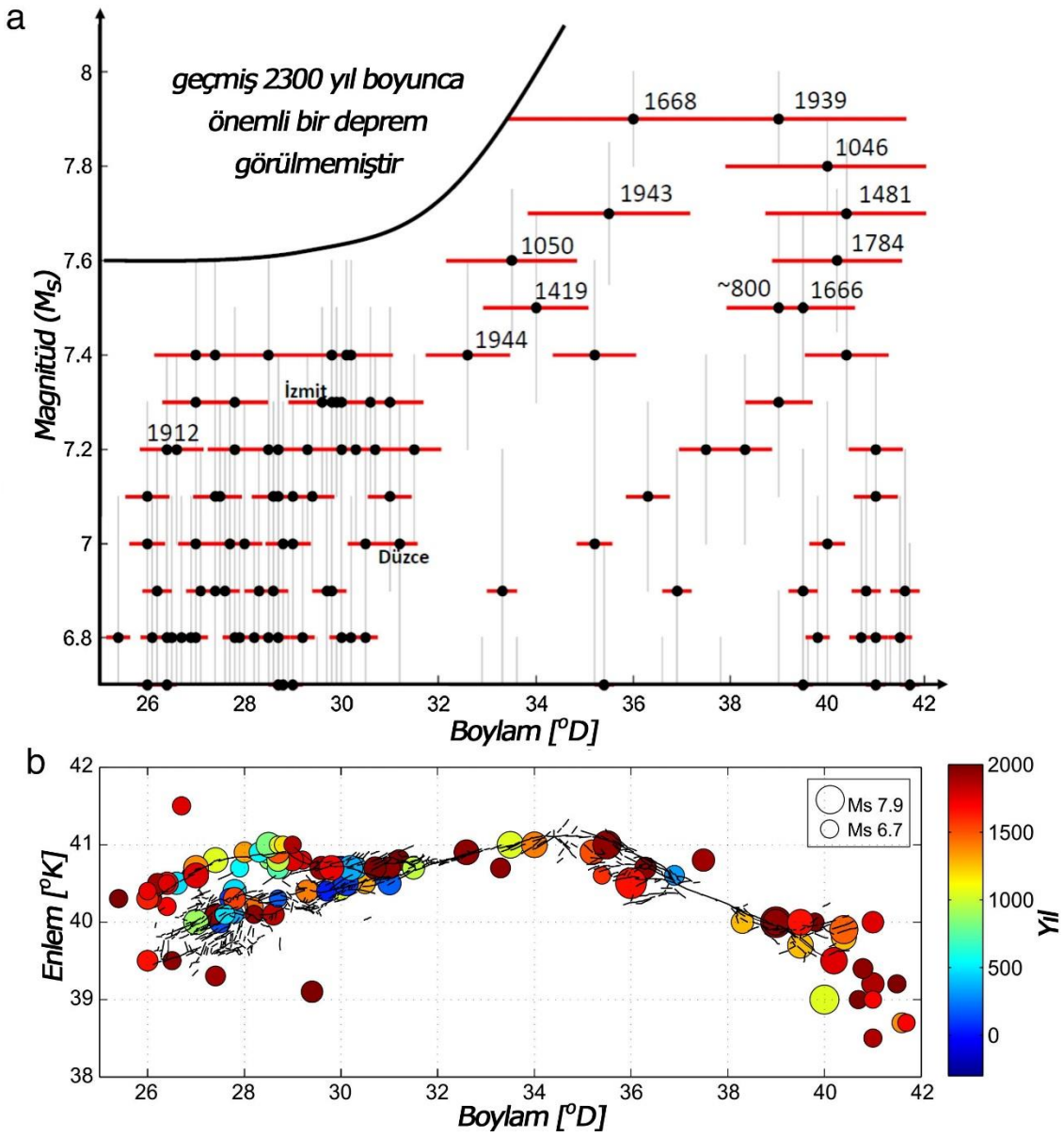
Ana hat, Ganos Fayı, Orta Marmara Fayı ve karadaki Kuzey Anadolu Fayının İzmit kesimi ile birleşen Kuzey Sınır Fayı'dır. Kuzey KAF (KKAF) da olarak da anılan bu kol dışında; orta KAF (OKAF) ve güney KAF (GKAF) dalları dahil olmak üzere üç ana kol tanımlanabilir. KKAF, 14-24 mm/yıl kayma oranlarına sahip 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).

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 Gölcük (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 (Yaltırak, 2002). Deprem kayıp tahminlerinde, farklı bina ve altyapı unsurları için kullanılan hasar tahmin yöntemleri farklı yer hareketi parametrelerine bağlı olurken zemin türüne bağlı Vs_{30} 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**).



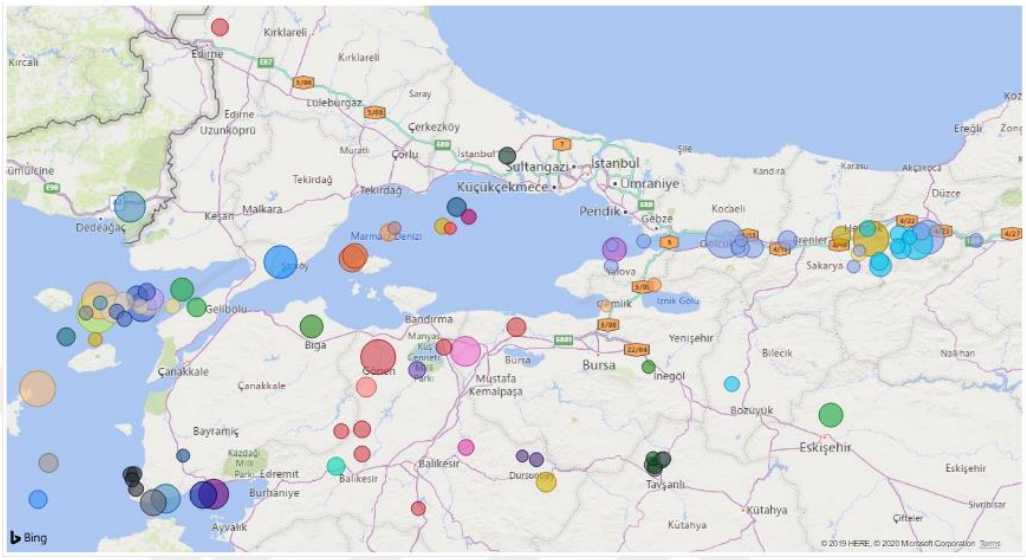
Şekil 3.20: KAFZ fay bölgesi yaşı (Bohnhoff ve diğ., 2016).



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

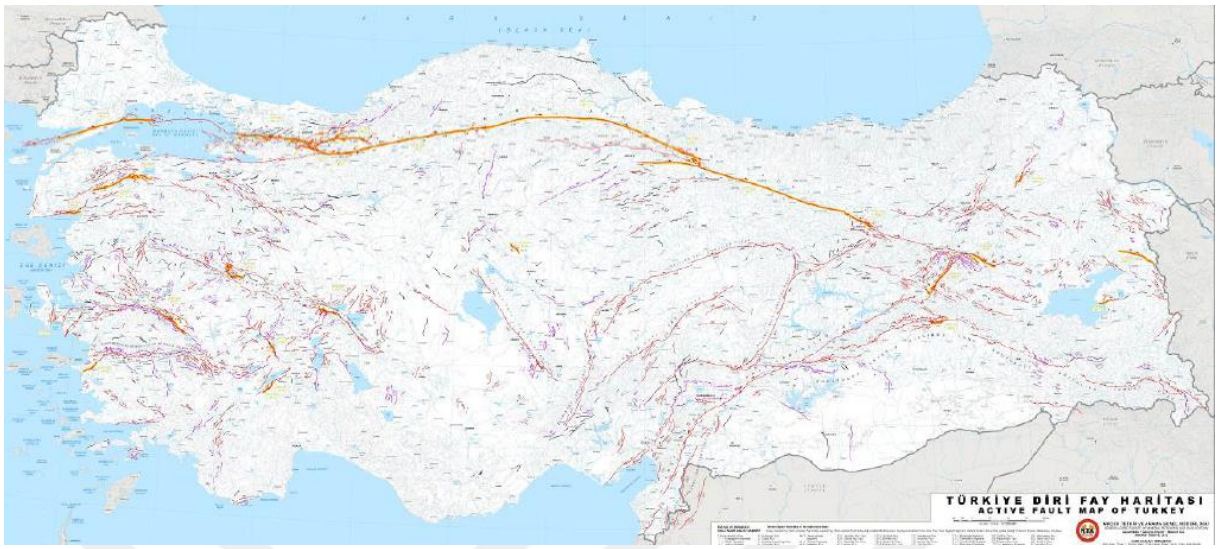
Kuzey Batı Anadolu ve Trakya Yarımadası'nı kapsayan bölgede 20. ve 21. yüzyıldaki depremselliği USGS verilerine göre 1912 ile 2019 yılları arasında ve büyüklükleri 6 ve üzerinde meydana gelen depremlerin dağılımı **Şekil 3.22**'de gösterilmiştir. Toplumsal hafızanın aktif olmadığı durumların önüne geçilmesi 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 direkt olarak etkileyen 31 deprem meydana gelmiş, 209

kişi hayatını kaybetmiş, 641 kişi yaralanmış ve 1773 binada hasar meydana gelmiştir (CRED, 2019).

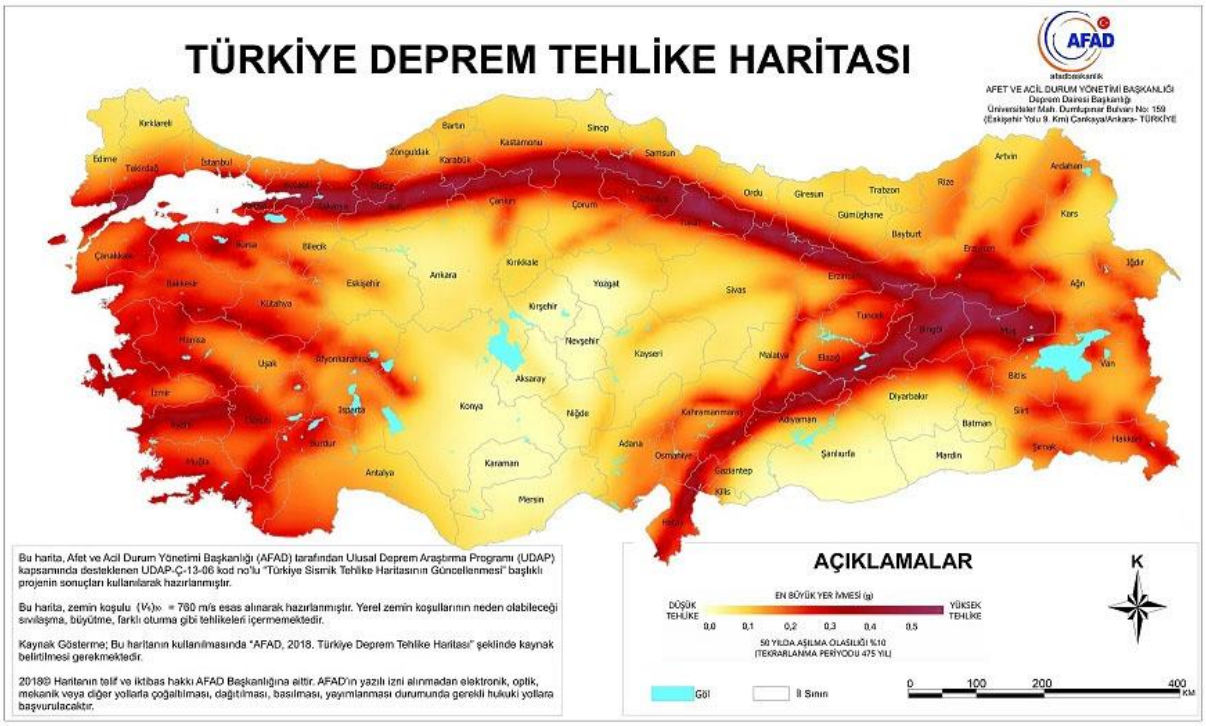


Şekil 3.22: 1912-2019 yılları arasında ve büyüklükleri 6 ve üzerinde olan depremler (USGS, 2020).

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 bilgiden, 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).

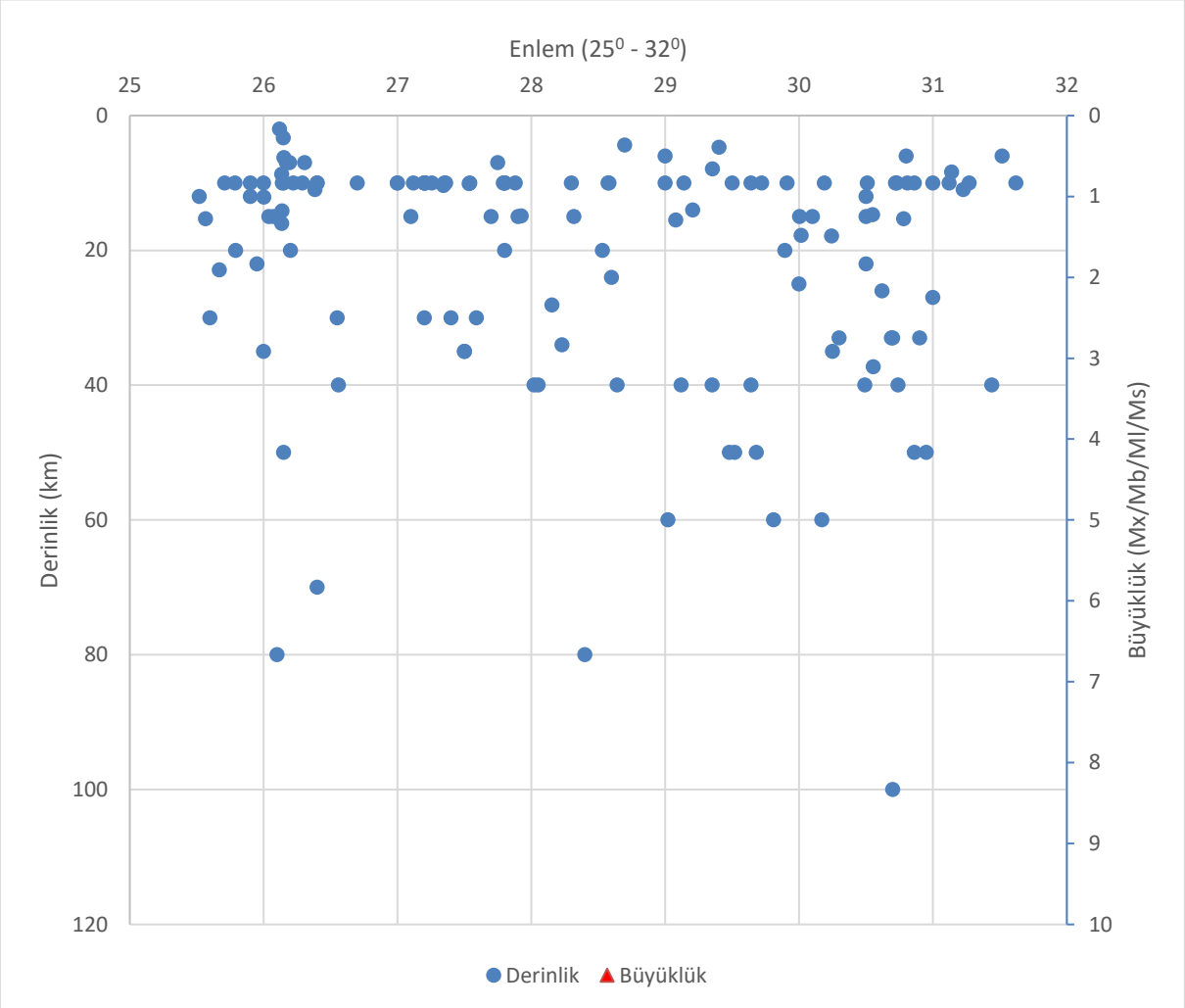


Şekil 3.24: Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD, 2018).

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 (25^0-32^0 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 ayrım yapılmamıştır.

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

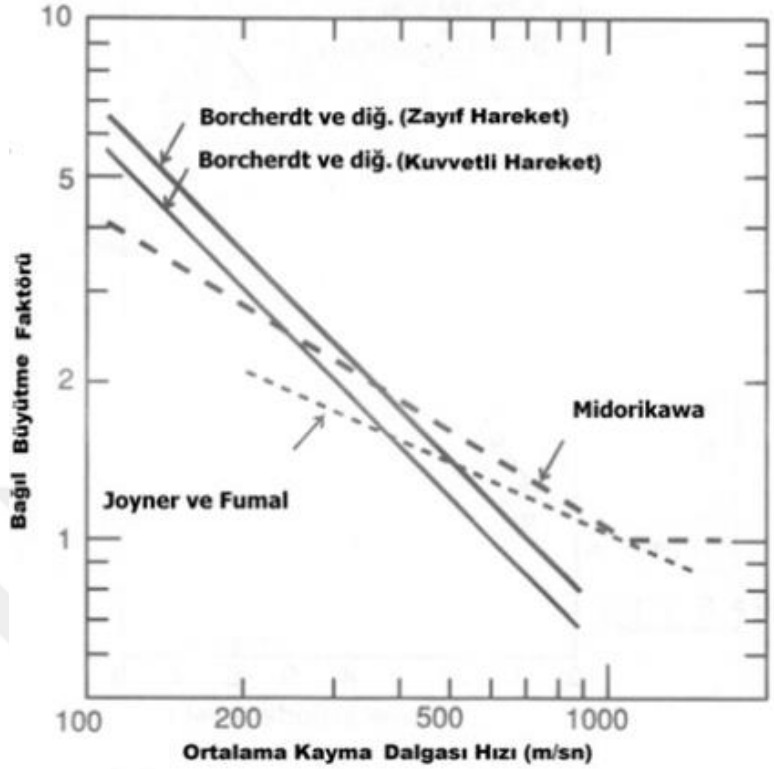


Bu veriler incelendiğinde depremlerin 2-100 km arasındaki derinliklerde meydana geldiği, ortalama derinliğin 20,83 kilometre olduğu; büyüklüklerin 5,0 - 7,6 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Büyüklüğü yedi ve üzerinde olan altı adet sarsıntıdan ilki 9 Ağustos 1912 Ms 7.4 Şarköy-Tekirdağ bölgesinde 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 sarsıntılarıyla 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), Borcherdt ve diğ. (1991) ise belirli bir derinlikteki sığ zemin tabakalarının ortalama kayma dalgası hızının bağıl (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 bağıl (rölatif) büyütme faktörleri ile jeolojik birim arasındaki ilişki **Tablo 3.2**'da gösterilmiştir.



Şekil 3.25: Relatif büyütme faktörlerinin karşılaştırılması (Techincal Commitee for Earthquake Engineering, 1993).

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

Araştırmacı	Jeolojik Birim	Bağıl Büyütme Faktörü
Midorikawa (1987)	Halosen Pleistosen Volkanik kaya Miyosen Tersiyer Öncesi	3.0 2.1 1.6 1.5 1.0
Shima (1978)	Turba Humuslu zemin Kil Kum	1.6 1.4 1.3 0.9
Borcherdt & Gibbs (1976)	Körfez Çamuru Alüvyon Granit	11.2 3.9 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_w7.63 bir deprem üreteceği hesaplanmıştır. Çıkan tüm senaryolarda ortak olan kısım İstanbul'un sahil şeridi ve sahile yakın bölgelerin olası bir depremde en çok etkilenecek alanlar olduğu sonucudur. Analiz sonucunda çıkan eş şiddet haritaları dikkate alındığında çalışmanın yayımlandığı tarihte yürürlükte olan ve Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel

Müdürlüğünce 1996 yılında yayınlanmış deprem bölgeleri haritası ile uyuşmadıkları tespit edilmiştir. Bu durum yapılaşma projelerine esas değerlerin bu haritaların dikkate alınarak seçildiği düşünüldüğünde 1996 tarihinde güncellenmiş olan bu haritanın 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 nitelendirilen 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 görülmüştür. 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 yürütülmüş olan mikrobölgeleme çalışmalarının ilki olan Avrupa yakası mikrobölgeleme çalışması (2001) ile ikincisi olan Anadolu yakası mikrobölgelemeçalışması (2002) kapsamında zemin özelliği gösteren birimlerin jeoteknik özelliklerinin tespiti amacıyla Standart Penetrasyon Testi (SPT) örnekleri ve Örselenmemiş (UD) numuneler kullanılarak bazı laboratuvar testleri gerçekleştirilmiştir. Zemin ortam ve Kaya ortamdan 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

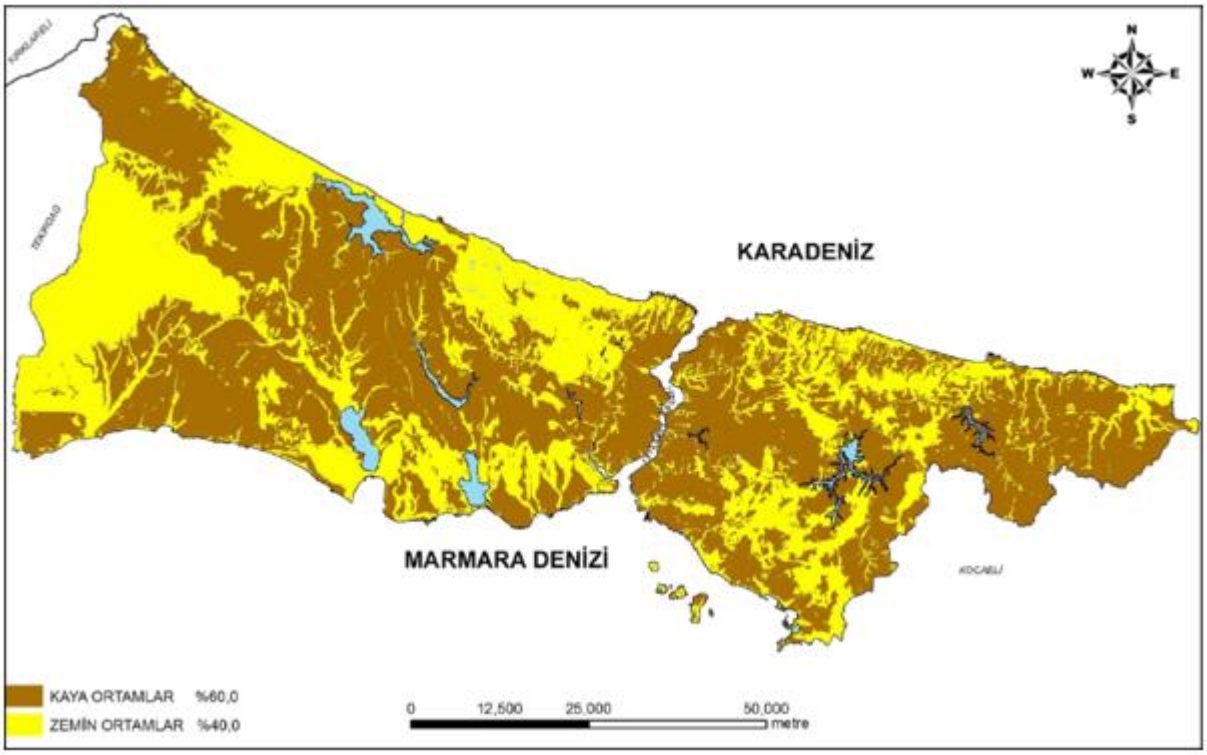
formasyonlara göre bu oraya çıkan sonuçlara ait ortalamaları görülmektedir (**Tablo 3.3**, **Tablo 3.4**, **Tablo 3.5** ve **Tablo 3.6**).

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).

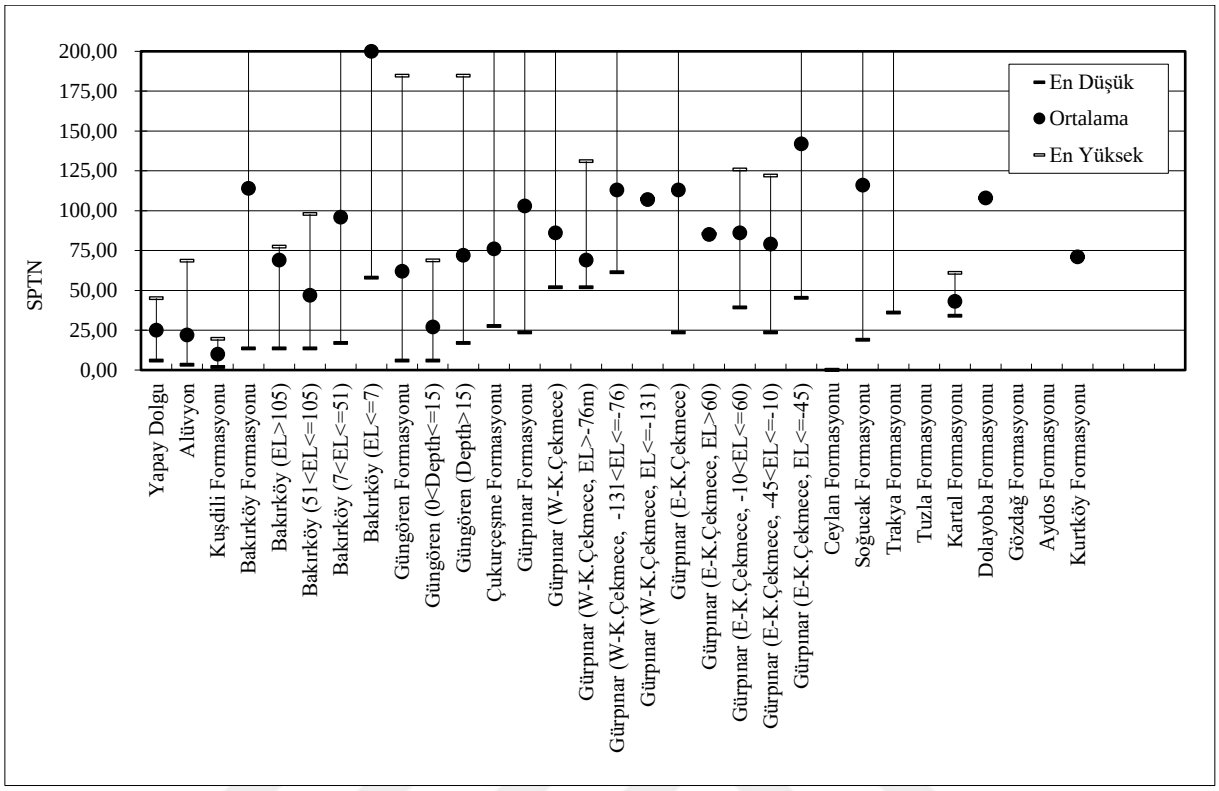
Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA)'nın 2002 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi için hazırladığı çalışmada geçmiş dönemde yapılan zemin araştırma raporları, jeofizik etütler yanında ve 48 adet sondajlardan elde edilen arazi deneylerinde aşağıdaki grafikte formasyon ve ilave olarak bazı formasyonlarda 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 değerin 69'a kadar düştüğü, doğuda ise en yüksek olan 142 değerini örnek

alınan kottan -45 metre aşağıda ve daha derinde görürken yüzeye doğru bu değer 79'a kadar düşmektedir (**Şekil 3.27**).



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

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılan mikrobölgeleme çalışmalarından (İBB, 2001; 2002) alınan numuneler üzerinde yapılan Kıvam 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 Kumu, Eski Alüvyon ve Alüvyon (Anadolu Yakası) olmuştur. Alüvyon, 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 Güngören formasyonlarıdır. Bunun yanısıra 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 Wn (%)	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 ayrışmış 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 formasyonun olduğu, sonrasında ise değerin Alüvyon, Güngörenve Gürpınar formasyonu şeklinde artan bir eğilim sergilediği gözlenmiştir.

