



T.C.
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
DEPREM RİSK YÖNETİMİ VE KENTSEL İYİLEŞTİRME
DAİRESİ BAŞKANLIĞI
DEPREM VE ZEMİN İNCELEME ŞUBE MÜDÜRLÜĞÜ



İSTANBUL İLİ GENELİNDE AFET RİSKİ ALTINDAKİ ALANLARIN
BELİRLENMESİNE ALTLIK VERİ ÜRETMEK AMACIYLA
YERBİLİMSSEL ARAŞTIRMALARIN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ İŞİ

İSTANBUL GENELİNDE DEPREM RİSKLERİ VE KIRILGAN YAPI
STOĞU NEDENİ İLE KENTSEL DÖNÜŞÜME YÖNELİK İNŞAAT
HAMMADDESİ (AGREGA/KIRMATAŞ) İHTİYAÇ ANALİZİ VE
SÜRDÜRÜLEBİLİR HAMMADDE TEDARİK YÖNTEMLERİNİN
YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR İLE ARAŞTIRILMASI

FİNAL RAPORU



MART 2024

İSTANBUL

PROJE EKİBİ

PROTEK

Prof. Dr. Atiye TUĞRUL, İUC (*Proje Yürütücüsü*)
Prof. Dr. Burcu ONAT, İUC
Doç. Dr. Kenan ÇİNKU, İUC
Doç. Dr. Murat YILMAZ, İUC
Araş. Görv. Dr. Erdi AVCI, İUC
Araş. Görv. Murat BEREN, İUC

BİMTAŞ

Banu BAĞDATLI
Emel ÖZTEP (*Koordinatör*)

İBB

Muhammet ÜNLÜ
Nilüfer YILMAZ
Esra KALKAN ERTAN
Pınar AKSOY
Akif YEŞİLTAŞ
Esra FİTOZ
İsra BOSTANCIOĞLU
Tarık TALAY (Proje Sorumlusu)
Dr. Evrim YAVUZ (Müdür Yrd.)
Kemal DURAN (Müdür)
Murat YÜN (Daire Başkanı)

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	9
1.1 Agrega ve Önemi	9
1.2 Agreganın Kullanım Alanları.....	9
1.3 Agregalar ile İlgili Ülkemizdeki Mevzuatlar	10
1.4 Madencilik Politikalarında Agreganın Durumu	11
1.5 Agrega Sektörünün Mevcut Durumu ve Ekonomik Büyüklüğü.....	12
1.5.1 Küresel Agrega Sektörü	12
1.5.2 Ülkemizdeki Agrega Sektörü	18
2. KURUMSAL VERİ TEMİNİ, LİTERATÜR TARAMA VE BÜRO ARAŞTIRMALARI	19
2.1 Kurumsal Veriler.....	19
2.1.1 Agrega Kalitesi ve Önemi	19
2.1.1.1 Ülkemizin Deprem Kuşağında Olması Sebebiyle Kaliteli Agrega Üretiminin Önemi	19
2.1.2 Türkiye’de Gelecek Yıllarda İhtiyaç Duyulacak Agregayla İlgili Projeksiyon .	20
2.1.3 İstanbul’da Ib ve Iia Grubu Madencilik Faaliyetleri.....	20
2.1.3.1 İstanbul’da Üretilen Agregalar.....	20
2.1.4 Agrega Madenciliğinin İl ve Bölge için Önemi	27
2.2 Güncel Literatür Tarama ve Büro Araştırmaları	28
2.2.1 Agregalar Üzerinde Yapılan Önceki Çalışmalar.....	28
2.2.2 İstanbul İl Sınırları İçerisinde Bulunan Agrega Kaynakları ile İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar	43
2.2.3 Agrega Ocakları Çevresel Etkileri İle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar	50
2.2.4 Emisyon Kaynakları	51
2.2.5 Literatür- Önceki Çalışmaların İncelenmesi	53
2.2.5.1 İstanbul İli	53
2.2.5.2 İstanbul İli Dışında Yapılmış Çalışmalar.....	54
2.2.6 Mevcut Durum-Agrega Ocakları ve İstanbul Genel Hava Kalitesi	55
2.2.6.1 Agrega Ocakları ve Hava Kirliliği Ölçüm İstasyonları	55
2.2.6.2 Agrega Ocak Bölgeleri ve Hava Kalitesi	60
2.2.7 Agrega Sektörü İçin Güncel Araştırmalar.....	62
2.2.8 İstanbul’daki Agrega Üreticilerinin Mevcut Sorunları	62
3. SAHA ÇALIŞMALARI.....	63
4. PROJE KAPSAMINDA ELDE EDİLEN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	64
4.1 İstanbul İl Alanı Agrega Tüketimi, Mevcut Rezerv Durumu ve Gelecekteki Projeksiyonu.....	64

4.2	İstanbul İl Alanı için Sürdürülebilir Agregâ Kullanımı, Mevcut Sorunlar, Riskler ve Agregâ Kaynak Planlamasının Önemi	79
4.2.1	Agregâ Endüstrisinin Sürdürülebilirliği	82
4.2.2	Geleceğin Sürdürülebilir Akıllı Şehirleri ve Yeşil Agregâ Endüstrisine Geçiş .	84
4.2.3	İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi İçin Agregâ Sektörünün Önemi	85
4.2.4	Agregâ Sektörünün Döngüsel Ekonomiye Katkısı	86
4.2.5	Agregaların Üretimi ve Çevre Dostu Uygulamalar.....	87
4.2.6	Agregâ Ocak Sahalarının Biyoçeşitliliğe Katkısı.....	87
4.3	Agregâ Rezervlerinin Tür, Kalite ve Kullanım Amacına Göre Sınıflandırılması....	88
4.3.1	Agregâ Kaynaklarının Doğa Koşullarındaki Durumu	97
4.4	Geri Dönüşüm Agregaları ve İkincil Agregalar	100
4.5	İstanbul İl Geneline ve Yakın Çevresindeki Potansiyel Agregâ Kaynakları	104
4.5.1	İstanbul ve Yakın Çevresindeki Agregâ Ocaklarının Coğrafi Konumu ve Agregâ Nakliye Mesafeleri ve Maliyete Etkileri	106
4.6	Şehirleşme Koşullarına Göre Kullanılabilecek, Kullanılamayacak veya Korunması Gerekli Agregâ Ocak Alanları.....	110
4.6.1	Agregâ Ocaklarına Ait Bilgiler	110
4.6.2	Ocak İşletmelerinin Önceki Yıllara Ait Envanter Bilgiler	114
4.6.3	İşletilen/İşletilecek Agregâ Ocaklarının Çevresel Etkileşimi	116
4.6.3.1	Agregâ Ocakları/Avrupa Yakası Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi ...	116
4.6.3.2	Agregâ Ocakları/Anadolu Yakası Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi .	117
4.7	İşletilmekte Olan ve Potansiyel Ocaklar İşletilme Teknikleri Açısından Değerlendirilmesi	119
5.	SONUÇLAR	126
6.	YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	132

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Farklı ülkelerde agregalarla ilgili uygulanan politikalar (http://www.snapsee.eu/). 12	12
Şekil 1.2: 2019-2023 arasında dünyadaki agrega tüketimi 13	13
Şekil 1.3: Bölgelere göre üretim trendi. 16	16
Şekil 1.4: Agrega türüne göre yaklaşık dağılım 17	17
Şekil 1.5: Avrupa Birliği ve EFTA ülkelerinde kullanılan agrega türlerinin yüzde- sel dağılımı. 17	17
Şekil 1.6: Avrupa Birliği ve EFTA ülkelerinde farklı agregaların yıllara göre kul- lanım oranları 18	18
Şekil 1.7: Avrupa Birliği, EFTA Üyeleri ve Birleşik Krallıktaki agrega üretim miktarları..... 18	18
Şekil 1.8: Türkiye'de 2011-2020 yılları arasında maden üretim değerleri 19	19
Şekil 2.1: İstanbul Avrupa yakasında agrega üretimi yapılan alanlar (Tuğrul vd., 2007). 21	21
Şekil 2.2: İstanbul Anadolu yakası ile Gebze-Hereke Bölgesinde agrega üretimi yapılan alanlar (Tuğrul vd., 2007). 22	22
Şekil 2.3: İstanbul Avrupa yakasında agrega üretimi yapılan taş ocaklarının jeoloji haritasındaki konumları (Jeoloji haritası Özgül vd., (2011)'den değiştirilerek alınmıştır). 26	26
Şekil 2.4: İstanbul Anadolu yakası ile Gebze-Hereke Bölgesinde agrega üretimi yapılan taş ocaklarının jeoloji haritasındaki konumları (Jeoloji haritası Özgül vd., (2011)'den değiştirilerek alınmıştır). 26	26
Şekil 2.5: Cebeci Maden Bölgesi çevresindeki Hava Kalitesi Ölçüm istasyonlarında PM10 konsantrasyonlarının zamansal değişimi..... 54	54
Şekil 2.6: Cebeci maden Bölgesi ve Sultangazi 1-4 HKÖ istasyonları (İBB: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, MTHM: Marmara Temiz Hava Merkezi). (Yukarıdaki haritada gösterilen Sutaş Kuzey Cebeci olarak, Erler, Has Beton, Çakırlar ise Güney Cebeci olarak isimleri değişmiştir.) 58	58
Şekil 2.7: Şile ilçesinde bulunan agrega ocakları ve Şile HKÖ İstasyonu (MTHM)..... 58	58
Şekil 2.8: Gebze ilçesinde bulunan agrega ocakları ve Gebze HKÖ istasyonu (MTHM) (Haritada Gebze Ocakları olarak adlandırılan ocaklar Ayhanlar-Aytaş, Kancataş, Kar Grup, Maden Yapı, Tarmak ocakları olup ikinci ilerleme raporunda sunulmuştur). 59	59
Şekil 2.9: Ayazağa'da bulunan agrega ocakları ve Maslak HKÖ istasyonu (İBB). 59	59
Şekil 2.10: Çatalca'da bulunan agrega ocakları ve Çerkezköy HKÖ istasyonu(MTHM)..... 60	60
Şekil 2.11: Tayakadın'da bulunan agrega ocakları ve Arnavutköy HKÖ istasyonu (İBB)..... 60	60
Şekil 2.12: İstasyonlarda izlenen aylık ortalama PM10 konsantrasyonu değişimi. 61	61
Şekil 4.1: 2017 ile 2021 yılları arasında İstanbul da satışı gerçekleşen agrega miktarı (MAPEG'den gelen verilere göre hazırlanmıştır). 65	65
Şekil 4.2: 2017 ile 2021 yılları arasında İstanbul da üretilen agrega miktarı (MAPEG'den gelen verilere göre hazırlanmıştır). 65	65
Şekil 4.3: 2017 ile 2021 yılları arasında İstanbul da satışı gerçekleşen agrega miktarı ile üretilen agrega miktarının karşılaştırılması (MAPEG'den gelen verilere göre hazırlanmıştır). 66	66

Şekil 4.4: İstanbul için inşaat hammadde (genelde agrega) ihtiyaç öngörüsü (Zanbak vd., 2015).	67
Şekil 4.5: Varsayım 1 için hazırlanan agrega projeksiyonu	73
Şekil 4.6: Varsayım 2 için hazırlanan agrega projeksiyonu	73
Şekil 4.7: Varsayım 3 için hazırlanan agrega projeksiyonu	73
Şekil 4.8: Varsayım 4 için hazırlanan agrega projeksiyonu	74
Şekil 4.9: Varsayım 5 için hazırlanan agrega projeksiyonu	74
Şekil 4.10: Varsayım 6 için hazırlanan agrega projeksiyonu	74
Şekil 4.11: Senaryo 1a, 1b ve 1c; 2019 yılında İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı projesi kapsamında Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilen “İstanbul İli Olası Deprem Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi “nde hasar kayıp tahmin analizlerine göre; Deterministik senaryoya için (Mw=7.5 senaryo), 208.000 adet göçme, ağır ve orta hasarlı binanın yıkılıp yeniden yapılması hususunda gerekli agrega miktarlarını gösteren senaryolar (Daire başı Senaryo 1a 80 ton; Senaryo 1b, 120 ton; Senaryo 1c 150 ton agrega tüketimi).....	78
Şekil 4.12: Senaryo 2a, 2b ve 2c; 2019 yılında İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı projesi kapsamında Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilen “İstanbul İli Olası Deprem Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi “nde hasar kayıp tahmin analizlerine göre; en olumsuz yer hareketi senaryosu için (Mw=7.5 senaryo), 374.000 adet göçme, ağır ve orta hasarlı binanın yıkılıp yeniden yapılması hususunda gerekli agrega miktarlarını gösteren senaryolar (Daire başı Senaryo 2a 80 ton; Senaryo 2b, 120 ton; Senaryo 2c 150 ton agrega tüketimi).....	78
Şekil 4.13: Dünya agrega sektörü için mevcut sorunlar, riskler ve tehditler (Tuğrul, 2023)...	80
Şekil 4.14: Agrega sektöründeki riskler	81
Şekil 4.15: İncelenen örneklerin polarizan mikroskobundaki görünüşleri.	95
Şekil 4.16: a: Gebze Kirazpınar Bölgesindeki ayrıışmış kireçtaşlarının sahadaki görünüşleri. Fotoğrafta görüldüğü gibi; kireçtaşlarında erime sonucu karstik boşluklar gelişmiş ve bu boşluklar kayacın ayrışma ürünü olan yüksek plastisiteli killeri dolmuştur. Bu killeri sertleştğinde agrega halini almakta ve ürünlerin içine karışmaktadır. Böylece agrega ürün kalitesi olumsuz etkilenmektedir. b: Gebze Kirazpınar Bölgesindeki farklı derecelerde ayrıışmış kireçtaşlarının yakından görünümü.	98
Şekil 4.17: Ömerli ve Şile bölgesinde üretilen kireçtaşı agregalarının taze ve ayrıışmış kesimlerinin sahadaki görünüşleri ve yakından görünüşleri.	99
Şekil 4.18: Şile Üvezli Bölgesi saha gözlemlerine göre, üretimi yapılan kireçtaşı beyazımsı gri renkli olup, yoğun kırık çatlaklı ve karstik boşluklar içeren bir yapıya sahiptir ve dolomitiktir. Ayrıca, kireçtaşı yüzey suları sayesinde ayrıışmış ve ayrışma sonucu oluşan kırmızımsı renkli killeri çatlak ve faylar boyunca yüzeyden ocağın alt kotlarına kadar gözlenmiştir. Ayrıca ayrışma ürünü olan killeri oldukça yapışkan bir başka deyişle yüksek plastisitelidir. Kireçtaşları üzerinde ise yaklaşık 25m kalınlığında kum çökelleri bulunmaktadır.	99
Şekil 4.19: Cendere Bölgesinde üretilen kumtaşlarının teze ve ayrıışmış kesimlerinin yakından görünümü. Ayrıışmış agregalar bölgede dolgu malzemesi olarak pazarlanmaktadır. Pazarlanamayanlar ise pasa olarak sahada bulunmaktadır.....	100

Şekil 4.20: Agregatürüne göre yaklaşık dağılım (Tuğrul, 2023)	101
Şekil 4.21: İstanbul İl alan sınırına yakın konumlanan Trakya-Çorlu'daki mevcut ocakların konumu.....	105
Şekil 4.22: İstanbul'da agregatürünün yapıldığı bölgeler dağılımı.....	106
Şekil 4.23: İstanbul Anadolu yakasındaki Agregatür kaynakları ve nakliye, Kurulu kapasiteden bulundukları bölgeye sağlanan agregatür 16 milyon ton/yıl, 65.000 ton/gün agregatür için ~2600 sefer (Tek yön) gerekli (AGÜB, 2019).	107
Şekil 4.24: İstanbul Avrupa yakasındaki Agregatür kaynakları ve nakliye, Kurulu kapasiteden bulundukları bölgeye sağlanan agregatür 10 milyon ton/yıl, 40.000 ton/gün agregatür için ~1600 sefer (Tek yön) gerekli (AGÜB, 2019).	108
Şekil 4.25: Trakya Bölgesi Demiryolu Ağı ve Deniz Yolu Yükleme/Boşaltma Merkezleri (AGÜB, 2019).....	109
Şekil 4.26: Saha çalışmaları kapsamında gidilen ocaklara ait güncel fotoğraflar.....	114
Şekil 4.27: Agregatür üretimi iş akış şeması.	120
Şekil 4.28: İstanbul geneli ve çevresinde Kireçtaşlarından agregatür üreten mevcut işletmelerin kırma-eleme tesislerinin şematik gösterimi.....	121
Şekil 4.29: İstanbul geneli ve çevresinde kumtaşlarından (çakıltaşı, silttaşı, kiltası ara tabakalı) beton agregatür üreten mevcut işletmelerin kırma-eleme ve yıkama tesislerinin şematik gösterimi.....	122

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1: 2019-2023 yılları arasındaki agrega üretim miktarlarındaki değişim oranları	15
Tablo 2.1: İstanbul'daki agrega üretim sahaları (Tuğrul vd., 2007).	21
Tablo 2.2: İstanbul'da agrega üretimi yapılan bölgeler ve jeolojik özellikleri (Tuğrul vd. 2007).	22
Tablo 2.3: Kurumsal Veri Temini süresince MAPEG'ten temin edilen ruhsat verileri.....	23
Tablo 2.4: Toz Emisyonu Kütlesel Debi Hesaplamalarında Kullanılacak Emisyon Faktörleri (SKHKK Yönetmeliği-Tablo 12.6, RG-20/12/2014-29211).	51
Tablo 2.5: Agrega ocağı faaliyetlerinde oluşabilecek emisyonlar ve kaynakları.....	52
Tablo 2.6: İstanbul Agrega ocaklarının yoğun olarak bulunduğu bölgeler ve en yakın hava kalitesi ölçüm istasyonları (HKÖİ).	57
Tablo 2.7: Kasım 2020-Ekim 2021 arasında İstanbul'da bulunan hava kalitesi ölçüm istasyonlarında hava kirleticilerinin konsantrasyonu ($\mu\text{g m}^{-3}$).....	61
Tablo 4.1: İstanbul il alanı için öngörülen agrega rezervleri	67
Tablo 4.2: İstanbul için 2020-2050 yılları arası İBB tarafından öngörülen nüfus tahminleri..	69
Tablo 4.3: İstanbul için 2020-2050 yılları arasında kişi başı 3 ton/yıl agrega tüketimi için toplam agrega ihtiyacı	70
Tablo 4.4: İstanbul için 2020-2050 yılları arasında kişi başı 5 ton/yıl agrega tüketimi için toplam agrega ihtiyacı	71
Tablo 4.5: İstanbul için 2020-2050 yılları arasında kişi başı 6,5 ton/yıl agrega tüketimi için toplam agrega ihtiyacı	72
Tablo 4.6: Deterministik senaryo ve en olumsuz kuvvetli yer hareketi simülasyonuna göre yıkılıp yeniden yapılacak konut projeleri için ihtiyaç duyulacak agrega miktarını gösteren farklı senaryolar	76
Tablo 4.7: Jeolojik, mineralojik ve petrografik inceleme sonuçları.....	88
Tablo 4.8: Metilen mavisi, kum eşdeğeri, çok ince madde içeriği, gevşek yığın yoğunluğu deney sonuçları	95
Tablo 4.9: Tane yoğunluğu, su emme, Los Angeles ve magnezyum sülfat (MgSO_4) deney sonuçları	96
Tablo 4.10: İstanbul İl alan sınırına yakın konumlanan Trakya-Çorlu'daki mevcut ocaklar ve üretilen agrega cinsi	106
Tablo 4.11: Saha çalışmaları kapsamında gidilen ocaklarla ilgili özet bilgiler.....	110
Tablo 4.12: Ocaklara ait yıllara göre üretim ve satış miktarları.....	115
Tablo 4.13: İstanbul Agrega ocaklarının yoğun olarak bulunduğu bölgeler, yerleşim yerlerine yakınlığı ve ocağa en yakın hava kalitesi ölçüm istasyonları (HKÖİ).....	118
Tablo 4.14: İstanbul il genelindeki firmaların agrega ocak işletme verileri.	123
Tablo 4.15: İstanbul il genelindeki firmaların kırma-eleme tesis verileri.....	124
Tablo 4.16: İstanbul il genelindeki firmaların yıkama tesis verileri.	125

1. GİRİŞ

Bu proje kapsamında; deprem riski altındaki İstanbul'da, öncelikle kentsel dönüşüme yönelik yapı stoğu için gerekli olan ve beklenen kalitedeki inşaat hammaddesi (agrega/kırmataş) ihtiyacına dair analiz yapılması, olası deprem sonrası oluşacak malzemenin değerlendirilmesiyle beraber var olan kaynaklar üzerinde kalite araştırması ve değerlendirme yapılarak, sürdürülebilir kaynak yönetimi ve kaynak geliştirilmesi üzerine modeller oluşturularak inşaat hammaddesi (agrega/kırmataş) tedarik yöntemlerinin yenilikçi yaklaşımlar ile araştırılması amaçlanmıştır.

1.1 Agregave Önemi

Agrega beton/asfalt üretiminde kullanılan kum, çakıl, kırmataş gibi malzemelerin genel adıdır. Bir ülkenin yapısal büyüme\gelişmesinde ve artan nüfusuna ek olarak, endüstriyel ve alt yapı yatırımlarına temin zorunluluğu agregayı dünyadaki en önemli malzemelerden biri yapar. Agregave endüstrisi, inşaat sektörünün tedarik zincirinin işleyişinde anahtar rol oynar. Agregave kritik hammadde olmamakla birlikte, kullanımı zorunlu stratejik bir hammadde dir.

Agregalar tane boyutlarına göre ince (kum, kırma kum) ve kaba (çakıl, kırmataş) agregave olarak ikiye ayrılmaktadır. Beton içinde hacimsel olarak %70-80, asfalt içinde ise %95 civarında bulunan agregave, inşaat sektörü için vazgeçilmez bir inşaat hammaddesidir. Beton ve asfaltın kalitesini etkileyen en önemli bileşenlerden biri agregave dır. Kaliteli agregave kaliteli yaşam demektir. Ülkemizin deprem bölgesinde bulunduğu düşünöldüğünde yapılarda kullanılan betonun kalitesi, dolayısı ile agregave kalitesinin önemi büyüktür.

Ülkemizde ve dünyadaki sivil toplum kuruluşlarının raporlarına göre; agregaların çoğu, agregave ocakları ile kum ve çakıl yataklarında üretilmektedir. Kalan kısım endüstriyel atıkların geri dönüşümünden; cüruf ve küller ile yıkım atıklarından, geri kalanlar ise denizlerden ve endüstriyel olarak üretilen agregvalardan oluşmaktadır (Tuğrul, 2011; Tuğrul ve Yılmaz, 2013; Tuğrul ve Yılmaz, 2014; Tuğrul ve Yılmaz, 2015; Tuğrul ve Yılmaz, 2017; Tuğrul vd., 2016; Zambak vd., 2015; AGÜB, 2019; İTÜ, 2012).

Agregave Madenciligi; Yatırım, alt yapı planlaması ve kullanımı, işgücü temini ve eğitimi, finansman, enerji, çevresel etkilerin kontrolü, atık yönetimi ve denetim ihtiyacı nedeniyle organize olmayı gerektiren, istihdam yaratıcı çok önemli bir sanayi alanıdır. Avrupa Agregave Üreticileri Birliği Başkanı Antonis Antoniou Latouros (2023) tarafından belirtildiğine göre, yılda 40 milyar tonu aşan agregave üretimi, dünya genelinde ikinci en çok tüketilen doğal kaynak olarak öne çıkıyor. Bu miktar, her yıl ekvatorun etrafına 27 metre genişliğinde ve 27 metre yüksekliğinde bir duvar inşa etmek için yeterlidir. Ancak, birçok yerde bu malzemenin aşırı kullanımına dair farkındalığın sınırlı olması, uzun vadeli çevresel ve sosyal hedeflerin kısa vadeli ihtiyaçlara öncelik verilerek engellenmesine neden olmaktadır. Ayrıca, agregave üretiminin dikkatli bir şekilde yönetilmemesi durumunda, özellikle küçük ada ülkeleri, deltalar, kıyılar ve nehir havzaları gibi dinamik ortamlarda gelecekteki gelişmeleri olumsuz etkileyebilir (Tuğrul, 2023).

1.2 Agreganın Kullanım Alanları

- Çevre ve transit ulaşım yapıları (köprüler, otoyollar, bağlantı yolları ve kavşakları, demiryolları, tüneller, viyadükler, drenaj ve yüzey suyu denetim yapıları)

- Kent içi ulaşım yapıları (yol, tünel, köprü, alt ve üst geçitler, metro, tramvay, metrobüs hatları, kaldırımlar vb.)
- Deniz yapıları (liman, iskele, dalgakıran, sahil tahkimatı), su yapıları
- Havalimanı, servis yapıları
- Altyapı (temiz su, atık su kolektörleri, arıtma tesisleri, elektrik ve iletişim hatları)
- Uydu yerleşke yapılaşmaları
- Organize sanayi ve ticaret bölgeleri
- Yönetim ve kamu hizmet binaları, konutlar
- Eğitim ve öğretim binaları, sağlık binaları (hastaneler, kür ve rehabilitasyon merkezleri)
- Turizm ve konaklama yapıları
- İnanç ve kültür-sanat yapıları (cami, kongre-konser binaları, anıtsal yapılar)
- Spor tesisleri (stadyum, kapalı spor salonu, yüzme havuzları, tenis kortları, yarış pistleri, jimnastik-koşu parkurları)
- Çevre koruma ve düzenleme (parklar, korular, seyir yerleri, piknik alanları)

Agrega tesislerinde açığa çıkan üretim artıkları da birçok alanda da kullanılabilmektedir. Bu ürünler kullanılarak geliştirilen katma değeri yüksek ürünler için araştırmalara devam edilmelidir.

1.3 Agregalar ile İlgili Ülkemizdeki Mevzuatlar

Geçmiş dönemlerde Taş Ocakları Nizamnamesi ile üretilen doğal agregalar, bugün Maden Kanunu hükümleri kapsamında işletilebilmektedir. II. grup (a) bendi kapsamında ruhsatlandırılan agrega madenlerinde arama ruhsat aşaması bulunmamaktadır ve doğrudan işletme ruhsatına konu olurlar. II. grup (a) bendi madenlerin maden ruhsat sayıları içerisinde özel ve önemli bir yeri vardır.

05.06.2004 tarihinde yayımlanan 5177 sayılı Kanun ile 3213 sayılı Maden Kanunundaki köklü değişiklikler; özellikle taş ocakları adı altında ruhsatlandırılan agrega ruhsatları açısından bir başlangıç olmuştur. 24.06.2010 tarihinde yayımlanan 5995 sayılı Kanun ile Maden Kanununda yapılan değişiklikler sonrasında, II. grup (a) bendi madenler; “kalsit, dolomit, kalker, granit, andezit, bazalt gibi kayalardan agrega, mıcır veya öğütülerek kullanılacak kayalar” olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, II. grup (a) bendi madenler için doğrudan işletme ruhsatı verileceği hükme bağlanarak, arama ruhsat dönemi kaldırılmıştır (Demir vd., 2021).

II. grup (a) bendi madenler için talep edilen işletme izin alanına ve kırma-eleme tesis yerlerine, Karayolları Genel Müdürlüğü sorumluluğunda olan yollara, 1/5000 ölçekli imar planı onaylanmış alanlara, organize hale gelmiş tarım ve hayvancılık bölgelerine, denizlere, göllere, birinci derece sit alanlarında fiziki olarak ortaya çıkarılmış kültürel varlıkların ön görünüm alanında yatay olarak en az 500 metre mesafede, ön görünüm alanı dışında ise en az 250 metre mesafe dahilinde izin verilmemektedir. Ancak, T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğunda olan yol kenarlarında, alternatif alan bulunamaması veya coğrafik ve bölgesel şartlar dikkate alınarak, Karayolları Genel Müdürlüğünden izin alınması durumunda izin verilebilmektedir. Süre uzatım taleplerinde kazanılmış haklar dikkate alınarak değerlendirme yapılmaktadır (faaliyetlerin boyutu, işletme yöntemi, emniyet tedbirleri ile arazinin topoğrafik ve jeolojik yapısı dikkate alınarak mesafelerin ihtiyaç halinde Bakanlıkça artırılabilmesi hususu ile ön görünüm alanı dışı için 150 metre olan kriter 250 metreye çıkarılmıştır). Kamu hizmeti veya umumun yararına ayrılmış yerlerden yatay olarak en az 500 metre mesafe dahilinde izin düzenlenmemektedir (Maden Yönetmeliği, Madde 26) (Demir vd., 2021).

1.4 Madencilik Politikalarında Agreganın Durumu

UEPG'nin vurguladığı gibi, agrega kullanımı zorunlu ve sürekli bir hammadde talebini gerektirir. Şehirlerde agrega tedarikinde yaşanabilecek sorunların önlenmesi için bu konu sürekli olarak takip edilmelidir (Tuğrul, 2023).

Yerel yasa ve düzenlemeler genellikle çevre, sağlık ve güvenlikle ilgili olup; imar, arazi kullanımı, çevre ve diğer konulardaki yasal gereklilikler ile hükümet politikalarındaki değişiklikler, agrega endüstrisini etkileyebilir. Agrega üreticileri özellikle sağlık, güvenlik, yerel kaynaklara erişim, geri dönüşüm, çevre yönetimi mükemmelliği ve biyoçeşitlilik konularına odaklanmalıdır. Bu sektör, ülkelerin ekonomik büyümesine ve sosyal gelişimine önemli katkılarda bulunmaktadır. Agrega endüstrisini değerlendirirken yukarıda bahsedilen faktörler, ticaret kolunun sürdürülebilir gelişimi için kritik öneme sahiptir (Tuğrul, 2023).

Ülkemizde ve dünyanın birçok bölgesinde, gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, agrega konusunda ulusal, bölgesel ve yerel politikalara ihtiyaç vardır. Agrega kaynaklarının korunması, sürdürülebilir kalkınmanın temel unsurlarından biridir, özellikle büyük şehirlerdeki arazi kullanımı baskısı agrega kaynaklarını sınırlama tehdidi yaratmaktadır. Yeni agrega üretim sahalarının geliştirilmesi zaman alıcı olduğundan stratejik planlama ve yeni saha geliştirme, büyüme ihtiyacını öngörmelidir. Ayrıca, toplumsal direnç nedeniyle yeni sahalar izin vermek veya mevcut sahaları genişletmek giderek zorlaşmaktadır. Bu nedenle, agrega arzının ve sürdürülebilir agrega kaynak yönetiminin planlanması, özellikle mega şehirler için hayati öneme sahiptir. Planlama süreci, beklenen talep, agrega kaynakları ve kısıtlamalarını dikkate almalıdır. Mevcut politika, yasal çerçeve ve etkinlik gibi birçok değişken de göz önünde bulundurulmalıdır. Bölgeler, agrega planlama süreçlerini geliştirmeli, kaynak verimliliğini artırmak için birincil ve ikincil agrega planlamasını entegre etmeli ve ilgili paydaşlar arasındaki iletişimi güçlendirmelidir (Tuğrul, 2023).

Ülkemizde 3500'ün üzerinde hammadde üretim izni bulunan sahalar özel politikalar geliştirilmesi gerekmektedir. Bu agrega üretim sahalarının çoğunluğu yol kenarlarında bulunmakta olup, üretim sonrasında yüksek şevler, düzensiz topoğrafya ve dağınık yığınlar gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu durum, genellikle kamuoyunda madencilikle ilgili olumsuz algı oluşturmaktadır (Tuğrul, 2023).

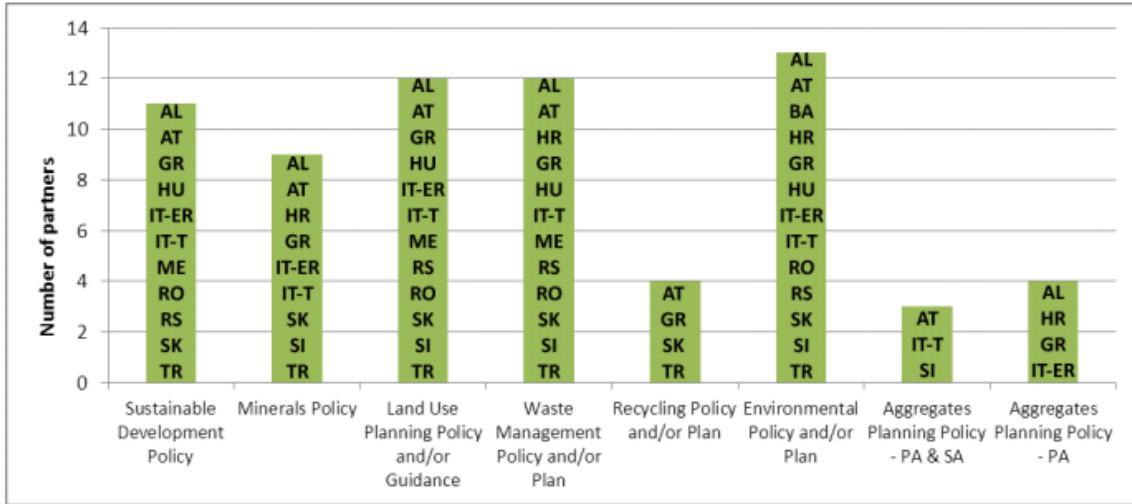
Türkiye, jeolojik özellikleri nedeniyle zengin bir agrega kaynak potansiyeline sahiptir ve bu nedenle yaklaşık on yıl öncesine kadar inşaat-yıkıntı veya taş ocağı atıkları ile ikincil ve mamul agrega üretimine ihtiyaç duyulmamıştır. Ancak, inşaat yıkıntı atıklarının üretimi ve kullanımıyla ilgili mevzuat eksiklikleri bulunmaktadır. Günümüzde, özellikle büyük şehirlerde veya bu bölgelere yakın yerlerde faaliyet gösteren Türk agrega sektörü, sadece beklenen kalitede hammadde sıkıntısıyla değil, aynı zamanda izin ve uzun vadeli planlama sorunlarıyla karşı karşıyadır. İşletmeler, bürokratik gereklilikleri yönetmek için büyük zorluklarla karşılaşmaktadır. İzin süreçleri karmaşık ve uzun sürdüğü için mevcut kaynaklara sınırlı erişim her geçen gün daha da zorlaşmaktadır (Tuğrul, 2023).

1.4.1 Agrega Madenciliğinin Diğer Madencilik Faaliyetlerinden Farkları ve Ülkemizde “Agrega Politikası”nın Gerekliliği

Agrega Madenciligi; diğer madenlere göre daha az çevresel etkisi, biyoçeşitliliğe olumlu katkısı, ekonomik döngüsü, ülke ekonomisindeki yeri vb. nedenlerle diğer madencilik faaliyetlerinden farklıdır. Aşağıda bu farklılıklara maddeler halinde değinilmiştir;

- Agrega olarak kullanılan madenler (kalker, bazalt, dolomit, kumtaşı vb.) doğada yaygın olmaları nedeniyle, diğer nadir bulunan madenlerden (bakır, kurşun, çinko vb.) değer olarak daha düşüktür. Ayrıca bu madenlerin tüvenan üretim maliyetleri benzer olup, nadir bulunmaları ve zenginleştirme prosesleri farklı olması değerlerini de farklı olarak etkilemektedir.
- Diğer madenler küresel pazara sunulur ve fiyatlarının dalgalanmaları hassastır. Agregalar ise yerel pazara sunulduğundan, yüksek üretim-tüketim miktarı, nakliye fiyatlarının yüksek olması nedeniyle tüketim alanlarına yakın olması gerekmekte ve bu yüzden fiyatları hammadde piyasasından farklı, yerel olarak belirlenmektedir.
- Agregalar yerel pazarlarda inşaat hammaddesi olarak kullanıldığından, istikrarlı bir şekilde devam eden agrega talebi nüfus artışıyla orantılı olarak da artmaktadır.

Yukarıda belirtilen hususlar dikkate alındığında; gelişmiş ülkelerde olduğu gibi arz güvenliğini sağlayacak şekilde (Şekil 1.1) ülkemizde de diğer madenlerden ayrı bir agrega politikasına ihtiyaç vardır.



Şekil 1.1: Farklı ülkelerde agregalarla ilgili uygulanan politikalar (<http://www.snapsee.eu/>) (Soldan sağa yatay eksen açıklaması; Sürdürülebilir kalkınma politikası, Maden politikası, Arazi kullanım planlaması politikası, Atık yönetim politikası, Geri dönüşüm politikası, Güney Avrupa ülkelerinde çevre politikası ve Agregalar planlama politikası) PA: Doğal agregalar, SA: Yapay agregalar, TR: Türkiye

1.5 Agregalar Sektörünün Mevcut Durumu ve Ekonomik Büyüklüğü

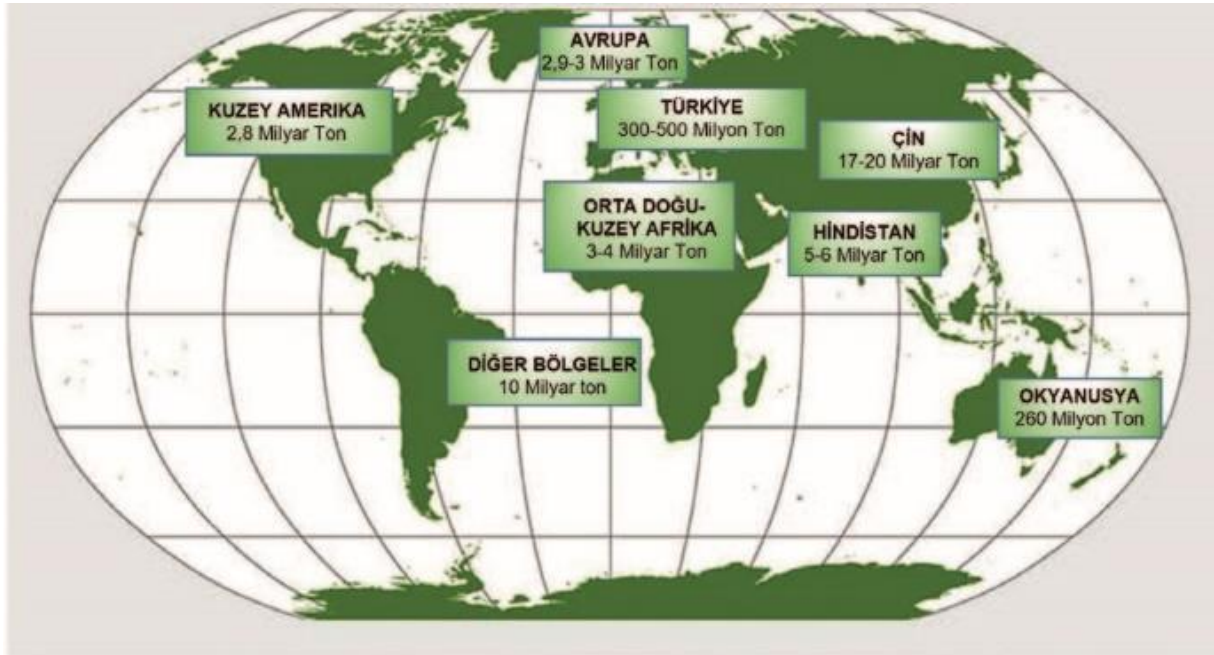
1.5.1 Küresel Agregalar Sektörü

Dünya genelinde agrega üretiminin çoğu, agrega ocaklarından ve kum-çakıl yataklarından elde edilmektedir; geri kalan %10'luk kısım ise endüstriyel atıkların geri dönüşümü, cüruf ve yıkım atıklarından (%8), denizlerden ve endüstriyel olarak üretilen agregalardan (%4) gelmektedir (uepg.eu). Türkiye Agregalar Üreticileri Birliği (AGÜB) verilerine göre, Türkiye'de toplam

agrega üretiminin 270 milyon tonu kırmataş, kum ve çakıl olarak kullanılmaktadır. Türkiye'deki agregaların büyük bir kısmı sert kaya ocaklarından (250 milyon ton), diğerleri ise kum-çakıl yataklarından (19,9 milyon ton) ve deniz agregalarından (0,1 milyon ton) elde edilmektedir (Tugrul, 2023).

Küresel pazarda, inşaat hammaddelerinin %80'ini agregalar oluşturur. 2022 yılında küresel agrega tüketimi 40,5 milyar tonun üzerindedir. Kişi başına yılda ortalama 5-6 ton agrega tüketilmektedir (Çin, Hindistan, Kanada gibi bazı ülkeler hariç). Agreg endüstrisi, üretim miktarı, saha ve çalışan sayısı açısından dünyadaki enerji açığa çıkarmayan endüstriler arasında en büyüğüdür. Küresel agrega sahası sayısı 300 binden fazla olup, çalışan sayısı ise 2 milyonun üzerindedir (Tugrul, 2023), (Şekil 1.2).

2020-2027 döneminde dünya genelinde tahmini büyüme oranı, Avrupa'da %5,5, Asya-Pasifik ülkelerinde %6,2 ve Kuzey Amerika'da %4,7 olarak öngörülmektedir (Kaynak: reportsanddata.com). Küresel büyüme oranı ise 2032'den önce %5,2 olarak tahmin edilmektedir (Kaynak: Globenewswire.com). Küresel agrega pazarının yönlendirilmesinde, özellikle büyük Asya/Pasifik ve Afrika/Ortadoğu bölgelerindeki ortalamanın üzerindeki büyüme etkili olmaya devam edecektir (aggbusiness.com; Freedonia.com; constructionreviewonline.com; uepg.com), (Tugrul, 2023).



Şekil 1.2: 2019-2023 arasında dünyadaki agrega tüketimi

2019-2023 arasında dünyanın farklı bölgelerindeki agrega tüketimi Şekil 1.2'de sunulmuştur. (aggbusiness.com; freedonia.com; constructionreviewonline.com; uepg.com.) Bu şekilde görüldüğü gibi Çin'deki agrega tüketimi dünyada en yüksek miktardadır (Tugrul, 2023).

Küresel agrega pazarının değeri 2022'de 535 milyar ABD doları iken, tahmin dönemi boyunca %4'lük yıllık birleşik büyüme oranıyla 2032'de 761,47 milyar ABD dolarına ulaşması öngörülmektedir (reportsanddata.com). Precedence Research (2022)'e göre ise, 2021'de 507,46 milyar ABD doları değerinde olan küresel agrega pazarının 2022-2030 yılları arasında %5,72'lik bir YBBO ile büyüyerek 2030'da yaklaşık 837,3 milyar ABD doları değerine

ulaşması beklenmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde toplam tüketimin 2030'a kadar %50'den fazla artacağı tahmin edilmektedir (Globenewswire.com), (Tugrul, 2023).

Şehirleşme ve nüfus artışı, doğal bir sonuç olarak inşaat sektörünün gelirini hızla artıran bir etkiye sahiptir. Bu sektör, bina inşaatı ve altyapı projeleri için hızla agregaları kullanmaktadır. Agregalar, yol, otoyol, köprü, havaalanı ve diğer altyapı tesislerinin yapımında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır, bu da büyük bir talebi beraberinde getirmektedir. Ayrıca, beton, asfalt ve diğer yapı malzemelerinin üretiminde agregalara olan talebin artması da geliri artırmaktadır. Bu nedenle, inşaat sektörü, şehirlerin büyümesi ve nüfus artışıyla birlikte giderek daha fazla büyümektedir (Tugrul, 2023).

Küresel verilere göre, Asya Pasifik pazarının projeksiyon dönemi boyunca en kârlı Pazar olması öngörülmektedir. Özellikle Hindistan, Çin ve Japonya'daki büyüyen inşaat sektörleri, bölgedeki karlılığı artırmaktadır. Küresel agrega pazarının büyümesindeki temel itici güç, gelişmekte olan ekonomilerdeki hükümet girişimleri ve politikalarıdır, bu da altyapı geliştirme faaliyetlerini teşvik etmektedir. Çin, bu bağlamda önemli bir merkez olarak öne çıkmakta olup, ekonomik büyümeyi desteklemek için ciddi altyapı projelerine yatırım yapmaktadır. Çin'in kuşak ve yol girişimi, ülkenin agrega talebini artırma potansiyeline sahiptir. Hindistan'da, hükümetin 'Akıllı Şehirler Misyonu' kapsamında 100 akıllı şehir inşa etme hedefi, altyapı geliştirme faaliyetlerinde toplam talebi artırmaktadır. Kuzey Amerika pazarının tahmin döneminde ılımlı bir şekilde yükselmesi muhtemeldir, çünkü bölgede köklü bir inşaat sektörü ve altyapı geliştirme projeleri bulunmaktadır. Çevre dostu uygulamaların benimsenmesiyle birlikte geri dönüşüm agregalarına olan talepte de bir artış gözlemlenmektedir. Avrupa pazarının istikrarlı bir büyüme oranı göstermesinin nedeni, yerleşik inşaat sektörü ve sürdürülebilir kalkınma tekniklerine olan vurgudur. İnşaat sektörünün genişlemesi ve uygun fiyatlı konut talebinin artmasıyla Almanya, Fransa ve Birleşik Krallık gibi ülkelerde agrega talebinin artması beklenmektedir (reportsanddata.com), (Tugrul, 2023).

Çevre dostu ve sürdürülebilir inşaat uygulamalarına olan artan talep, üreticileri teknolojik açıdan üstün ve yeşil enerji bazlı agregalar üretmeye yönlendirmektedir. İnşaat faaliyetlerinin karbon etkisini azaltma ihtiyacının artması nedeniyle, geri dönüşüm agregalarının kullanımı yaygınlaşmaktadır. Geri dönüşüm agregaları, beton ve asfalt gibi atıklardan üretilerek doğal kaynaklara olan ihtiyacı ve atık bertarafı sorunlarını azaltmaktadır. Öngörülen dönem boyunca, sürdürülebilir inşaat uygulamalarına verilen önemin artmasıyla küresel Agrega Pazarı'nın büyümesini desteklemesi beklenmektedir (Tugrul, 2023).

Ayrıca, inşaat sektöründeki yüksek kaliteli agregalara olan artan talep, gelir artışını desteklemektedir. Bu tür agregalar, yüksek dayanımlı beton ve asfalt üretiminde kullanıldığı için tane boyutu, şekli ve mukavemeti açısından yüksek niteliklere sahiptir, bu da büyük talep görmelerine yol açmaktadır. İnşaat sektöründe yaygın olarak kullanılan prekast beton ürünlerin üretiminde de yüksek kaliteli agregalara olan ihtiyaç önemli bir faktördür. Altyapı inşaat faaliyetlerinde prekast beton ürünlerine olan talepteki artış, küresel agrega sektörünü olumlu bir şekilde etkilemektedir (reportsanddata.com), (Tugrul, 2023).

Ayrıca, altyapı geliştirme projelerine yönelik artan hükümet yatırımları da agrega talebini artırmaktadır. Özellikle Çin, Hindistan, Endonezya ve Brezilya gibi gelişmekte olan ekonomilerdeki altyapı geliştirme projelerine yapılan yatırımlardaki artışın, tahmin dönemi boyunca küresel agrega pazarını etkilemesi beklenmektedir (reportsanddata.com; aggbusiness.com), (Tugrul, 2023).

COVID-19 salgını, 2020’de küresel tedarik zincirini ve Pazar talebini etkiledi. Üretim tesislerinin kapanması ve ulaşımdaki kısıtlamalar, inşaat sektöründeki yavaşlamaya bağlı olarak agrega talebini azalttı. Ancak ekonomiyi canlandırmak için artan hükümet harcamalarının özellikle altyapı inşası faaliyetlerinde küresel agrega pazarını canlandırması beklenmektedir (Tugrul, 2023).

Küresel Agrega Pazarı’nın büyümesi, nakliye maliyetleri, agrega kaynaklarının bulunabilirliği ve bu kaynaklara erişim sorunları gibi çeşitli nedenlerle her geçen gün zorlaşmaktadır. Bu durum, kum, çakıl ve kırmataş gibi hammadde fiyatlarının yükselmesine neden olmaktadır. Ayrıca, inşaat faaliyetlerinin çevresel etkileri konusundaki artan farkındalık, çevre dostu ve sürdürülebilir agregalara olan ihtiyacı artırmaktadır (Tugrul, 2023).

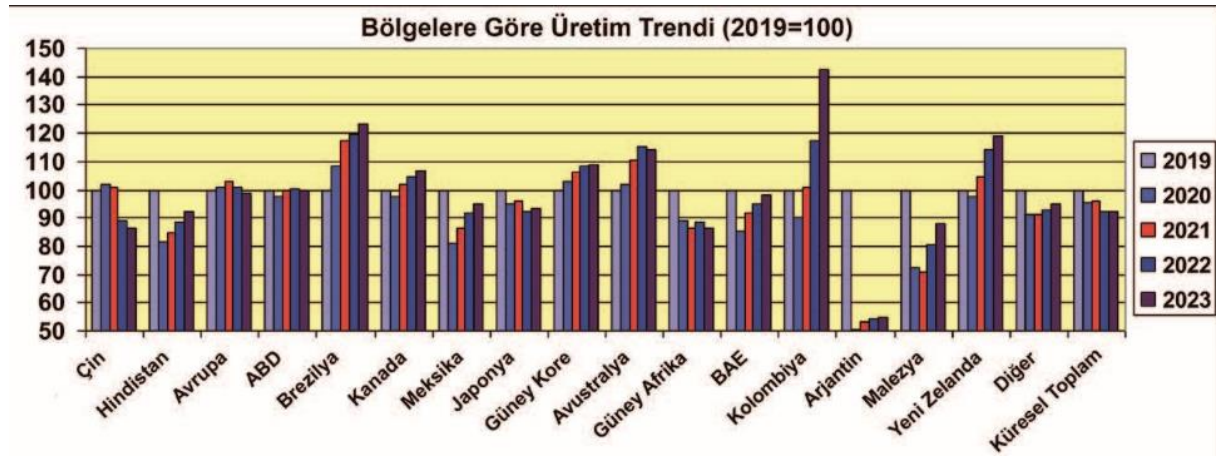
2010 yılında Jim O’Brien tarafından kurulan Küresel Agrega Bilgi Ağı (GAIN), dünya genelindeki agrega birliklerinden oluşan gönüllü bir ağıdır. Sektörün gelişmesi ve sürdürülebilirliği için en iyi uygulamaları açık bir şekilde paylaşmayı amaçlamaktadır. GAIN™, Küresel Agrega Bilgi Ağı’nın ticari markasının kısaltmasıdır. 2019-2023 yılları arasında GAIN Ağı’ndaki ülkeler ile bu ağı dışındaki ülkelerdeki agrega üretim miktarlarındaki değişimler Tablo 1.1’de sunulmuştur (Jim O’Brien, 2023). Bu çizelgede görüldüğü gibi, 2022 için en önemli değişiklik Çin’deki -%11,5’lik düşüştür. 2018 yılında küresel agrega üretim miktarı 50 milyar tonun üzerindedir. Ancak 2022’deki küresel rakam yaklaşık 40,5 milyar ton olup, 2023 yılında -%3’lük bir düşüş daha beklenmektedir. COVID-19 öncesine göre devam eden düşüş -%8 veya 3,5 milyar ton olarak gerçekleşmektedir (Tugrul, 2023).

Tablo 1.1: 2019-2023 yılları arasındaki agrega üretim miktarlarındaki değişim oranları

GAIN Ülke	Üretim 2019 mt	Üretim 2020 mt	Değişim 2020/2019	Üretim 2021 mt	Değişim 2021/2020	Üretim 2022 mt	Değişim 2022/2021	Tahmini 2023 mt	Değişim 2023/2022
Çin	19560	19890	1,7%	19680	-1,1%	17420	-11,5%	16890	-3,0%
Hindistan	6035	4920	-18,5%	5125	4,2%	5330	4,0%	5580	4,7%
Avrupa	2986	3005	0,6%	3079	2,5%	3013	-2,1%	2950	-2,1%
ABD	2388	2331	-2,4%	2388	2,4%	2390	0,1%	2380	-0,4%
Brezilya	535	580	8,4%	628	8,3%	640	1,9%	660	3,1%
Kanada	417	408	-2,2%	425	4,2%	435	2,4%	445	2,3%
Meksika	400	325	-18,8%	346	6,5%	366	5,8%	380	3,8%
Japonya	375	355	-5,3%	360	1,4%	345	-4,2%	350	1,4%
Güney Kore	368	378	2,7%	390	3,2%	398	2,1%	400	0,5%
Avustralya	185	188	1,6%	204	8,5%	213	4,4%	211	-0,9%
Güney Afrika	180	160	-11,1%	155	-3,1%	159	2,6%	155	-2,5%
BAE	158	135	-14,6%	145	7,4%	150	3,4%	155	3,3%
Kolombiya	144	130	-9,7%	145	11,5%	169	16,6%	205	21,3%
Arjantin	137	69	-49,6%	73	5,8%	74	1,4%	75	1,4%
Malezya	199	144	-27,6%	141	-2,1%	160	13,5%	175	9,4%
Yeni Zelanda	42	41	-2,4%	44	7,3%	48	9,1%	50	4,2%
GAIN TOPLAM	34109	33059	-3,1%	33328	0,8%	31310	-6,1%	31061	-0,8%
Dünyanın Geri Kalanı	9918	9020	-9,1%	9031	0,1%	9216	2,0%	9439	2,4%
Global Toplam	44027	42079	-4,4%	42359	0,7%	40526	-4,3%	40500	-0,1%

Dünyada bölgelere göre rölatif üretim trendini gösteren Şekil 1.3, her bir bölge için 2019 rakamını %100 olarak kabul ederek değişiklikleri göstermektedir. Çin, 2019’a kıyasla 2023’te

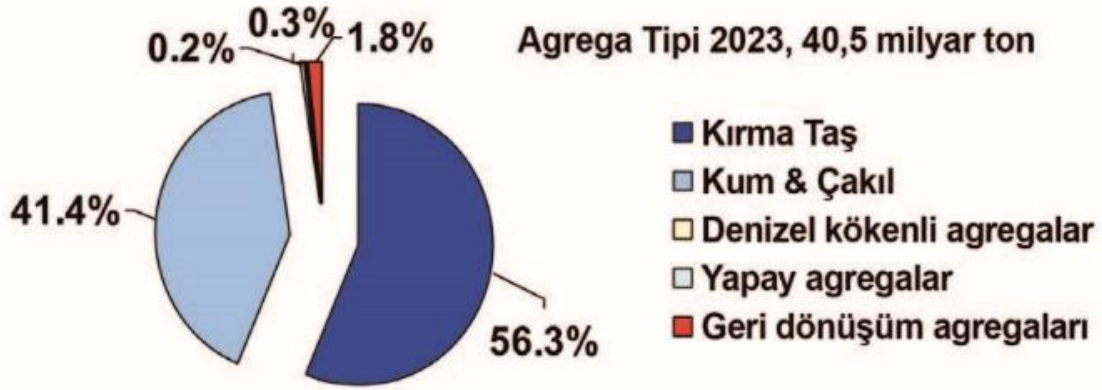
neredeyse -%15'lik bir düşüşle (2,7 milyar tonluk düşüş) en belirgin azalmayı yaşamaktadır. Diğer bölgeler genellikle yavaş bir büyüme göstermektedir, ancak 2019 üretim seviyelerine ulaşmanın 2030'a kadar sürebileceği öngörülmektedir (Jim O'Brien, 2023, Tugrul, 2023).



Şekil 1.3: Bölgelere göre üretim trendi.

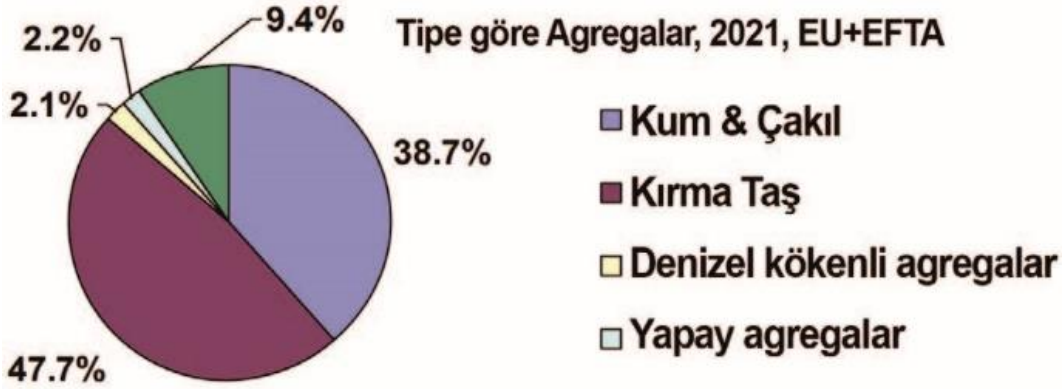
2019 yılında COVID öncesindeki üretim miktarlarına 2030 yılında ulaşılması hedeflenmektedir. Ancak, küresel çapta COVID salgını, 2020'de 2 milyar dolarlık bir düşüşe neden olmuştur. 2021'de bir toparlanma görülmüş olsa da, 2022'deki savaş nedeniyle üretim yavaşlamıştır. Küresel Agregat Pazarı, kırma taş, kum, çakıl ve diğerleri gibi farklı türlere ayrılmıştır. Farklı agrega türlerinin dünya genelindeki kullanım oranları Şekil 1.4'de sunulmuştur. Bu grafikte görüldüğü gibi, kırma taş segmenti 2021 yılında küresel agrega endüstrisinde büyük bir satış payına sahiptir. Altyapı geliştirme projeleri genişledikçe kırma taş tüketiminin de artması beklenmektedir. İnşaat sektörü büyüdükçe, kum, çakıl, kırma taş gibi yapı malzemelerine olan talep de artacaktır. Ayrıca, yeşil binaların ve sürdürülebilir inşaat uygulamalarının artan popülaritesinin kum, çakıl ve kırma taş talebini önümüzdeki yıllarda artırması muhtemeldir (reportsanddata.com), (Tugrul, 2023).

Şekil 1.4'e göre dünya genelinde, geri dönüşüm agregalarının kullanım oranları denizel agregalara ve yapay agregalara kıyasla daha yüksektir. Bu tür agregalar, inşaat projelerinde geleneksel agregaların yerine sıkça tercih edilen malzemeler arasında bulunmaktadır. Bu eğilimin sürdürülebilirlik ve çevre koruma odaklı inşaat sektöründe daha fazla önem kazanmasıyla birlikte, geri dönüşüm agregalarına olan talebin artması beklenmektedir. Yapay (ikincil) agregalarla ilgili olarak, hem ülkemizde hem de dünya genelinde yapılan Ar-Ge çalışmalarının yetersiz olduğu gözlemlenmektedir. Bu çalışmaların artırılması ve teşvik edilmesi, bu tür agregaların kullanım oranlarının artmasına yönelik önemli bir faktördür. Ayrıca, iklim krizi, yeşil mütabakat hedefleri ve sıkı çevre mevzuatları, bu alandaki çalışmaların ivme kazanmasını sağlayacaktır (Tugrul, 2023).

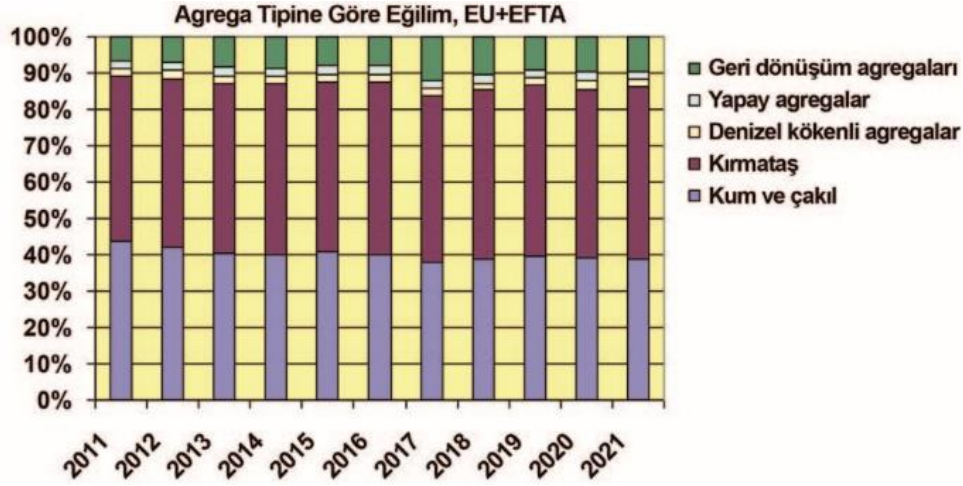


Şekil 1.4: Agregat türüne göre yaklaşık dağılım

Avrupa Birliği ve EFTA ülkelerinde yaygın olarak kullanılan agrega türlerinin bu bölgelerdeki toplam kullanım yüzdeleri Şekil 1.5’de görülmektedir (www.aggregates-europa.eu). Şekilde dikkat çeken noktalar, kırmataşların, kum ve çakılların yüksek kullanım oranlarıdır. Ayrıca, grafikte belirtilen diğer önemli bir husus, geri dönüşüm agregalarının toplam kullanım içindeki payının %9,4 olduğudur. Avrupa Birliği ve EFTA ülkelerinde yıllara göre agrega kullanım oranlarında değişimleri gösteren Şekil 1.6’a göre, son yıllarda kum-çakıl agregalarının kullanım oranları hafif düşerken, kırmataş ve kırma kum kullanım oranlarının arttığı gözlemlenmektedir. Geri dönüşüm agregalarının kullanım oranları 2017-2018 dönemlerinde artmış, ancak günümüzde stabil bir seyir izlemekte veya bu agregaların kullanımı ile ilgili güncel verilere ulaşılamamıştır (Tugrul, 2023).