Her formasyonun Üç Eksenli Basınç sonuçları incelendiğinde 1.0 kgf/cm^2'den az olan birimlerin Yapay Dolgu, Alüvyon, Kuşdili, Ceylan, Ömerli ve Gürpınar formasyonları olduğu; Bakırköy ve Güngören formasyonlarının ise yaklaşık olarak 2.0 kgf/cm^2 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	
	Mv (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 (^{0})
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 ayrışmış 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 birbirlerine çok yakın değerler (sırasıyla 0.011 cm^2/kgf ve 0.01 cm^2/kgf) sergilemiştir. Test sonuçlarına göre değerler Alüvyon birimler ile Kuşdili ve Ömerli formasyonu haricinde 0.015 cm^2/kgf'den daha düşük çıkmıştır. Kuşdili formasyonunun ortalama değeri 0.04 cm^2/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 litolojilerve 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 formasyonun 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/cm^2) 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 ortalamaya 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/cm^3 ile Dolayoba, en düşük 2.58 g/cm^3 ile Aydos formasyonu olurken, Kuru Birim Hacim Ağırlık (γ^k) değeri incelendiğinde sırasıyla %3.6 ve %4 su kaybı ile 2.62 g/cm^3 ve 2.54 g/cm^3 olarak görülmüştür. Gözeneklilik (n_{ef}) değerleri incelendiğinde en yüksek değerin Gözdağ (%8.65), en düşük değerin 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 eksenlideğerleri incelendiğinde basınç değeri 500 kg/cm^2'nin altında olan formasyonlar 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 değerin Aydos formasyonunda (47.1 kg/cm^2), en düşük değerin 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	σ_b	c	ϕ	$\sigma_ç$
		(kg/cm^2)	(kg/cm^2)	(gr/cm^2)	(^{0})	(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

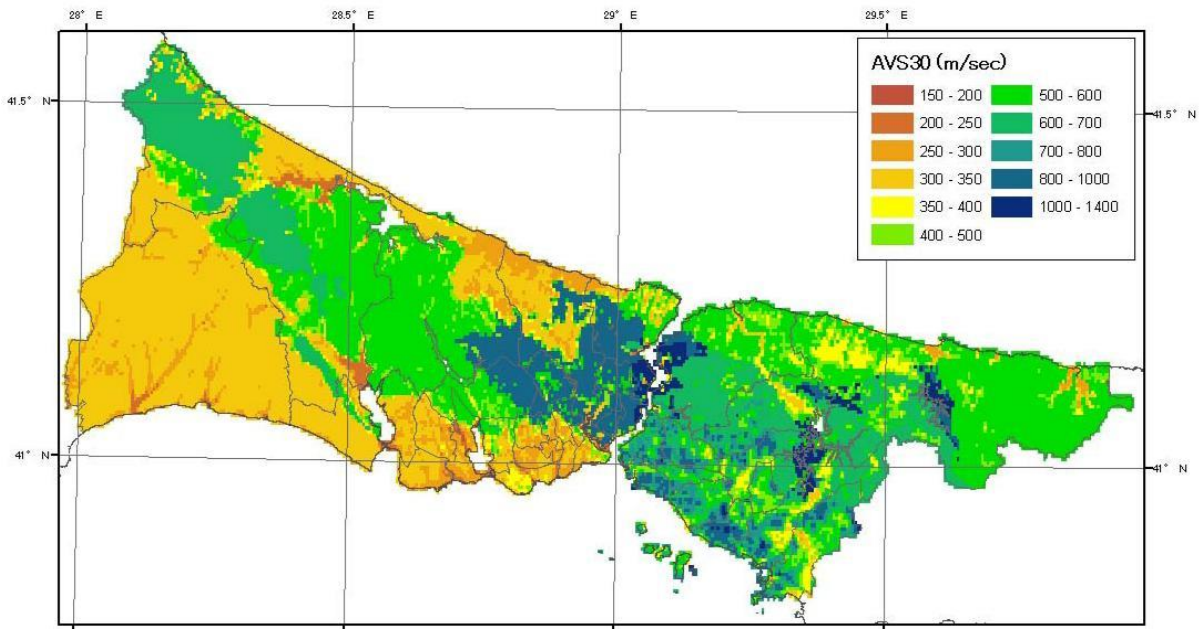
Litolojik olarak kuvarsarenit, grovak, arkoz, kireçtaşı ve şeyllerden oluşan Paleozoyik istif niteliklerini koruduğu bölgelerde oldukça sağlam bir kaya ortamı, yerleşim açısından da

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 durumun 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**).

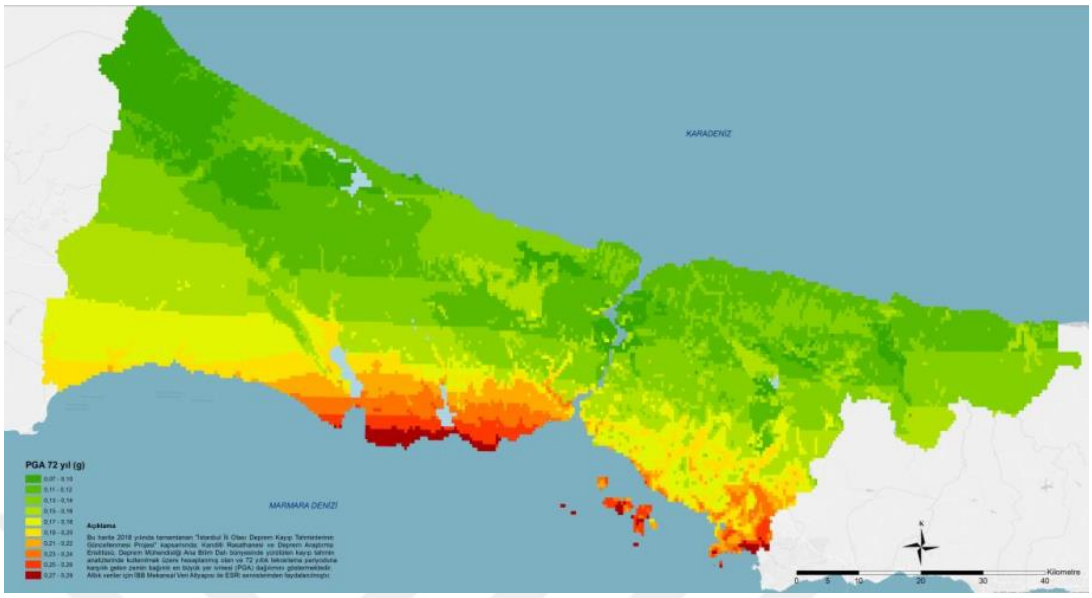
Aşırı tektonizma, pinomatolitik (yüksek ısı ve basınç koşulları altında) ve hidro-termal ayrışma, atmosferik koşullar gibi etkenlerle, ileri derecede ayrışma ve bozunma sonucu "kaya" özelliğini önemli ölçüde yitirerek zemin davranışları gösteren kayaçlar "yumuşak kaya" sınıfına girmektedir. Yumuşak kaya 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.

3.3.3. 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 (Vs_{30}) tespiti de yapılırken il genelinde gözlenen lito-stratigrafik birimlerinin ortalama kesme dalgası hızları (AVs_{30}) İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) tarafından Avrupa Yakası Mikrobölgeleme çalışması ve Anadolu Yakası Mikrobölgeleme çalışması kapsamında belirlenmiştir (OYO International Corporation, 2007 ve 2009). AVs_{30} değerlerini hesaplamak için kuyu içi sismik ölçü (PS Logging) verileri ve Re/Mi (RefraksiyonMikrotremor) / MASW (Multichannel Analysis of SurfaceWaves/Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analiz Yöntemi) ölçümlerinin sonuçları kullanılmıştır. Ölçü alınamayan ara kesimler için ise, S-dalga yaklaşımı ile yapılmıştır (BÜ-KRDM, 2009). Proje alanlarının dışında kalan kesimlerini de kapsayacak şekilde, bütünü için ortalama kesme dalgası hızı (AVs_{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 AVs_{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 Uluslarası 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 çalışmalarının 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 (AVs_{30}) dayanmaktadır. Aşağıda da bu

metodoloji sonucunda oluşan sınıflama ve bu sınıflamalara karşılık olarak gelen zeminler yer almaktadır (**Tablo 3.7**).

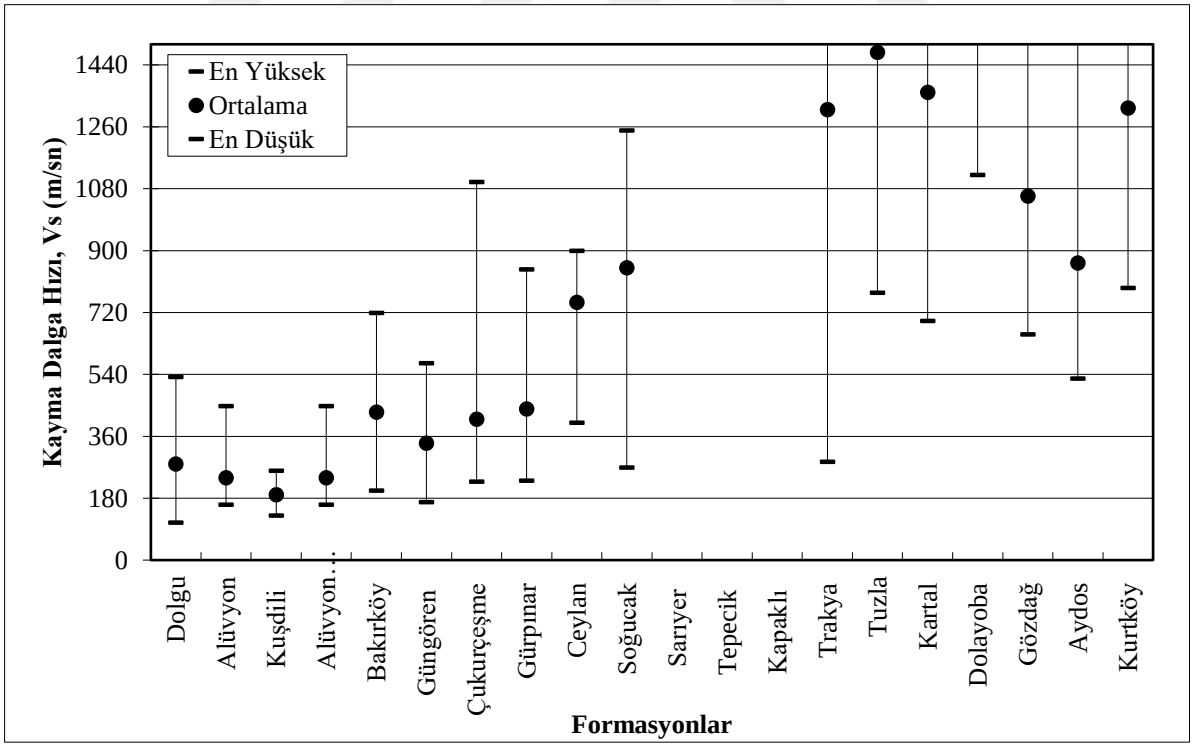
Ülkemizde, bugüne kadar 1947, 1953, 1961, 1968, 1975, 1998, 2007 ve 2018 olmak üzere, deprem yönetmeliklerinin yenilenmesi gereği doğmuştur. Hazırlanan bu yönetmeliklerde, yapının bulunduğu deprem bölgesi ve zemin özellikleri dikkate alınarak yapıların, depreme dayanıklı tasarımı ve yapımı için gerekli 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 (Vs_{30}), SPT-N^{60}_{30} 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 sıvılaşabilir zeminler, suya doygun 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 ayrışmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, 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 (sıvılaşabilir 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 (> 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
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	Halobialışeyl		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	Yumrulu kireçtaşı		1477
Kartal	Kalsitürbiditaratabakalışeyl	Kf: Kayma dalgası hızı çok değişken. Kayma dalgası hızı ile derinlik ve yükseklik arasında açık bir ilişki bulunamamıştır.	1360

Tablo 3.10 (Devamı): 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)
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 laminalışeyl		1059
Aydos	Kuvarseranit, kuvars çakıltaşı		864
Kurtköy	Mercekselçakıltaşı, kumtaşı, şeyl		1315

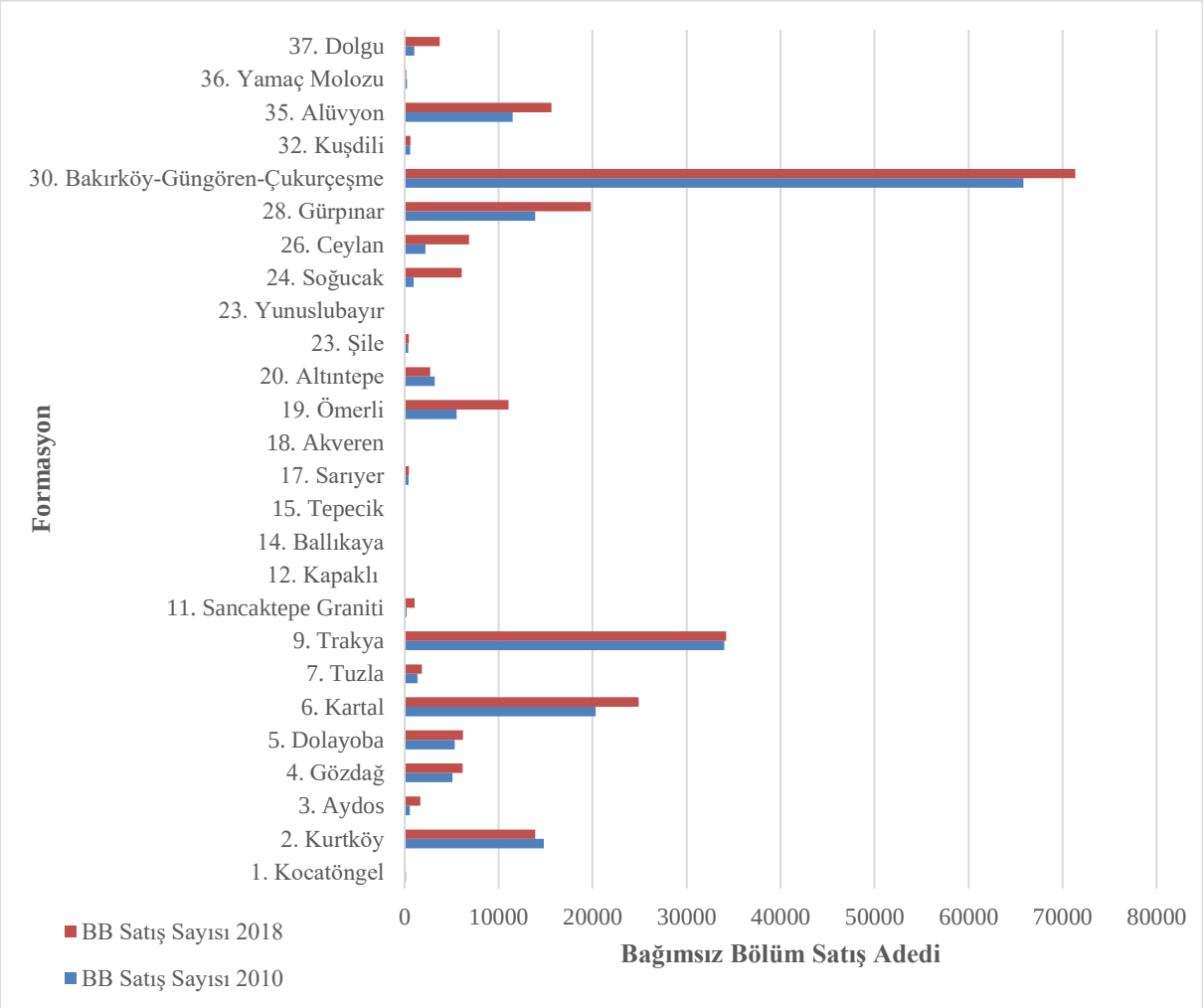
4. BULGULAR

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, kişibaşı gelir ve hane halkı geliri ile formasyonların ilişkisi, litoloji ile konutların birim değerleri ve 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 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 ayrım 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

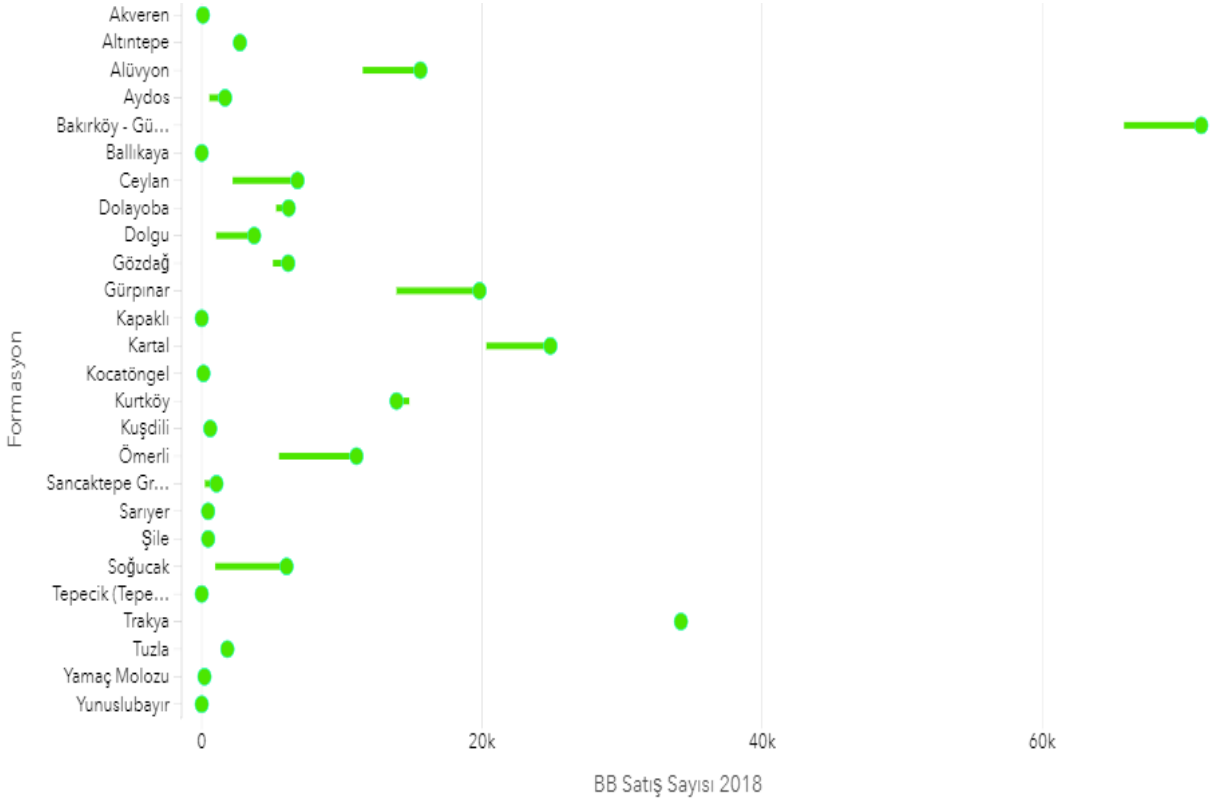
yapılmıştır (**Şekil 4.1**). İstanbul'un genel olarak en yaygın kaya birimlerinin başında gelen bu birim il sınırlarındaki satılan konutların %15-18'i gibi ciddi bir miktarını oluşturmaktadır. Konut satış adetleri olarak üçüncü sırada ise yine Paleozoyik yaşlı Kartal formasyonu gelmekte olup 2010 yılında 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 sayıların 2010 ile 2018 yıllarına göre değişimleri.

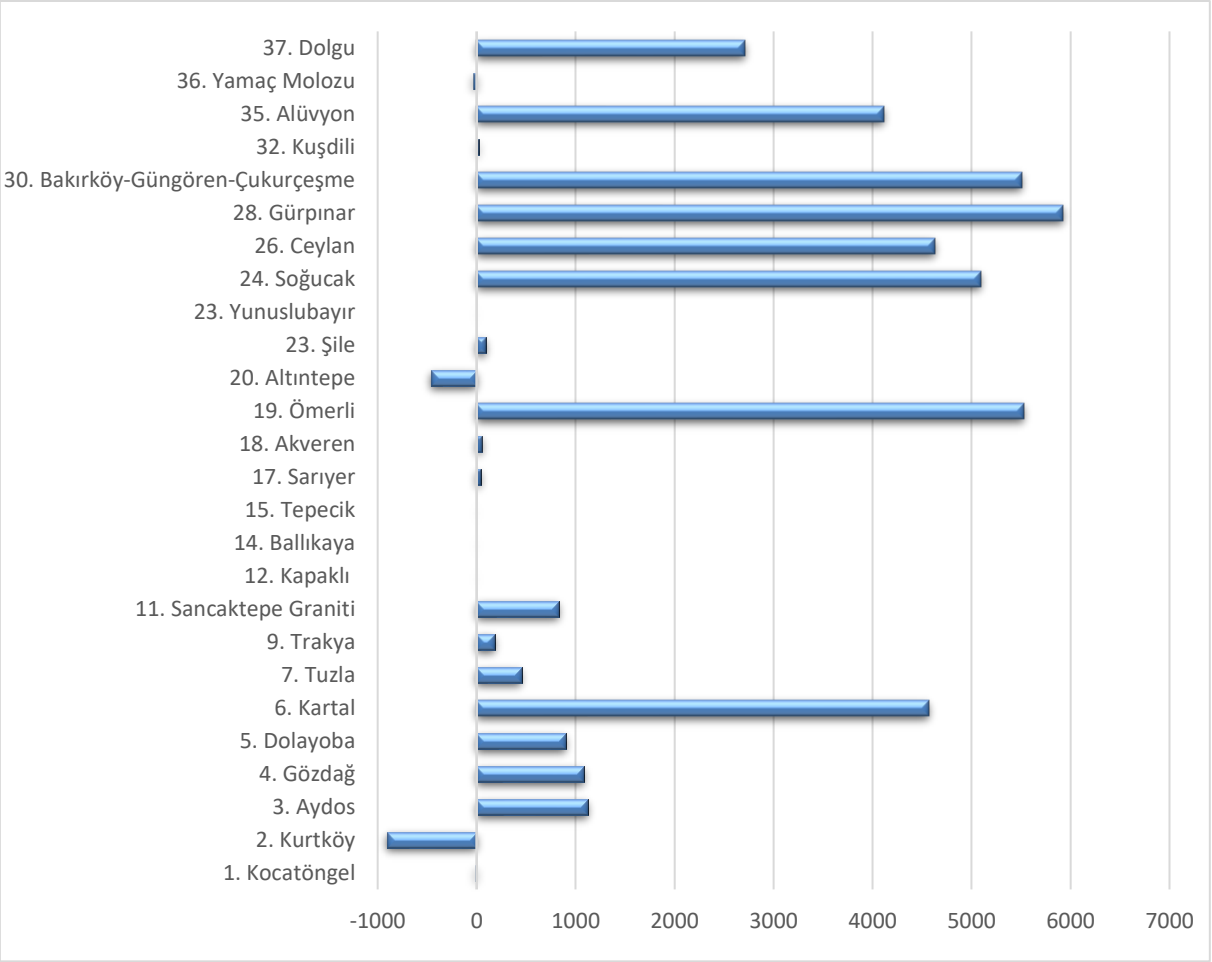
Yapılan analizlerde en ilginç sonuçlardan biri ise Soğucak formasyonu olup 2010 yılında 965 adet konut satışı yapılan formasyon üzerinde artan inşaat faaliyetleri sonucu 2018 yılında %528'lik bir artış ile bağımsız bölüm sayısı 6.058 adete yükselmiştir. Soğucak kireçtaşlarından sonra ikinci sıradaki 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**).



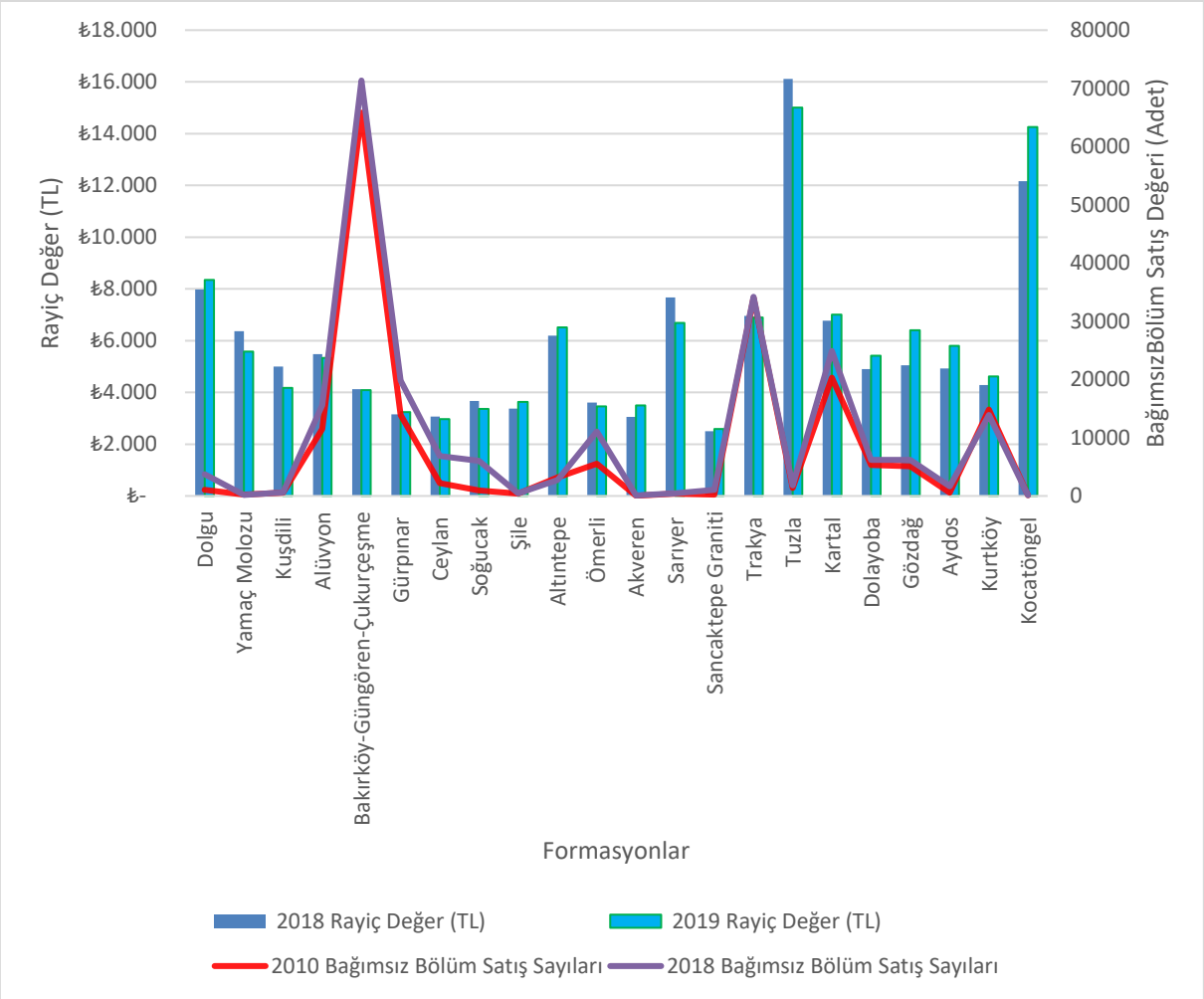
Şekil 4.2: 2018 yılındaki bağımsız bölüm satışsayılarının 2010 yılına ve Formasyonlara göre değişimleri.

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.

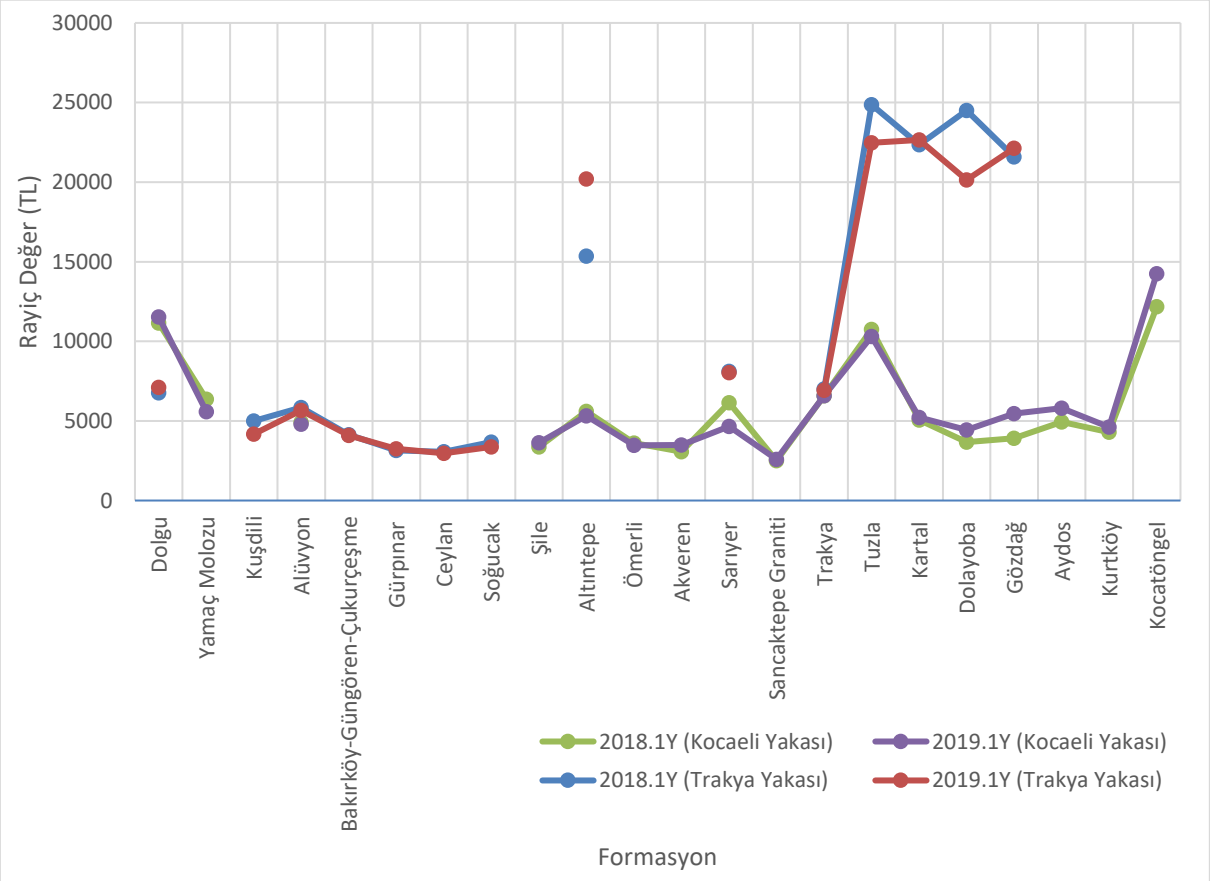
Rayiç değerler incelendiğinde Trakya yakasında Sarıyer, Tuzla ve Altıntepe formasyonlarında rayiç değer farkı diğer yakaya göre sırasıyla yaklaşık olarak 1,53; 2,25 ve 3,27 kat daha yüksek olarak ölçülürken; yakalar arasındakideğer farkları Kartal, Dolayoba ve Gözdağ formasyonları

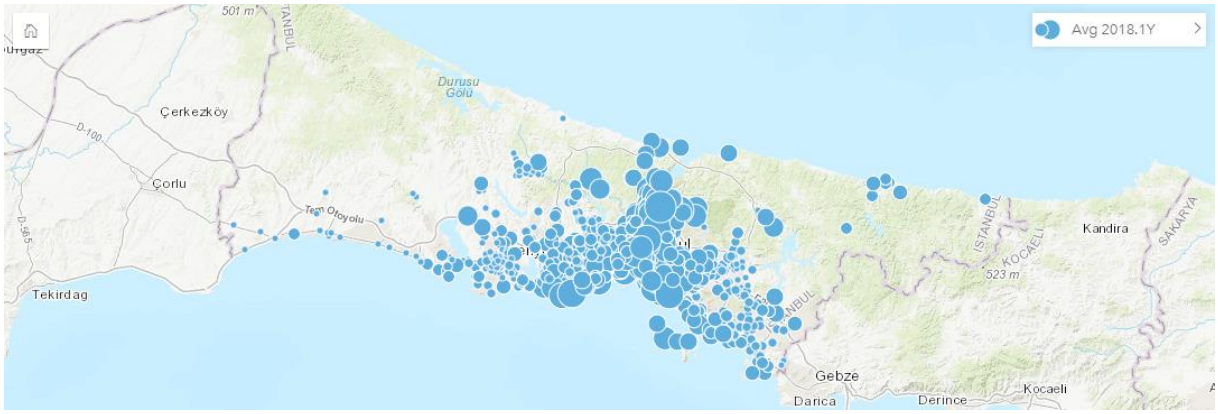
için 4,0 ile 6,6 kat arasında yüksek olduğu gözlenmiştir. İl genelinde ise Avrupa yakasının Anadolu yakasına göre %10-16 arasında daha değerli olduğu tespit edilmiştir. Bu duruma sebep olan değer farkının İstanbul il genelinde Avrupa yakasındaki konut pazarının Anadolu yakasına göre daha yüksek olmasından 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; özelikle 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

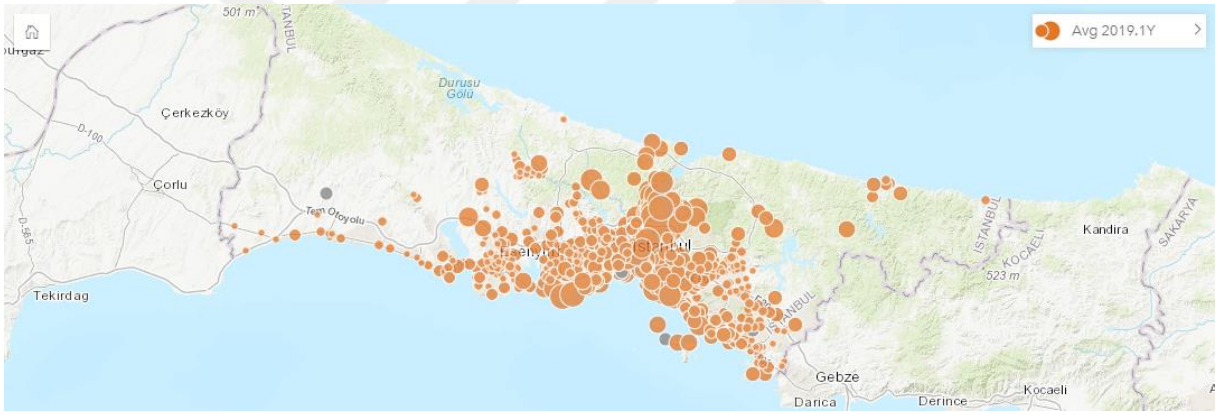
kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.3: Formasyonların rayiç değerlerinin yarımada bazında değişimi.

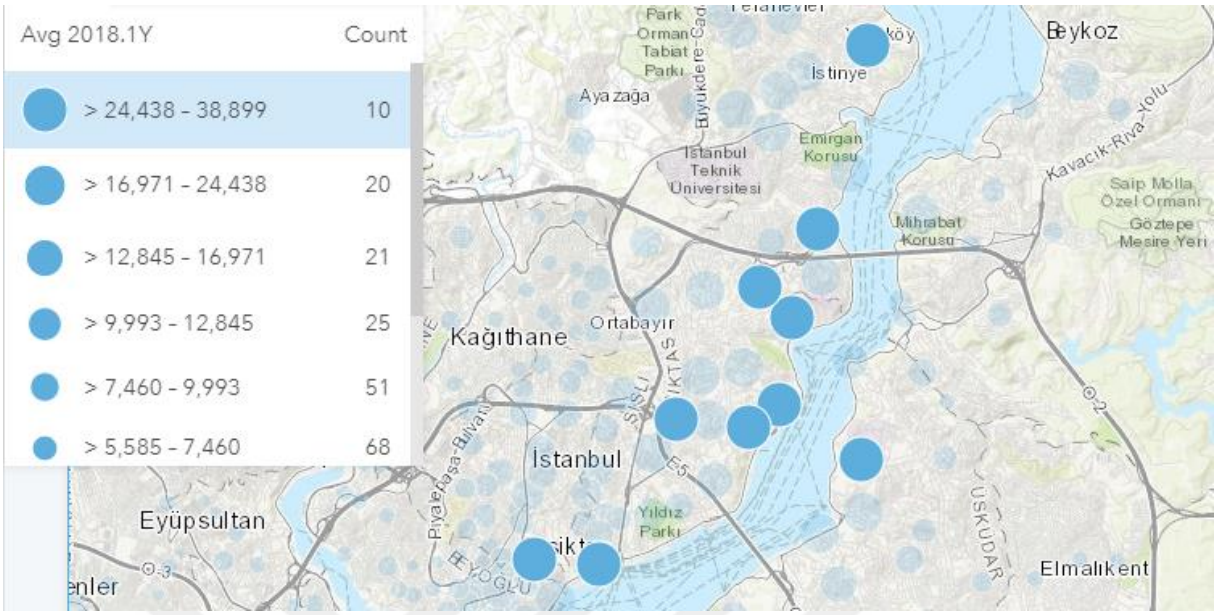




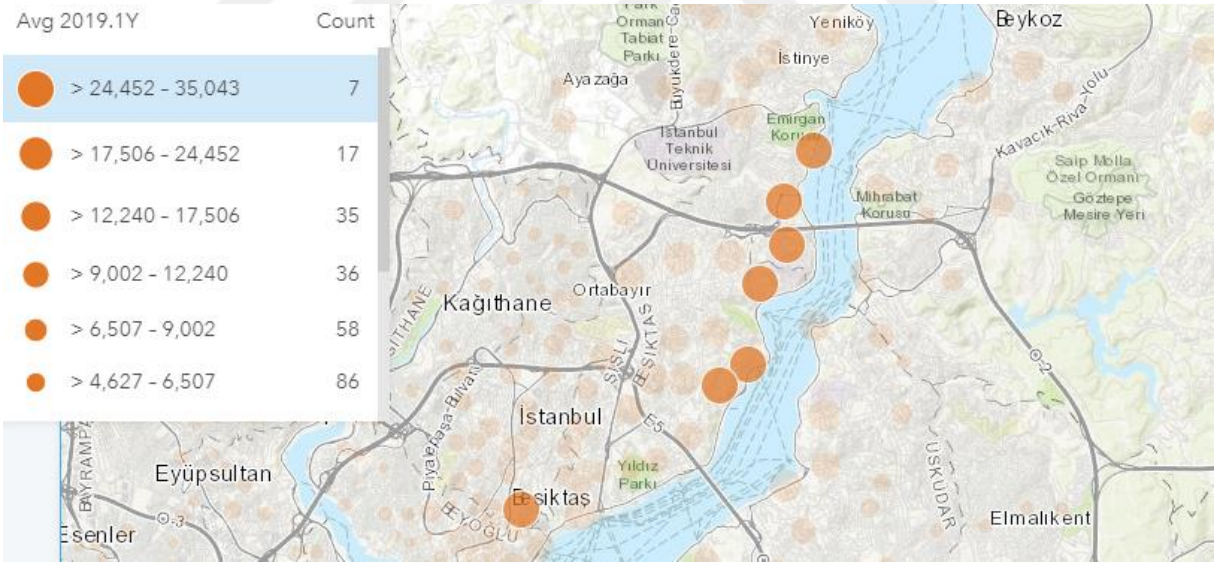
Şekil 4.3: 2018 yılının ilk yarına göre mahalle bazındaki rayiç değerlerin dağılımı.



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



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

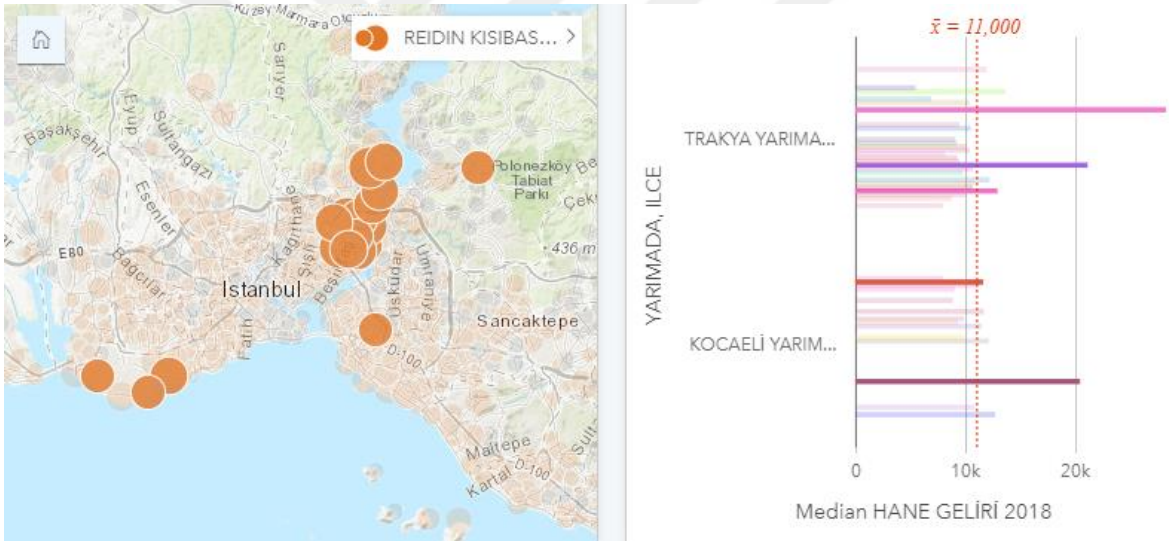


Şekil 4.6: 2019 yılının ilk yarısına (2019.1Y)göre rayiç değerlerin en yüksek olduğu yedi mahalle.

4.2. FORMASYON, KİŞİBAŞI GELİR VE HANE HALKI GELİR İLİŞKİSİ

Çalışmada kişibaşı 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: Kişibaşı geliri (2018) 10.000 TLve üzerinde oturanların ilçeler ve mahallelerdeki dağılım.

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 değerlerin 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

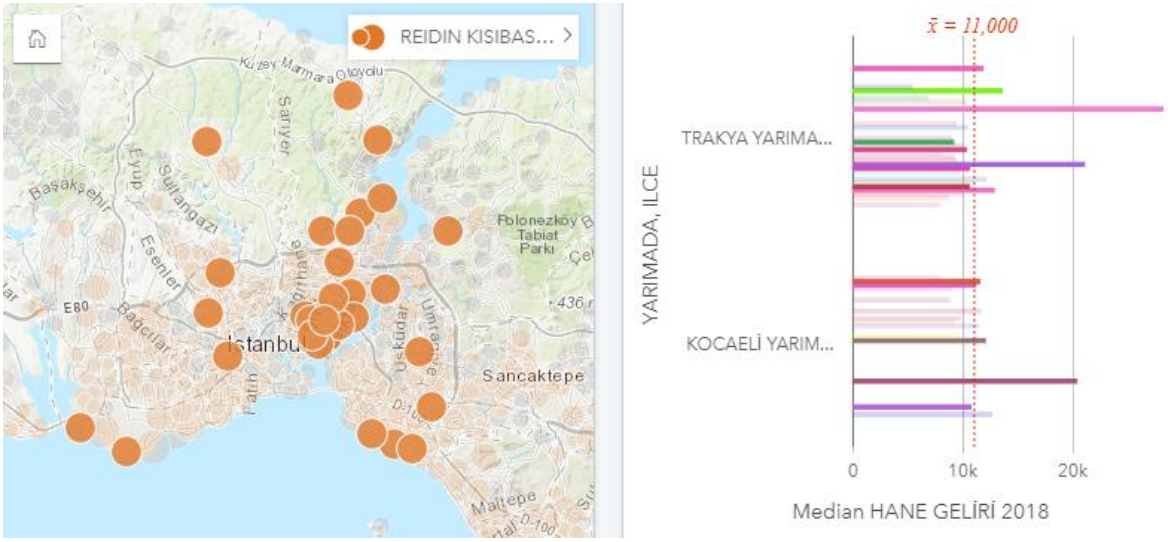
8.099,93 TL olarak ölçülen değer bir sonraki yılda 5.050,71 TL ile ciddi bir düşüş sergilemiştir. Bu düşüş incelendiğinde Kuşdili formasyonun gözlendiği 12 mahalleden yedisinde düşüşlerin olduğu, özellikle beş mahallede önemli değer kayıplarının gözlendiği tespit edilmiştir. İlçe genelinde en yüksek 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 gözlense 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, Darüşşafaka'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 gerçeklemiş 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 mahallesiyle 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 değerde 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 değerde 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 Stadı'nın, 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 etksinin 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 konutlardaki 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. Basınköy 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 sonrasına 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 sosyoekonomik seviyenin artması anlamına gelmektedir.

Barbaros (Ataşehir) mahallesi incelendiğinde 2018 yılına göre ortalama %5 değer kaybı gözlendiği ve 2019 yılında formasyonlardaki değerlerin 6.600 TL - 8.900 TL aralığında olduğu; mahalledeki en yüksek değerin Altıntepe formasyonunda, en düşük değerlerin ise dolgu alanlarında olduğu, en yüksek değer kaybının ise %14 ile Ömerli formasyonunda olduğu gözlenmiştir. 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 formasyonunda 2018 yılında 19.000 TL olan değer %31 artışla 25.000 TL ye; altta konumlu olan Kartal formasyonu ise %40 artış sonrasında 2019 yılında 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 düşen dolgu alanı, %2 değer kazanarak 4 Bin TL üzerine çıkan alüvyon ve Bakırköy-Güngören-Çukurçeşme formasyonlarında %4 değer kaybederek 4.100 TL'ye düşmüştür. 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 düşmüştür. Avrupa yakasındaki bir sonraki mahalle olan Göktürk Merkez (Eyüp)'de ise %4 kadar değer kaybederek 2019 yılında 12.000 TL altına düşen 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.

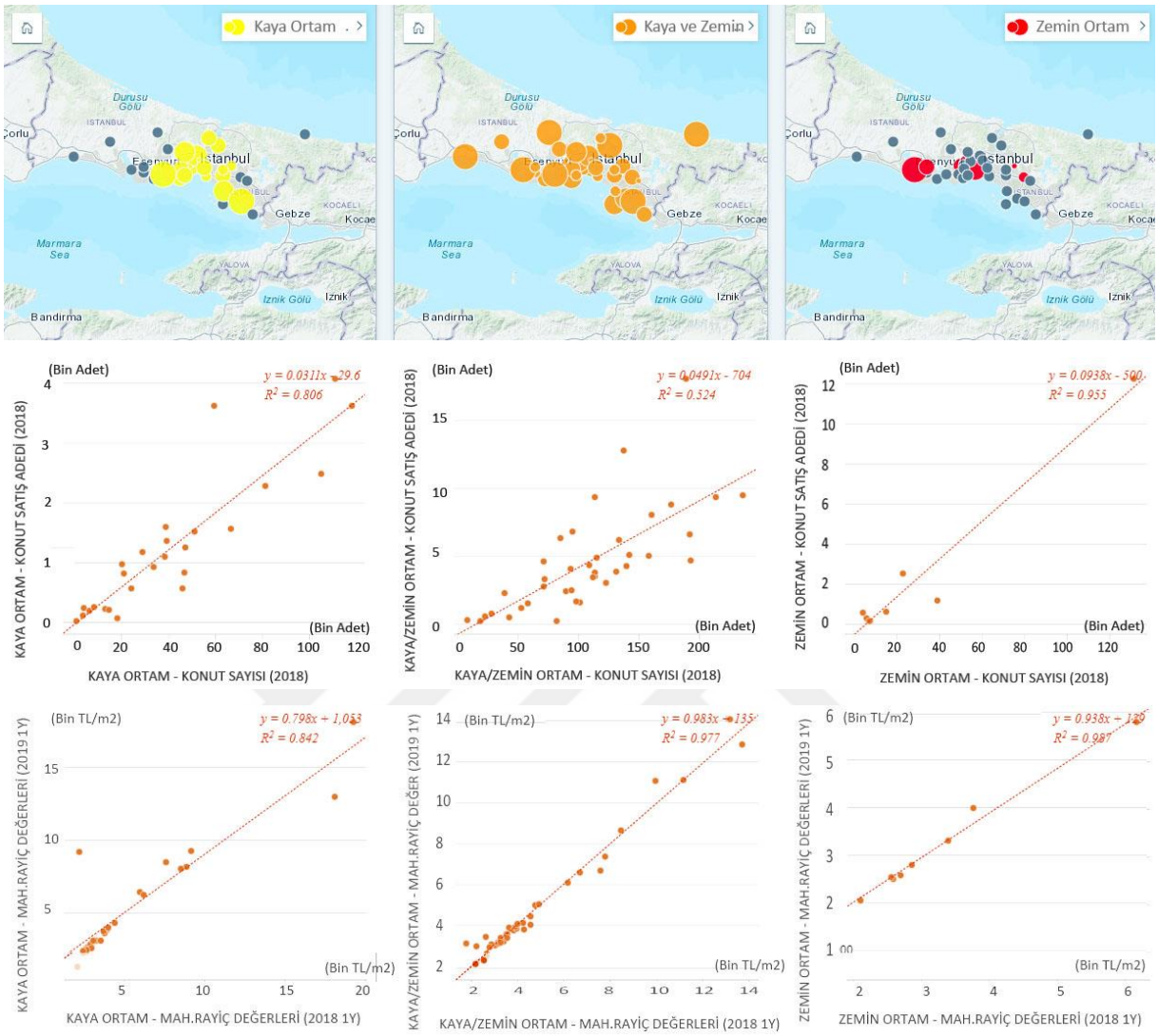
Söz konusu ilçelerdeki mahalleler incelendiğinde bu kriterlerin meydana gelmesindeki en önemli kısmın hane içindeki kişi sayısından kaynaklandığı gözlenmiştir. Hane gelirinin yüksek olması kişi başı gelirin yüksek olması ve/veya hanedeki kişi sayısıyla orantılıdır. Örneğin Beşiktaş ilçesindeki yedi mahalleden 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 değerlerin sırasıyla 31.000 TL/m^2, 25.000 TL/m^2 ve 24.000 TL/m^2 olduğu görülmektedir. Bununla birlikte bu düzeni

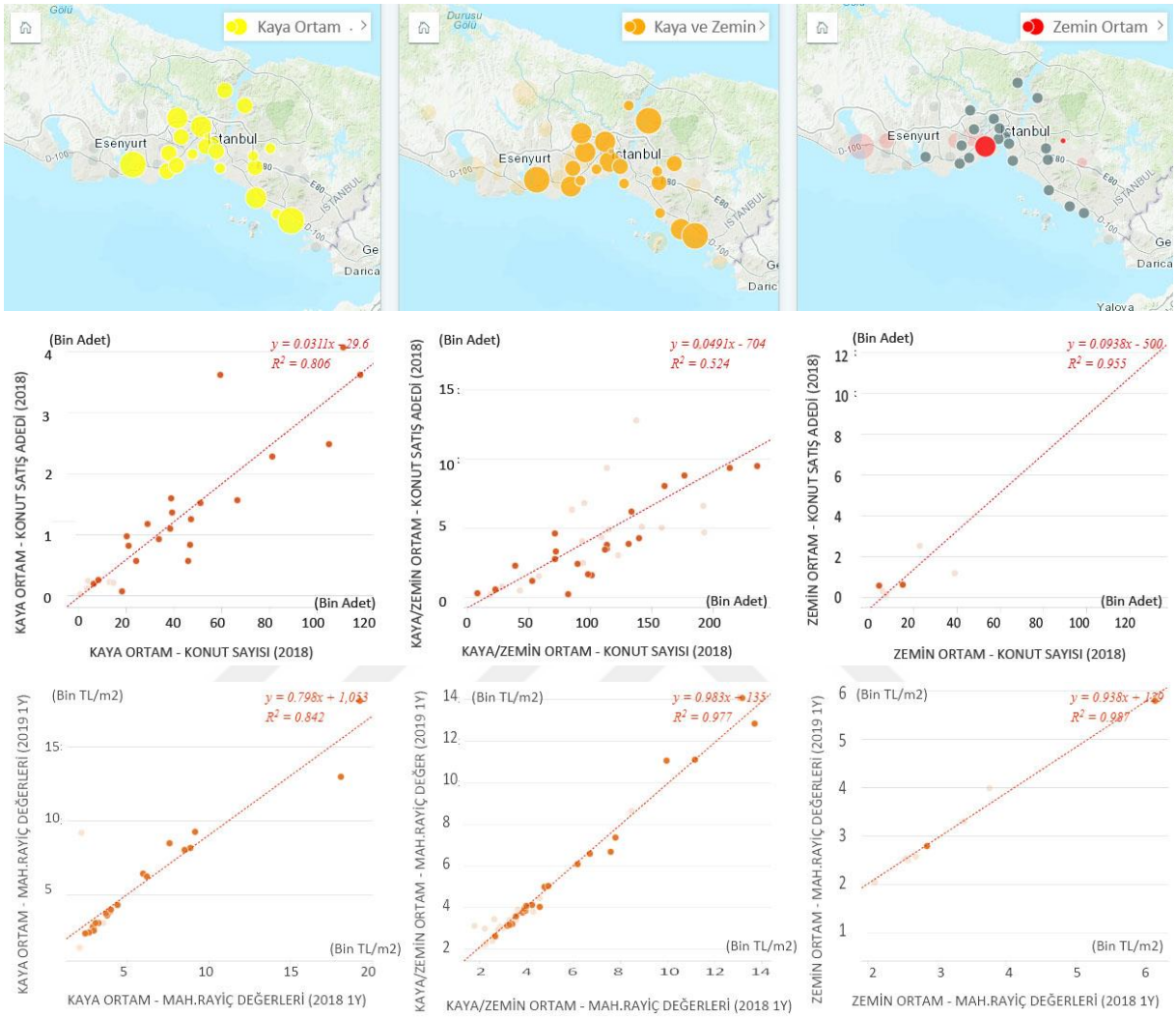
bozan ve İstanbul Paleozoyik istifinin üç formasyonunda sonra gelen Dolgu alanları olurken yine ardından Gözdağ formasyonu gelmektedir. Litolojilerin en düşük birim değerleri incelendiğinde ise Tuzla formasyonu düşük birim fiyata sahip litolojiler arasındaki en değerli birim olduğu görülmektedir. Genel ortalama birim değerlere göre bu durumum bir sonucu olarak rayiç değerlerin direkt olarak sağlam kaya koşullarından etkilenmediği gözlense 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

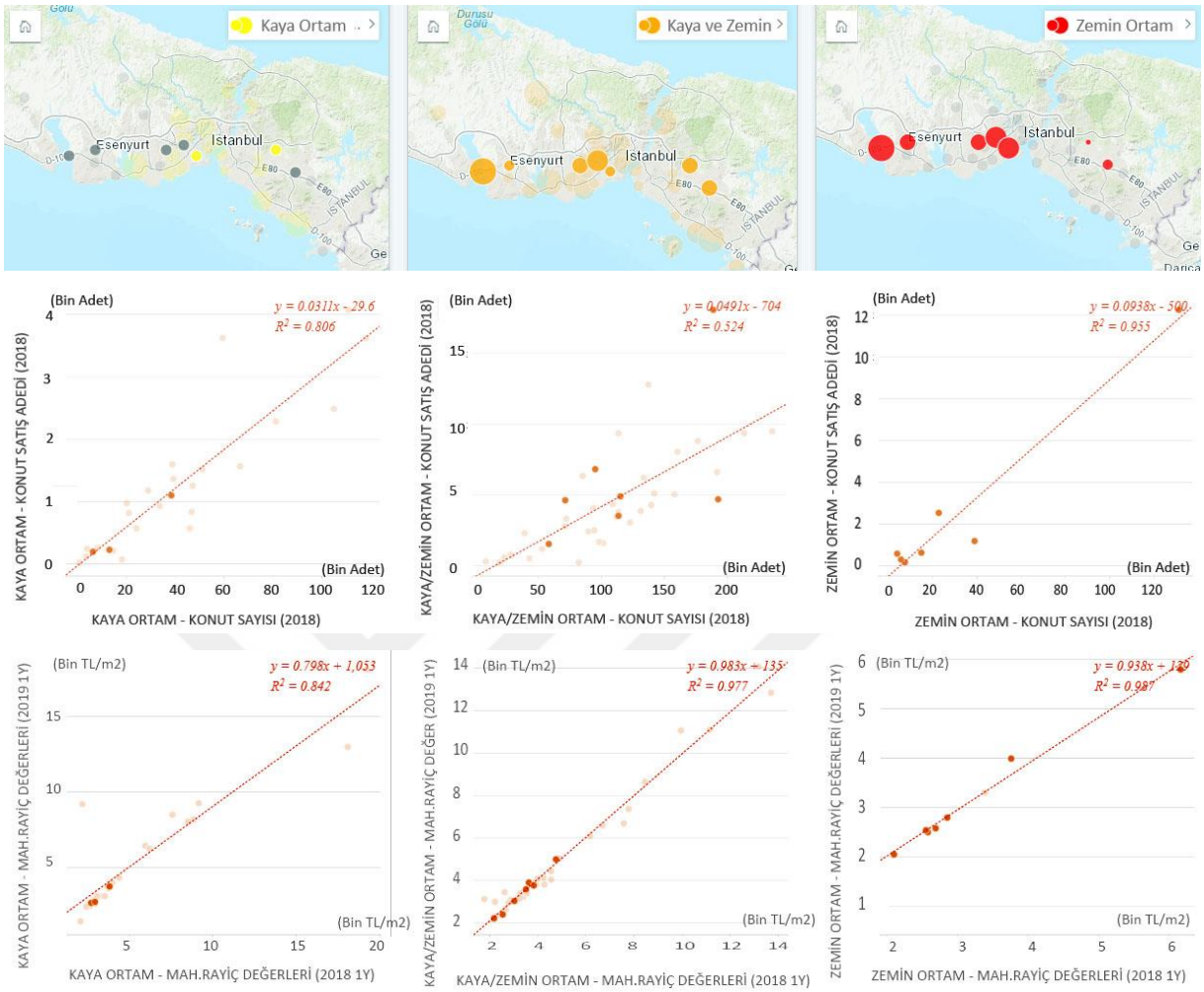
Kaya, zemin veya kaya-zemin ortam özelliklerine göre ilçelerdeki dağılım ile REIDIN (*Real Estate Business Information Services / Emlak Bilgi Hizmetleri*) şirketi tarafından aylık olarak yayımlanan"REIDIN Konut Satış Fiyat Endeksi" ile konut satış adetleri ve konut sayıları arasındaki ilişki **Şekil 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**).