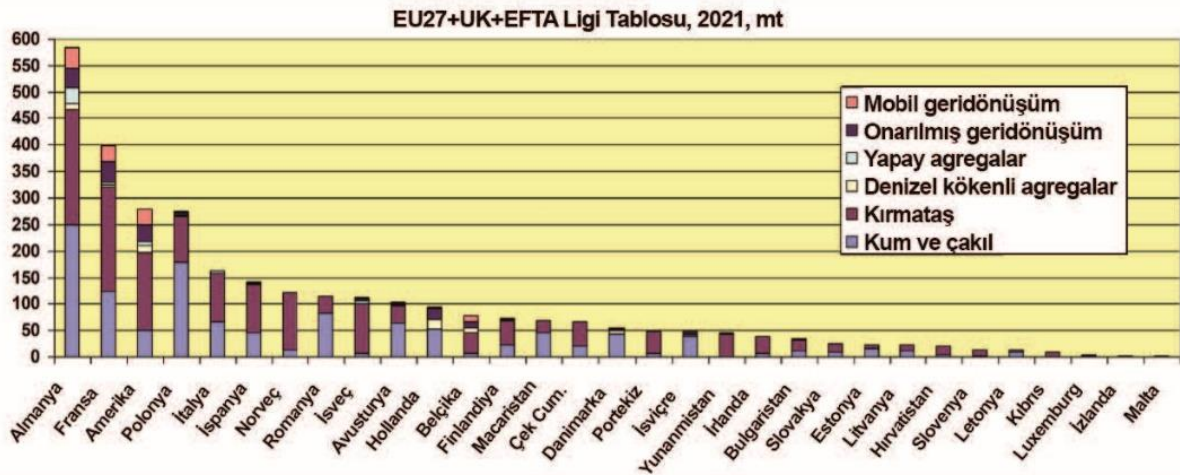


Şekil 1.5: Avrupa Birliği ve EFTA ülkelerinde kullanılan agrega türlerinin yüzde- sel dağılımı.



Şekil 1.6: Avrupa Birliği ve EFTA ülkelerinde farklı agregaların yıllara göre kullanım oranları

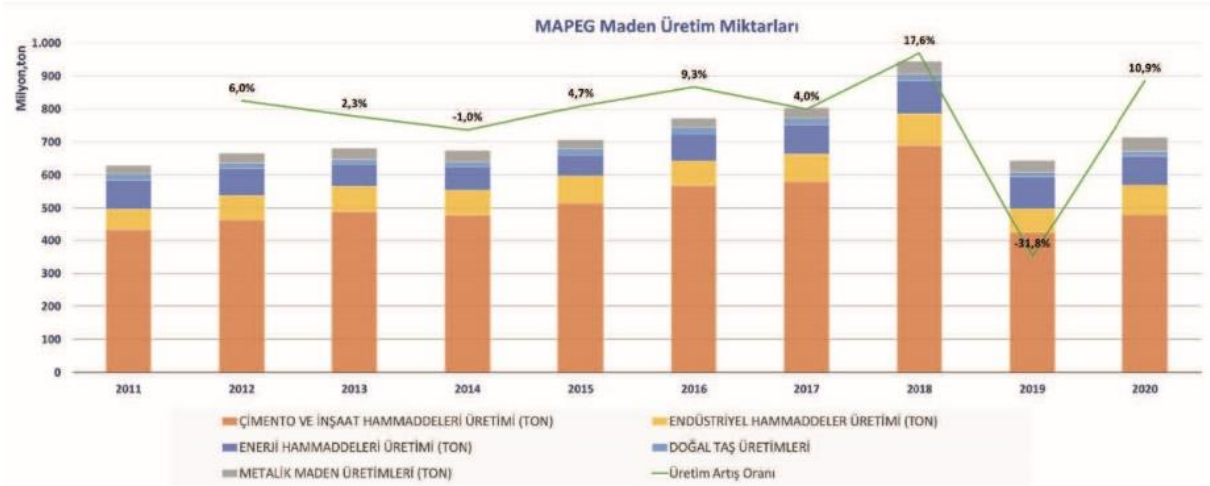
Avrupa Birliği, EFTA Üyeleri ve Birleşik Krallıktaki farklı agrega türlerinin üretim miktarlarının kıyaslaması Şekil 1.7’de sunulmuştur (www.aggregates-europa.eu). Bu şekilde görül- düğü gibi; üretim miktarları Almanya için 584mt ile Malta için 1,6mt arasında değişmekte olup, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık ve Polonya’daki üretim miktarları diğer ülkelere göre daha fazladır. Yine aynı şekilde, her ülkede çok çeşitli agrega türlerinin kullanıldığı görülmektedir (Tugrul, 2023).



Şekil 1.7: Avrupa Birliği, EFTA Üyeleri ve Birleşik Krallıktaki agrega üretim miktarları.

1.5.2 Ülkemizdeki Agrega Sektörü

Türkiye’deki agrega tüketimi ise 2018 yılında 500 mt’na yaklaşmış iken, 2019 COVID-19 pandemisi ve küresel sorunlar nedeniyle 2022 yılında 300 mt’na kadar gerilemiştir. Türkiye Madencilik Sektörü Gelişim Raporu (2020)’ye göre; Türkiye’deki madencilik üretiminin %67’si çimento ve inşaat hammaddelerinden oluşmaktadır. Yine aynı rapora göre, 2020 yılında yerel agrega (çimento hammaddesi ve inşaat hammaddeleri) talebi 485 mt civarındadır. Türkiye’de 2020 yılı kişi başı agrega tüketimi (agrega ve çimento hammaddesi) 5,77 ton/yıl olmuştur. Ancak 2022 verilerine göre Türkiye’deki agrega üretimi 300 mt seviyelerine gerilemiş, olup kişi başı agrega tüketimi 3,5 ton/yıl’dır (Şekil 1.8) (Tugrul, 2023).



Şekil 1.8: Türkiye'de 2011-2020 yılları arasında maden üretim değerleri

Küresel pazarda, Türkiye agrega ihracat potansiyelini yeterince değerlendirememektedir. Çünkü agrega ihracatı için dökme yüke uygun liman ve demiryolu sayısı çok yetersizdir. Kamu otoriteleri, AGÜB (Türkiye Agrega Üreticileri Birliği), Yapı Ürünleri Üreticileri Federasyonu (YÜF), THBB (Türkiye Hazır Beton Birliği), TÜRKÇİMENTO (Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği), akademisyenler, ihracatçılar ve diğer ilgili kurum ve kuruluşlar bu konularda ve Paris Anlaşması'na uyum sürecinde çalışmalarını artırmışlardır (Tugrul, 2023).

Türkiye, 2021'deki 300 milyon ton agrega üretimiyle Avrupa Birliği ülkeleri arasında üçüncü sırada yer almaktadır ve EFTA ülkeleri ve Birleşik Krallık'a göre üretim miktarı daha fazladır. Ancak, geri dönüşüm agregalarının kullanım oranları ülkemizde düşüktür. 6 Şubat 2023 tarihindeki iki büyük deprem, onbir ilin etkilendiği ve bu illerin yeniden yapılanması için tüketilen agrega miktarının yaklaşık 42 milyon ton olduğu bir duruma yol açmıştır. Bu şehirlerin inşaatı sürecinde ihtiyaç duyulan ilave beton agregası miktarı ise yetkili kurumlarca 72,5 milyon ton olarak belirlenmiştir. Ancak, mevcut kurulu güç ve izin durumları nedeniyle bazı illerde agrega üretimi talebi karşılamak için yetersiz durumdadır (Tugrul, 2023).

2. KURUMSAL VERİ TEMİNİ, LİTERATÜR TARAMA VE BÜRO ARAŞTIRMALARI

2.1 Kurumsal Veriler

2.1.1 Agrega Kalitesi ve Önemi

2.1.1.1 Ülkemizin Deprem Kuşağında Olması Sebebiyle Kaliteli Agrega Üretiminin Önemi

Agrega kalitesi özellikle büyük deprem riski altındaki ülkeler için çok önemlidir. Ne yazık ki, az gelişmiş ülkelerde bu konuda bilgi ve deneyim eksikliği bulunmaktadır. Birçok rapor ve makalede belirtildiği gibi; inşaat malzemelerinin kalitesi kabul edilebilir sınırlardan uzak olmasının yanı sıra inşaat uygulamaları kötü bir şekilde uygulanmaktadır. Bu faktörler binlerce binanın hasar görmesinin ve çökmesinin ana nedenleridir (Tugrul, 2023).

Türkiye'nin birçok bölgesi büyük bir deprem riski altındadır; bu nedenle agrega kalitesi çok önemlidir. Bu konu, 17 Ağustos 1999 tarihinde İstanbul'a yakın olan İzmit'te meydana gelen

7,4 büyüklüğündeki depremden ve farklı şehirlerde meydana gelen diğer büyük depremlerden sonra daha da önemli hale gelmiş olup, daha sonra güncelleştirilen yeni yasa ve yönetmelikler, standartlar ve AR-GE çalışmalarıyla agrega kalitesi üst seviyelere çıkarılmıştır. Türkiye’de İstanbul, İzmir, Adana gibi birçok büyük şehirde geçmişte inşa edilmiş çok sayıda bina bulunmaktadır. Ne yazık ki, bu binalarda inşaat malzemelerinin kalitesi kabul edilebilir sınırların çok uzağında olup, inşaat uygulamaları da iyi değildir. Bu faktörler, özellikle 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş’ın Pazarcık ve Elbistan İlçelerinde meydana gelen 7,7 ve 7,6 büyüklüğündeki iki deprem ve artçı sarsıntıları nedeniyle binlerce binanın hasar görmesinin ve yıkılmasının ana nedenleridir. Öte yandan günümüzde her ne kadar standartlar uygulanmaya çalışılsa da özellikle doğal kum ve çakılın üretilemediği bölgelerde kullanılan kırma kumun çoğunlukla yıkanmaması/iyi yıkanmaması, kısa ve uzun vadede beton dayanıklılığını önemli oranda etkileyen agrega bileşimine dikkat edilmemesi, üretilen hazır betonun sahaya nakliyesi, dökümü ve bakımı sırasında yapılan yanlış uygulamalar beton kalitesinin hatta beton sınıfının değişimine neden olmaktadır (Tugrul, 2023).

Son yıllardaki araştırma ve geliştirme çabaları, özellikle agregaların daha etkin kullanımına yönelik yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalar, kalite, süreklilik, dayanım, dayanıklılık gibi faktörlerin yanı sıra kaynak verimliliğini artırma, üretim süreçlerini iyileştirme, ürün çeşitliliği, atık malzemelerin etkili kullanımı gibi alanları kapsamaktadır. Ayrıca, agrega kaynaklarının optimal yönetimi ve çevre dostu beton, asfalt üretimi gibi konulara odaklanan birçok araştırma projesi, ekonomik, çevresel, politik ve toplumsal boyutları ele almaktadır (Tugrul, 2023).

2.1.2 Türkiye’de Gelecek Yıllarda İhtiyaç Duyulacak Agregayla İlgili Projeksiyon

Ülkemizde 2016 yılında yaklaşık 470 milyon ton agrega üretimi gerçekleşmiştir. Sektörün büyüme verilerine göre gelecek üç yılda kullanılacak agrega miktarının %5, sonraki yıllarda ise ortalama %3 artacağı öngörülmüştür. 2023 yılında ihtiyaç duyulacak agrega miktarı yaklaşık 591 milyon ton’dur. Ancak 2017 yılından itibaren inşaat sektöründeki daralma nedeniyle bu rakamlar beklenenin aksine yaklaşık %30 düşüş göstermiştir. Bu rakamların Küresel Covid-19 pandemisi vd. krizlerin etkisinin azalmasıyla birlikte hızlıca artışa geçebileceği öngörülmektedir.

2.1.3 İstanbul’da Ib ve Ila Grubu Madencilik Faaliyetleri

2.1.3.1 İstanbul’da Üretilen Agregalar

İstanbul’daki hızlı sanayileşme süreci ve bununla birlikte artan konut ve diğer yapı ihtiyaçları agrega gereksinimini de arttırmıştır. Artan agrega talebi, plansız ve inceleme yapılmadan gerçekleştirilen üretim, kullanılabilir agrega kaynaklarının rezervlerinin azalması ve/veya yerleşim alanlarında kalması gibi nedenlerden dolayı, günümüz ve gelecek için agrega potansiyelinin değerlendirilmesi gündeme gelmiştir. İstanbul’daki alanındaki başlıca agrega kaynakları, kireçtaşları olup kumtaşları ile doğal kumlar da yoğun olarak agrega olarak kullanılmaktadır.

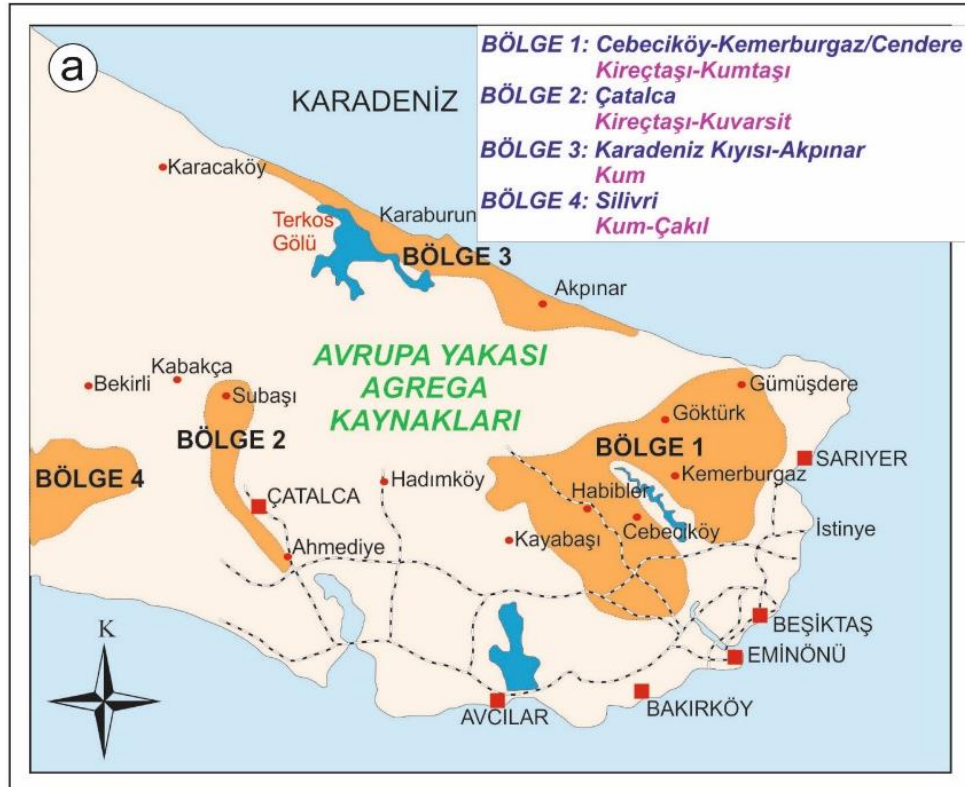
Tugrul vd., 2007’ye göre, İstanbul’da üretilen agregalar (kırmataş ve doğal kum) üretim alanları ile litolojik ve fiziksel özelliklerindeki değişimlere göre Avrupa yakasında dört ve Anadolu yakasında üç bölgede toplanmıştır. Avrupa yakasında, Cebeciköy ve Kemerburgaz çevresi 1. Bölge, Çatalca ve çevresi 2. Bölge, Karadeniz kıyısı 3. Bölge, Silivri ve çevresi 4. Bölge olarak tanımlanmıştır. Anadolu yakasında ise, Ömerli ve çevresi 1. Bölge, Şile ve çevresi 2. Bölge, Gebze ve çevresi 3. Bölge, Şile Riva ise 4. Bölge olarak değerlendirilmiştir (Tablo 2.1). Şekil

2.1 ve Şekil 2.2’de Avrupa ve Anadolu yakasındaki bölgelerin dağılımları ile bu bölgelerdeki taş ocaklarının jeoloji haritasındaki konumları görülmektedir. İstanbul Anadolu ve Avrupa yakalarında agrega üretimi yapılan formasyonlar ve genel jeolojik özellikleri Tablo 2.2’de sunulmuştur (Tuğrul vd., 2007).

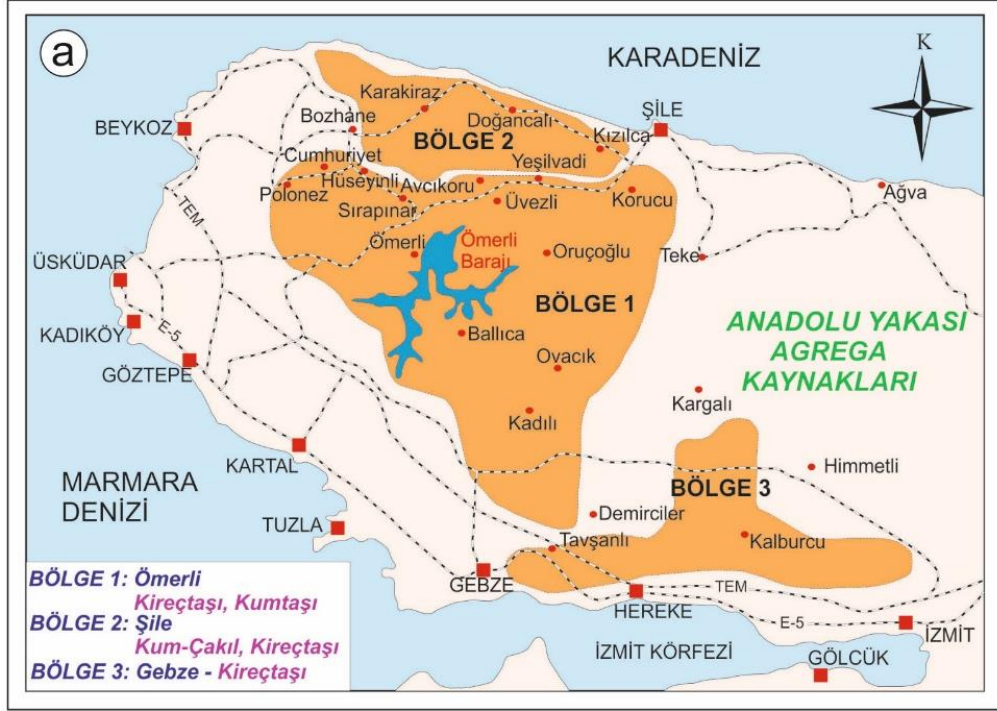
Tablo 2.1: İstanbul’daki agrega üretim sahaları (Tuğrul vd., 2007).

BÖLGE	İSTANBUL AVRUPA YAKASI	İSTANBUL ANADOLU YAKASI
1	Cebeciköy (Kireçtaşı, kumtaşı) Kemerburgaz (Kumtaşı)	Ömerli (Kireçtaşı, kumtaşı, dolomitik kireçtaşı)
2	Çatalca (Kireçtaşı, kuvarsit)	Şile (Kum-çakıl, kireçtaşı)
3	Karadeniz kıyısı-Akpınar (Kum)	Gebze (Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı))
4	Silivri (Kum, çakıl)	Şile Riva (Deniz kumu)

Not: Tabloda sunulan kum-çakıl sahaları bu projenin kapsamında değildir.



Şekil 2.1: İstanbul Avrupa yakasında agrega üretimi yapılan alanlar (Tuğrul vd., 2007).



Şekil 2.2: İstanbul Anadolu yakası ile Gebze-Hereke Bölgesinde agrega üretimi yapılan alanlar (Tuğrul vd., 2007).

Tablo 2.2: İstanbul’da agrega üretimi yapılan bölgeler ve jeolojik özellikleri (Tuğrul vd. 2007).

	BÖLGE	LOKASYON	FORMASYON	YAŞ	LİTOLOJİ
AVRUPA YAKASI	Bölge 1	Cebeciköy I	Trakya-Cebeciköy Kireçtaşı Üyesi	Karbonifer	Fosilli mikritik kireçtaşı
		Cebeciköy II	Trakya	Karbonifer	Kumtaşı
		Kemberburgaz	Trakya	Karbonifer	Kumtaşı
	Bölge 2	Çatalca I	Kırklareli	Eosen	Kireçtaşı
		Çatalca II	Şermat	Permo-Triyas	Kuvarsit
	Bölge 3	Karadeniz Kıyısı Akpınar		Holosen	Kumul Deniz kumu
	Bölge 4	Silivri	Ergene	Orta-Üst Miyosen	Kum-çakıl
ANADOLU YAKASI	Bölge 1	Yalıköy Podima			Deniz kumu
		Ömerli I	İstinye	Devoniyen	Kireçtaşı
	Bölge 2	Ömerli III	Karakiraz	Triyas	Dolomitik kireçtaşı
		Şile I	Meşetepe	Üst Oligosen-Alt Miyosen	Kum
	Bölge 3	Gebze	Hereke	Triyas	Kireçtaşı-Dolomitik kireçtaşı
	Bölge 4	Şile Riva			Deniz kumu

Not: Tabloda sunulan kum-çakıl sahaları bu projenin kapsamında değildir.

Bu rapor kapsamında günümüzde doğal kumlar dışında İstanbul'da agrega üretimi yapabilecek nitelikte olan ruhsat sahaları Kurumsal Veri Temini süresince MAPEG'ten temin edilmiştir. MAPEG'ten temin edilen ruhsat verileri Tablo 2.3'de ayrıntılı olarak sunulmuştur. Bu tabloda görüldüğü gibi, İstanbul'da aktif olarak agrega üretimi yapan agrega üreticilerinin yanı sıra faal durumda olmayan yada saha ziyareti sırasında proje ekibinin ulaşamadığı şirketler de bulunmaktadır. Bunun dışında aktif olarak üretime devam eden ve faal durumda olmayan agrega ocaklarının jeoloji haritası üzerindeki konumları da Şekil 2.3 ve Şekil 2.4'de sunulmuştur. Bu veriler ayrıca CBS ortamına aktarılmıştır.

Tablo 2.3: Kurumsal Veri Temini süresince MAPEG'ten temin edilen ruhsat verileri

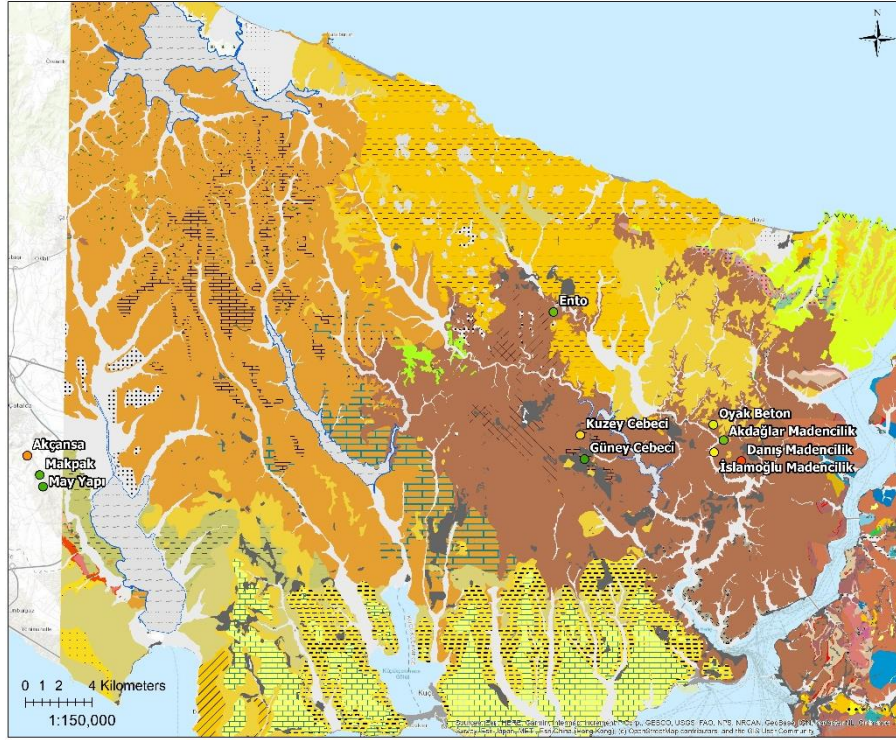
Sicil No	Erişim No	İl	İlçe	Ruhsat Sahibi	Ruhsat Safhası	Maden Grubu	Madenler	Kişi Türü	Adres	İşletme Durumu
680	1001818	İSTANBUL	ÇATALCA	MAY YAPI LTD	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	MURATBEY MERKEZ MH. BİLİR CD. NO: 13 BÜYÜKÇEKMECE / İSTANBUL	Faaliyette
6288	2115527	İSTANBUL	BEYKOZ	SELAHATTİN YAZ MADENCİLİK SAN. TİC. AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	KORDONBOYU MAH. HAMAM SK. YAZLAR İŞ MRK. NO: 39 İÇ KAPI NO: 4 KARTAL / İSTANBUL	Faaliyette
6541	2226942	İSTANBUL	ÇATALCA	AKÇANSA ÇİMENTO SAN. TİC. AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yabancı)	BARBAROS MAH. KARDELEN SK. PALLADIUM TOWER No :2 İÇ Kapi No :125 ATAŞEHİR / İstanbul	Faaliyette
9182	2031401	İSTANBUL	ŞİŞLİ	İSTMAD MADEN İŞLETMELERİ LTD	İşletme	II-A GRUP	Kalker+ Kumtaşı	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	AYAZAĞA MAH. KEMERBURGAZ CAD. İSLAMOĞLU DEPO NO: 44 SARIYER / İSTANBUL	Faaliyette
10285	2023552	İSTANBUL	ÜMRANİYE	KOÇ HAFRIYAT VE MADENCİLİK LTD.ŞTİ.	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	MEKTEP C. AZİZBEY APT. NO: 6 İÇ KAPI NO: 1-2 İSTANBUL	Faaliyette
10734	2026293	İSTANBUL	GAZİOSMANPAŞA	KAYALAR İNŞAAT TİCARET VE SANAYİ A.Ş.	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	SAHRAYICEDİT MAH. HALK SK. HUZUR No :37 /1 İÇ Kapi No :7 KADIKÖY / İstanbul	Güney Cebeci A.Ş. olarak değişti. Faal değil.
10736	2026282	İSTANBUL	GAZİOSMANPAŞA	KUZEY İSTANBUL GAYRİMENKUL VE DANIŞMANLIK AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	AĞAÇLI MAH. AĞAÇLI KÖY YOLU SK. No :98 -102 EYÜPSULTAN / İstanbul	Ulaşılamadı
11574	2035957	İSTANBUL	SARIYER	HBB HAFRIYAT MADEN İNŞAAT TAAHHÜT SANAYİ VE TİCARET AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	HİLAL MAH. TURAN GÜNEŞ BLV. NO: 100 İÇ KAPI NO: 1 ÇANKAYA / ANKARA	Ulaşılamadı
12960	2047116	İSTANBUL	BAKIRKÖY	3Y TAŞOCAĞI VE MADEN İŞLETMECİLİĞİ İNŞ.TA.H.SAN.LTD.ŞT	İşletme	II-A GRUP	Arkoz- Kumtaşı	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	BOĞAZKÖY İSTİKLAL MAH. İSMET İNÖNÜ CAD. NO: 202 İÇ KAPI NO: 1 ARNAVUTKÖY / İSTANBUL	Ulaşılamadı
13744	2051247	İSTANBUL	EYÜP	AKDAĞLAR MADENCİLİK SAN VE TİC AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kumtaşı	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	AYAZAĞA MAH. KEMERBURGAZ CAD. NO: 48 SARIYER / İSTANBUL	Faaliyette
16037	2073754	İSTANBUL	BEYKOZ	DETEBAŞI GRUP İNŞAAT SAN. TİC. AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	SÜLEYMAN BEY MAH. KONAK SK. No :8 İÇ Kapi No :43 MERKEZ / Yalova SİVAS	Ulaşılamadı
19349	2098347	İSTANBUL	ŞİLE	KURNA TAŞ OCAĞI İŞLETMECİLİĞİ SANAYİ VE TİCARET LTD	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	ÖZBEY MAH. 4055 SK. NO: 21 TORBALI / İZMİR	Ulaşılamadı
23525	2164272	İSTANBUL	ÜMRANİYE	ENTEĞRE HARÇ SAN.VETİC.A.Ş. 1	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	HÜSEYİNİ MAH/SEMT BEYKOZ CAD. NO: 222 -4 İÇ KAPI NO: 1 ÇEKMEKÖY / İSTANBUL	Faaliyette
28048	2206221	İSTANBUL	ŞİLE	ENTEĞRE HARÇ SAN.VETİC.A.Ş. 2	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	HÜSEYİNİ MAH/SEMT BEYKOZ CAD. NO: 222 -4 İÇ KAPI NO: 1 ÇEKMEKÖY / İSTANBUL	Faaliyette
32556	1153119	İSTANBUL	GAZİOSMANPAŞA	AKYILDIZ MICIR SAN.VE TİC.LTD.ŞTİ.	İşletme	II-A GRUP		Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	İSKENDERPAŞA MAH. MACAR KARDEŞLER CD. NO: 5 FATİH / İSTANBUL	Güney Cebeci A.Ş. olarak değişti. Faal değil.
35044	2026278	İSTANBUL	GAZİOSMANPAŞA	HAKTAŞ MADENCİLİK İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET LTD	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	YENİŞEHİR MAH. MUSTAFA AKYOL SK. NO: 3 İÇ KAPI NO: 167 PENDİK / İSTANBUL	Kuzey Cebeci A.Ş. olarak değişti. Faal değil.
52468	2406594	İSTANBUL	ÇATALCA	AKSANTAŞ AGREGA MADENCİLİK VE İNŞ.SAN.TİC.LTD.ŞTİ.	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	DANAMANDIRA KÖYÜ . NO: . İÇ KAPI NO: . SİLİVRİ / İSTANBUL	Ulaşılamadı
63796	2251534	İSTANBUL	ÇATALCA	MATAŞ MADENCİLİK İNŞ.TAAH.SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ.	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	GÜMÜŞPINAR KÖYÜ 2.KM. NO: 1 ÇATALCA / İSTANBUL	Ulaşılamadı

70035	2556903	İSTANBUL	GAZİOSMANPAŞA	DALBAY TAŞ İMALATI SAN. TİC.LTD.ŞTİ.	İşletme	II-A GRUP	Grovak (Benzeri Taşlar)	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	UGUR MUMCU MAH. ESKİ EDİRNE ASFALTI CAD. NO: 574 İÇ KAPI NO: 4 SULTANGAZI / İSTANBUL	Güney Cebeci A.Ş. olarak değişt. Faal değil.
72799	3062301	İSTANBUL	EYÜP	İLKDAL MADENCİLİK SAN.NAK.VE PAZ.LTD.ŞTİ.	İşletme	II-A GRUP	Kumtaşı	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	PIRİNÇLİ KÖYÜ AĞAÇLI KAVŞAĞI NO: YOK İSTANBUL	Ulaşılamadı
72951	3067963	İSTANBUL	ÜMRANİYE	TURAMANLAR İNŞ.A.Ş.	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	ANADOLU HİSARİ KÖRFEZ C.İSKELE MEYD NO: 1 İÇ KAPI NO: 3 BEYKOZ / İSTANBUL	Ulaşılamadı
72983	3068820	İSTANBUL	EYÜP	OYAK ÇİMENTO FABRİKALARI AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Kamu Tüzel Kişiliği	ÇUKURAMBAR MAH. 1480 SK. No :2 A İç Kapi No :56 ÇANKAYA / Ankara	Faaliyette
73128	3075448	İSTANBUL	ŞİLE	ALTON BETON VE NAKLİYE SANAYİ TİCARET LTD	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	PAŞAKÖY MAH. ORÇUN SK. NO: 60 SANCATEPE / İSTANBUL	Faaliyette
73194	3077603	İSTANBUL	ŞİŞLİ	USC YAPI İNŞAAT SANAYİ TURİZM VE DİŞ TİCARET AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kumtaşı	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	AYAZAĞA MAH. KEMERBURGAZ CAD. No :48 SARIYER / İstanbul	Ulaşılamadı
73560	3100968	İSTANBUL	EYÜP	ÖZTAŞ YAPI VE İNŞAATMALZ.LTD.ŞTİ.	İşletme	II-A GRUP	Kumtaşı	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	AĞAÇLI KAVŞAĞI MEVKİ IŞIKLAR KÖYÜ TAŞ OCG NO: YOK EYÜP / İSTANBUL	Ulaşılamadı
76052	3201710	İSTANBUL	GAZİOSMANPAŞA	ÇAKIRLAR MADENCİLİK VE İNŞAAT SANAYİ AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	MASLAK MAH. AOS 9. SK. No :310 İç Kapi No :1 SARIYER / İstanbul	Güney Cebeci A.Ş. olarak değişt. Faal değil.
83485	3079882	İSTANBUL	EYÜP	KARTAL MADENCİLİK İNŞAAT NAKLIYAT VE TİC.LTD.ŞTİ.	İşletme	II-A GRUP	Kumtaşı	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	MİTHATPAŞA MAH. GÜMÜŞ SK. NO: 3 İÇ KAPI NO: 1 EYÜPSULTAN / İSTANBUL	Ulaşılamadı
84598	3310269	İSTANBUL	ŞİLE	ÇABA GRUP MADENCİLİK ORMANCILIK MÜHENDİSLİK OTOMOTİV DANIŞMANLIK LTD	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	BEŞTEPE MAH. MUCİZE CAD. NO: 8 İÇ KAPI NO: 3 YENİMAHALLE / ANKARA	Ulaşılamadı
85652	3327515	İSTANBUL	ŞİLE	DAŞTAN MADENCİLİK İNŞ. SAN.TİC.TUR.VETAŞ.LTD. ŞTİ.	İşletme	II-A GRUP		Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	ATAKENT MAH. ALEMDAĞ CAD. NO: 356 İÇ KAPI NO: 3 ÜMRANİYE / İSTANBUL	Ulaşılamadı
85722	3328705	İSTANBUL	TUZLA	SERVET TURAN	İşletme	II-A GRUP		Gerçek Kişi	İNÖNÜ MAH. NARÇİÇEĞİ SK. A BLOK NO: 26 İÇ KAPI NO: 13 ATAŞEHİR / İSTANBUL	Ulaşılamadı
85798	3299434	İSTANBUL	ŞİLE	ERGÜDEN METAL MADENCİLİK SAN. TİC. AŞ	İşletme	II-A GRUP		Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	EMEK MAH. BOSNA HERSEK CAD. NO: 21 İÇ KAPI NO: 5 ÇANKAYA / ANKARA	Ulaşılamadı
85830	3327937	İSTANBUL	ŞİLE	MUSTAFA MANGAN	İşletme	II-A GRUP		Gerçek Kişi	ÜMIT MAH. 2475 SK. PLATİNEVLER SİTESİ B-BLOK NO: 5 İÇ KAPI NO: 32 ÇANKAYA / ANKARA	Ulaşılamadı
86107	3326925	İSTANBUL	ÇATALCA	REFİK	İşletme	II-A GRUP		Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	YEŞİLKÖY MAH. HAMDULLAH SUPHİ TANRIÖVER SK. TOPLUKONUT SİTESİ B-4 BLOK NO: 6/1 İÇ KAPI NO: 11 BAKIRKÖY / İSTANBUL	Ulaşılamadı
86142	3326932	İSTANBUL	ÇATALCA	DURSUN EMRE KARABACAK	İşletme	II-A GRUP		Gerçek Kişi	ACARLAR MAH. 14 SK. ACARKENT SİTESİ B111 BLOK NO: 6 İÇ KAPI NO: 1 BEYKOZ / İSTANBUL	Ulaşılamadı
86483	3380704	İSTANBUL	SULTANGAZI	GÜNEY CEBECİ MADENCİLİK SANAYİ TİCARET AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	CEBECİ MAH. 2809. SK. NO: 10 - İÇ KAPI NO: - SULTANGAZI / İSTANBUL	Faaliyet
86484	3380708	İSTANBUL	SULTANGAZI	KUZAY CEBECİ MADENCİLİK SANAYİ TİCARET AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kumtaşı	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	MAHMUTBEY MAH. 2531. SK. NO: 2 BAĞCILAR / İSTANBUL	Faaliyette
89049	3327851	İSTANBUL	ÇATALCA	BAYKAY MADENCİLİK	İşletme	II-A GRUP		Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)		Ulaşılamadı
20052322	3060560	İSTANBUL	ŞİLE	SÖZERLER MADENCİLİKİNŞAAT SAN.VE TİCARET LTD.ŞTİ.	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	AĞVA GİRİŞİ NO: YOK ŞİLE / İSTANBUL ŞİLE / İSTANBUL	Ulaşılamadı

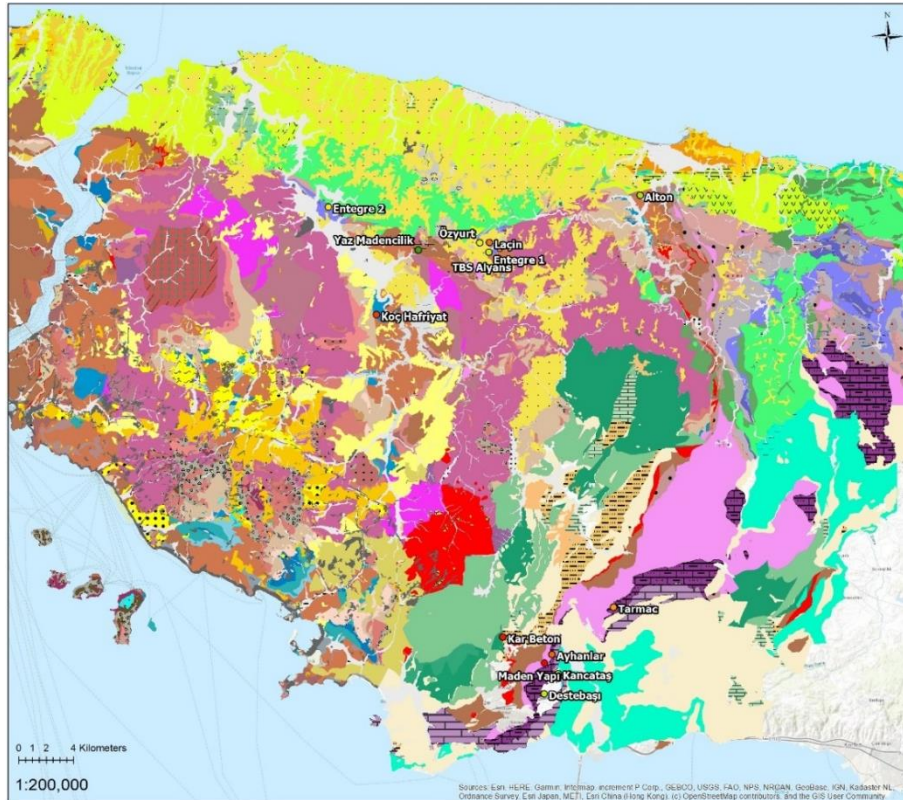
20053120	3063180	İSTANBUL	ŞİLE	ERNUR MAD.İNŞ.ORMAN.ÜR.HAYV.ELEK.NAKSAN.TİC.LTD.ŞTİ.	İşletme	II-A GRUP	Bazalt (Mıcır)	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	MİMAR SINAN MERKEZ MAH. AKA SK. NO: 4 İÇ KAPI NO: 10 BÜYÜKÇEKMECE / İSTANBUL	Ulaşılamadı
20054799	3068533	İSTANBUL	MERKEZ	BAHAR MADENCİLİK SANAYİ VE TİCARET AŞ	İşletme	II-A GRUP	(Kalker+ Kumtaşı) Mıcır	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	SÖĞÜTÖZÜ MAH. SÖĞÜTÖZÜ CAD. B-BLOK NO: 2 B İÇ KAPI NO: 86 ÇANKAYA / ANKARA	Ulaşılamadı
20057218	1016938	İSTANBUL	ÇATALCA	ARDA MADENCİLİK İNŞAAT SANAYİ TİCARET LTD	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	GÖKTÜRK MERKEZ MAH. ÇAMLIK CAD. No -5 -1 İÇ KAPI No -9 EYÜPSULTAN / İstanbul	Ulaşılamadı
20057794	2632412	İSTANBUL	ŞİLE	LAÇİN AGREGA İŞLETMELERİ VE MADENCİLİK TİCARET LTD	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)		Faaliyette
20057795	2632403	İSTANBUL	ŞİLE	ÖZYURT AGREGA VE MADEN İŞLETMELERİ SANAYİ TİCARET LTD	İşletme	II-A GRUP	Kalker (mıcır)	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	ÜVEZLİ MAH. ŞİLE YOLU CAD. İVEYS MADENCİLİK NO: 134 /10- İÇ KAPI NO: - ŞİLE / İSTANBUL	Faaliyette
20058200	3077641	İSTANBUL	EYÜP	ENTO MADEN GLOBAL AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kumtaşı (mıcır)	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	15 TEMMUZ MAH. ŞEHİT DOĞAN ÖZTÜRK SK. No :24 İÇ KAPI No :31 BAĞCILAR / İstanbul	Faaliyette
20062617	2637547	İSTANBUL	SİLİVRİ	MADKİM MADEN VE KİMYA SAN. TİC. LTD	İşletme	II-A GRUP	Kalker (mıcır)	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	ERENKÖY MAH/SEMT YESARİ ASIM ARSOY SK. NO: 4 İÇ KAPI NO: 36 KADIKÖY / İSTANBUL KADIKÖY	Ulaşılamadı
20063525	3103085	İSTANBUL	UMRANIYE	MUHLİS KOÇAL	İşletme	II-A GRUP	(Kalker+ Grovax) Mıcır	Gerçek Kişi	BASINKÖY MAH. ELİF SK. NO: 14 İÇ KAPI NO: 1 BAKIRKÖY / İSTANBUL BAKIRKÖY	Ulaşılamadı
20063589	3102328	İSTANBUL	MERKEZ	UGUR KARTAL	İşletme	II-A GRUP	Metakumtaşı	Gerçek Kişi	SEYRANTEPE MAH. GÜLİZAR SK. NO: 7 İÇ KAPI NO: 9 KAĞITHANE / İSTANBUL	Ulaşılamadı
20064026	3103729	İSTANBUL	GAZİOSMANPAŞA	HAYRETTİN	İşletme	II-A GRUP		Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	ETLİK MAH. İNCİLİ SK. ÇETİNER APT. BLOK NO: 41 İÇ KAPI NO: 20 KEÇİÖREN / ANKARA	Ulaşılamadı
200610966	3104970	İSTANBUL	ÇATALCA	FAZTAŞ MADEN SAN. TİC. AŞ	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	BAĞLARBAŞI MAH. BAĞLARBAŞI CAD. NO: 2 İÇ KAPI NO: 23 GAZİOSMANPAŞA / İSTANBUL	Faaliyet değil
200707722	3131127	İSTANBUL	ÇATALCA	MADKİM MADEN VE KİMYA SAN. TİC. LTD	İşletme	II-A GRUP		Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	ERENKÖY MAH/SEMT YESARİ ASIM ARSOY SK. NO: 4 İÇ KAPI NO: 36 KADIKÖY / İSTANBUL	Ulaşılamadı
200707896	3128359	İSTANBUL	ÇATALCA	AR-TAŞ MADENCİLİK TAŞ VE MİCİR İŞL.SAN.VE TİC.A.Ş.	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	FERHATPAŞA M. ESENTEPE ÇIKMAZI NO: 34 İÇ KAPI NO: 1 ÇATALCA / İSTANBUL	Ulaşılamadı
200707898	3131129	İSTANBUL	ÇATALCA	TASF.HALANADOL YAPI TAŞIMACILIK SAN. LTD.ŞTİ	İşletme	II-A GRUP		Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)		Ulaşılamadı
200707939	3130470	İSTANBUL	ÇATALCA	ULU TAŞ MADEN İNŞAAT SAN. TİC. LTD	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	TAHTAKALE MAH İSTANBUL CAD KAT-2 NO: 96 İÇ KAPI NO: 1 AVCILAR / İSTANBUL	Ulaşılamadı
200708315	3130911	İSTANBUL	GAZİOSMANPAŞA	BİLGİN MAD.AKARYAKITTUR. SAN.VE DIŞ.TİC. LTD.ŞTİ	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	1.CEBECİ YOLU CEBECİ KÖYÜ TAŞOCAKL No :168 GAZİOSMANPAŞA / İstanbul	Güney Cebeci A.Ş. olarak değişti. Faal değil.
200709393	3152304	İSTANBUL	GAZİOSMANPAŞA	HAS BETON İNŞAAT VE MADENCİLİK SANAYİ TİCARET LTD	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)		Güney Cebeci A.Ş. olarak değişti. Faal değil.
200710491	3137443	İSTANBUL	ÇATALCA	DANIŞ MİCİR ÜRETİM MADEN PAZARLAMA SAN. TİC. AŞ.	İşletme	II-A GRUP	Kalker (mıcır)	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	DANAMANDIRA MAH. URALLAR SK. NO: 79 SİLİVRİ / İSTANBUL	Faaliyette
200800008	3159064	İSTANBUL	ŞİLE	TBS MADENCİLİK SAN. TİC.A.Ş.	İşletme	II-A GRUP	Kalker	Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	MASLAK MH MEYDAN SK BEYBİĞİZ PLAZA No :1 İÇ KAPI No :32 ŞİŞLİ / İstanbul	Faaliyette

Not 1: Kurumsal Veri Temini kapsamında MAPEG'den gelen ruhsat bilgileri içerisinde Gebze taş ocakları (Ayhanlar, Kancataş, Kar Grup, Maden Yapı, Tarmak) bulunamamıştır. Not 2: Güney Cebeci A.Ş. final raporu tesliminden bir ay önce tekrar üretime başlamıştır. Bundan dolayı, final raporu kapsamında Güney Cebeci A.Ş. ile ilgili sadece rezerv bilgisi sunulmuştur (Tablo 4.1).

Not 2: Yukarıdaki tabloda görülen İSTMAD Maden diğer ismi İslamoğlu Madenciliktir.



Şekil 2.3: İstanbul Avrupa yakasında agrega üretimi yapılan taş ocaklarının jeoloji haritasındaki konumları (Jeoloji haritası Özgül vd., (2011)’den değiştirilerek alınmıştır).



Şekil 2.4: İstanbul Anadolu yakası ile Gebze-Hereke Bölgesinde agrega üretimi yapılan taş ocaklarının jeoloji haritasındaki konumları (Jeoloji haritası Özgül vd., (2011)’den değiştirilerek alınmıştır).

2.1.4 Agregada Madencilikinin İl ve Bölge için Önemi

İstanbul Bölgesinin Turizm ve Ticaret Merkezi olma yönünden küresel rekabette başarılı ve refah düzeyi yüksek bir bölge olması için, bölgede birçok büyük mühendislik yapısı planlanmakta veya projelendirilmektedir. Bu projelerden bazıları; Kanal İstanbul Projesi, Kuzey Marmara Otoyolu Projesi, yol, köprü, demiryolu, tünel, baraj projeleri vb.'dir. Öte yandan büyük deprem riski altındaki İstanbul'da Kentsel Dönüşüm de önem arz etmektedir.

Agrega su ve havadan sonra en çok ihtiyaç duyduğumuz hammaddedir. Agregada endüstrisi, bulundukları bölgede, bulundukları bölge ve çevreleri için üretim yapan, gerekli bir endüstridir. Özellikle İstanbul gibi büyükşehirlerde agreganın önemi çok daha fazla anlaşılmaktadır. Agregalar, üretimleri ve naklieleri ile ilgili çevresel ve sosyal tüm baskılara rağmen temel ve gerekli bir inşaat hammadde olarak kalmak durumundadır. Ancak İstanbul'daki agregada üretimi gün geçtikçe çok daha fazla kısıt ve çevresel baskılarla karşı karşıya kalmaktadır.

Agregada sahaları 'doğal koruma alanları'dır ve bunlar yalnızca alan restore edilirken değil, agregaların çıkarılması sırasında da biyoçeşitliliğe katkıda bulunur. Özellikle yoğun nüfusun olduğu İstanbul'da agregada sahalarının bu özellikleri çok önem arz etmektedir. Ne yazık ki bu durum, ülkemiz dahil birçok ülkede halk tarafından bilinmemektedir.

Agregada sektöründe kaynaklar kadar pazara erişim de hayatidir. Agregaların çoğunluğu hacimli ve ağırdır, bu nedenle verimli bir şekilde taşınması zordur. Nakliye maliyeti üretim maliyetinin üzerine kolaylıkla geçebilir. Bu nedenle agregada pazarı yerel olmaya eğilimlidir. Ticari olarak agregada kaynaklarına sahip olmayan bölgelere malzemeler, kamyon, demiryolu, mavnalı veya gemi ile taşınır. Zorlu hava koşullarından kaynaklanan önemli gecikmeler veya nakliye etkileyen artan maliyetler operasyonları somut olarak etkileyebilir.

Önümüzdeki 10 yıl içinde şehirlerin büyümesi yüzde 95 oranında gelişmekte olan ülkelerde gerçekleşecektir. Bu şehirlerin ve insan yerleşimlerinin kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılınması UNDP'nin hedeflerinden biridir. Agregada sektörü; konut, eğitim, sağlık, temizlik, enerji, kültürel mirasın korunması için agregada sağlayarak, Birleşmiş Milletler'in sürdürülebilir kalkınma hedeflerine günlük olarak katkıda bulunmaktadır. Yerel düzeyde, inşaat projeleri için hammadde, istihdam ve milli ekonomiye katkı da sağlar. Kırsal alanlarda nüfus azalmasının stratejik bir zorluk olduğu birçok ülke için, agregada sektörü istihdam ve ekonomik gelişme sağlayan önemli bir oyuncudur.

Günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık yarısı şehirlerde yaşamaktadır. Gelecekte bu sayı daha da artacaktır. Şehirler birçok insanın geleceği olacaktır. İnsanlığın karşı karşıya olduğu yoksulluk, iklim değişikliği, sağlık hizmetleri, eğitim gibi devasa sorunlara şehirlerde çare bulunması gerekmektedir. Bu amaçla, Şehirlerin daha güçlü planlanması ve inşa edilmesi gerekmektedir. Afetler karşısında can ve mal kaybı ancak bu şekilde önlenabilir. Bu noktada da agregada sektörü çok önem arz etmektedir.

Öte yandan, agregaların CO₂ ayak izi çok düşük olmasının yanı sıra, agregada üretim sahaları iklim değişikliğine adaptasyon için elzemdir. Çünkü;

- Avrupa yeşil mutabakatı, iklim değişikliği adaptasyon stratejisi, yapıların buna uygun inşası ve yenilenme dalgası çok fazla miktarda agregada kullanımını gerektirmektedir.
- Mümkün olduğunca yerel kaynaklardan üretilmesi gereken agregalar iklim değişikliği etkilerine uyum sağlama arayışında esastır.

- Barajlar, kıyı yapıları, temiz ve atık su hatları, yenilenebilir enerji üretimi, tesisler ve dağıtım ağıları, binaların yenilenmesi, enerji verimliliği, sürdürülebilir ulaşım veya yeni altyapıların inşası için büyük miktarlarda agregaya ihtiyaç vardır.

Ancak; İklim değişikliğine uyum konusunda hayati öneme sahip agrega ocakları ile kum/çakıl çıkarma sahaları maalesef günümüzde de genellikle çevreye ve iklime zararlı olarak yanlış algılanmaktadır.

Türkiye'nin 2053 yılına kadar hedeflediği iklim nötrlüğüne daha fazla katkıda bulunabilmek için, yapıların yenilenmesinde modern dizayn ve sürdürülebilir malzeme kullanımı ön plana çıkacaktır. Agregalar, sürdürülebilir ve yeşil ulaşım alt yapısı ve yüksek enerji verimli binalar için yeni yapıların inşası veya mevcut yapıların yenilenmesi için anahtar rolündedir.

Agregalar kullanımı zorunlu stratejik hammaddelerdir. Çoğunlukla şehirlere yakın veya içinde olan agrega üretim sahaları diğer madenlerden farklı tutulmalıdır.

2.2 Güncel Literatür Tarama ve Büro Araştırmaları

2.2.1 Agregalar Üzerinde Yapılan Önceki Çalışmalar

Agrega ile ilgili olarak farklı amaçlara yönelik yapılan ülkemizde ve dünyada çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmalar aşağıda, kronolojik sıralama ile sunulmuştur.

Maclean (1968); Bu makale, bitümlü yol kaplamalarında kullanılan agregaların önemli bir gereksinimine ilişkin araştırmayı kısaca açıklamaktadır. Bitümlü yüzeylerin cilalanma derecesi agreganın ne ölçüde cilalandığı ile ilişkili olduğundan, seçilecek olan agregaların trafiğin hareketliliği sebebiyle cilalanmayacak özellikte olması gerektiği belirtilmiştir. Bu yüzden bu çalışmada belirtilen özelliklere uygun agrega kriterleri belirtilmiştir.

Hartley (1974); Çalışmada, yol yüzeylerinin genel gereksinimleri ele alındıktan sonra, yüzey kaplama agregaları kapsamında yol taşı dayanıklılığı terimi tanıtılmakta ve yol taşı dayanıklılığını etkilemesi olası çeşitli jeolojik faktörler belirtilmektedir. Petrografinin yol taşlarının mukavemeti ve soyulmaya, aşınmaya ve cilalanmaya karşı direnci üzerindeki etkisi, söz konusu bu etkilerin potansiyel performanslarını değerlendirmek için kullanılan yöntemlerle birlikte açıklanmıştır.

Ramsay vd. (1974); Farklı kökenli malzemelerden üretilen kırmataşlar üzerinde yaptıkları araştırmalarda, kayaçların petrografik özellikleri ile bunlardan elde edilen kırmataşların şeklinin agrega kırılma ve darbe dayanımlarını önemli oranda etkilediğini belirtmişlerdir.

Fookes (1980); Bağlayıcılar ve agregalar üzerinde yaptığı çalışmada, çimento türlerini, betonda kullanılacak agregaların oranlarını ve betonu oluşturan malzemelerin özelliklerinin önemine değinmiştir. Agregaların fiziko-mekanik özelliklerinin betonun dayanımına ve durabilitesine olan etkilerini tartışmıştır. Agregalar üzerinde yapılan inceleme ve deneyleri tanıtarak, betondaki önemine ayrıntılı olarak değinmiştir. Ayrıca yazar, betonda kullanılması düşünülen agregalar için, agrega özelliklerine ait limit değerlerin hangi sınırlar arasında olması yönünde değerlendirmelere yer vermiştir.

Latham ve Poole (1987); Dalgakıranların yapıldığı malzemelerin uzun vadeli performansı sadece fiziko-kimyasal bozunma süreçlerine değil, aynı zamanda kullanılan kaya veya betonun

mekanik aşınma direncine de bağlıdır. Dalgakıranların aşınması onların duraylılığını etkileyeceği belirtilmiş, bu yüzden dalgakıranların ayrışma ve aşınmaya karşı direncinin sayısallaştırılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Magni vd. (1987); Alkali-silika reaksiyonu açısından agregada içinde %15 ten fazla reaktif kaya parçası bulunmamalıdır.

Postacıoğlu (1987); Kırmataşlardan elde edilen agregaların yüzeylerinin dere malzemesine nazaran daha pürüzlü olması sebebiyle çimento hamuru ile agregada arasında daha sağlıklı bir bağ ortaya çıkmaktadır. Pürüzlü kısımların büyük olması, kırmataş agregada ile çimento hamurunun temas yüzeyinin de o kadar geniş olmasını sağlar. Bu sebepten ötürü kırmataş agregada ile üretilen betonlarda dayanımların arttığı görülmektedir. Bununla birlikte, agregada danelerinin nispeten kübik veya küre şekline yakın olması, daha kaliteli bir beton üretimi için büyük önem arz etmektedir.

Türk ve Dearman (1988); Dolorit, granit ve kireçtaşıdan BS standartlarını kullanarak standart ve standart olmayan çaplarda agregalar üretmiş ve agregada dane çapının, agregaların mekanik özelliklerine olan etkisini araştırmışlardır. Yassılık ve uzunluk indisinin aynı kaya türünde bile farklı dane çaplarında sabit olmadığını belirtirken, agregada kırılma değeri, agregada darbe ve %10 incelik değeri gibi mekanik özelliklerin agregada dane çapına göre arttığını belirtmişlerdir. Bu deneyler için tanımlanan standart dane çapı 10-14 mm'lik malzeme yokluğu durumunda 6,3 – 10 mm dane çaplı agregada kullanılabileceğini önermişlerdir.

Al-Jassar ve Hawkins (1991); Bristol'e yakın olan kireçtaşı ocaklarından derledikleri numuneler üzerinde petrografik, kimyasal ve mineralojik analizler yapmışlardır. Örneklerin daha sonra tek eksenli basınç dayanımlarını belirlemişlerdir. Elde edilen verilere göre kireçtaşlarının litolojik özelliklerinin dirençlerini etkilediğini, özellikle alkali-karbonat reaksiyonunun, direnci önemli oranda düşürdüğünü vurgulamışlardır.

Fookes (1991); Ayrışmanın kayaların agregada olarak kullanılma özelliklerini önemli oranda etkilediğini belirtmiştir. Araştırmacıya göre kayaların mühendislik özellikleri ile agregada darbe dayanımları, agregada olma niteliklerini belirleyici önemli parametrelerdir.

Mordock (1991); Kireçtaşının esas olarak kalsiyum karbonattan oluştuğunu, yoğun ve sert olanlarının ise beton üretimine en uygun kayaç türlerinden biri olduğuna dikkat çekmişlerdir. Daha yumuşak ve nispeten yoğunluğu daha düşük olan oolitik kireçtaşları, dona ve aşınmaya karşı dayanımları nispeten daha düşük olabilmektedir. Özellikle atmosfer etkilerine ve aşınmaya daha yoğun şekilde maruz kalan karayolu kaplama betonları, köprü tabliye betonları ile dolu savak betonları için uygun olmadığını, tebeşir türü kireçtaşları ise çok yumuşak olması sebebiyle beton üretiminde kullanılamayacağını belirtmektedirler. Yüksek miktarda magnezyum karbonat içeren dolomitik kireçtaşlarının, beton agregası olarak kullanımının uygun olduğunu çalışmalarında belirtmişlerdir.

Cilason (1992); Agreganın hazır beton üretiminde ekonomi ve dayanım yönünden çok önemli bir işlevi bulunmaktadır. Agreganın maliyeti çimentoya nazaran daha düşük olduğu için, agregada beton üretiminde kullanılan ve maliyeti düşük olan bir yapı malzemesi olarak kabul görmektedir. Beton üretiminde agregada kullanımı, sertleşen betonun hacimsel değişikliklerinin önüne geçmekte veya yeterli derecede azaltmaktadır. Aynı zamanda çevresel etkilere karşı betonun dayanımını artırmakta ve üretilen betonda istenilen dayanımın elde edilmesinde öncü bir görev üstlenmektedir.

Edet (1992); Kayaların agrega olarak kullanım özelliklerini fiziksel özellikleri ile bünyesindeki mikroçatlakların kontrol ettiğini vurgulayarak, özellikle patlatma ile üretilen agregalarda bu duruma dikkat edilmesi gerekliliğini vurgulamıştır.

Erdoğan (1992); Alkali-karbonat reaksiyonun gelişim mekanizmasını ve nedenlerini incelediği çalışmada; alkali-dolomit ve alkali-kalsit reaksiyonlarını araştırmış, kalsit minerallerinden oluşan agregalarda, alkali-karbonat reaksiyonu kısa sürede iyon dengesine ulaştığı için betonda herhangi bir tahribatın olmadığını, alkali dolomit reaksiyonunda ise tane yada kristal boyutunun 50 mikrondan daha küçük ve porozitenin %8'inin üzerinde olması durumunda reaksiyon gelişim hızının yüksek olduğunu tespit etmiştir. Alkali-karbonat reaksiyon hızının ortamın nemine, sıcaklığına ve pH değerine göre arttığını veya azaldığını, reaktif kayaç agregalarının, alkali oranı düşük çimentolarla kullanılması durumunda riskin ortadan kalktığını, agrega boyutlarının iri tutulmasının da yararlı etkileri olduğunu vurgulamıştır.

Kandhal ve Khatrı (1992); Asfalt absorpsiyonu için toplam 96 HMA (sıcak asfalt karışımı) hazırlanmış ve test edilmiştir. Ayrıca agregaların (gözenek özellikleri dahil) ve asfalt çimentolarının fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Genel olarak, asfalt çimentosunun viskozitesinin artması (karıştırma sıcaklığında) ile asfalt absorpsiyonunun azaldığı belirtilmiştir. Ayrıca, asfalt çimentosundaki yüksek oranda bulunan malten (yağ) fraksiyonu muhtemelen seçici absorpsiyon nedeniyle toplam asfalt absorpsiyonunu artıracak bildirilmiştir. Bu verilere ek olarak, asfalt absorpsiyonunu etkileyen en önemli gözenek boyut aralığının 0,05-0,1 mikron aralığında olduğu belirtilmiştir.

Williams ve McNamara (1992); Farklı bileşimdeki kireçtaşları üzerinde çalışan araştırmacılar, kireçtaşlarındaki bileşim değişimlerinin bunların dirençlerini önemli oranda etkilediğini vurgulamışlardır.

Vallius (1993); Rapakivi granitlerinin asfalt malzemesi olarak kullanılabilirliği üzerine çalışmalar yapmıştır. Granitlerin, asfalt agregası olarak değerlendirilmesi yönünde yaptığı incelemeler sonucunda farklı fasiyelerdeki granitlerin birbirleri ile olan ilişkilerini belirtmek için korelasyon yapmıştır. Belirlenen ilişkiler neticesinde granitleri fasiyes özelliklerine bağlı olarak kullanım alanlarına göre sınıflamıştır.