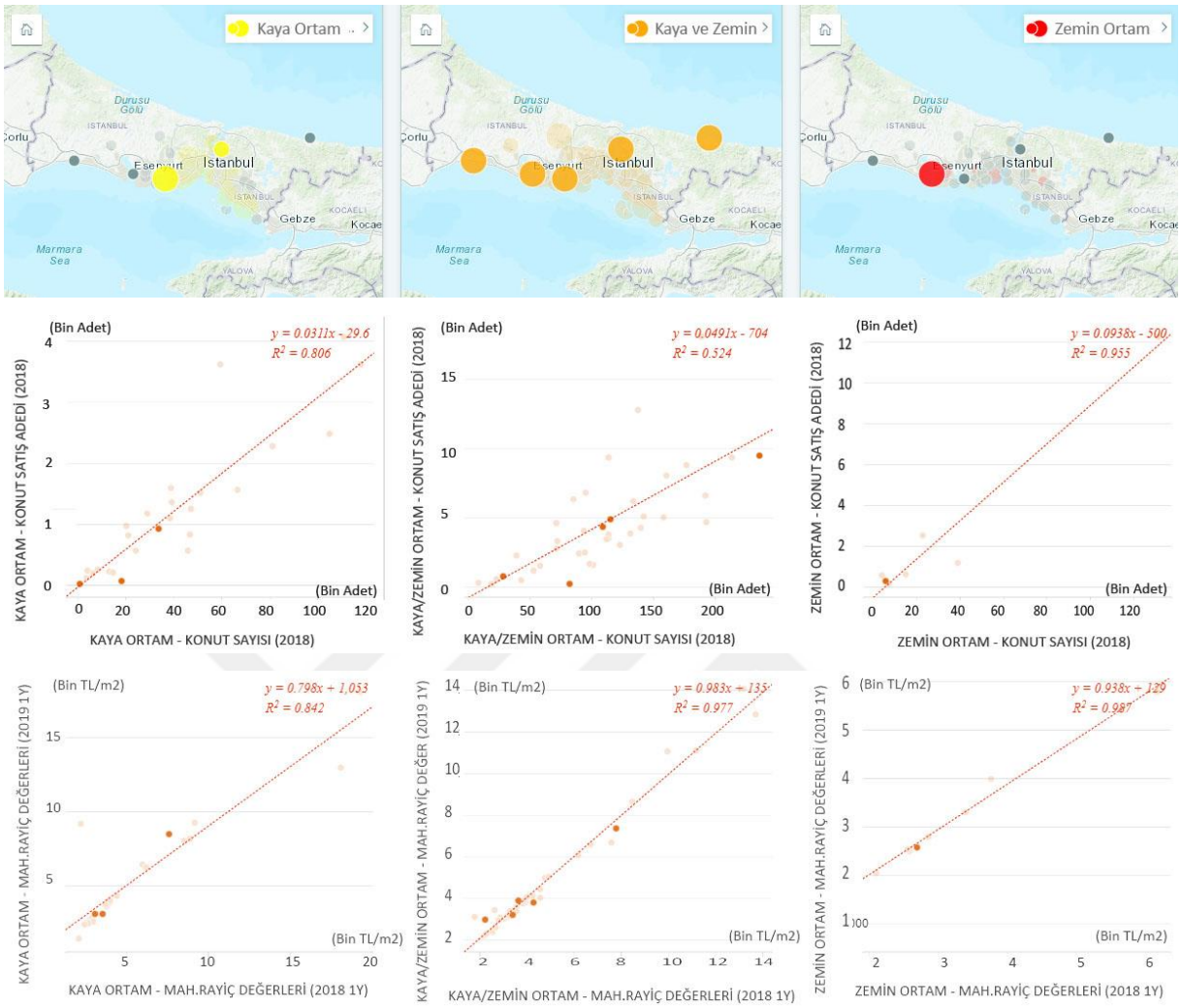
Şekil 4.9: Kaya, Zemin ve Kaya-Zemin ortamlarda konut satış fiyat endeksine göre dağılım.



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



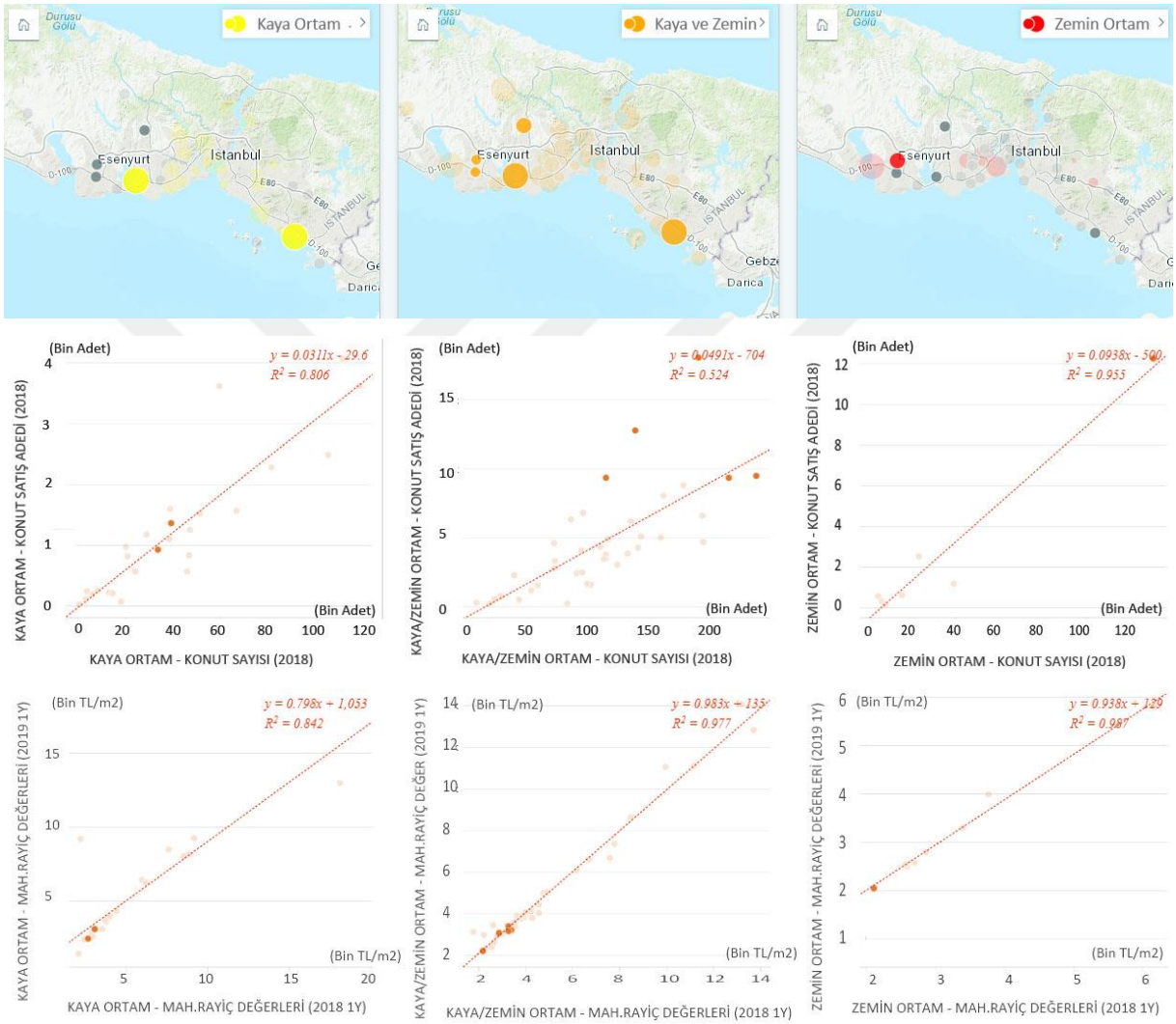
Şekil 4.11: Zemin Ortam'da konut satış fiyat endeksine göre dağılım.



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 değerlerin 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 endeksine 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)'nın 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 gözlendiği; 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 (Yaltırak, 2002). Fayın yapılara 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 etkilenmeyeceği 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 40^0-70^0, ters faylarda ise 10^0-40^0 olduğu düşünüldüğünde (Geology of the National Parks, 2007a,b) fayın yüzeye çıkması durumunda odak noktasından farklı olarak, meydana gelen açıya göre, yer yüzüne çıkması söz konusu olabilmektedir. Tampon bölge oluştulması 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 düşünülen ve sadece 12 km.lik kısmının haritalanabilidiği kırılmanın tamamının yüzeye yansımadığı; 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 ölümcül depremi meydana getiren Van fayının Türkiye Diri Fay Haritası'nda yer almıyor olmasıdır (Yalçın ve diğ., 2013).

Tüm bu süreç bir arada düşünüldüğünde, 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 içerisideki 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 düşünülmektedir. 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 ülkemiz 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, Dolayoba, Kartal, Tuzla ve Trakya formasyonları ise yüksek dayanım kapasiteleri nedeniyle deprem sırasında zemin büyütmesine karşı direnç gösterebilen birimlerdir. Bakırköy formasyonu gibi Güngören ve Çukurçeşme formasyonlarıyla birlikte Kuvaterner oluşumlar (Alüvyon, Yapay Dolgu, Kuşdili Formasyonu) sismik büyütmelere neden olacak jeoteknik özelliklere sahiptir. Nitekim, 17 Ağustos 1999 Mw 7.6 tarihinde Gölcük'te meydana gelen depremde, İstanbul'un Avrupa ve Anadolu yakasında Paleozoyik istifinin bulunduğu alanlarda ise sınırlı sayıda bazı binalarda hafif zararlar ortaya çıkmıştır. Depremin 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 sismograf kayıtları incelendiğinde Avcılar'da standartların çok üstünde bir ivme ile karşılaşıldığı, litolojinin ve birimlerin kalınlığının ivmedeki sismik 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 dışından, ancak deprem riskinin yüksek olduğu bir alanda örneklem yapılması için Yalova il geneli seçilmiştir. TÜİK (2019) verilerine göre Yalova il genelinde 270.976 kişi yaşarken, Avcılar ilçesinde ise 448.882 kişi yaşamaktadır. 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 neredeyse 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).

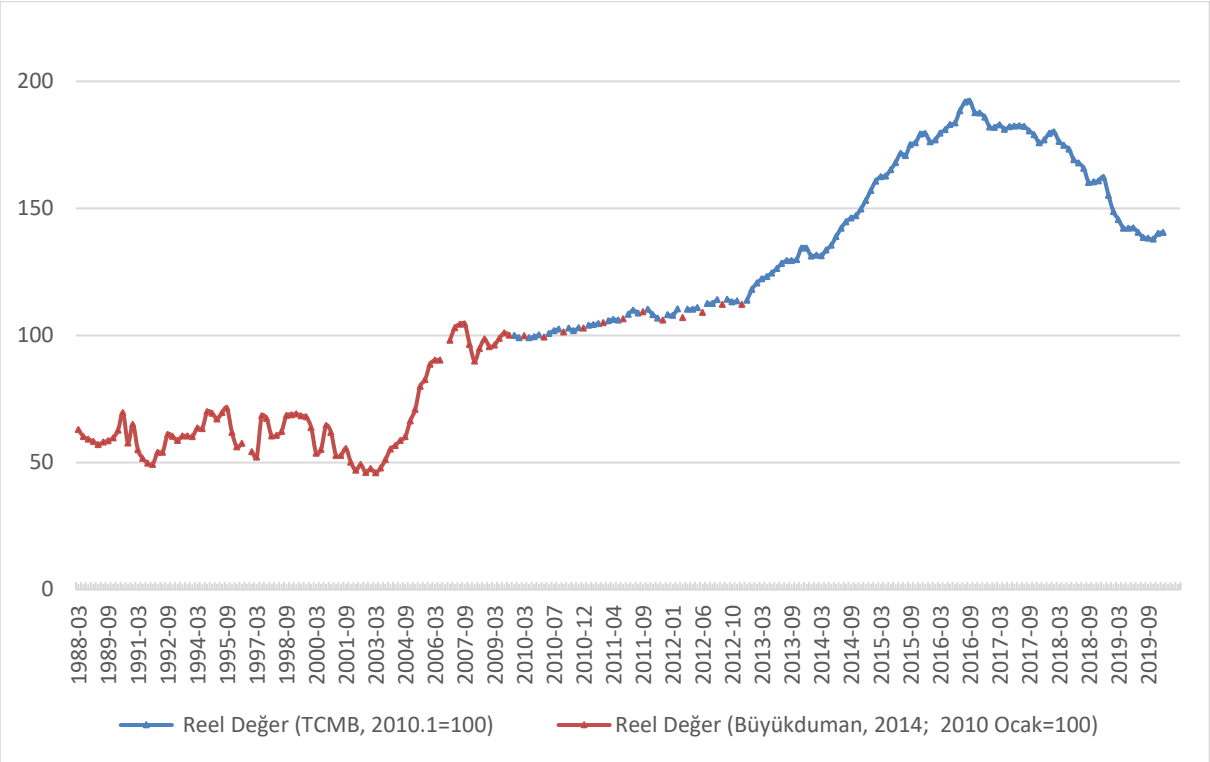
Avcılar ilçesi ise Gölcük (1999) depreminde hiposantrdan 100 km.den daha uzakta olmasına rağmen zemin koşulları ve hatalı yapılaşma nedeniyle ikincil bir odak noktası gibi neredeyse aynı sarsıntı değerlerine maruz kalmıştır. Avcılar'daki 1376 adet konut (%3.26) ağır hasara uğrarken 274 kişi hayatını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

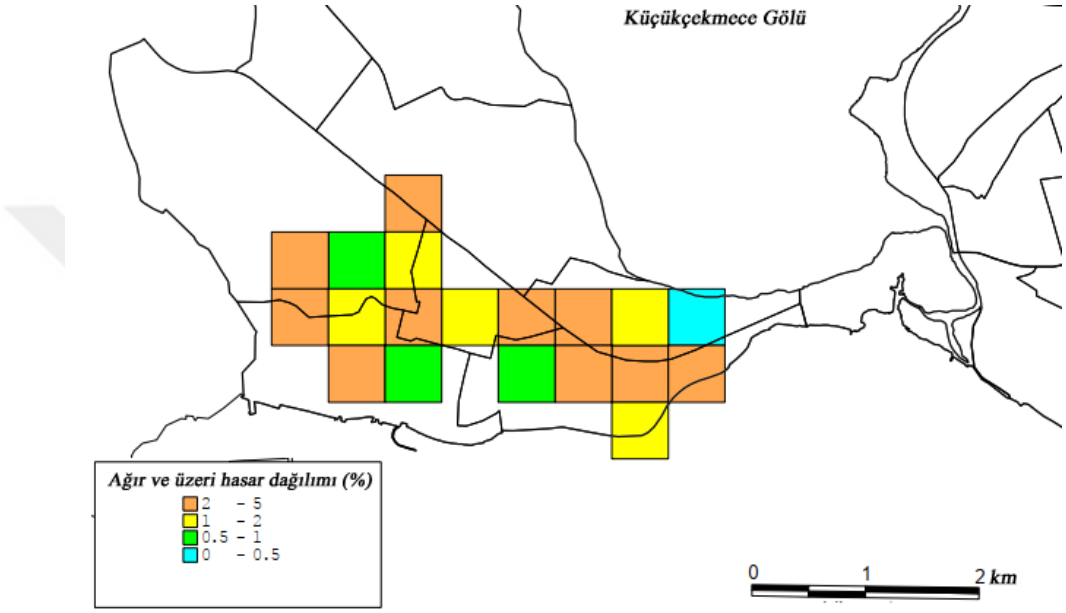
Değer değişimlerinin tespit edilmesi amacıyla, İstanbul geneli konut reel değerlerinin 1988-2019 arasındaki verilerin bulunması nedeniyle, meydana gelmiş olan depremlerin de bu yıllar arasında ve İstanbul ve yakın çevresinde meydana gelmiş olması ile sınırlandırılmıştır. Söz konusu dönem incelendiğinde 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 hisseden 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 hisseden 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/m^2 olabilmiştir. 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 gözlendiği 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 düzelme dönemine 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 felaketten kaçmak adına önlem dahi almayan ya da değer kayıplarının belirli bir periyot dahilinde tekrar düzeldiği süreç

haricinde, ilk defa bireylerin ikamet 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 (Eylül-Ekim) incelendiğinde %4 değer artışı,

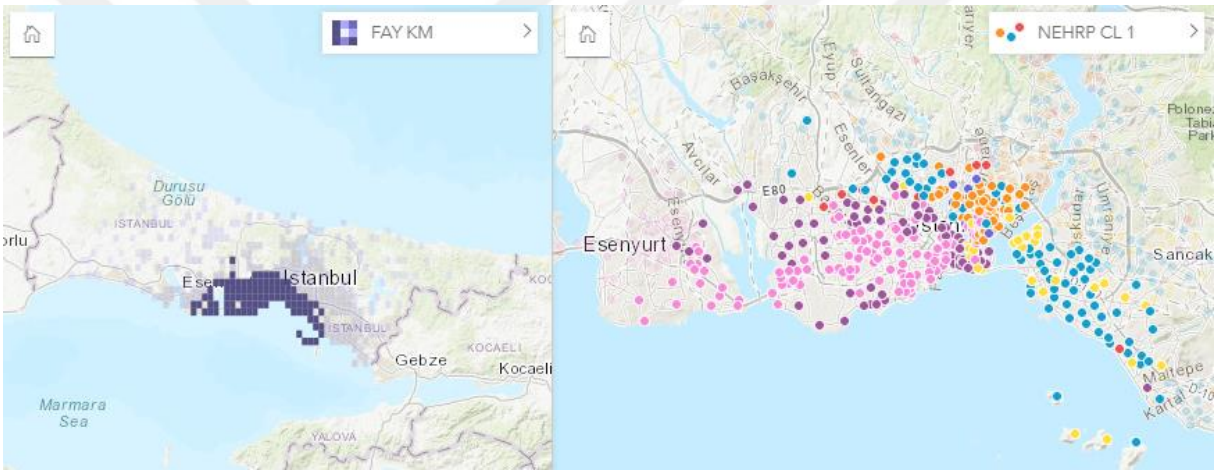
Eylül-Kasım ayları arasında %0,6 değer artışı, Eylül-Aralık döneminde ise %2,3 oranında değer kaybı olduğu tespit edilmiştir. Armutlu'da bu Eylül-Ekim döneminde %1, Eylül-Kasım döneminde %11 ve Eylül-Aralık döneminde %5 değer kaybı yaşarken, Çınarcık sırasıyla %3 artış, %4 artış ve %1 kayıp; Çiftlikköy 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 Taşliman (Çınarcık) mahallesinde olurken, Eylül-Kasım döneminde en yüksek kayıp %18 ile Bahçelievler (Yalova Merkez), %8 ile Sahil (Çiftlikköy) ve %7 ile Koru-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 Koru-Cumhuriyet (Çınarcık); en yüksek artış ise %6 ile Mehmet Akif Ersoy (Çiftlikköy) ve %4 ile Harmanlar (Çınarcık) olmuştur. Burada gözlendiği 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 gözlenmiştir.

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 4.19**, **Şekil 4.20**, **Şekil 4.21**). Bu sınıflamaya göre ilk iki uzaklık sınıfı şehir genelindeki yerleşimi gösterirken (**Şekil 4.17**, **Şekil 4.19**), üçüncü sınıflandırmanın sadece sahil kesimlerinde konutlar yaygın olup (**Şekil 4.20**) faya en uzak olan son sınıflandırmada ise oldukça seyrek olarak konut alanı bulunmaktadır (**Şekil 4.21**, **Şekil 4.22**).

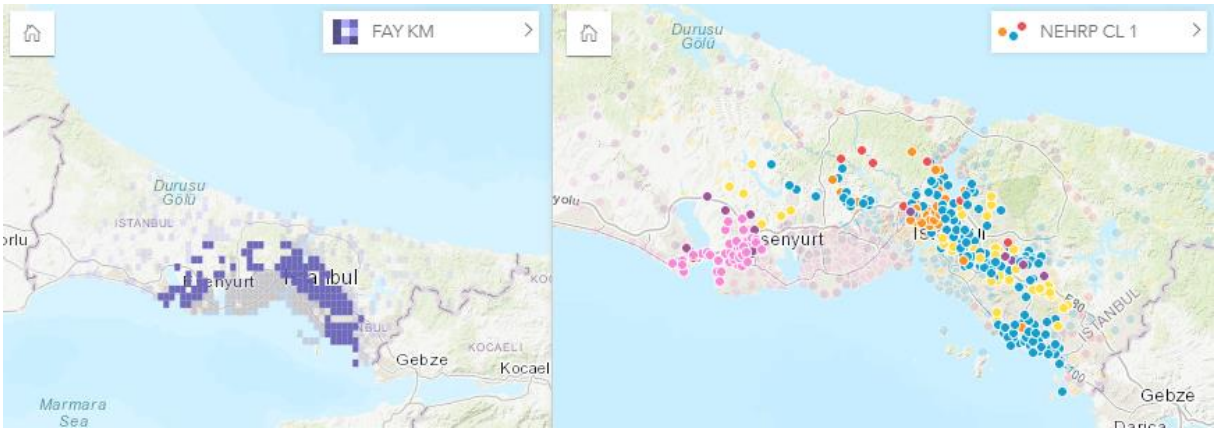
Yapılan değerlendirmelerin incelenmesi sonucunda faya en yakın konumlardan birine sahip olan Bakırköy ilçesine bağlı Basınköy ve Yeşilköy mahalleleri dikkate alındığında 2018 yılına göre %6,5 artış sonrasına sırasıyla 11.000 TL ve 14.000 TL değerlerine yükseldiği gözlemiş olup buradan çıkan sonuçla faya olan yakınlığın değer değişiminde etken olmadığı da tespit edilmiştir.



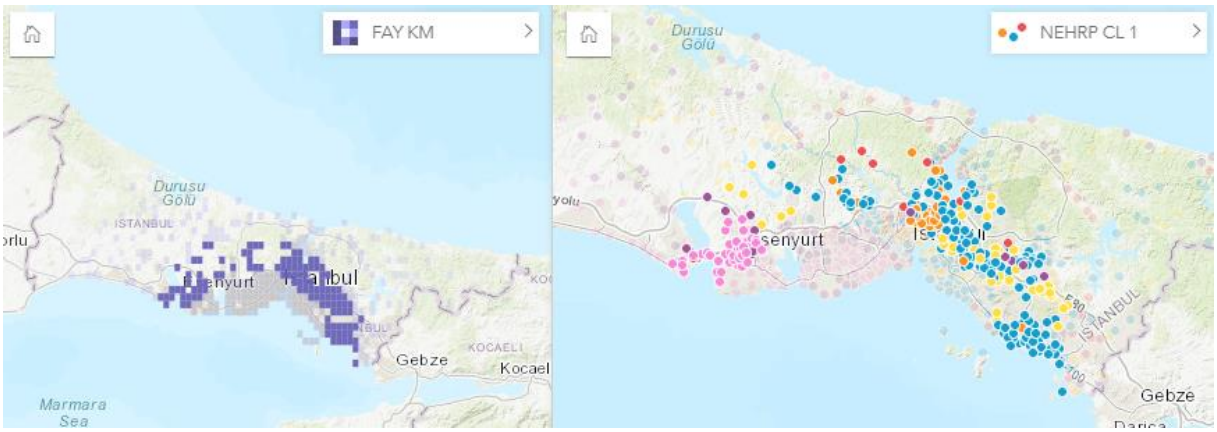
Şekil 4.16: Kuzey Anadolu Fayı Avcılar segmentinin konumu (Emre ve diğ, 2011).



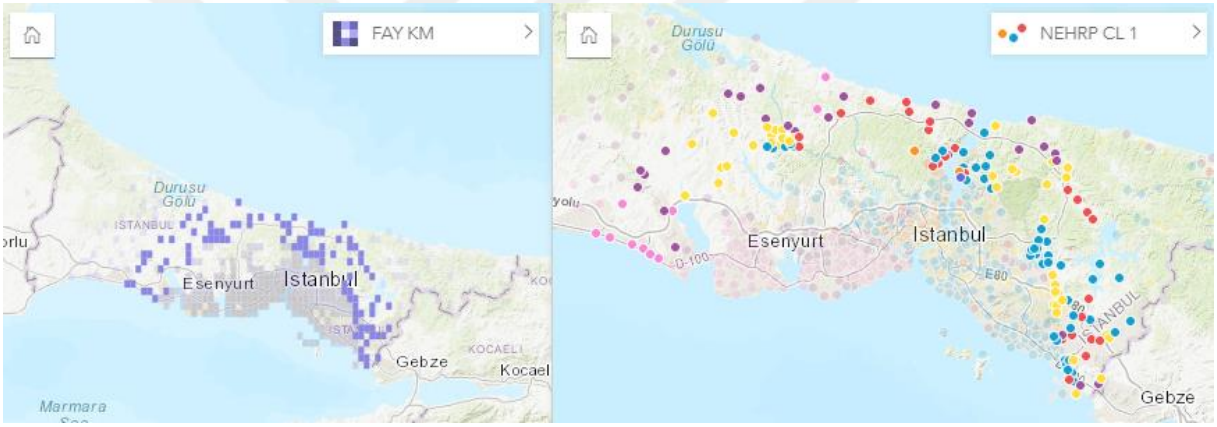
Şekil 4.17: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 9,9-23 km.



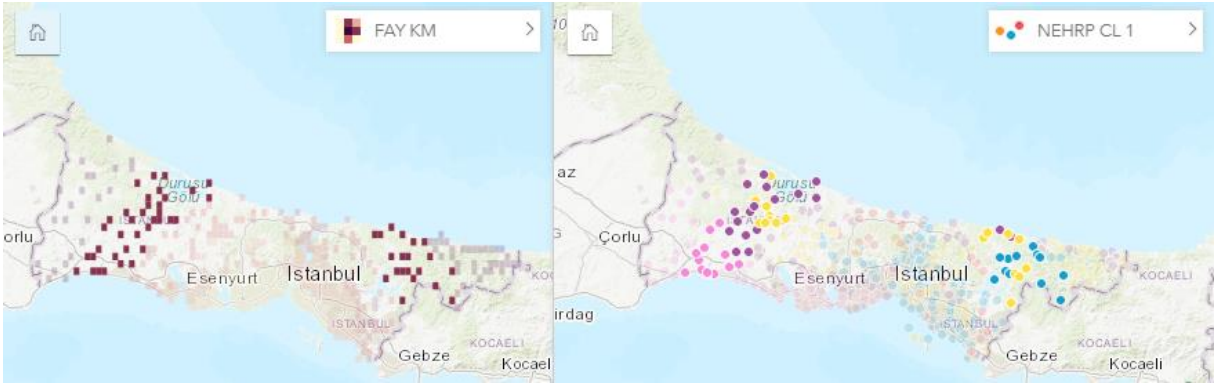
Şekil 4.18: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 23-33 km.



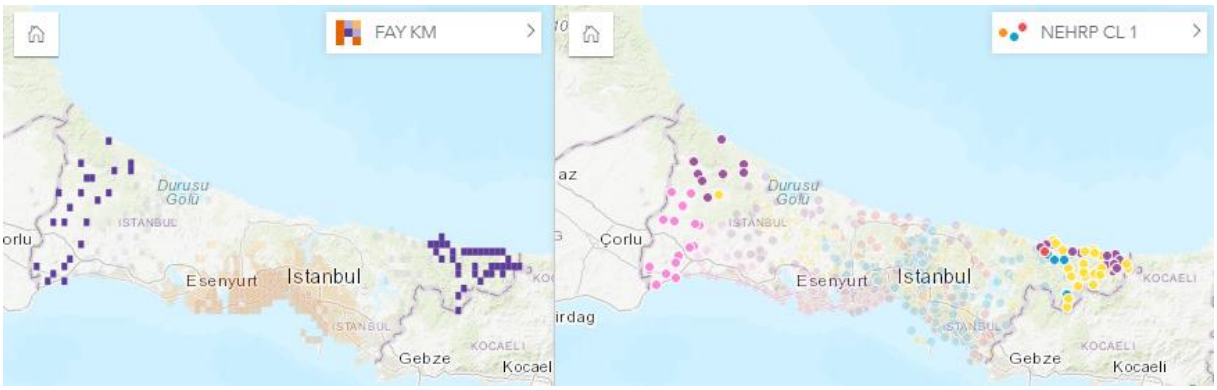
Şekil 4.19: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 23-33 km.



Şekil 4.20: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler, mahallelerin faya olan uzaklığı: 33-45,7 km.



Şekil 4.21: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler, mahallelerin faya olan uzaklığı: 45,7-62 km.



Şekil 4.22: NEHRP (1997) sınıflamasına göre zeminler ve mahallelerin faya olan uzaklığı: 62-89 km.

Çalışmada deprem konusunda yapılan son analiz ise zemin büyütmesi potansiyeline göre yapılmıştır. Buna göre zemin büyütmesi 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 Zemin büyütmesi potansiyeli olan tüm zeminler üzerinde yapılan genel incelemede ise 2019 yılında 2018 yılı rayiç değerlerine göre %1,53 oranında değer artışı gözlendiği 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.

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 büyütmesi potansiyeli taşıyan birimler arasında en yüksek beşinci artışı gösteren bölge olmuştur.

Zemin büyütmesi 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 gözlendiği 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.

Zemin büyütmesi potansiyeli olan tüm zeminler üzerinde yapılan genel incelemede ise 2019 yılında 2018 yılı rayiç değerlerine göre %1,53 oranında değer artışı gözlendiği 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.

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	Büyükçekmece	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	Zeytinburnu	Kazlıçeşme
Kuşdili	10,101	3,708	-63.3%	İstanbul	Bakırköy	Kartaltepe

4.5. HEYELAN ALANLARI VE KONUT SATIŞ İLİŞKİSİ

Avrupa yakasında, Beylikdüzü ve Büyükçekmece ilçeleri heyelan sahaları bakımından İstanbul'un en geniş alanlarını oluşturmaktadır (**Şekil 4.23**, **Şekil 4.24** ve **Şekil 4.25**). Haramidere'nin mansap kısmı ile Büyükçekmece koyu arasındaki sahil bölgesi ve koyun doğu yamaçları, neredeyse tümünde kütle harekeleri 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.

Anadolu yakasında ise Şile bölgesinin güney ve doğu kesimlerinde, kiltaşı 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 çalışmasında 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 karşılaşılabildiğini 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 geçirimliliğinin düşük ve orta olması nedeniyle gözenek suyu basıncının yüksek, yani heyelan oluşmasına ortam hazırladığı ifade edilmiştir. Ayrıca, Gölyaka, Fener ve Kavaklı Deresi heyelanlarını meydana getiren litolojinin V_{S30} 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 belirtiliştir. Kemerdere ve Çukurlar heyelanlarını meydana getiren litolojinin ise Vs_{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 ayrışmış, 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 incemeler 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.

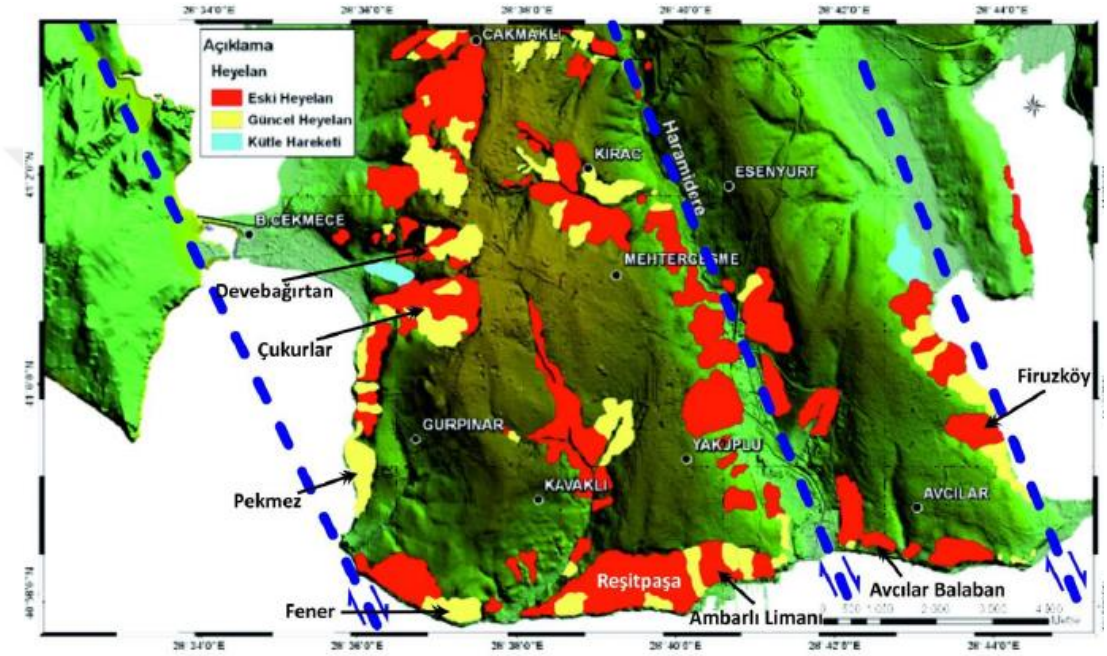


Şekil 4.23: İstanbul il genelinde tespit edilmiş olan heyelan alanları (Gedik ve diğ, 2005'den uyarlanmıştır).

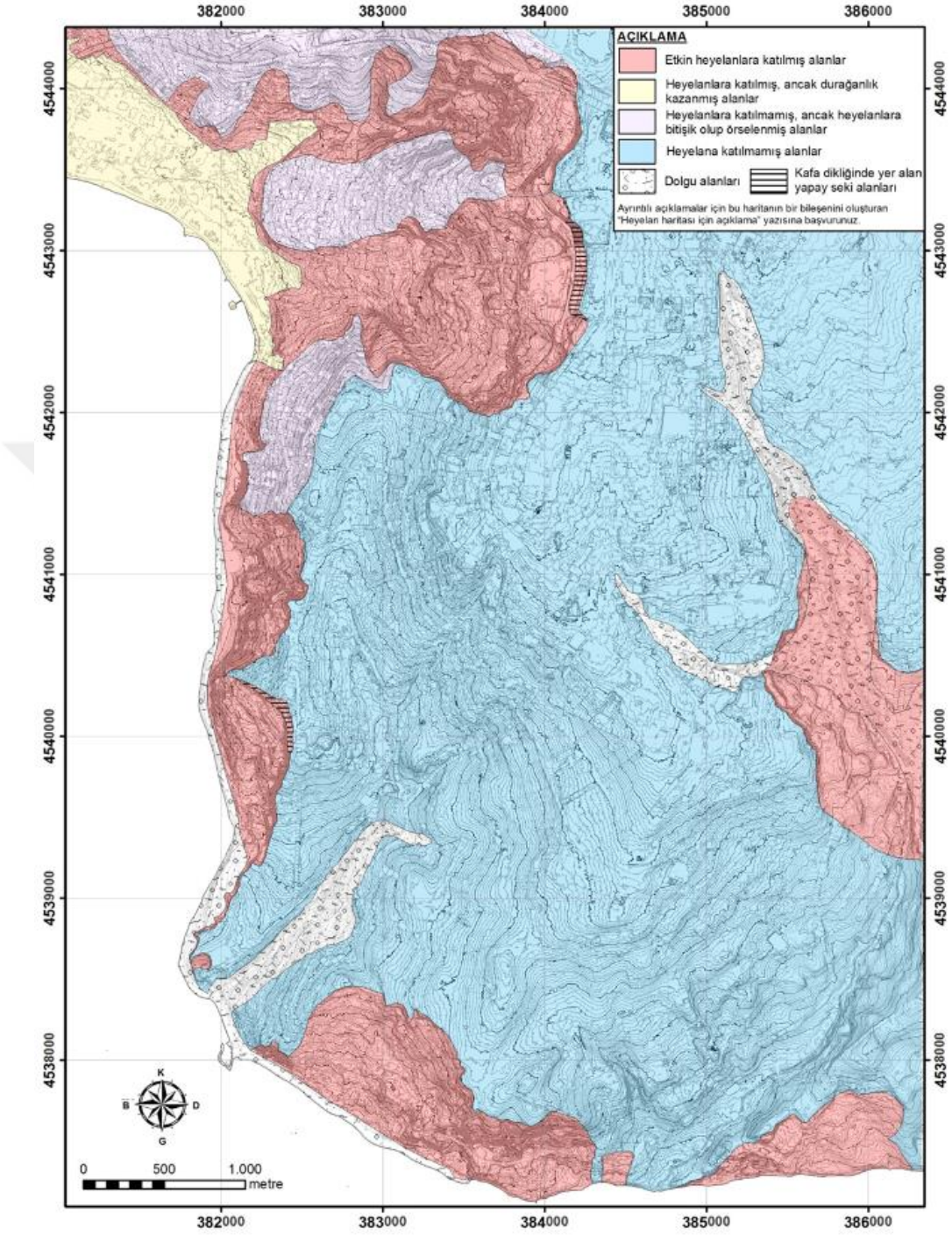
Büyükçekmece ve Beylikdüzü ilçelerindeki heyelanların harekete neden olan litolojik özellikleri dışında depremlere bağlı kütle hareketlerinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bölge beklenen İstanbul depremi düşünüldüğünde kırılması en muhtemel olan fay olan Avcılar Segmenti'ne oldukça yakın 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; depremle birlikte meydana gelebilecek sıvılaşmaların da tetiklemesi sonucunda 5^0'den yüksek eğimli yerlerinde büyük kütle hareketlerine maruz kalabileceği de 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 düşünüldüğünde 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.



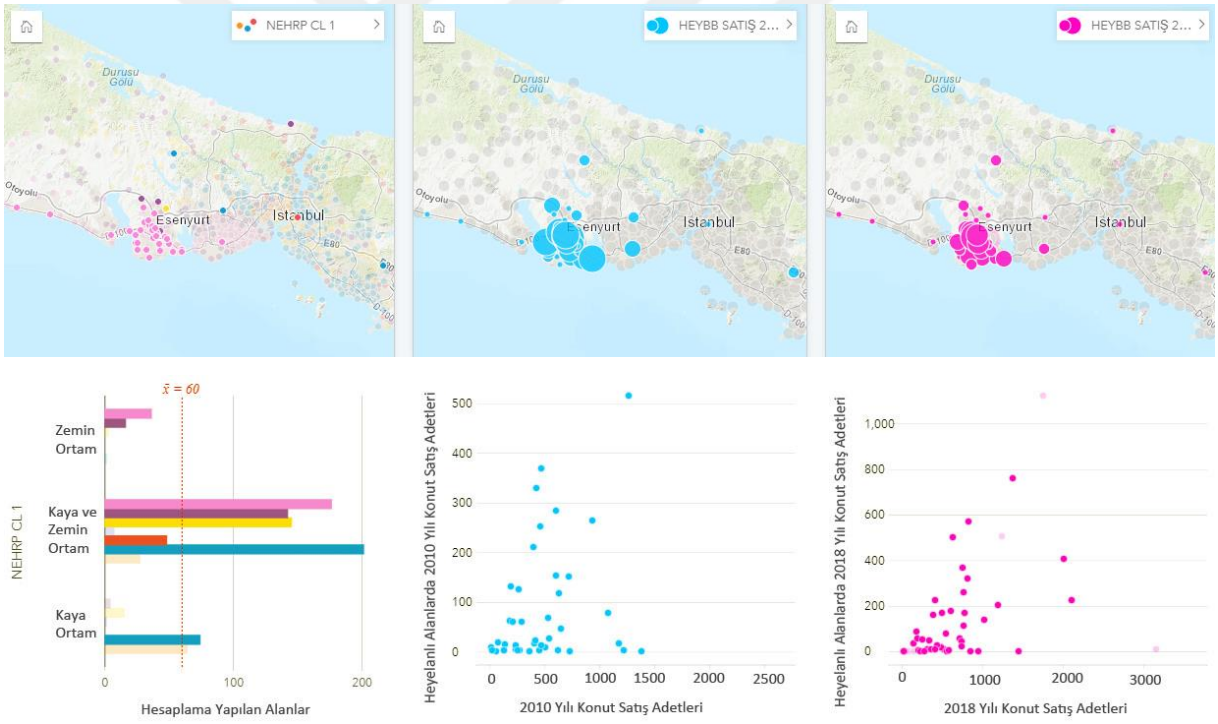
Şekil 4.24: Heyelan yoğunluk haritası (Duman ve diğ., 2004 ve Dalgıç ve diğ. 2016'dan alınmıştır).



Şekil 4.25: 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

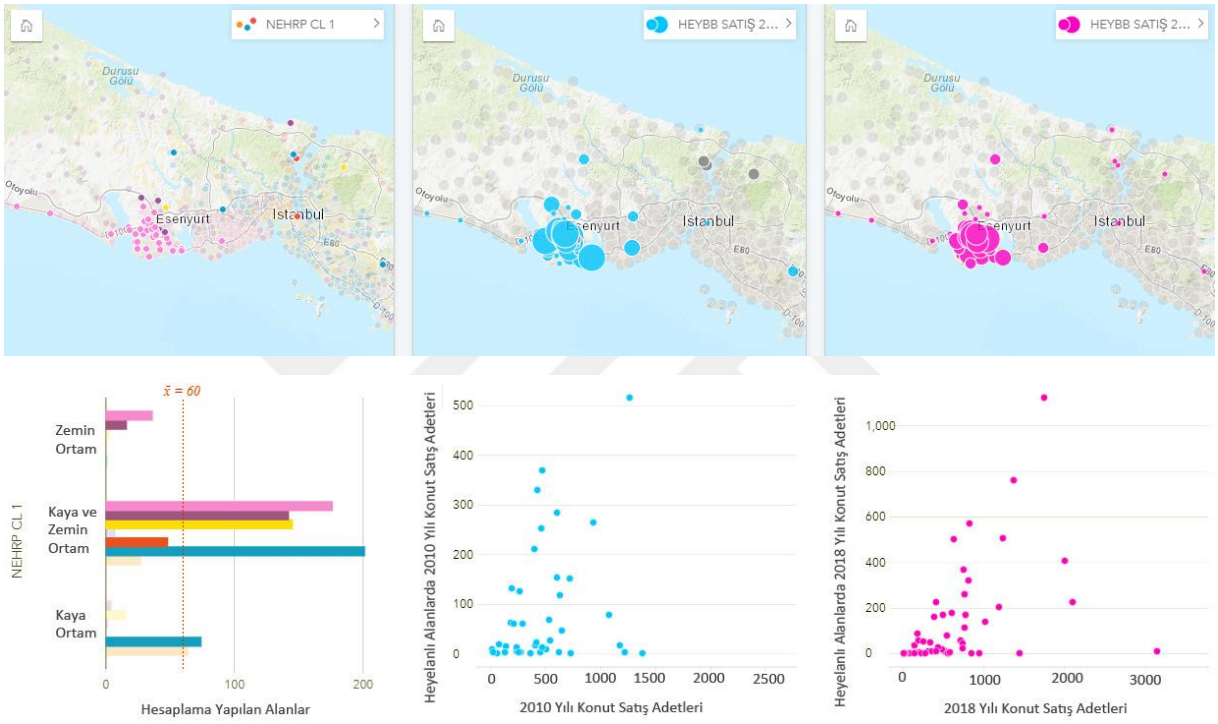
Büyükçekmece gölleri arasında kalan kısımda yoğunlaştığı gözlenmiştir. Tüm heyelan alanları incelendiğinde bu alanda yer alan jeolojik birimlerin kaya ortam, kaya-zemin ortam ve zemin ortamda olduğu gözlenmiştir. Analizler sonucunda 2010 yılında heyelanlı alanlar içerisinde konutu satışı yapılan yerlerin 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 4.26**). 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 4.26: 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 4.27**). 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 oranın %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 4.27: 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 4.28** ve **Şekil 4.29**). 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 4.28**'de gösterilmektedir. Zemin özellikleri incelediğinde beş

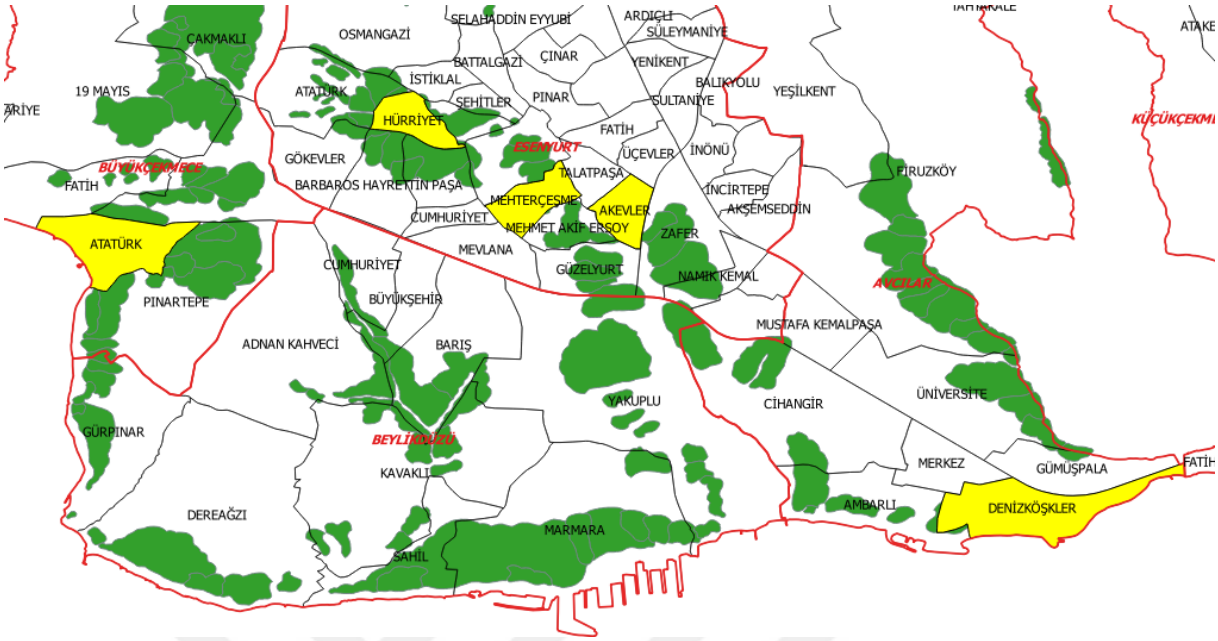
mahalleden dördünün D sınıfı yani en kötü zemin grubunda yer aldığı, bir mahallenin ise C ve D sınıfı zeminde yer aldığı tespit edilmiştir.

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 4.29**'de gösterilmektedir. Zemin özellikleri incelediğinde 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.

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.

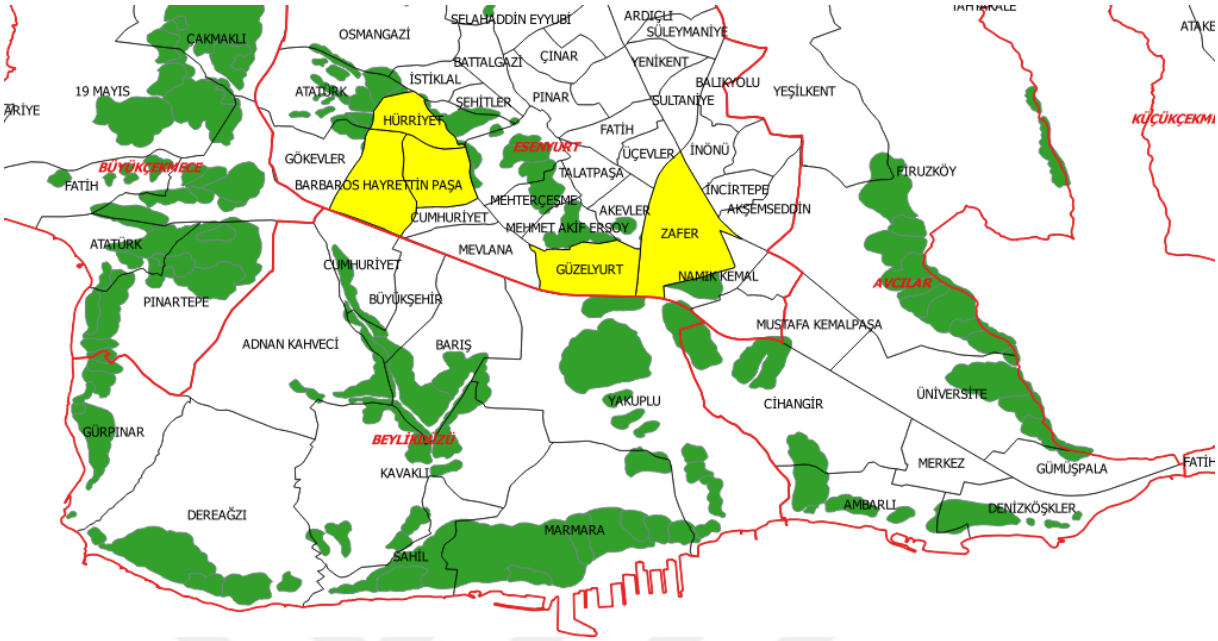
Mahalle	İlçe	2010 Satış Oranı
Mehterçeşme	Esenyurt	41%
Akevler	Esenyurt	80%
Hürriyet	Esenyurt	78%
Atatürk	Büyükçekmece	47%
Denizköşkler	Avcılar	28%



Şekil 4.28: 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).

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.

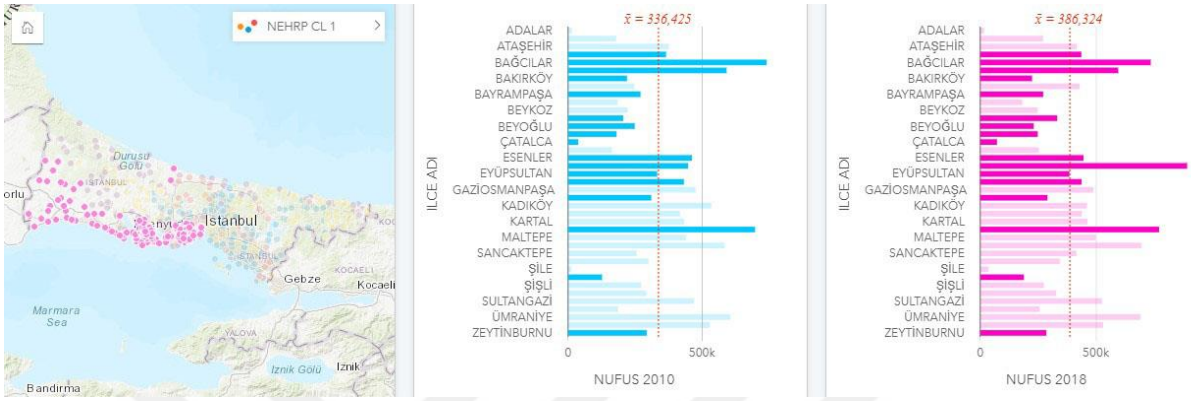
Mahalle	İlçe	2018 Satış Oranı
Zafer	Esenyurt	65%
Piri Reis	Esenyurt	56%
Güzelyurt	Esenyurt	69%
Barbaros Hayrettin Paşa	Esenyurt	41%
Hürriyet	Esenyurt	80%



Şekil 4.29: 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).

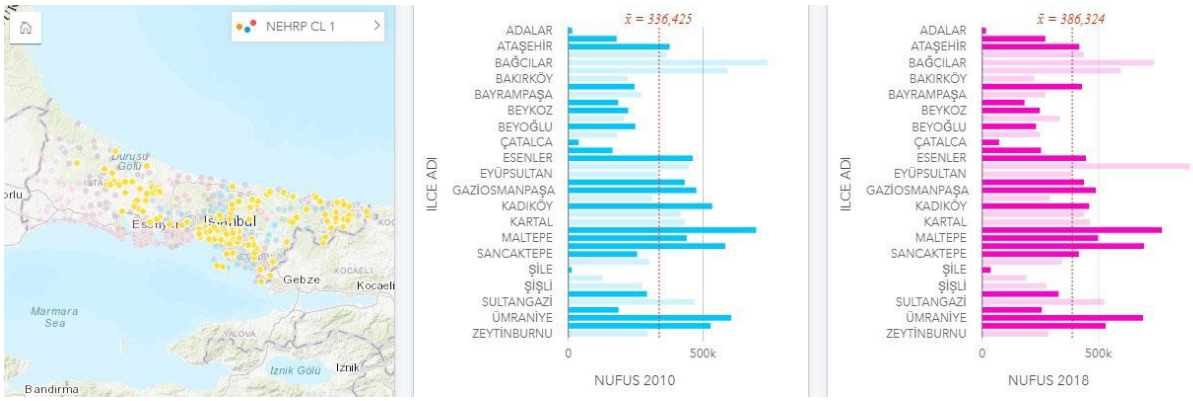
Heyelanlardan hareketle zemin sınıfına göre inceleme yapıldığında mahalle sınırında sadece NEHRP (1997) sınıfına göre D sınıfı olan zeminlerin tamamının Avrupa yakasında yer aldığı, Anadolu yakasında tüm mahalle içerisinde tek başına D sınıfı zemin bulunmadığı tespit edilmiştir (**Şekil 4.30**). Yapılan 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.



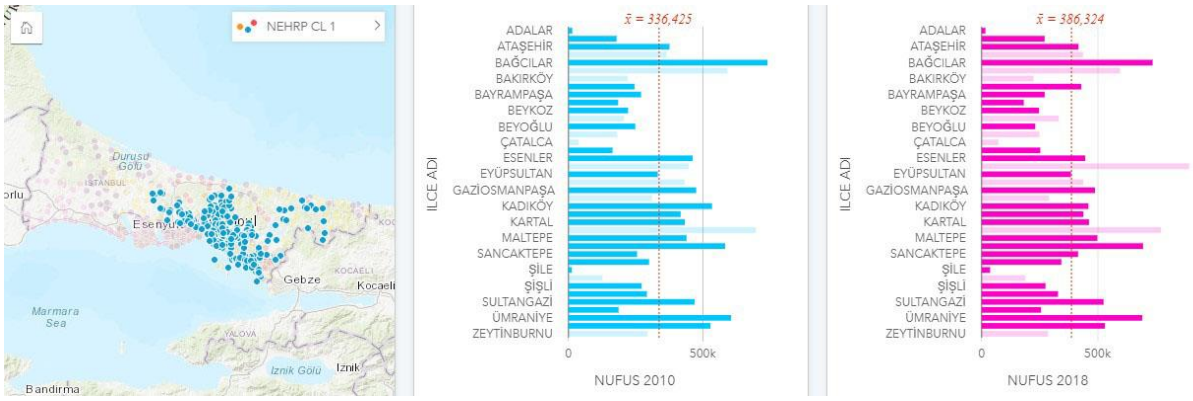
Şekil 4.30: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve D sınıfı zeminin (NEHRP, 1997) dağılımı.

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 4.31**). 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.

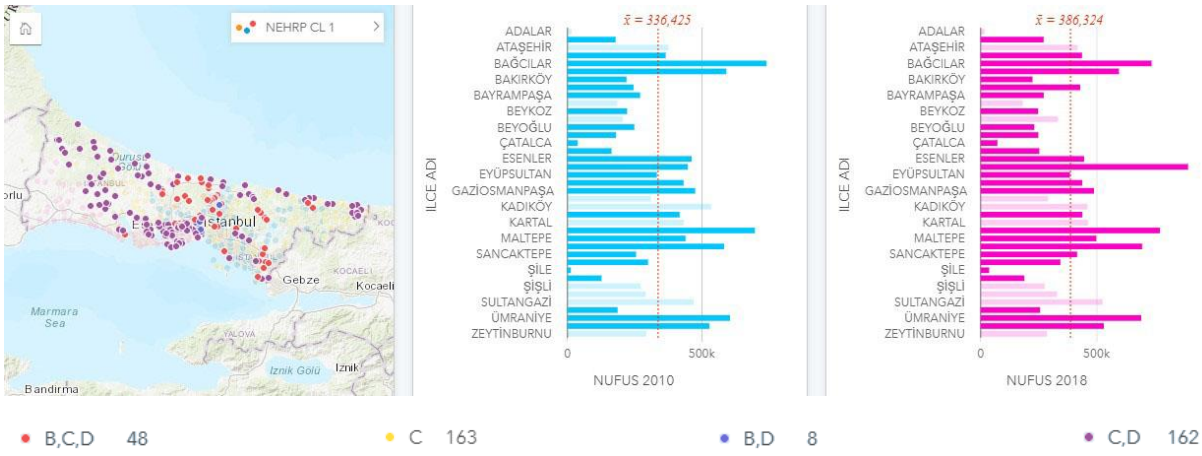


Şekil 4.31: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve Csınıfı zeminin (NEHRP, 1997) dağılımı.

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 4.32**). 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 4.33**).



Şekil 4.32: 2010 ve 2018 yılı nüfusun ve B ve C sınıfı zeminlerin (NEHRP, 1997) dağılımı.



Şekil 4.33: 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 toparlanacağı, bununla birlikte %1 kadar bir sıvılaşma kaynaklı değer kaybının kalacağını tahmin edilmiştir.

JICA (2004), İstanbul için olası depremde sıvılaşma potansiyeli gösterecek zeminleri düşük SPT-N değerlerine sahip olan muhtemel gevşek ve yumuşak zeminler olarak ifade etmiştir.

Bundan dolayı potansiyel sıvılaşma çalışması için yapay dolgu, alüvyon ve Kuşdili formasyonu üzerinde çalışma gerçekleştirmiştir (**Şekil 4.34**). Çalışmada kullanılan zeminlerin birim ağırlık, ortalama parçacık boyu ve ince partikül içeriği yaklaşık değerleri ise **Tablo 4.7**'de verilmiştir.