Akpokodje ve Hudec (1994); Granit, gnays ve kumtaşları üzerinde yaptıkları araştırmalarda bu kayaçların mineralojik ve fabrik özelliklerinin yanı sıra ayrışma ürünlerinin mühendislik özellikleri ile agrega olma özelliklerine etkisini ortaya koymuşlardır.

Irfan (1994); Granitik kayalardan elde edilen kırmataşlar üzerinde yaptığı araştırmalarda, granitlerin petrografik özellikleri ile fiziko-mekanik özelliklerinin agrega özelliklerini önemli oranda etkilediğini vurgulamıştır.

Uribe-Afif (1994); Kireçtaşlarının beton agregası olarak kullanım özelliklerini araştırmıştır. Ayrışma sonucu gelişen erimeyen maddelerin agrega kalitesini etkilediğini ve bunların ince madde oluşumunu artırdığını belirtmiştir. Ayrıca yazar, beton agregası olarak kullanılacak malzemelerin %7'den fazla kil minerali içermemesi gerektiğini vurgulamıştır. Kil oranının yüksek olması betonda dayanım kaybına neden olduğunu ifade etmiştir.

Wakizaka vd. (1994); Smektit, lömontit, biyotit gibi bazı minerallerin betonda çimento ile oluşturabileceği zararlı reaksiyonlar ile ilgili araştırmalar yapmışlardır.

Erdoğan (1995); Agregaların ekonomik ve dayanımlı olmaları beton yapımında kullanılabilmeleri için en önemli etkenler olarak sıralanmaktadır. Agregalar, betonun dayanımı ile beraber, davranışını da direkt olarak etkilemektedir. Betonun kısa veya uzun süreli performansında agrega ile çimento harcı arasındaki aderansın da etkisi yok sayılamayacak kadar önemlidir. Agregalar granülometrisinin uygun olması halinde, karışım hazırlanırken daha az çimentoya ihtiyaç duyulacağı bilinmektedir. Diğer yandan, beton üretiminde kullanılan agreganın dane şekli, mineral yapısı, dane dağılımı, aşınma dayanımı, don dayanımı, özgül ağırlığı, birim hacim ağırlığı, su emmesi, boşluk oranı, sertliği ve kimyasal etkilere karşı dayanımı üretilen betonun dayanımını direkt olarak etkileyen önemli parametreler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tuğrul (1995); Niksar yöresi bazaltlarının mühendislik özelliklerine ayrışmanın etkileri adlı çalışmada, Orta-Üst Eosen yaşlı bazaltları kendi içinde doku ve mineral içeriklerine göre fasiyeslere ayırarak incelemiştir. Araştırmacı, farklı fasiyeslerdeki bazaltların, ayrışma derecesinin artması ile mekanik özelliklerinde önemli miktarda azalmalar olduğunu belirtmiştir.

Ergün vd. (1996); Agregalar pürüzlülüğü ve agrega boyutunun asfalt kaplamalar üzerine etkileri detaylı bir şekilde anlatılmış, ince boyuttaki agregaların yol yüzeyinde daha az pürüzlülüğe neden olduğunu anlatmışlardır.

Gutierrez ve Canovaz (1996); Çalışmalarında, yüksek dayanımlı betonlarda malzeme seçimi ve karışım oranları için bazı öneriler getirmişlerdir. 6 farklı agrega kullandıkları çalışmalarında agreganın beton kıvamı ve dayanımına etkilerini incelemişlerdir. Betonun kıvamını en çok etkileyen temel agrega özelliği su emmesidir. Agreganın su emmesi işlenilebilmeyi azaltır. Agregaların su emmelerinin yakın olması durumunda işlenilebilmeyi etkileyen diğer faktörler ise tane şekli, granülometrisi, maksimum tane boyutu gibi özellikleridir. Araştırmacılar, mekanik özellikleri birbirine yakın iki tip agregadan kireçtaşı ile üretilen betonun daha iyi sonuç verdiğini görmüşlerdir. Bunun nedeni olarak da kireçtaşı agregasının çimento hamuru ile arasındaki iyi epiktaksi bağı göstermişlerdir.

Neville (1996); Agreganın betonun yaklaşık 3/4'ünü oluşturması dolayısıyla kalitesinin önemli olduğunu açıklamaktadır. Agregayı sadece betonun dayanımı ile sınırlamakla yetinilmemesi gerektiğini vurgulayan araştırmacı, istenmeyen özellikleri içermeleri agreganın betonun dayanımını ve yapısal performansını olumsuz şekilde etkileyeceğinin kaçınılmaz olduğunu belirtmektedir. Araştırmacı, betonun dayanımını olumsuz yönde etkileyecek feldspat mineralleri, sülfat, kil mineralleri, mikalar veya demiroksit gibi mineraller; agrega olarak kullanılan kayaların (sedimanter, metamorfik ve magmatik) mineral bileşimleri ve bu minerallerin ayrışma derecelerinin üretilen betonun taşıma kapasitesi yönünden fiziksel ve mekanik özelliklerini doğrudan etkilediğini ifade etmiştir.

De Larrard ve Belloc (1997); Beton sınıfına göre agrega tercihinin yapılabileceğini, normal ve yüksek dayanımlı betonda agrega sınıfının değiştirilerek daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini belirtmiştir.

Kandhal vd. (1997); Agregaların özelliklerinin, sıcak karışım asfalt (SKA) yol yüzeylerinin performansları açısından büyük önem taşıdığını ifade ederek tekerlek izi, şeritlenme, yüzeyde parçalanma ve yeterli yüzey sürtünme direnci olmaması gibi yol yüzeylerinde baskıya sebep

olan faktörlerin, doğrudan, uygun olmayan agrega seçimi ve kullanımı ile ilişkilendirilebileceğini ifade etmişlerdir.

Özturan ve Çeçen (1997); Farklı dayanımdaki betonların mekanik özelliklerine iri agrega tipinin etkileri konusunda araştırmalar yapmışlardır. Çalışmalarında betonun 28 günlük basınç dayanımları 30, 60 ve 90 MPa, su-çimento oranı 0,58, 0,40 ve 0,30 olan üç beton karışımı hazırlamışlardır. Bu karışım için iri agrega malzemesi olarak bazalt, kireçtaşı ve iri kum (çakıl) kullanılmıştır. 28 günlük test sonuçlarına göre en yüksek dayanımlı betonu bazalt ürünleri göstermiş, en düşük dayanımı ise iri kum agregaları vermiştir. Normal dayanımlı betonlar için hazırladıkları karışımlar sonucunda bazalt ve çakıllar benzer dayanım verirken kireçtaşları biraz daha yüksek dayanım vermiştir. Hazırlanan betonlar üzerinde yapılan çekme deneyleri sonucunda en yüksek çekme dayanımını bazalt ve kireçtaşı agregası kullanılarak hazırladıkları betondan elde etmişlerdir.

Baradan (1998); Beton yapımında kullanılan kırmataş, çakıl, kum gibi yapı malzemelerine agrega denilmektedir. Agregalar, minerallerden veya kayaç parçacıklarından oluşan farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip malzemelerdir. Agregası esasen beton için bir dolgu malzemesidir ve bu dolgu malzemesinin en önemli görevi betonda meydana gelebilecek hacim değişikliklerini minimize etmektir.

Latham (1998); Bu çalışmada test sonuçlarının istatistiksel öneminin üreticileri ve kullanıcıları nasıl etkileyebileceğine dair açık örnekler de dâhil olmak üzere bir dizi agrega ve dalga kıran özelliklerini ve yeni testleri incelemektedir. Ayrıca, deniz kumu ve çakılı, dalga kıran ve alternatif agregalardan yapılmış beton için yeni veriler vurgulanarak inşaat malzemesinin mevcut durumu, gelecekteki talepleri ve sürdürülebilirlikleri incelenmiştir.

McNally (1998); Bu çalışma kırma taş, kum ve çakıl, doğal ve hazır yol temeli, toprak dolgu ve kaya dolgu, ağır kil, dalga kıran ve kesme taş dahil olmak üzere tüm toprak ve kaya yapı malzemelerini kapsamaktadır. Atık malzemelerin kullanımı, patlatma izleme ve ocak ıslahı gibi taş ocakçılığının çevresel yönleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ayrıca bu çalışmada, daha az ama daha büyük taş ocaklarına yönelik eğilim, yan ürünlerin değerlendirilmesi ve değeri düşük malzemeleri iyileştirme ihtiyacı gibi yeni gelişmeler tartışılmaktadır.

Kandhal ve Fraizer (1998); yaptıkları çalışmada agregaların, ağırlıklarının yüzde 94'ü oranında sıcak asfalt karışım (SKA) içerdikleri için, SKA içinde kullanılan kaba ve ince agregaların özellikleri, bu karışımların kullanıldığı yol yüzeyi sistemlerinin performansı açısından büyük önem taşıdığını ortaya koymuşlardır. Şu anda kullanılmakta olan testlerin büyük kısmı, agregaları, SKA'nın yol yüzeyi sistemi üzerindeki performansı ile bir ilişki kurmadan, bilimsel olarak karakterize etmek için geliştirildiği bu sebeple, mevcut ve potansiyel agrega testlerinin, yol yüzeyi performansını ne kadar iyi değerlendirdiğini anlamak için ilave araştırmalar yapılması gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Taşdemir (1998); İki farklı tür kireçtaşıyla yaptığı çalışma da beyaz kireçtaşı içeren betonlar, gri kireçtaşı içerenlere göre daha yüksek dayanımlar göstermiştir. Bu durum da, beyaz kireçtaşının elastik olarak daha uyumlu olmasına ve agrega-matris yüzeyinde daha üniform gerilme dayanımları oluşturmaya bağlanmıştır. Beyaz kireçtaşı gri kireçtaşından daha çok su emmektedir. Hidratasyon sırasında bu su ara yüzeyde kullanılmakta bunun sonucunda ise agrega çimento hamuru arasındaki bağın iyileşmesi ile beton dayanımı da artmaktadır. Beyaz kalkerin mineralojisinin de bu sonuçlarda etkili olabileceği belirtilmiştir.

Tokyay (1998); Yüksek dayanımlı betonlar üretmek için yaptığı çalışmasında dere çakıllı, granit diyabaz ve kireçtaşı kullanmıştır. Basınç dayanımı en düşük kayaç olan kireçtaşı ile yapılan betonlar en yüksek dayanıma ulaşmıştır.

Tasong vd. (1998,1999); Beton agregası olarak, kimyasal özellikleri farklı, bazalt, kireçtaşı, silis kumu ve kuvarsit gibi değişik malzemeler üzerinde çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmalar sonucunda seçilen örneklerin çimento pastasıyla kimyasal etkileşimlerinin birbirinden farklı olduklarını ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, çalışmalarında agrega yüzeyindeki çimentonun kimyasal rolünü belirlemeyi hedeflemişlerdir. Agrega-çimento pastası “arayüzey geçiş zonu bölgesi” (ITZ) olarak tanımlamışlar ve bunun, betonda en az bilinen bir özellik olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu özelliğin betonun mekanik özellikleri ile durabilite performansını etkilediğini ifade etmişlerdir.

Wu vd. (1998); Yaptıkları çalışmada asfalt betonlarında kullanılan agregayı karakterize etmek için kullanılacak olan sertlik/aşınma direnci ve dayanıklılık/sağlamlık testlerini belirlemek ve değerlendirmek ve saha performansı ile ilişkili olan test yöntemlerini belirlemişlerdir. Seçilen testler ile değerlendirilmek üzere, zayıf ila iyi performans geçmişlerine sahip olan on altı agrega kaynağı incelenmek üzere tespit edilmiş, asfalt beton zeminlerde bu agregaları içeren yol yüzeylerinin performans geçmişleri, devlet ulaştırma birimleri ile birebir temas ve performans değerlendirme anketleri ile belirlenmiştir.

Arıoğlu vd. (1999); Beton agregaları üzerine yazılmış oldukları kitapta, agregaların fiziksel ve mekanik özelliklerine ilişkin ayrıntılı bilgiler vermişlerdir. Ayrıca, agregalar üzerinde yapılan deneysel çalışmalardan örnekler de vermişlerdir

Amaral vd. (1999); Yapı malzemesi olarak kullanılan granitik kayaçların yapısal heterojenliğin, yüzey pürüzlülüğünün ve örnek boyutlarının da dayanım değerlerinin değişmesine neden olduğunu belirtmiştir.

Çağlayan vd. (1999), beton yapımında kullanılan agregaların özellikleri hakkında çalışma yapmışlardır. Bu çalışma ile betonun temel yapı malzemesi olup, ilerleyen teknolojinin getirdiği avantajlarla birlikte, günümüzde çok önemli bir yer tutacağını belirtmişlerdir. Beton yapımında kullanılan agregaların özelliklerini inceleyerek bunlara ait standartlara değinme ile çalışmalarını yapmışlardır.

Poitevin (1999); Kireçtaşı agregaları kullanılarak üretilen betonların kullanılabilirliğini ve dayanıklılığını incelemiştir. Yaptığı çalışmada kireçtaşı agregalarının betonda kullanılabilirliğinin en önemli ölçütlerinden birinin Los Angeles parçalanma dayanımı olduğunu belirtmiş ve alkali-agrega reaksiyonu tehlikesi nedeniyle detaylı ve sistematik incelemeler yapılması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca düşük su emme değerine sahip agregalar kullanılması durumunda yüksek dayanımlı beton elde edilebileceğini ifade etmiştir.

Primel ve Tourenq (2000); Bu çalışmada, doğal maden sahalarından bitmiş ürünlere kadar agrega alanının kapsamlı bir şekilde keşfedilmesi amaçlamaktadır. Fransa'daki agrega pazarı, testler ve özellikler, yükleme ve nakliye masif kayaların çıkarılması, kırma ve öğütme kitapta işlenen konulardır.

Smith (1999); Kitap, konuya benzersiz, modern bir giriş ve mimarlar, inşaat mühendisleri, jeologlar, duvar ustaları, taş ocağı yöneticileri, yapı mühendisleri, bilirkişiler ve taş yapılarının restorasyonu ve bakımından sorumlu olanlar için referans olarak yazılmıştır. Kitap, metnin ana

akışını kesintiye uğratmadan ilgili okuyucuya ayrıntılı veya özel konuları açıklamaktadır. Kitap aynı zamanda değerli bir terimler sözlüğü ve test yöntemleri ile kaya özelliklerine ilişkin derlemeler içermektedir.

Tuğrul ve Zarif (1999): Türkiye'deki bazı granitlerin ortalama mineral boyutunun ve mineralojik bileşimin kayacın dayanımı üzerinde ana etkenler olduğunu belirterek, özellikle kuvars ve feldspat miktarının ve minerallerin kenetlenme derecelerinin mekanik özelliklerle iyi bir istatistiksel ilişki gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yeğinobalı (1999); Yüzeyi pürüzlü ve nispeten köşeli agregaların yuvarlak daneli agregalara göre çimento karışımı ile daha sağlıklı bir bağ oluşturabildiğini, agrega yüzeyinin gözenekli olması halinde ise çimento karışımının bu bağı daha da sağlamlaştırdığını belirtmiştir. Araştırmacı, agreganın mineralojik yapısının da oluşacak bu aderansa etkisinin büyük olduğunu belirlemiştir.

Rogers vd. (2000); Ontario (Canada) daki araştırmalarına göre, potansiyel reaktif kayalar (arjillit, silttaşı, grovak, kumtaşı/arkoz) ın %30 dan fazla iri agrega içinde olması durumunda yapıların 15 yıl içinde bazen 4 yıl da genellikle alkali agrega reaksiyonlarından zarar gördüğünü belirtmiştir

Wakizaka (2000); Japonya'da agrega olarak kullanılan kayaların, alkali-silis reaksiyonunu belirlemek için çalışmalar yapmıştır. Yaptıkları çalışmalar sonucunda, reaksiyon oluşturan agregalar arasında, andezit, riylit, tuf, dasit, bazalt, şeyl, çört ve bazı kumtaşlarının olduklarını belirtmiştir. Volkanik kayalardaki reaksiyonu kristobalit, tridimit ve volkan camı, sedimanter ve metamorfik kayalardaki reaksiyonu ise kristalizasyon ve kuvars içeriğinin kontrol ettiğini belirtmiştir.

Smith ve Collis (2001); Agregalar üzerine hazırladıkları kitapta, özellikle İngiltere olmak üzere çeşitli Avrupa ülkelerinin agregaları hakkında özet bilgiler vermişlerdir. Kitaplarında, özellikle agregalar üzerinde yapılan araştırma ve deneylere yer vermişlerdir. Agregalar kullanım alanlarına göre ayrılmış ve değerlendirmeler de kaya çeşitlerine göre yapılmıştır.

Andiç (2002); Alkali silika reaksiyonu, genellikle çimentodan kaynaklanan alkali oksitlerle (Na_2O , K_2O) reaktif silika formları içeren agregalar arasında oluşan ve betonda genleşme etkisi oluşturan kimyasal reaksiyondur. Bu reaksiyon, betonda nem etkisiyle genleşen jelin oluşmasına neden olmaktadır. Beton içerisinde şişme nedeniyle oluşan bu hacim artışı, çekme gerilmelerinin doğmasına neden olarak çatlamalara yol açmaktadır.

Chandra ve Berntsson (2002); Bu kitap, tarihsel arka plan, agrega üretimi, betonun üretiminden yapılardaki uygulamalara kadar hafif agregalardan üretilen betonların genel bir resmini ortaya çıkarmak için yazılmıştır. Hafif agregalardan üretilen betonların fiziksel özellikleri ve kimyasal dayanıklılıkları ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Nadiren dikkate alınan, ancak yapının güvenliğinin çok önemli bir yönü olan yangınlara karşı dayanıklılık incelenmiştir.

Curtis (2002); yaptığı çalışmada, asfalt yol yüzeyleri içindeki asfalt agrega etkileşimlerinin, asfaltın agregaya yapışmasını doğrudan etkilediğini ve bunların arasındaki bağı kuvvetini belirlediğini ifade ederek, asfalt-agrega ara yüzünde ortaya çıkan fizyokimyasal olguyu ve aradaki asfalt katmanının, asfalt-agrega bağı üzerindeki etkisini de incelemiştir. Ayrıca farklı asfalt-agrega çiftlerinin ve bunların suya olan duyarlılığını değerlendiren bir test geliştirmiştir.

Donza vd. (2002); Kırma kumların şekil ve dokusunun, yüksek dayanımlı betonlara etkisini araştırmıştır. Bu amaçla Granit, dolomit, kireçtaşı kırma kumu ile nehir kumunu karşılaştırmıştır. Kırma kum tanelerinin şekil ve dokusunun, beton dayanımını arttırması açısından, agrega ve çimento hamuru arasındaki kenetlenme üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu belirtmiştir. Granit kırma kumunun bu amaçla avantajlı olduğunu söylemiştir.

Icar (2002); yaptığı çalışmada agregaların mikro seviyede fiziksel ve kimyasal özellikleri, bitüm ve agrega arasındaki yapıştırıcı bağı (güç ve dayanıklılık) ciddi oranda etkilediğini belirterek, bitüm ve agregalar için çeşitli yöntemlere elde edilen yüzey enerjisi komponentleri kullanılarak hesaplanan bitüm ile bu agregaların arasındaki teorik yapışma çalışmasının karşılaştırmasını sunmuştur.

Langer (2002); Çalışma genel olarak kum ve çakıl endüstrisine genel bir bakışla sunmaktadır. Çıkarma, işleme ve rehabilitasyon dahil olmak üzere kum ve çakıl madenciliği hakkında bilgiler vermektedir. Ayrıca akarsu içinde yapılan madencilikten kaynaklanan potansiyel çevresel etkilerin ve bu etkileri sınırlamak için kullanılabilecek bazı teknikler de tartışılmaktadır.

Beshr (2003); Yaptığı çalışmada iri agreganın dört çeşidinin (kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, kuvarsit, kireçtaşı ve çelik cürufu), yüksek dayanımlı betonun sıkışma ve çekme dayanımı ve elastisite modülü üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlamışlardır. En yüksek basınç dayanımını çelik cürufunun, en düşük basınç dayanımını ise kireçtaşı kullanılarak hazırlanan betonlarda elde edildiği ifade edilmiştir. Benzer şekilde en yüksek çekme dayanımını çelik cürufu agregalı betonun verdiğini ve bunu dolomitik ve kuvarsitik kireçtaşı agregalı betonların izlediğini, en düşük çekme dayanımını ise kireçtaşı agregalı betonlarda elde edildiğini söylemiştir. İri agreganın türü betonun elastisite modülünü etkilemektedir. Zayıf agregalar kullanılarak hazırlanan betonlar, dayanımlı agregalar kullanılarak hazırlanan betonlara oranla daha kırılgandır.

Çalışkan (2003); Agregalar ile bağlayıcılar arasında zayıf ara yüzeylerin bulunduğunu ve bu ara yüzeyler boyunca çatlakların devam ettiğini ifade etmiştir. Ara yüzeylerin üretilen betonun dayanımında direkt olarak etkili olduğunu ve buna engel olmak için de ara yüzey kısmının agrega ile çimento arasında istenilen aderansın yakalanabilmesi için karışımın yoğun olması gerektiğini belirtmektedir.

Halili (2003); yaptığı çalışmada agrega üretiminde kırma eleme ve taşın fiziko mekanik özelliklerinin önemini araştırmış, kırma eleme tesislerinde verimlilik ve kalitenin en uygun şartlarda sağlanabilmesi için kırma-eleme tesislerinin dizaynı, kırıcı, elek ve konveyör bant seçimi, kırılacak malzemenin jeolojik, teknolojik, jeomekanik ve yapısal özellikleri dikkate alınması gerektiğini bahsetmiştir. Ayrıca malzemenin homojenliği, kırıklı ve çatlaklı yapıya sahip olmasının kırmataş üretimini, kalitesini, çalışma düzenini ve kapasitesini olumsuz etkilediğini belirterek kaliteli ve kübik malzeme üretimi için taşın yapısal özellikleri ile birlikte taşın kırılma şeklinin de önemli olduğunu vurgulamıştır. Kireçtaşı, kumtaşı, bazalt gibi farklı tür kayalarda farklı özellikteki kırıcıların kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

Korkanç ve Tuğrul (2003); Niğde yöresi bazaltlarının alternatif agra olarak değerlendirilmesi başlıklı çalışmada bölgedeki bazaltik kayaların jeolojik, petrografik, kimyasal, jeomekanik özelliklerinin yanı sıra standart agrega deneyleri ışığı altında beton agregası olarak kullanılabilirliğini ayrıntılı olarak araştırmıştır. Bazalt agregalarının özellikle alkali-silis reaksiyonu yönünden değerlendirilmesi yapılmış ve SiO₂ bakımından zengin örneklerde, yüksek genleşmelerin görüldüğüne değinmiştir.

Marzouk (2003); Alkali-agrega reaksiyonunun normal ve yüksek dayanımlı betonların mekanik özelliklerine etkisini incelemiştir. Bu çalışmada yüksek oranda reaktif agregalarla, orta derecede reaktif agregalar normal ve yüksek dayanımlı beton yapımında kullanılmıştır. 28 günlük kür süreci sonunda, örnekler 12 hafta boyunca sodyum hidroksit veya 80 C’de de-iyonize suyla dolu bir tanka bırakılmıştır. Yüksek derecede reaktif agrega içeren ve sodyum hidroksit çözeltisine maruz bırakılan normal dayanımlı betonlarda, orta derecede reaktif agregalarla hazırlanmış beton örneklerine oranla mekanik özelliklerde daha fazla kayıp görülmüştür.

Yılmaz vd. (2003); Çalışmada; Kuma-eleme tesislerinin yatırım ve işletme maliyetlerinin hesaplanmasında geliştirilen bazı formüllerden yararlanılmasının yanında, en doğru hesaplamaların gerçek piyasa şartlarından elde edilen verilerle yapılabileceği belirtilmiştir. Farklı kapasitelerdeki (50, 130, 250, 500 ton/saat) kırma-eleme tesislerinin yatırım ve işletme maliyetleri, makine-ekipmanın piyasa şartlarında geçerli olan fiyatları üzerinden hesaplanarak ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen verilerden yararlanarak "kapasite-birim maliyet arasında yapılan regresyon değerlendirmesinde, artan kapasite ile birim maliyetlerin düştüğü görülmüş, yüksek kapasiteyle çalışmanın maliyet esasına dayanan rekabet gücünü önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir.

Fernandes vd. (2004): Çalışmalarında beton yapısının bozunmasına neden olan faktörleri incelemiş ve yavaş bir bozunmaya neden olan alkali agrega reaksiyonunun tespit etmişlerdir. Reaksiyona neden olan kimyasal reaksiyonları ve bu reaksiyonlara neden olan agrega içindeki bileşenleri incelemişlerdir.

Orhan ve Yalçın (2004); yaptıkları çalışmalarında Agregası ve Bitüm cinsi değişiminin bitümlü sıcak karışımların performansına etkisi ele alınmış, bazalt ve kireçtaşı olmak üzere iki farklı cins agregası ile, normal bitüm ve polimer modifiye bitüm kullanılarak, aşınma tabakası karışımlarından, optimum bitümün üzerinde ve optimum bitümün altında değişik bitüm yüzdelğinde, hazırlanan numunelerin Marshall Stabiliteleri ile indirekt Çekme Mukavemetleri ve Trafik Simulatör cihazı ile belirlenen Tekerlek izinde Oturma miktarları bulunmuştur.

Özen vd. (2004); Bu çalışmada, sıcak asfalt karışımlarında kullanılmakta olan agregalarda aranan özellikler hakkında genel bilgi verilmiş, agreganın ve asfaltın üretimi aşamalarında karışım içerisinde yer alan yabancı maddelerin (kil toprakları) karışımın performansı üzerinde olan etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, karışım içerisindeki kil toprakları veya yabancı madde miktarının artmasıyla karışım performansının doğru orantılı azaldığı görülmüştür.

Özen vd. (2004); Bu çalışmada, asfalt karışımı içerisinde yassı tane miktarının artmasıyla karışım performansı doğru orantılı olarak azaldığı görülmüş, yassı tane miktarı karışım performansı üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Topal ve Şengöz (2004); Yaptıkları çalışmada bitümlü karışımlarda kullanılan ince taneli agregaların köşeliliğinin belirlenmesi ve kullanılabilirliğini saptamışlardır. 1980’li yıllarda ABD’nde “Superpave” ve Fransa’da “Gyratory Shear Press” dizayn yöntemlerinin ve oluklanma deneyinin geliştirilmesi sırasında yapılan çalışmalar, yoğun gradasyonun tekerlek izi oluşumu ve kayma ile ilgili deformasyonlar açısından uygun olmadığını ortaya koymuşlardır.

Yılmaz, vd. (2004), çalışmalarında, kırma-eleme tesisinde kırılan dere malzemesinin agrega olarak kullanılabilirliğini incelemişlerdir. Üç farklı boyutta malzeme üretimi yapılmakta olan tesisten elde edilen malzeme üzerinde granülometri, yassılık indeksi, dona dayanıklılık, özgül ağırlık, su emme oranı, aşınma dayanımı (Los Angeles), ince 4 madde oranı tespitleri gerçekleştirilmiştir.

Marker vd., (2005); Bu özel yayında, gelişmekte olan ülkelerden agrega gibi madenleri çıkarmanın tüm ölçeklerinden örnekler verilmektedir. Ayrıca çevresel, ekonomik, sağlık ve sosyal sorunları gözden geçirmekte ve sürdürülebilirlik sağlanmadan önce bunların çözülmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Küçük ölçekli madenlerin iyi yönetilen madenlere dönüşebilmesi için tüm paydaşların tam katılımının yanı sıra eğitim ve öğretiminin de sağlanması gerektiği belirtilmiştir.

Raisanen (2005); Güney Finlandiya'daki bir taş ocağından metamorfoza uğramış volkanik ve tortul kayaçların jeolojik özellikleri ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Kalite göstergeleri olarak aşınma direnci (çivili lastik ve Los Angeles deneyleri) ve petrografik analizler kullanılmıştır. Çalışma, aynı ocaktan farklı inşaat amaçları için daha geniş bir agrega yelpazesi üretmeyi, kırma işlemini en üst düzeye çıkarmayı ve agrega kalitesindeki değişiklikleri en aza indirmeyi mümkün kılan jeolojik olarak heterojen kaya ocaklarının değerlendirilmesinin önemine dikkat çekmektedir.

Tutumluer vd. (2005); Bir agrega görüntü analiz sisteminin öngörülen kullanımını değerlendirmek amacıyla, uygun görüntü temelli morfolojik endeksler tanımlamak için şekil, boyut, açısallık ve doku özellikleri değerlendirilmiş, detaylı agrega şekil özelliği endeksleri ile asfalt karışımlarının saha teker izi performansları arasında bir korelasyon oluşturulmuştur.

Quadis ve Shweily (2005); Bu çalışma, kireçtaşı ve bazalt agregalarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, sıcak karışım asfaltın akma ve şeritlenme davranışı üzerindeki etkilerinin farklı yönlerini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Yüce ve Güney (2006), Çalışmada; boyut küçültmenin, cevher hazırlama alanında enerji yoğun proseslerden biri olduğu ve bir cevher hazırlama prosesinde, boyut küçültme maliyetinin toplam tesis maliyetleri içinde %40-60 oranlarına kadar çıktığı belirtilmiştir. Boyut küçültme maliyetlerinin yüksek olmasının başlıca nedenleri, malzemenin, mineralojik, fiziksel, yapısal ve kimyasal özellikleri ve üründe istenen nihai boyutla ilgili olmakla birlikte, malzemeyi kırarak araçlar uygun niteliklerde olup olmadıkları ve doğru seçilip seçilmedikleri ile ilişkili olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, her bir üretim durumu için malzemenin orijinal özelliklerine uygun proses akım şeması ve uygun ekipman seçimi yapılması gerektiği belirtilerek boyut küçültme proseslerinde anahtar parametrelerin gerekliliği ve ekipman seçimi kısıtları hakkında bilgiler verilmiş, bu konulardaki gelişmelerden örnekler özetlenmiştir.

Alataş vd. (2006); Bu çalışmada, bitümlü sıcak karışımlarda kullanılan agrega cinsinin kaplamanın fiziksel özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

Lu vd. (2006); Çalışmalarında, Çin'de yapılan bir baraj da kullanılan betonun içeriğini oluşturan gnays, feldspat ve graniti oluşturan minerallerin yapılan laboratuvar deney metodları ile alkali silis reaksiyonuna sebep olabilirliği ve agregada kullanılan potansiyel alkali katkıların alkali silis reaksiyonuna etkileri incelenmiştir.

Horst ve Chet (2006); Sıcak asfalt karışımı (HMA) yol kaplamalarının uzun vadeli performansı, büyük ölçüde karışımındaki agreganın özelliklerine bağlı olduğu belirtilmiştir. Hawaii Ulaştırma Departmanı tarafından şu anda kullanılan agrega testleri seti, yol kaplamalarının uzun vadede sökülme performansı araştırılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nin başka yerlerinde bulunanlardan önemli ölçüde farklı olan yerel bazaltik agregalar için kalite standartlarını iyileştirmek için ek testler yapılmıştır. Sonuçta, yaygın olarak kullanılan Los Angeles aşınma testinin performansla zayıf bir şekilde bağlantılı olduğunu ve belki de toplam dayanıklılık indeksi testi ile değiştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Yitik (2006); 4 farklı kayaç türlerine ait 0-2 mm arası agregaların metilen mavisi değerleri ile aynı kayaçlardan hazırlanan betonlar arasında ilişkiyi araştırmıştır. Agregaların metilen mavisi değeri arttıkça, hazırlanan betonların basınç dayanımlarında, yarmada çekme dayanımlarında, aşınma miktarlarında, ultra ses hızı ilerlemesinde ve beton çekici sıçrama değerlerinde azalma olduğunu belirtmiştir.

Green (2007); Güney Afrika'nın çeşitli bölgelerinden on iki adet kristalin kayalardan oluşan malzeme standart olarak belirtilen testlerin yanı sıra bir dizi standart dışı ve yeni test kullanılarak dayanıklılıkları test edilmiştir. Sonuçlara dayanarak, ayrışmamış malzeme kaynaklarını ezerek elde edilen temel kristal malzemelerin dayanıklılığını değerlendirmek ve tahmin etmek için yeni test yöntemleri ve geçici tanımlama limitleri önerilmiştir.

Guilbert ve Park (2007); Kitapta, agrega gibi ham maddelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri kapsamlı bir şekilde tanımlanmış ve bu özellikler ham maddelerin ortamları ve koşulları ile ilişkilendirilmiştir.

İbrahim vd. (2007); Bu araştırmada, normalde kullanılan kireçtaşı agreganın farklı boyutlarının, bazalt ile değiştirilmesi sureti ile bölgede kullanılan asfalt beton karışımlarının özelliklerinin iyileştirilme olasılığı araştırılmıştır. Bu değiştirme işlemi, kireçtaşının tamamen bazalt ile değiştirilmesini, kaba agreganın değiştirilmesini ve ince agreganın değiştirilmesini içermektedir. Elde edilen sonuçlar, optimal karışımın kaba bazalt taşı agregası ve ince kireçtaşı agregası içeren karışım olduğunu ortaya koymuştur.

Quadis ve Shweily (2007); Bu makalede, agrega kimyasal ve fiziksel özelliklerinin sıcak asfalt karışımının (HMA) akma ve soyulma davranışı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Test sonuçları, bazalt agrega kullanılarak hazırlanan HMA numunelerinin, kireçtaşı kullanılarak hazırlananlara göre akmaya karşı daha iyi dayandığını göstermiştir. Bununla birlikte, bazalt kullanılarak hazırlanan karışımlar, kireçtaşı agrega kullanılarak hazırlananlara göre akma gerilimine daha az dirençli olmuştur.

Tuğrul ve Yılmaz (2007); bir çok ocak yerinde, kayaçların bileşim ve dokuları, organik madde ve kavkı içeriği, yapısal unsurların kayaç kalitesine etkisi, farklı ayrışma türleri ve ürünleri, kayaçların kökeni ile ilgili zararlı bileşenler ve benzeri unsurların çok kısa mesafelerde değiştiği, bu nedenle, ocaklarda işletim öncesi mühendislik jeolojisi araştırmalarının yapılması ile bu alanlarda bulunan kayaçların kalite değişimlerinin belirlenmesi, ocak üretiminin planlanmasında önemli rol oynadığını vurgulamıştır. Detaylı jeolojik araştırmalar yapılmadan açılacak ocaklar ile ilgili sakıncalara dikkat çekmiş ve bu bağlamda, ocak alanlarında yapılması gereken detaylı mühendislik jeolojisi araştırmalarına değinmiştir.

Alexander ve Mindess (2008); Bu kitap, betonda agrega seçimi ve kullanımına ilişkin kapsamlı bilgiler sunmaktadır. Agregaların betondaki amacını ve rolünü tanımlayan bir girişten sonra,

agrega kaynakları ve üretim tekniklerine genel bir bakış ve ardından bunların fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerinin ayrıntılı bir incelemesi sunulmuştur. Bu bilgi daha sonra agregaların hem plastik hem de sertleştirilmiş betonlarda kullanımına ve genel karışım tasarımına uygulanmıştır. Özel agregalar ve uygulamaları, kullanımdaki ana özellikler, standartlar ve testler gibi ayrıntılı olarak tartışılmaktadır.

Okonta ve Magagula (2008); Balast agregası olarak kullanılabilecek dolerit, grovak, şeyl, çakıl ve granit agregaları üzerinde agrega deneyleri yapmışlardır. Çalışma sonucunda ortalama tane boyu ile yassılık endeksi arasında güçlü bir korelasyon saptamışlardır. Ayrıca, yuvarlak köşeli balastların kesin köşeli olanlarına göre daha kolay aşındığını belirlemişlerdir.

Tuğrul ve Yılmaz (2008); Agregası olarak birçok alanda kullanılan kayaçların kullanım alanlarına göre istenilen kaliteleri değişiklik sunmaktadır. Taş ocaklarının birçoğunda, kayaçların bileşim ve dokuları, yapısal özellikleri, organik madde ve kavkı içeriği, ayrışma dereceleri ve ayrışma ürünleri, kökenleri ile ilgili zararlı bileşenler vb. unsurların çok kısa mesafelerde değiştiği bilinmektedir. Bu nedenle, kayaçlardaki kalite değişimlerinin belirlenmesi ve ocaklarda işletim öncesi mühendislik jeolojisi haritalarının yapılması ocak üretiminin planlanmasında önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada; ayrıntılı jeolojik araştırmalar yapılmadan açılacak ocaklar ile ilgili sakıncalara dikkati çekmektir. Bu bağlamda, ocak alanlarında yapılması gereken özel mühendislik jeolojisi araştırmalarının önemine değinilmiştir.

Akbulut vd. (2009); Bu çalışma kapsamında andezitlerin sıcak karışım asfalt kaplamalarda agrega olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Karşılaştırma yapmak amacıyla araştırmada andezit ile kireçtaşı agregaları kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre andezit kökenli agregaların alternatif agrega kaynağı olarak sıcak karışım asfalt kaplamalarda kullanılabileceği belirlenmiştir.

Deniz (2009); Çalışmada, Türkiye'de mevcut Taş Ocaklarında, ocak işletmeciliği ve kırma-eleme tesislerindeki geçmişten gelen yanlışlıklar vurgulanmaktadır. Bu yanlışlıklarda başlıca etmenin taş ocaklarının Maden Kanunu kapsamına ancak 2004 yılından sonra girmesi ve teknik personel ihtiyacının zorunlu hale gelmesinin olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ocak kademelerinin belirlenmesindeki hatalar, kırma-eleme tesislerinde kullanılan ekipmanların özellikleri belirtilmiş ve ekipman seçiminde yapılan temel hatalar örneklendirilmiştir.

Genç (2010); Gebze Taşkaldıran mevkiinde bulunan, beton ve asfalt agrega üreten kırma eleme tesisinin iş güvenliği risk analizi ortaya konmuştur. Bu çalışmada, iş sağlığı güvenliği tarihsel gelişimi, iş sağlığı güvenliği alanında ülkemizde uygulanan mevzuatın neler olduğu, iş güvenliğinin önemi ve iş güvenliği risk analizi yöntemleri, agrega üretim teknolojisi, kullanımı ve açık işletme yöntemi ile işletilen agrega tesisine ait örnek bir modelle yapılan iş güvenliği risk analizi çalışmalarına yer verilmiştir.

Bilgin ve Dilmaç (2011); Çalışmada, teknolojiye yaşanan hızlı gelişmeler madencilik sektöründe de yeni uygulamaları beraberinde getirdiği belirtilerek maliyetlerin azaltılması, kapasite artırımı ve dolayısıyla üretim kayıplarının azaltılması bir işletme için, ekonomik açıdan gerektiği vurgulanmıştır. Cevher hazırlamada birincil işlem olan boyut küçültme işleminde, kırma ve kırıcı seçimi birçok faktör göz önüne alınarak yapıldığı belirtilmiş, kırma işleminde enerji gereksinimi, kapasite kullanımı ve kırıcı özelliklerinin optimizasyonu boyut küçültme işlemleri açısından önemli olduğu, kırma taş üretiminde de kırıcı seçiminin ayrı bir önem taşıdığı ifade edilmiştir. Çalışmada kırma taş üretiminde, günümüzde Türkiye ve diğer

Dünya ülkelerinde kullanılan mevcut kırıcılar ve yeni teknolojiler, teknik özelliklerine dayanarak karşılaştırılmıştır.

Acır ve Kılıç (2012); Bu çalışmada, Giresun Limanı'ndan (Doğu Karadeniz, Türkiye) alınan bazaltik dalgakıranların, ıslak durumda kayaların aşınmasını ölçmek için önerilen tek ISRM yöntemi olan Slake Durability test cihazı kullanılarak gerçek aşınma oranları belirlenmiştir. Bununla birlikte, standart test yöntemi, farklı ağırlık sınıflarından bazaltik kayaların mikro ölçekli modelleri, limandan alınan deniz suyu ile bir dizi dalga saldırısına maruz kalacak şekilde değiştirilmiştir. Bu nedenle, yeni ve gerçekçi bir yaklaşımla, ISRM tarafından kabul edilen cihazla dalgakıranların gerçek aşınma oranları belirlenmiştir.

Akıllı (2012); yaptığı bu tez çalışmasında ülkemizde yaygın olarak bulunan volkanik kökenli bazalt agregasının yol malzemesi olarak kullanılabilirliği üzerine araştırmasını yürütmüştür. Yazar, dört farklı şehirden elde ettiği bazalt malzemesi ile kalker malzemesini analiz edip, kireçtaşı ve bazalt malzemesinin esnek üstyapı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin sonucuna varmıştır.

Wnek vd. (2013); Çalışmada elde edilen bulgular ile, Union Pacific Railroad sistemindeki 13 ocaktan elde edilen birinci sınıf demiryolu balast malzemelerinin mühendislik davranışlarındaki farklılıkları belirlenmiştir. Gerçekleştirilen deneyler: toplu görüntü analizörü ile şekil, doku ve açısallık özelliklerinin sayısallaştırılması; büyük doğrudan kesme (shear box) testleri kullanılarak kesme mukavemeti değerlendirmesi; 400 ve 1.000 devirle gerçekleştirilen Los Angeles aşınma testleri ile balast bozulması ve dayanıklılık analizleri ve devamında balast kirlenmesinin değerlendirilmesi. Genel olarak daha yüksek mukavemet gösteren balastların daha yüksek açı, aynı zamanda daha yüksek kirlenme ve agregaların artan parçalanma potansiyeline sebep olduğu belirtilmiştir.

Aydın ve Coğalan (2015); Çalışmada agrega olarak kullanılacak malzemenin üretiminde kullanılan kırıcının ve dolayısıyla agrega tane seklinin, TBM ile açılacak olan Silvan Tüneli'ne dönecek segmentlerin yapımında kullanılan betonun dayanımına etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda, kullanılan Silvan kireçtaşlarının jeolojik, fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri irdelenmiş, konik ve dik milli kırıcılardan elde edilen agregalar ile iki farklı çimento ve yine iki farklı akışkanlaştırıcı katkı maddesiyle kübik beton numuneleri hazırlanmış ve basınç dayanımları gözlemlenmiştir.

Karaca ve v.d. (2016); Çalışmada inşaat sektörünün gün geçtikçe büyümesi, doğal agrega kaynaklarına olan talebi artırdığı, bu kaynaklardan sektörün talep ettiği şekil ve boyutta taneli malzeme (agrega) üretiminde ise çeşitli kırıcı ve sınıflandırıcılardan yararlanıldığı belirtilmiştir. Endüstriyel olarak kullanılan bu kırıcıların, kırma performansına bağlı olarak enerji sarfıyatı ve üretilen tane özellikleri açısından farklılıklar gösterdiği ifade edilmiş ve agrega üretiminde kullanılan kırıcıların çalışma prensipleri irdelenmiş ve enerji tüketimleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Vaidas vd. (2017); Dolomit ve granit olmak üzere farklı balast agrega karışımları test edilmiş olup, her farklı agrega türü için ömür başına demiryolunun hesaplanan potansiyel brüt tonajı saptanmıştır. Araştırma sonucunda, demiryolu balast agregasının sınıflandırma sistemi oluşturulmuş ve agreganın gerekli ömrüne bağlı olarak Los Angeles Aşınma ve Mikro-Deval Aşınma değerleri tanımlanmıştır.

Lee vd. (2018); Kalsiyum sülfoalüminat (CSA) çimento harcının önceden yerleştirilmiş balast agregaları arasındaki boşluklara enjeksiyonunu kullanan hızlı sertleştirme yönteminden yola çıkarak geri dönüştürülmüş agregalı betonun dayanıklılığını arttırmak için polimer tozunun kullanımının sonuçları açıklanmıştır. Çalışmada, sıkıştırma ve eğilme testleri, büzülme testleri, donma-çözülme direnci testleri ve optik mikroskop sonuçları irdelenmiştir. Buna göre, polimer miktarındaki artışın genel olarak 28 günlük kürlenmede basınç dayanımını azalttığı ortaya koymuştur. Bununla birlikte, Bununla birlikte, daha yüksek bir polimer oranının kullanılması, kopma modülünü, donma-çözülme direncini ve büzülme direncini arttırdığı saptanmıştır. Ek olarak, balast agregalarının temizlik seviyesi, genel olarak betonun mekanik ve dayanıklılık özelliklerini iyileştirdiği belirtilmiştir.

Xiao (2018); Çalışma bir bütün olarak ele alındığında, yazarın son 10 yılda geri dönüştürülmüş agregalı betonun (RAC) mekanik özellikleri, dayanıklılığı ve yapısal performansı hakkında yürüttüğü bir dizi araştırmaya dayanan araştırma sonuçları ortaya koyulmuştur. Buna göre, uygun tasarım ve inşaatla, inşaat mühendisliği uygulamalarında RAC yapılarının kullanılması güvenli ve uygulanabilir olduğu belirtilmiştir.

Berwal (2019); Bu kitap, geri dönüştürülen agrega çalışması hakkındadır. Çalışmada kullanılan geri dönüştürülmüş agrega, sökülen yolların enkazından elde edilmiştir. Taze ve geri dönüştürülmüş agreganın karşılaştırılması yapılmıştır.

Branco vd. (2019); Avrupa Uygunluğu (CE işaretlemesi) kapsamında, Portekiz'de bulunan 145 üreticiyi (%68) ve 228 üretim merkezini (%79) kapsayan yol yapımında kullanılan agregaların bir envanter çalışması yapılmıştır. Agregaların geometrik, fiziksel, mekanik, kimyasal ve aşınma özelliklerinin geniş ve temsili tanımlanması yapılmıştır. Agregalar, özellikle geometrik, fiziksel ve mekanik özellikler bakımında litolojiye bağlı olduğu saptanmıştır. Kum eşdeğer, metilen mavisi, Los Angeles gibi deneyler yapılarak geniş tabanlı bir envanter oluşturulmuş ve diğer ülkeler için de örnek niteliğinde olması gerektiği belirtilmiştir.

Brito vd. (2019); Bu kitabın ele aldığı konular: yapısal tasarımda geri dönüştürülen agregalı beton kullanımının artırılması; Geri dönüştürülen agregalı betonun büyük ölçekli uygulamaları; Geri dönüştürülen agregalı betonun uzun vadeli davranışı; Geri dönüştürülen agregalı beton yapılarının güvenilirliği, Geri dönüştürülen agregalı betonun yaşam döngüsünün değerlendirilmesi; Geri dönüştürülen agrega betonun yeni uygulamalarıdır.

Dawei vd. (2019); Çalışmada, agreganın petrografik özelliklerinin cilalama davranışını olarak nasıl etkilediği nicel olarak belirlenmiştir. Kuvars ve farklı feldspatların (albit, mikroklin ve plajiyoklas) cilalanma ve aşınma davranışı, spektral ve aşınma analizleri ile nicel olarak karakterize edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, maruz kalan minerallerin mikro dokusunun büyük ölçüde 100 ila 500 µm arasındaki dalga boylarında düzleştiğini göstermektedir. İnce daneli kuvars veya feldspat kristalleri, orta büyüklükteki kristallerden daha pürüzlü olma eğilimindedir. Kuvars, 100 ile 500 µm arasında feldspattan daha uygun özellikler sergilemektedir, bu durum özellikle ince daneli kuvars kristalleri için geçerlidir. Daha iri daneli kuvars içeriğinin yüksek sürtünme değerine yol açtığı korelasyonu bu araştırmada kanıtlanamamıştır.

Fladvad ve Ulvik (2019); Makalede büyük boyutlu agregalar için yeni Norveç ulusal standardı gözden geçirilerek, büyük boyutlu yol yapım agregaları için standart özellikleri ve test yöntemleri ele alınmıştır. Standart test yöntemleri ve bu testlerin yol yapımı için büyük boyutlu agregalarda kullanımının uygulanabilirliği değerlendirilmiştir. Özellikle büyük boyutlu

agregalar için kalite değerlendirmesinin zor olduğu ve bu konunun uluslararası standartlarla daha iyi tanımlanması gerektiği belirtilmiştir. Saha yöntemleri ve dijital görüntü işleme, büyük boyutlu agregalar için örneklemeye ilgili bazı pratik zorluklara çözüm olarak sunulmuştur. Yeni Norveç standardı, büyük boyutlu agregalar için Avrupa standardına karşı ilk adım olabileceği belirtilmiştir.

Koohmishi (2019); Çalışmada, doyunluğun balast malzemesinin dayanımı ve yenilme davranışı üzerindeki etkisini araştırılmıştır. Bu amaçla, kaya malzemesinin mukavemetinin değerlendirilmesi için nokta yük testi (PLT), su doyunluğunun agreganın mekanik özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmek için hem kuru hem de doymuş balast parçacıkları üzerinde gerçekleştirilmiş. Elde edilen sonuçlar hem kuru hem de doymuş agrega için balast partikül boyutunun artırılmasıyla nokta yük dayanım indeksinin azaldığı belirlenmiştir.

Apaydın ve Yılmaz (2019); Farklı bazaltik kayaçların kimyasal, mineralojik ve agrega özellikleri araştırılmış ve balast kirliliği açısından değerlendirilmiştir. Los Angeles aşınması ve $MgSO_4$ test sonuçları diğer test sonuçları ile karşılaştırılmış ve balast kirlenmesine etkisi araştırılmıştır. Los Angeles aşınma değeri SiO_2 ve Al_2O_3 içeriğindeki artışla artarken Fe_2O_3 , CaO ve MgO miktarıyla azaldığı belirlenmiştir. $MgSO_4$ değeri SiO_2 miktarı ve plajiyoklas içeriği ile azalmıştır. Bazalt agregalarında plajiyoklas ve opak mineral içeriği balast kirlenmesini diğer minerallerden daha fazla etkilediği saptanmıştır.

Edidi ve Adebakin (2020); Bu çalışma M30 kalite beton hedeflenerek ve %0,55 w/c oranı kullanılarak, geri dönüştürülmüş iri agreganın beton mukavemeti üzerindeki etkilerini test etmiştir, doğal iri agrega sırasıyla %25, %50, %75 ve %100 oranında geri dönüştürülmüş iri agrega ile değiştirilmiştir. Kullanılan çimentonun son priz süresi 4 saat 18 dakikadır. 28 gün boyunca kürlenmiş doğal agregalı betonun (NAC) basınç dayanımı $33,78 \text{ kN/m}^2$ iken, NCA betonda %25 oranında geri dönüştürülmüş beton agrega (RCA) ile değiştirilmiştir ve $30,37 \text{ N/mm}^2$ basınç dayanımına ulaşılmıştır. %50, %75 ve %100 gibi diğer oranlardaki değiştirmeler sonucunda, 30 N/mm^2 'den daha düşük basınç dayanımları elde edilmiştir.

Jiaolong ve Chao (2020); Agregası, yol malzemelerinin asfalt performansında önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, mevcut araştırmada agrega yapısının mekanik özellikleri hakkında temel bir anlayış eksikliği vardır. Bu karmaşık yapıyı anlamak için, agrega yapısının makroskopik mekanik özelliklerini ve mikroskopik agrega temas kuvvetlerini araştırmak için ayrı eleman yöntemini kullanan laboratuvar testleri ve sayısal simülasyonlar kullanılmıştır. Buna göre, her boyutta agreganın mekanik rolü ve agrega yapısının değişim özellikleri ortaya koyulmuştur.

Koohmishi ve Palassi (2020); Demiryolu balast agregalarının bozulması (kırılması), partikülün kırılmasının yanı sıra köşelerin aşınmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu çalışmada, partiküllerin kırılma mekanizmasının aydınlatılması için uygulanan darbe yükleri altında kırılan balast agregasının partikül boyutu dağılımının yanı sıra morfolojik özelliklerdeki değişim ele alınmıştır. Genel olarak, elde edilen sonuçlar ana kaya tipinin bozunma mekanizmasında etkili olan parametrelerin balast kırılmalarında (bozulmalarında) da etkili olduğu belirtilmiştir.

Lee ve Estrada (2020); Bu kitap, inşaat mühendislerinin sahada kullandığı agrega vb. yapı malzemelerinin özelliklerini sunmaktadır. Ayrıca, her tür ve büyüklükteki inşaat mühendisliği projeleri için malzeme özelliklerinin nasıl analiz edileceğini ve uygun malzemelerin nasıl seçileceğini anlatmaktadır.

Sims ve Poole (2020); Kitabın ilk kısmında, reaksiyona dâhil olan mekanizmalar, teşhis, test etme ve değerlendirmeye ilgili yöntemler ile birlikte reaksiyondan kaçınmada ve etkilenen beton yapıların iyileştirilmesinde kullanılan mevcut yöntemlerin değerlendirilmesi sunulmaktadır. İkinci kısım ise, birçok ülkede AAR konusunda uzman kişiler tarafından yazılmıştır ve bölgedeki beton yapıları etkilediği için sorunun ve çözümünün yetkili bir değerlendirmesini içermektedir.

Vega vd. (2020); Bu çalışmada, kaba doğal agregaların kısmen ikamesi olarak geri dönüştürülmüş beton agregalarının (RCA) sıcak asfalt karışımlarında kullanımıyla ilgili potansiyel çevresel etkileri değerlendirilmiştir. %15, %30 ve %45 RCA içeren karışımlar analiz edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarında, RCA'nın %15 ve %30'unu içeren karışımların, RCA içermeyen karışımlara kıyasla çevre dostu alternatifler olarak kabul edilebileceğini göstermiştir. Aksine, %45 RCA içeren karışımın, geleneksel karışımdan daha düşük bir çevresel performans gösterdiği belirlenmiştir.

2.2.2 İstanbul İl Sınırları İçerisinde Bulunan Agregaya Kaynakları ile İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar

İstanbul ve civarında birçok kumtaşı ve kireçtaşı üretimi yapan agregaya ocağı bulunmaktadır. Bu ocaklar, asfalt, beton ve dolgu agregası olarak genellikle özel sektör tarafından işletilmektedir. İstanbul'daki agregaya kaynakları ile ilgili olarak farklı amaçlara yönelik yapılan ülkemizde ve dünyada çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmalar aşağıda, kronolojik sıralama ile sunulmuştur.

Doğan vd. (2003); İstanbul ili ve çevresinde bulunan kırmataş ocaklarına genel bir bakış konulu çalışması kapsamında, İstanbul ve çevresi beş bölgeye ayrılarak (Cendere, Cebeci, Çatalca, Gebze, Ömerli), her bölgede bulunan kırmataş ocaklarının kapsamlı bir envanteri çıkarılmıştır. Bu araştırmalarda, inceleme alanı dahilinde bulunan 25 adet kırmataş ocağının ruhsat bilgileri, personel bilgileri, rezerv, üretim yöntemleri, çevresel sorunları, yıllık üretim kapasiteleri, yıllık satış miktarları ile birlikte ocakta çalışan iş makinaları sayı ve kapasite bakımından incelenmiştir. Ayrıca her bölgedeki kayaç türü, mekanik ve fiziksel özellikleri bakımından değerlendirilerek ocaklarda üretilen ürünlerin kullanım alanları araştırılmıştır. Elde edilen istatistiksel veriler ışığında bölgeler arasında kıyaslama yapılmış olup, kırmataş madenciliğinde karşılaşılan sorunların (üretim, çevre, ürün standartları, satış) çözümüne yönelik öneriler getirilmiştir.

Erdoğan (1993); İstanbul ve dolayının agregaya potansiyelini çalışmıştır. Bölge kayaçlarının agregaya özelliklerini incelemiş ve farklı kırıcı tiplerinin agregaya kalitesine olan etkilerine değinmiştir. Yaptığı çalışmalar sonucunda tane boyu küçülmesi sonucunda kusurlu tane oranlarının arttığını ortaya koymuştur.

Eren vd. (1996); Kocaeli-Gebze ilçesi, Tavşanlı Köyü civarındaki kireçtaşı sahalarının jeolojisini inceledikleri ve rezerv analizini yaptıkları bu çalışmada, alandaki kireçtaşlarının İstanbul için önemini vurgulamışlardır. Ayrıca bölgedeki kireçtaşlarından maksimum verimin elde edilebilmesi, ocakların düşük maliyetlerle nitelikli üretim yapabilmesi için organizasyona ve planlamaya daha çok önem verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, Hereke formasyonunun petrografik özelliklerini incelemişler ve formasyonun genel karakterinin kireçtaşı-dolomitik kireçtaşı olduğunu ifade etmişlerdir.

Öncel ve Eren (1996); İstanbul çevresindeki taş ocaklarının sınıflaması ve asfalt betonu agregası olarak kullanımı konulu çalışmalarında, İstanbul Bölgesinde yer alan taş ocakları, başlıca litolojik ve bölgesel özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Buna göre çalışmada, bahsedilen taş ocaklarının litolojik ve jeolojik özellikleri üzerinde durulmuştur. Bu veriler ışığı altında, İstanbul çevresindeki asfalt betonu agregası olarak kullanılan ve kullanılabilecek malzemeler başlıca sekiz bölgeye ayrılmış ve bu taş ocaklarının asfalt betonu agregası olarak kullanılabilirliği aşınma mukavemeti, soyulmaya karşı direnci, dona karşı mukavemeti açısından incelenip, taşocaklarındaki üretim sırasında ve sonrasında teknik şartnamelere uygunluğu irdelenmiştir. Ayrıca İstanbul çevresindeki magmatik kökenli agregaların sedimanter kökenli agregaların metamorfik kökenli agregaların dizayn değerlerinin karşılaştırması yapılmıştır.

Halili ve Gözübol (1999); yaptıkları çalışmada Kocaeli – Gebze ilçesi, Tavşanlı Köyü, Taşkaldıran mevkiinde geniş yüzlekler veren Triyas yaşlı Hereke formasyonu (Gebze kireçtaşı), üzerinde Gebze taşocakları işletmecilerinin yaptığı üretim ele alınmıştır. Çalışmada genelde kırmataş ocağı olarak faaliyet gösteren ocaklarda ve kırma-eleme tesislerinde ekonomi ve verimlilik açısından en uygun şartların sağlanabilmesi için kırma-eleme tesislerinin üretim ve dizaynında Hereke formasyonu’nun jeolojik, hidrojeolojik, litolojik, yapısal, teknolojik, jeomekanik ve kimyasal parametrelerinin dikkate alınması gerektiği ele alınmış, ayrıca bu gibi açık işletmelerde aşırı pasa ve hafriyattan kaçmak ve çalışma esnasında tehlike riskini en aza indirmek için 20-30 m.lik aynalar yerine 10-12 m.lik basamaklı aynalar oluşturulması gerektiğinden bahsedilmiştir.

Kaynarken vd. (1999); İstanbul Cendere Havzasındaki kırmataş-beton ve asfalt üretim havzasını incelemiş ve bu havzanın bugün için Cendere Vadisi içinde 10 km uzunlukta, 0,5 - 3 km genişlikte sınırlı olup, taş malzeme potansiyeli çok büyük olmasına karşın, amaca yönelik bilimsel bir araştırmanın yapılmamış olması büyük bir eksiklik olduğuna dikkat çekerek, havzayı genişletecek ve sınırlayacak rezerv, kalite, beton ve asfalt üretimlerine yönelik yapılacak bir araştırmanın "Cendere Havzası" ve potansiyeli için gerekli olduğunu ifade etmiştir.

Uz (1999); Trakya–Tekirdağ bölgesi bazaltlarının kırmataş malzemesi olarak değerlendirilmesi amaçlı incelemede, yapılan jeolojik, petrografik, kimyasal ve teknolojik araştırmalar yapılmış, inceleme alanı civarında yer alan ocaklardan üretilen bazalt agregalarının betonda kullanımının çok uygun olduğu görülmüştür.

Tayfur vd. (2003); Sıcak asfalt karışımı üretimi açısından İstanbul Taşocaklarının genel değerlendirilmesi adlı çalışmasında sıcak asfalt karışımları için gerekli olan agrega özelliklerinin tanımı yapılmış, asfaltta kullanılan agregaların gradasyon olarak karşılaştırılması yapılarak aralarındaki farklar ortaya konulmakta ve temin edilen agregalar ile ilgili karşılaşılan problemler ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Uz vd. (2003); İstanbul ve civarı agregalarının petrografik özellikleri ve beton dayanımına olan etkileri konulu çalışmalarında İstanbul civarındaki agrega alanları incelenmiş ve agrega üretiminin doğuda Karatepe’de (Çorlu), Batıda Hereke (Gebze)’ye kadar geniş bir aralıkta, kuzeyde Karadeniz’den güneyde Marmara ile sınırlanmış alanlarda gerçekleştirildiği belirtilmiştir.

Zarif vd. (2003); İstanbul’daki kireçtaşlarının agrega kalitesi yönünden değerlendirilmesini yaptıkları çalışmalarında, kireçtaşlarının bileşim ve dokusal olarak farklılıkları üzerinde

durmuşlar ve bu değişik özellikteki kireçtaşlarının agrega olarak kullanılabilirliklerini araştırmışlar ve incelenen kireçtaşlarının petrografik ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra, kaliteleri ve agrega özellikleri bakımından da standartlarda belirtilen limitler içinde veya bu limit değerlere çok yakın sonuçlar verdiğini ifade ederek İstanbul'un kireçtaşlarının agrega olarak birçok alanda kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Aral (2004); Bu çalışmada, Çorlu'da bulunan ve yapı taşı olarak üretilen Karatepe bazaltlarının mühendislik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Dursun (2004); İstanbul'un Anadolu yakasındaki Gebze ve Hereke bölgelerinde Hereke formasyonundan üretilen kireçtaşı agregalarının kalite yönünden değerlendirilmesini yapmıştır. Kireçtaşlarında dayanımı ve agrega olma özelliklerini önemli ölçüde petrografik özelliklerin kontrol ettiğini belirtmiş ve yöredeki kireçtaşlarının gerek jeomekanik ve gerekse de agrega olarak kullanım özelliklerinin, standartlarda belirtilen limit değerlere uyumluluk gösterdiğini ve bölgedeki kireçtaşlarının beton üretiminde agrega amaçlı kullanılabileceğini belirtmiştir.

Buldum (2006); İstanbul Anadolu Yakasındaki kumtaşlarının petrografik, mineralojik, fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra standart agrega deneyleri ışığı altında, betonda ince agrega olarak kullanılabilirliği ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Ayrıca, kumtaşından elde edilen ince agregalardan deneme betonları yapılmış ve özellikleri referans betonlarla karşılaştırılmıştır.

Güler (2006); bu çalışmada, betonu oluşturan temel malzemelerden agreganın mineralojik ve petrografik özelliklerinin beton davranışına etkisi araştırılmış, agrega özellikleri ele alınarak neden-sonuç ilişkileri üzerinde durulmuştur. Ayazağa-Cebeci-Çatalca Bölgeleri'ndeki taş ocaklarından alınan kumtaşları ve kireçtaşlarının jeolojik, mineralojik ve petrografik özelliklerinin yanı sıra standart agrega ve beton deneyleri ışığı altında, yüksek dayanımlı beton agregası olarak kullanılabilirlikleri agrega kalitesi yönünden karşılaştırılmıştır.

Koruç (2006); Çalışmada İstanbul ve civarının agrega ihtiyacının karşılandığı Gebze, Ömerli, Cendere, Cebeci, Çatalca ve doğu Trakya bölgesinde bulunan agrega kaynakları incelenmiş ve her bir bölgedeki firma sayısı, üretilen hammadde, kurulu tesis kapasitesi ve yaklaşık rezerv durumları hakkında bilgiler derlenmiştir. Ayrıca bölgelerde 2005 yılında kullanılan çimento ve hazır beton miktarları tespit edilerek gelecek 5 yıllık süreçte bölgelerdeki agrega arz talep ilişkisi ortaya konulmuştur.

Uz vd. (2006); yaptıkları çalışmada İstanbul İlinde mevcut beş kırmataş üretim bölgelerinin birini ve en önemlisi olan Ömerli Bölgesi jeolojik olarak İstanbul'un en yaşlı temel kayalık birimlerini oluşturan Alt Silüriyen–Alt Devoniyen yaşlı Dolayoba Formasyonu esasen koyu mavi-gri renkli karbonat formasyonları ile temsil edilen kayaların kırmataş açısından değerlendirilmeleri yapılmıştır. Ayrıca bu çalışmada sadece Ömerli bölgesi kırmataş ocaklarının jeolojik-yapısal özellikleri ve buna bağlı alınan sistematik örneklerin, mineralojik-petrografik, kimyasal özellikleri ortaya konmuştur.

Hasdemir (2007); Marmara Bölgesi'nde farklı alanlarda işletilmekte olan farklı kökenli doğal kumların jeolojik, mineralojik ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra, yapılacak standart agrega deneyleri ışığı altında, betonda ince agrega olarak kullanılabilirliklerinin nedenleriyle birlikte ortaya koymuş ve karşılaştırmıştır. Doğal kumların üretimi esnasında bünyelerinde bulunan kil minerallerinin uygun ve etkin yıkama sonrası uzaklaştırılması ile kumların fiziksel ve dayanıklılık özelliklerinin değiştirilebilmekte, buna paralel olarak beton ve harç dayanımları arttırılabilmektedir.

Tuğrul vd. (2007); Bu çalışmada, İstanbul'un Çatalca Bölgesinde yüzeylenen Paleozoyik yaşlı kuvarsitlerin betonda agregası olarak kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Elde edilen tüm veriler değerlendirildiğinde, kuvarsitlerin aşındırma etkisinin diğer kayaç türlerine oranla daha yüksek olmasına karşın, İstanbul'da alternatif beton agregası olarak kullanılabilirliklerinin uygun olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Tuğrul vd. (2007); Bu çalışmada, İstanbul'da üretilen agregaların özellikleri üretim bölgelerine göre ayrılarak değerlendirilmiştir. İstanbul Metropolitan alanındaki başlıca agregası kaynağı, kireçtaşları olup kumtaşları ile doğal kumlar da agregası olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, kuvarsit ve feldspatlı kumtaşları gibi farklı kökenli kayaçların alternatif agregası kaynakları olarak kullanılabilirliği tartışılmıştır. Öte yandan, İstanbul'a yakın doğal kaynakların sınırlı olması nedeniyle, geri dönüşüm agregaları (yıkılan bina atıkları, taze beton atıkları vb.) ile yeraltı kazıları ve derin kazılardan çıkan malzemelerin mümkün olduğunca kullanımının sağlanmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

Kara vd. (2009); İstanbul'da bulunan, kireçtaşından ve kumtaşından agregası üretilen bir taş ocağındaki kayaç değişimlerinin bunlardan üretilen agregası ve beton özelliklerine etkisini araştırmışlardır. İncelenen ocakta kireçtaşı ve kumtaşlarının bulunduğu alanlar ayrırtlanmış, ve ocağın 1/3000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası hazırlanmıştır. Kireçtaşları agregası ve beton özellikleri bakımından kumtaşlarından daha iyi sonuç lar vermiştir. Yazarlar ocakta seçici ocak işletmeciliği yapılabildiği kesimlerden iyi kaliteli agregalar üretilebileceğini ve bu agregalarla üretilen betonlarında kaliteli olabileceğini belirtmişlerdir.

Tuğrul (2009); Agregası ocaklarında, beton ve harçta, yol ve inşaat mühendisliği yapılarında, hidrolik bağlayıcı ve bağlayıcısız malzemelerde, bitümlü karışımlarda, demiryollarında, koruma tabakalarında (zırhtaşıları-dalgakıran) kullanıma yönelik farklı boyutlarda kırmataş ve kum-çakıl üretimi yapılmaktadır. Farklı standartlara uygun üretilen agregalar için CE İşaretlemesinde hammadde bilgisi ve bununla ilgili araştırmalar önemli bir yer tutar. Agregası türüne bağlı olarak yapılacak hammadde araştırmaları farklılıklar sunabilir. Öte yandan farklı kullanım amaçları için de araştırmalar yapılmalıdır. Bu çalışmada; farklı kayaç türlerinden üretilen ve farklı alanlarda kullanılacak agregaların üretildiği agregası ocaklarında yapılması gerekli hammadde araştırmalarının önemine değinilmiştir.

Sönmez (2010); Çalışmada Marmara Bölgesi'nde üretilen farklı agregalar bir araya getirilerek asfalt karışımı hazırlanmış ve hazırlanan bu karışımlara ait fiziksel ve performans özelliklerinin değerlendirilmiştir. Buna göre, kireçtaşı, kumtaşı, bazalt ve granitten üretilen agregalar ile hazırlanan asfalt karışımları gerekli olan tüm özellikleri sağlamıştır. Tüm karışımlar incelendiğinde, farklı agregaları bir arada kullanarak üretilen asfalt karışım özelliklerinin olumsuz olarak değişmediği, aksine bitüm içeriği, asfalt birim ağırlığı, boşluk yüzdesi, asfaltla dolu boşluk yüzdesi, agregalar arası boşluk yüzdesi ve stabilite gibi özelliklerin bir veya birkaçında daha uygun değerlerin elde edildiği tespit edilmiştir.

Sönmez vd., (2010); Bu çalışmada, İstanbul Anadolu Yakasında bulunan Anadoluray hattı (Kartal-Kadıköy) güzergahı boyunca değişik noktalarda bulunan kazılardan çıkarılan kayaçların sıcak asfalt karışımlarında kullanımı araştırılmıştır. Elde edilen veriler, İstanbul Gebze, Ömerli ve Cebeci Bölgelerinde üretilen ve asfalt üretiminde yaygınca kullanılan agregalar ile hazırlanan sıcak asfalt karışımlarına ait özellikler ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda; kazılardan çıkarılan kireçtaşlarının ocaklarda üretilen diğer kireçtaşı agregaları gibi asfalt üretiminde değerlendirilebileceği saptanmıştır.

Tuğrul vd. (2010); İstanbul ili, Sultangazi İlçesi, Cebeci Agregat Ocak İşletmeleri için hazırlanan “Yeniden Yapılandırma Projesi” kapsamında; kireçtaşı (12) ve kumtaşı (3) olmak üzere hâlen üretim faaliyetlerini sürdüren 15 ayrı kırmataş işletmesi, arazide ve laboratuvarında gerçekleştirilen ölçme ve gözlemler ile jeoteknik açıdan ayrıntılı olarak analiz edilip, değerlendirilmiştir. Ayrıca yeniden yapılanmak üzere, mevcut olan üretimlerini toplam 826.09 ha olan 21 adet 2A grubu ruhsat alanı içinde ayrı ayrı sürdüren bu işletmelerin, üretim alanları sınırları içinde kalıp da üretilmeyen kaliteli kırmataş materyalini de (duvarlar, vd.) değerlendirebilmek amacıyla ve açık ocak maden işletmecilik çalışmalarına uygun ve güvenlik önlemleri de alınmış 15 farklı işletme yerine, birleşerek bütünleşmiş (entegre) toplam 826.09 ha ruhsat alanı içinde, 4 ayrı bölge ve 4 ayrı işletme olarak sürdürebilmeleri, yine bu projede öngörülerek, planlanmıştır.

Tuğrul (2011); Bu çalışmada İstanbul'da üretilen agregaların özellikleri üretim alanlarına göre sınıflandırılmıştır. İstanbul'da farklı kaya türleri vardır. Paleozoyik yaşlı kireçtaşı, kumtaşları, Mezozoik yaşlı kireçtaşı ve Tersiyer yaşlı kireçtaşı, doğal kum İstanbul'un ana agregat kaynaklarıdır. Ayrıca, diğer agregat kaynakları olarak farklı kaya türleri tartışılmaktadır. Öte yandan, İstanbul çevresinde agregat kaynakları sınırlı olduğundan, mümkün olduğunca yer altı kazıları ve derin kazılardan elde edilen malzemeler ve geri dönüşümlü agregaların (çökmüş binalar, atık betonlar vb.) kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Hasdemir vd. (2012); Bu çalışmada, İstanbul ve yakın çevresinde bulunan farklı kökene sahip yedi farklı doğal kumun alkali-silika reaktivitesi karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre aktif silis ve silikat mineralleri, metamorfik ve volkanik kaya parçacıkları içeren kumların alkali-silika reaksiyonu (ASR) için potansiyel olarak tehlikeli olduğu tespit edilmiştir.

İTÜ (2012); Bu raporun amacı, İstanbul'un doğal yapı gereğine olan ihtiyacının zamanında ve yeterli düzeyde karşılanmasını sağlamak için mevcut kaynakları kullanıma açan planlamalara yardımcı olmak ve aynı zamanda madencilik çalışmaları sırasında değişen çevresel koşulları ve kentsel gelişmenin vazgeçilemeyen gereksinimlerini “sürdürülebilirlik kavram ve anlayışı”na uygun şekilde karşılayan yasal ve idari düzenlemeler için katkıda bulunabilmektir. Bu kapsamda, İstanbul'un Anadolu ve Rumeli Yakalarındaki 1b ve 2a madenleri olarak belirtilen kil, kum, çakıl ve doğaltaş rezervleri mevcut bilgi ve çalışmalar yeniden irdelenerek değerlendirilmiş ve sonuçta planlamaya baz teşkil edecek haritalar hazırlanmıştır.

Tuğrul vd. (2012); İstanbul'daki hızlı sanayileşme süreci nedeniyle hazır beton, karayolları, hava meydanları, demiryolları ve alt yapı için agregat ihtiyacı sürekli artmaktadır. Öte yandan, yüksek dayanımlı beton üretimindeki artış, yeni konut projeleri, kentsel dönüşüm süreci, kaliteli agregat ihtiyacının fazla olduğu büyük mühendislik projelerinin gündeme gelmesi ve olası deprem riskine karşı dayanıklı olmayan yapı stoklarının elden geçirilecek olması nedeniyle büyük miktarda agregaya ihtiyaç duyulacaktır. Ayrıca, dolgu, sıva, filtre, kıyı tahkimatı, anroşman, duvar, yer ve cephe kaplama malzemesi ile hazır sıva, kireç ve çimento hammaddesi olarak da agregalara önemli oranda gereksinim duyulmaktadır. Buna karşın, kullanılmakta olan agregat kaynaklarının azalması, şehir merkezine yakın ocakların gelecekte kapatılma ihtimalinin olması, kaynakların verimli ve uygun alanlarda kullanılmaması söz konusudur. Bu bağlamda, İstanbul'da hızla artan agregat ihtiyacı ve bununla ilgili olarak gelecekte karşılaşılabilecek agregat kaynak sorunu ile ilgili çözüm önerileri araştırılmalı ve önceden tedbir alınmalıdır.

Yılmaz ve Tuğrul (2012); Bu çalışmada, İstanbul il sınırları içerisinde yer alan farklı özelliklere sahip kumtaşlarının beton dayanımına etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kil

çimentolu subarkoz-arkoz, sublitharenit-litarenit ve arkoz agregalar, karbonat çimentolu subarkoz, kuvars kumtaşı ve arkoz agregalara göre betonda dayanımı yaklaşık %40-50 oranında azaltır.

Tuğrul ve Yılmaz (2012); Bu çalışmada, İstanbul'da beton agregası olarak kullanılan Karbonifer, Devoniyen ve Permo-Triyas yaşlı kumtaşları ile Ordovisiyen yaşlı kumtaşları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Ordovisiyen kumtaşları diğer kumtaşlarına göre daha düşük agrega kalitesine sahiptir. Bu kumtaşları düşük dayanımlı beton üretiminde iri agrega olarak kullanılabilir.

Tuğrul ve Yılmaz (2013); Bu çalışmada agrega kaynakları için sürdürülebilirliğin önemi üzerinde durulmuş, yerel düzeyde agrega kaynaklarının sürdürülebilirliğini etkileyen önemli sorunlara değinilmiş ve sürdürülebilir agrega üretimi için anahtar parametreler sunulmuştur. Ayrıca, agrega üretiminin çok yoğun olduğu İstanbul Bölgesi örnek verilmiştir. İstanbul ve çevresindeki agrega kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak için bölge plan ve programının gözden geçirilmesi ve kaynakların sürdürülebilir yönetimi için yeni stratejilerin geliştirilmesi gereklidir.

Yılmaz ve Tuğrul (2013); Bu çalışmada, kaya türlerindeki değişikliklerin agrega ve beton özelliklerine etkisini değerlendirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla, İstanbul-Ömerli Bölgesi'nde kireçtaşı, kumtaşı ve diyabaz daykların yüzeylendiği bir agrega ocağında çalışılmıştır. Yüzeylenen tüm kayalar agrega olarak beton karışımlarında kullanılmıştır. Test sonuçları, kireçtaşı agregalarından üretilen betonların yüksek dayanımlı beton üretimi için uygun olduğunu göstermiştir. Ancak orta ve yüksek dayanımlı beton üretiminde de karışık agrega ile üretilen betonlar da kullanılabilir. Ayrıca, farklı kalitedeki kayaların agrega olarak betonda karıştırılarak kullanılması kaliteli agrega kaynaklarının uzun yıllar korunması açısından da önemlidir.

Tuğrul ve Yılmaz (2014); Bu çalışmada doğal kaynaklarımızdan biri olan agregalar için bölgesel planlama ve sürdürülebilirliğin önemi üzerinde durulmuş, yerel düzeyde agrega kaynaklarının sürdürülebilirliğini etkileyen önemli sorunlara değinilmiş ve sürdürülebilir agrega üretimi için anahtar parametreler sunulmuştur.

Tuğrul ve Yılmaz (2015); İstanbul ve çevresindeki agrega kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak için bölge plan ve programının gözden geçirilmesi ve kaynakların sürdürülebilir yönetimi için yeni stratejilerin geliştirilmesi ve kaynak planlamasının yapılması gereklidir. Bu bağlamda, öncelikle bölgenin mevcut kaynak ve olanakları ile işletilebilir yeni kaynak alanlarının belirlenmesinin ve bu kaynakların yönetiminin önemine değinilmiştir. Öte yandan, İstanbul'a yakın doğal kaynakların sınırlı olması nedeniyle, geri dönüşüm agregaları (yıkılan bina atıkları, taze beton atıkları vb.) ile İstanbul'a yakın blok taş üreten ocak atıkları, yeraltı kazıları, bina temel kazıları ve derin kazılardan çıkan malzemelerin mümkün olduğunca kullanımının sağlanmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

Zanbak vd. (2015); İstanbul'daki söz konusu maden grupları ile ilgili veriler 2012 tarihli İBB Çevre Düzeni Planı ve İTÜ Raporları ile 2014 tarihli AGÜB Raporunda mevcuttur ve bu maden gruplarının İstanbul ve ülke ekonomisi açısından önemi ve kısıtlamalara yönelik benzer görüş ve yönetim önerileri detaylı olarak verilmektedir. Dolayısı ile bu raporda, söz konusu raporlardaki bilgiler tekrarlanmamakta ve 10/6/2010 RG tarihli 5995 sayılı Kanun ile Maden Kanunu'nda yapılan değişiklikler gereğince İstanbul'da kısıtlama getirilmesi olası maden

grupları faaliyetleri ile ilgili mevcut fiziki ve ekonomik gereksinim konuları ve olası kısıtlamalarla ilgili hukuki konular irdelenmektedir.

Hasdemir vd. (2016); Bu çalışmada, İstanbul il sınırları ve yakın çevresinde yer alan farklı bileşime sahip doğal kumların beton dayanımına etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, tüm numunelerin yüksek dayanımlı beton üretiminde ince agrega olarak kullanıma uygun bulunmasına rağmen, simektit tipi killeri içeren doğal kumların diğer kumlara göre daha düşük agrega kalitesine sahip olduğunu göstermektedir.

Tuğrul vd. (2016); Avrupa Birliği'nin temel stratejilerinden biri, agrega kaynaklarının verimli ve sürdürülebilir kullanımıdır. Agrega kaynaklarının hızla tükenmesi, şehir merkezine yakın taş ocaklarının gelecekte kapanma olasılığı ve kaynakların verimsiz kullanımı İstanbul için önemli bir sorundur. İstanbul ve çevresinde toplam kaynakların verimli kullanımını sağlamak için bölgesel ölçekte planları gözden geçirmek ve kaynakların sürdürülebilir yönetimi için yeni stratejiler geliştirmek için gereklidir.

Tuğrul (2017); Agregalar gibi yenilenemeyen doğal kaynakların gelecek nesiller için koruma altına alınması sürdürülebilir kalkınmanın anahtar parametrelerinden biridir. Bu bağlamda, kaynakların efektif ve sürdürülebilir yönetimi şarttır. Ülkemizde özellikle büyükşehirlerde artan arazi kullanımı baskısı nedeniyle, bu kaynak alanları sınırlandırılma tehdidi altındadır. Bu çalışmada öncelikle, agrega kaynakları için bölgesel planlama ve sürdürülebilirliğin, kalkınmaya etkisi üzerinde durulmuş, yerel düzeyde agrega kaynaklarının sürdürülebilirliğini etkileyen sorunlara değinilmiş ve megakentler için yapılan agrega kaynak planlamasında mühendislik jeolojisi araştırmalarının önemine değinilmiştir. Bildiride ayrıca, agrega üretiminin birçok Avrupa ülkesinden fazla olduğu İstanbul Bölgesi örnek olarak verilmiştir. İstanbul ve çevresindeki agrega kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak için bölge plan ve programının gözden geçirilmesi ve kaynakların sürdürülebilir yönetimi için yeni stratejilerin geliştirilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır.

Tuğrul ve Yılmaz (2017); Sürdürülebilir kalkınmanın anahtar parametrelerinden biri agregalar gibi yenilenemeyen doğal kaynakların gelecek nesiller için koruma altına alınmasıdır. Ülkemizde özellikle büyükşehirlerde artan arazi kullanımı baskısı nedeniyle, bu kaynak alanlarının sınırlandırılması tehdidi altındadır. Bu çalışmada, agrega kaynakları için bölgesel planlamanın önemi üzerinde durulmuş, yerel düzeyde agrega kaynaklarının sürdürülebilirliğini etkileyen önemli sorunlara değinilmiştir. Çalışmada ayrıca, agrega üretiminin çok yoğun olduğu İstanbul Bölgesi örnek olarak verilmiştir. İstanbul ve çevresindeki agrega kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak için bölge plan ve programının gözden geçirilmesi ve kaynakların sürdürülebilir yönetimi için yeni stratejilerin geliştirilmesi gereklidir. Bu bağlamda, öncelikle bölgenin mevcut kaynak ve olanakları ile işletilebilir yeni kaynak alanlarının belirlenmesinin ve bu kaynakların yönetiminin önemine değinilmiştir. Öte yandan, İstanbul'a yakın doğal kaynakların sınırlı olması nedeniyle, geri dönüşüm agregaları (yıkılan bina atıkları, taze beton atıkları vb.) ile yeraltı kazıları, bina temel kazıları ve derin kazılardan çıkan malzemelerin mümkün olduğunca kullanımının sağlanmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

Tuğrul (2018); Artan popülasyon ve yapılaşma ile agreganın en fazla tüketilen yapı malzemesi olduğu belirtilmiştir. Bu durumda, özellikle deprem riski bulunan şehirler için agrega kalitesinin oldukça önemli olduğu ifade edilmiştir. Kalitenin yanı sıra kalitenin devamlılığı, agreganın dayanımı ve yenilikçi fikirlerin de (kaynak verimliliği, ürün yelpazesi, üretim verimliliği, atıkların geri dönüşümü) artırılması gerektiği belirtilmiştir. Bunun dışında, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kişi başına yıllık tüketimin 5 ton olduğu ve gelişmekte olan

ülkelerde 2020 sonlarına doğru ise bu sayının %50 oranında artacağı öngörülmektedir. Agreganın nakliyesinin pahalı olması bu malzemelerin lokal olarak değerlendirilmesinin daha verimli ve ekonomik olacağı; fakat ihtiyaç olması durumunda agreganın ihraç edildiğinde ise üretim maliyetini geçtiği belirtilmiştir. Agreganın üretiminde sürdürülebilirliğin önemli bir faktör olduğu belirtilerek, özellikle Avrupa'da bazı bölgelerde kum ve çakıl üretiminin tükendiği onların yerine ise kırmataş ve geri dönüştürülmüş agregalar kullanılmaktadır. Bu yüzden taşocağı işletmeciliğinde uzun dönem planlanmasının yapılmasının doğru olacağı düşünülmüştür. Çalışmada ayrıca, yerel kanun ve yönetmeliklerin genellikle çevre, sağlık ve güvenlik ile alakalı olduğu belirtilmiş olup, bunların yanı sıra agreganın kaynaklarının sürdürülebilirliğinin de sağlanması gerektiği ifade edilmiştir. Bu kapsamda, jeoloji mühendisi, inşaat mühendisi, maden mühendisi, hidrojeolog, orman ve endüstri mühendisleri, şehir bölge planlamacısı, biyolog, zoolog, arkeolog, ekonomist gibi meslek gruplarının multidisipliner olarak çalışmasının daha doğru olacağı belirtilmiştir.

AGÜB (2019); Bu raporda İstanbul İli ve çevresindeki agreganın madenciliği durumu değerlendirilmiştir. Raporda İstanbul'da son dört yılda tüketilen agreganın miktarı beyan edilmiştir. İstanbul'da yapılması planlanan megaprojeler ve kentsel dönüşüm için yüksek miktarda agreganın ihtiyacı olduğu belirtilmiştir. Kentsel dönüşüm neticesinde yıkılan binalardan ortaya çıkacak olan moloz yığınının günümüz beton standartlarına uygun olmayacağı ve molozların geri dönüşüm neticesinde ancak dolgu agregası olarak değerlendirilebileceği vurgulanmıştır. Raporda ayrıca İstanbul il alanında üretim yapılan agreganın sahalarının son durumları değerlendirilmiş, ilgili üreticilerin sorunlarına değinilmiştir.

Tuğrul vd. (2021); Cebeci Maden Bölgesi Projesi ile İstanbul ili Cebeci Agreganın Ocakları Havzasındaki kireçtaşları ve kumtaşlarının rezerv, kalite ve ürettiği katma değer ile İstanbul'un kentsel yapılaşma sektörü için vazgeçilemez nitelikte bu hammadde kaynağının "korumacı ve çevreye uyumlu" olacak sürdürülebilir bir plan/proje ile yeniden yapılandırılarak işletilmesi sağlanacaktır. Açık ocak agreganın işletmelerinin yeniden yapılandırılmasındaki nihai hedef, ruhsat alanlarının sınırlı olması nedeniyle derinlere doğru, riskli şevler ile üretime devam etmekte olan ocakların daha güvenli üretim için birleştirilmeleridir. Cebeci Bölgesindeki ocakların birleştirilerek, Kuzey ve Güney olmak üzere iki ocakta üretime devam edilmesi önemlidir. Böylece, hammadde üretimi, primer ürün hazırlama, stoklama, ikinci-üçüncü ürünlerin eldesi ve taşıma işleri hem ekonomik ve hem de çevre uyumlu gerçekleştirilebilecektir. Öte yandan, iş gücü temini ve eğitimi, teknik yatırım, altyapı planlaması ve kullanımı, finansman, enerji, pazarlama, denetim ve atık yönetimi konusunda da önemli faydalar sağlanacaktır.

2.2.3 Agreganın Ocakları Çevresel Etkileri İle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar

Beton, asfalt, yol yapımı gibi malzemelerin hammaddesi olan agregaya olan ihtiyaç, günümüzde hızla gelişen yapı sektörü ile beraber artış göstermektedir. Artan taleple beraber agreganın temini için madencilik faaliyetleri de artmakta ve bu faaliyetler neticesinde birçok çevresel sorun ortaya çıkmaktadır (Külekçi ve Yılmaz, 2018). Kırmataşın cevher olarak çıkarılması açık ocak madenciliği ya da diğer adıyla yerüstü madenciliği faaliyetleri ile yapılmaktadır. Açık ocak madenciliği agreganın (cevher) yer yüzeyine yakın bulunduğu alanlarda, maden üzerindeki örtü tabakasının (pasa) alınarak çıkarılması için uygulanan üretim şeklidir. Açık ocak madenciliğinde örtü tabakasının alınması ve cevherin çıkarılması için delme, patlatma, kazı, yükleme, taşıma, kırma, öğütme ve nakliye gibi faaliyetler yürütülmektedir ve bu faaliyetlerin çevresel etkileşimi sonucunda toz emisyonları başta olmak üzere çeşitli kirleticiler çevreye yayılmaktadır.

Artan nüfus, plansız yapılaşma ve hızla gelişen yapı sektörü ile birlikte agrega ocakları yerleşim yerlerine çok yaklaşmış ve talebi karşılamak için gelişigüzel ocaklar açılmıştır. Kırmataş ocaklarının en önemli çevresel etkileri genel olarak 3'e ayrılmaktadır; (1) Patlatma sonucu oluşan gürültü ve sarsıntı, (2) patlatma, sökme, kırma-eleme, nakliye faaliyetleri ile oluşan toz emisyonları, (3) pasanın döküldüğü saha, bitki örtüsünün kaldırılması ve yüksek şevler nedeniyle oluşan görsel kirlilik.

Agreganın üretilmesi için yürütülen faaliyetler yerleşime yakın olduğunda özellikle patlatma kaynaklı çevresel sorunlar (titreşim ve gürültü gibi) oluşmakta ve çevre halkında şikayetlere neden olabilmektedir. Toz emisyonları ise agrega ocaklarından kaynaklanan en önemli çevresel sorunlardan biridir ve ocakta yapılan hemen hemen tüm faaliyetler toz emisyonunun oluşmasına neden olmaktadır.

Agrega ocaklarının çevresel etkileri ülkemizde ÇED Yönetmeliği (2014) kapsamında değerlendirilmektedir. ÇED Yönetmeliği Ek 1'de ÇED uygulanacak projeler listesi ve Ek 2'de seçme eleme kriterleri uygulanacak projeler listesi verilmiştir. İşletmelerde yürütülen faaliyetlere seçme eleme kriterleri uygulanır ve kriterlerin üstünde olan projeler ve Ek 1 listesindeki projeler için ÇED Başvuru Dosyası ve sonrasında detaylı ÇED Raporu hazırlanarak Bakanlığa, kriterlerin altında kapasiteye sahip olanlar Proje Tanıtım Dosyası hazırlanarak İl Çevre Müdürlükleri'ne sunulmaktadır.

Agrega ocaklarından kaynaklanan toz emisyonları 'kaçak toz' olarak sınıflandırılmakta, emisyon miktarları doğrudan ölçüm yöntemiyle tespit edilememektedir (Çoban Beşir, 2015). Toz emisyonlarının hesabı Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü (SKHKK) Yönetmeliği'nde (2009) "taş çıkarma, kırma ve sınıflandırma tesisleri" için verilen emisyon faktörleri kullanılarak yapılmaktadır (Tablo 2.4). Emisyon faktörleri patlatma, sökme, yükleme, nakliye, boşaltma, depolama, birincil, ikincil ve üçüncül kırıcılar gibi her bir faaliyet ve kontrollü ve kontrolsüz durumlar için yönetmelikte verilmiştir. Madencilik konulu çevresel etki değerlendirme çalışmalarında sunulan hava kalitesi değerlendirmeleri mevcut tesislerde periyodik olarak yapılan toz ölçümlerinden faydalanılarak gerçekleştirilirken henüz planlama aşamasında olan işletmelerde ise SKHKK Yönetmeliği'nde yer alan emisyon faktörleri kullanılarak hesaplama ve değerlendirmeler yapılmaktadır.

Tablo 2.4: Toz Emisyonu Kütlesel Debi Hesaplamalarında Kullanılacak Emisyon Faktörleri (SKHKK Yönetmeliği-Tablo 12.6, RG-20/12/2014-29211).

Kaynaklar	Kontrolsüz	Kontrollü	Birim
Patlatma	0,080	-	
Sökme	0,025	0,0125	
Yükleme	0,010	0,005	
Boşaltma	0,010	0,005	kg/ton
Birincil Kırıcı	0,243	0,0243	
İkincil Kırıcı	0,585	0,0585	
Üçüncül Kırıcı	0,585	0,0585	
Nakliye (gidiş-dönüş toplam mesafesi)	0,7	0,35	kg/km-araç
Depolama	5,8	2,9	kg toz/ha gün

2.2.4 Emisyon Kaynakları

Agrega ocağında yürütülen faaliyetler genel olarak işletme öncesi hazırlık aşamasını oluşturan faaliyetler ve işletme sırasındaki faaliyetler olarak iki kısımda incelenebilir. Agreg a ocağı faaliyetlerinden kaynaklı emisyonların büyük bir kısmı taşın çıkarılması, kırma-eleme ve nakliye gibi işletme sırasındaki faaliyetler sonucu oluşmaktadır.

İşletme öncesi hazırlık aşamasını oluşturan faaliyetler, işletme sahasının agrega üretimi için hazır hale getirilmesi işlemlerini kapsamaktadır. Ocak sahası içi yollar, pasa alanları, ocak alanı, idari ve yardımcı binalar, agrega kırma-eleme tesisleri gibi tüm proje ünitelerinin inşası, inşaat öncesinde kullanılacak alanlardaki bitkisel toprağın sıyrılması, kamyonlara yüklenip depolama alanına taşınması, boşaltılması ve depolanması, kazı-dolgu ve tesviye işlemleri bu süreçteki toz emisyon kaynaklarıdır (Çevre ve Şehircilik Bak., 2018).

İşletme faaliyetleri, agreganın çıkarılmasından kullanılabilir bir ürün haline getirilmesine kadar gerçekleştirilen tüm işlem basamaklarını kapsamaktadır. Ocağın planlamasına göre üretim ve cevher hazırlama işlemlerine ek olarak ocak alanının genişletilmesi ve çalışmanın bittiği alanların rehabilitasyonu gibi işlemler işletme aşamasında eş zamanlı yapılabilmektedir. Bu sebeple işletme faaliyetleri sırasında daha fazla emisyon oluşmaktadır.

Agrega ocaklarında işletme öncesinde ve işletme sırasındaki faaliyetlerden kaynaklanabilecek emisyonlar toz, azot oksitler (NO_x), kükürt oksitler (SO_x) ve karbon monoksit'tir (CO) (Tablo 2.5).

Tablo 2.5: Agreg a ocağı faaliyetlerinde oluşabilecek emisyonlar ve kaynakları.

Emisyon/parametre	Faaliyet/Emisyon kaynağı
Toz	Patlatma, sökme, yükleme- boşaltma, kırma-eleme, nakliye, depolama
Azot oksitler	
Kükürt oksitler	Sökme, kazıma, yükleme-boşaltma, nakliye
Karbon monoksit	(iş makineleri, kamyonlar)

Madencilik faaliyetlerinden kaynaklı en önemli kirletici tozdur. Patlatma, sökme/kazıma, yükleme, boşaltma, nakliye, kırma-eleme işlemleri ve depolama başlıca toz emisyonlarının oluştuğu faaliyetlerdir.

Cevher hazırlama aşamasında en önemli toz emisyon kaynağı kırma-eleme tesisleridir. Ocaktan çıkarılan kayaçlar kırıldıkça malzemenin yüzey alanı daha da artmakta ve küçük boyutlardaki (mikron) tozlar ortama yayılmaktadır. Kırma-eleme sisteminde malzemenin ilk beslendiği yer kaba kırma işlemini yapan birincil kırıcıdır. Açık ocak işletmelerinde tüm kırma eleme sistemi genellikle birbirine yakın ve ocağa belirli bir güvenli mesafede konumlandırılır. Birincil kırıcı sonrasında hedeflenen cevher boyutunun sağlanabilmesi için ihtiyaca göre elek sistemleri, ikincil ve üçüncül kırıcılar kullanılmaktadır. Agreg a ne kadar çok kuru yapıda ve ince kırılırsa sistem içinde toz oluşumu daha fazla olacaktır.

Agreg a ocaklarında kırma-eleme sisteminden çıkan ürünler satışa sunulmak üzere stok sahasında depolanmaktadır. Ayrıca işletme sahası içinde kırma-eleme tesisinin durumuna ve kullanım yerine göre geçici ara ürün depolama alanları da bulunabilmektedir. Stoklanan/depolanan malzemenin toz emisyon miktarı stok yüzey alan büyüklüğüne, stok bekleme süresine, nem içeriğine, ince malzeme oranına ve rüzgar alma koşullarına bağlıdır.

Madencilik faaliyetlerinden kaynaklı NO_x, SO_x ve CO emisyonlarının büyük bir bölümü sıklıkla kullanılan ekskavatör, kamyon, yükleyici, greyder, silindir gibi makine ve ekipmanlarda kullanılan yakıtın yanması sonucu oluşmaktadır.

2.2.5 Literatür- Önceki Çalışmaların İncelenmesi

2.2.5.1 İstanbul İli

İstanbul'da taş çıkarma, kırma eleme tesislerinin çevresel etkileri konusunda yapılmış çalışmaların sayısı oldukça kısıtlıdır. Bu çalışmalarda genellikle patlatma, titreşim, gürültü, toz emisyonları, ocak faaliyetlerinin yüzeysel sulara etkisi gibi çevresel etkiler ele alınmış olup aşağıda özetlenmiştir.

Doğan ve diğ. (2003) tarafından yapılan çalışmada İstanbul'da agrega ocaklarının yoğunlaştığı Cendere, Çatalca, Cebeci ve Ömerli bölgelerindeki ocaklar incelenmiş, ocakların durumu, kapasitesi, çıkarılan malzemenin özellikleri ortaya konmuştur. Bazı ocakların son yıllarda yerleşim yerlerinin içinde kaldığı, ocaklarda gürültü, titreşim ve toz gibi çevresel sorunlar olduğu belirlenmiştir.

Örgün ve diğ. (2003) tarafından İstanbul-Çatalca-Muratbey 'de yapılan çalışmada bölgedeki madencilik faaliyetlerinin Büyükçekmece göl havzasında yer alan yüzey sularında ve çevreye olan etkisi araştırılmıştır. İnceleme alanındaki dere, kuyu ve kaynaklardan 13 farklı noktadan su numuneleri alınmış, örneklerde anyon ve katyon analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre sulara baskın katyonun Ca⁺⁺ ve baskın anyonun HCO₃⁻ olduğu belirlenmiş ve bölgede hâkim akifer kayanın karbonatlı kayalar olduğu belirtilmiştir. Su örnekleri Fe, Pb, Zn, Cu ve Ni açısından da incelenmiş ve önemli bir kirlilik değeri saptanmamıştır.

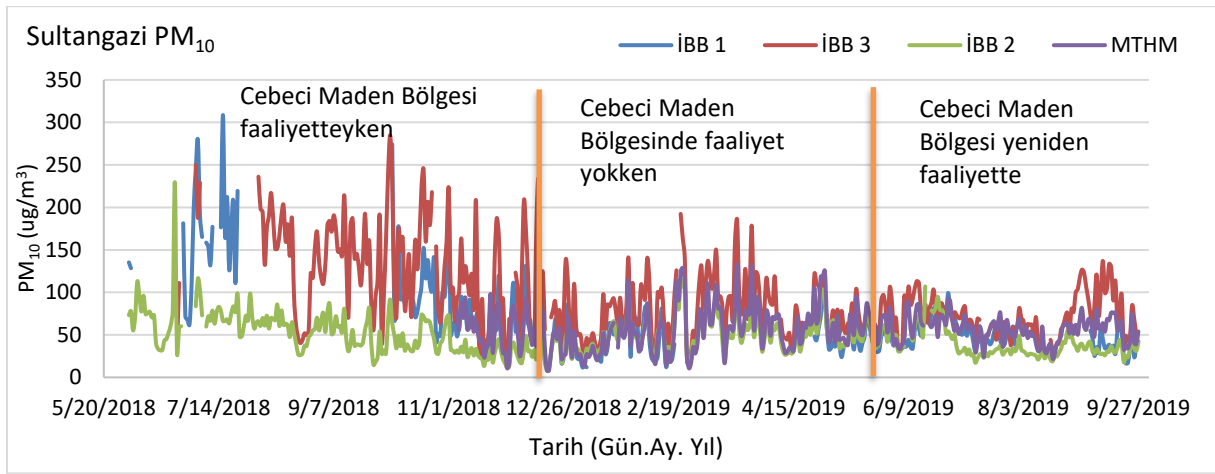
Kuzu ve Ergin (2005) tarafından İstanbul'da Sarıbayır taş ocağında yapılan çalışmada patlatma faaliyeti sonucunda oluşan titreşim ve gürültü gibi çevresel etkileşimlerin taş ocağına yakın lokasyonlardaki yapılarda etkileri incelenmiş, ocak için etkiyi en aza indiren güvenli patlatma kriterleri belirlenmiştir.

Alp ve diğ. (2014) tarafından İstanbul-Cebeci maden bölgesinde yapılan çalışmada çalışmanın yapıldığı dönemde bölgede aktif olan 15 farklı agrega ocağında toz ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm çalışmasında PM₁₀ ve çöken toz parametreleri izlenmiştir. Cebeci maden bölgesi agrega ocaklarında ölçülen PM₁₀ konsantrasyonlarının İstanbul'un diğer bölgelerindeki PM₁₀'un yaklaşık 3-5 katı olduğu tespit edilmiştir.

Uça Avcı (2019) tarafından İstanbul için yapılan bir çalışmada, Avrupa yakası Karadeniz kıyısına yakın bir bölgede madencilik faaliyetleri sonrası topografyası bozulmuş alanlar belirlenmiş ve bu alanlar için 1995-2019 yılları arasındaki 3 yıl çözünürlüklü uydu verileri temin edilmiştir. Uydu verileri incelenerek, madencilik faaliyetleri sonrasında riskli zeminler belirlenmiş, riskli alanların yüzölçümünün yaklaşık 122 km² olduğu hesaplanmıştır.

İstanbul'da Cebeci maden bölgesinde Tuğrul ve diğ (2021) tarafından kapsamlı bir çalışma yürütülmüştür. Önceden 15 farklı agrega tesisinin bulunduğu Cebeci maden bölgesi (Alp ve diğ., 2014) Kuzey ve Güney Cebeci olarak iki bölge şeklinde ve sadece iki agrega tesisi ile faaliyet gösterecek şekilde düzenlenmiş ve bölgedeki madencilik faaliyetleri, işleyişi ve faaliyetlerin çevresel etkileri araştırılmıştır. Kuzey Cebeci ve Güney Cebeci agrega işletmeleri faaliyetlerinin çevresel etkileri incelendiğinde en fazla toz emisyonunun malzemenin işletme

dışına nakliyesi sırasında oluştuğu ve çevre yerleşim yerlerinde nakliye kaynaklı tozun etkili olduğu gözlenmiştir. İşletme içindeki patlatma, sökme, yükleme-boşaltma ve nakliye faaliyetlerinden kaynaklanan toz emisyonlarının ise işletme içinde çökelediği, ancak ince fraksiyondaki tozların taşınarak çevreye yayıldığı gözlenmiştir. Tozların yayılımında atmosferik koşullar, rüzgar hızı ve yönü, mevsimsel farklılıklar gibi parametrelerin etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada agrega ocak faaliyetlerindeki değişikliklerin PM₁₀ konsantrasyonlarına etkisi ayrıntılı olarak incelenmiştir (Şekil 2.5). Cebeci maden bölgesinde madencilik faaliyetlerinin eski sistemde yürütüldüğü Aralık 2018 öncesinde aylık PM₁₀ ortalamalarının daha yüksek olduğu (29,6 µg/m³ - 352,8 µg/m³), faaliyetlerin durdurulduğu dönemde ise PM₁₀'un 33,3-168,9 µg/m³ arasında değiştiği görülmüştür. Maden Bölgesi faaliyetlerinin tekrar başladığı Mayıs 2019 sonrasında ise konsantrasyonların 40,0-83,3 µg/m³ arasında değiştiği belirlenmiş, faaliyetlerin durduğu dönemde PM₁₀ konsantrasyonlarının yüksek ölçülmesinin sebebinin mevsimin kış olması ve evsel ısınma gibi farklı toz emisyon kaynaklarının etkisi olarak belirtilmiştir.



Şekil 2.5: Cebeci Maden Bölgesi çevresindeki Hava Kalitesi Ölçüm istasyonlarında PM₁₀ konsantrasyonlarının zamansal değişimi.

2.2.5.2 İstanbul İli Dışında Yapılmış Çalışmalar

İstanbul dışındaki diğer illerimizde agrega ocak faaliyetleri ve çevresel etkileri konusunda yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Koca ve Kıncal (2004) tarafından İzmir'de yürütülen çalışmada İzmir'de bulunan yaklaşık 80 tane agrega ocağında jeoteknik çalışma yapılmıştır. Agrega ocakları işletme sahalarında eğimlerin uygun olmadığı, işletmelerin şehir içinde kalmasından dolayı çevresel açıdan da sorun oluşturduğu belirlenmiştir.

Çoban Beşir (2015) tarafından Uşak'ta yürütülen çalışmada taş kırma, çıkarma ve sınıflandırma tesislerindeki faaliyetlerden kaynaklanan toz emisyonları incelenmiştir. Bu çalışmada Uşak ili sınırları içinde bir taş ocağından kaynaklanan toz emisyonları emisyon faktörleri kullanılarak hesaplanmış ve dispersiyon modeline tanımlanmıştır. Türkiye, Kanada, Amerika ve Avustralya gibi farklı ülkelerin emisyon faktörleri ile yapılan hesaplama sonuçları karşılaştırılmıştır. Aynı maden için Türkiye emisyon faktörleriyle yapılan hesaplamaların diğer ülkelerin emisyon değerlerine göre 2 kattan daha fazla emisyon oluşturduğunu göstermiştir. Türkiye için en çok toz emisyonunun kırma-eleme işleminden, diğer ülkelerde ise taşıma işleminden kaynaklandığı görülmüştür. Ayrıca madencilik faaliyetleri çok çeşitli olduğu için toz emisyonu hesaplama

yöntemleri için bir standart tanımlamanın zor olduğu, malzeme özellikleri, madencilik yöntemi, atmosferik koşullar gibi parametrelerin her madene özgü olduğu belirtilmiş ve çevresel etkilerin maden sahalarının özelliklerine göre değerlendirilmesi gerektiği önerilmiştir.

Coşkun (2016) tarafından yapılan çalışmada Kayseri ili İncesu ilçesinde yer alan bir agrega tesisinden kaynaklanan toz emisyonları sahada ölçüm ve modelleme olmak üzere iki farklı metot kullanılarak hesaplanmış, modelleme sonuçlarının işletme alanındaki toz miktarları ile benzer olduğu bulunmuş ve modellemenin toz emisyonlarının hesabında kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Külekçi ve Yılmaz (2018) tarafından yapılan bir çalışmada Karadeniz bölgesindeki agrega ocağı işletmelerinin çevre ve tarım arazilerine etkileri araştırılmıştır. Agregada ocağı işletmelerinden kaynaklanan tozun işletme sahasına yakın konumda bulunan tarım arazileri üzerinde olumsuz etkileri olduğu, bitkilerin toprak yüzeyinde kalan dal, yaprak, ipek, gövde kısımlarını etkilediği, çökelen tozların bitkilerin fotosentez yapmasını engelleyebildiği, yeni ekilmiş fidan, tomurcuk gibi koruyucu epidermis katmanına sahip bitkilerin koruyucu katmanını bozarak gelişimi durdurabildiği belirtilmiştir.

Tolunay (2020) tarafından yapılmış çalışmada Trakya bölgesindeki açık maden ve agrega ocaklarının çevresel etkileri ve ÇED süreçleri incelenmiştir. Agregada ocaklarında oluşan yarımların suyun sızma ve akış yollarının kesilmesine, değişmesine, toprak su kaybına, su kirliliğine neden olduğu, ayrıca faaliyetlerden kaynaklanan toz emisyonunun bitkilerde olumsuz etkilere sebep olduğu belirtilmiştir.

Bingöl (2020) tarafından yürütülen çalışmada Erzurum ili Aziziye ilçesinde yer alan bir agrega ocağının toz emisyon ölçüm sonuçları kullanılarak emisyon konulu çevre izni bakımından SKHKK yönetmeliği kapsamında değerlendirilmiştir. Tesis içinde tozu önlemek için alınan önlemlerin etkin olduğu, toz konsantrasyonlarının yönetmelikte belirtilen sınır değerleri aşmadığı belirlenmiştir.

Aksakal (2021) tarafından Bolu'da yürütülen çalışmada üç farklı kalker ocağı ve kırma-eleme tesislerinden alınan toz örneklerinde asbest varlığı araştırılmıştır. Hiçbir örnekte asbest liflerinin tespit edilmediği, ancak asbestiform türünde minerallere rastlandığı belirtilmiştir.

2.2.6 Mevcut Durum-Agregada Ocakları ve İstanbul Genel Hava Kalitesi

2.2.6.1 Agregada Ocakları ve Hava Kirliliği Ölçüm İstasyonları

İstanbul'da agrega ocaklarının yoğun olarak bulunduğu bölgeler Avrupa yakasında Cendere bölgesi (Ayazağa-Kemerburgaz arası), Cebeci ve Çatalca bölgeleri, Anadolu yakasında ise Ömerli ve Şile ilçeleridir. İstanbul'da 3. havalimanı yapımı sırasında Kuzey Marmara (Tayakadın) bölgesinde de agrega ocakları yoğun olarak faaliyet göstermeye başlamıştır. Agregada ocak faaliyetleri sonucu oluşan en önemli çevresel etki önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi toz emisyonlarıdır. Ocak sınırları içindeki patlatma, sökme, kırma-eleme ve nakliye sırasında oluşan toz emisyonlarının kaba partikül fraksiyonunda olan kısmı (2.5 mikrondan daha büyük partiküller) işletme içinde çökelerken ince partikül fraksiyonunda olan kısmı (2.5 mikrondan küçük partiküller) atmosferik koşulların da etkisiyle işletme sınırları dışındaki yerleşim yerleri, tarım arazileri gibi uzak yerlere taşınabilmektedir. Ayrıca ocakta çıkarılan malzemenin işletme dışına kamyonlarla nakliyesi sırasında önemli miktarda (ocak faaliyetleri sonucu oluşan toplam tozun yaklaşık %80'i (Tuğrul ve diğ. 2021) toz emisyonları

oluşmaktadır. Dolayısıyla İstanbul'da agrega ocaklarının bulunduğu konumlar kadar malzemenin nakliyesinde kullanılan yol ve rotalar toz emisyonunun azaltılması için dikkate alınması gereken hususlardan biridir.

İstanbul'da hava kalitesi İBB Çevre Koruma Müdürlüğü ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Marmara Temiz Hava Merkezi tarafından işletilen Hava Kalitesi Ölçüm İstasyonları (HKÖİ) ile izlenmektedir. İstanbul'da agrega ocaklarının yoğun olarak bulunduğu bölgeler ve bu bölgelere en yakın konumda bulunan hava kalitesi ölçüm istasyonları ve istasyonların özellikleri Tablo 2.6'da verilmiştir. Tablo 2.6'da görüldüğü gibi ocaklara en yakın konumda bulunan istasyonlar Cebeci maden bölgesine 1-3 km yakınlıkta bulunan istasyonlardır (Şekil 2.6, Sultangazi-1, Sultangazi-2, Sultangazi-3 ve Sultangazi-4). Bunun dışında Şile HKÖİ'nun da Şile agrega ocakları bölgesine yakın olduğu söylenebilir (3-4 km, Şekil 2.6). Gebze'de bulunan istasyonların da bu bölgedeki ocaklara 3-5 km mesafede olduğu görülmektedir (Şekil 2.7). Diğer agrega ocak bölgeleri ve mevcut istasyon konumları Şekil 2.8-2.11'de verilmiştir. Ancak bir istasyonun bir kaynağı temsil edebilmesi için aralarındaki mesafenin 2 km'den daha az olması gerekmektedir. Bu tanıma uyan istasyonların ise mevcut durumda sadece Avrupa yakasında Cebeci bölgesindeki istasyonlar olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, toz emisyonlarının özellikle malzemenin işletme dışında nakliyesi sırasında oluştuğu da dikkate alınmalı ve nakliye rotalarının da istasyonlara yakınlıkları rüzgar yönü, rüzgar hızı gibi atmosferik koşullarla birlikte dikkate alınmalı ve değerlendirilmelidir.

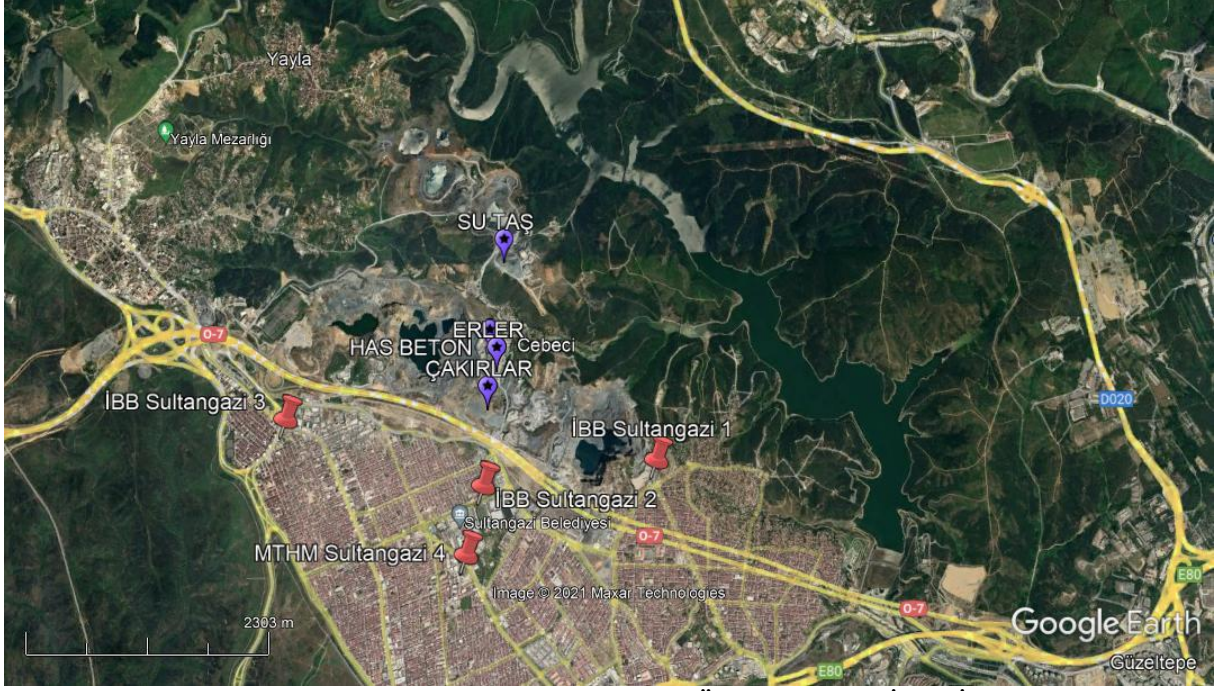
Tablo 2.6: İstanbul Agrega ocaklarının yoğun olarak bulunduğu bölgeler ve en yakın hava kalitesi ölçüm istasyonları (HKÖİ).

İstanbul Agrega Ocakları- Bölge	En Yakın HKÖİ	HKÖİ - temsil ettiği kaynak	HKÖİ- İşleten Kurum	HKÖİ Enlem	HKÖİ Boylam	HKÖİ'nin Agrega ocaklarına yaklaşık mesafesi (km)
Şile	Şile	Şehir Arkaplan	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	41,1704	29,5633	3-4
Ömerli	Sultanbeyli	Kentsel	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	40,9844	29,2688	15-16
	Sancaktepe	Kentsel	İstanbul Büyükşehir Belediyesi	41,0032	29,2259	15-16
Ayazağa	Sarıyer-Maslak	Şehir Arkaplan	İstanbul Büyükşehir Belediyesi	41,1000	29,0245	4-6
Cebeci	Sultangazi 1	Taş Ocakları	İstanbul Büyükşehir Belediyesi	41,1091	28,8943	1-3
	Sultangazi 2	Kentsel-Trafik	İstanbul Büyükşehir Belediyesi	41,1077	28,8743	1-3
	Sultangazi 3	Taş Ocakları	İstanbul Büyükşehir Belediyesi	41,1144	28,8519	1-3
	Sultangazi 4	Kentsel-Trafik	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	41,1019	28,8720	1-3
Çatalca	Tekirdağ-Çerkezköy-MTHM	Kentsel	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	41,3186	27,9803	18-40
Tayakadın/ Kuzey Marmara	Arnavutköy	Kırsal	İstanbul Büyükşehir Belediyesi	41,2209	28,7075	7-15 km
Gebze	Gebze OSB	Sanayi	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	40,8461	29,4251	5.13
	Gebze MTHM	Isınma	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	40,8108	29,4365	3.45

HKÖİ: Hava kalitesi ölçüm istasyonu

İBB: İstanbul Büyükşehir Belediyesi

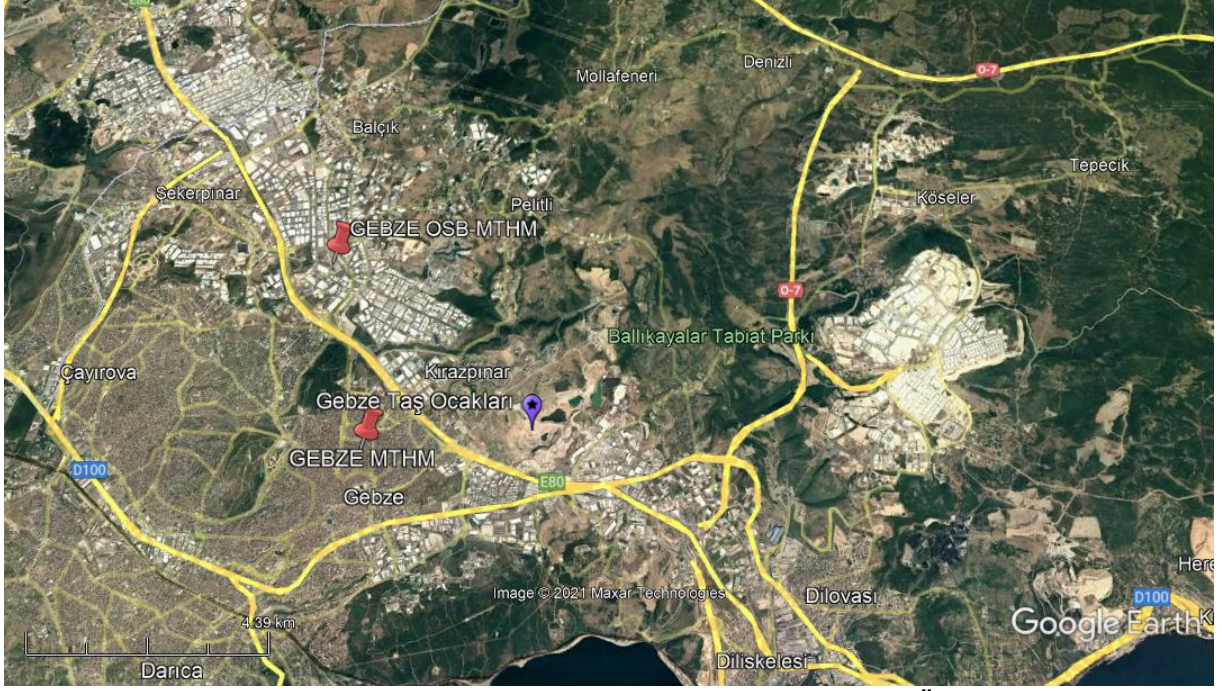
MTHM: Marmara Temiz Hava Merkezi



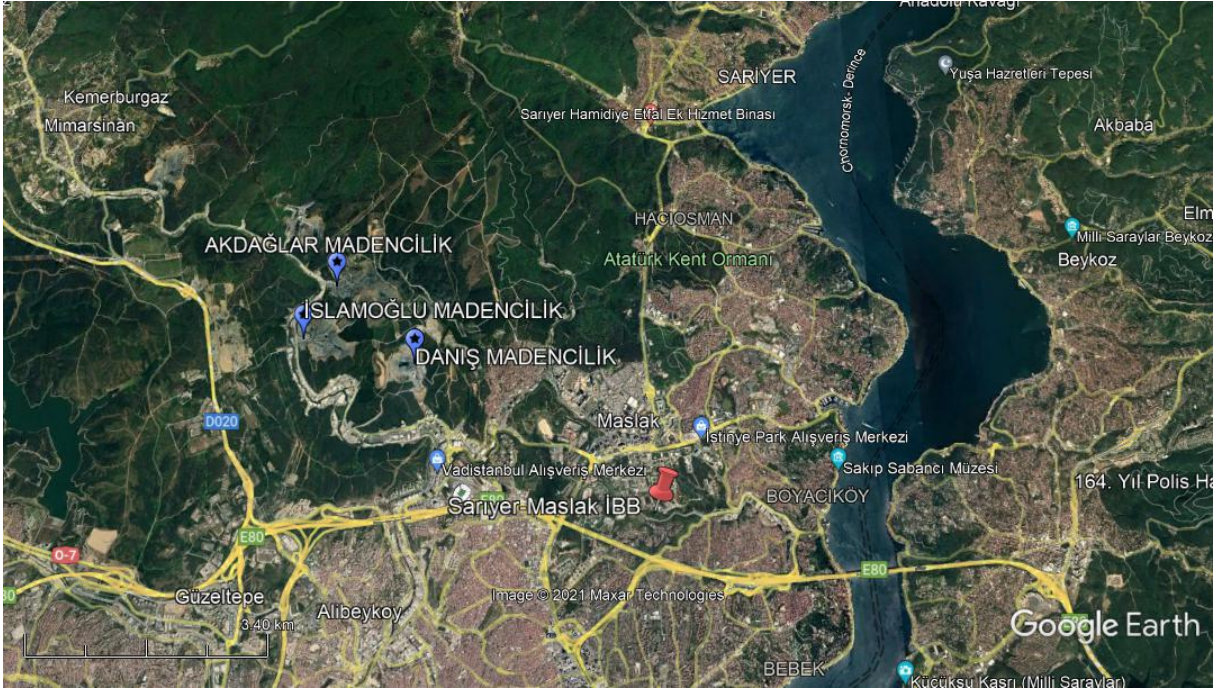
Şekil 2.6: Cebeci maden Bölgesi ve Sultangazi 1-4 HKÖ istasyonları (İBB: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, MTHM: Marmara Temiz Hava Merkezi). (Yukarıdaki haritada gösterilen Sutaş Kuzey Cebeci olarak, Erler, Has Beton, Çakırlar ise Güney Cebeci olarak isimleri değişmiştir.)