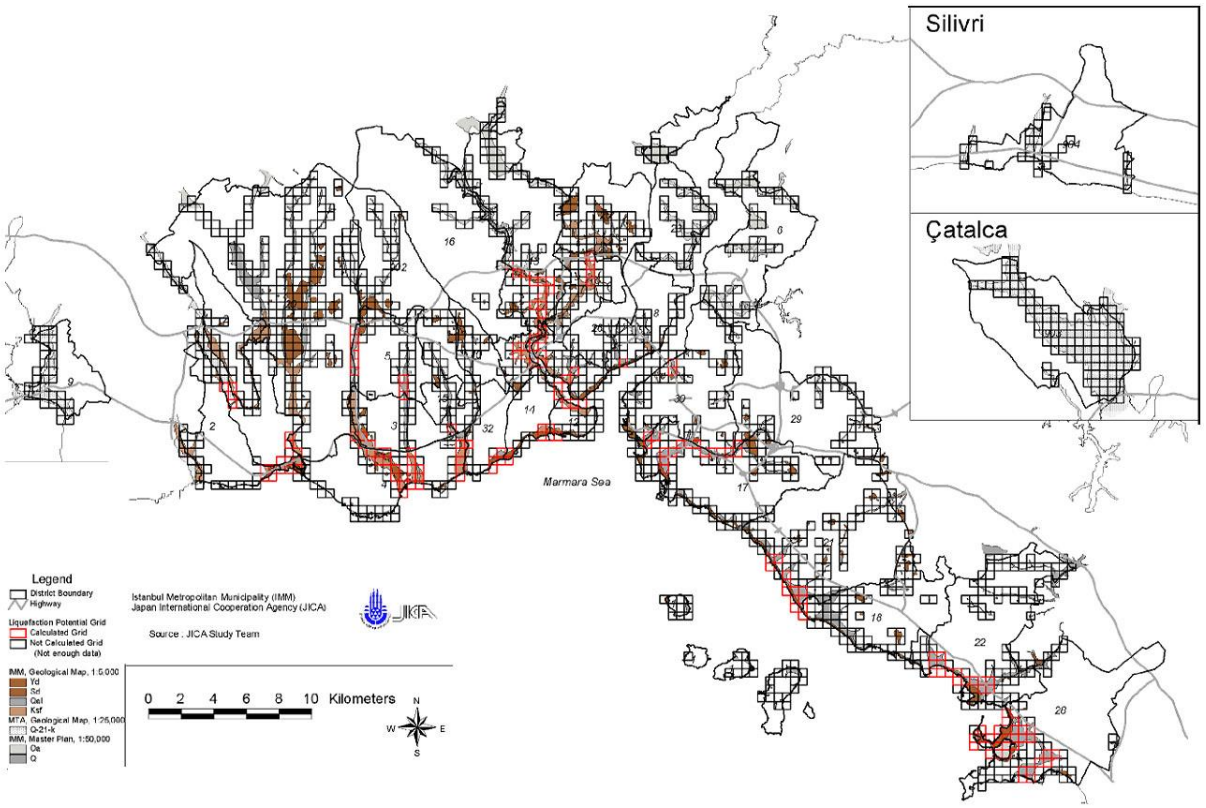
Tablo 4.7: Çeşitli zemin tiplerinin birim ağırlık, ortalama parçacık boyu ve incepartikül içeriği yaklaşık değerleri (JICA, 2002).

Zemin Tipi	Yeraltı Suyu Altındaki Birim Ağırlık γ_{t2} (tf/m^3)	Yeraltı Suyu Üstündeki Birim Ağırlık γ_{t1} (tf/m^3)	Ortalama Tane Çapı D_{50} (mm)	İnce taneli İçerik FC (%)	Jeoloji Sınıflandırması
Üst Toprak	1.7	1.5	0.02	80	-
Silt	1.75	1.55	0.025	75	-
Kumlu Silt	1.8	1.6	0.04	65	Qal-Kil, Kşf-Kil
Siltli 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-Kum,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 sıvılaşma 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 4.34: 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

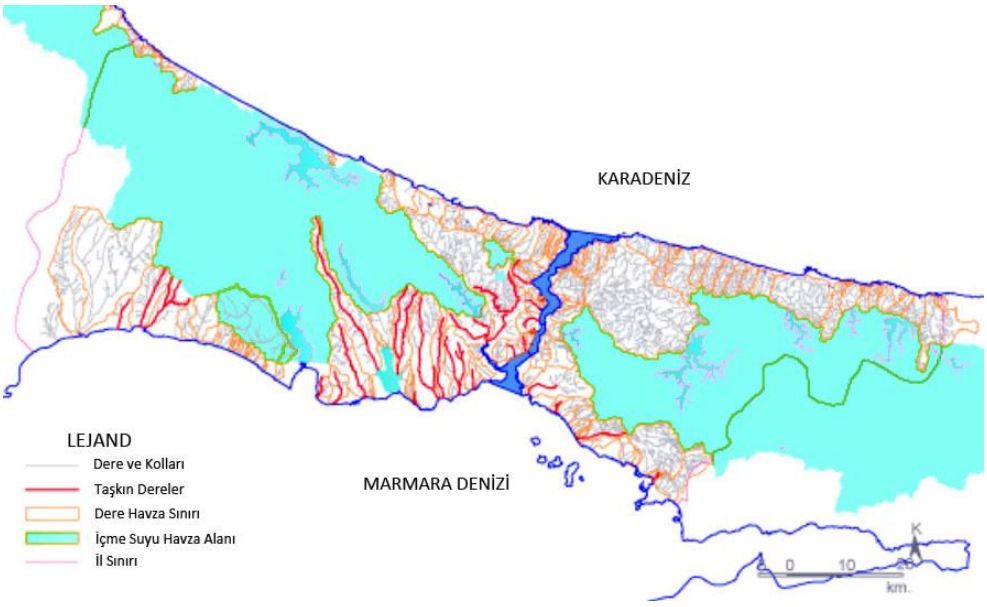
Formasyon	Rayiç Değer (TL) 2018	Rayiç Değer (TL) 2019	Değer Değişimi	İL	İLÇE	MAHALLE
Dolgu	3,344	17,500	423%	İstanbul	Beykoz	Çubuklu
Dolgu	6,013	20,108	234%	İstanbul	Beykoz	Paşabahçe
Alüvyon	3,078	8,790	186%	İstanbul	Beyoğlu	İstiklal
Alüvyon	4,000	11,368	184%	İstanbul	Avcılar	Üniversite
Alüvyon	712	1,871	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 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 %13,2 değer kaybı yaşandığı da ortaya çıkmıştır. Mahalle bazında bazı yerlerde tersi sonuçları tespit edilse de il geneli dikkate alındığında sıvılaşma 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 alınamaması sonucunda şehir taşkın oluşuma açık konuma getirilmiştir. Özellikle Kasımpaşa, Alibeyköy, Küçükköy, Maltepe, Kartal, Bağcılar, Esenler (Çınçin Deresi ve çevresi), Bayrampaşa, Zeytinburnu, Sarıyer (Tarabya), Beşiktaş (Ihlamur) 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/m^2 - 225 kg/m^2 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 4.35**'de; 08.09.2009 tarihinde Selimpaşa (Silivri)'da meydana gelen sel sonrasında yıkılan bir bina ise **Şekil 4.36**'da yer almaktadır.



Şekil 4.35: İstanbul derelerinde taşkın riski taşıyan dereler (İBB, 2008; Dinç, 2015).



Şekil 4.36: 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 4.37**). 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 4.37: 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 değerler 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 gözlense de mahalle genelinde 2018 yılı rayiçleri düşük olduğu için birim değeri çok etkilememiştir (**Şekil 4.38**).

Avrupa yakasında taşkın riskli alanlardaki değer değişimleri incelendiğinde, Karaağaç (Büyükçekmece) genelinde %13 değer artışı gözlenmekle birlikte taşkın riskli alandaki rayiç değerlere göre bu değerin mahalle genelindeki değerin 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 gözlense 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 yarıyılı rayiç değerlerin 1594-1887 TL/m^2 olduğu düşünüldüğünde bu durumun ana kaynağının satın alma gücü olduğu görülmüştür (**Şekil 4.39**).

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

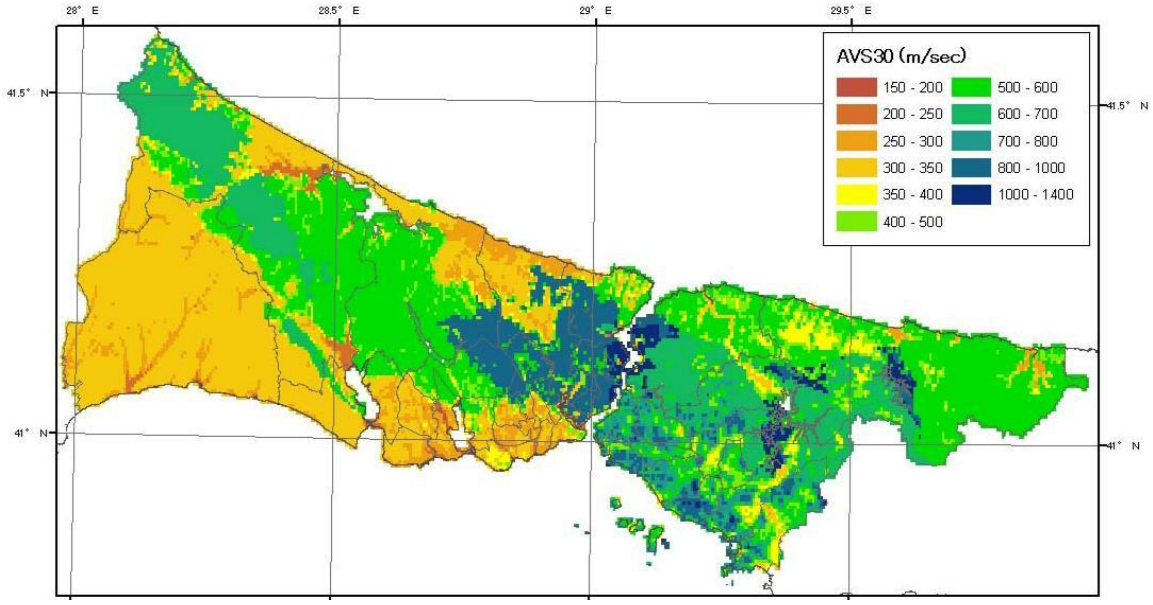


Şekil 4.39: Akarsu çevresindeki taşkın riskli alanların 2019 yılı il yarısı konut rayiç değerlerinin değişimi (Analiz GABORAS Gayrimenkul Borsası A.Ş. tarafından yapılmıştır).

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 (Vs30 değeri 150 ile 350 arasında), zayıf-orta (Vs30 değeri 250 ile 700 arasında), orta (Vs30 değeri 350 ile 800 arasında), orta-iyi (Vs30 değeri 400 ile 1000 arasında), iyi (Vs30 değeri 800 ile 1400 arasında) ve karışık (Vs30 değeri 150 ile 1400 arasında) 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**). İstanbul ilinin ortalama Vs_{30} genel dağılım haritası **Şekil 4.40**'da gösterilmiştir.



Şekil 4.40: İstanbul ilinin ortalama Vs_{30} genel dağılım haritası (BÜ-KRDM, 2009).

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

Zemin Sınıfları (Birleştirilmiş)	Vs_{30} değeri	2018 1Yarıyıl (Ortalama)	2019 1Yarıyıl (Ortalama)	Ortalama Değişim Oranı
Zayıf Zeminler	150 - 350	3,911.51	3,910.95	0.7%
Zayıf-Orta Zeminler	250 - 700	3,859.74	3,832.71	-1.8%
Orta Zeminler	350 - 800	3,049.38	3,210.46	5.3%
Orta-İyi Zeminler	400 - 1000	5,299.88	5,309.67	0.2%
İyi Zeminler	800 - 1400	14,564.13	12,488.77	-11.0%
Karışık Zeminler	150 - 1400	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%**

Birim değerleri en yüksek olan zeminler incelendiğinde ise iyi zeminlerde gözlenmiştir. Bu zemin grubunda rayiç değerler 2018 ilk yarılı yılı için 14.564 TL/m2, 2019 ilk yarılı yılı 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 zeminlerde 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: Vs_{30} değerlerinden elde edilmiş zemin sınıflarına göre 2018 ve 2019 veri adetleri

Zemin Sınıfları (Birleştirilmiş)	Vs_{30} değeri	Toplam Veri Adedi (2018)	Toplam Veri Adedi (2019)
Zayıf Zeminler	150 - 350	181	185
Zayıf-Orta Zeminler	250 - 700	49	53
Orta Zeminler	350 - 800	57	63
Orta-İyi Zeminler	400 - 1000	88	90
İyi Zeminler	800 - 1400	84	86
Karışık Zeminler	150 - 1400	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 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 formasyonuyla birlikte Güngören formasyonundaki kiltaşlarının 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 formasyonun 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/m^2; Aydos formasyonunda 4.900 TL/m^2; Gözdağ formasyonunda 5.000 TL/m^2; Dolayoba formasyonunda 4.900 TL/m^2; Kartal formasyonunda 6.800 TL/m^2; Tuzla formasyonunda 16.000 TL/m^2; Trakya formasyonunda 6.900 TL/m^2; Sancaktepe Graniti'nde 2.500 TL/m^2; Sarıyer formasyonunda 7.600 TL/m^2; Akveren formasyonunda 3.000 TL/m^2; Şile formasyonunda 3.300 TL/m^2; Soğucak formasyonunda 3.600 TL/m^2; Ceylan formasyonunda 3.000 TL/m^2; Gürpınar formasyonunda 3.100 TL/m^2; Ömerli formasyonunda 4.300 TL/m^2; Bakırköy - Güngören - Çukurçeşme formasyonlarında 4.100 TL/m^2; Kuşdili formasyonunda 5.000 TL/m^2; Alüvyon zeminde 5.500 TL/m^2; Yamaç molozunda 6.300 TL/m^2; Dolgu alanlarda 7.900 TL/m^2 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/m^2 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/m^2olduğu tespit edilmiştir. Formasyonlar arasındaki birim değer değişimleri incelendiğinde birim değerin yüksek olmasındaki birincil kaynağının litoloji olmadığı;bununla birlikte jeolojik ve jeoteknik olarak İstanbul'daki yapılar için en yaygın ve en sağlam temellerden biri olması, depremsellik durumunda diğer formasyonlara göre dayanım, sismik olarak diğer litolojilere göre daha yüksek zemin büyütme direncinin yanısıra 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 satışı 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 artışınise %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 itibariyle, 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 değerin 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 konu artış ve azalaşın genel olarak konut pazarındaki arz-talep ilişkisi, ulaşım, proje aşamasındaki inşa 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 değerin 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.

Ortalama Vs_{30} hızlarına göre yapılan analizde birim değerleri en yüksek olan zeminlerin iyi zeminler olduğu (Vs_{30}:1000-1400), bu zemin grubunda rayiç değerlerin 2018 ilk yarılı yılı için 14.564 TL/m^2, 2019 ilk yarılı yılı için ise 12.488 olarak tespit edilmiştir. Birim değerleri en düşük olan zemin sınıfı ise sırasıyla 3.049 TL/m^2 ve 3.210 TL/m^2 rayiç değerler ise orta zeminler (Vs_{30}: 400-1000) olmuştur.

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 yüksek 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 içerisine bina yaşı da dahil olmuştur.

Elde edilen sonuçlar ve geçmişte yapılan farklı amaçlara yönelik çalışmalar incelendiğinde jeoteknik koşulların konut değerinin değişimine etkisinin olduğunun gözlendiği; 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.

Çalışma sonucunda ilçe bazındaki jeolojik ve jeoteknik farklılıkların tespit edilmesi için ilçe, hatta mahalle bazından çalışmalar yapılmasının önemi ortaya çıkmaktadır. Bunun en önemli nedeni sosyal bir analiz gibi görünen konut tercih kriterlerinin mikro ölçekte ortaya çıkabilecek sonuçlar ve bu sonuçların irdelenmesi sonucunda kent planlaması, gelecekte yaşanması

muhtemel önemli doğa olaylarının sonuçlarının en aza indirilerek katlanabilir hale getirilmesinin yollarıları tespit edilebilir.

Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü bünyesinde kurulan Taşınmaz Değerleme Dairesi Başkanlığı tarafından oluşturulmaya çalışılan değer bilgi bankası ile hedeflenen Toplu Değerleme Sistemi içine jeolojik ve jeoteknik özellikler kriterleri de eklenerek gerek değer tespiti, gerekse değer etki eden jeolojik ve jeoteknik özelliklerin değer içindeki dağılımları gerek bilgi sahibi olunması gerekse her türlü felaketin olmasında önce meydana gelme ihtimali olan olayların risk büyüklüğünün gerçek ekonomik boyutunun belirlenebilmesinde önemli bir adım olacaktır.

Gayrimenkul değerleme 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 dekstral 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 değer 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 yürülüğe 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.

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/tarihseldepremler [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 SpecialReference toMicrotremors,*Bulletin of the Earthquake Research Institute*, 35, 415-456.

Akman, Ü., 1992, *Amasra-Arıt arasının jeolojisi*, Doktora, 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, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Akyüz, H.S., Altunel, E., Karabacak, V., Yalçıner, 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 çökelme 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, 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, İstanbul Teknik Üniversitesi, 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., ‹mren,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 theSea of Marmara pull-apart (North AnatolianFault): 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, 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 oluşuklarının nannoplanktonların biyostratigrafisi,* Yüksek Lisans, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Aydın, Y., 1974, *Etüde pétrographique et géoochimique de la partie centrale du Massif D'Istranca (Turquie)*, Doktora, L'Üniversitè 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), 1-8.

Baykal, A. F. ve Kaya, O., 1966, İstanbul Boğazı kuzey kesiminin jeolojisi, *TJK Bülteni*, 10, 31- 44.

Baykal, A.F. ve Önalan, M., 1982, Şile sedimenter karışığı (Şile olistostromu), *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, 137-144.

Boatwright, M.T., 2003, *Hadrian and the Cities of the Roman Empire*, Princeton University Press, 138, ISBN 978-0-691-09493-9.

Boccaletti, M.; Manetti, P.; Peccerillo, A., Stanisheva-Vassileva. G., 1978, Late Cretaceous high-potassium vol- canism in eastem Srednogorie, *Bulgarian Geol. Soc. Am. Bull*., 89, 439-447.

Borcherdt, R.D. ve Gibbs,J.F., 1976, Effectsof Local Geological Conditions in the San Francisco Bay Region on Ground Motions and the Intensities of the 1906 Earthquke, *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 Fransisco Bay Region, California, *Proc. 4th International Conference on Seismic Zonation*, Standford, 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 1 – 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 açınsama 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 Foraminiferes du Trias de la peninsula de Kocaeli-Turquie, *Note du Laboratoire de Paleontologie de l'Universite de Geneve*, 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, *1:500000 Ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri haritası–İstanbul Paftası*, Özel Yayın Serisi – 6, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Elmas A., Yiğitbaş E., 2001, Ophiolite emplacement by strike-slip tectonics between the Pontide Zone and the Sakarya Zone in Northwestern Anatolia, Turkey, *Internatıonal 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.

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,* Özel Yayın Serisi-30, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

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 Açıdan) ve Sürdürülebilir Kullanım Üzerindeki Rolü, *Marmara Coğrafya Dergisi* , 1 (31) , 48-81.

Gedik, I., ve Önalan, 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/millerm/SSfaults.html [Ziyaret Tarihi: 30.08.2020]

Geology of the National Parks, 2007b, https://pages.uoregon.edu/millerm/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) rapor no:983,33s. Ankara

Görür, N. ve Okay, A.I., 1996, Fore-arc origin of the Thrace Basin, Northwest Turkey, *Geologische Rundschau*, 85, 662-668.

Görür, N., 1988, Timing of opening of the Black Sea basin, *Tectonophysics*, 147, 247-262.

Gutsuz, P., 2008, *Başıbüyük (Maltepe)- Kurfalı (Kartal) Civarında İstanbul Paleozoyik İstifinin Yapısal Özellikleri*, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü.

Gülşen, H., 2007, *Beykoz-Kadıköy-Tuzla (İstanbul) Bölgesinin Hidrojeoloji İncelemesi*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gülkan, P., Koçyiğit, A., Yücemen, 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, 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 quantitativedata*, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Haas, W., 1968, Das Alt-Paieozoikum von Biîhynien (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) rapor no: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.

Karabulut, S., ve Özel, A. O. , 2013, Ova Üzerine Kurulmuş Şehirlerde Sediman Kalınlığının Önemi: Istanbul Avrupa Yakası Örneği, *2.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*,1-8, Hatay, Türkiye.

Karaçalı, A.O., 2018, *Neolitik Anadolu Buluntu Yerleri Restitüsyonları Üzerinden Mekân Okumaları*, Doktora, 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 Kampaniyen-Maastrihtiyen 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 Devonien and Lovver Corboniferous stratigraphy of the Istinye, 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, 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 istanbul (Türkei), *Geol. Rundschau,* 41, 161-172.

Ketin, İ., 1959, Çamlıca bölgesinin tektoniği hakkında, *TJK Bülteni*, c.VII, 1, 1-18, Ankara.

Ketin, İ. ve Abdüsselamoğlu, Ş., 1966, *Reports Cento Stratigraphic Working Group Field Meeting*.

Kim, J., Park, J., Yoon, D.K., Cho, G.-H., 2017, Amenity or hazard? The effects of landslide hazard on property value in Woomyeon 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, 41-54.

Malik, A., Nafiz, H., 1933, Küçükçekmece fosil fıkralı hayvanlar mecmuası, *İstanbul Darülfünunu Fen Fak. Mecmuası*, 9,1503-1619.

Techincal Commitee 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, *Chemistryand Chronology of Plutonic Rocks, in the PontidMountains, 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,* http://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., ve Yamaga, H., 2007, Deprem riski ve konut kiraları: Tokyo Büyükşehir Bölgesinden kanıtlar, *Bölgesel Bilim ve Kentsel Ekonomi*, 37 (1), 87-99.

Nakagawa, M., Saito, M., ve 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, *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*, 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*, 254-263, İstanbul.

Oktay, F. Y., Eren, R.H. ve Sakınç, M., 1992, Karaburun-Yeniköy (İstanbul) çevresinde Doğu Trakya Oligosen havzasının sedimenter 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.

Önalan, M., 1981, İstanbul Ordovisyen ve Silüryen istifinin çökelme ortamları, *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, 2 (3-4), 161-177.

Önalan, M., 1982, *Pendik bölgesi ike adaların jeolojisi ve sedimenter özellikleri*, Doçentlik tezi, İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi.

Önalan, M., 1987, İstanbul Devoniyen Çökellerinin Sedimenter Özellikleri ve Çökelme Ortamları, *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yer bilimleri Dergisi*, 6 (12), 92-108.

Önder, Z., Dökmeci, V. ve Keskin, B., 2004, The Impact of Public Perception of Earthquake Risk on Istanbul's Housing Market, *Journal of Real Estate Literatur*e: *2004*, Vol. 12, No. 2, 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, 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 Bildiriler Kitabı*, 169-186.

Paeckelmann, W., 1938, *Neue Beitrage zur Kenntnis der Geologie*, Palaontologie und Pertographie der ungegard von Konstantinopel, Herausg. Von der Preuss. Geol. L.A.N.F. 18.

Pamir, H., N., ve Baykal, F., 1947, *Istranca 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*, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara.

Pehlivan, R., 1990, *Kemerburgaz-Bahçeköy-Gümüşdereköy-Çiftalan (İstanbul) Dolayının Jeolojisi ve Kil Mineralojisi*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Penck, W., 1919, Grundzüge der Geologie des Bosphorus. Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde, *Geol.- Nalturw*, 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*, 650, 1, 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/arsiv/11389.pdf [Ziyaret Tarihi: 13 Kasım 2019]

Resmî Gazete, *Sayı:14586*, https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/14586.pdf [Ziyaret Tarihi: 13 Kasım 2019]

Resmî Gazete, *Sayı:30364*, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/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,* 250-266.

Sayar C., 1992, *Biyostratigrafi*, İstanbul Teknik Üniversitesi yayınları, 1484, 336s.

Sayar, C., 1969, Boğaziçi arazisinde Ordovisiyen Conularia'ları, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 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 Ordovisyen-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 Mimaroğlu S, 1947, *Yurdumuzun Yersarsıntısı bölgelerini gösteren ve Bakanlar Kurulunun 12.7.945 gün ve 3/2854 sayılı kararile tatbik mevkiine konulmuş olan Yersarsıntısı 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) raporno, 2062,78s. Ankara

Sönmez (Gökçen), N., 1964, Çatalca (Trakya) civarı Neojen'inden Congeria'lıserinin Ostracod'larla bulunan yeni yaşı hakkında, *MTA Dergisi*, 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, 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, 238-239.

Tezcan, S. ve diğ., 1977, *İstanbul Yeni İskân Yöreleri 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 Ağzı-Amasra-Bartın-Kozcağız-Çaycuma Bölgesinin jeolojisi, *MTA Dergisi*, 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, NW 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 A.M. (ed), *Generation, accumulation, and production of Europe's hydrocarbons*, Special Publication of Eurapean 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, *Kuvaterner Çalıştayı IV*, İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 164-173.

Tüysüz, O., Aksay, A. veYiğitbaş, 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, Istanbul, *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, *İstanbul Üniverstiesi Coğrafya Dergisi*, 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, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yılmaz, E. 2005, *Güngören formasyonu killerinin mühendislik özellikleri ve mineralojik etkiler*, Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yiğitbaş E., Elmas A., Yilmaz 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, *1:100000 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, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Zaninetti, L. ve Dağer, Z., 1978, Biostratigraphie integree et paleoecologie du Trias de la peninsule de Kocaeli (Turguie), *Eclogae geol. Helv.*, 71 (1), 85-104.

]

EKLER

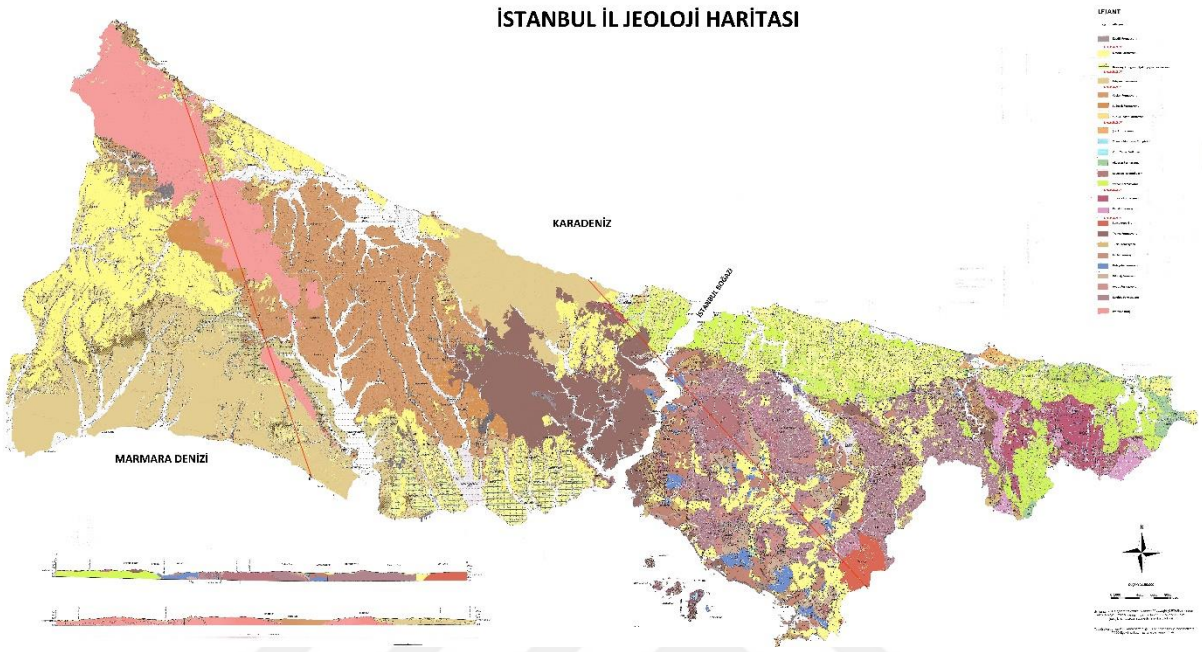
EK-1 İSTANBUL İL JEOLOJİ HARİTASI VE KESİTLERİ

EK-2 İSTANBUL İL GENELİ Vs_{30} DAĞILIMI

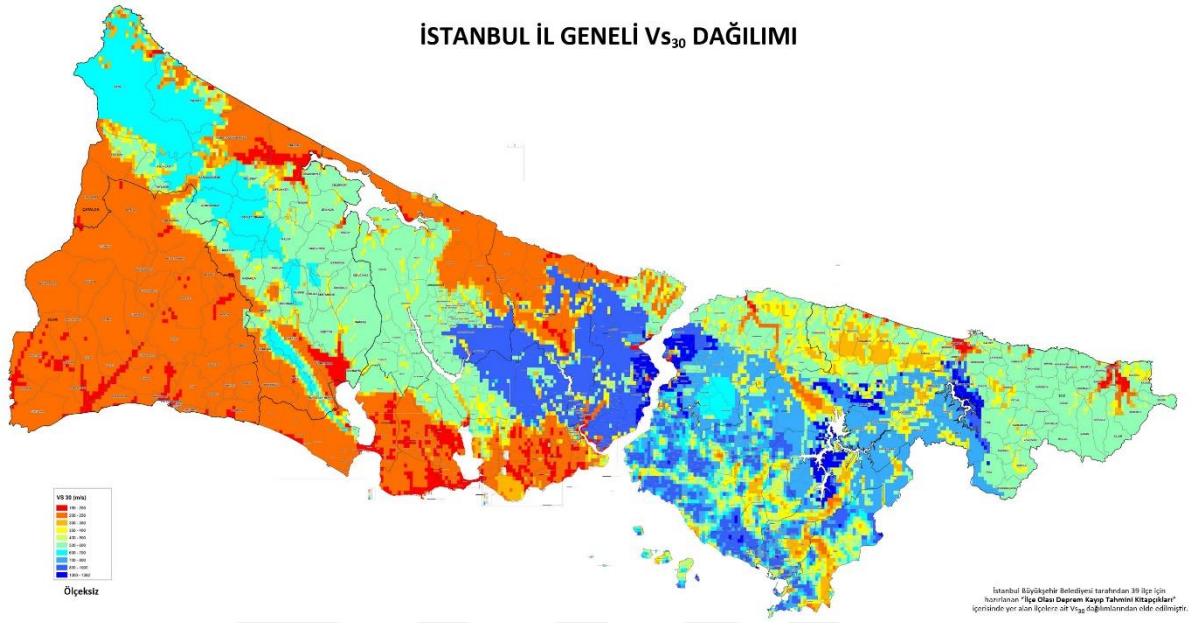
EK-3 OLASILIKSAL DEPREM TEHLİKESİ ANALİZİNE DAYALI ZEMİN BAĞIMLI EN BÜYÜK YER İVMESİ (PGA) DAĞILIMI (72 YIL)

EK-4 FORMASYONUNDAKİ RAYİÇ DEĞER DEĞİŞİMLERİ, FORMASYONUN DAĞILIMI.