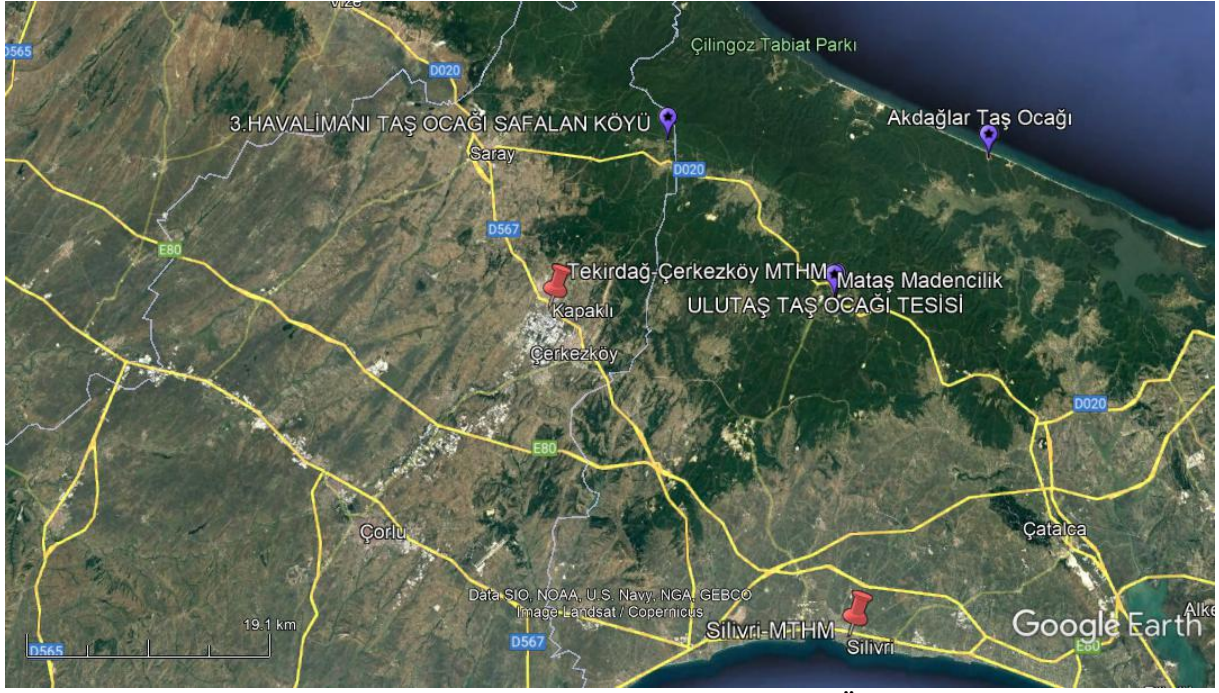
Şekil 2.7: Şile ilçesinde bulunan agrega ocakları ve Şile HKÖ İstasyonu (MTHM).



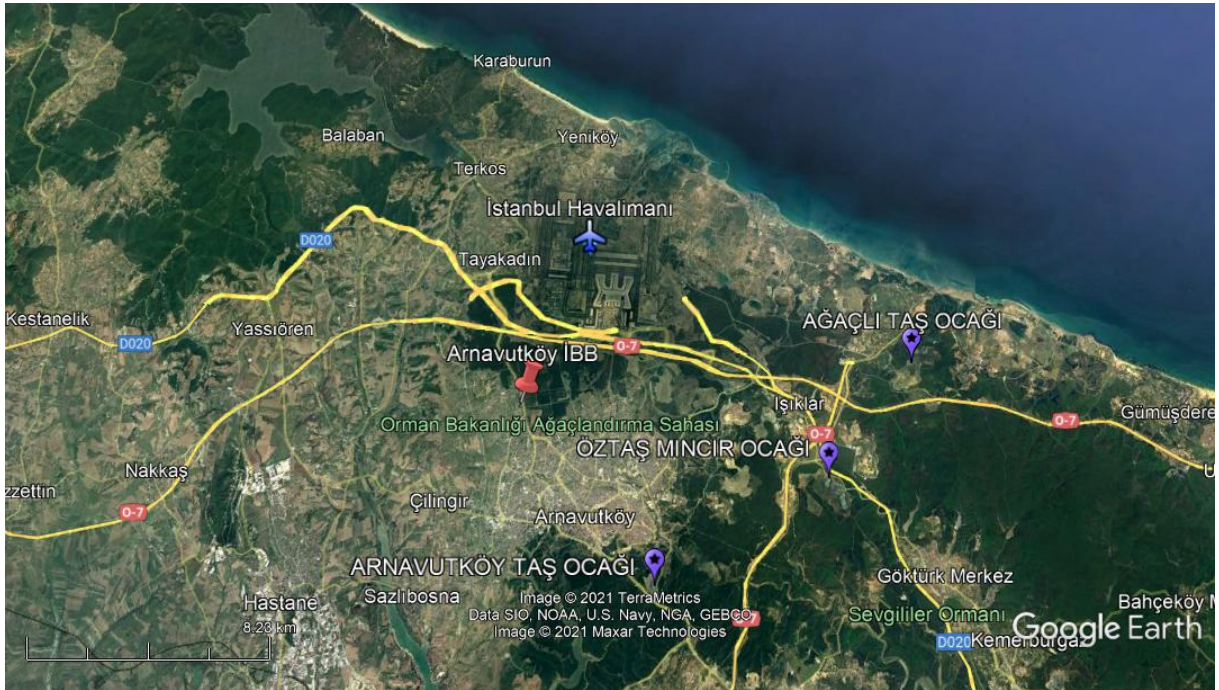
Şekil 2.8: Gebze ilçesinde bulunan agrega ocakları ve Gebze HKÖ istasyonu (MTHM) (Haritada Gebze Ocakları olarak adlandırılan ocaklar Ayhanlar-Aytaş, Kancataş, Kar Grup, Maden Yapı, Tarmak ocakları olup ikinci ilerleme raporunda sunulmuştur).



Şekil 2.9: Ayazağa'da bulunan agrega ocakları ve Maslak HKÖ istasyonu (İBB).



Şekil 2.10: Çatalca'da bulunan agrega ocakları ve Çerkezköy HKÖ istasyonu(MTHM).



Şekil 2.11: Tayakadın'da bulunan agrega ocakları ve Arnavutköy HKÖ istasyonu (İBB).

2.2.6.2 Agrega Ocak Bölgeleri ve Hava Kalitesi

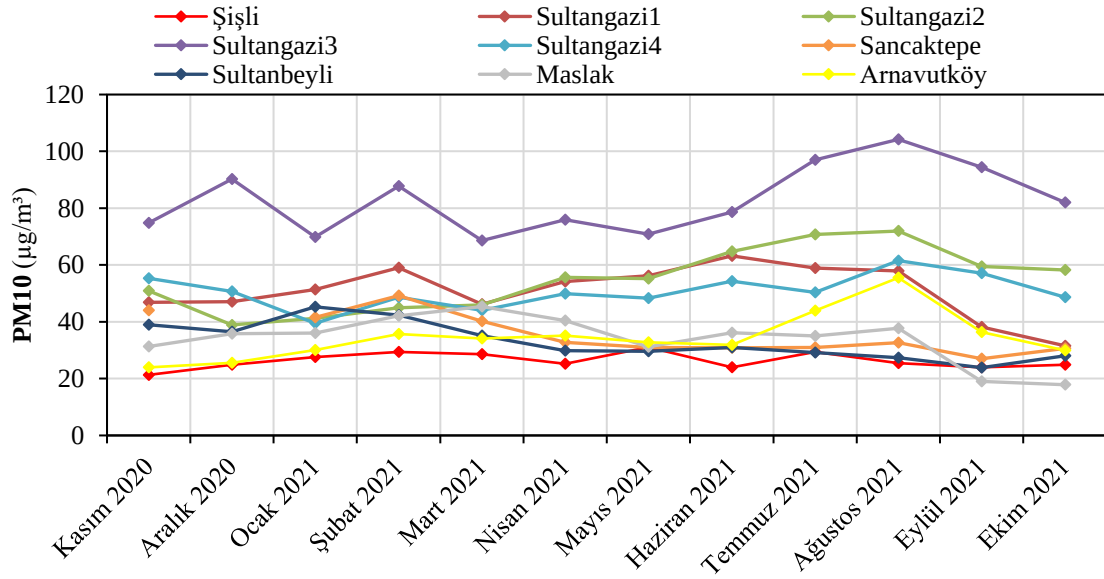
İstanbul'da agrega ocak faaliyetlerinden kaynaklanan toz emisyonlarının mevcut istasyonlarında ölçülen PM₁₀ ve PM_{2.5} konsantrasyonlarında etkisini incelemek için bir ön değerlendirme yapılmış ve Şile, Ömerli, Ayazağa, Cebeci ve Tayakadın maden bölgelerine en yakın konumda bulunan istasyonlardan alınan verilerin istatistiksel değerlendirme sonuçları Tablo 2.7'de verilmiştir. En yüksek PM₁₀ konsantrasyonları Cebeci bölgesindeki istasyonlarda ölçülmüştür (Şekil 2.12). Sultangazi 1-4 istasyonlarında Kasım 2020-Ekim 2021 tarihleri arasında ölçülen PM₁₀ konsantrasyonlarının ortalamasının 50-82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aralığında değiştiği

görülmektedir. Bu değerler Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde verilen yıllık ortalama $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'lük limit değerinin üstündedir.

Tablo 2.7: Kasım 2020-Ekim 2021 arasında İstanbul'da bulunan hava kalitesi ölçüm istasyonlarında hava kirlleticilerinin konsantrasyonu ($\mu\text{g m}^{-3}$)

İstanbul Taş Ocakları-Lokasyon	En Yakın HKÖİ	PM ₁₀				PM _{2.5}			
		N	Ort. (Std sapma)	Min.	Mak.	N	Ort. (Std.)	Min.	Mak.
Şile	Şile	8433	26.3 (14.2)	1.2	137.8	-	-	-	-
Ömerli	Sultanbeyli	8268	33.2 (29.3)	0.2	309.8	-	-	-	-
	Sancaktepe	7332	35.3 (28.0)	2.1	314.8	-	-	-	-
Ayazağa	Sarıyer-Maslak	8425	33.8 (25.1)	0.1	333.2	8188	13.4 (11.4)	0.1	129.9
Cebeci	Sultangazi 1	8582	50.7 (36.5)	0.8	455.2	-	-	-	-
	Sultangazi 2	8308	54.7 (29.7)	2.7	344.7	-	-	-	-
	Sultangazi 3	7452	82.4 (51.8)	0.1	597.0	-	-	-	-
	Sultangazi 4	8398	50.6 (32.0)	0.7	526.9	8552	14.5 (11.3)	0.1	113.2
Tayakadın/Kuzey Marmara	Arnavutköy	8383	34.8 (26.0)	1.0	360.3	8370	16.0 (11.7)	0.1	112.4

N: Veri sayısı, Ort.: Ortalama, Std.: Standart sapma, Min.: Minimum, Mak.: Maksimum



Şekil 2.12: İstasyonlarda izlenen aylık ortalama PM10 konsantrasyonu değişimi.

Şekil 2.12'de Sultangazi 1-4, Sultanbeyli, Sancaktepe, Arnavutköy, Maslak ve Şişli istasyonlarında Kasım 2020- Ekim 2021 tarihleri arasında ölçülen PM₁₀ konsantrasyonlarının aylık ortalama değişimi görülmektedir. Maslak istasyonu İBB tarafından şehir arka plan istasyonu olarak tanımlanmıştır. Şişli (Mecidiyeköy) istasyonu ise trafik emisyonlarını temsil eden bir istasyondur. Şehir arka plan istasyonu trafik, evsel ısınma ve endüstriyel gibi emisyon kaynaklarından doğrudan etkilenmeyen (en yakın emisyon kaynağından 2 km'den daha uzakta olan) ve şehrin tüm emisyon kaynaklarının karışımını temsil eden istasyon olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla şehir arka plan istasyonunda ölçülen konsantrasyonlardan daha yüksek konsantrasyonların ölçülmesi baskın bir emisyon kaynağının varlığını göstermektedir. Şekil 2.12'den de görüldüğü gibi en yüksek aylık ortalama PM₁₀ konsantrasyonu Cebeci maden bölgesine çok yakın konumda bulunan Sultangazi-3 istasyonunda ölçülmüştür. Sultangazi-1,

Sultangazi-2 ve Sultangazi 4 istasyonlarında ölçülen PM₁₀ aylık ortalama konsantrasyonlarında yüksek olduğu görülmektedir. Bu dört istasyonda ölçülen toz emisyonlarında Cebeci maden bölgesi faaliyetlerinin etkisi görülmektedir.

2.2.7 Agrega Sektörü İçin Güncel Araştırmalar

Özellikle büyükşehirlerde ve yakın alanlarındaki agrega madenleri ile ilgili sosyal, çevresel, sağlık ve güvenlik standartlarının yükselmesi nedeniyle mevcut kısıtlamalar tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de artmaktadır. Bu sebeple, gelecekte daha büyük zorluklarla karşılaşacak olan agrega üreticilerinin mevcut ihtiyaçları gün geçtikçe artmaktadır. Bununla birlikte, küresel standartlar değiştikçe, agrega üreten şirketler, diğer maden şirketleri gibi, projelerinden değer elde etmek için giderek daha yenilikçi olmak zorunda kalmaktadırlar.

Bugünün agrega endüstrisinde üreticiler, klasik yöntemlere başvurarak veya fiyat düşürerek rekabet etme eğilimindedirler. Oysa, günümüz ve gelecek şartlarında bu mümkün olamayacaktır. Zira karlılığını artırmak isteyen madencilik şirketleri Ulusal ve Yerel Yönetimlerin dahil olduğu uluslararası mutabakatlar, sözleşmeler, anlaşmalara uygun üretim yapmak durumundadır.

Günümüzdeki araştırmalar ve sektörün çabaları; Kalite, kalite sürekliliği, dayanıklılık ve inovasyonların yanı sıra, kaynak verimliliğini, üretimi, ürün yelpazesini, üretkenliği, atık malzemelerin kullanımını artırma, karbon ayak izini azaltma, enerji verimliliğini artırma yönündedir.

Küresel standartlar değiştikçe, agrega üreten şirketler, diğer maden şirketleri gibi, projelerinden değer elde etmek için giderek daha yenilikçi olmak zorunda kalmaktadırlar. Dijital çağ ve bununla ilgili dönüşüm süreci, küresel iklim değişikliği, artan doğal afetler, salgınlar hastalıklar, şirketleri değişime hızlandırmaya zorlamıştır.

Bugünün agrega endüstrisinde rekabetçi kalmak, bilimsel yaklaşımlar, doğru bilgiler, inovasyon ve AR-GE çalışmalarından elde edilen verilere dayalı ekonomik üretimle mümkün olabilir.

2.2.8 İstanbul'daki Agrega Üreticilerinin Mevcut Sorunları

Agrega Üreticileri Birliği (AGÜB) ve sahada üreticiler ile yapılan görüşmeler neticesinde, İstanbul'daki agrega üreticilerinin güncel sorunları aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

- Özellikle İstanbul gibi büyükşehirlerde çevresel baskılar ve dolayısıyla kısıtlar gün geçtikçe artmaktadır. Bu sorunların önüne geçmek için İstanbul için “Agrega Kaynak Planlaması” yapılmalıdır.
- İstanbul'da Anadolu ve Avrupa yakalarında agrega madenciliğinin yapıldığı bölgelerde izin süreçlerinde (orman, çevre, temdit... vb.) yaşanan problemler nedeni ile mevcut rezervlerin verimli kullanımı mümkün olmamaktadır, Özellikle orman izinlerinde yaşanan gecikmeler ve retler üretimin aksamasına, ocak planlarının bozulmasına ve hatta iş kazalarına sebebiyet vermektedir.

- Her yıl alınan orman arazi izin bedelleri üreticiler açısından ciddi bir mali külfet haline gelmiştir. Bu bedellerin makul seviyelerde olmaması ocakların çevre ve isg anlamında yatırımlarını yapamamasına neden olmaktadır.

- Şehir içi inşaat hafriyatlarının (inşaat yıkıntı atıkları ve metro vb. büyük projelerin temel kazısından çıkan hammadde) piyasaya kaçak sürülmesi. Bu durum kalitesiz beton üretimine neden olmasının yanısıra, şehir içinde kurulan geri dönüşüm tesislerinin çevresel problemlere kaynak teşkil etmesine ve devletin vergi kaybına uğratılmasına neden olmaktadır.

- Sektörde kalifiye personel bulunmasında önemli sorunlar yaşanmaktadır.

3. SAHA ÇALIŞMALARI

Saha çalışmaları öncelikle İstanbul'un dışında ancak İstanbul'a hizmet veren Kocaeli, Gebze, Kirazpınar Bölgesindeki agrega ocaklarına gidilerek başlamıştır. Daha sonra İstanbul Anadolu Yakasındaki Şile, Ömerli ve Üvezli Bölgelerindeki agrega ocaklarına gidilmiştir. Son olarak ise İstanbul Avrupa Yakasında Cendere, Cebeci ve Çatalca Bölgesinde bulunan ocaklara gidilmiştir.

Saha çalışmaları sırasında takip edilen çalışma yöntemi aşağıda sunulmuştur.

1. İlgili ruhsat sahasının ve yakın çevresinin jeolojisi incelenerek güncel jeolojik altlıklar kontrol edilmiştir. Üretim yapılan kayaçların hangi jeolojik formasyona ait olduğu belirlenmiştir.
2. Üretim yapılan ocak sahanın jeolojisi incelenmiştir. Ocakta yatayda ve düşeyde birim değişiklikleri belirlenmiştir. Böylece agrega kalite sürekliliği de belirlenmiştir.
3. Ocak alanında agrega üretimi yapılan kayaçlardan örnekler alınmıştır. Laboratuvar çalışmaları kapsamında mineralojik ve petrografik analizler yapılmıştır.
4. Ocak alanından agrega üretimi yapılan kayaçlardan örnekler alınmıştır. Laboratuvar çalışmaları kapsamında agregaların kalitesini belirlemek agrega testleri yapılmıştır.
5. Ocak işletme planı, üretim ve tesis koşulları yerinde incelenmiştir.
6. Agrega ocağının çevresel etkileri incelenmiş, olası riskler ve tehditler belirlenmiştir.
7. Tarafımızca tüm bu saha çalışmalarından elde edilen verileri bir arada değerlendirmek üzere bir form oluşturulmuştur. Bu formda aşağıdaki bilgiler sırasıyla doldurulmuştur. Bu bilgiler;
 - a. Şirket Bilgileri: Bu kapsamda şirket adı, yeri, bölgesi, ilgili yöneticinin bilgileri, sorumlu mühendisin bilgileri, ruhsat bilgileri, koordinatlar, üretim başlangıç yılı, çalışan kişi sayısı ve çalışan mühendis sayısı bulunmaktadır.
 - b. Jeolojik Bilgiler: Bu kapsamda üretilen kayaç türü, jeolojik formasyon, jeolojik yaş, mineralojik ve petrografik değerlendirme bulunmaktadır.
 - c. Pazarlama ve Nakliye: Bu kapsamda ürünün satıldığı bölge, ana müşteri listesi, ocak içi kamyon sirkülasyonu, ocak dışı kamyon sirkülasyonu, ocak dışına bir başka deyişle şehir içinde gidilen ortalama kamyon mesafesi belirlenmiştir.
 - d. Üretim Bilgileri: Bu kapsamda ocak üst kotu, ocak taban kotu, öngörülen rezerv, yıllık dekapaj miktarı, bypass miktarı, atık/artık durumu, 2021 yılı agrega üretim miktarı, fiili üretim kapasitesi, kurulu üretim kapasitesi, makine parkı sayısı, kamyon parkı sayısı, yıllık patlayıcı tüketimi, ürün boyutları belirlenmiştir. Ayrıca geçmiş yıllara ait üretim ve satış miktarları belirlenmiştir.

- e. Tesis Bilgileri: Bu kapsamda tesislerin toplam teorik üretim kapasitesi, kapasite kullanımı, kırma eleme tesis sayısı, kırma eleme ekipman türleri, kırma eleme tesis kapasiteleri belirlenmiştir.
- f. Yıkama Tesis Bilgileri: Bu kapsamda yıkama için tikiner tankı çapı, press filtre ebatları, yıkama kapasitesi, fiili yıkama kapasitesi, yıkama tesisinin toplam üretim kapasitesi, su tüketim miktarı, polimer tüketimi belirlenmiştir.
- g. Laboratuvar Testleri: Agregada kalitesini ortaya koymak için TS EN 12620’de belirtilen metilen mavisi, kum eşdeğeri, çok ince malzeme içeriği, gevşek yığın yoğunluğu, tane yoğunluğu, su emme, Los Angeles, MgSO₄ donma çözünme ve alkali silika reaktivliği testleri yapılmıştır.
- h. Çevresel Değerlendirme: Bu kapsamda evsel atık su, toz önleme sistemi, tesis içi yollar, çevre izin belgesi, ÇED ve çevresel sorunlar belirlenmiştir.
- i. Riskler ve Tehditler: Çevresel riskler, sosyal riskler ve izin kaynaklı riskler bulunmaktadır.
- j. Son olarak da üreticinin görüş ve düşünceleri alınmıştır.

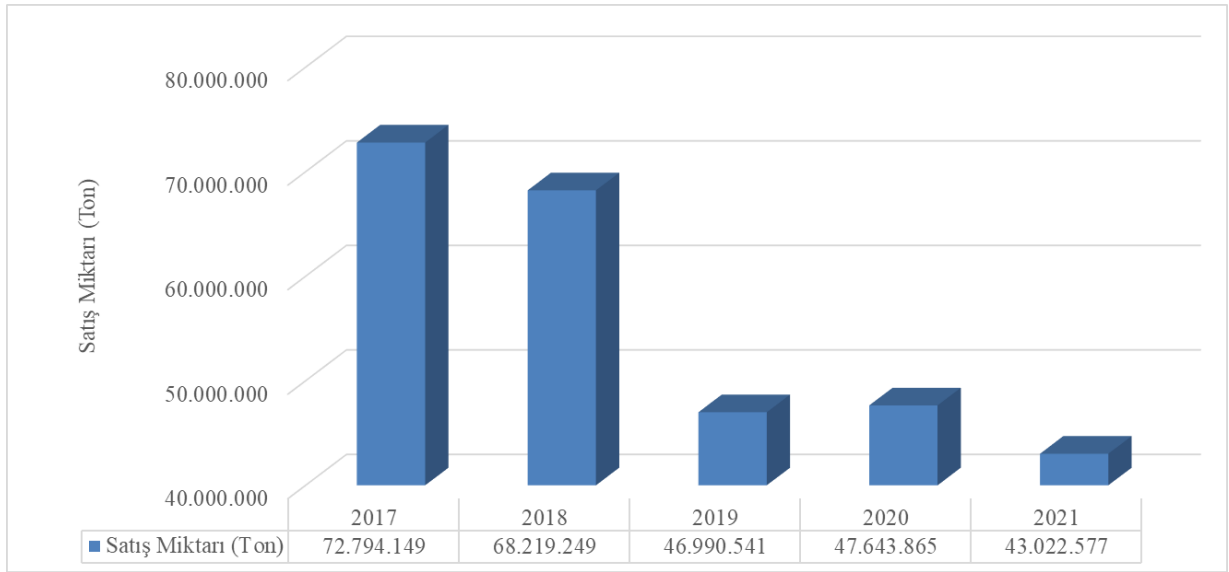
4. PROJE KAPSAMINDA ELDE EDİLEN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1 İstanbul İl Alanı Agregada Tüketimi, Mevcut Rezerv Durumu ve Gelecekteki Projeksiyonu

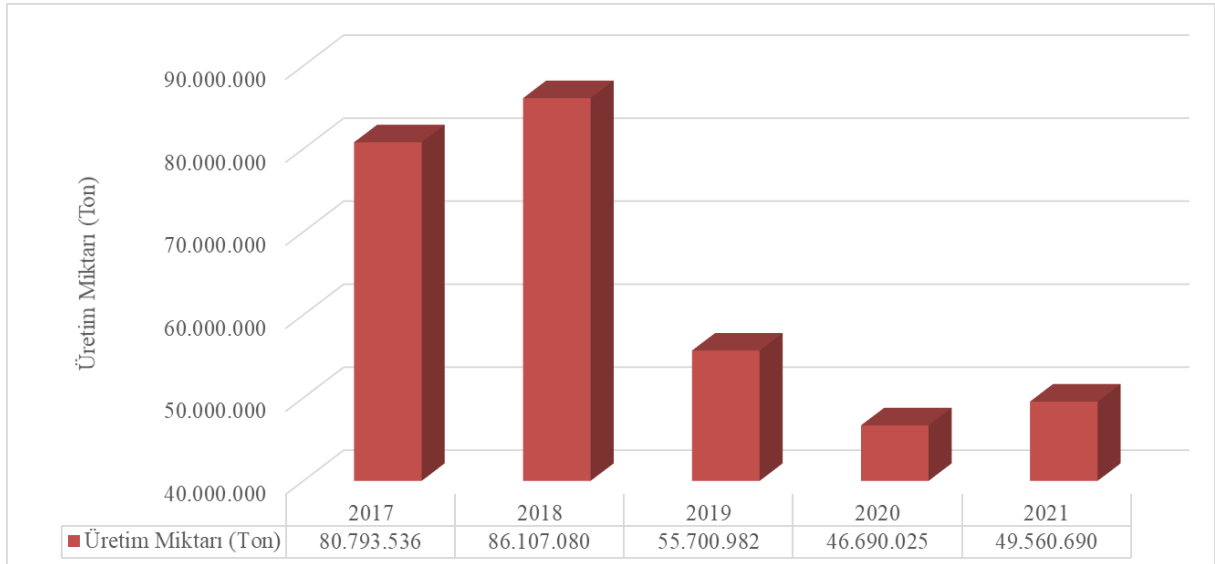
Agregada, yaşamın her alanında karşılaşılan bir hammadde ve yapı ve inşaat malzemesi olup yaşadığımız evler, ofisler, hastaneler, okullar, viyadükler, yollar, köprüler, havalimanları, vb. yapıların inşası için sürdürülebilir bir agregada üretimi gereklidir. AGÜB (2023) verilerine göre, bir daire yapımı için 80 ton, bir okulun yapımı için 3.000 ton, bir stadyumun yapımı için 300.000 ton, bir kilometre yol yapımı için 30.000 ton, bir kilometre demiryolu yapımı için 9.000 ton agregada ihtiyacı duyulacağı tahmin edilmektedir.

İstanbul’da gerçekleştirilen küçüklü büyüklü her projede kaliteli agregada tedarikine ihtiyaç bulunmaktadır. Nüfus yoğunluğu sebebiyle Türkiye’de gerçekleştirilen agregada üretim faaliyetlerinin %20’si İstanbul’da gerçekleşmektedir. 2007-2013 yılları arasında İstanbul’daki agregada tüketimi hızla artmıştır. İstanbul Avrupa Yakasında 2007 yılında toplam agregada tüketimi yaklaşık 25 milyon ton iken, bu miktar 2013 yılında yaklaşık 27 milyon ton civarında kalmıştır. Öte yandan, İstanbul Anadolu Yakasında 2007 yılındaki toplam agregada tüketimi yaklaşık 20 milyon ton iken, bu miktar 2013 yılında 30 milyon ton çıkmıştır (Tuğrul ve diğ., 2014). AGÜB (2015) verilerine göre; İstanbul’da yıllık tüketilen agregada miktarı 86,250 milyon ton’dur. (45 milyon ton Avrupa yakası, 41,250 milyon ton Anadolu Yakası).

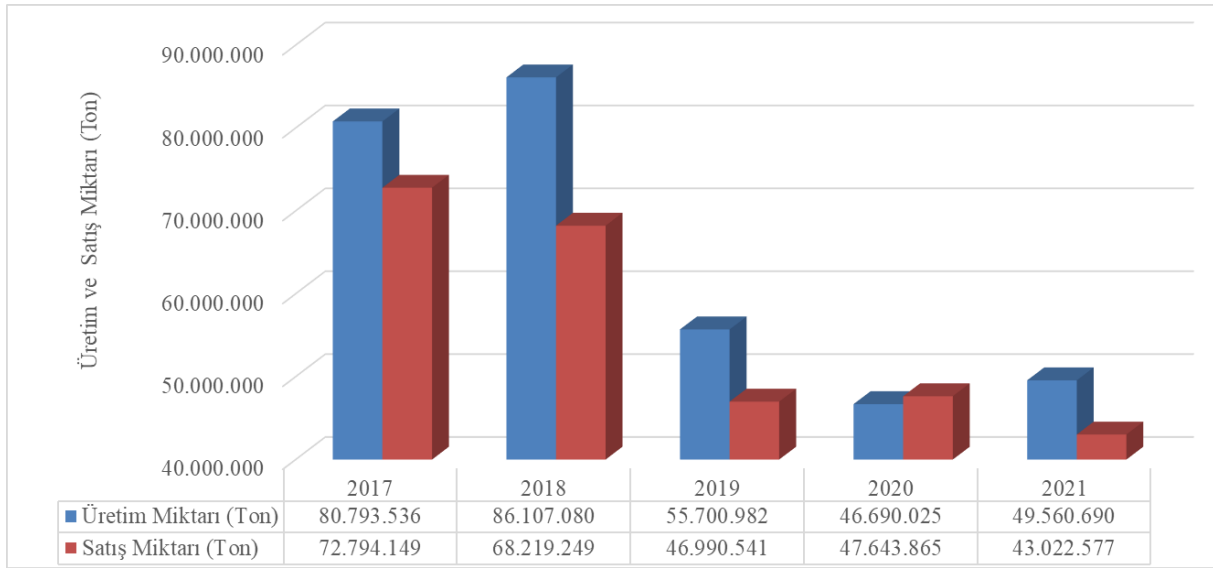
Bu proje kapsamında kurumsal veri temini sürecinde MAPEG’den alınan verilere göre; 2017 yılında İstanbul’da tüketilen agregada miktarı yaklaşık 73 milyon ton’dur. 2017 ile 2021 yılları arasında İstanbul’da tüketilen bir başka deyişle satışı gerçekleşen agregada miktarı Şekil 4.1’de sunulmuştur. Buna karşın İstanbul’da üretilen agregada miktarı 2017 yılında 81 milyon ton’dur. 2017 ile 2021 yılları arasında İstanbul’da üretilen agregada miktarı Şekil 4.2’de sunulmuştur. 2017 ile 2021 yılları arasında İstanbul’da satışı gerçekleşen agregada miktarı ile üretilen agregada miktarının karşılaştırılması da Şekil 4.3’de sunulmuştur.



Şekil 4.1: 2017 ile 2021 yılları arasında İstanbul da satışı gerçekleşen agrega miktarı (MAPEG'den gelen verilere göre hazırlanmıştır).



Şekil 4.2: 2017 ile 2021 yılları arasında İstanbul da üretilen agrega miktarı (MAPEG'den gelen verilere göre hazırlanmıştır).



Şekil 4.3: 2017 ile 2021 yılları arasında İstanbul'da satışı gerçekleşen agrega miktarı ile üretilen agrega miktarının karşılaştırılması (MAPEG'den gelen verilere göre hazırlanmıştır).

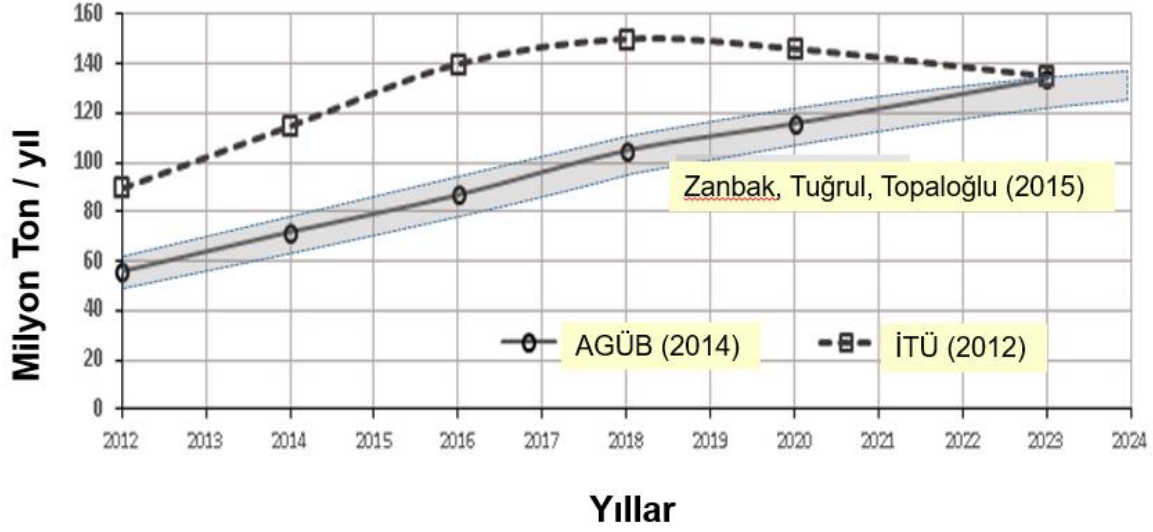
İTÜ-2012 Raporunda kişi başına yıllık agrega tüketimi, gelir düzeyinin artması ile gelişmiş ülkelerdeki tüketim gereksinimleri irdelenmiştir. Yapılan bir projeksiyonda, 2010 yılı için yaklaşık 65 milyon ton olarak varsayılan I(b) ve II(a) maden grupları kapsamında inşaat hammadde (genelde agrega) tüketiminin, Şekil 4.4'te görüldüğü gibi, yıllar içinde belirli artış yüzdeleri ile 2023 yılında 135 Milyon tona ulaşmasının beklendiği belirtilmektedir.

AGÜB tarafından 2014 yılında hazırlanan "İstanbul İli ve Çevresindeki Agrega Madenciligi Durum Tespit Raporu"na göre, çimento ve agrega iş kolları inşaat sektöründekine benzer büyüme oranları ile hareket etmektedir. AGÜB (2015) raporundaki projeksiyonda, son 5 yılda çimento tüketimindeki artış oranları doğrultusunda, gelecek 5 yılda kullanılacak agrega miktarının ortalama % 10, sonraki yıllarda ise ortalama % 5 artacağı öngörülmüştür (Şekil 13).

İTÜ ve AGÜB raporlarındaki agrega üretim öngörülerini 2023 yılında yıllık ihtiyacın 135 milyon ton civarında olması konusunda benzerlik göstermektedir. Zambak vd. (2015) tarafından, 2014 yılı verilerinden hareketle, AGÜB Raporundaki eğriyi takip eden 10 Milyon Ton genişliğinde bir bandın, İstanbul İli için yıllık agrega ihtiyaç öngörüsü olarak ele alınmasının uygun olacağı belirtilmiştir (Şekil 4.4).

Ancak, Ülkemizde ve dünyada yaşanan ekonomik problemler ve dolayısıyla inşaat sektöründeki ekonomik daralmalar nedeniyle öngörülenin aksine bu rakamlar 2016 yılından, 2019 yılına kadar düşüş göstermiştir. AGÜB (2019) verilerine göre; 2019 yılında İstanbul'da 50-60 milyon ton agrega üretimi gerçekleşmiştir. 2019 yılında yaşanan Covid-19 pandemisi nedeniyle de sektörde daha fazla daralma yaşanmıştır. Gelecek dönemde gündemde olacak projeler nedeniyle, agrega tüketiminin beklenen düzeye geleceği öngörülmektedir.

2018 yılında hazır beton üretimi 24 Milyon m³ ile sınırlı kalmıştır. 2019 yılında bu rakamlar %35 azalma göstermiştir. Asfalt üretiminde 6 milyon ton, plent miks üretiminde 2 milyon ton, yol ve diğer alt yapı çalışmalarında ortalama 5 milyon ton agrega tüketilmiştir (Tugrul, 2011; Tugrul ve Yılmaz, 2013; Tugrul ve Yılmaz, 2014; Tugrul ve Yılmaz, 2015; Tugrul ve Yılmaz, 2017; Tugrul vd., 2016; Zambak vd., 2015; AGÜB, 2019; İTÜ, 2012).



Şekil 4.4: İstanbul için inşaat hammadde (genelde agrega) ihtiyaç öngörüsü (Zanbak vd., 2015).

İstanbul ve yakın çevresinde sınırlı sayıda kaliteli agrega kaynaklarının uygun olmayan alanlarda kullanılması, gelecekte yapılması planlanan büyük mühendislik projelerinde, kullanıcıların ihtiyacı olan kaliteli agregaların bulunamamasına veya daha maliyetli yollardan bulunmasına neden olacaktır. Diğer önemli husus, birinci derecede deprem bölgesi olan İstanbul bölgesinde yapılan yapıların depreme dayanıklılığı, kullanılan beton kalitesi ve dolayısıyla agrega kalitesi ve uygunluğu ile doğrudan ilişkilidir (Tuğrul ve diğ., 2012).

Bu proje kapsamında il alanı agrega rezervlerinin belirlenmesi için saha çalışmaları kapsamında İstanbul'un dışında ancak İstanbul'a hizmet veren Kocaeli, Gebze, Kirazpınar Bölgesindeki agrega ocaklarına gidilmiştir. Daha sonra İstanbul Anadolu Yakasındaki Şile, Ömerli ve Üvezli Bölgelerindeki agrega ocaklarına gidilmiştir. Son olarak ise İstanbul Avrupa Yakasında Cendere, Cebeci ve Çatalca Bölgesinde bulunan ocaklara gidilmiştir. Saha çalışmaları sırasında, ocak sahipleri ile yapılan görüşmeler sonucunda, mevcut ocaklardaki rezerv miktarları ile ilgili öngörüler yapılmıştır. Elde edilen rezerv miktarları Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1: İstanbul il alanı için öngörülen agrega rezervleri

Şirket Adı	Yeri	Öngörülen Rezerv Miktarı (ton)
Ayhanlar-Aytaş	Kirazpınar, Gebze, Kocaeli	15 milyon
Kancataş		10 milyon
Kar Grup		68 milyon
Maden Yapı		100 milyon
Tarmak		48 milyon
Koç Hafriyat	Ömerli, İstanbul Anadolu Yakası	300 milyon
Entegre 2		20 milyon
Alton	Şile, İstanbul Anadolu Yakası	20 milyon
Özyurt	Üvezli, Şile, İstanbul Anadolu Yakası	30 milyon
TBS-Alyans		24 milyon
Entegre 1		15 milyon

Laçın				50 milyon
Selahattin Yaz Madencilik	Çekmeköy, Yakası	İstanbul	Anadolu	120 milyon
Danış Maden	Cendere, İstanbul	Avrupa	Yakası	82 milyon
İslamoğlu				55 milyon
Oyak				17 milyon
Akdağlar				249 milyon
Kuzey Cebeci	Cebeciköy, Yakası	İstanbul	Avrupa	540 milyon
Güney Cebeci	Cebeciköy, Yakası	İstanbul	Avrupa	250 milyon
Ento	Arnavutköy, Yakası	İstanbul	Avrupa	200 milyon
May Yapı	Muratbey, Çatalca	İstanbul	Avrupa	10 milyon
Makpak				6 milyon
Akçansa				6 milyon
İstanbul İl Alanı için Öngörülen Toplam Rezerv				2.235.000.000

Bu çalışma kapsamında kişi başına yıllık agrega tüketimi ile İstanbul'daki yıllara göre nüfus artışı verileri dikkate alınarak 2020-2050 yılları arasında agrega ihtiyacını ortaya koymayı amaçlayan bir agrega projeksiyonu yapılmıştır. Yapılan projeksiyon çalışmasında 2050 yılına kadar olan nüfus değişimi verileri, İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı tarafından hazırlanan ve güncellenen veri setinden alınmıştır (<https://data.ibb.gov.tr/dataset/istanbul-yillara-gore-nufus-projeksiyonu-verisi>).

İBB tarafından hazırlanan İstanbul Yıllara Göre Nüfus Projeksiyonu Veri seti İstanbul'un 2050 yılına kadar olan nüfus tahminleri verisini içermektedir. Bu veri seti hazırlanırken 6 farklı varsayım dikkate alınarak 2050 yılına kadar 6 farklı nüfus tahmininde bulunulmuştur. Bu varsayımlar şu şekildedir;

- ✓ **Varsayım 1:** Bugün Görülen Nüfus Artış Hızının Değişmeden Sürmesi,
- ✓ **Varsayım 2:** Bugün Görülen Nüfus Artış Hızının 2045 Yılında Yarıya İnmesi,
- ✓ **Varsayım 3:** Bugün Görülen Nüfus Artış Hızının Son Altı Sayımda Görülen Artış Hızlarından Çıkarılan Regresyon Eğrileri Doğrultusunda Azalacağı,
- ✓ **Varsayım 4:** Son İki Sayım Döneminde Görülen Artış Hızlarındaki Değişmeler Doğrultusunda Doğrusal Olarak Azalacağı Varsayımı,
- ✓ **Varsayım 5:** Nüfus Artış Hızının 2045-2050 Döneminde "yüzde 1" oranında olması,
- ✓ **Varsayım 6:** Nüfus Artış Hızının 2045-2050 Döneminde "Sıfır" Düzeyine İnmesi.

Yukarıda belirtilen varsayımlar dikkate alınarak 2015-2050 yılları arası İBB tarafından öngörülen nüfus tahminleri ise Tablo 4.2'de sunulmuştur. Bu proje kapsamında ise; İBB tarafından verilen varsayımlara ait 5 yıllık nüfus prospeksiyonları kullanılarak grafikler çizilmiştir. Söz konusu bu prospeksiyonlarda nüfus artış oranları bilinmediği için ara yıllara ait nüfus verilerine tek değişkenli regresyon analizleri yapılarak ulaşılmıştır. Regresyon analizleri sonucunda her bir var sayıma ait grafik eğim çizgisi ve bu eğim çizgilerine ait doğru denklemleri belirlenmiştir. Varsayım 1 için $y = 10^7 e^{0,1577x}$ denklemi ile üstel bir eğim çizgisi belirlenirken anlamlılık katsayısı $R^2=1$ olarak bulunmuştur. Varsayım 2, 3 ve 5 için $y = 210^{6x} + 10^7$ denklemi ve sırasıyla $R^2=0,994$; 0,9828 ve 0,9971 anlamlılık katsayıları

belirlenmiştir. Varsayım 4 için belirlenen $y = -285251x^2 + 2.10^{6x} + 10^7$ denklemi için gerçek kök belirlenememiştir. Bu durumda grafik eğim çizgisi non-lineer olduğu için bu varsayım için ara yılların nüfuslarını belirlemek adına non-lineer interpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Varsayım 6 için ise $R^2=0,9198$ anlamlılık katsayısına sahip $y = 839134x + 10^7$ denklemi kullanılmıştır. Söz konusu bu denklemler yardımıyla her yıla ait nüfus verileri istatistiksel olarak hesaplanmıştır. Daha sonra kişi başı yıllık 3, 5 ve 6,5 ton agrega tüketim senaryolarına göre toplam yıllık agrega tüketim miktarları belirlenmiştir.

Tablo 4.2: İstanbul için 2020-2050 yılları arası İBB tarafından öngörülen nüfus tahminleri

Yıllar	Varsayım 1	Varsayım 2	Varsayım 3	Varsayım 4	Varsayım 5	Varsayım 6
2022	20.049.411	18.270.055	18.500.330	18.548.149	17.641.922	16.605.356
2023	20.691.848	18.706.785	18.892.595	19.013.611	18.011.786	16.869.103
2024	21.354.869	19.143.515	19.284.861	19.479.073	18.381.650	17.132.849
2025	22.037.990	19.580.245	19.677.126	18.675.203	18.751.514	17.396.595
2026	22.745.329	20.037.185	20.047.742	18.918.494	19.117.292	17.623.085
2027	23.474.149	20.494.125	20.418.358	19.161.785	19.483.070	17.849.574
2028	24.226.324	20.951.065	20.788.973	19.405.076	19.848.848	18.076.064
2029	25.002.599	21.408.005	21.159.589	19.648.367	20.214.626	18.302.553
2030	25.801.432	21.864.945	21.530.205	19.151.898	20.580.404	18.529.043
2031	26.630.570	22.336.859	21.865.577	19.289.602	20.933.482	18.708.534
2032	27.483.884	22.808.773	22.200.950	19.427.306	21.286.559	18.888.025
2033	28.364.541	23.280.686	22.536.322	19.565.010	21.639.637	19.067.517
2034	29.273.416	23.752.600	22.871.695	19.702.714	21.992.714	19.247.008
2035	30.207.558	24.224.514	23.207.067	19.001.024	22.345.792	19.426.499
2036	31.179.468	24.705.207	23.494.076	18.765.228	22.677.194	19.550.964
2037	32.178.541	25.185.899	23.781.085	18.531.432	23.008.595	19.675.429
2038	33.209.627	25.666.592	24.068.094	18.299.636	23.339.997	19.799.894
2039	34.273.751	26.147.284	24.355.103	18.069.840	23.671.398	19.924.359
2040	35.366.122	26.627.977	24.642.112	18.237.312	24.002.800	20.048.824
2041	36.505.385	27.110.396	24.868.957	17.991.854	24.303.557	20.112.544
2042	37.675.115	27.592.815	25.095.801	17.748.396	24.604.314	20.176.264
2043	38.882.326	28.075.233	25.322.646	17.506.938	24.905.072	20.239.983
2044	40.128.219	28.557.652	25.549.490	17.267.480	25.205.829	20.303.703
2045	41.405.617	29.040.071	25.776.335	16.934.148	25.506.586	20.367.423
2046	42.741.049	29.516.453	25.933.068	16.673.994	25.768.136	20.367.423
2047	44.110.586	29.992.835	26.089.801	16.416.850	26.029.686	20.367.423
2048	45.524.006	30.469.218	26.246.534	16.162.716	26.291.237	20.367.423
2049	46.982.716	30.945.600	26.403.267	15.911.592	26.552.787	20.367.423
2050	48.476.480	31.421.982	26.560.000	15.211.937	26.814.337	20.367.423

Normal şartlarda kişi başı tüketim 5-6,5 ton/yıl olacağı öngörülmektedir. Türkiye’de yıllık kişi başı 3 ton agrega tüketimi, 2019-2021 yılları arasında Covid-19 Pandemi salgınına bağlı olarak tüm inşaat faaliyetlerinde yaşanan yavaşlama neticesinde meydana gelmiştir. Ülkemizde Covid-19 pandemisine benzer olağanüstü olayların (salgın hastalıklar, savaşlar vs.) yaşanması durumunda Türkiye’de yıllık kişi başı agrega tüketimi 3 ton ve daha az olabileceği ihtimali nedeniyle projeksiyon analizlerinde kişi başı tüketim 3 ton/yıl değeri de dahil edilmiştir. Yukarıda sunulan varsayımlar ve bu varsayımlara karşılık gelen nüfus tahminleri dikkate alınarak, Türkiye’de yıllık 3 ton, 5 ton ve 6,5 ton agrega tüketim senaryoları (Tugrul, 2023) gerçekleşmesi durumunda yıllara göre agrega ihtiyacı Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.5’de sunulmuştur.

Tablo 4.3: İstanbul için 2020-2050 yılları arasında kişi başı 3 ton/yıl agrega tüketimi için toplam agrega ihtiyacı

Yıllar	Varsayım 1 (ton)	Varsayım 2 (ton)	Varsayım 3 (ton)	Varsayım 4 (ton)	Varsayım 5 (ton)	Varsayım 6 (ton)
2022	60.148.234	54.810.165	55.500.989	55.644.447	52.925.766	49.816.069
2023	62.075.543	56.120.355	56.677.786	57.040.833	54.035.358	50.607.308
2024	64.064.608	57.430.545	57.854.582	58.437.219	55.144.950	51.398.546
2025	66.113.970	58.740.735	59.031.378	56.025.609	56.254.542	52.189.785
2026	68.235.986	60.111.555	60.143.225	56.755.482	57.351.876	52.869.254
2027	70.422.448	61.482.375	61.255.073	57.485.355	58.449.210	53.548.723
2028	72.678.971	62.853.195	62.366.920	58.215.228	59.546.544	54.228.191
2029	75.007.798	64.224.015	63.478.768	58.945.101	60.643.878	54.907.660
2030	77.404.296	65.594.835	64.590.615	57.455.694	61.741.212	55.587.129
2031	79.891.709	67.010.576	65.596.732	57.868.806	62.800.445	56.125.603
2032	82.451.652	68.426.318	66.602.849	58.281.918	63.859.678	56.664.076
2033	85.093.622	69.842.059	67.608.967	58.695.030	64.918.910	57.202.550
2034	87.820.247	71.257.801	68.615.084	59.108.142	65.978.143	57.741.023
2035	90.622.674	72.673.542	69.621.201	57.003.072	67.037.376	58.279.497
2036	93.538.403	74.115.620	70.482.228	56.295.684	68.031.581	58.652.892
2037	96.535.622	75.557.698	71.343.255	55.594.296	69.025.786	59.026.287
2038	99.628.880	76.999.775	72.204.282	54.898.908	70.019.990	59.399.682
2039	102.821.254	78.441.853	73.065.309	54.209.520	71.014.195	59.773.077
2040	106.098.366	79.883.931	73.926.336	54.711.936	72.008.400	60.146.472
2041	109.516.156	81.331.187	74.606.870	53.975.562	72.910.672	60.337.631
2042	113.025.345	82.778.444	75.287.404	53.245.188	73.812.943	60.528.791
2043	116.646.977	84.225.700	75.967.937	52.520.814	74.715.215	60.719.950
2044	120.384.656	85.672.957	76.648.471	51.802.440	75.617.486	60.911.110
2045	124.216.851	87.120.213	77.329.005	50.802.444	76.519.758	61.102.269
2046	128.223.147	88.549.360	77.799.204	50.021.982	77.304.409	61.102.269
2047	132.331.757	89.978.506	78.269.403	49.250.550	78.089.059	61.102.269
2048	136.572.018	91.407.653	78.739.602	48.488.148	78.873.710	61.102.269
2049	140.948.149	92.836.799	79.209.801	47.734.776	79.658.360	61.102.269
2050	145.429.440	94.265.946	79.680.000	45.635.811	80.443.011	61.102.269
Topla m	2.807.948.779	2.153.743.713	2.013.503.276	1.586.149.995	1.958.732.463	1.667.274.920

*: İlgili varsayıma göre İstanbul için öngörülen 2.2 milyar ton mevcut agrega rezervinin tükeneceği öngörülen yıl

Tablo 4.4: İstanbul için 2020-2050 yılları arasında kişi başı 5 ton/yıl agrega tüketimi için toplam agrega ihtiyacı

Yıllar	Varsayım 1 (ton)	Varsayım 2 (ton)	Varsayım 3 (ton)	Varsayım 4 (ton)	Varsayım 5 (ton)	Varsayım 6 (ton)
2022	100.247.057	91.350.275	92.501.649	92.740.745	88.209.610	83.026.782
2023	103.459.239	93.533.925	94.462.976	95.068.055	90.058.930	84.345.513
2024	106.774.347	95.717.575	96.424.303	97.395.365	91.908.250	85.664.244
2025	110.189.950	97.901.225	98.385.630	93.376.015	93.757.570	86.982.975
2026	113.726.644	100.185.925	100.238.709	94.592.470	95.586.460	88.115.423
2027	117.370.747	102.470.625	102.091.788	95.808.925	97.415.350	89.247.871
2028	121.131.618	104.755.325	103.944.867	97.025.380	99.244.240	90.380.319
2029	125.012.997	107.040.025	105.797.946	98.241.835	101.073.130	91.512.767
2030	129.007.160	109.324.725	107.651.025	95.759.490	102.902.020	92.645.215
2031	133.152.849	111.684.294	109.327.887	96.448.010	104.667.408	93.542.671
2032	137.419.420	114.043.863	111.004.749	97.136.530	106.432.796	94.440.127
2033	141.822.703	116.403.432	112.681.611	97.825.050	108.198.184	95.337.583
2034	146.367.079	118.763.001	114.358.473	98.513.570	109.963.572	96.235.039
2035	151.037.790	121.122.570	116.035.335	95.005.120	111.728.960	97.132.495
2036	155.897.339	123.526.033	117.470.380	93.826.140	113.385.968	97.754.820
2037	160.892.704	125.929.496	118.905.425	92.657.160	115.042.976	98.377.145
2038	166.048.133*	128.332.959	120.340.470	91.498.180	116.699.984	98.999.470
2039	171.368.757	130.736.422	121.775.515	90.349.200	118.356.992	99.621.795
2040	176.830.610	133.139.885	123.210.560	91.186.560	120.014.000	100.244.120
2041	182.526.927	135.551.979*	124.344.783*	89.959.270	121.517.786	100.562.719
2042	188.375.574	137.964.073	125.479.006	88.741.980	123.021.572*	100.881.318
2043	194.411.628	140.376.167	126.613.229	87.534.690	124.525.358	101.199.917
2044	200.641.093	142.788.261	127.747.452	86.337.400*	126.029.144	101.518.516*
2045	207.028.085	145.200.355	128.881.675	84.670.740	127.532.930	101.837.115
2046	213.705.245	147.582.266	129.665.340	83.369.970	128.840.681	101.837.115
2047	220.552.929	149.964.177	130.449.005	82.084.250	130.148.432	101.837.115
2048	227.620.030	152.346.088	131.232.670	80.813.580	131.456.183	101.837.115
2049	234.913.581	154.727.999	132.016.335	79.557.960	132.763.934	101.837.115
2050	242.382.400	157.109.910	132.800.000	76.059.685	134.071.685	101.837.115
Topla m	4.679.914.63 5	3.589.572.85 5	3.355.838.79 3	2.643.583.32 5	3.264.554.10 5	2.778.791.53 4

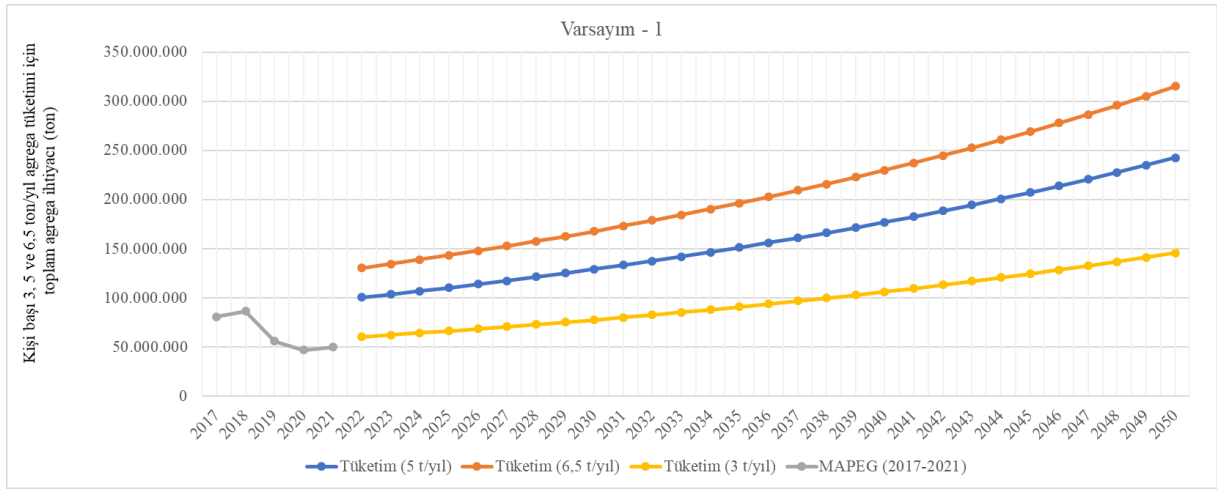
*: İlgili varsayıma göre İstanbul için öngörülen 2.2 milyar ton mevcut agrega rezervinin tükeneyeceği öngörülen yıl

Tablo 4.5: İstanbul için 2020-2050 yılları arasında kişi başı 6,5 ton/yıl agrega tüketimi için toplam agrega ihtiyacı

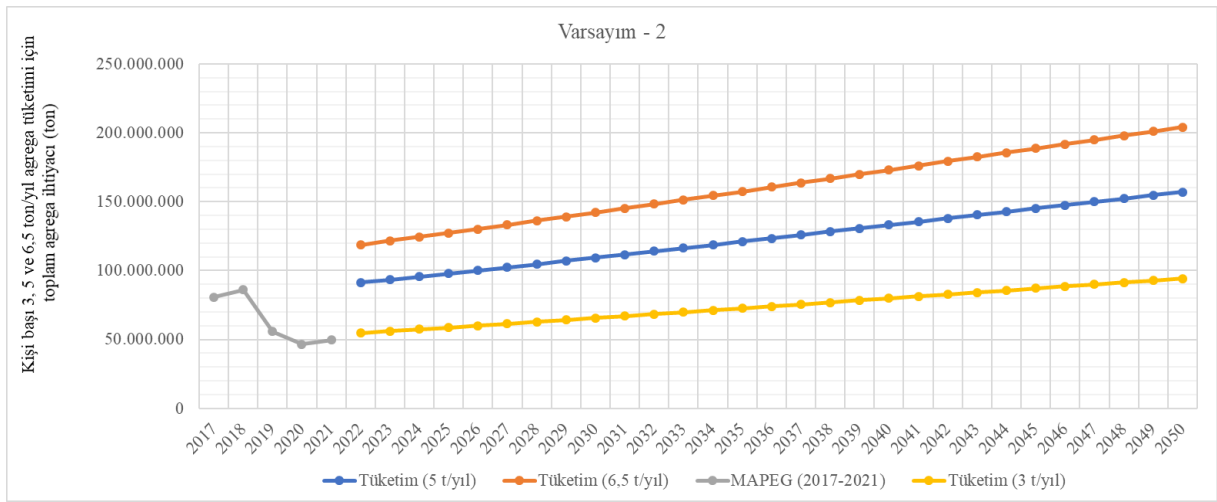
Yıllar	Varsayım 1 (ton)	Varsayım 2 (ton)	Varsayım 3 (ton)	Varsayım 4 (ton)	Varsayım 5 (ton)	Varsayım 6 (ton)
2022	130.321.174	118.755.358	120.252.144	120.562.969	114.672.493	107.934.817
2023	134.497.010	121.594.103	122.801.869	123.588.472	117.076.609	109.649.167
2024	138.806.652	124.432.848	125.351.594	126.613.975	119.480.725	111.363.517
2025	143.246.935	127.271.593	127.901.319	121.388.820	121.884.841	113.077.868
2026	147.844.637	130.241.703	130.310.322	122.970.211	124.262.398	114.550.050
2027	152.581.972	133.211.813	132.719.324	124.551.603	126.639.955	116.022.232
2028	157.471.103	136.181.923	135.128.327	126.132.994	129.017.512	117.494.415
2029	162.516.896	139.152.033	137.537.330	127.714.386	131.395.069	118.966.597
2030	167.709.308	142.122.143	139.946.333	124.487.337	133.772.626	120.438.780
2031	173.098.703	145.189.582	142.126.253	125.382.413	136.067.630	121.605.472
2032	178.645.245	148.257.022	144.306.174	126.277.489	138.362.635	122.772.165
2033	184.369.514	151.324.462	146.486.094	127.172.565	140.657.639	123.938.858
2034	190.277.203	154.391.901	148.666.015	128.067.641	142.952.644	125.105.551
2035	196.349.127*	157.459.341	150.845.936	123.506.656	145.247.648	126.272.244
2036	202.666.540	160.583.843	152.711.494	121.973.982	147.401.758	127.081.266
2037	209.160.515	163.708.345*	154.577.053*	120.454.308	149.555.869*	127.890.289
2038	215.862.573	166.832.847	156.442.611	118.947.634	151.709.979	128.699.311
2039	222.779.383	169.957.349	158.308.170	117.453.960*	153.864.090	129.508.334
2040	229.879.793	173.081.851	160.173.728	118.542.528	156.018.200	130.317.356*
2041	237.285.005	176.217.573	161.648.218	116.947.051	157.973.122	130.731.535
2042	244.888.247	179.353.295	163.122.708	115.364.574	159.928.044	131.145.713
2043	252.735.116	182.489.017	164.597.198	113.795.097	161.882.965	131.559.892
2044	260.833.421	185.624.739	166.071.688	112.238.620	163.837.887	131.974.071
2045	269.136.511	188.760.462	167.546.178	110.071.962	165.792.809	132.388.250
2046	277.816.818	191.856.946	168.564.942	108.380.961	167.492.885	132.388.250
2047	286.718.807	194.953.430	169.583.707	106.709.525	169.192.962	132.388.250
2048	295.906.040	198.049.914	170.602.471	105.057.654	170.893.038	132.388.250
2049	305.387.655	201.146.399	171.621.236	103.425.348	172.593.114	132.388.250
2050	315.097.120	204.242.883	172.640.000	98.877.591	174.293.191	132.388.250
Toplam	6.083.889.023	4.666.444.718	4.362.590.436	3.436.658.326	4.243.920.337	3.612.429.000

*: İlgili varsayıma göre İstanbul için öngörülen 2.2 milyar ton mevcut agrega rezervinin tükeneceği öngörülen yıl.

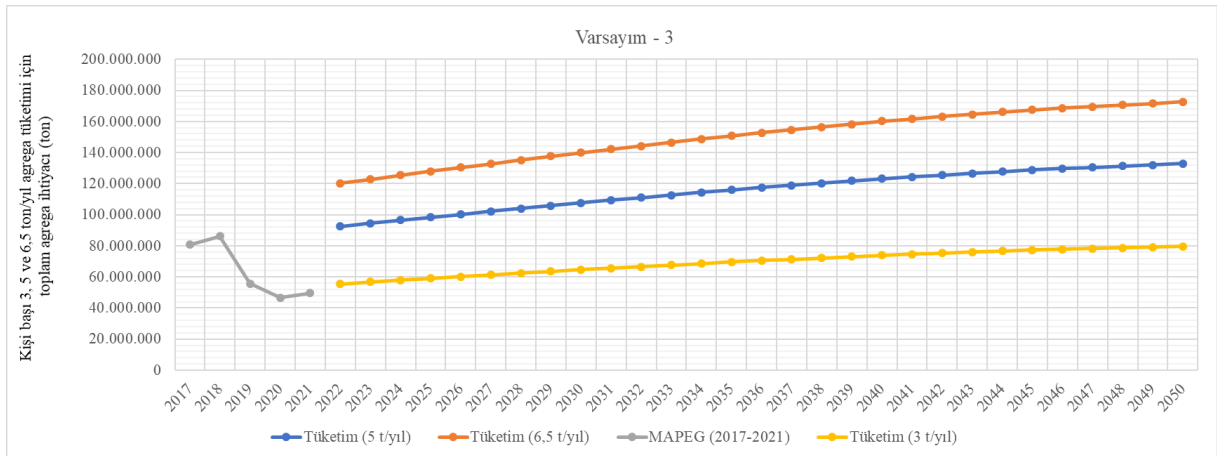
Yukarıda bu proje kapsamında elde edilen veriler dikkate alındığında, kişi başına yıllık 3, 5 ve 6,5 ton agrega tüketimi ile İstanbul'daki yıllara göre nüfus artışı verileri dikkate alınarak belirlenen 2023-2050 yılları arasında agrega ihtiyacı bir arada değerlendirilerek 6 varsayım için 2023-2050 yılları arasını kapsayacak şekilde agrega projeksiyonları hazırlanmış ve Şekil 4.5-4.10'de sunulmuştur.



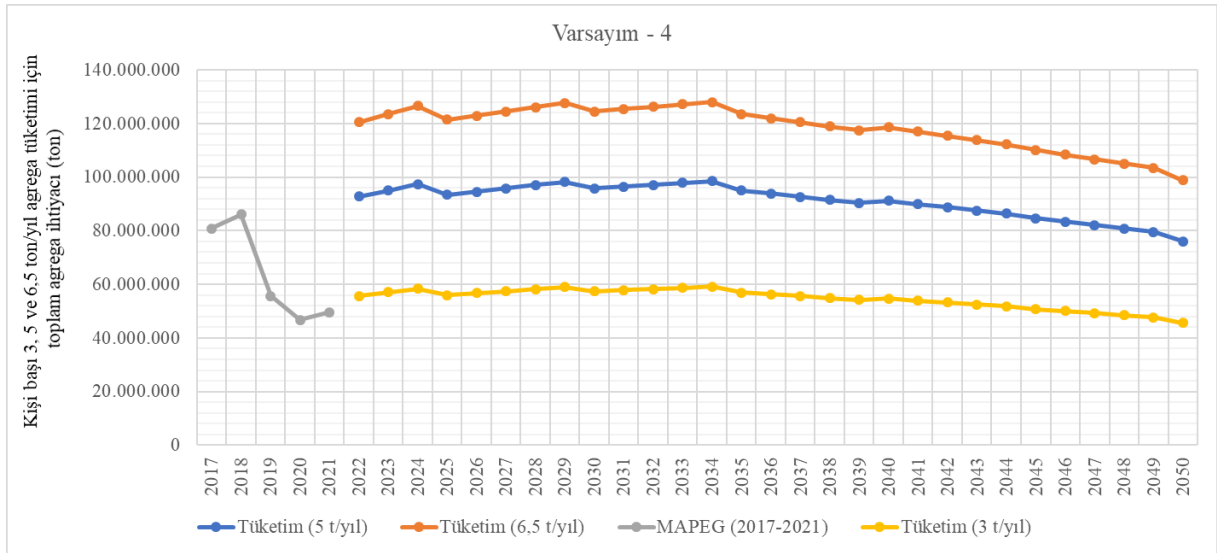
Şekil 4.5: Varsayım 1 için hazırlanan agrega projeksiyonu



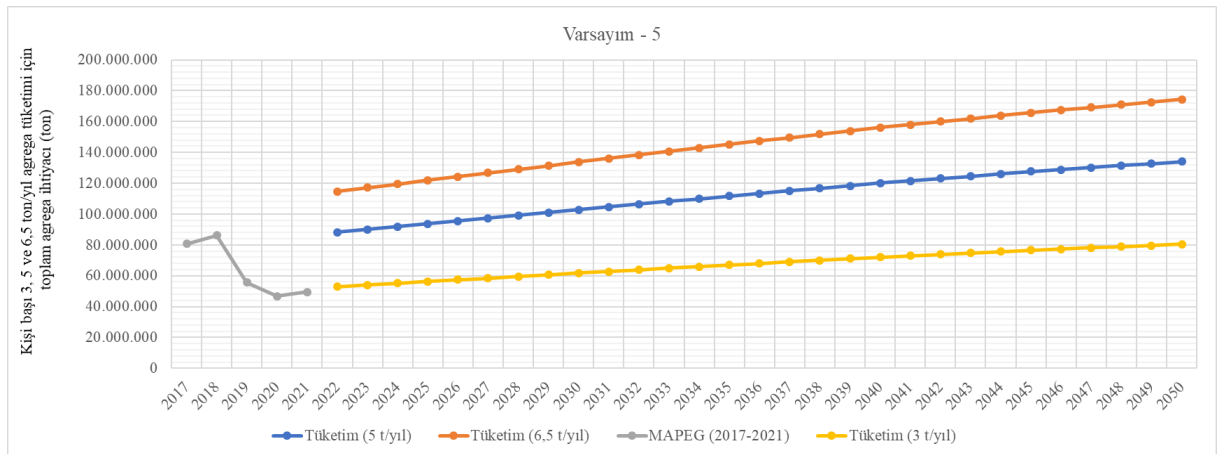
Şekil 4.6: Varsayım 2 için hazırlanan agrega projeksiyonu



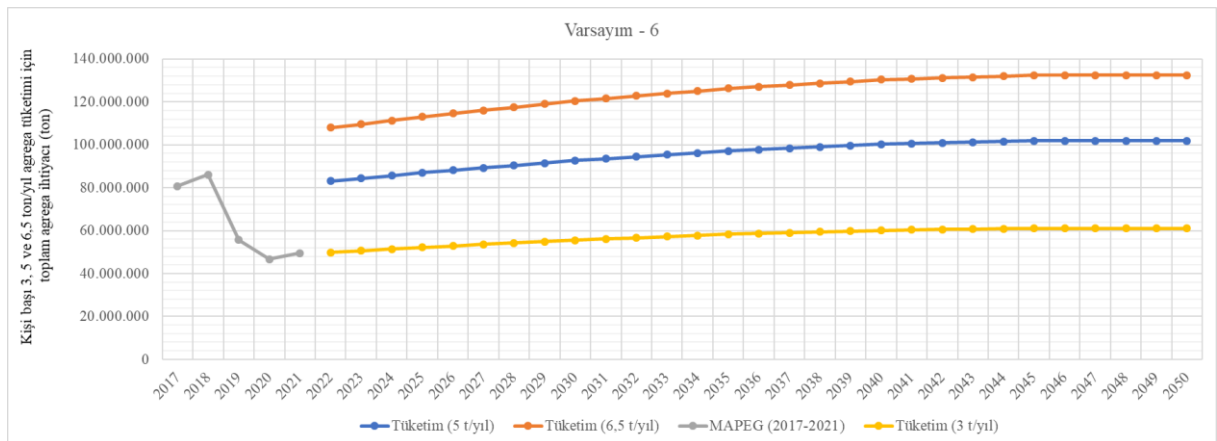
Şekil 4.7: Varsayım 3 için hazırlanan agrega projeksiyonu



Şekil 4.8: Varsayım 4 için hazırlanan agrega projeksiyonu



Şekil 4.9: Varsayım 5 için hazırlanan agrega projeksiyonu



Şekil 4.10: Varsayım 6 için hazırlanan agrega projeksiyonu

Yukarıda ayrıntıları verilen gelecekteki agrega tüketimi ile ilgili projeksiyon çalışmaları sonucunda, İstanbul'da yılda kişi başı min. **5 ton agrega tüketilmesi ve mevcut ocaklardaki üretim koşullarının devam etmesi durumunda**, Varsayım 1'e göre (en kötü nüfus artış senaryosu) 2050 yılında İstanbul'un ihtiyacı olan toplam agrega miktarı 4.7 milyar ton olarak belirlenmiştir (Tablo 4.4). Günümüzde İstanbul il alanı için agrega rezervi 2.2 milyar ton (Tablo

4.1) olduğu düşünüldüğünde; Varsayım 1'e göre İstanbul'un agrega rezervi 2038 yılında, diğer varsayımların gerçekleşmesi durumunda ise rezerv 2038-2044 yılları arasında tükenecektir.

Öte yandan, İstanbul'da yılda kişi başı max. **6.5 ton agrega tüketilmesi ve mevcut ocaklardaki üretim koşullarının devam etmesi durumunda**, Varsayım 1'e göre (en kötü nüfus artış senaryosu) 2050 yılında İstanbul'un ihtiyacı olan toplam agrega miktarı 6.0 milyar ton olarak belirlenmiştir (Tablo 4.5). Günümüzde İstanbul il alanı için agrega rezervi 2.2 milyar ton (Tablo 4.1) olduğu düşünüldüğünde; Varsayım 1'e göre İstanbul'un agrega rezervi 2035 yılında, diğer varsayımların gerçekleşmesi durumunda ise rezerv 2035-2040 yılları arasında tükenecektir.

Yukarıda görüldüğü gibi; en düşük kullanım senaryosunun gerçekleşmesi durumunda (5 ton/yıl agrega tüketilmesi) İstanbul'daki agrega rezervi yaklaşık 21 yıl, en yüksek kullanım senaryosunun gerçekleşmesi durumunda (6,5 ton/yıl agrega tüketilmesi) ise, yaklaşık 12 yıl sonra tükenecektir. Bu vahim tablonun önüne geçilmesi için; İstanbul'daki taş ocaklarının bulunduğu alanların Maden Bölgesi olarak ilan edilmesi ve havza madenciliğine geçilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca İstanbul İl alanı ve yakın çevresini kapsayacak şekilde Agrega Kaynak Planlamasının bir an evvel hayata geçmesi gerekmektedir.

2019 yılında İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı projesi kapsamında Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilen "İstanbul İli Olası Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi'nde hasar kayıp tahmin analizleri yapılırken; bina tipolojilerini (bina yaşı, kat sayısı, yapı türü vb. bilgiler içeren) temsil eden kırılgenlik eğrileri, zemin durumu, bölgenin depremselliği gibi bilgiler dikkate alınarak deterministik ve kuvvetli yer hareketi simülasyonlarına dayanan senaryolar olmak üzere 16 farklı senaryo için üç farklı yöntemle 48 hasar tahmin analizi gerçekleştirilmiştir.

Deterministik Senaryo ($M_w=7.5$ senaryo) için bina hasar tahminleri:

Göçme Durumu: 13.500 bina, Ağır Hasar: 34.500 bina ve Orta Hasar: 147.000 bina, toplam 208.500 bina iken;

Kuvvetli yer hareketi simülasyonlarına dayanan ve 15 senaryo arasında en olumsuz sonuçları veren analize göre ise:

Göçme Durumu: 67.500 bina, Ağır Hasar: 87.500 bina ve Orta Hasar: 219.000 bina, toplam 374.000 bina olmaktadır.

AGÜB (2023) verilerine göre, bir daire yapımı için 80 ton, bir okulun yapımı için 3.000 ton, bir stadyumun yapımı için 300.000 ton, bir kilometre yol yapımı için 30.000 ton, bir kilometre demiryolu yapımı için 9.000 ton agregaya ihtiyaç duyulacağı tahmin edilmektedir. Bu proje kapsamında yukarıda belirtilen deterministik senaryo ve en olumsuz kuvvetli yer hareketi simülasyonuna göre yıkılıp yeniden yapılacak konut projeleri için ihtiyaç duyulacak agrega miktarı farklı senaryolarla ortaya konmuştur. Bu senaryolar;

Senaryo 1a: Deterministik senaryoya göre; 8-48 daireden oluşan bir konut projesi için daire başı 80 ton agrega tüketimi sonucunda ortaya çıkan agrega ihtiyacı

Senaryo 1b: Deterministik senaryoya göre; 8-48 daireden oluşan bir konut projesi için daire başı 120 ton agrega tüketimi sonucunda ortaya çıkan agrega ihtiyacı

Senaryo 1c: Deterministik senaryoya göre; 8-48 daireden oluşan bir konut projesi için daire başı 150 ton agrega tüketimi sonucunda ortaya çıkan agrega ihtiyacı

Senaryo 2a: En olumsuz kuvvetli yer hareketi simülasyonuna göre; 8-48 daireden oluşan bir konut projesi için daire başı 80 ton agrega tüketimi sonucunda ortaya çıkan agrega ihtiyacı

Senaryo 2b: Deterministik senaryoya göre; 8-48 daireden oluşan bir konut projesi için daire başı 120 ton agrega tüketimi sonucunda ortaya çıkan agrega ihtiyacı

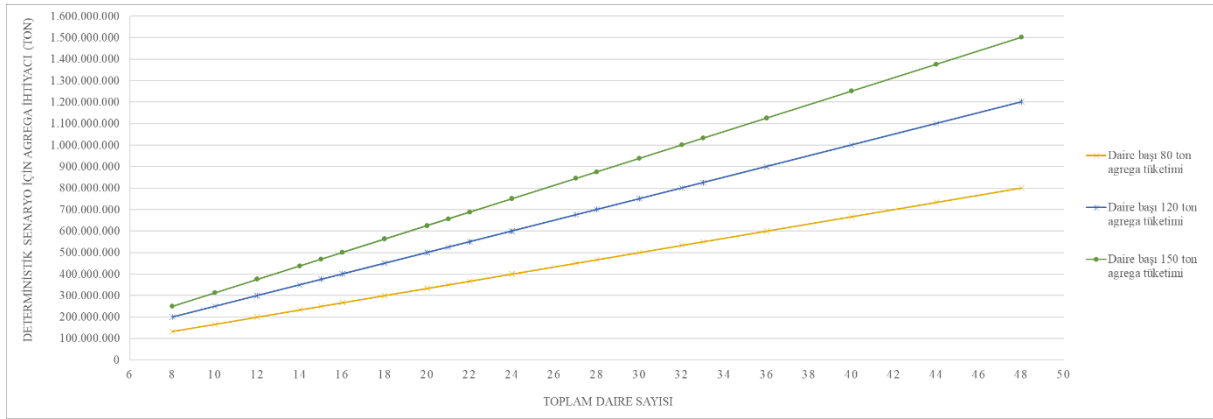
Senaryo 2c: Deterministik senaryoya göre; 8-48 daireden oluşan bir konut projesi için daire başı 150 ton agrega tüketimi sonucunda ortaya çıkan agrega ihtiyacı

Yukarıda belirtilen senaryolara ilişkin tüm ayrıntılar Tablo 4.6'da sunulmuştur. Ayrıca, Senaryo 1a, 1b ve 1c için hazırlanan karşılaştırmalı grafik 4.11'de, Senaryo 2a, 2b ve 2c için hazırlanan karşılaştırmalı grafik ise 4.12'de sunulmuştur.

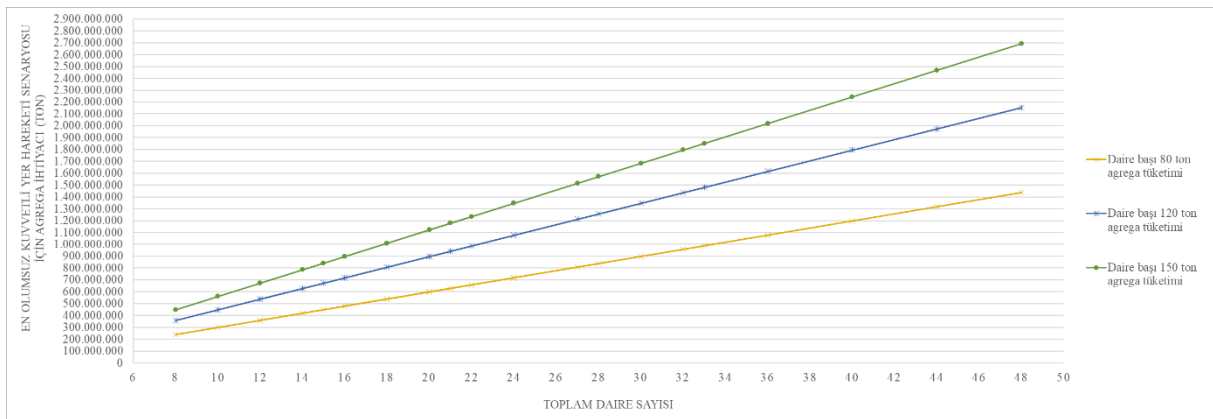
Tablo 4.6: Deterministik senaryo ve en olumsuz kuvvetli yer hareketi simülasyonuna göre yıkılıp yeniden yapılacak konut projeleri için ihtiyaç duyulacak agrega miktarını gösteren farklı senaryolar

Kat Sayısı	Kat Başına Daire Sayısı	Toplam Daire	Daire Başına Düşen Agrega İhtiyacı (ton)	Toplam Agrega İhtiyacı (ton)	Göçme+Ağır ve Orta Hasarlı Bina Sayısı (Deterministik Senaryo)	Göçme+Ağır ve Orta Hasarlı Bina Sayısı (En Olumsuz Kuvvetli Yer Hareketi Senaryosu)	Deterministik Senaryo için Agrega İhtiyacı (Ton)	En Olumsuz Kuvvetli Yer Hareketi Senaryosu için Agrega İhtiyacı (Ton)
4	2	8	80	640	208.500	374.000	133.440.000	239.360.000
5	2	10	80	800	208.500	374.000	166.800.000	299.200.000
6	2	12	80	960	208.500	374.000	200.160.000	359.040.000
7	2	14	80	1120	208.500	374.000	233.520.000	418.880.000
8	2	16	80	1280	208.500	374.000	266.880.000	478.720.000
9	2	18	80	1440	208.500	374.000	300.240.000	538.560.000
10	2	20	80	1600	208.500	374.000	333.600.000	598.400.000
11	2	22	80	1760	208.500	374.000	366.960.000	658.240.000
12	2	24	80	1920	208.500	374.000	400.320.000	718.080.000
4	3	12	80	960	208.500	374.000	200.160.000	359.040.000
5	3	15	80	1200	208.500	374.000	250.200.000	448.800.000
6	3	18	80	1440	208.500	374.000	300.240.000	538.560.000
7	3	21	80	1680	208.500	374.000	350.280.000	628.320.000
8	3	24	80	1920	208.500	374.000	400.320.000	718.080.000
9	3	27	80	2160	208.500	374.000	450.360.000	807.840.000
10	3	30	80	2400	208.500	374.000	500.400.000	897.600.000
11	3	33	80	2640	208.500	374.000	550.440.000	987.360.000
12	3	36	80	2880	208.500	374.000	600.480.000	1.077.120.000
4	4	16	80	1280	208.500	374.000	266.880.000	478.720.000
5	4	20	80	1600	208.500	374.000	333.600.000	598.400.000
6	4	24	80	1920	208.500	374.000	400.320.000	718.080.000
7	4	28	80	2240	208.500	374.000	467.040.000	837.760.000
8	4	32	80	2560	208.500	374.000	533.760.000	957.440.000
9	4	36	80	2880	208.500	374.000	600.480.000	1.077.120.000
10	4	40	80	3200	208.500	374.000	667.200.000	1.196.800.000
11	4	44	80	3520	208.500	374.000	733.920.000	1.316.480.000
12	4	48	80	3840	208.500	374.000	800.640.000	1.436.160.000
4	2	8	120	960	208.500	374.000	200.160.000	359.040.000
5	2	10	120	1200	208.500	374.000	250.200.000	448.800.000
6	2	12	120	1440	208.500	374.000	300.240.000	538.560.000
7	2	14	120	1680	208.500	374.000	350.280.000	628.320.000
8	2	16	120	1920	208.500	374.000	400.320.000	718.080.000
9	2	18	120	2160	208.500	374.000	450.360.000	807.840.000
10	2	20	120	2400	208.500	374.000	500.400.000	897.600.000

11	2	22	120	2640	208.500	374.000	550.440.000	987.360.000
12	2	24	120	2880	208.500	374.000	600.480.000	1.077.120.000
4	3	12	120	1440	208.500	374.000	300.240.000	538.560.000
5	3	15	120	1800	208.500	374.000	375.300.000	673.200.000
6	3	18	120	2160	208.500	374.000	450.360.000	807.840.000
7	3	21	120	2520	208.500	374.000	525.420.000	942.480.000
8	3	24	120	2880	208.500	374.000	600.480.000	1.077.120.000
9	3	27	120	3240	208.500	374.000	675.540.000	1.211.760.000
10	3	30	120	3600	208.500	374.000	750.600.000	1.346.400.000
11	3	33	120	3960	208.500	374.000	825.660.000	1.481.040.000
12	3	36	120	4320	208.500	374.000	900.720.000	1.615.680.000
4	4	16	120	1920	208.500	374.000	400.320.000	718.080.000
5	4	20	120	2400	208.500	374.000	500.400.000	897.600.000
6	4	24	120	2880	208.500	374.000	600.480.000	1.077.120.000
7	4	28	120	3360	208.500	374.000	700.560.000	1.256.640.000
8	4	32	120	3840	208.500	374.000	800.640.000	1.436.160.000
9	4	36	120	4320	208.500	374.000	900.720.000	1.615.680.000
10	4	40	120	4800	208.500	374.000	1.000.800.000	1.795.200.000
11	4	44	120	5280	208.500	374.000	1.100.880.000	1.974.720.000
12	4	48	120	5760	208.500	374.000	1.200.960.000	2.154.240.000
4	2	8	150	1200	208.500	374.000	250.200.000	448.800.000
5	2	10	150	1500	208.500	374.000	312.750.000	561.000.000
6	2	12	150	1800	208.500	374.000	375.300.000	673.200.000
7	2	14	150	2100	208.500	374.000	437.850.000	785.400.000
8	2	16	150	2400	208.500	374.000	500.400.000	897.600.000
9	2	18	150	2700	208.500	374.000	562.950.000	1.009.800.000
10	2	20	150	3000	208.500	374.000	625.500.000	1.122.000.000
11	2	22	150	3300	208.500	374.000	688.050.000	1.234.200.000
12	2	24	150	3600	208.500	374.000	750.600.000	1.346.400.000
4	3	12	150	1800	208.500	374.000	375.300.000	673.200.000
5	3	15	150	2250	208.500	374.000	469.125.000	841.500.000
6	3	18	150	2700	208.500	374.000	562.950.000	1.009.800.000
7	3	21	150	3150	208.500	374.000	656.775.000	1.178.100.000
8	3	24	150	3600	208.500	374.000	750.600.000	1.346.400.000
9	3	27	150	4050	208.500	374.000	844.425.000	1.514.700.000
10	3	30	150	4500	208.500	374.000	938.250.000	1.683.000.000
11	3	33	150	4950	208.500	374.000	1.032.075.000	1.851.300.000
12	3	36	150	5400	208.500	374.000	1.125.900.000	2.019.600.000
4	4	16	150	2400	208.500	374.000	500.400.000	897.600.000
5	4	20	150	3000	208.500	374.000	625.500.000	1.122.000.000
6	4	24	150	3600	208.500	374.000	750.600.000	1.346.400.000
7	4	28	150	4200	208.500	374.000	875.700.000	1.570.800.000
8	4	32	150	4800	208.500	374.000	1.000.800.000	1.795.200.000
9	4	36	150	5400	208.500	374.000	1.125.900.000	2.019.600.000
10	4	40	150	6000	208.500	374.000	1.251.000.000	2.244.000.000
11	4	44	150	6600	208.500	374.000	1.376.100.000	2.468.400.000
12	4	48	150	7200	208.500	374.000	1.501.200.000	2.692.800.000



Şekil 4.11: Senaryo 1a, 1b ve 1c; 2019 yılında İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı projesi kapsamında Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilen “İstanbul İli Olası Deprem Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi”nde hasar kayıp tahmin analizlerine göre; Deterministik senaryoya için (Mw=7.5 senaryo), **208.000 adet göçme, ağır ve orta hasarlı binanın** yıkılıp yeniden yapılması hususunda gerekli agrega miktarlarını gösteren senaryolar (Daire başı Senaryo 1a 80 ton; Senaryo 1b, 120 ton; Senaryo 1c 150 ton agrega tüketimi).



Şekil 4.12: Senaryo 2a, 2b ve 2c; 2019 yılında İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı projesi kapsamında Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilen “İstanbul İli Olası Deprem Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi”nde hasar kayıp tahmin analizlerine göre; en olumsuz yer hareketi senaryosu için (Mw=7.5 senaryo), 374.000 adet göçme, ağır ve orta hasarlı binanın yıkılıp yeniden yapılması hususunda gerekli agrega miktarlarını gösteren senaryolar (Daire başı Senaryo 2a 80 ton; Senaryo 2b, 120 ton; Senaryo 2c 150 ton agrega tüketimi)

Yukarıdaki sonuçlar dikkate alındığında, Deterministik senaryoya için (Mw=7.5 senaryo), 208.000 adet göçme, ağır ve orta hasarlı binanın yıkılıp yeniden yapılması hususunda;

- Daire başı 80 ton agrega tüketimi dikkate alındığında, 8 daireli bir konut için yaklaşık 133.440.000 ton, 48 daireli bir konut için ise 800.640.000 ton,
- Daire başı 120 ton agrega tüketimi dikkate alındığında, 8 daireli bir konut için yaklaşık 200.160.000 ton, 48 daireli bir konut için ise 1.200.960.000 ton,
- Daire başı 150 ton agrega tüketimi dikkate alındığında, 8 daireli bir konut için yaklaşık 250.200.000 ton, 48 daireli bir konut için ise 1.501.200.000 ton agrega ihtiyacı öngörülmektedir.

En olumsuz yer hareketi senaryosu dikkate alındığında, 374.000 adet göçme, ağır ve orta hasarlı yıkılıp yeniden yapılması hususunda;

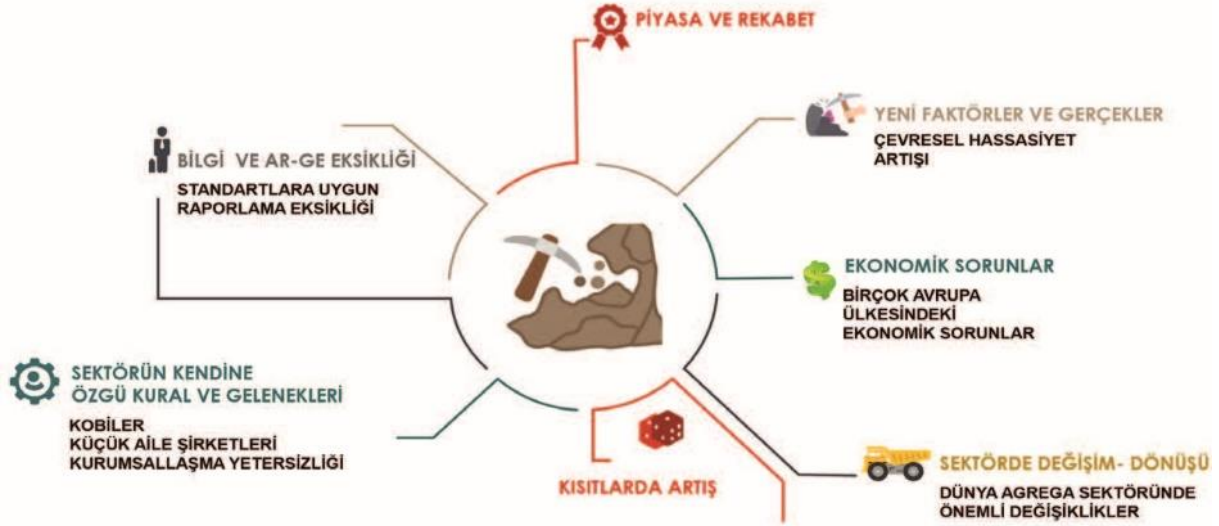
- Daire başı 80 ton agreg a tüketimi dikkate alındığında, 8 daireli bir konut için yaklaşık 239.360.000 ton, 48 daireli bir konut için ise 1.436.160.000 ton,
- Daire başı 120 ton agreg a tüketimi dikkate alındığında, 8 daireli bir konut için yaklaşık 359.040.000 ton, 48 daireli bir konut için ise 2.154.240.000 ton,
- Daire başı 150 ton agreg a tüketimi dikkate alındığında, 8 daireli bir konut için yaklaşık 448.800.000 ton, 48 daireli bir konut için ise 2.692.800.000 ton agreg a ihtiyacı öngörülmektedir.

4.2 İstanbul İl Alanı için Sürdürülebilir Agreg a Kullanımı, Mevcut Sorunlar, Riskler ve Agreg a Kaynak Planlamasının Önemi

Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, ülkemiz ve dünyanın diğer birçok bölgesinde agreg a konusunda da ulusal, bölgesel ve yerel politikalara ihtiyaç vardır. Agreg a kaynaklarının korunması, gelecek nesiller için sürdürülebilir kalkınmanın önemli unsurlarından biridir. Büyük şehirlerde arazi kullanımı üzerindeki artan baskı nedeniyle agreg a kaynakları sınırlanma tehdidi altındadır. Öte yandan, yeni agreg a üretim sahalarının geliştirilmesi genellikle birkaç yıl almaktadır. Bu nedenle stratejik planlama ve yeni saha geliştirme, gerçek büyümenin önünde gitmelidir. Ayrıca, bazı kentsel ve kırsal bölgelerdeki toplumsal direnç nedeniyle yeni sahalara izin vermek veya mevcut sahaları genişletmek giderek zorlaşmaktadır. Bu nedenle, agreg a arzının ve sürdürülebilir agreg a kaynak yönetiminin planlanması, özellikle mega şehirler için çok önemlidir. Planlama, beklenen talebin, agreg a kaynaklarının ve kısıtlamaların dikkate alınmasını gerektirir. Buna ek olarak, mevcut politika, yasal ve düzenleyici çerçeve ve bunların etkinliği ve diğer birçok değişken de dikkate alınmalıdır. Bölgeler agreg a planlama süreçlerini iyileştirmeli, kaynak verimliliğini artırmak için birincil ve ikincil (yapay) agreg a planlamasını entegre etmeli ve agreg a yönetimi, planlaması ve tedariki ile ilgili olarak yetkili makamlar, sanayi ve sivil toplum gibi paydaşlar arasındaki iletişimi artırmalıdır (Tuğrul, 2023).

Ülkemizde 3500'ün üzerindeki hammadde üretim izinli sahalar için özel politikalar geliştirilmesi gerekmektedir. Bu sahaların çoğunluğu genellikle yol kenarlarında bulunmaktadır ve üretim sonrasında yüksek şevler, düzensiz topoğrafya ve dağınık yığınlar gibi sorunlara neden olabilmektedir. Bu durum, kamuoyunda genellikle madencilikle ilgili olumsuz bir algı oluşturmaktadır. Bu sahaların etkili bir şekilde yönetilmesi ve düzenlenmesi için özel politikaların hayata geçirilmesi, çevresel etkilerin azaltılması ve toplumun madencilik faaliyetlerine yönelik olumsuz bakış açısının düzeltilmesi açısından önemlidir. (Tuğrul, 2023).

Birçok ülkede görüldüğü gibi, Türk agreg a sektörü de birçok sorun, risk ve tehditle karşı karşıyadır (Şekil 4.13). Bu sorun, risk ve tehditlere aşağıda değinilmiştir.



Şekil 4.13: Dünya agrega sektörü için mevcut sorunlar, riskler ve tehditler (Tuğrul, 2023)

Rekabetçi bir konum elde etmek, agrega sektöründe sadece fiyat indirimleriyle değil, aynı zamanda bilimsel metodlara, doğru verilere, inovasyona ve AR-GE çalışmalarına dayalı ekonomik ve katma değerli üretimle mümkündür. Ek olarak, entegre risk yönetimi, piyasa arzının uzun vadeli sürdürülebilirliği için hayati bir rol oynamaktadır. Agrega üreticileri, hızla değişen dünya düzenine uygun bir strateji belirlemeli ve yatırımlarını bu doğrultuda planlamalıdır (Tuğrul, 2023).

Agregaların çoğu hacimli ve ağırdır, bu nedenle verimli bir şekilde taşınması zordur. Nakliye maliyetleri üretim maliyetlerini hızla aşabilir. Bu nedenle, agrega pazarı, agrega üretim sahaları etrafında çok yerel olma eğilimindedir. Ticari olarak uygun agrega kaynaklarına sahip olmayan bölgelerde, malzemeler çoğunlukla kamyonlarla taşınmakta olup, daha az miktarda agrega demiryolu veya gemilerle taşınır. Zorlu hava koşullarından kaynaklanan önemli gecikmeler veya bu nakliye yöntemlerini etkileyen artan maliyetler operasyonları etki-leyebilir. İşin doğasında var olan nispeten yüksek nakliye maliyetleri nedeniyle, agrega üreticileri yerel pazarda oldukça rekabetçi bir sektörde faaliyet göstermektedir. Her bir agrega türü, farklı agrega türleri ve aynı tür agrega üreticileri ile rekabet halinde satılmaktadır. Önemli rekabet fiyatların düşmesine yol açabilir. Bu nedenle, pazardaki kaynaklara erişim hayati önem taşımaktadır (Tuğrul, 2023).

Son yıllarda, özellikle 2021'de inşaat talebinin pandemiden hemen sonra hızla toparlanmasıyla, taşıma kısıtlamalarının talebin güçlü olduğu yerlerde müşterilere teslimatları geciktirebilmektedir. Ancak genel olarak taşıma tedarik zinciri müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamaya devam etmiştir. Bu durumun devam edip etmeyeceği, gelecekteki sürücülerin kullanılabilirliği, uygun yeni araçların bulunabilirliği, daha farklı kapasitedeki kamyonların kullanımı, müşterilerle iş birliği içinde daha verimli tedarik lojistiklerinin geliştirilmesi, şehir alanlarında olası teslimat kısıtlamaları gibi faktörlere bağlı olacaktır. Ayrıca, agrega endüstrinin tren teslimatlarının ortalama yüklemesini artırma yeteneği, kritik demiryolu güzergahlarının arttırılması ve kullanılabilirliği, ana pazarlardaki demiryolu depo kapasitesinin kullanılabilirliği, rıhtım kapasitesinin kullanılabilirliği, dökme yüke uygunluğu ve demiryolu ağına bağlantıları, stok kapasiteleri gibi faktörler de önemlidir.

Sektörde risk değerlendirmesi, risk değerlendirmesi ve risk yönetimi kritik öneme sahiptir. Ekonomik riskler, jeolojik (jeolojik belirsizlik, agrega kaynağı ve rezervi, malzeme kalitesi ve kalite sürekliliği), jeoteknik (malzeme stabilitesine göre ocak tasarımı), hidrojeolojik, çevresel (toz, gürültü vb.) operasyonel (işletme, güvenlik ve ekipman) ve sosyal riskler tarafından doğrudan kontrol edilir (Şekil 4.14). Pazar talebini tahmin etmek ve ekonomik trendlere ilişkin konularda yorum yapabilmek için, sektörde enerji verimliliği, varlık yönetimi ve endüstri performansını analiz edip, tahmin eden endüstri liderlerinin tecrübe ve birikimlerinden faydalanmak önemlidir (Tuğrul, 2023).

Çevresel hassasiyetin artmasıyla birlikte, sektör son 10-15 yılda ortaya çıkan yeni faktörler ve gerçeklerle (iklim değişikliği, yeşil anlaşıma, COVID-19 pandemisi vb.) karşı karşıya kalmıştır. Çevresel etkiler sadece yerel halkın sorunu olmaktan öte, küresel bir mesele haline gelmiştir. Üreticilere destek sağlarken, düzenleyici kamu kurumlarının öncelikle toplumun çıkarlarını ve sağlığını gözetmesi gerekmektedir. Aynı zamanda, sektörün dünya genelinde alınan kararlara uymak ve mevzuatını buna göre düzenlemekle yükümlü olduğu unutulmamalıdır. Çevresel ve sosyal sorunları aşmak için, sektörün sadece yasalara uymakla kalmayıp sorumlu madencilik anlayışıyla daha fazla çaba göstermesi gerekmektedir (Tuğrul, 2023).

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de agrega üreticileri de kısıtlamalar, riskler, karmaşık ve uzun süren ruhsat ve izin süreçleri ve bunların geçerlilik süreleri nedeniyle geleceğe yönelik yatırım yapmamakta ve kaynakları verimli kullanamamaktadır. Metropol alanlarındaki yoğun yapılaşma ve yerel halkın rızasının alınmaması nedeniyle yeni ruhsatlar veya mevcut ruhsatların yenilenmesi için kısıtlamalar bulunmaktadır. Bu kısıtlamaların toplu kaynak planlamasına veya teknik, bilimsel çalışmalara dayanmadan uygulanması kaynak sürdürülebilirliği, ulaşım sorunları, biyoçeşitlilik ve daha birçok konuda olumsuz etkilere neden olabilir (Tuğrul, 2023).



Şekil 4.14: Agregada sektöründeki riskler

Agregada üreten şirketler çoğunlukla şehir içinde veya yakın alanlarda faaliyet gösteren KOBİ'lerdir. Diğer madencilik sektörlerinde yaygın ve standart olan arama ve proje geliştirme faaliyetleri, geçmişte olduğu gibi çoğunlukla küçük aile şirketleri tarafından yönetilen agregada sektöründe çok daha azdır. Ülkemizde maalesef II. Grup (a) bendi maden ruhsatları için arama dönemi bulunmamaktadır. İşletme ruhsatları MAPEG tarafından yapılan ihaleler sonucu direkt

olarak verilmektedir. Bu durum Türkiye agrega sektörünün gelişmesine engel olmaktadır. Zira, karotlu sondaj yapılmadan, sadece saha çalışmaları sırasında yüzeyden yapılan çalışmalardan elde edilen verilere göre karar verilmekte ve üretim aşamasına geçilmektedir. Bu durum birçok yerde yanlış yatırımlara neden olmaktadır. Örneğin saha içinde örtü kalınlığının (dekapaj malzemesi) çok fazla olduğu kesimde üretime geçilmesi veya agrega olarak üretilmesi düşünülen malzemenin sahada mevcut jeolojik yapı nedeniyle kalınlığının, yayılımının beklenenden çok az olması yatırımcıyı büyük zararlara uğratabilir. Öte yandan üretimi düşünülen malzemenin kalitesi ve agrega olarak üretime uygunluğunun belirlenmesi kesinlikle gerekli olup, bunun için yeraltından örnek alınması şarttır (Tuğrul, 2023).

Az gelişmiş/gelişmekte olan ülkelerdeki agrega sektöründe, kaynak ve rezerv yönetimi, kalite sürekliliği, uygun alanlarda agrega kullanımı, doğru üretim teknikleri gibi konularda bilgi eksikliği yaşanmaktadır. Ayrıca, AR-GE çalışmaları, yenilikler ve teknoloji entegrasyonu konusundaki yetersizlikler de dikkat çekmektedir. Küresel standartlar evrildikçe, agrega üreten şirketler diğer madencilik firmaları gibi projelerinden değer elde etmek adına giderek daha yenilikçi olmak durumundadır. Dijital dönüşüm süreci, küresel iklim değişikliği, artan doğal afetler ve salgın hastalıklar gibi faktörler, şirketleri hızla dönüşmeye zorlamaktadır (Tuğrul, 2023).

Ülkemizde ve dünyanın birçok ülkesindeki agrega sektörü uluslararası raporlama standartlarına uygun kaynak ve rezerv raporlamasına alışkın değildir. CRIRSCO (Com- mittee for Mineral Reserves, International Reporting Standards) çatısı altında faaliyet gösteren PERC (Avrupa) Komitesi, agrega kaynaklarının tahmin edilmesi, rezervlerinin hesaplanması ve raporlanmasına yönelik kılavuz ilkelerin geliştirilmesinde özellikle aktif olmuştur (Wells, 2016). Türkiye’de UMREK (Ulusal Kaynak ve Rezerv Raporlama Komitesi) arama sonuçlarının, maden kaynaklarının ve maden rezervlerinin raporlanmasına ilişkin standartları belirlemektedir. UMREK, CRIRSCO’nun bir üyesi olup, UMREK Raporlama Standardı, CRIRSCO Raporlama Şablonu ve dolayısıyla diğer uluslararası raporlama standartları ile uyumludur. UMREK kodunda agregalarla ilgili özel bir bölüm de bulunmaktadır. 2021 yılında UMREK ve PERC Komiteleri, agrega ve doğal taş sahalarının uluslararası standartlara göre kaynak ve rezerv raporlaması ve değerlemesi konusunda ortak çalışmalar başlatmıştır. 2022 yılında CRIRSCO 2019 şablonuna uygun güncellenen UMREK Kodunda, “Agregalar ve Çimento Hammaddeleri” bölümü çok daha kapsamlı bir şekilde sunulmuş olup, diğer ülkelere örnek olmuştur. 2022 yılında da CRIRSCO çatısı altında Agrega ve Doğal Taş Çalışma Gurubu oluşturulmuştur (Tuğrul, 2023).

Agrega ve mühendislik jeolojisi konusunda uzman jeoloji mühendisleri, hidrojeologlar, harita, inşaat, maden, çevre, orman, endüstri mühendisleri, peyzaj mimarları, şehir plancıları, biyologlar, zoologlar, arkeologlar, ekonomistler vb. gibi meslekler arasında iş birliği ve interdisipliner projelerin geliştirilmesi sektördeki sorunların çözümü için elzemdir. Ayrıca politikacılar, hükümet yetkilileri, üniversiteler, özel şirketler ve sivil toplum kuruluşlarının mevcut sorunlar üzerinde birlikte çalışarak çözüm yollarını keşfetmeleri de son derece önemlidir (Tuğrul, 2023).

4.2.1 Agrega Endüstrisinin Sürdürülebilirliği

Küresel agrega sektörü, bir dizi ortak zorlukla karşı karşıya olmasına rağmen, çeşitli çözümler geliştirmektedir. Sürdürülebilirlik, tüm ülkeler ve bölgeler için öncelikli bir konudur. Bu bağlamda, 2050’de karbon-nötr bir hedefe ulaşmak için belirlenen yol haritaları, su yönetiminde en iyi uygulamalar, hava kalitesi, biyoçeşitliliğin restorasyonu ve geliştirilmesi, nehirlerden ve

denizden madencilik gibi konular sıkça ele alınmakta ve tartışılmaktadır. Ancak, 20 yıllık bir zaman diliminde kaynaklara erişim, etkili ve adil izin prosedürleri, sorumsuz/yasadışı madencilik gibi sorunlar ön plana çıkmakta ve bu zorluklara karşı mücadele eden devam eden kampanyalar özellikle vurgulanmaktadır (Latouros, 2023; Tuğrul, 2023).

Agrega endüstrisi için en önemli faktörlerden biri, agrega üretiminin agrega kaynaklarına bağlı olarak sürdürülebilirliğidir. Başta Avrupa olmak üzere bazı bölgelerde kum ve çakıl yataklarının tükenmekte olduğu ve son trendin kırılmış, imal edilmiş ve geri dönüştürülmüş agrega kullanımı (kırmı kum) olduğu bildirilmektedir. Agrega üretimi için arazi kullanımından kaynaklanan çatışmalar tüm gelişmiş/ gelişmekte olan ülkelerde yaygın olup, uzun vadeli planlama ihtiyacı acil bir sosyal, ekonomik ve politik konudur. Gerekli olan diğer husus, ihtiyaç fazlası agrega üretiminin azaltılmasıdır. Kısıtlar veya zorlu izin prosedürleri nedeniyle şehir içindeki veya yakınındaki agrega kaynaklarının işletilememesinin yanı sıra, şehirlerin içinde veya yakınında beklenen kalitede agrega kaynaklarının bulunmaması nedeniyle, agregaların ocaktan müşteriye nakliye maliyeti dünya genelinde artmaktadır (Tuğrul, 2023).

Ekonomik açıdan bakıldığında, en iyi tahminler 2023'te küresel üretimde 2019'a kıyasla %6,5'lik bir düşüş olacağını göstermekteydi. Bunun başlıca nedeni pandemi ve bölgesel ekonomik türbülanslardı. Bununla birlikte, son yirmi yılda üç katına çıkan talep artışının ortasında dünya, hazırda alternatifi bulunmayan ve giderek büyüyen bir agrega kıtlığıyla karşı karşıyadır. Agregalara yönelik küresel talep hızla artmaya devam ettiğinden, bu sınırlı kaynağın sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi hayati önem taşımaktadır (Latouros, 2023; Tuğrul, 2023).

Dünyada sektörle ilgili teknik konularda, dijitalleşme ve yapay zekânın artan faydalarına odaklanılmıştır. Güvenlik ve sağlık konuları ile sosyal konuların, sektörde değerli bir kariyer sağlamak için giderek daha önemli hale geldiği vurgulanmaktadır. Her zaman olduğu gibi, halkla ilişkiler ve iletişim, sektörün iyi hikâyesini daha geniş bir dünyaya anlatmak için gerekli olduğunu kanıtlamıştır (Latouros, 2023; Tuğrul, 2023).

Yenidünya düzeninde 'Kurumsal Sürdürülebilirlik/Şirket Sürdürülebilirliği' yaklaşımı elzemdir. Düşük karbon ekonomisi ve döngüsel ekonomi modellerinde riskleri fırsata çevirmek için izlenecek yol haritalarının oluşturulması, sürdürülebilir kalkınma ve yönetim için yapılması gerekenler hedeflenmelidir (Tuğrul, 2023).

Agrega kaynaklarının korunması, gelecek nesiller için sürdürülebilir kalkınmanın önemli unsurlarından biridir. Dünyada arazi kullanımı üzerindeki baskının artması nedeniyle agrega kaynakları sınırlanma tehdidi altındadır. Öte yandan, yeni taş ocağı sahalarının geliştirilmesi genellikle birkaç yıl almaktadır ve bu nedenle stratejik planlama ve yeni saha geliştirme, gerçek büyümenin önünde gitmelidir. Ayrıca, bazı kentsel ve kırsal bölgelerdeki toplum direnci nedeniyle yeni sahalar izin vermek veya mevcut sahaları genişletmek giderek zorlaşmaktadır. Bu nedenle, agrega arzının ve sürdürülebilir agrega kaynak planlanması ve yönetimi, özellikle mega şehirler için çok önemlidir. Planlama, beklenen talebin, agrega kaynaklarının ve kısıtlamaların dikkate alınmasını gerektirir. Buna ek olarak, mevcut politika, yasal ve düzenleyici çerçeveye bunların etkinliği ve diğer birçok değişken de dikkate alınmalıdır. Ülkeler ve bölgeler agrega planlama süreçlerini iyileştirmeli, kaynak verimliliğini artırmak için geri dönüşüm agregalarının kullanımı ile yapay agrega üretimini planlamaya entegre etmelidir (Tuğrul, 2023).

Agrega Kaynak Planlaması öncesi "Planlama Politikaları" agrega sektörü ile tüm paydaşlar; Yerel Yönetimler (Valilik ve Belediyeler) Kamu Kurum ve Kuruluşları (CSB, Tarım ve Orman

Bakanlığı, TCK, TCDD, DHMİ, DLH, DSİ vb.), STK'lar (AGÜB, THBB, ASMÜD, TÜRKÇİMENTO vb.) ile Üniversiteler tarafından oluşturulmalıdır. Yerelde her ilin politikası ayrı olmalıdır. Tüm kısıtlar dikkate alınmalıdır. Geri dönüşüm agregalarının kullanımı planlanmalıdır. Kaynak planlaması şehir planıyla entegre olmalıdır. Asfalt ve beton santrallerinin konumları, ulaşım ağları, limanlar, depolama alanları vb. dikkate alınmalıdır (Tuğrul, 2023).

Daha iyi lojistik planlama ve taşıma rotalarının optimize edilmesi, zaman ve kaynakların tasarruflu kullanılmasına yardımcı olabilir. Bu amaçla planlama ve yönetimde dijital teknolojiler mutlaka kullanılmalıdır (Tuğrul, 2023).

İstanbul'un batı yakasındaki en önemli agrega kaynaklarından birinin sürdürülebilirliği için T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Maden ve Petrol İşleri Genel Müdür-lüğü (MAPEG) tarafından hayata geçirilen "Cebeci Maden Bölgesi Projesi" İstanbul için Agrega Kaynak Planlamasının ilk adımlarından biridir. Bu proje, "Sürdürülebilir, Çevre ile Barışık, Güvenli Maden Projesi"nin ötesinde "Çevre Koruma ve Alt Yapı Projeleri" ile dünyaya örnek bir projedir. Bölgede yeniden üretime başlanmıştır. Tam kapasiteli üretime geçildiğinde bölgede 33 yıl boyunca yıllık 24 mt agrega üretimi gerçekleştirilecektir. Bu bölgede ayrıca beton, asfalt santralleri vb. yerleri de planlanmıştır. Agrega üretim artıklarının değerlendirilmesi üzerine AR-GE çalışmaları devam etmektedir. Bölge şehir planına eklenmiştir (Tuğrul, 2023).

4.2.2 Geleceğin Sürdürülebilir Akıllı Şehirleri ve Yeşil Agrega Endüstrisine Geçiş

UNDP raporlarına göre; önümüzdeki on yıl içinde şehirlerdeki büyümenin yüzde 95'i gelişmekte olan ülkelerde gerçekleşecektir. Bu şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dirençli ve sürdürülebilir kılmak UNDP'nin hedeflerinden biridir. Günümüzde insanların yaklaşık yarısı şehirlerde yaşamaktadır. Bu sayının gelecekte daha da artması beklenmektedir. Şehirler birçok insanın geleceği olacaktır. İnsanlığın karşı karşıya olduğu yoksulluk, iklim değişikliği, sağlık hizmetleri, eğitim gibi devasa sorunlara kentlerde çözüm bulmak gerekecektir. Bunun için de şehirler daha sağlam planlanmalı ve inşa edilmelidir. Afetler karşısında can ve mal kaybı ancak bu şekilde önlenebilir. Sürdürülebilir kentler için kentsel planlama, güvenlik/ hasar görülebilirlik, enerji, ulaşım, çevresel etkiler, üretim, katı atıklar ve kamusal alanlar/kültürel miras ön plandadır. Agrega Endüstrisi bu konularla ilgilenmektedir (Tuğrul, 2023).

Akıllı şehirler, agrega üretimi ve kullanımı gibi inşaat sektörüne bağlı unsurlarla etkileşime girdiğinde, sürdürülebilirlik, çevresel koruma, verimlilik, dijitalleşme, ulaşım yönetimi ve yerel ekonomiye katkı gibi birçok avantaj elde edilebilir. Akıllı şehirler, veri ve teknolojiyi kullanarak agrega kullanımını optimize etmek, atığı azaltmak ve sürdürülebilir inşaat uygulamalarını teşvik etmek için verilere ve teknolojiye dayalı çözümler sunabilir. Bu hem inşaat sektörünün ihtiyaçlarını karşılamak hem de şehirlerin sürdürülebilirlik hedeflerini desteklemek için önemlidir. Özetle, akıllı şehirler, teknoloji ve veri odaklı çözümler aracılığıyla kentsel yaşamı geliştirmeyi amaçlarken, agrega üretimi, kentsel gelişim için hayati öneme sahip inşaat malzemelerinin çıkartılması ve kullanılmasını içerir. Akıllı şehirlerin ve agrega üretiminin kesişimi, kentsel gelişimde bu kaynakların sürdürülebilir planlanmasını, yönetimini ve kullanımını içerir. Bu iki hususu dengelemek, geleceğin sürdürülebilir, verimli ve dayanıklı şehirlerini yaratmak için önemlidir (Tuğrul, 2023).

Agrega ocaklarında agrega üretimiyle ilgili tüm faaliyetlerin (delme-patlatma, ocak içi nakliye, kırma-eleme, vb.) CO₂ ayak izi ihmal edilebilir düzeydedir (3-5 kg/t). (UEPG-Road- map2030).

Birçok gelişmiş ülkede olduğu gibi ülkemizde de elektrikli iş makineleri, kamyonlar, konveyör bant taşımacılığı ve sahada yenilenebilir enerji üretimi sayesinde bu etki daha da azaltılabilir. Ancak bunun için önemli bir yatırım gerekmektedir. Türkiye’de kanun koyucular ve agrega sektörü bu konuda çalışmalara başlamıştır (Tuğrul, 2023).

Akıllı şehirler, taşıma ve lojistik operasyonlarını daha akıllıca yönetirler. Agrega taşıma işlemleri de bu bağlamda optimize edilebilir, trafik sıkışıklığı ve taşıma maliyetleri azaltılabilir. Ayrıca, agregaların nakliyesi karbon emisyonlarına katkıda bulunabilir, lojistiği optimize etmek bu açıdan da oldukça önemlidir. Uzun ulaşım mesafelerinden kaçınmak ve kaynaklara mümkün olduğunca yerel erişim sağlamak esastır. Elektrik üretim ve dağıtımının karbondan arındırılması önemli yatırım ve zaman gerektirmektedir. Bu teknolojiler yaygınlaştırıldığında, bunların yaygınlaştırılmasına yönelik teşvikler belirleyici olacaktır (Tuğrul, 2023).

Yeşil agrega endüstrisine geçişte yasalar, izinler ve arazi kullanım planlaması, ruhsat alanlarında (üretim, geri dönüşüm, yenilenebilir enerji üretimi) farklı uygulamalara izin verecek şekilde düzenlenmelidir. Ülkemizde olduğu gibi, dünyanın birçok ülkesinde; karmaşık, belirsiz, uzun süren izin süreçleri ve geçerlilik süreleri, teşvik yetersizliği vb. nedenler yüzünden üreticiler; sürdürülebilir üretim için, kaynaklarının verimli kullanımı ve kaliteli üretim için, çevresel ve sosyal konular, küresel mutabakatlar, AR-GE, inovasyon için yatırım yapamamaktadırlar (Tuğrul, 2023).

Agrega sektörü ortak çevresel ve sosyo-ekonomik hedeflere odaklanmalıdır. Çevresel hedefler biyoçeşitlilik, su yönetimi, hava kalitesi, döngüsel ekonomi, yenilenebilir enerji, ulaşım, iklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyondur. Sosyo-ekonomik hedefler ise kamu/ çalışan sağlığı ve güvenliği, sosyal kalkınma, teknik standartlar, sürdürülebilirlik, finans ve doğal sermayedir. Akıllı şehirlerde agrega üretimi süreçlerinde teknolojinin kullanılması, kaynakların daha sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine yardımcı olabilir. Uzaktan izleme sistemleri sayesinde çevresel etkiler sürekli olarak takip edilir ve gerekli önlemler hızla alınabilir. Akıllı şehirler, dijital platformlar aracılığıyla yöre sakinlerini karar alma süreçlerine dahil ederler ve kentsel gelişime aktif katılımı teşvik ederler. Böylece, yüksek tüketim miktarları, yüksek nakliye bedelleri nedeniyle şehir içinde veya yakınında işletilmek zorunda olan agrega madenleri ile ilgili halk şikayetleri azaltılabilir (Tuğrul, 2023).

4.2.3 İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi İçin Agrega Sektörünün Önemi

Küresel agrega krizi, sürdürülebilir kalkınma ve iklim değişikliği ile ayrılmaz bir şekilde bağlantılıdır. Günümüzde dünya nüfusunun yüzde 57'si, yani yaklaşık 4,4 milyar insan şehirlerde yaşamaktadır. 2040 yılına kadar kentlerde yaşayanların sayısının yüzde 65'e, yani yaklaşık 6 milyara yükseleceği tahmin edilmektedir. Beton karışımlarının yaklaşık yüzde 70'ini agregalar oluşturduğundan, artan kentleşmenin son 20 yılda küresel agrega tüketiminin üç katına çıkmasından kısmen sorumlu olması şaşırtıcı değildir. Kırsal alanlardan daha yoğun nüfuslu kent merkezlerine artan insan göçü, altyapı geliştirme ve bunun yapı taşlarını oluşturan agregalara olan talebi artırmaktadır. Önümüzdeki 20 yıl içinde, altyapıya yönelik artan küresel talebi karşılamak için tahminen 7,5 trilyon dolara (USD) ihtiyaç duyulmaktadır ki bu rakam önceki 20 yıldaki altyapı harcamalarının yaklaşık iki katıdır (Latouros, 2023; Tuğrul, 2023).

Artan kentsel nüfusun agrega kaynakları üzerinde baskı yaratmasının karşın, yapıların iklim değişikliğinden kaynaklanan benzersiz tehditler karşısında aynı anda güçlendirilmesi, yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Bu durum agrega talebinde dramatik artışlara yol açmaktadır (Tuğrul, 2023).

Birleşmiş Milletler'in 2030 yılına kadar küresel sera gazı emisyonlarını yarıya indirme hedeflerine ulaşmak için yoğun çaba sarf edilirken, ulusal ve yerel yönetimler de iklim stres faktörlerinin artışına karşı giderek daha fazla hazırlık yapmakta ve azaltma stratejileri ve ölçeklenebilir teknolojiler aramaktadır. 2017 yılında, bu tür felaketlerden kaynaklanan küresel ekonomik kayıplar, kayıtlara geçen en yüksek ikinci kayıp olan 330 milyar dolara (USD) ulaşmış ve 10 yıllık ortalama olan 190 milyar doların oldukça üzerinde gerçekleşmiştir. Agregalar bu stres faktörlerinin azaltılmasında kilit bir rol oynamaktadır. Azalan kaynak arzı ile bu sınırlı kaynağa yönelik artan talep arasındaki dengeyi sağlamanın, bu kaynağın çıkarılması, taşınması ve kullanımıyla ilişkili daha fazla sera gazı emisyonuna ve sosyal ve çevresel kırılganlığı artmasına yol açması beklenmektedir (Latouros, 2023).

Agreganın CO₂ ayak izinin düşük olmasının yanı sıra, agrega üretim sahaları iklim değişikliğine uyum için de çok önemlidir (UEPG Yol Haritası). Avrupa Yeşil Mütabakatı, iklim değişikliğine uyum stratejisi, buna uygun yapıların inşası ve yenileme dalgası büyük miktarda agrega gerektirmektedir. Ülkelerin hedefledikleri iklim nötrlüğüne daha fazla katkıda bulunmak için binaların yenilenmesinde modern tasarım ve sürdürülebilir malzemelerin kullanımı ön plana çıkacaktır. Sorumlu bir şekilde üretilmesi gereken agregalar, sürdürülebilir, yeşil ulaşım altyapılarının ve enerji verimliliği yüksek binaların inşasında veya mevcut yapıların yenilenmesinde kilit rol oynamaktadır (Tuğrul, 2023).

2021'de Türkiye'deki çevresel gelişmeler olarak, T.C. Ticaret Bakanlığı Temmuz ayında, Avrupa'yı 2050 yılına kadar ilk iklim-nötr kıta haline getirme doğrultusunda Türkiye'nin daha sürdürülebilir, daha yeşil bir ekonomiye geçişini güçlendirmek için dokuz kategoride 32 hedef ve 81 eylem içeren önemli bir Yeşil Anlaşma Eylem Planı yayımlamıştır. Bir diğer önemli gelişme de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın adını Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak değiştirmesidir. Ardından çevreyi korumak ve iklim değişikliğini azaltmak için Paris Anlaşması'nın parlamentoda onaylanması da dahil olmak üzere bir dizi yeşil politika oluşturulmuştur (Tuğrul, 2023).

Bilindiği üzere Avrupa Yeşil Mutabakatında yer alan karbon sınırı ayarlama mekanizması AB'ye ihracat yapan her sektörü yakından ilgilendirmektedir. Çimento ve inşaat sektörü en fazla karbon salınımına neden olan sektörlerin başında gelmektedir. Bugün toplam agrega ihracatımız çok fazla olmasa da ihraç edilen ürünlerin tedarik zincirinde yer almaktadır (Tuğrul, 2023).

Beton, dünyanın en yaygın kullanılan yapı malzemesidir. Beton Sürdürülebilirlik Konseyi (CSC), sorumlu bir şekilde tedarik edilen beton için bir sertifikasyon sistemi oluşturarak, inşaatla bilinçli kararlar alınmasını sağlamak için betonu sürdürülebilir bir yapı malzemesi olarak tanıtmakta ve göstermektedir (concretesustainability.com). Sertifikasyon tüm beton tedarik zincirini kapsamaktadır: çimento üreticileri, agrega tedarikçileri ve beton üreticileri. Sertifika, yönetim, çevre, sürdürülebilirliğin sosyal yönü ve ekonomi kategorilerinde yer almaktadır. Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) 2017 yılından bu yana Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (CSC) Bölgesel Sistem Operatörüdür ve bugüne kadar 13 tesisi belgelendirmiştir. Yeşil sözleşmeye uyum sürecinde ülkemizde agrega sektöründe bu tür sertifikalara talep artacaktır (Tuğrul, 2023).

4.2.4 Agreganın Döngüsel Ekonomiye Katkısı

Agrega endüstrisi yüksek kaliteli, dayanıklı, sürdürülebilir, geri dönüştürülebilir agregalar sağlamaktan sorumludur. Sahalarda atık üretilmez, proses artığı üretilir. Bu artıklar bazen fırsat malzemeler olabilmektedir. Agrega endüstrisi, kaynak ve enerji verimliliği ve kaliteli geri dönüşüm malze- mesi sağlayarak döngüsel ekonomiye katkıda bulunmalıdır (Tuğrul, 2023).

Birincil ve ikincil agregalar, agrega endüstrisinde yaşam döngüsü değerlendirmesi, karbon ayak izi, CE işareti ve yapı malzemeleri yönetmeliği gibi araçlar kullanılarak sürdürülebilir ve sorumlu bir şekilde tedarik edilmelidir. UEPG Yol Haritasında belirtildiği gibi, geri dönüşüm agregalarının potansiyel katkısı gerçekçi olmakla birlikte, birincil agregaların yerine ikame edilebileceklerine dair beklentiler yüksek olmamalıdır (Tuğrul, 2023).