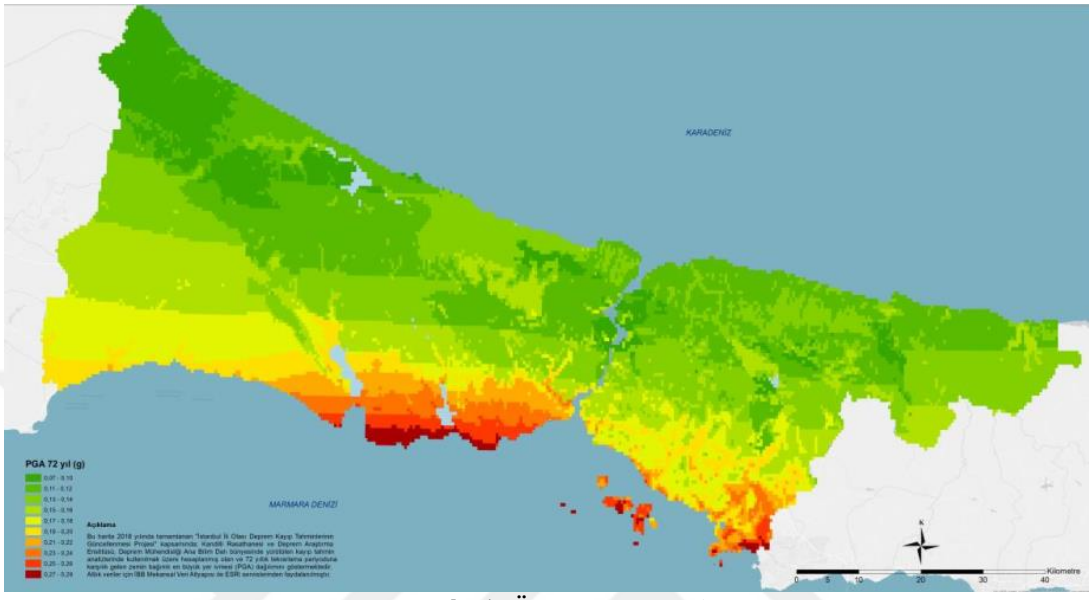
EK-1 İSTANBUL İL JEOLOJİ HARİTASI VE KESİTLERİ



EK-2 İSTANBUL İL GENELİ Vs_{30} DAĞILIMI

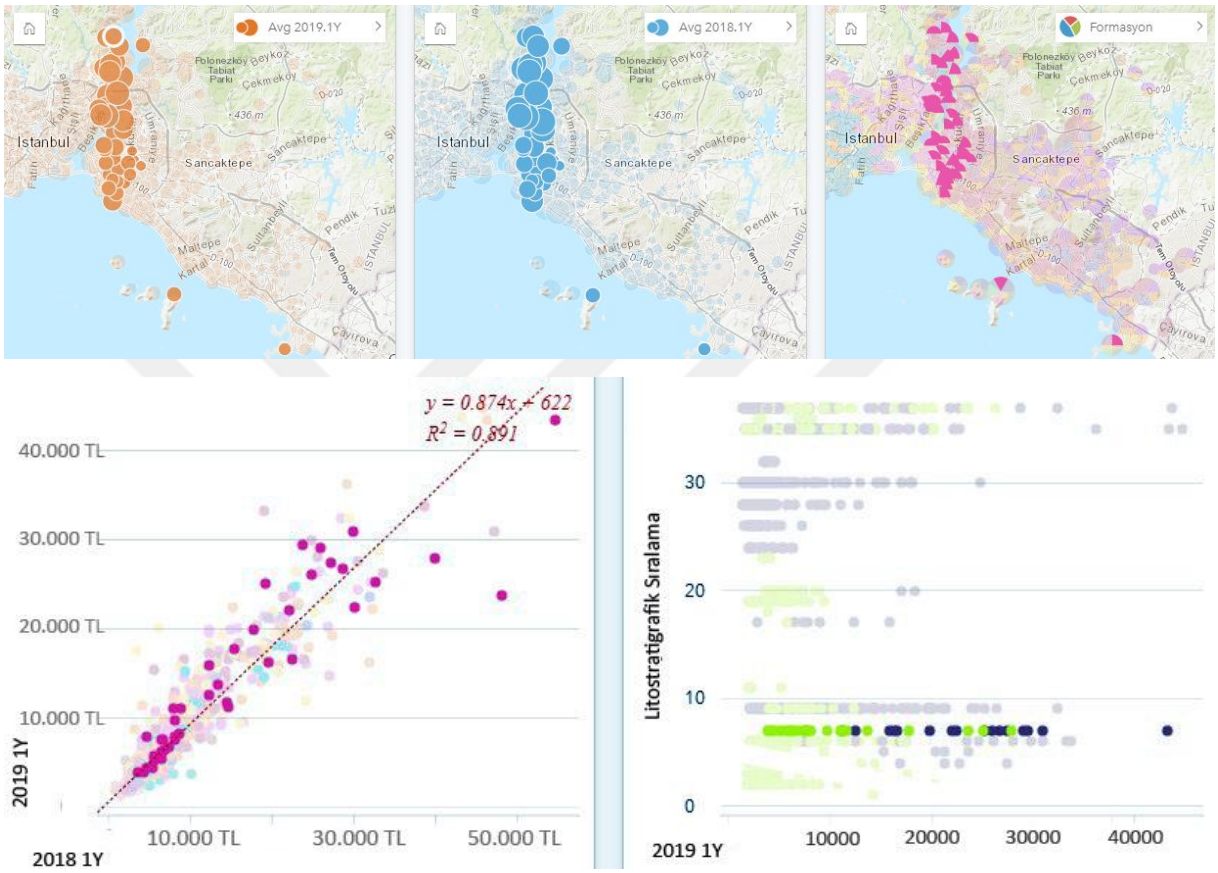


EK-3 OLASILIKSAL DEPREM TEHLİKESİ ANALİZİNE DAYALI ZEMİN BAĞIMLI EN BÜYÜK YER İVMESİ (PGA) DAĞILIMI (72 YIL)

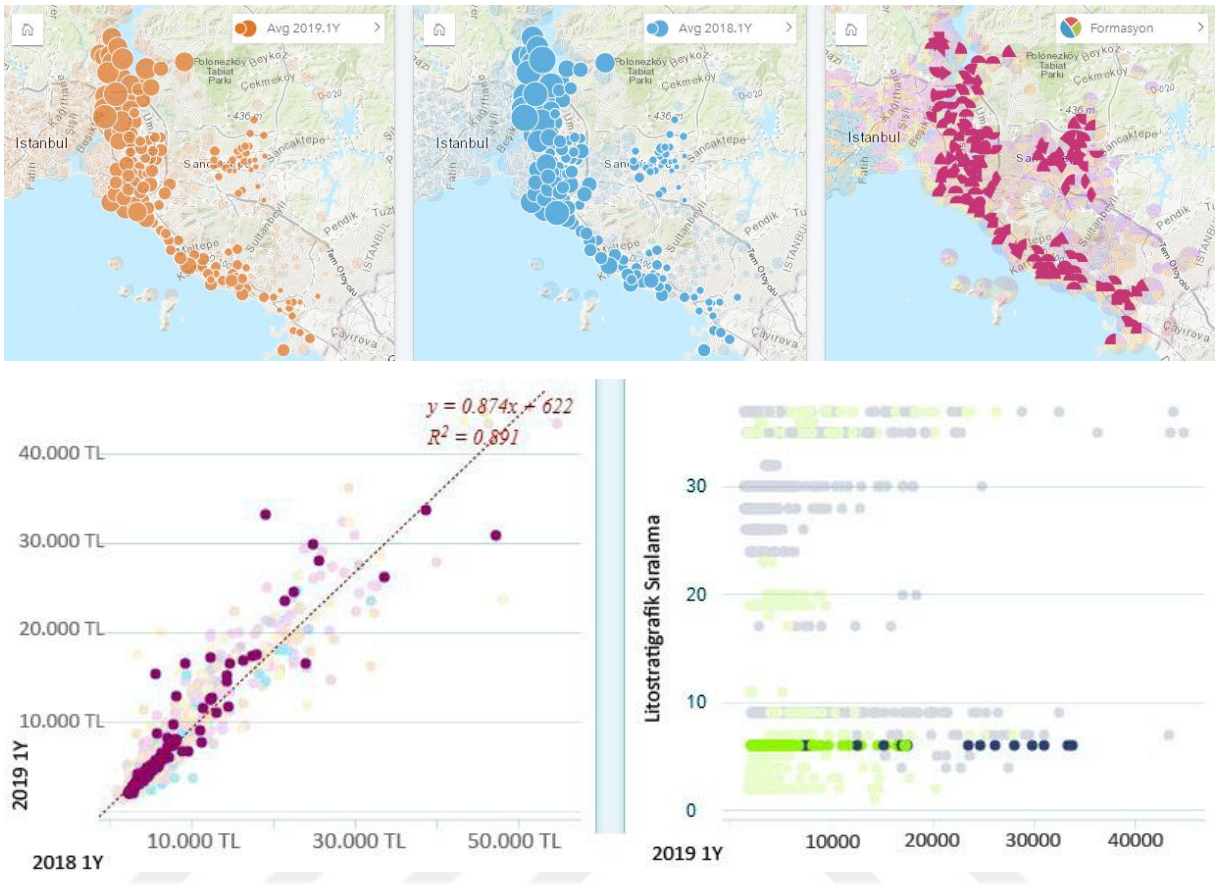


Kaynak: (BÜ-KRDM, 2019).

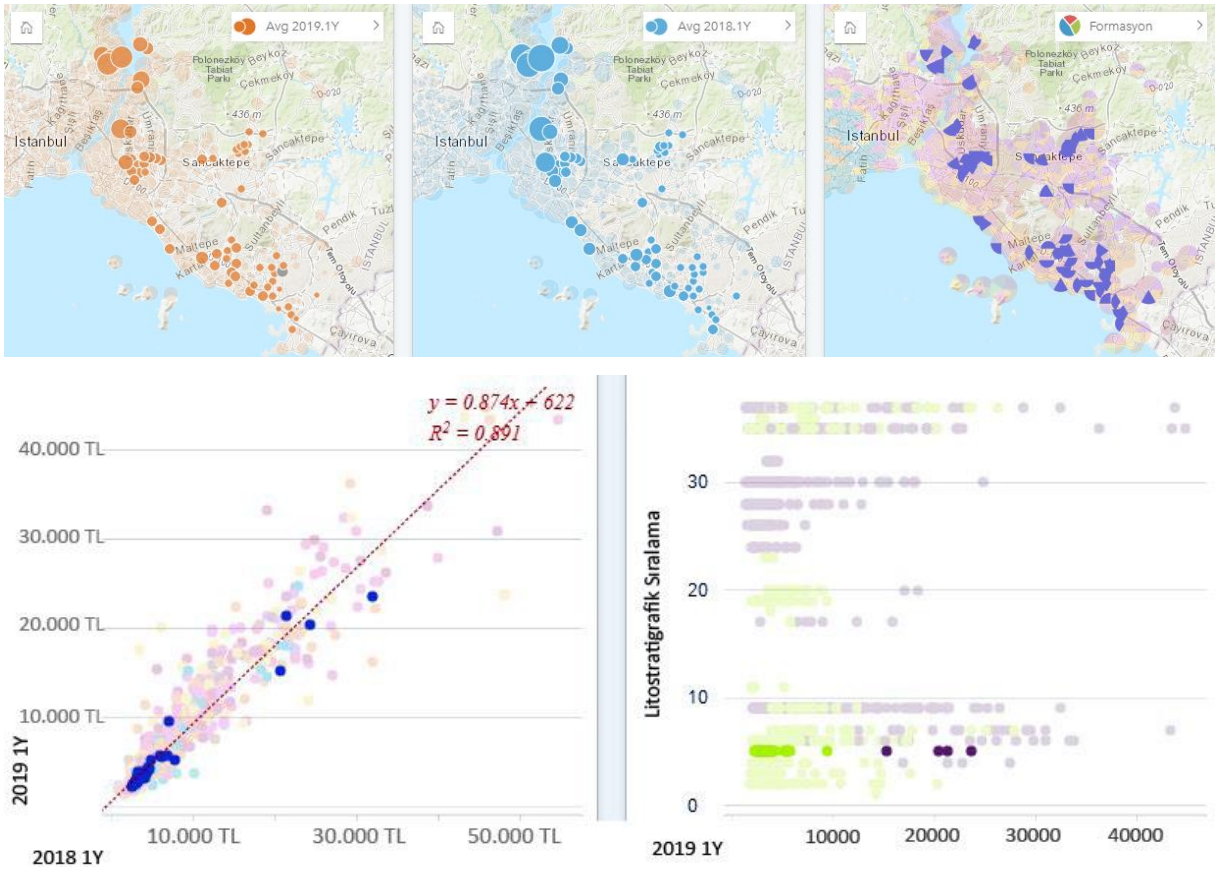
EK-4 FORMASYONUNDAKİ RAYİÇ DEĞER DEĞİŞİMLERİ, FORMASYONUN DAĞILIMI.



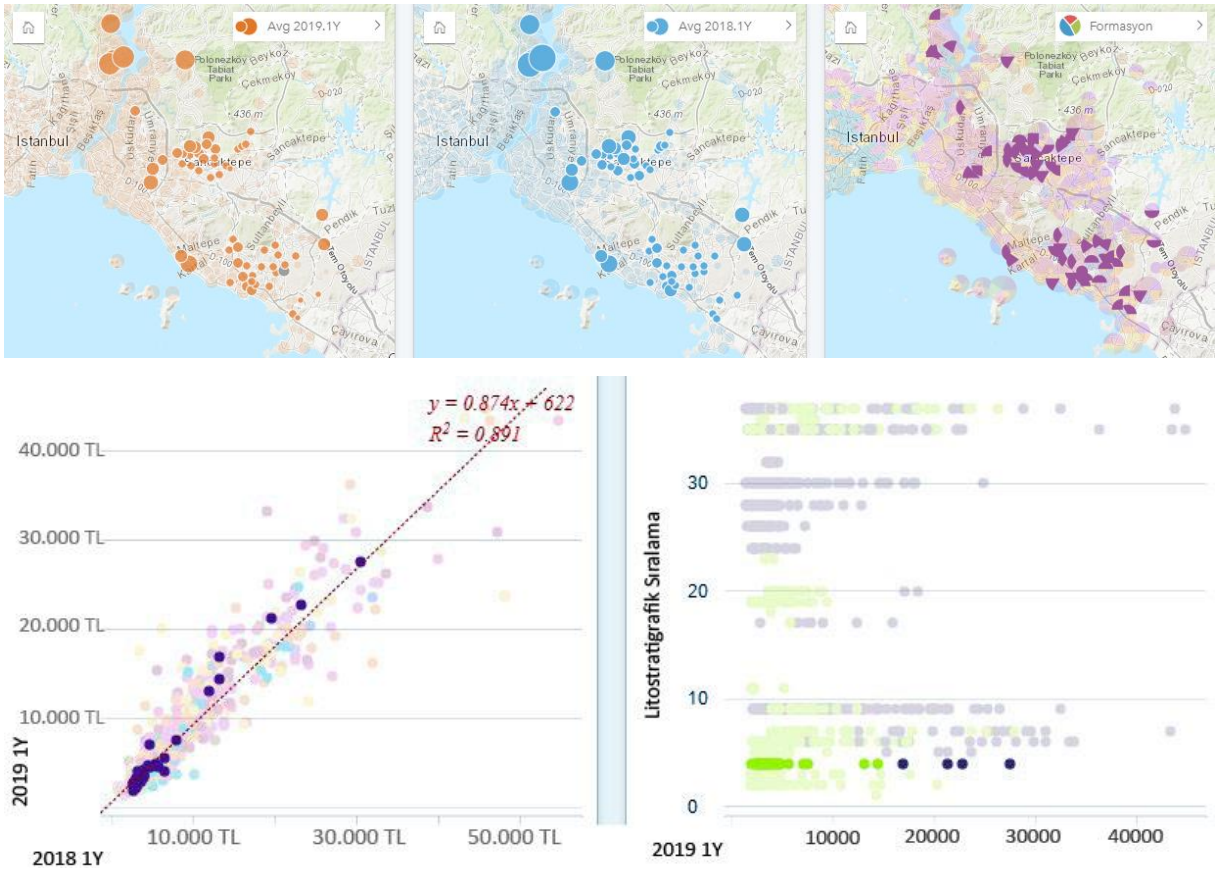
EK-4.1: Tuzla formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



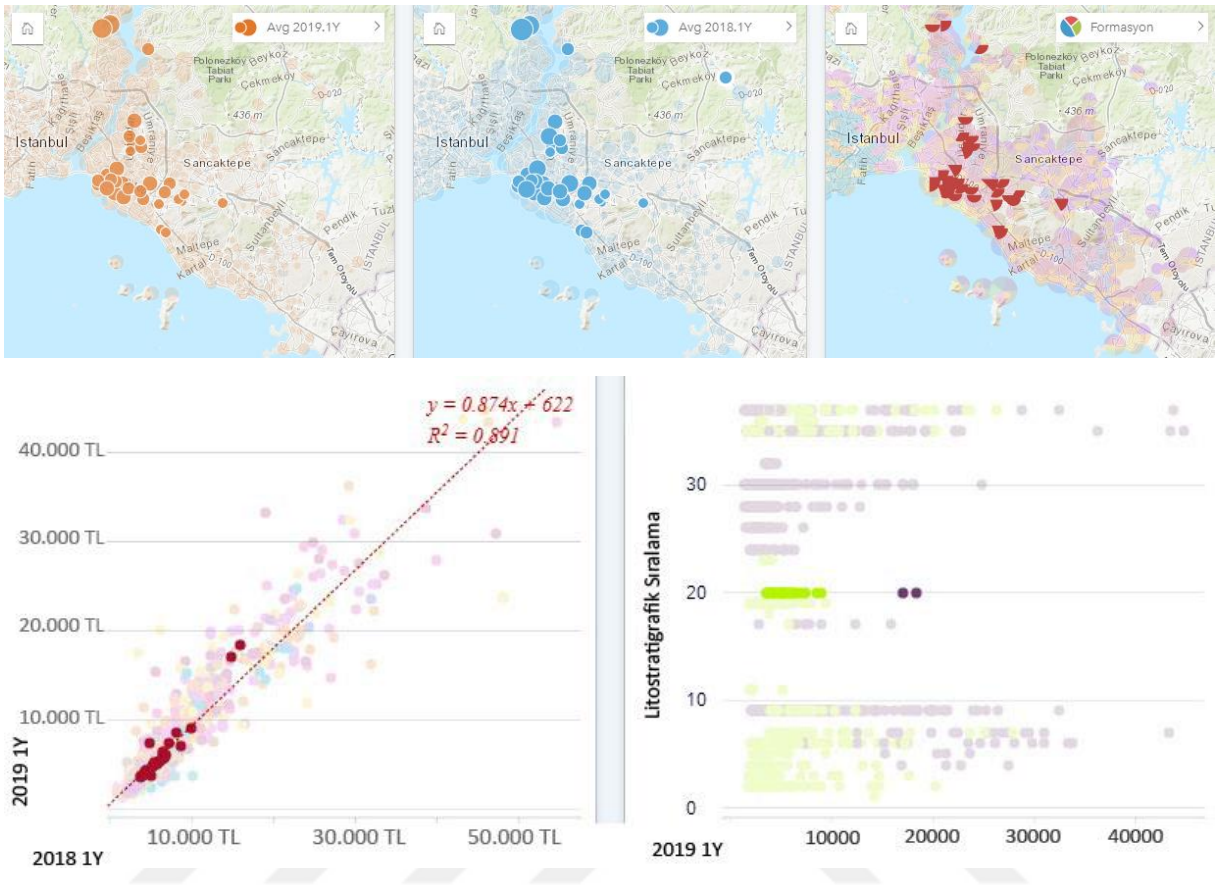
EK-4.2: Kartal formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



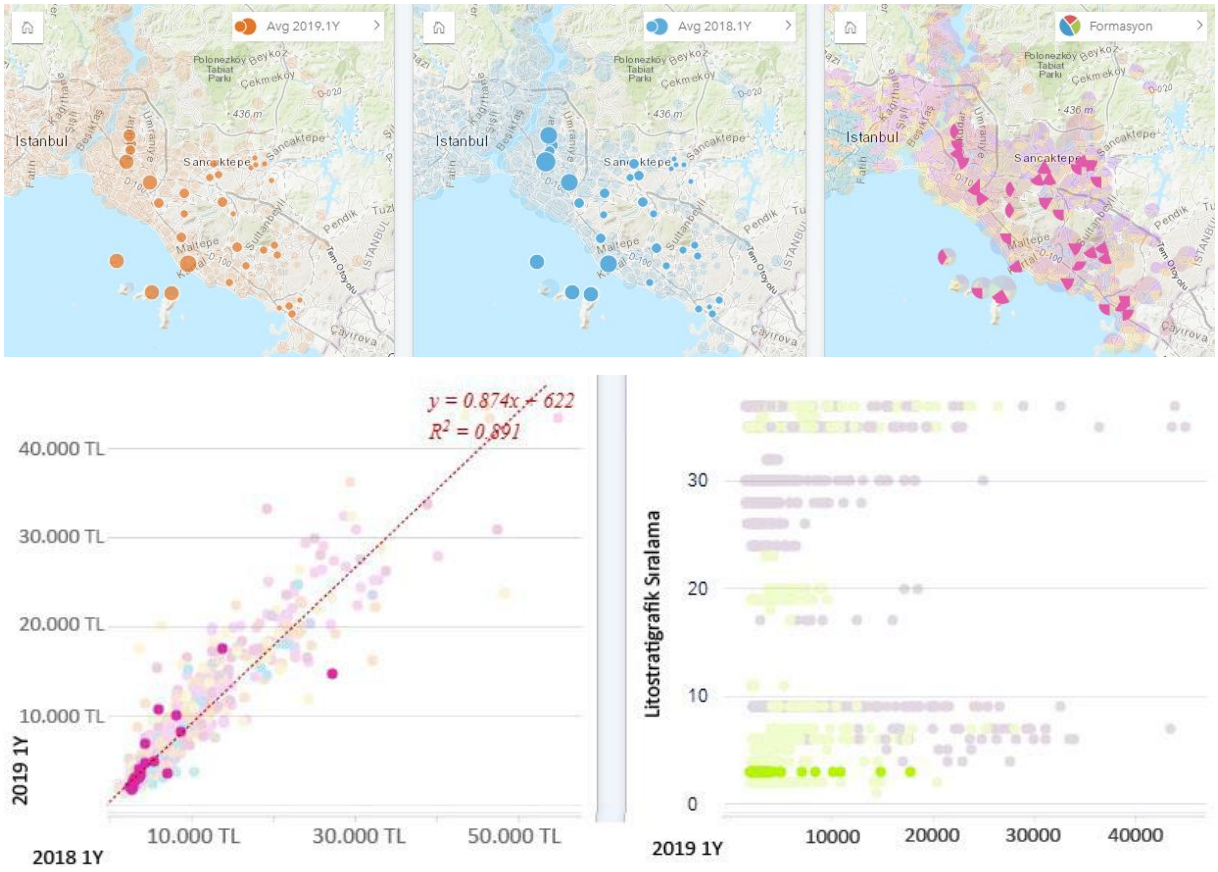
EK-4.3: Dolayboba formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



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



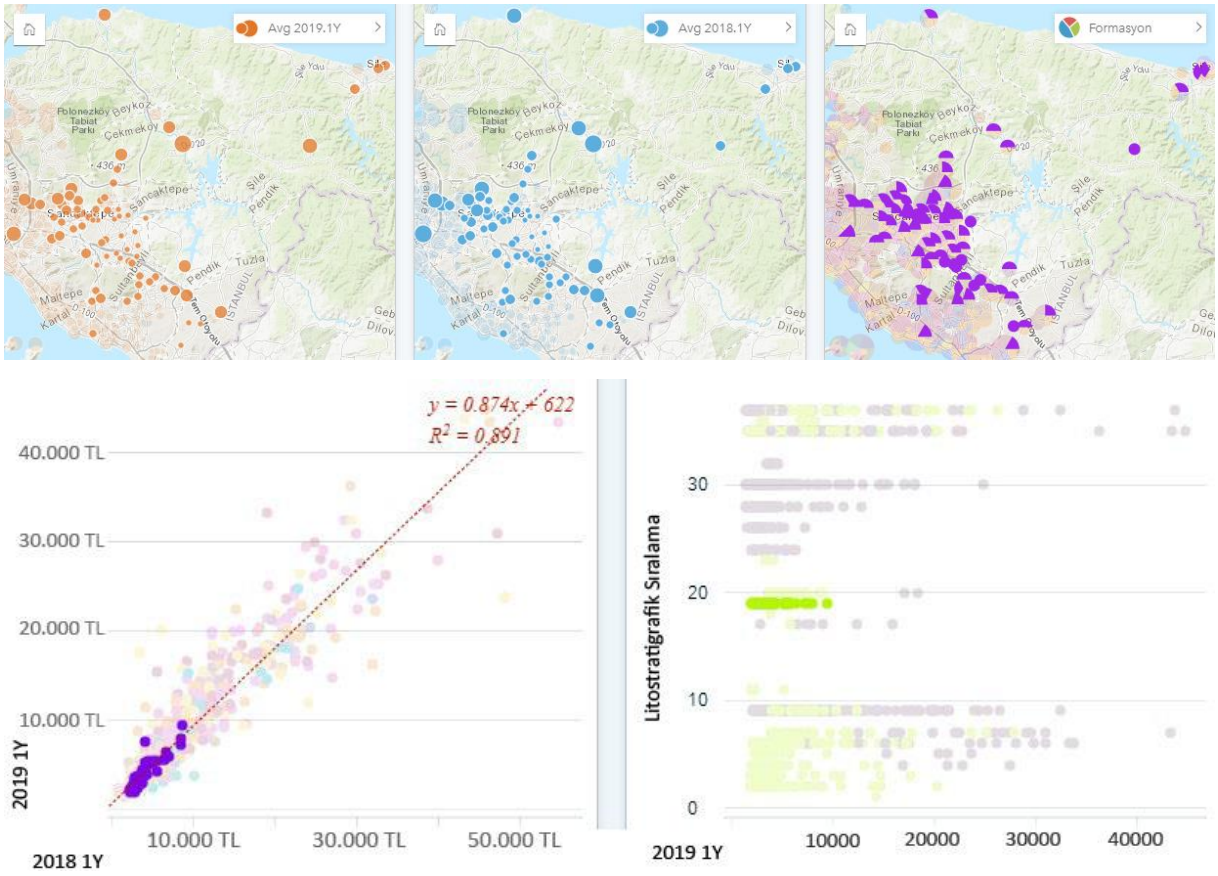
EK-4.5: Altıntepe formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