Ülkemizde agrega üretim sahalarında atık ve geri dönüşüm agregalarının üretimi ve kullanımına ilişkin yeterli mevzuat ve teşvik bulunmamaktadır. Kaynak verimliliğini artırmak için döngüsel ekonomiye yönelik kolaylaştırıcı düzenlemeler yapılmalıdır (Tuğrul, 2023).

4.2.5 Agregaların Üretimi ve Çevre Dostu Uygulamalar

Bilindiği üzere hem Türkiye’de hem de gelişmiş ülkelerde taş ocaklarında doğal yaşam üzerine birçok proje bulunmaktadır. Ayrıca sivil toplum kuruluşları ile çevre uzmanları, bölgesel ve yerel yönetimler arasında iyi ilişkiler geliştirilmesi önemli ve gereklidir (Tuğrul, 2023).

Şehirlerin içinde veya yakınında bulunan agrega ocakları yok olmayacaktır. Bunun için bir zihniyet değişikliği gereklidir. Agrega endüstrisi öncelikle bulunduğu bölgenin yakın çevresinin kalkınması için agrega üreten hayati bir endüstri olup, agrega ocakları tüm baskılara rağmen temel bir endüstri olarak bölgelerinde kalmalıdır (aggregates-europa.eu) (Tuğrul, 2023).

Bazı ülkeler agrega endüstrisi için çevre dostu ve güvenli madencilik için kılavuz ilkeler ve yönetim stratejileri geliştirmiştir (UEPG-Roadmap2030). Türkiye’de de bu tür çalışmalara ihtiyaç vardır (Tuğrul, 2023).

4.2.6 Agrega Ocak Sahalarının Biyoçeşitliliğe Katkısı

UEPG-Roadmap2030’a göre; agrega sahaları “doğal koruma alanlarıdır” ve sadece saha restore edilirken değil, agrega çıkarılırken de biyoçeşitliliğe katkıda bulunurlar. Agrega çıkarma sahaları, doğal biyoçeşitlilik cennetleri olabilir. Bu sahalar yeni habitatlar ve öncü türleri cezbetmektedir. Şirketler, bu geçici etkinlik ile sorumlu agrega çıkarma gibi, alanı aşamalı olarak restore etmek ve yüksek biyolojik çeşitlilik yaratan planları ruhsat sahalarında uygulayabilirler (aggregates-europa.eu). Ne yazık ki bu durum ülkemiz de dahil olmak üzere birçok ülkede kamuoyu tarafından bilinmemektedir (Tuğrul, 2023).

İstanbul'a yakın Gebze (Kocaeli) agrega ocakları bölgesinde faaliyet gösteren bir Türk agrega üreticisi, şirket sınırlarında, ocak sahası çevresinde, ofislerde ve üretim tesislerinde kuşları gözlemlemiş ve fotoğraflamıştır. Bölgede 70 farklı kuş türü gözlemlenmiştir. Bu türlerden ilk etapta bazılarının üreticinin ruhsatlı sahasında düzenli olarak ürediği tespit edilmiştir (Tuğrul, 2023).

4.3 Agreg a Rezervlerinin Tür, Kalite ve Kullanım Amacına Göre Sınıflandırılması

Agreg a kalitesi özellikle büyük deprem riski altındaki ülkeler için çok önemlidir. Ne yazık ki, az gelişmiş ülkelerde bu konuda bilgi ve deneyim eksikliği bulunmaktadır. Birçok rapor ve makalede belirtildiği gibi; inşaat malzemelerinin kalitesi kabul edilebilir sınırlardan uzak olmasının yanı sıra inşaat uygulamaları kötü bir şekilde uygulanmaktadır. Bu faktörler binlerce binanın hasar görmesinin ve çökmesinin ana nedenleridir.

Türkiye'nin birçok bölgesi büyük bir deprem riski altındadır; bu nedenle agreg a kalitesi çok önemlidir. Bu konu, 17 Ağustos 1999 tarihinde İstanbul'a yakın olan İzmit'te meydana gelen 7,4 büyüklüğündeki depremden ve farklı şehirlerde meydana gelen diğer büyük depremlerden sonra daha da önemli hale gelmiş olup, daha sonra güncelleştirilen yeni yasa ve yönetmelikler, standartlar ve AR-GE çalışmalarıyla agreg a kalitesi üst seviyelere çıkarılmıştır. Türkiye'de İstanbul, İzmir, Adana gibi birçok büyük şehirde geçmişte inşa edilmiş çok sayıda bina bulunmaktadır. Ne yazık ki, bu binalarda inşaat malzemelerinin kalitesi kabul edilebilir sınırların çok uzağında olup, inşaat uygulamaları da iyi değildir. Bu faktörler, özellikle 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan İlçelerinde meydana gelen 7,7 ve 7,6 büyüklüğündeki iki deprem ve artçı sarsıntıları nedeniyle binlerce binanın hasar görmesinin ve yıkılmasının ana nedenleridir. Öte yandan, günümüzde her ne kadar standartlar uygulanmaya çalışılsa da özellikle doğal kum ve çakılın üretilmediği bölgelerde kullanılan kırma kumun çoğunlukla yıkanmaması/iyi yıkanmaması, kısa ve uzun vadede beton dayanıklılığını önemli oranda etkileyen agreg a bileşimine dikkat edilmemesi, üretilen hazır betonun sahaya nakliyesi, dökümü ve bakımı sırasında yapılan yanlış uygulamalar beton kalitesinin hatta beton sınıfının değişimine neden olmaktadır.

Kalite, kalite sürekliliği, dayanım ve dayanıklılık ile yeniliklerin (kaynak verimliliğini artırma yolları, üretim, ürün çeşitliliği, üretkenlik, artık/atık malzemelerin kullanımı) yanı sıra, son yıllardaki araştırma ve geliştirme çabaları genellikle agregaların daha verimli kullanımlarına yöneliktir. Öte yandan, birçok araştırma projesi, agreg a kaynaklarının optimum yönetimi ve sınırlı çevresel etkiye sahip beton, asfalt üretimi vb. üretimi için ekonomik, çevresel, politik ve toplumsal konulara odaklanmaktadır.

Proje kapsamında İstanbul il sınırları içinde üretimi gerçekleştirilen inşaat hammaddelerinin (agrega/kırmataş) tür ve kalite özelliklerinin belirlenmesi için ilk olarak jeolojik, mineralojik ve petrografik özellikler araştırılmıştır. Bunun için saha çalışmaları sırasında öncelikle agreg a üretimi yapan tüm ocaklardan numuneler alınmıştır. Daha sonra alınan numuneler kullanılarak ince kesitler hazırlanmış, polarizan mikroskobu ile incelemeler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.7 ve Şekil 4.15'de sunulmuştur.

Tablo 4.7: Jeolojik, mineralojik ve petrografik inceleme sonuçları

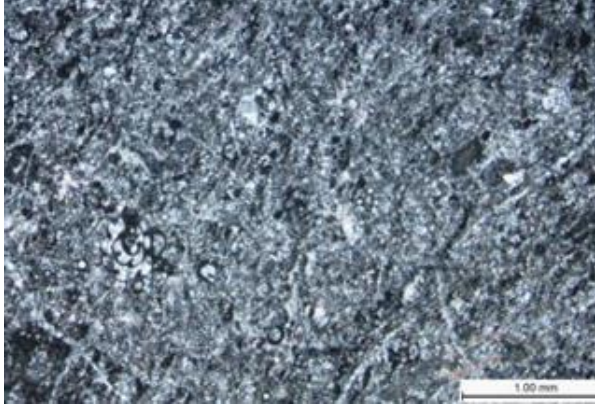
Şirket İsmi	Jeolojik Formasyon	Jeolojik Yaş	Mineralojik ve Petrografik Tanımlama
Ayhanlar-Aytaş	Demirciler	Erken Triyas	Gri, koyu gri ve siyah renkli, ince-orta tabakalı, killi, mikritik kireçtaşı ile yeşilimsi gri, boz renkli, ince tabakalı silttaşı, şeyi ve az oranda kumtaşı ar dalanmasından oluşan birim, genelde vermeslerin şekillendirdiği çubuk, atnalı ve halka şekilli karbonat yığışım larından yapıldır. Yığışım ın yoğun olduğu yerlerde, kireçtaşı

			tabaka ve mercekleri, kompakt karakterde ve yumrulu görünümündedir.
Kancataş	Ballıkaya ve Demirciler	Erken-Orta Triyas	Ballıkaya: Formasyon genelde gri, koyu gri ve siyah renkli, ince-kalın tabakalı, aşınma yüzeyi baklava şekilli, dolomit ve dolomitik kireçtaşlarından oluşur. Üst düzeyleri yer yer yoğun krinoidli olan birimin alt kesimleri gri renkli, ince tabakalı mikritik kireçtaşı ara katmanları içerir.
Kar Grup	Kartal	Erken-Orta Devoniyen	Alt düzeyleri yer yer kireçtaşı ara katkılı grovak ve şeyllerden, orta düzeyleri çoğunlukla kireçtaşı ara tabakalı kireçli grovak ve şeyllerden ve üst kesimleri de nadiren kireçtaşı ara seviyeli şeyllerden oluşan birimdir.
Maden Yapı	Demirciler	Erken Triyas	Gri, koyu gri ve siyah renkli, ince-orta tabakalı, killi, mikritik kireçtaşı ile yeşilimsi gri, boz renkli, ince tabakalı silt taşı, şeyi ve az oranda kumtaşı ar dalanmasından oluşan birim, genelde vermeslerin şekillendirdiği çubuk, atnalı ve halka şekilli karbonat yığışım larından yapıldır. Yığışımın yoğun olduğu yerlerde, kireçtaşı tabaka ve mercekleri, kompakt karakterde ve yumrulu görünümündedir.
Tarmak	Demirciler	Erken Triyas	Gri, koyu gri ve siyah renkli, ince-orta tabakalı, killi, mikritik kireçtaşı ile yeşilimsi gri, boz renkli, ince tabakalı silttaşı, şeyi ve az oranda kumtaşı ar dalanmasından oluşan birim, genelde vermeslerin şekillendirdiği çubuk, atnalı ve halka şekilli karbonat yığışım larından yapıldır. Yığışımın yoğun olduğu yerlerde, kireçtaşı tabaka ve mercekleri, kompakt karakterde ve yumrulu görünümündedir.
Koç Hafriyat	Pelitli	Üst Silüriyen-Alt Devoniyen	Çoğunlukla karbonat kayalarından oluşmakta olup, şey-kumtaşı ar dalanmaları da mevcuttur. Bağlayıcı çimentosu mikritik. Ayırışmış ürünlerinde kil mineralleri ve şeyllerden kaynaklı olan demir oksit oluşumları mevcuttur.
Entegre 2	Ballıkaya	Orta Triyas	Kireçtaşı ve dolomit kayaçlarından üretim yapılmakta. Bağlayıcı çimentosu sparit. Erime boşlukları yoğun. Ayırışmış ürünlerinde kil mineralleri ve demir oksit bulunmaktadır.
Alton	Pelitli	Üst Silüriyen-Alt Devoniyen	Çoğunlukla karbonat kayalarından oluşmakta olup, şey-kumtaşı ar dalanmaları da mevcuttur. Bağlayıcı çimentosu mikritik. Ayırışmış ürünlerinde kil mineralleri ve şeyllerden kaynaklı olan demir oksit oluşumları mevcuttur.

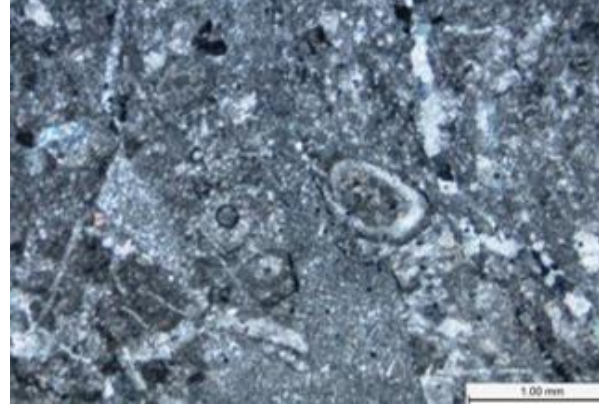
Selahattin Yaz Madencilik	Trakya	Karbonifer	Kireçtaşları; içerisinde kalsit minerali ve karbonatlaşmış kavrılar bulunmaktadır. Kayacın bünyesinde bulunan kırık ve çatlaklar kalsit, opak mineralleri ve yer yer kil dolguludur. Kumtaşları ise; İçerisinde bolca kuvars, feldispat, çok az muskovit ve serizit mineralleri bulunmaktadır. Taneler ince taneli ve iyi boyplanmalı olup, karbonat çimentolu bir bağlayıcı ile tutturulmuştur.
Laçın	Ballıkaya	Orta Triyas	Çoğunlukla karbonat kayalarından oluşmakta olup, şey-kumtaşı ardalanmaları da mevcuttur. Bağlayıcı çimentosu mikritik. Ayrılmış ürünlerinde kil mineralleri ve şeylerden kaynaklı olan demir oksit oluşumları mevcuttur.
Özyurt	Ballıkaya	Orta Triyas	Kireçtaşı ve dolomit kayaçlarından üretim yapılmakta. Bağlayıcı çimentosu sparit. Erime boşlukları yoğun Ayrılmış ürünlerinde kil mineralleri ve demir oksit bulunmaktadır.
TBS-Alyans	Ballıkaya	Orta Triyas	Kireçtaşı ve dolomit kayaçlarından üretim yapılmakta. Bağlayıcı çimentosu sparit. Erime boşlukları yoğun Ayrılmış ürünlerinde kil mineralleri ve demir oksit bulunmaktadır.
Entegre 1	Ballıkaya	Orta Triyas	Kireçtaşı ve dolomit kayaçlarından üretim yapılmakta. Bağlayıcı çimentosu sparit. Erime boşlukları yoğun Ayrılmış ürünlerinde kil mineralleri ve demir oksit bulunmaktadır.
Danış Maden	Trakya	Karbonifer	Formasyon genelde yeşilimsi gri, ince-orta tabakalı, kumtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşur. Birimin alt düzeyleri gri renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı-ince tabakalı şeyl ardalanması biçimindedir. Formasyon, üste doğru kumtaşı ağırlıklı kumtaşı-şeyl ardalanmasına geçer. Kumtaşlarında kum, şeyllerde de silt boyutunda oldukça yoğun olarak gözlenen mika pulları, kumtaşlarına karakteristik bir özellik kazandırır.
İslamoğlu (İSTMAD)	Trakya	Karbonifer	Formasyon genelde yeşilimsi gri, ince-orta tabakalı, kumtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşur. Birimin alt düzeyleri gri renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı-ince tabakalı şeyl ardalanması biçimindedir. Formasyon, üste doğru kumtaşı ağırlıklı kumtaşı-şeyl ardalanmasına geçer. Kumtaşlarında kum, şeyllerde de silt boyutunda oldukça yoğun olarak gözlenen mika pulları, kumtaşlarına karakteristik bir özellik kazandırır.

Oyak	Trakya	Karbonifer	Formasyon genelde yeşilimsi gri, ince-orta tabakalı, kumtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşur. Birimin alt düzeyleri gri renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı-ince tabakalı şeyl ardalanması biçimindedir. Formasyon, üste doğru kumtaşı ağırlıklı kumtaşı-şeyl ardalanmasına geçer. Kumtaşlarında kum, şeyllerde de silt boyutunda oldukça yoğun olarak gözlenen mika pulları, kumtaşlarına karakteristik bir özellik kazandırır.
Akdağlar	Trakya	Karbonifer	Formasyon genelde yeşilimsi gri, ince-orta tabakalı, kumtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşur. Birimin alt düzeyleri gri renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı-ince tabakalı şeyl ardalanması biçimindedir. Formasyon, üste doğru kumtaşı ağırlıklı kumtaşı-şeyl ardalanmasına geçer. Kumtaşlarında kum, şeyllerde de silt boyutunda oldukça yoğun olarak gözlenen mika pulları, kumtaşlarına karakteristik bir özellik kazandırır.
Ento Maden	Trakya	Karbonifer	Formasyon genelde yeşilimsi gri, ince-orta tabakalı, kumtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşur. Birimin alt düzeyleri gri renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı-ince tabakalı şeyl ardalanması biçimindedir. Formasyon, üste doğru kumtaşı ağırlıklı kumtaşı-şeyl ardalanmasına geçer. Kumtaşlarında kum, şeyllerde de silt boyutunda oldukça yoğun olarak gözlenen mika pulları, kumtaşlarına karakteristik bir özellik kazandırır.
Kuzey Cebeci	Trakya	Karbonifer	Formasyon genelde yeşilimsi gri, ince-orta tabakalı, kumtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşur. Birimin alt düzeyleri gri renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı-ince tabakalı şeyl ardalanması biçimindedir. Formasyon, üste doğru kumtaşı ağırlıklı kumtaşı-şeyl ardalanmasına geçer. Kumtaşlarında kum, şeyllerde de silt boyutunda oldukça yoğun olarak gözlenen mika pulları, kumtaşlarına karakteristik bir özellik kazandırır.
May Yapı	Kırklareli Kireçtaşı	Eosen	Formasyon resifal kireçtaşı olarak tanımlanmakta, bol fosil, bol kavkı parçalarıyla, allokem ve mikrosparit türü otokemlerden oluşmaktadır. Kayaç içerisinde intraklast (kireçtaşı parçası) ve mercan fosilleri gözlenmektedir
Makpak	Kırklareli Kireçtaşı	Eosen	Formasyon resifal kireçtaşı olarak tanımlanmakta, bol fosil, bol kavkı parçalarıyla, allokem ve mikrosparit türü otokemlerden oluşmaktadır. Kayaç içerisinde intraklast (kireçtaşı parçası) ve mercan fosilleri gözlenmektedir

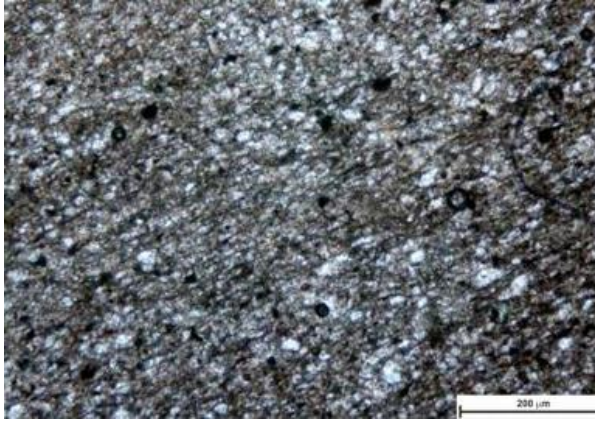
Akçansa	Kırklareli Kireçtaşı	Eosen	Formasyon resifal kireçtaşı olarak tanımlanmakta, bol fosil, bol kavkı parçalarıyla, allokem ve mikrosparit türü otokemlerden oluşmaktadır. Kayaç içerisinde intraklast (kireçtaşı parçası) ve mercan fosilleri gözlenmektedir
---------	-------------------------	-------	--



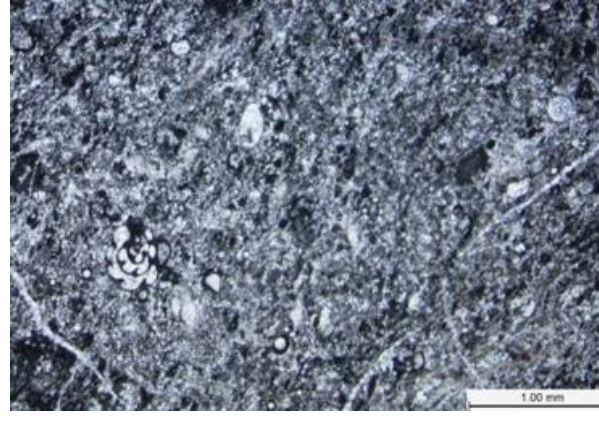
Ayhanlar-Aytaş



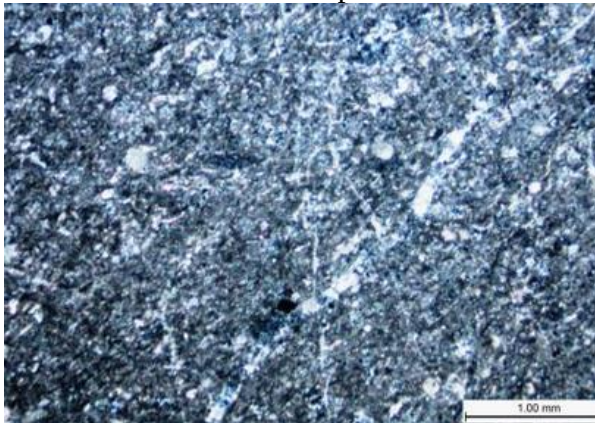
Kancataş



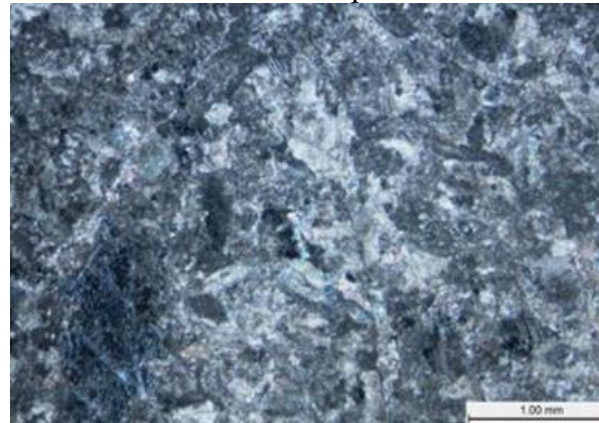
Kar Grup



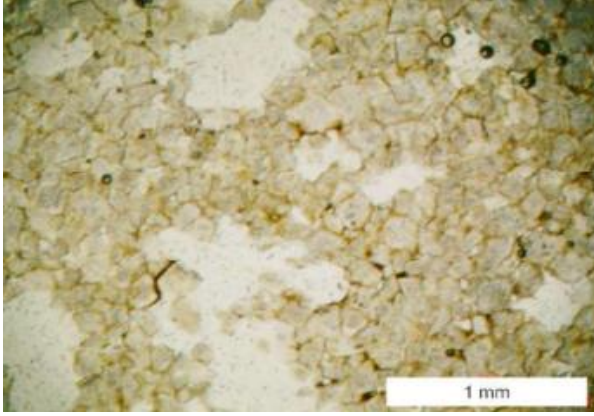
Maden Yapı



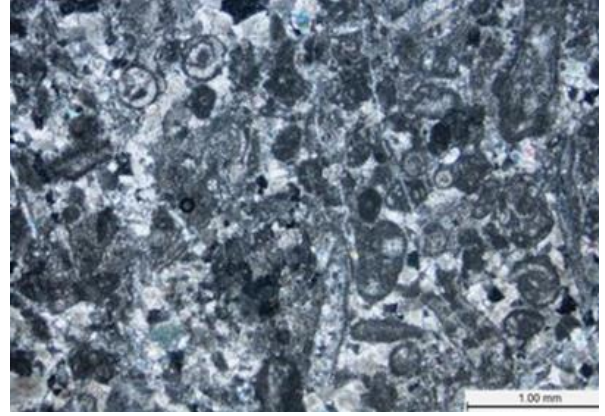
Tarmak



Koç Hafriyat



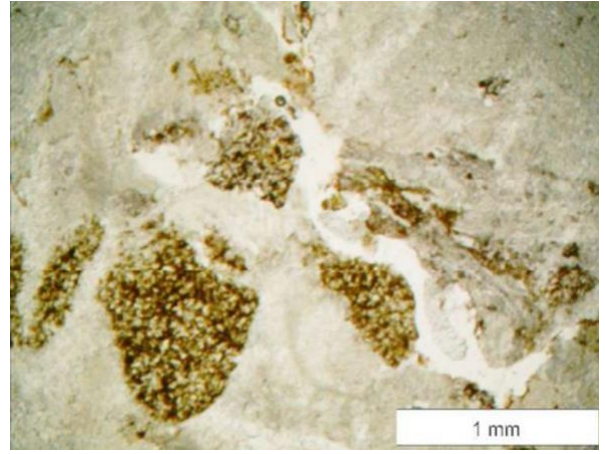
Entegre 2



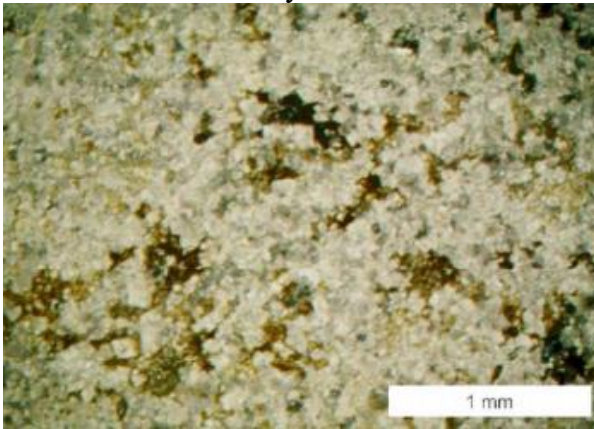
Alton



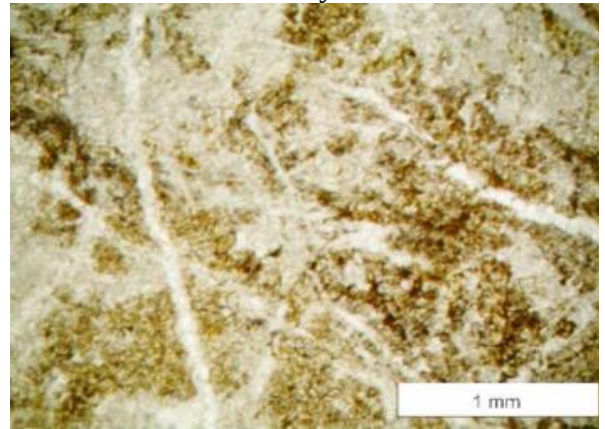
Özyurt



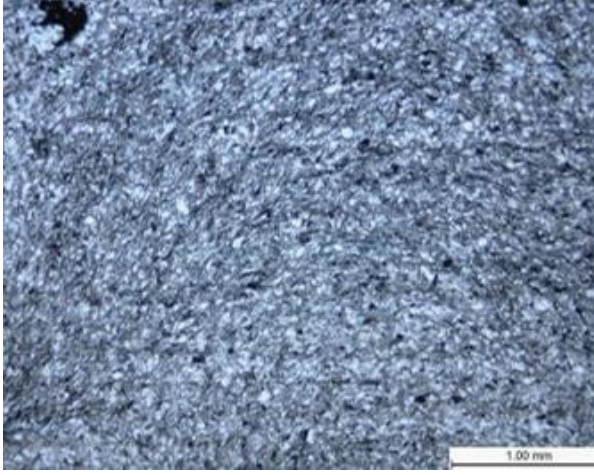
TBS-Alyans



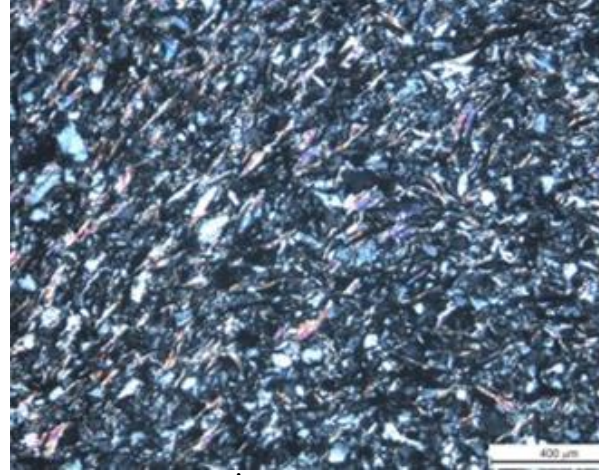
Entegre 1



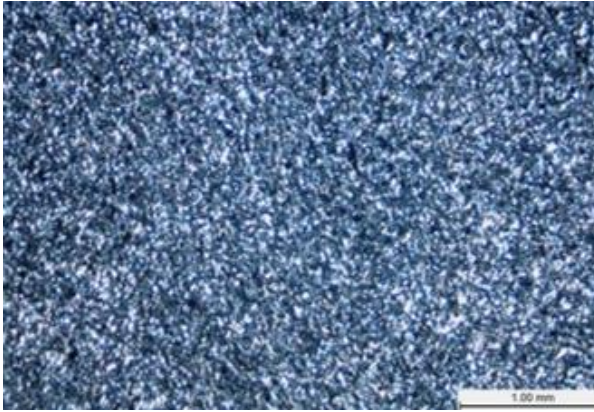
Laçın



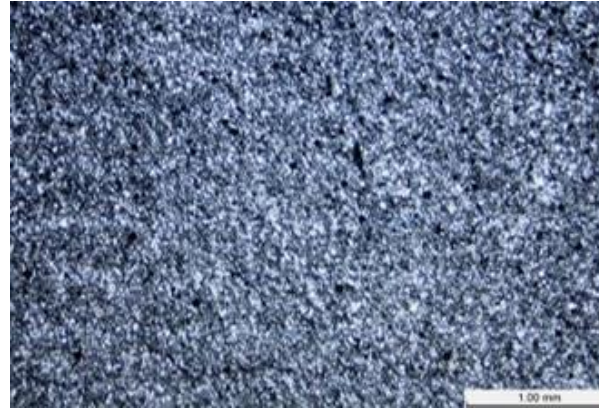
Danış Maden



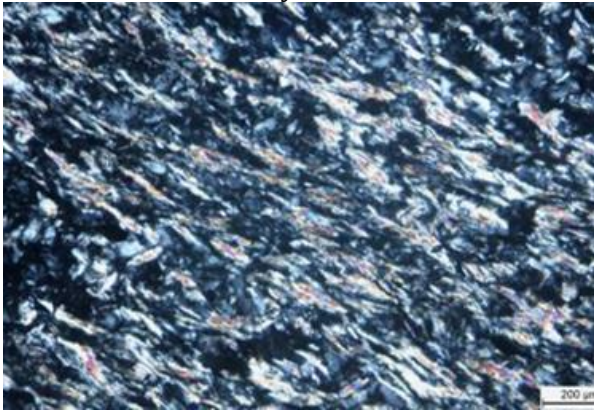
İslamoğlu



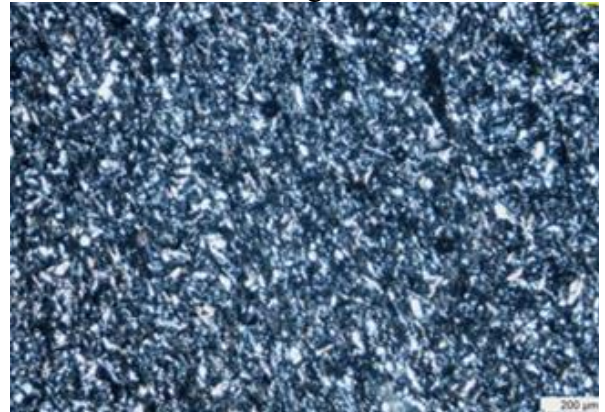
Oyak



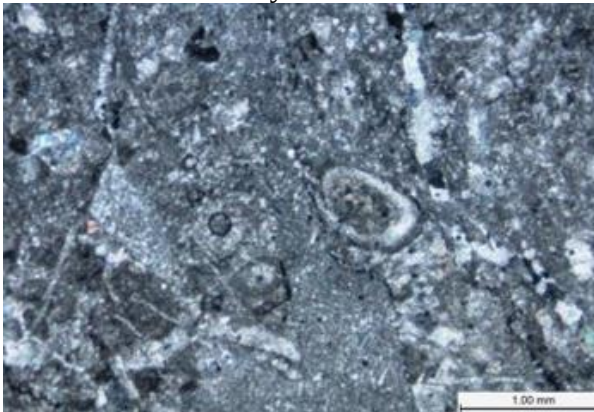
Akdağlar



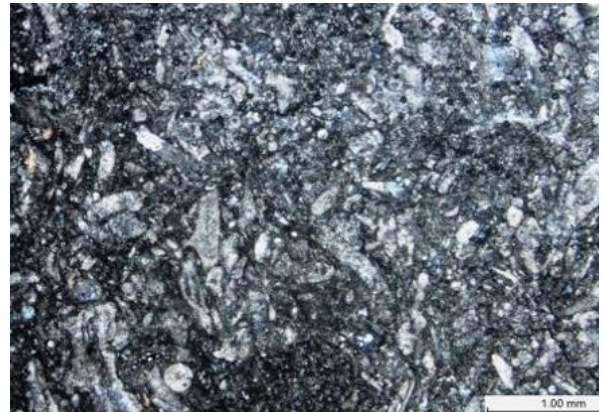
Kuzey Cebeci



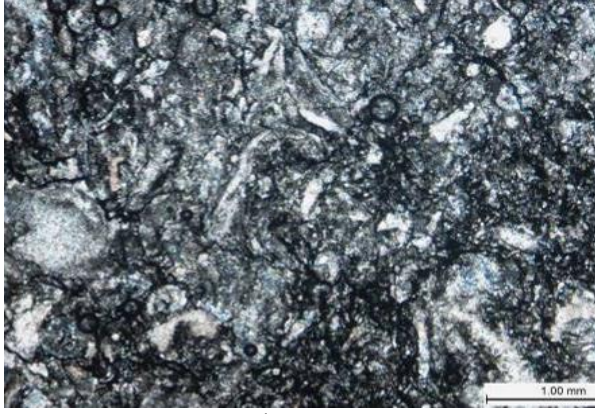
Ento



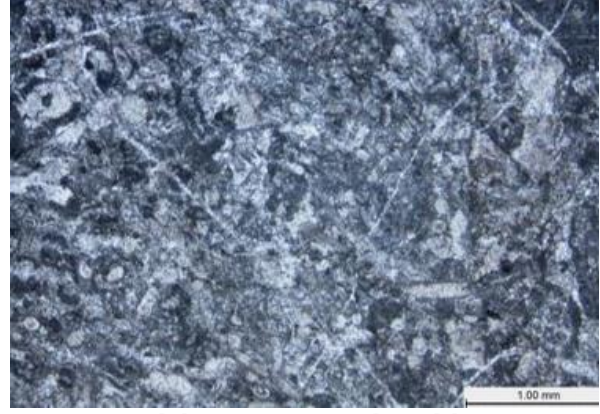
May Yapı



Makpak



Akçansa



Selahattin Yaz Madencilik

Şekil 4.15: İncelenen örneklerin polarizan mikroskobundaki görünüşleri.

Proje kapsamında İstanbul il sınırları içinde üretimi gerçekleştirilen inşaat hammaddelerinin (agrega/kırmataş) tür ve kalite özelliklerinin belirlenmesi için fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılmıştır. Bunun için saha çalışmaları sırasında agrega üretimi yapan tüm ocaklardan agrega numuneleri alınmıştır. Bu agrega örnekleri üzerinde TS EN 12620 (2009) standardında belirtilen fiziksel ve mekanik deneyler yapılmıştır. Bu standart, beton yapımında kullanılmak amacıyla, doğal, yapay veya geri kazanma yoluyla elde edilen agregaların, dolgu malzemesi olarak kullanılan agregaların ve bu malzemelerin oluşturduğu karışımların özelliklerini kapsamaktadır. Bu standart, EN 206-1'e uygun beton ile yollarda, diğer kaplamalarda ve ön dökümlü beton mamullerinde kullanılan beton da dahil olmak üzere, bütün beton tiplerinde kullanılan ve etüvde kurutulmuş tane yoğunluğu $2,00 \text{ Mg/m}^3$ (2000 kg/m^3)'ten daha büyük olan agregaları kapsar. Deneysel çalışmalar İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Jeoloji Mühendisliği Bölümü Doğal Yapı Malzemeleri Laboratuvarında yürütülmüştür.

Saha çalışmaları sırasında agrega üretimi yapan tüm ocaklardan alınan agrega numuneleri üzerinde, TS EN 12620 (2009)'de belirtilen metilen mavisi, kum eşdeğeri, çok ince madde içeriği, gevşek yığın yoğunluğu, tane yoğunluğu, su emme, Los Angeles ve magnezyum sülfat (MgSO_4) deneyleri yapılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlar Tablo 4.8 ve Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.8: Metilen mavisi, kum eşdeğeri, çok ince madde içeriği, gevşek yığın yoğunluğu deney sonuçları

Şirket Adı	Metilen Mavisi (gr/kg)	Kum Eşdeğeri (%)	Çok İnce Malzeme İçeriği (%)			Gevşek Yığın Yoğunluğu (Mg/m^3)		
			0 No	1 No	2 No	0 No	1 No	2 No
Ayhanlar-Aytaş	0,5	72	11,00	0,74	0,60	1,62	1,45	1,39
Kancataş	0,75	65	6,10	0,40	0,20	1,69	1,45	1,43
Kar Grup	0,75	76	10,20	0,74	0,60	1,65	1,41	1,37
Maden Yapı	1,3	73	10,90	0,82	0,36	1,61	1,39	1,33
Tarmak	0,81	72	7,10	0,50	0,30	1,66	1,47	1,41
Koç Hafriyat	0,44	67	12,96	0,82	0,36	1,59	1,35	1,34
Entegre 2	0,61	69	8,55	1,46	1,26	1,46	1,33	1,33
Alton	0,5-0,75	86	2,00	0,32	0,16	1,62	1,44	1,43
Selahattin Yaz Madencilik	2	67	6,64	1,38	1,06	1,62	1,44	1,43

Laçın	1,25	75	12,65	1,22	0,81	1,59	1,41	1,32
Özyurt	1,67	73	12,65	1,22	0,81	1,44	1,36	1,35
TBS-Alyans	1,25	75	13,91	1,09	0,42	1,67	1,39	1,32
Entegre 1	1,1	69	1,88	0,39	0,26	1,59	1,41	1,32
Danış Maden	1	66	3,20	0,50	0,20	1,63	1,49	1,46
İslamoğlu (İSTMAD)	1,2	84	10,91	1,02	0,52	1,62	1,4	1,39
Oyak	1,14	80	1,30	0,10	0,70	1,61	1,44	1,4
Akdağlar	0,9	66	3,10	0,90	0,30	1,70	1,46	1,42
Ento Maden	0,75	74	10,12	1,35	0,80	1,57	1,39	1,4
Kuzey Cebeci	1,8	65	9,81	1,12	0,77	1,62	1,4	1,35
May Yapı	1,81	72	0,12	0,01	0,01	1,45	1,29	1,27
Makpak	2,15	68	0,14	0,02	0,02	1,49	1,33	1,31
Akçansa	1,95	70	0,13	0,02	0,01	1,47	1,31	1,29

Tablo 4.9: Tane yoğunluğu, su emme, Los Angeles ve magnezyum sülfat (MgSO₄) deney sonuçları

Şirket Adı	Tane Yoğunluğu (Mg/m ³)	Su Emme (%)		Los Angeles katsayısı (%)	MgSO ₄ değeri (%)
		İnce agrega	İri agrega		
Ayhanlar-Aytaş	2,67	1,6	0,7	25,00	4,08
Kancataş	2,74	1,2	0,55	20,20	1,90
Kar Grup	2,69	1,65	0,75	23,00	4,98
Maden Yapı	2,7	1,2	0,5	22,00	1,00
Tarmak	2,72	1,2	0,55	21,80	2,78
Koç Hafriyat	2,71	1,12	0,38	17,59	4,08
Entegre 2	2,7	0,85	0,52	19,33	2,92
Alton	2,73	1,2	0,6	29,00	2,00
Selahattin Yaz Madencilik	2,7	1,55	1	19,31	8,72
Laçın	2,71	1,25	0,69	21,51	4,64
Özyurt	2,69	1,13	0,71	21,58	7,77
TBS-Alyans	2,79	1,25	0,69	18,39	5,54
Entegre 1	2,7	0,91	0,57	20,31	3,48
Danış Maden	2,71	1,6	0,7	19,90	2,70
İslamoğlu (İSTMAD)	2,7	1,2	0,65	19,00	4,85
Oyak	2,7	1,21	0,78	21,31	5,85
Akdağlar	2,72	1,1	0,6	19,90	4,10
Ento Maden	2,66	1,32	0,55	21,29	1,55
Kuzey Cebeci	2,68	1,6	0,6	22	12
May Yapı	2,6	1,99	1,28	24,47	5,68
Makpak	2,61	1,9	0,49	23,85	6,05
Akçansa	2,6	1,95	0,6	24,20	5,86

Saha çalışmaları kapsamında, İstanbul il sınırları içinde özellikle jeolojik açıdan heterojen kaya ortamlarında işletilen agrega ocaklarında, ocak açımı öncesi ve sırasında, ocaktaki malzemenin mümkün olduğunca değerlendirilebileceği üretimi sağlayabilmek, ocakların üretim aynalarında oluşabilecek şev yenilmelerini önceden belirlemek ve ocakların çevresel etkilerini değerlendirmek üzere detaylı çalışmalar bulunmadığı tespit edilmiştir.

Agrega ocaklarında ocak üretim planı, detaylı mühendislik jeolojisi haritaları ile ilişkilendirilmezse üretim sırasında beklenmedik problemlerle karşılaşılabilir. İstanbul il sınırları içerisindeki agrega üretimlerinin çoğu genellikle mühendislik jeolojisi haritalarına gerek duyulmadan ocaktaki agregaların ortalama kalitesi dikkate alınarak yapılmaktadır. Bu durum ülkemiz genelinde ve Avrupa'nın birçok ülkesinde benzer şekildedir (Raisanen, 2005). Bazı ocaklarda farklı kaya birimleri (kireçtaşı, kumtaşı, sokulum kayaçları) çıkarılmakta, kırılmakta ve birbirleriyle karıştırılmak suretiyle düşük dirence sahip kayaların üretimi minimize edilmekte, ancak bu sırada bazı yüksek kaliteli agrega kayıpları olmaktadır. Halbuki, ocak yerindeki kalite değişimi önceden araştırması yapılmış olsa daha yüksek kaliteye sahip malzemeler ayrı bir şekilde üretilebilir.

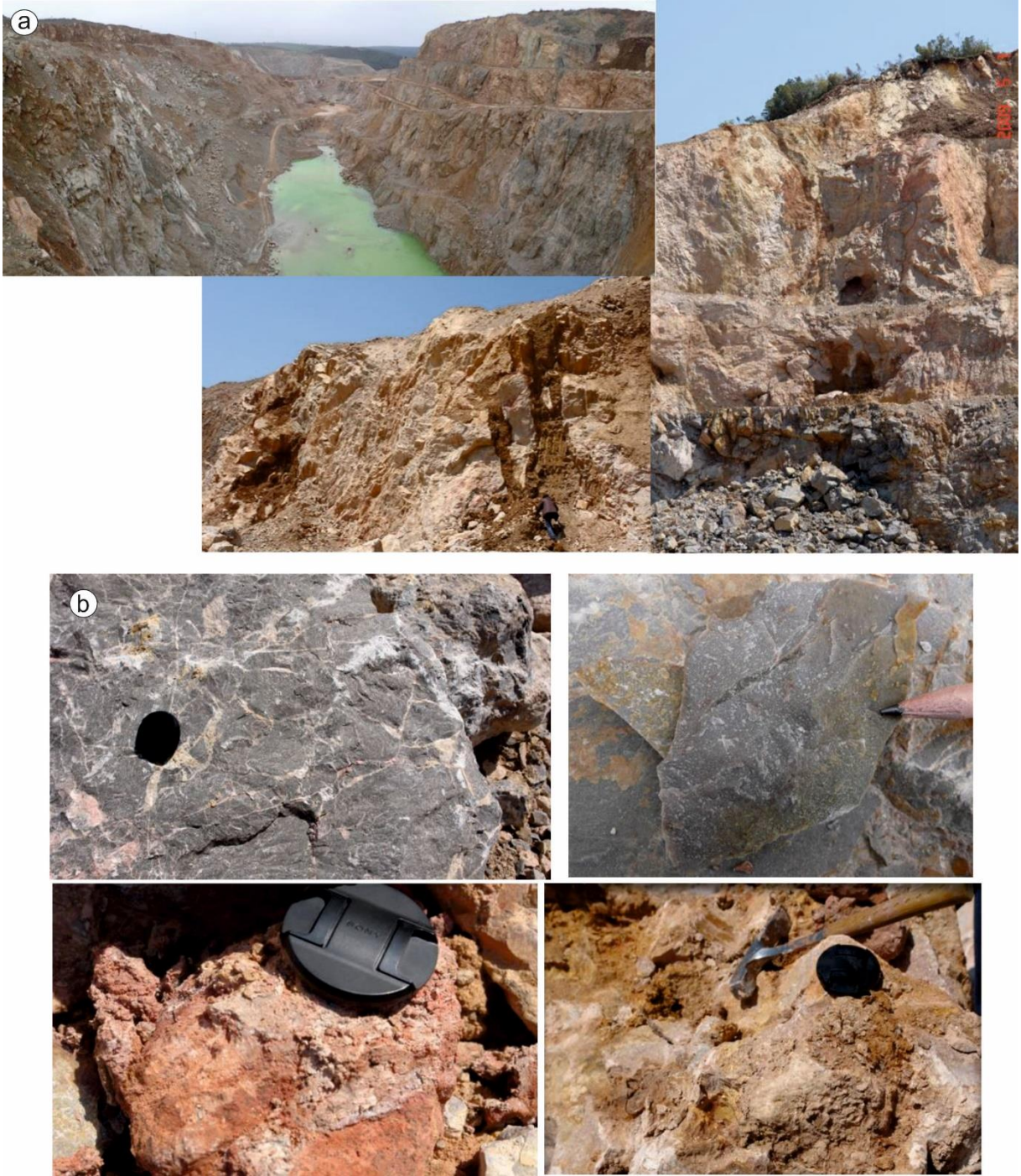
Bir agrega ocağında üretim kalitesi, ocağın bulunduğu alanın lokal jeolojik özelliklerine bağlıdır. Agregatane şekli, üretim tekniğinin yanı sıra, kayacın yapısal ve dokusal (fabrik) özelliklerinden kaynaklandığı bilinmektedir (Ramsey vd., 1974). Birçok standartta verilen testler agrega kaynaklarını yeterince karakterize etmemektedir (Langer, 2001). Bu nedenle mühendislik jeolojisi araştırmaları mutlaka yapılmalıdır. Ancak yapılan saha çalışmaları göstermiştir ki; İstanbul il alanında üretim yapan agrega ocaklarının hiç birisinde mühendislik anlamında jeolojik çalışma bulunmamaktadır.

İstanbul il alanında jeolojik açıdan heterojen olan agrega ocaklarında, iki nedenden dolayı ocak planlamasının ocak yerinin hâkim jeolojik özelliklerine göre yapılması gereklidir. Bunlardan birincisi, doğru değerlendirme yapıldığında, ocağın işletme sürecinde aynı ocaktan farklı kullanım amaçlarına yönelik daha fazla üretim yapılarak ocağın etkin biçimde değerlendirilmesidir. İkincisi ise, kırma işlemi için uygun ve kolay sistem seçimi, daha yüksek kapasite, uygun şekilde agrega üretimi, ince madde oranının azaltılması, agrega kalitesinde beklenmeyen değişikliklerin önemli oranda önlenmesidir. Ayrıca, kaya kalitesi değişiminin detaylı araştırıldığı ocaklarda, seçici ocak işletmeciliği agrega kaynağının etkin bir şekilde değerlendirilmesini sağlayacaktır. Eğer ocakta seçici üretim yapılmayıp, farklı kaya birimlerine ait agregaların karıştırıldığı durumda daha düşük kaliteli agregalar elde edilecektir.

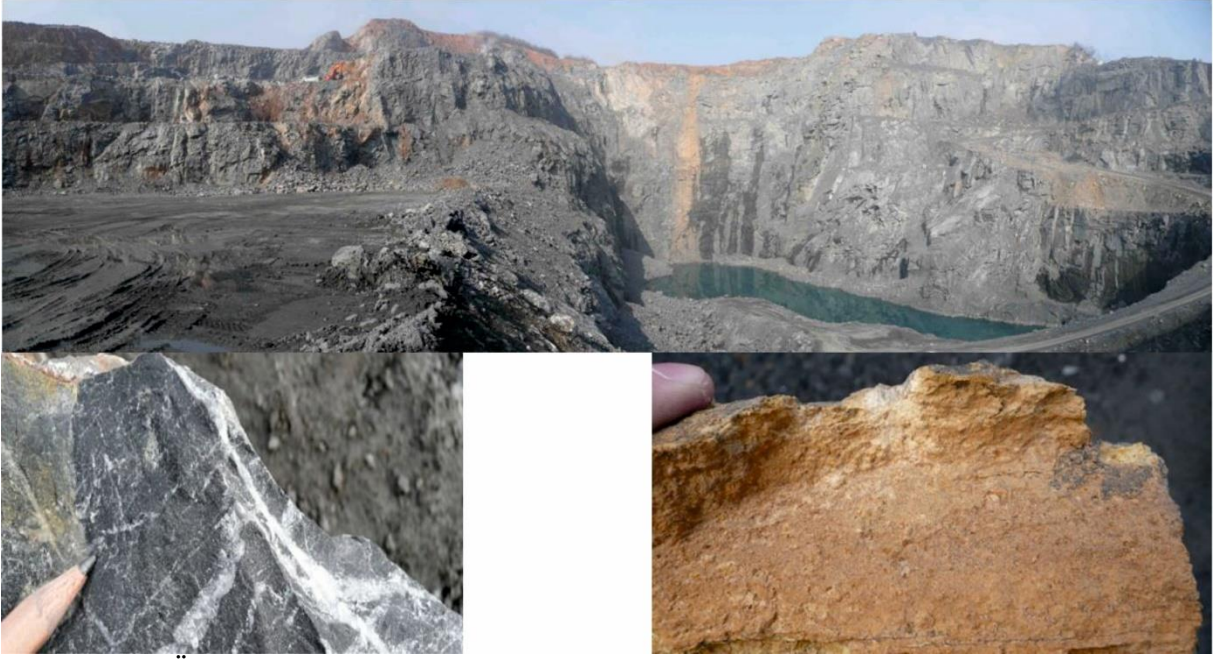
Bunun dışında agrega ocaklarında yerinde bulunan kaya birimlerinin özellikleri ve bu özelliklerin değişimi üretim yapan firmaların ocak ekipmanı ve maliyetlerini etkilemektedir. Bu değerlendirmeler mühendislik jeolojisi çalışmaları ile gerçekleştirilir.

4.3.1 Agregat Kaynaklarının Doğa Koşullarındaki Durumu

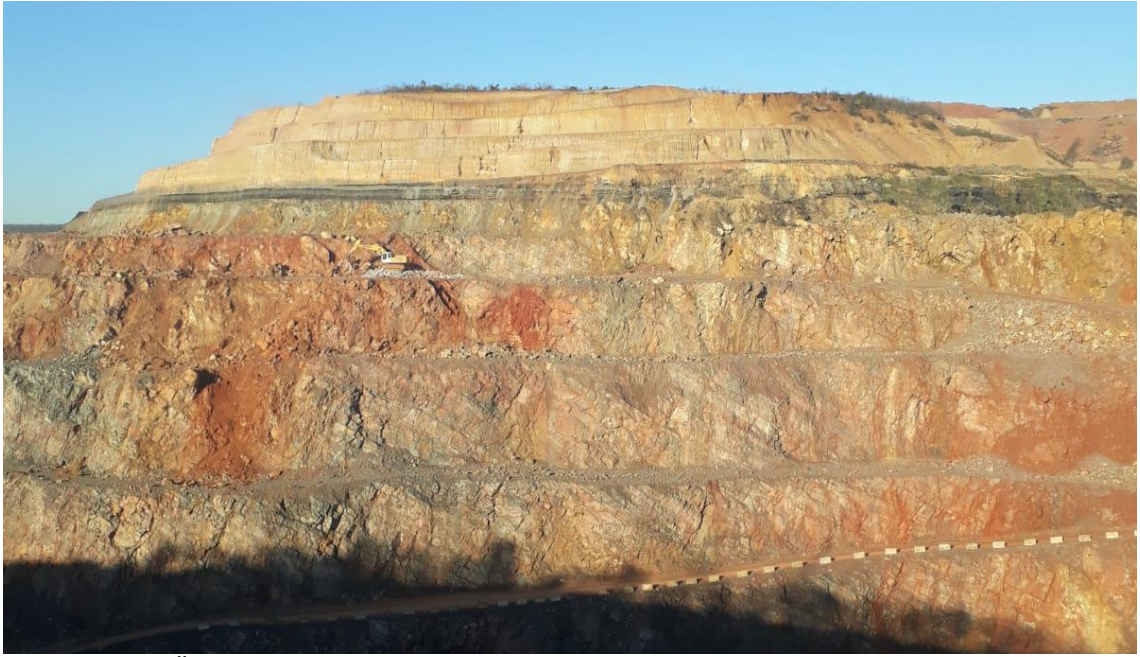
İstanbul ve yakın çevresindeki agrega ocaklarında üretilen agregaların doğal koşullarda kalitesini etkileyen parametreler; ocaklardaki kayaç değişimleri veya aynı kayaç türü içindeki bileşim değişimleri, tabakalanma, faylanma ve ayrışmadır. Saha çalışmaları kapsamında bu hususlar dikkate alınmıştır. Bölgelere göre agrega üretimini etkileyen ayrışma koşulları aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.16-4.19).



Şekil 4.16: a: Gebze Kirazpınar Bölgesindeki ayrılmış kireçtaşlarının sahadaki görünüşleri. Fotoğrafta görüldüğü gibi; kireçtaşlarında erime sonucu karstik boşluklar gelişmiş ve bu boşluklar kayacın ayrışma ürünü olan yüksek plastisiteli killere dolmuştur. Bu killere sertleştiğinde agrega halini almakta ve ürünlerin içine karışmaktadır. Böylece agrega ürün kalitesi olumsuz etkilenmektedir. b: Gebze Kirazpınar Bölgesindeki farklı derecelerde ayrılmış kireçtaşlarının yakından görünümü.



Şekil 4.17: Ömerli ve Şile bölgesinde üretilen kireçtaşı agregalarının taze ve ayrıışmış kesimlerinin sahadaki görünüşleri ve yakından görünüşleri.



Şekil 4.18: Şile Üvezli Bölgesi saha gözlemlerine göre, üretimi yapılan kireçtaşı beyazımsı gri renkli olup, yoğun kırık çatlaklı ve karstik boşluklar içeren bir yapıya sahiptir ve dolomitiktir. Ayrıca, kireçtaşı yüzey suları sayesinde ayrıışmış ve ayrıışma sonucu oluşan kırmızımsı renkli killer çatlak ve faylar boyunca yüzeyden ocağın alt kotlarına kadar gözlenmiştir. Ayrıca ayrıışma ürünü olan killer oldukça yapışkan bir başka deyişle yüksek plastisitelidir. Kireçtaşları üzerinde ise yaklaşık 25m kalınlığında kum çökelleri bulunmaktadır.



Şekil 4.19: Cendere Bölgesinde üretilen kumtaşlarının teze ve ayrıışmış kesimlerinin yakından görünümü. Ayrıışmış agregalar bölgede dolgu malzemesi olarak pazarlanmaktadır. Pazarlanamayanlar ise pasa olarak sahada bulunmaktadırlar.

4.4 Geri Dönüşüm Agregaları ve İkincil Agregalar

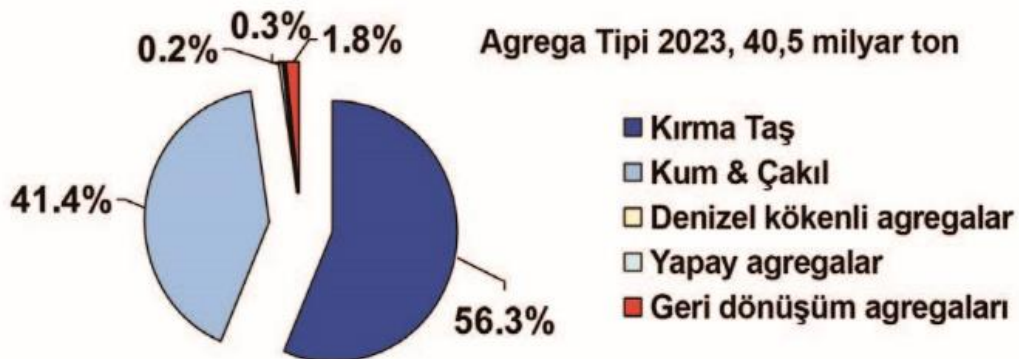
Günümüzde, toplumlar arasında en önemli sorunlardan biri çevrenin korunmasıdır. Bu konuda artan bir farkındalık, sürdürülebilir kalkınma ilkesi çerçevesinde enerji sarfiyatı, doğal hammadde tüketimi ve atık madde miktarının azaltılması gibi unsurlara odaklanmayı gerektirmektedir. Özellikle, hızla artan nüfus ve kentleşme, inşaat sektörünün büyük şehirlerde hızla gelişmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda, beton üretimi için gerekli malzemelerde alternatif kaynaklara yönelme ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Çimento için alternatif olarak yüksek fırın cürufu, agrega için ise beton atıklarından elde edilen geri kazanılmış agrega gibi malzemelerin kullanımı bu çabaların bir parçasıdır. Beton üretiminde en çok kullanılan malzemelerden biri olan agrega, artan yeni yapı inşaatlarıyla birlikte talebinin artmasına neden olmaktadır. Bu durum, doğal agrega kaynaklarının azalması ve uzak yerlerden getirilmesi nedeniyle agrega maliyetinin yükselmesine sebep olmaktadır. Ayrıca, hizmet ömrünü tamamlamış ve eskimiş binalardan kaynaklanan beton atıkları, çevresel, ekolojik ve ekonomik sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunların bir çözümü olarak, beton atıklarının belirli işlemlerden geçirilerek geri kazanılmış agrega olarak kullanılması önerilmektedir. Bu yaklaşım, ekonomik açıdan da değerlidir, çünkü büyük şehirlerdeki agrega kaynaklarının sınırlı olması ve hızla tükenmesi, geri kazanılmış agregaya olan ihtiyacı artırmaktadır. Ek olarak, bina molozlarından elde edilen agrega ve diğer malzemelerin kullanımı, çevresel sorunları azaltmada önemli bir rol oynamaktadır. Bu malzemelerin kullanımı, agrega üretimi sırasında gereken enerji tüketimini (kıırma, eleme, nakliye) önemli ölçüde azaltarak çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir. Bu şekilde, inşaat sektörü çevresel etkilerini en aza indirirken, aynı zamanda ekonomik ve ekolojik açıdan daha sürdürülebilir bir yaklaşım benimsemektedir (Chandra, 2004; Khalaf ve De Venny, 2004; Arıoğlu vd., 1996; İBB, 2011).

Geri dönüştürülmüş agrega, daha önce kullanılmış inorganik malzemelerin işlenmesiyle elde edilen bir yapı malzemesidir. Bu tür agregaların iki ana kategorisi bulunmaktadır: Geri Dönüşümlü Agrega ve İnşaat Molozu Agregası. Geri Dönüşümlü Agrega, sadece geri dönüşümden elde edilen betonların kırılmasıyla oluşturulan agregalardan meydana gelir. Diğer bir deyişle, bu tür agrega, eski beton yapıların parçalanmasıyla elde edilen geri dönüşüm malzemelerini içerir. İnşaat Molozu Agregası ise inşaat moloz atıklarından kaynaklanan beton, sıva, şap, seramik, fayans, cam, boya, mermer ve tuğladan oluşan karışımın bir sonucudur. Bu bağlamda, malzemelerin geri dönüştürülmesi sürecinde, içeriğinde inorganik maddelerin daha yoğun olduğu İnşaat Molozu Agregası yerine Geri Dönüşümlü Agrega kullanımı önerilmektedir. Bu tercih, çevreye olan olumlu etkileriyle dikkat çeker. Geri dönüştürülmüş agreganın kullanılması, yeni yapı malzemeleri üretimi için gereken enerji miktarını önemli ölçüde azaltır, bu da çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir seçenek sunar ve karbon ayak izini

düşürmeye yardımcı olur. Ayrıca, atık malzemelerin geri dönüşümü, atık depolama alanlarına olan ihtiyacı azaltır ve çöp depolama sorunlarına alternatif bir çözüm sunar. Bu süreç, ekonomiye katkı sağlayarak atıkların ekonomik bir değer kazanmasına olanak tanır. Geri dönüşümle elde edilen agregalar, inşaat sektörü ve diğer endüstriler için ekonomik ve sürdürülebilir bir yapı malzemesi kaynağı oluşturur. Bu sayede, malzemelerin tekrar kullanılması, kaynakların verimli bir şekilde yönetilmesini sağlar ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkıda bulunur (İBB, 2011).

İnert inşaat ve yıkıntı atıkları, beton, taş, kil, briketler ve toprak gibi malzemelerden oluşan inert (etkisiz) malzemelerdir. Bu malzemeler, kırıldıktan ve ufalandıktan sonra çeşitli uygulamalarda agrega olarak kullanılabilir. Ancak, bu malzemelerin ayrıştırılması ve tekrar kullanılabilir hale getirilmesi zaman alıcı bir süreç olduğundan, geri kazanım zaman zaman zorlayıcı olabilir. Dünya genelindeki gelişmelere bakıldığında, Amerika'da (New Jersey) inert malzemelerin katı atık depolama tesislerinde depolanması ve agrega olarak başarılı bir şekilde geri kazanılması örnekleri bulunmaktadır. Ancak, bu başarıların küresel ölçekte yaygınlaşması için daha fazla çaba sarf edilmesi gerekmektedir. Bugün çoğu Avrupa ülkesinde toplanan inşaat ve yıkıntı atıklarının yüzde 85'i ekonomik olarak geri kazanılabilecek durumdadır. Bu durum, yıkıntı atıklarının inşaat endüstrisinde ekonomik bir değere sahip bir malzeme olarak kullanılmasını destekler. Yıkıntı atıklarının geri kazanılması, sadece çevresel etkileri azaltmakla kalmaz, aynı zamanda inşaat sektörü için önemli bir ekonomik kaynak oluşturur. Sonuç olarak, inert inşaat ve yıkıntı atıkları, doğru yönetildiğinde ekonomik ve çevresel açıdan değerli malzemeler haline gelebilir. Bu nedenle, dünya genelinde benzer başarı öykülerini teşvik etmek ve benimsemek, atık yönetimi uygulamalarını iyileştirmek ve sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir adım olabilir. (Öztürk, 2009; İBB, 2011).