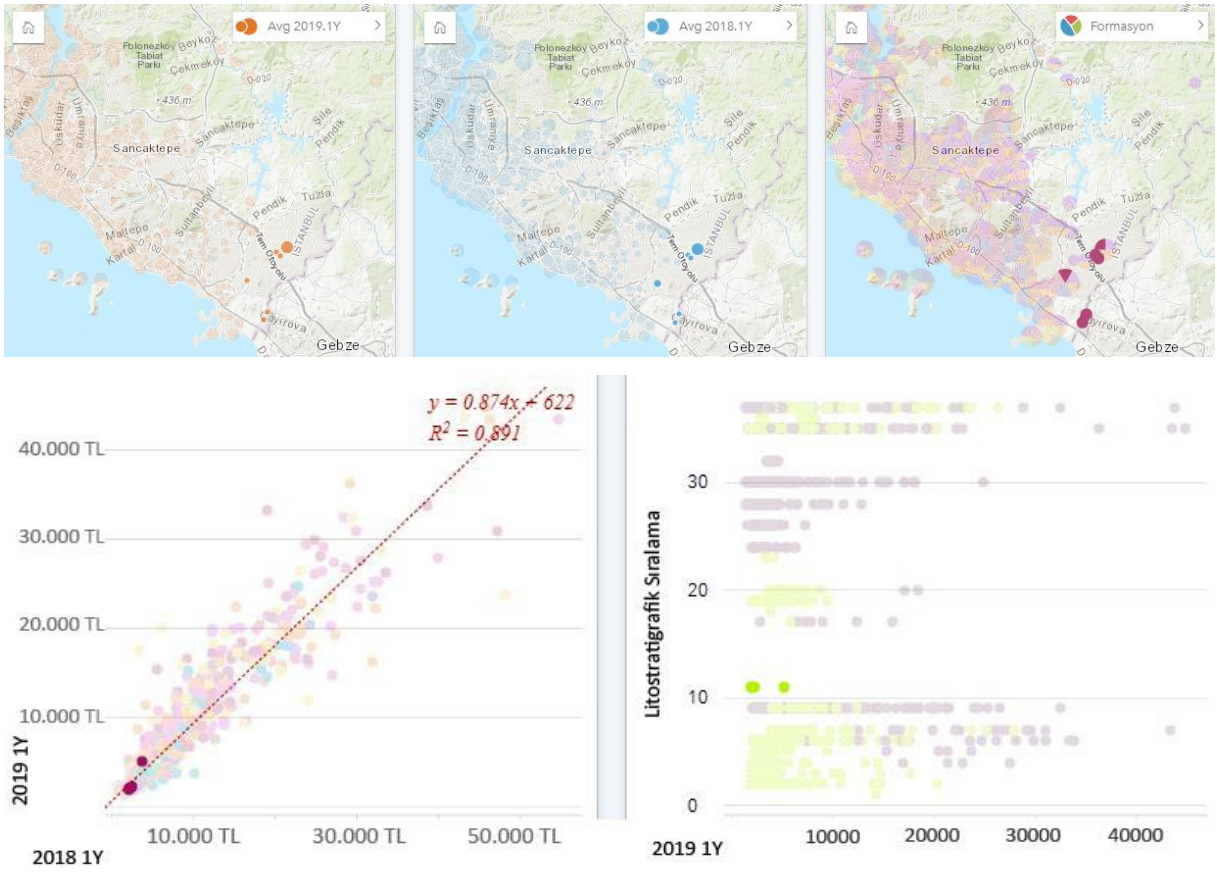
EK-4.6: Aydos formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



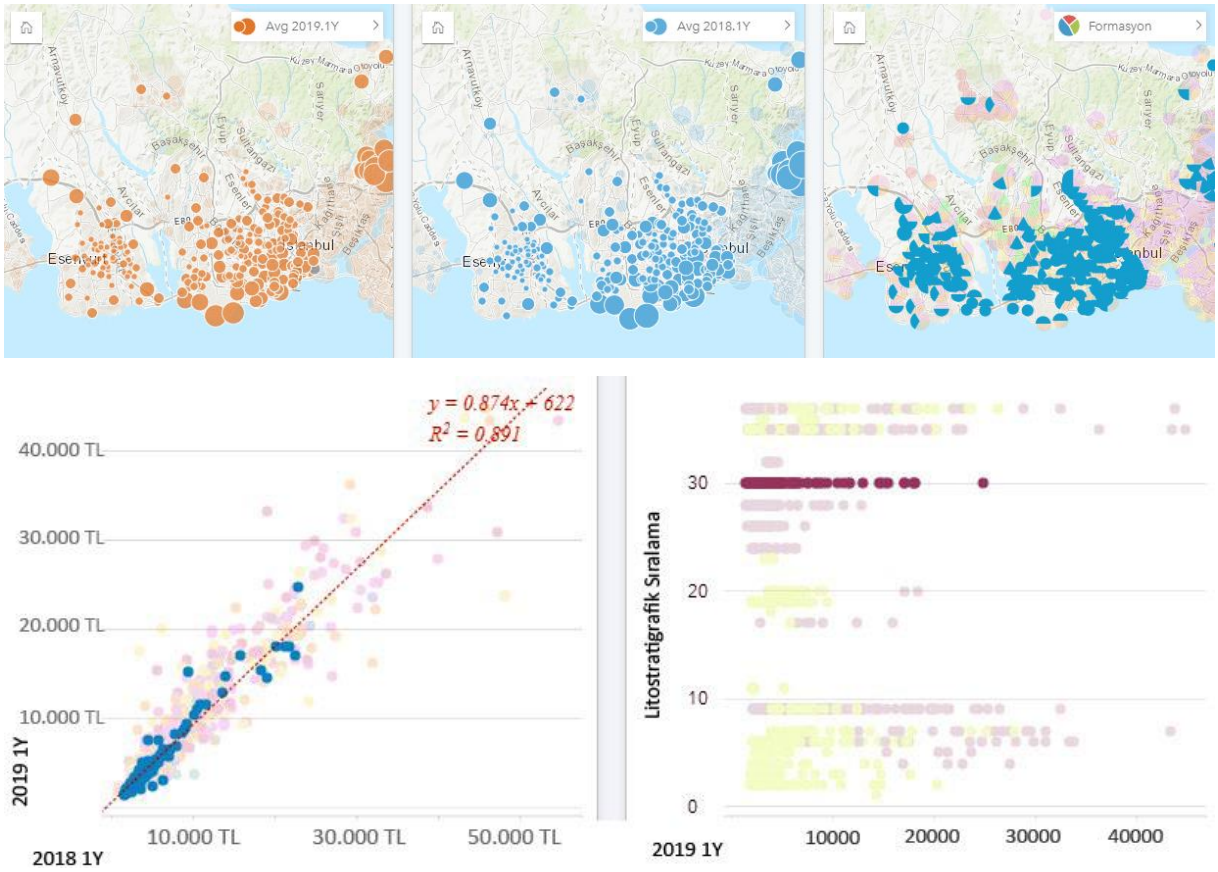
EK-4.7: Kurtköy formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



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



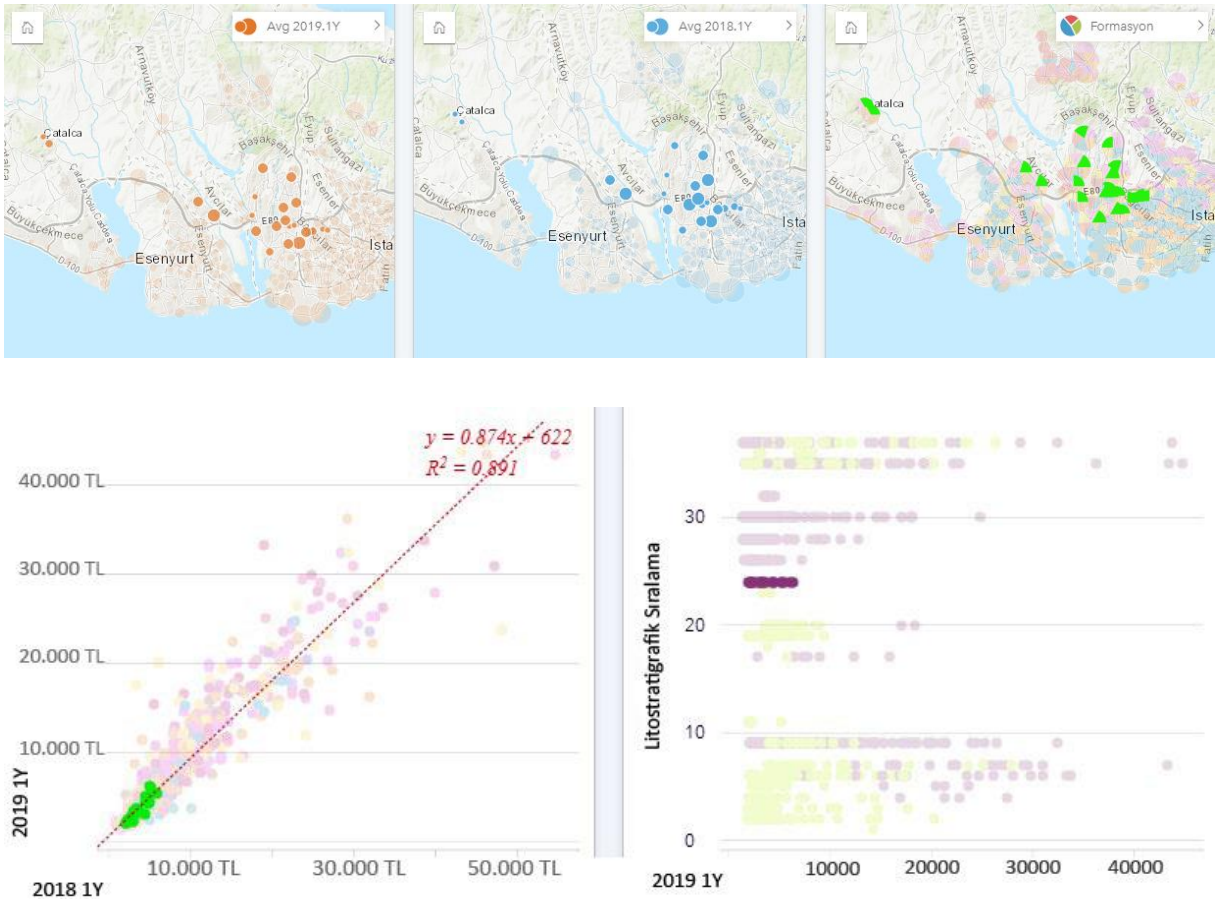
EK-4.9: Sancaktepe Graniti'ndeki rayiç değer değişimleri, birimin dağılımı.



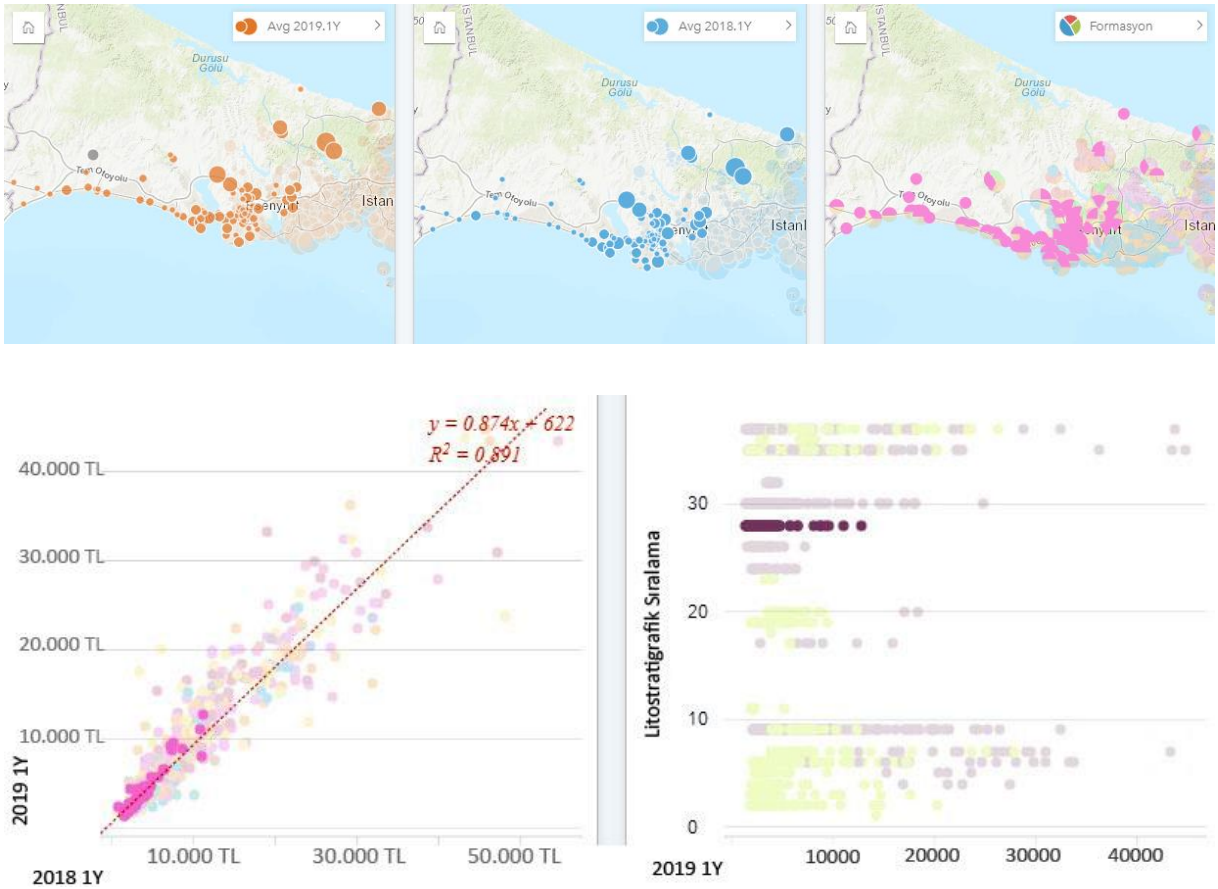
EK-4.10: Bakırköy, Güngören ve Çukurçeşme formasyonlarındaki rayiç değer değişimleri,formasyonların genel dağılımı.



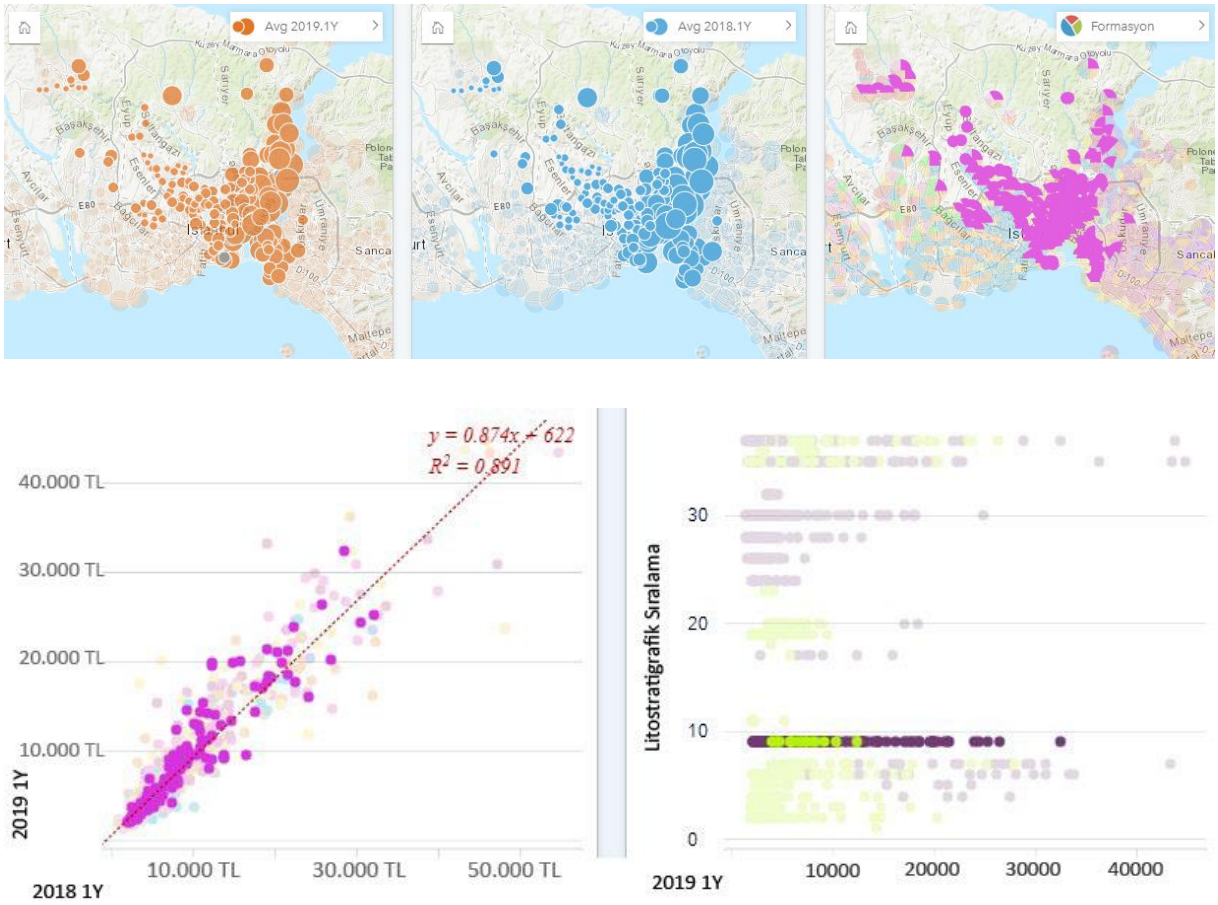
EK-4.11: Ceylan formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



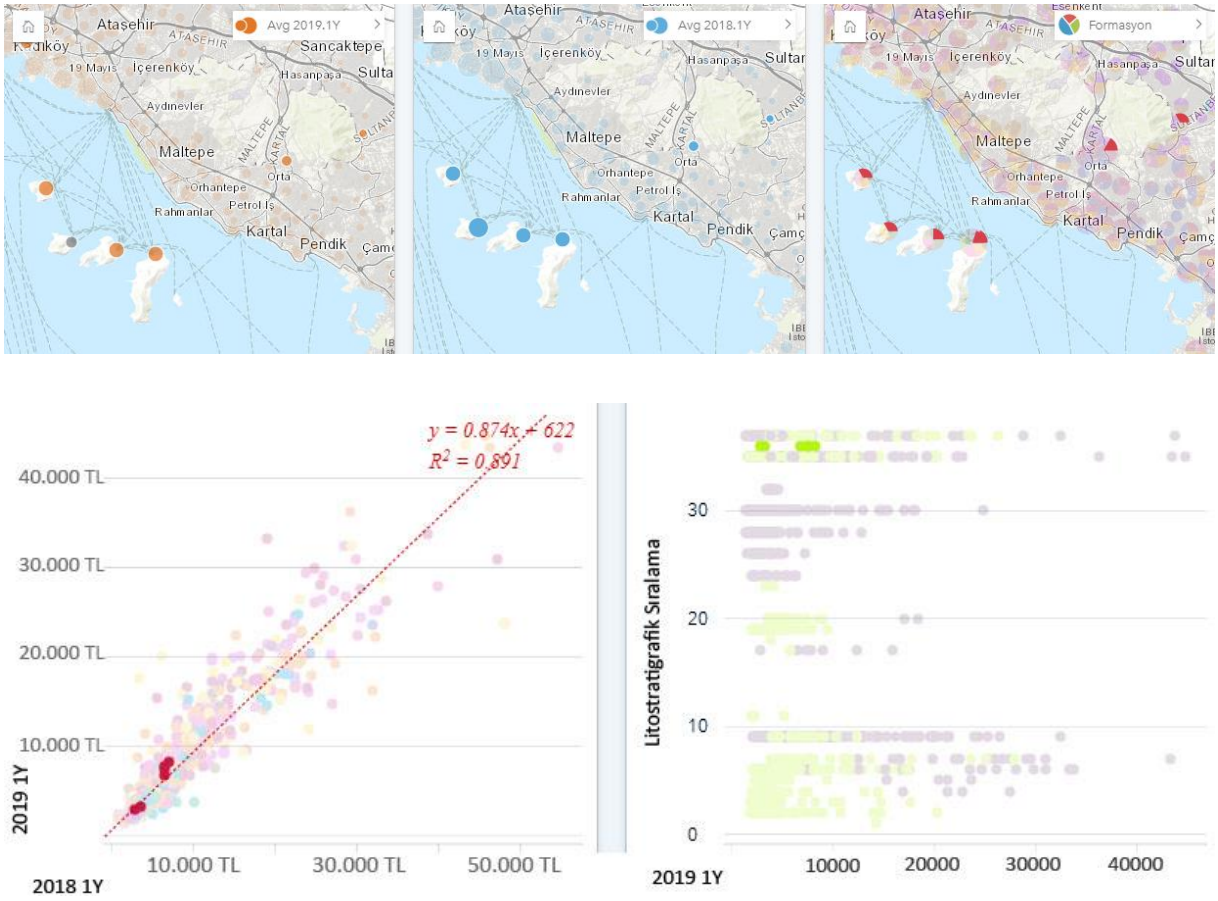
EK-4.12: Soğucak formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



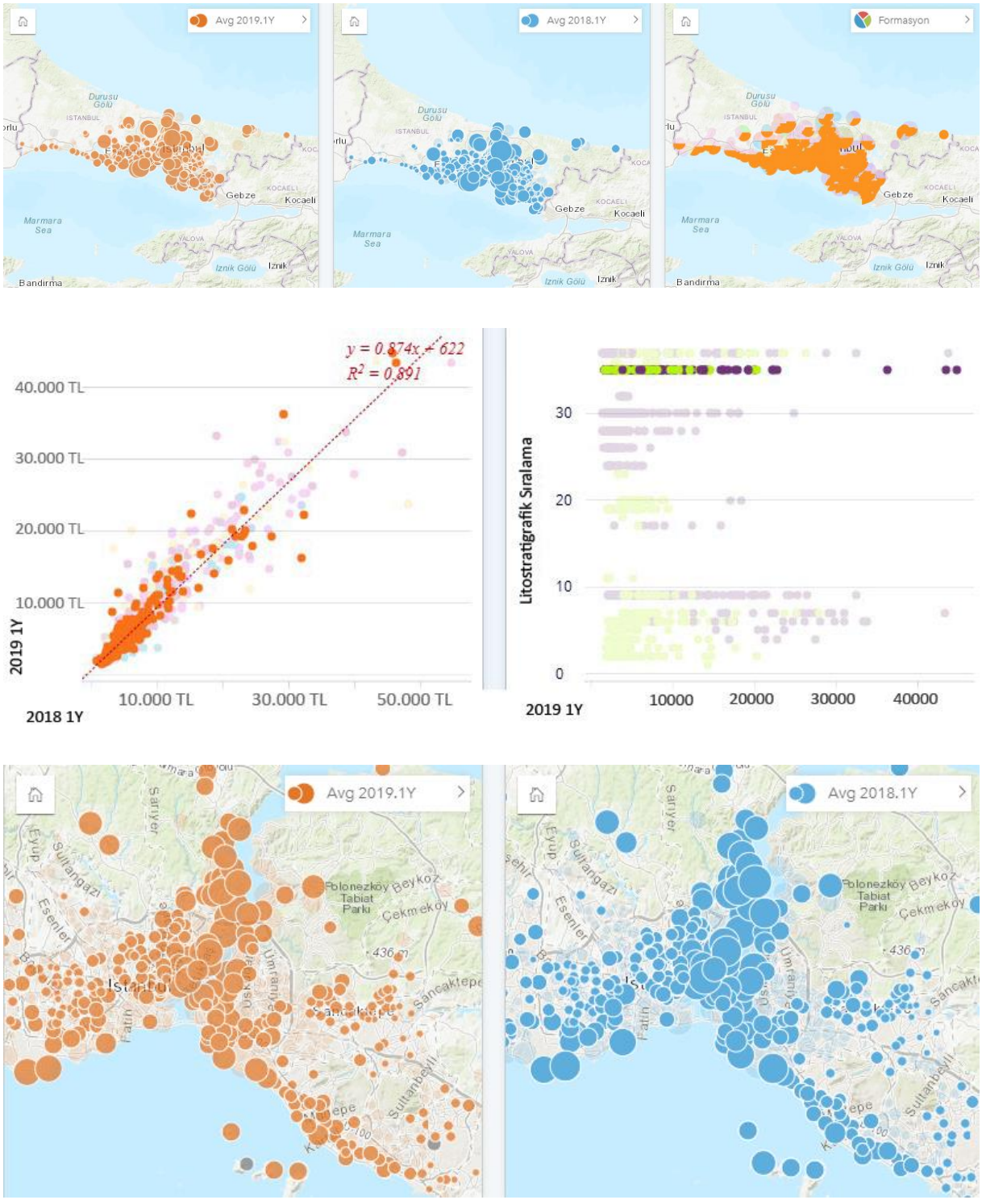
EK-4.13: Gürpınar formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



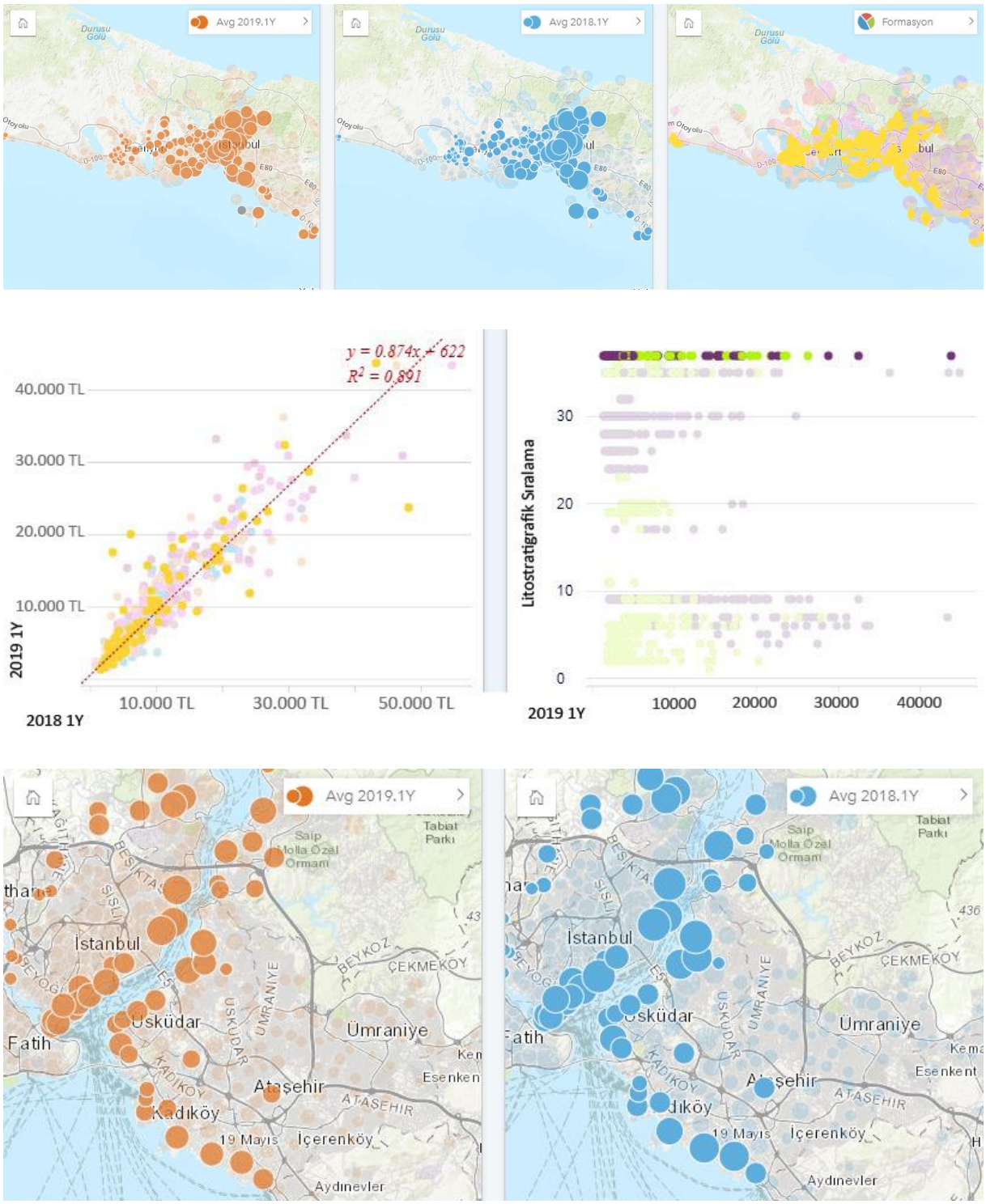
EK-4.14: Trakya formasyonundaki rayiç değer değişimleri, formasyonun dağılımı.



EK-4.15: Yamaç moluzundaki 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	☑T.C.❒ Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	cagdasco@gmail.com
Web Adresi	https://www.linkedin.com/in/cagdascoskun/



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 Bildiriler
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 GraduateResearch 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, CoastalEvolution of Ağva Beach (Şile), 2nd. International Symposium on theGeology of the Black SeaRegion,

Coşkun, Ç., 2009, A look at thecoastalevolution of the Ağva Beach (Şile), 2nd. International Symposium on theGeology of the Black SeaRegion,

Coşkun, Ç., 2009, CoastalEvolution of KumbabaBeach (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.