Dünya genelinde geri dönüşüm agregalarının kullanım oranları denizel agregalar ile yapay agregalardan daha fazladır (Şekil 4.20). Geri dönüşüm agregalarına, bina yıkıntı atıkları, taze beton atıkları, asfalt atıkları, kazı atıkları örnek verilebilir. Bu malzemeler inşaat projelerinde geleneksel agregalara alternatif olarak sıklıkla kullanılmakta olup, inşaat sektörü sürdürülebilirlik ve çevre korumaya daha fazla önem verdikçe taleplerinin de artacağı tahmin edilmektedir. Yapay (ikincil) agregalar ile ilgili ülkemizde ve dünyada yapılan Ar-Ge çalışmaları yetersizdir. Bu çalışmaların arttırılması/teşviki ile bu tür agregaların kullanım oranlarının artacağı beklenmektedir. Öte yandan iklim krizi, yeşil mutabakat ve çevre mevzuatları bu konudaki çalışmaları hızlandıracaktır (Tuğrul, 2023).



Şekil 4.20: Agregatürüne göre yaklaşık dağılım (Tuğrul, 2023)

Son yıllarda, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler beton agregaları standartlarına "geri kazanılmış agrega" kavramı eklenmiştir. Bu ek, özellikle gelişmiş ülkelerin agrega teknolojilerindeki ilerlemeleri yansıtmaktadır. Dünya genelinde geri kazanılmış agrega ile ilgili standartların oluşturulması ve incelenmesi sonucunda, bu tür agregaların kullanımına dair deney sonuçları, atığın kaynağı ve içeriği gibi faktörlere göre çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. Bu sınıflandırmaların sonucunda, inşaat atıklarının beton agregası olarak kullanılıp kullanılmayacağına ve kullanılacaksa hangi alanlarda kullanılacağına karar verilmektedir. Bu kararlar, geri kazanılmış agrega kullanımının belirli standartlara ve yönergelerle uyumlu olmasını sağlamaktadır. İnşaat atıklarının etkili bir şekilde beton agregası olarak kullanılabilmesi için yapılan sınıflandırmalar, agrega kalitesini, performansını ve çevresel etkilerini değerlendirmeye yönelik kriterler içermektedir. Bu bağlamda, geri kazanılmış agregaların kullanımıyla ilgili standartlar, inşaat sektöründe sürdürülebilir uygulamaların teşvik edilmesine katkı sağlar. Bu standartlar, beton üretiminde kaynakların daha verimli kullanılmasını desteklerken, aynı zamanda atık yönetimi konusunda çevresel etkileri azaltmaya yönelik bir çerçeve oluşturur. Bu nedenle, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında geri kazanılmış agregaların kullanımına dair standartlar, sürdürülebilir inşaat endüstrisinin gelişmesine yönelik bir adım olarak değerlendirilmektedir (İBB, 2011). Bu standartlardan bazıları şu şekildedir;

Brezilya, 2005 yılında hayata geçirdiği NBR 15.116 numaralı standart olan "Yapım Ve Yıkım Atığından Elde Edilen Geri Kazanılmış Agregalar" ile geri kazanılmış agregaların yapısal olmayan betonlarda ince ve iri formda kullanımına izin vermiştir. Bu standart, geri kazanılmış agregayı iki ana gruba ayırmıştır:

- a) Geri kazanılmış agrega, beton karışımında doğal kaynakların %90'ından fazlasını oluşturuyorsa (Geri kazanılmış beton agregası),
- b) Geri kazanılmış agrega, beton karışımında doğal kaynakların %90'ından azını oluşturuyorsa (karışık agrega).

Standart, yapısal olmayan çözümlerde harç molozun kullanımını desteklemekte ancak su emme sorunuyla başa çıkabilmek adına belirli sınırlamalar getirmektedir. Özellikle, 75 µm'den küçük maksimum tane boyutu, diğer yönetmeliklere göre izin verilen sınırların bir miktar daha esnek olduğu bir yaklaşımla düzenlenmiştir. Bu standart, kirlilik durumlarında geri kazanılmış agreganın performansını olumsuz etkileyebileceği için, bu durumda yönetmelikte belirtilen sınırlayıcı koşulların tercih edilmesini önermektedir (Gonçalves ve Brito, 2010). Bu yaklaşım, geri kazanılmış agregaların yapı malzemelerinde kullanımının sürdürülebilir ve güvenli bir şekilde yönetilmesine odaklanarak çevresel etkileri azaltmayı amaçlamaktadır (İBB, 2011).

Almanya, 2002 yılında yürürlüğe koyduğu DIN 4226-100 numaralı standart olan "Harç ve Beton İçin Agregalar - Geri Kazanılmış Agregalar" ile geri kazanılmış agregaların kullanım alanlarını kaynaklarına bağlı olarak sınıflandırmıştır. Bu yönetmelikte dört ana sınıf bulunmaktadır: 1) Beton molozu, 2) Enkaz molozu, 3) Duvar molozu, ve 4) Karışık moloz. Bu standart, ilk olarak iri ve ince halde geri kazanılmış agregaların kullanımına izin vermiş, ancak daha sonra yapılan incelemeler sonucunda betonda ince geri kazanılmış agregaların kullanımına izin verilmemiştir. Standarta göre, 1. ve 2. tip agregalar yeni yapı betonlarında kullanılabilirken, 3. ve 4. tip agregalar yapısal olmayan elemanlarda kullanılabilir. DIN 4226-100 standardına göre, belirli durumlarda %35'e kadar olan oranlarda doğal iri agreganın geri kazanılmış agregayla değiştirilmesiyle C25/30 ve C30/37 beton sınıfları elde edilebilir. Bu yaklaşım, sürdürülebilir inşaat malzemelerinin kullanımını teşvik ederken aynı zamanda beton performansını da korumayı amaçlamaktadır (Gonçalves ve Brito, 2010; (İBB, 2011)).

Hong Kong, 2002 yılında yürürlüğe koyduğu standartta geri kazanılmış agregaların beton kullanımına yönelik iki farklı yaklaşım sergilemektedir. Standart, sadece iri geri kazanılmış agreganın eşdeğer doğal agregayla değiştirilebileceği iki temel öneri içermektedir: %20 ve %100 geri kazanılmış agregaya içeriği.

(a) %20 geri kazanılmış agregaya içeren yapısal betonlarda, betonun basınç dayanımının 35 MPa'dan fazla olması gerekmektedir.

(b) %100 geri kazanılmış agregaya içeren yapısal olmayan betonlarda ise, betonun basınç dayanımının 20 MPa'dan fazla olması gerekmektedir.

Bu özelliklerin sağlandığını kontrol etmek amacıyla, betondan 4 numune alınarak 7. ve 28. günlerde test edilmesi gerekmektedir. Bu kontroller, betonun belirlenen basınç dayanımı kriterlerini karşılayıp karşılamadığını değerlendirmek için önemli bir rol oynamaktadır. Hong Kong'un bu standardı, geri kazanılmış agregaların beton üretiminde etkili bir şekilde kullanılmasını teşvik ederken aynı zamanda yapısal ve dayanıklılık gereksinimlerini karşılamayı amaçlamaktadır (WBTC, 2002; İBB, 2011).

Japonya, 2002 yılında yürürlüğe koyduğu BCSJ,1977 numaralı standart ile duvar malzemesinin geri kazanılmış agregaya olarak betonda kullanımına sınırlama getirmemiştir; ancak, geri kazanılmış agreganın kuru yoğunluğunun belirli bir sınırın altında olduğunu gösterilmesini talep etmiştir, ki bu kontrol seramik agregaların kullanılmasını engellemektedir. Geri kazanılmış agregalı betonun kullanımına ilişkin olarak, sadece iri agregaya kullanımında alt sınır 18 MPa iken, iri ve ince agregaya kullanımında bu alt sınır 12 MPa olarak belirlenmiştir. Bu durum, her iki durumdaki betonun yapısal olmayan betonlarda kullanılmasının tavsiye edildiğini göstermektedir. Geri kazanılmış agregalı beton Japon normlarına göre 3 sınıfa ayrılmıştır; H, L, M. Bu sınıflar yayınlanan 3 farklı standartta şu şekilde ifade edilmiştir; 2005'te yayınlanan JIS A 5021 standardında beton için yüksek kaliteli geri kazanılmış agregaya (H), JIS A 5022 standardında ise doğal (N) geri kazanılmış agregaya önerilmiş, JIS A 5023'te ise dolgu ve tesfiye beton malzemesi olarak düşük kaliteli (L) geri kazanılmış agregaya kullanımını içermektedir. Ancak bu malzeme ile çimento karışımında alkali-silika reaktivitesini ölçmek gerekmektedir (Gonçalves ve Brito, 2010; İBB, 2011).

İngiltere, 2002 yılında yürürlüğe koyduğu BS EN 206-1 numaralı standart ile agregaya kullanımını "geri kazanılmış beton agregası" ve "geri kazanılmış agregaya" olmak üzere iki sınıfa ayırmıştır. Bu iki kategori arasındaki fark, içerdikleri malzemenin özelliklerine dayanmaktadır. Özellikle, ince kısmın kullanımı için belirli koşullar standartta belirtilmemiştir. Bu standart, su emme ve yoğunluk gibi değerler üzerinde belirli sınırlamalar getirmemekle birlikte, odak noktasını agreganın karışımındaki kullanımına yönlendirmiştir. Geri kazanılmış agregaya, maksimum beton basınç dayanımı C16/20 ve hafif çevresel etkilere maruz kalan yerlerde kullanılmak üzere sınırlanmıştır. Diğer yandan, geri kazanılmış beton agregası, basınç sınıfı C40/50 ve daha geniş bir alanı kapsayacak şekilde çevresel etkilere maruz kaldığında kullanılmak üzere belirlenmiştir. Bu sınıflandırma, agregaların özelliklerine ve kullanım alanlarına odaklanarak geri kazanılmış malzemelerin beton üretiminde etkili bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, sürdürülebilir inşaat uygulamalarını desteklerken aynı zamanda belirli performans kriterlerini karşılamayı amaçlamaktadır. (Gonçalves ve Brito, 2010; İBB, 2011).

Portekiz, 2006 yılında yürürlüğe koyduğu LNEC, E 471 numaralı standartta 3 farklı geri kazanılmış agregaya tipini ifade etmektedir; ARC, ARB1 ve ARB2. ARC tipi geri kazanılmış agregaya beton ve duvar malzemesinin karışımında kullanılmasına izin verilmiş olup yapısal olan betonlarda kullanımına izin verilmemiştir. ARB1 ve ARB2 tipi geri kazanılmış agregalar sırasıyla %20 ve 25 doğal agreganın geri kazanılmış agregaya ile yer değiştirilmesiyle maksimum

basınç dayanımı C35/45 ve C40/50 olan yerlerde kullanımını belirtmektedir (Gonçalves ve Brito, 2010; İBB, 2011).

RILEM tarafından 2002 yılında, yayınlanan TC,121-DRG numaralı raporunda geri kazanılmış ince agregâ hakkında bir bilgi yoktur ancak geri kazanılmış iri agregâ farklı sınıflara ayrılmış ve beton uygulamasının kapsamı belirtilmiş, geri kazanılmış agregâlı betonun dayanım sınıfları ve maruz kalabileceği çevresel etkiler ifade edilmiştir. Geri kazanılmış agregânın sınıflandırılması;

- (a) tip I : “agregânın esasının duvar molozundan geldiğinin dolaylı farz edilmiş olması”
- (b) tip II : “agregânın esasının beton molozundan geldiğinin dolaylı farz edilmiş olması”
- (c) tip III : “agregânın doğal agregâ ve geri kazanılmış agregânın karışımından meydana geldiğinin dolaylı farz edilmiş olması”, karışım en az %80 doğal agregâ ve %10’dan fazla tip I geri kazanılmış agregâ ile yapılır (İBB, 2011).

Belçika, 2003 yılında yürürlüğe koyduğu PTV 406 numaralı standart ile beton üretiminde geri kazanılmış agregânın kullanımını düzenlemektedir. Geri kazanılmış agregâ, betondan elde edilen agregâ, duvar molozu ve duvar ile beton molozu agregâsı olmak üzere üç farklı sınıfa ayrılmıştır (İBB, 2011).

Ülkemizde ise Nisan 2009 yılında beton agregâları standardında geri kazanılmış agregâ ifadesi için bazı değişiklikler yaparak TS 706 EN 12620+A1 numaralı “Beton Agregâları” standardını yayınlamıştır. Bu standartta geri kazanılmış iri agregânın tarifi ve bu tip agregâ bileşeninin sınıflandırılması yapılmıştır (İBB, 2011).

Özetle; Geri dönüşüm agregâlarının kullanılabilirliği, yıkım faaliyetinin potansiyeli tarafından belirlenir. Bu faaliyet, inşaat, yıkım ve kazı atıklarının (İYA) mümkün olduğunca inşaat için agregâlar olarak tekrar işlenmesine ve/veya kullanılmasına olanak tanır. Ülkemizde İYA atıklarının kullanım oranı mevzuat yetersizliği nedeniyle gelişmiş ülkelere kıyasla oldukça düşüktür. Gelişmiş ülkelerde bu atıkların büyük çoğunluğu “faydalılık zinciri”nde bir kaynağa dönüştürülmektedir. Örneğin İngiltere’de bu atıkların %76’sı ya agregâlar olarak geri dönüştürülmekte ya da taş ocakları veya diğer maden sahalarının restorasyonunda, arazi geri dönüşüm işlemlerinde kullanılmaktadır (Jackson, 2023). Günümüzde ülkemizdeki döngüsel ekonominin bir parçası olarak iyileştirilmiş kaynak verimliliğine ve daha etkili ve teknik olarak gelişmiş geri dönüşüm uygulamalarına odaklanan politikalar ile geri dönüşüm potansiyelimiz gün geçtikçe artmaktadır.

Ülkemizde uçucu kül vb. ikincil malzeme kaynakları kullanılmaktadır. Ancak bunlar genellikle pazarlardan ve talep merkezlerinden uzakta bulunmaktadır. Ulaştırma altyapısının iyileştirilmesi veya inşaat malzemesi talebinin coğrafi dağılımındaki değişiklikler sonucunda bunların kullanımının, agregâlar tedariğine katkısı artabilir. Ancak gelecekte kömür enerji santrallerinin azaltılması/kapatılması durumunda uçucu külün kullanımı azalabilir.

Günümüzde son yıllarda ülkemizde geliştirilmiş kil agregâsı vs. gibi yapay agregâların üretilmesi konusunda yapılan Ar-Ge çalışmalarından da önemli sonuçlar elde edilmiştir.

4.5 İstanbul İl Geneline ve Yakın Çevresindeki Potansiyel Agregâ Kaynakları

İstanbul il sınırları içinde agregâ olarak üretilebilecek ve kullanılacak tüm kayaç türlerinde agregâ üretim sahaları mevcuttur. Bu sahalardaki kurulu kapasiteler mevcut ihtiyacı karşılayabilecek durumda olup, günümüzde bu kapasitelerin altında üretim yapılmaktadır.

Ayrıca İstanbul İl sınırları içinde litolojik ve kalite açısından agrega olarak kullanılabilen jeolojik formasyonlar olmasına rağmen potansiyel agrega sahası belirlemek günümüz şartlarında yerleşim alanı, askeri alanlar, orman, su havzası, sit alanı vb. kısıtlar nedeniyle mümkün değildir. Öte yandan, İstanbul için, Orman Kanunu'nun 16'ncı Maddesinin Uygulama Yönetmeliği'nin "Kısıtlamalar" başlıklı 37. Maddesinde, muhafaza ormanları, gen koruma alanları, tohum meşçereleri, orman içi dinlenme yerleri ile endemik ve korunması gereken nadir ekosistem alanlarında Maden Kanununun 2'nci maddesindeki I(a), I(b) ve II(a) grup madenler ile kaba inşaat, baraj, gölet, liman, yol gibi yapılarda dolgu amaçlı kullanılan her türlü yapı hammaddesi üretimi için yapılacak madencilik faaliyetlerine izin verilmeyeceği belirtilmiştir.

Diğer taraftan, İstanbul ve çevresindeki bazı özel projeler için (örneğin; yüksek hızlı tren hatlarında kullanılan balast malzemesi) mevcut agrega kaynakları bu projelerin şartnamelerinde beklenen özellikleri karşılayamamaktadır. Bu tür kayaçların İstanbul dışından nakliyesi gerekmektedir. Günümüz koşullarında nakliye kamyonla yapılabildiği için, bu durum İstanbul trafiği, çevresel etkiler, yüksek nakliye maliyetleri nedeniyle sorun oluşturmaktadır.

İstanbul İl alan sınırına yakın konumlanan Gebzedeki mevcut ocaklarda (Ayhanlar, Kancataş, Kar Grup, Maden Yapı, Tarmak) üretilen agregalar beton agregası olarak üretilmekte ve İstanbul Anadolu yakasına servis edilmektedir. Gebze Bölgesinde üretilen agregalarla ilgili bilgiler bu rapor kapsamında ayrıntılı olarak sunulmuştur.

İstanbul İl alan sınırına yakın konumlanan Trakya-Çorlu'daki mevcut ocaklar ise Şekil 4.21'de sunulmuştur. Buna göre Trakya-Çorlu Bölgesinde bulunan beş agrega ocağında, kendi bölgelerinin dışında, İstanbul için özellikle demiryolu projelerinde kullanılmak üzere balast, beton ve asfalt agregası üretimi yapılmaktadır. Ocaklarla ilgili bilgiler, yaklaşık rezervleri ve üretilen agreganın litolojisi ise Tablo 4.10'da sunulmuştur.



Şekil 4.21: İstanbul İl alan sınırına yakın konumlanan Trakya-Çorlu'daki mevcut ocakların konumu.

Tablo 4.10: İstanbul İl alan sınırına yakın konumlanan Trakya-Çorlu'daki mevcut ocaklar ve üretilen agrega cinsi

Agrega Ocağı	Konumu	Litoloji	Yaklaşık Rezerv
Çalışkan	Kırklareli Vize	Metagranodiyorit	800.000m ³
Alevtaş	Tekirdağ Saray	Metagranodiyorit	-
Koçer	Tekirdağ Safaalanı	Amfibolit	-
Çalışkan	Çorlu Kocatepe	Bazalt	1.000.000m ³
Güneş	Tekirdağ Bıyıklı	Bazalt	4.000.000m ³

Not: Bu tabloda sunulan rezerv bilgileri için ilgili bölgedeki üreticilerin beyanları esas alınmıştır.

4.5.1 İstanbul ve Yakın Çevresindeki Agregat Ocaklarının Coğrafi Konumu ve Agregat Nakliye Mesafeleri ve Maliyete Etkileri

Agregaların çoğunun ağırlığı ve hacmi fazladır. Kullanım yerine olan mesafe arttıkça, nakliye maliyetleri hızlı bir şekilde üretim maliyetlerini aşabilir. Bu nedenle, agrega ocakları şehir içinde ve şehirlere yakın alanlarda bulunmaktadır. Uygun agrega kaynaklarına sahip olmayan bölgelerde, malzemeler kamyon, demiryolu, mavnalı veya gemi ile taşınmaktadır. Ancak sert hava koşulları veya bu nakliye yöntemlerini etkileyen artan maliyetler nedeniyle gelişen önemli gecikmeler işletmeleri etkileyebilir. Yüksek nakliye maliyetleri nedeniyle, agrega üreticileri yerel pazarda oldukça rekabetçi bir sektörde faaliyet göstermektedir. Agregası üreticileri tarafından aynı agrega türünün yanı sıra, farklı türdeki agregalar da rekabet halinde satılmaktadır. Önemli rekabet, daha düşük fiyatlara yol açabilir. Bu nedenle, pazardaki kaynaklara erişim hayati önem taşımaktadır.

İstanbul içindeki ve bulundukları bölgeden çok İstanbul'un kaynak ihtiyacını sağlayan agrega üretim bölgeleri Şekil 4.22'de sunulmuştur.



Şekil 4.22: İstanbul’da agrega üretiminin yapıldığı bölgeler dağılımı.

AGÜB (2019) raporunda da belirtildiği gibi; İstanbul'a, İstanbul dışındaki kaynaklardan agrega sağlanabilmesi; İstanbul dışındaki bölgelerde yeterli miktarda kurulu kapasitenin olmaması, İstanbul'daki karayollarının taşıma kapasitelerinin yeterli olmaması, Ambarlı limanının

çevresinde yüksek kapasiteli dökme yük depolama alanının olmaması, İstanbul'da dökme yük taşımacılığına yönelik demiryolu ağı ve istasyonlarının olmaması nedenleri ile günümüzde mümkün değildir.

AGÜB (2019) raporuna göre; İstanbul Anadolu yakasına agrega sağlayabilecek alternatif alanlarda bulunan kurulu kapasite 34.000.000 ton/yıl olup, bu miktarın 16.000.000 ton/yıl bölümü kendi bölgelerinde kullanılmaktadır. Bu kaynakların İstanbul Anadolu yakasına ortalama mesafesi 100 km. (tek yön)' dir (Şekil 4.23). Bu mesafeden karayolu taşımacılığı ile 120.000 ton/gün agreganın nakledilmesi için gerekli araç sayısı 1400'tür.



Şekil 4.23: İstanbul Anadolu yakasındaki Agregatör kaynakları ve nakliye, Kurulu kapasiteden bulundukları bölgeye sağlanan agrega 16 milyon ton/yıl, 65.000 ton/gün agrega için ~2600 sefer (Tek yön) gerekli (AGÜB, 2019).

AGÜB (2019) raporuna göre; İstanbul Avrupa yakasına yakın bölgelerdeki kurulu kapasiteler;

- Danamandıra' da 2,2 milyon ton/yıl,
- Saray'da 2,3 milyon ton/yıl,
- Vize-Pınarhisar bölgesinde 4,5 milyon ton/yıl,
- Kırklareli bölgesinde 3 milyon ton/yıl,
- Çorlu bölgesinde 3 milyon ton/yıl,
- Şarköy bölgesinde 1 milyon ton/yıl,
- Tekirdağ bölgesinde 2,2 milyon ton/yıl,
- Keşan bölgesinde 2 milyon ton/yıl,
- Marmara adasında 1 milyon ton/yıl

olmak üzere toplam kurulu kapasite 21.200.000 ton/yıl' dır. Bu bölgelerde günümüzde yapılan üretimler yaklaşık 10.000.000 ton/yıl olup, her biri kendi bölgesinin ihtiyacını karşılamaktadır.

Ayrıca bu bölgelerin İstanbul Avrupa yakasına (İkitelli bölgesi merkez kabul edilirse) ortalama karayolu mesafeleri (Şekil 4.24);

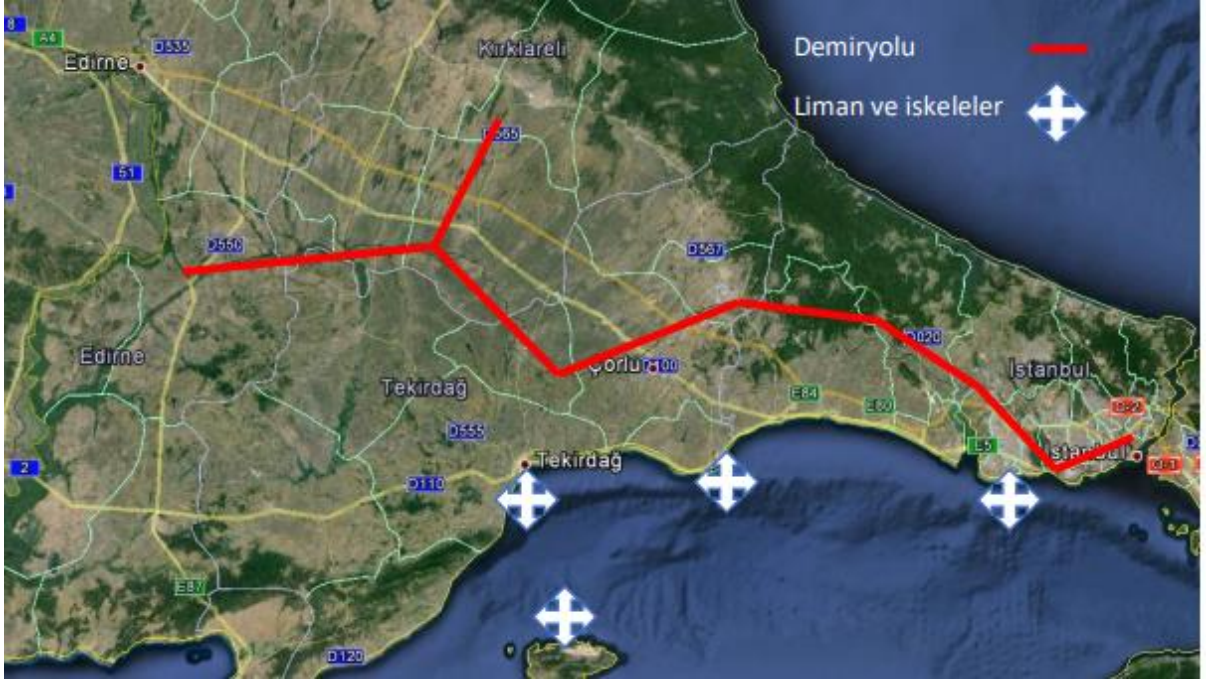
- Danamandıra için 85 km.,
- Saray için 130 km.,
- Vize-Pınarhisar için 165 km.,
- Kırklareli için 220 km.,
- Çorlu için 120 km.,
- Tekirdağ için 150 km.,
- Şarköy için 230 km.,
- Keşan için 270 km.



Şekil 4.24: İstanbul Avrupa yakasındaki Agregatör kaynakları ve nakliye, Kurulu kapasiteden bulundukları bölgeye sağlanan agrega 10 milyon ton/yıl, 40.000 ton/gün agrega için ~1600 sefer (Tek yön) gerekli (AGÜB, 2019).

Yine aynı rapora göre; Avrupa yakasında günlük tüketim miktarı yaklaşık 165.000 ton'dur. Bu miktarın 16 saatte tüketildiği, bir kamyonun ortalama sevkiyat yarıçapının 150 km. (tek yön) olduğu ve tek seferi yaklaşık 8 saatte yaptığı düşünülürse, yalnızca Avrupa yakasında ortalama trafiğe çıkacak araç sayısı 3000 araç/gün olacaktır. Trakya bölgesinden İstanbul'a giriş yapılabilen ve dolayısıyla bu araçların kullanabileceği 3 ayrı yol mevcuttur (TEM, E5 ve eski İstanbul-Kırklareli yolu). Diğer taraftan deniz yolu ile agrega sevki imkân verebilecek İstanbul içindeki tek aktarma noktası ise Ambarlı limanıdır (Haydarpaşa limanının kaldırılması planlandığından rapora konu edilmemiştir). Günümüzde bölgede faaliyet gösteren işletmeler konteyner taşımacılığına odaklı çalışmalar yürütmekte olup, dökme yükü stoklayacak uygun nitelikte alan olmadığından bu miktarda malzemenin limanlardan sevki mümkün değildir. Yeterli büyüklükte stok alanının temin edilmesi halinde limanlardan faydalanmak mümkün olabilecektir. Demir yolu taşımacılığı içinde benzer problemler geçerlidir. İstanbul'dan Kırklareli'ne kadar uzanan demir yolu ağı, dökme yükü yükleme ve boşaltmaya uygun

istasyonların yeterli olmamasından dolayı İstanbul dışından agrega sevkine imkan vermemektedir. Şekil 4.25’de Trakya bölgesinde bulunan demiryolu ve deniz yolu taşımacılığı için kullanılacak yükleme boşaltma merkezleri gösterilmiştir.



Şekil 4.25: Trakya Bölgesi Demiryolu Ağı ve Deniz Yolu Yükleme/Boşaltma Merkezleri (AGÜB, 2019).

Yine AGÜB (2019) raporuna göre; İstanbul Anadolu yakasına yakın bölgelerdeki kurulu kapasiteler;

- Gebze bölgesinde 10 milyon ton/yıl,
- Şile bölgesinde 2 milyon ton/yıl,
- Çerkeşli bölgesinde 4,5 milyon ton/yıl,
- Hereke bölgesinde 4 milyon ton/yıl,
- İzmit bölgesinde 3,5 milyon ton/yıl,
- Sakarya bölgesinde Merkez, Karasu, Ferizli ve Mekece bölgelerinde 10 milyon ton/yıl

olmak üzere toplam 34.000.000 ton/yıl’dır. Belirtilen tesislerin bulundukları bölgeler için yaptıkları üretim miktarı ise yaklaşık 16.000.000 ton dur. Bölgelerin İstanbul Anadolu yakasına (Kadıköy ilçesinin merkez kabul edilmesi halinde) mesafeleri ise;

- Gebze için 50 km.,
- Hereke için 60 km.,
- İzmit için 80 km.,
- Şile için 48 km.,
- Sakarya için 140 km.,
- Karasu için 200 km’dir.

AGÜB (2019) raporuna göre; Anadolu yakasında günlük tüketilen agrega miktarı 120.000 ton’dur. Ortalama sevkiyat yarıçapının 100 km. (tek yön) olduğu ve bir aracın her sefer için 5,5 sa. süre harcadığı kabulü ile yaklaşık 1400 aracın trafiğe çıkması gerekmektedir. Bu araçların

ise Anadolu yakasına giriş için kullanabileceği 3 ayrı yol (Eski İstanbul-Kocaeli yolu, E5 ve TEM) bulunmaktadır.

Anadolu yakasında, 2019 yılında günlük tüketilen agrega miktarı 120.000 ton'dur. Ortalama sevkiyat yarıçapının 100 km. (tek yön) olduğu ve bir aracın her sefer için 5,5 sa. süre harcadığı kabulü ile yaklaşık 1400 aracın trafiğe çıkması gerekmektedir (AGÜB, 2019).

Agrega sektöründe en önemli rekabet unsuru nakliye maliyetidir. Zira agregada fiyat düşük, ancak kullanılan tonaj fazladır. Mesafeler arttıkça, gereksinim olan bölgeye nakliye maliyeti artmakta, o bölgeye yakın bir alanda agrega üretimi yapan bir firma ile genellikle rekabet etmek zordur.

Kalite farklılığı çok olmadığı müddetçe (bazı projelerde/imalatlarda yüksek kaliteli sert taş gerekmektedir), ihtiyaç olan bir bölgeye agrega pazarlamanın ekonomik olabilmesi için (kullanım alanına yakın bölgedeki bir agrega firması ile rekabet edebilmek için), ilgili firmanın yapacağı araştırmalar, teknik çalışmalar ile üretim maliyetini düşürmesi gereklidir. Ancak sadece bu yeterli değildir. Buna da ilave olarak dijital teknolojileri kullanarak agrega döngüsünü ve pazarını iyi analiz etmelidir.

4.6 Şehirleşme Koşullarına Göre Kullanılabilecek, Kullanılamayacak veya Korunması Gerekli Agrega Ocak Alanları

4.6.1 Agrega Ocaklarına Ait Bilgiler

Saha çalışmaları kapsamında 22 adet aktif olarak çalışan agrega ocağına gidilmiştir Bu ocaklarla ilgili özet bilgiler Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.11: Saha çalışmaları kapsamında gidilen ocaklarla ilgili özet bilgiler.

Şirket Adı	Yeri
Ayhanlar-Aytaş	Kirazpınar, Gebze, Kocaeli
Kancataş	
Kar Grup	
Maden Yapı	
Tarmak	
Koç Hafriyat	Ömerli, İstanbul Anadolu Yakası
Entegre 2	
Alton	Şile, İstanbul Anadolu Yakası
Özyurt	
TBS-Alyans	Üvezli, Şile, İstanbul Anadolu Yakası
Entegre 1	
Laçın	
Selahattin Yaz Madencilik	Çekmeköy, İstanbul Anadolu Yakası
Danış Maden	
İslamoğlu	Cendere, İstanbul Avrupa Yakası
Oyak	
Akdağlar	
Kuzey Cebeci	Cebeciköy, İstanbul Avrupa Yakası
Güney Cebeci	

Ento	Arnavutköy, İstanbul Avrupa Yakası
May Yapı	Muratbey, Çatalca İstanbul Avrupa
Makpak	Yakası
Akçansa	

Yukarıda özet bilgileri sunulan 22 agrega ocağına ait bilgiler güncel jeolojik altlıklarla denştirilerek sayısal CBS ortamına aktarılmış olup, ocaklara ait güncel fotoğraflar Şekil 4.26’da sunulmuştur.



Ayhanlar-Aytaş



Kancataş



Kar Grup



Maden Yapı



Tarmak



Koç Hafriyat



Entegre 2



Alton



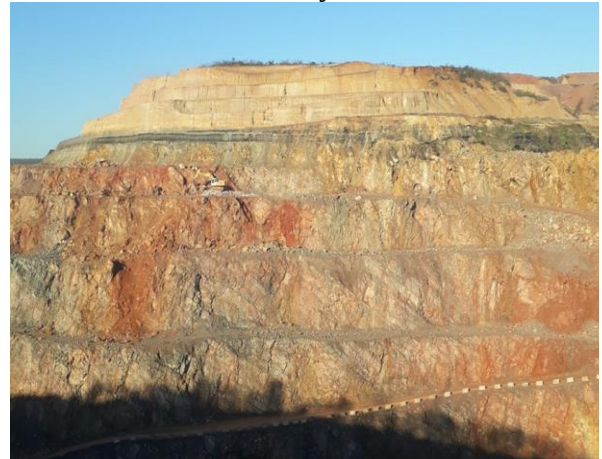
Özyurt



TBS-Alyans



Entegre 1



Laçın



Danış Maden



İslamoğlu



Oyak



Akdağlar



Kuzey Cebeci



Ento



May Yapı



Makpak



Akçansa



Selahattin Yaz Madencilik

Şekil 4.26: Saha çalışmaları kapsamında gidilen ocaklara ait güncel fotoğraflar.

4.6.2 Ocak İşletmelerinin Önceki Yıllara Ait Envanter Bilgiler

Agrega ocak işletmelerine ait önceki yılları da kapsayan işletmeci, arazi mülkiyeti, başlangıç tarihi, konum, standartlara uygunluk belgeleri, çalışan sayısı ve nitelikleri gibi işletmeye ait öz bilgiler sayısal CBS ortamına aktarılmıştır. Bunun dışında, ocaklardaki maden işletme yöntemi, tesis bilgileri, üretilen malzeme cinsi, kullanım alanı, kalitesi, kalite sürekliliği, standartları, hedef pazarı, alternatifleri ve rekabet bilgileri, üretim kapasitesi, sürdürülebilirlik durumu da yine sayısal CBS ortamına aktarılmıştır.

Agrega ocaklarında yıllara ait üretim ve satış miktarları, saha çalışmaları kapsamında ilgili firmalardan ve MAPEG'den temin edilmiştir. Buna göre saha çalışmaları sırasında elde edilen ocaklara ait üretim ve satış miktarları Tablo 4.12'de sunulmuştur.

Tablo 4.12: Ocaklara ait yıllara göre üretim ve satış miktarları.

Şirket Adı	2017		2018		2019		2020		2021	
	Satış Miktarı (ton)	Tüvenan Üretim (ton)	Satış Miktarı (ton)	Tüvenan Üretim (ton)	Satış Miktarı (ton)	Tüvenan Üretim (ton)	Satış Miktarı (ton)	Tüvenan Üretim (ton)	Satış Miktarı (ton)	Tüvenan Üretim (ton)
Ayhanlar- Aytaş	1.749.336	2.850.336	1.993.738	1.718.488	0,00	644.478	365.878	460.197	341.758	274.188
Kancataş	1.045.808	1.045.808	2.389.405	2.389.405	1.921.853	1.921.853	1.967.186	1.967.186	1.974.605	1.974.605
Kar Grup	1.997.310	1.954.310	2.655.538	2.665.738	2.592.536	2.605.304	1.218.033	2.442.733	1.218.511	1.219.089
Maden Yapı	2.568.278	3.210.349	6.539.950	7.374.193	1.676.865	1.435.604	39.000	0	313.133	352.416
Tarmak	1.610.844	1.610.844	1.146.654	1.202.816	753.623	897.259	534.982	666.001	1.004.061	1.004.061
Koç Hafriyat	4.097.337	4.113.337	2.957.414	2.979.415	2.362.152	1.134.002	131.019	2.060.903	2.497.464	2.515.465
Entegre 2	354.445	354.445	222.475	1.565.117	0	0	2.040.902	73.743	0	85.522
Alton	603.008	594.807	273.328	270.829	538.439	1.194.070	73.743	1.623.751	0	0
Özyurt	0	25.650	0	57.500	26.035	61.947	53.500	30.605	240.200	220.011
TBS-Alyans	929.337	929.337	609.263	523.089	119.836	224.498	140.646	140.646	446.866	445.820
Entegre 1	1.966.343	1.966.343	1.342.642	0	1.672.603	1.722.603	2.381.132	2.381.132	2.148.827	2.063.305
Laçın	4.849.127	4.849.127	863.604	863.604	314.528	178.693	597.839	298.919	299.993	299.993
Selahattin Yaz	1.130.877	1.130.877	3.480.246	3.501.103	459.346	493.668	323.370	258.042	427.690	470.554
Danış Maden	1.737.824	2.005.206	2.612.210	1.306.105	3.207.119	3.507.119	1.441.281	1.141.281	1.958.301	1.958.301
İslamoğlu	2.613.349	3.309.278	2.161.508	3.781.612	3.963.605	5.666.320	3.937.736	5.600.000	3.766.416	4.889.538
Oyak	880.863	880.863	502.747	502.747	1.165.433	1.165.433	947.209	947.209	1.121.762	1.121.762
Akdağlar	644.110	644.110	3.285.194	412.977	56.878	56.877	1.326.771	78.039	1.650.319	214.993
Kuzey Cebeci	1.402.804	1.809.974	0	1.371.836	336.869	439.128	1.152.388	1.219.302	992.851	992.851
Ento	715.076	1.096.906	1.186.162	4.312.064	2.169.261	2.169.261	5.014.906	5.028.386	3.443.245	3.471.482
May Yapı	3.768.073	3.879.983	634.333	3.764.831	1.329.845	3.827.477	1.048.644	2.638.150	5.075.468	3.197.538
Makpak	0	0	1.704.307	0	1.511.996	0	1.972.164	0	1.008.713	0
Akçansa	1.997.837	1.997.837	1.743.281	1.743.281	1.859.697	1.859.697	1.365.692	1.365.692	1.780.446	1.780.446

4.6.3 İşletilen/İşletilecek Agreg a Ocaklarının Çevresel Etkileşimi

Bir agrega/kırmataş ocağında yürütülen faaliyetlerin en önemli çevresel etkileri gürültü, titreşim ve toz oluşumudur. Malzeme temininde nakliye mesafesinin kısa olması hem maliyetin hem de olumsuz çevresel etkilerin azaltımı bakımından önem arz etmektedir. Bununla birlikte, ocak faaliyetlerinin yerleşim yerlerine yakınlığı aynı zamanda bu bölgelerde yaşayanlar üzerinde olumsuz etkilere de sebep olabilmektedir. Dolayısıyla çevresel etkiler değerlendirilirken her iki durumda dikkate alınmalı, lojistik bakımdan malzemelerin uzun mesafeler katetmeden taşınması hem de çevresel etkilerin en düşük seviyede tutulması gereklidir. Agreg a ocaklarının İstanbul'da yoğun olarak bulunduğu bölgeler, bu bölgelerin yerleşim yerlerine yakınlığı ve agrega ocağına en yakın hava kalitesi ölçüm istasyonları (HKÖİ) Tablo 4.12'de verilmiştir. Tablo 4.12'de görüldüğü gibi İstanbul'a agrega sağlayan ocakların bulunduğu bölgeler çok farklıdır ve bu ocakların lokasyonu, yerleşim yerlerine yakınlığı, malzeme nakliyesinde kullanılan rota, nakliye mesafesi gibi unsurlar oluşabilecek çevresel etkilerin miktarını etkileyebilmektedir.

Bir agrega ocağında belediye atıkları, ambalaj atıkları, pil, pasa vb. çeşitli atıklar oluşabilmektedir. Agreg a ocağında oluşan tüm atıklar 'Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmektedir (RG:02.04.2015-29314, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı). Bu proje kapsamında yapılan saha çalışmasında İstanbul Avrupa ve Anadolu yakasında ziyaret edilen işletmelerde ocaklarda oluşan atıkların 'Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen hususlara uygun olarak hazırladıkları 'Atık Yönetim Planı' doğrultusunda bertaraf edildiği görülmüştür. Agreg a/kırmataş ocağından çıkarılan malzemenin temizlenmesi amacıyla bazı işletmelerde yıkama tesisi bulunmaktadır. Yapılan saha çalışmasında işletmelerde yıkama tesisinde kullanılan suyun arıtma tesisinde arıtılarak devri daim olarak deşarj edilmeden yeniden kullanımının sağlandığı ve arıtma tesisinden kaynaklanan atıkların yine 'Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne uygun olarak bertarafının sağlandığı görülmüştür.

4.6.3.1 Agreg a Ocakları/Avrupa Yakası Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi

İstanbul Avrupa yakasında agrega ocaklarının yoğun olarak bulunduğu bölgeler Ayazağa, Çatalca, Cebeci ve Tayakadın-Kuzey Marmara'dır. Bu bölgelerin yerleşim yerlerine mesafesi değişkenlik göstermekle birlikte Avrupa yakasındaki agrega ocaklarının yerleşim yerleri ile etkileşiminin Anadolu yakasındaki agrega ocaklarına göre daha fazla olduğu söylenebilir (Tablo 4.12). İstanbul Avrupa yakasında nüfus yoğunluğu ve yapılaşmanın artışı ile birlikte yerleşim yerlerinin ocak sahalarına daha fazla yaklaşmasına neden olmuştur.

Bir agrega ocağında oluşan gürültü ve titreşim 'Çevresel Gürültü ve Kontrol Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmektedir (RG sayı 32029, 30 Kasım 2022, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı). Çevresel titreşim ocakta malzemenin gevşetilmesi için yapılan patlatma esnasında meydana gelir ve patlatmanın çevrede oluşturacağı zemin titreşim düzeyi Çevresel Gürültü Kontrol Yönetmeliği Ek-2 Tablo-3'de verilen sınır değerleri sağlaması gerekir. Bu proje kapsamında şimdiye dek yapılan saha çalışmasında İstanbul Avrupa yakasında ziyaret edilen işletmelerde gürültü ve titreşim ölçümlerinin mevzuatta belirtilen hususlara göre izlendiği ve sınır değerlerin sağlandığı, gerekli çevre izinlerinin alındığı görülmüştür.

Çevresel gürültü ve titreşimin yanında ocak faaliyetleri sırasında toz emisyonları oluşmakta ve olumsuz çevresel etkilere sebep olmaktadır. İstanbul'un hava kalitesi farklı lokasyonlarda bulunan HKÖ istasyonlarında toz (PM₁₀, PM_{2.5}), kükürt dioksit (SO₂), azot oksitler (NO_x),

karbon monoksit (CO), ozon (O₃) gibi hava kirleticilerinin ölçümü yapılarak izlenmektedir. Bu kirleticilerden ocak faaliyetleri ile ilgili olan toz (PM₁₀ ve PM_{2.5}) parametreleridir. PM₁₀ parametresi her istasyonda izlenirken PM_{2.5} bazı istasyonlarda izlenmektedir.

Ayazağa bölgesindeki agrega ocaklarına en yakın mesafedeki HKÖİ Maslak İTÜ yerleşkesi içinde bulunmaktadır ve Ayazağa bölgesine mesafesi yaklaşık 4-6 km'dir. Maslak HKÖ istasyonu İBB tarafından işletilmektedir ve şehir-arka plan istasyonu olarak tanımlanmıştır. Bu nedenle bu istasyonda kaydedilen PM₁₀ ve diğer kirletici parametreler doğrudan bir emisyon kaynağının etkisinde değildir. Bu istasyonda ölçülen PM₁₀ yıllık ortalama 31 µg/m³ olup Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğinde verilen 40 µg/m³'lük sınır değerinin altındadır. Ayrıca Ayazağa bölgesinde bulunan agrega ocakları yerleşim yerlerine 2-3 km mesafededir, bu nedenle ocak içi faaliyetlerden kaynaklı toz emisyonlarının çok etkili olmayacağı, ancak malzemenin nakliyesi ile oluşacak toz emisyonlarının özellikle yağış olmayan günlerde çevrede rahatsızlığa neden olabilecektir.

Çatalca ve Tayakadın/Kuzey Marmara bölgelerinde bulunan agrega ocakları ise yerleşimin olmadığı ya da çok az olduğu bölgelerde yer almakta olup bu bölgelere yakın lokasyonlarda HKÖ istasyonu bulunmamaktadır. En yakın istasyonlar Çatalca bölgesi için Silivri'de (18 km mesafede), Tayakadın bölgesi için Arnavutköy'de (7 km mesafede) bulunmaktadır. Bu bölgelerde bulunan agrega ocaklarının çevresel etkisi yerleşim yerlerinin uzak olmasından dolayı ocak içi faaliyetlerden değil, ancak malzemenin nakliyesi sırasında oluşabilecek toz emisyonları nedeni ile oluşacaktır.

Cebeci bölgesindeki agrega ocakları İstanbul'da yerleşim yerlerine en yakın konumda bulunan ocaktır. Cebeci agrega ocakları uzun zamandır bölgede var olmasına rağmen son yıllarda ocak çevresindeki alanın imara açılması nedeniyle bölgede nüfus artışına paralel olarak yerleşim alanları da artış göstermiş ve agrega ocağının çok yakınına kadar gelmiştir. Bu bölgede agrega ocağı faaliyetlerinden kaynaklanan toz emisyonlarının konsantrasyonunun izlenmesi ocak çevresinde bulunan 4 adet HKÖ istasyonlarında yapılmaktadır. Bunlardan Sultangazi-2 ve Sultangazi-4 istasyonları Sultangazi ilçesi yerleşim yerlerini temsil eden istasyonlar olup, Sultangazi-1 ve Sultangazi-3 istasyonları ise ocak bölgesine daha yakın lokasyonlarda bulunan istasyonlardır. En yüksek konsantrasyonların ölçüldüğü istasyon olan Sultangazi-3 istasyonu malzeme ve hafriyat kamyonlarının nakliyesi için kullanılan yolun kenarındadır. Bu bölgedeki HKÖ istasyonlarında ölçülen PM₁₀ konsantrasyonları incelendiğinde patlatma, kırma-eleme, sökme, yükleme gibi ocak içi faaliyetlerden kaynaklanan toz emisyonlarının çevreye etkisinin çok fazla olmadığı, ancak malzemenin nakliyesi ya da bölgede yürütülen yol yapımı (Kuzey Marmara otoyolu), hafriyat çalışmaları gibi faaliyetlerden oluşan nakliye kaynaklı emisyonların çevresel etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür.

4.6.3.2 Agrega Ocakları/Anadolu Yakası Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi

İstanbul Anadolu yakasında agrega ocaklarının yoğun olarak bulunduğu bölgeler Şile, Ömerli ve İstanbul'a agrega sağlayan Gebze'dir. İstanbul Avrupa yakasındaki agrega ocakları ile karşılaştırıldığında Şile, Ömerli ve Gebze bölgesinde agrega ocaklarının yerleşim yerlerine mesafesi daha fazladır.

Şile bölgesindeki agrega ocaklarına yaklaşık 3-4 km mesafede bir HKÖ istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyon şehir arka plan (kırsal) olarak tanımlanmış bir istasyondur ve bu istasyonda ölçülen PM₁₀ yıllık ortalama 25 µg/m³ olup Hava Kalitesi Değerlendirme ve

Yönetimi Yönetmeliğinde verilen 40 µg/m³'lük sınır değerin altındadır. Bu bölgede yerleşim yerlerinin çok yoğun olmaması ve ocaklara da çok yakın mesafede olmaması nedeniyle ocak içi faaliyetlerden kaynaklı toz emisyonlarının bölgede çok etkili olmayacağı, ancak malzemenin gideceği yere bağlı olarak nakliye nedeni ile oluşacak toz emisyonlarının çevrede etkili olabileceği söylenebilir.

Ömerli bölgesinde bulunan ocaklar yerleşim yerlerinden uzakta bulunmaktadır. Bu nedenle ocak içi faaliyetlerden kaynaklanacak toz emisyonları büyük oranda işletme sahası içinde kalacaktır. Ancak nakliyenin gittiği yol ve mesafeye göre oluşacak toz ve egzoz emisyonları yerleşim yerlerinin içinden geçiyorsa olumsuz çevresel etkisi olacaktır.

Gebze bölgesindeki agrega ocakları her ne kadar Kocaeli il sınırları içinde olsa da bu bölgeden İstanbul'a agrega nakliyesi yapılmaktadır. Son yıllarda Gebze agrega ocakları etrafındaki alanların imara açılmış olması nedeniyle yapılaşmanın başladığı görülmüştür. Bu bölgedeki agrega ocaklarının faaliyetleri nedeniyle ortaya çıkacak toz emisyonları bu yerleşim yerlerinde olumsuz çevresel etkilere yol açabilecektir.

Bir agrega ocağında oluşan çevresel gürültü ve titreşim yukarıda da belirtildiği gibi 'Çevresel Gürültü ve Kontrol Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmektedir (RG sayı 32029, 30 Kasım 2022, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı). Bu proje kapsamında şimdiye dek yapılan saha çalışmasında İstanbul Anadolu yakasında ziyaret edilen işletmelerde gürültü ve titreşim ölçümlerinin mevzuatta belirtilen hususlara göre izlendiği ve sınır değerlerin sağlandığı, gerekli çevre izinlerinin alındığı görülmüştür.

Tablo 4.13: İstanbul Agrega ocaklarının yoğun olarak bulunduğu bölgeler, yerleşim yerlerine yakınlığı ve ocağa en yakın hava kalitesi ölçüm istasyonları (HKÖİ)

İstanbul Agrega Ocakları-Bölge	Ocak çevresi yerleşim	En Yakın HKÖİ	HKÖİ - temsil ettiği kaynak	HKÖİ'nin Agrega ocaklarına yaklaşık mesafesi (km)
Şile-Anadolu	Var-uzak mesafe	Şile	Şehir Arkaplan	3-4
Ömerli-Anadolu	Yok	Sultanbeyli	Kentsel	15-16
		Sancaktepe	Kentsel	15-16
Ayazağa-Avrupa	Var – yakın mesafe	Sarıyer-Maslak	Şehir Arkaplan	4-6
Cebeci-Avrupa	Var-çok yakın mesafe	Sultangazi 1	Taş Ocakları	1-3
		Sultangazi 2	Kentsel-Trafik	1-3
		Sultangazi 3	Taş Ocakları	1-3
		Sultangazi 4	Kentsel-Trafik	1-3
Çatalca-Avrupa	Yok	Tekirdağ - Çerkezköy-MTHM	Kentsel	18-40
Tayakadın/ Kuzey Marmara-Avrupa	Yok	Arnavutköy	Kırsal	7-15 km
Gebze-Anadolu	Var- orta mesafe	Şile	Sanayi	5.13
		Sultanbeyli	Isınma	3.45

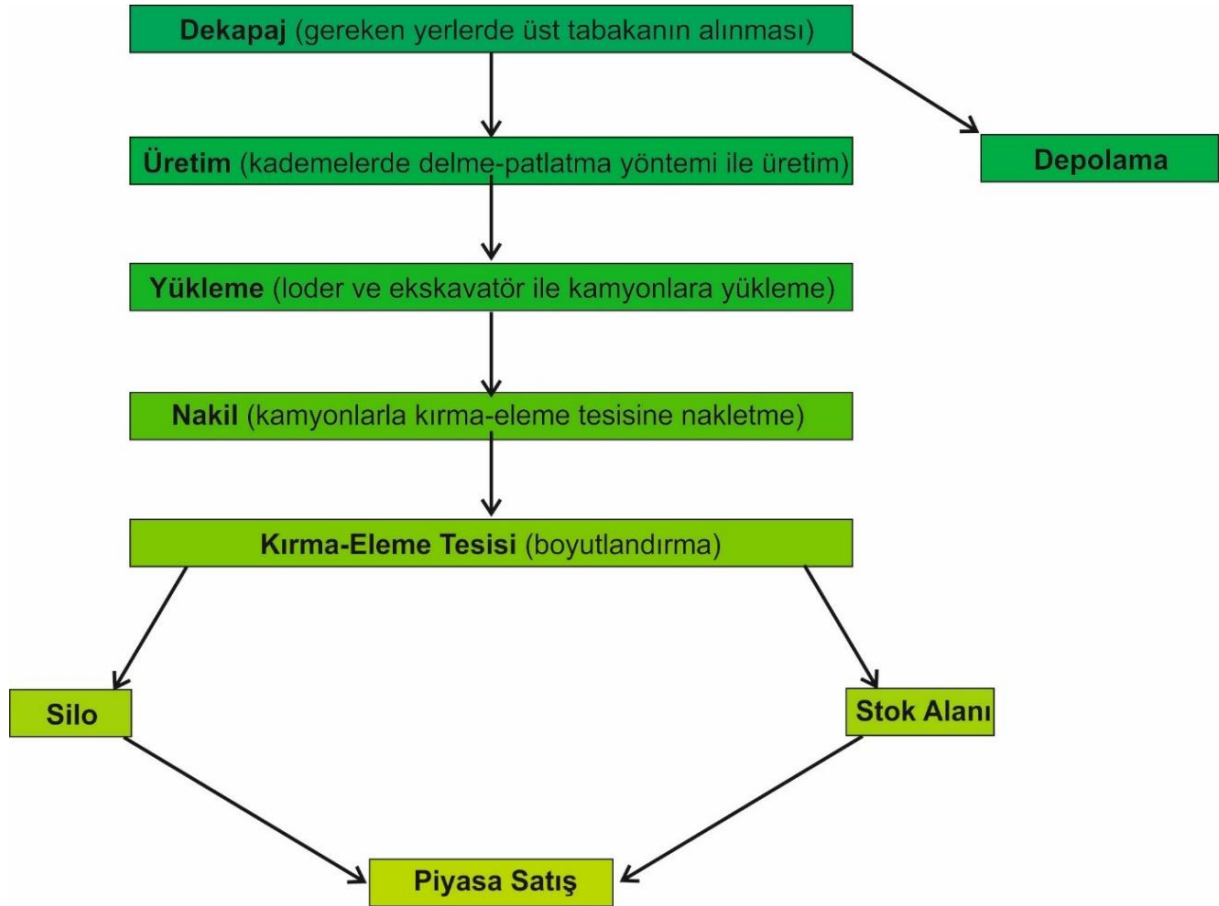
4.7 İşletilmekte Olan ve Potansiyel Ocaklar İşletilme Teknikleri Açısından Değerlendirilmesi

Dünya genelinde olduğu gibi İstanbul ve çevresindeki tüm agrega üretim faaliyetleri, “*açık ocak maden işletmeciliği*” yöntemi ile gerçekleştirilmektedir. Agrega üretimi; diğer tüm açık ocak madencilik faaliyetleri gibi hafriyat, delme, patlatma ve boyut küçültme, gerektiğinde yıkama süreçlerini içerir.

Proje kapsamında İstanbul il genelinde; Cebeci Maden Bölgesi, Cendere ve Arnavutköy Bölgesi, Çatalca Bölgesi, Şile ve Ömerli Bölgesi, Üvezli ve Çekmeköy Bölgesi ile İstanbul çevresindeki Gebze Bölgesi olmak üzere toplam 6 farklı Bölgede bulunan agrega üreticisi firmaların agrega ocakları ve Kırma-Elemente-Yıkama tesislerinde yerinde incelemelerde bulunulmuştur.

İstanbul ili ve çevresindeki Agrega Madencilik faaliyetleri genel anlamda; gerekli yerlerde agrega ocağının üst örtü tabakası hafriyatının yapılması, sonrasında delici ekipmanlar yardımıyla patlayıcı şarjının yapılacağı deliklerin delinerek patlayıcı doldurulması ve gecikmeli kapsüller kullanılarak patlatma işleminin yapılarak iri boyutta serbestleşmiş tüvenan agreganın eldesi, sonrasında ise, tüvenan agreganın Kırma-Elemente-Yıkama tesisine gönderilerek beton, asfalt, temel, alt temel v.b. uygulamalarda kullanıma uygun boyut ve kalitedeki agreganın üretilmesi şeklindedir.

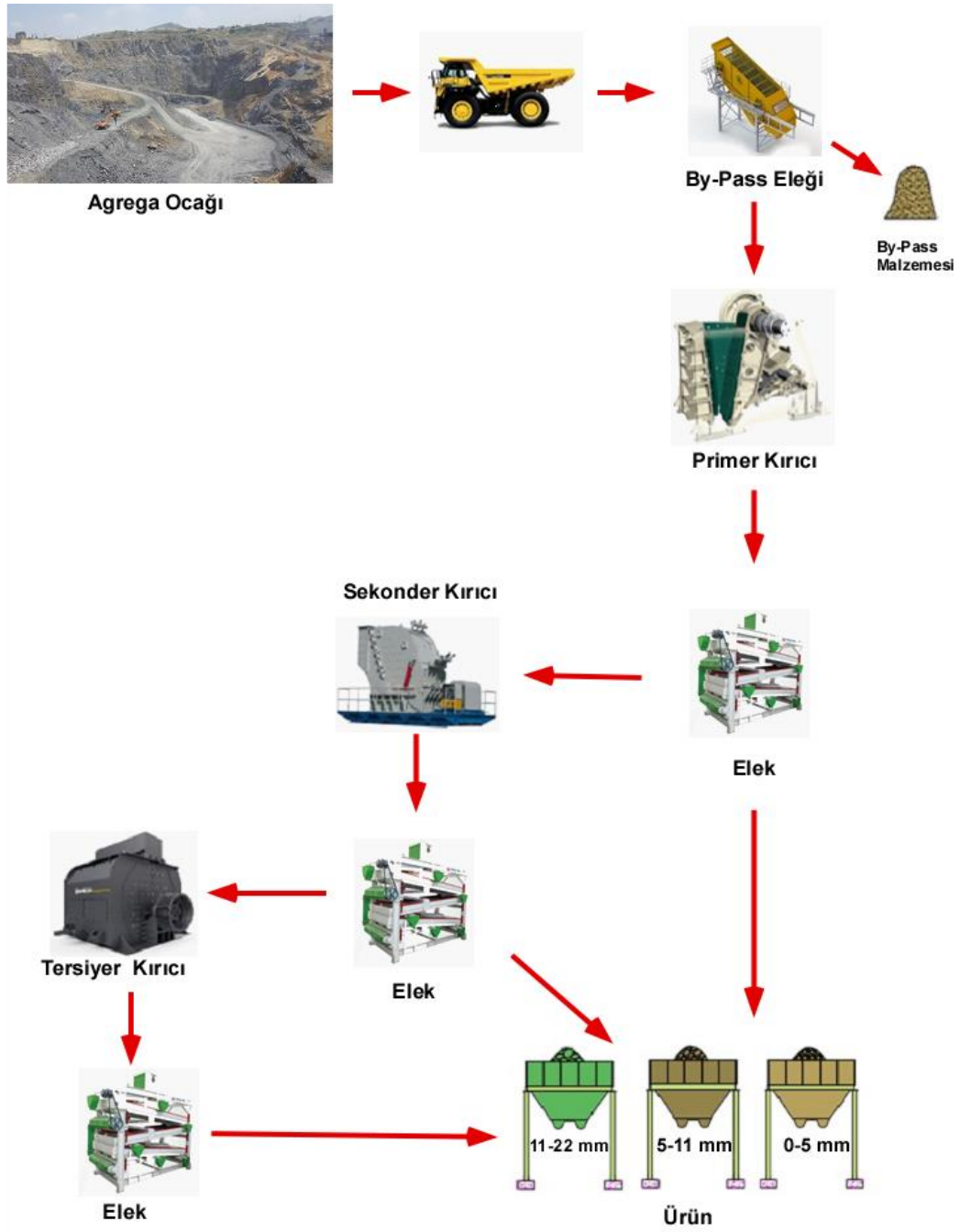
Diğer bir anlatımla, agrega hammaddesi (kireçtaşı veya kumtaşı) “delme-patlatma + ekskavatör + kamyon” maden işletme tekniği ile üretilmektedir. Agrega ocağında üretilen bu iri boyutlu tüvenan hammadde bazı durumlarda hidrolik kırıcılarla “*ön kırma*” işlemine tabi tutulduktan sonra cevher hazırlama ve zenginleştirme işlemleri olan boyut küçültme, boyuta göre sınıflandırma ve gerekli olması durumunda yıkama işlemlerine tabi tutmak amacıyla agrega üretim tesislerine gönderilmektedir. Yukarıda bahsi geçen detaylar Şekil 4.27’de genelleştirilmiş agrega üretimi iş akış şemasında verilmiştir.



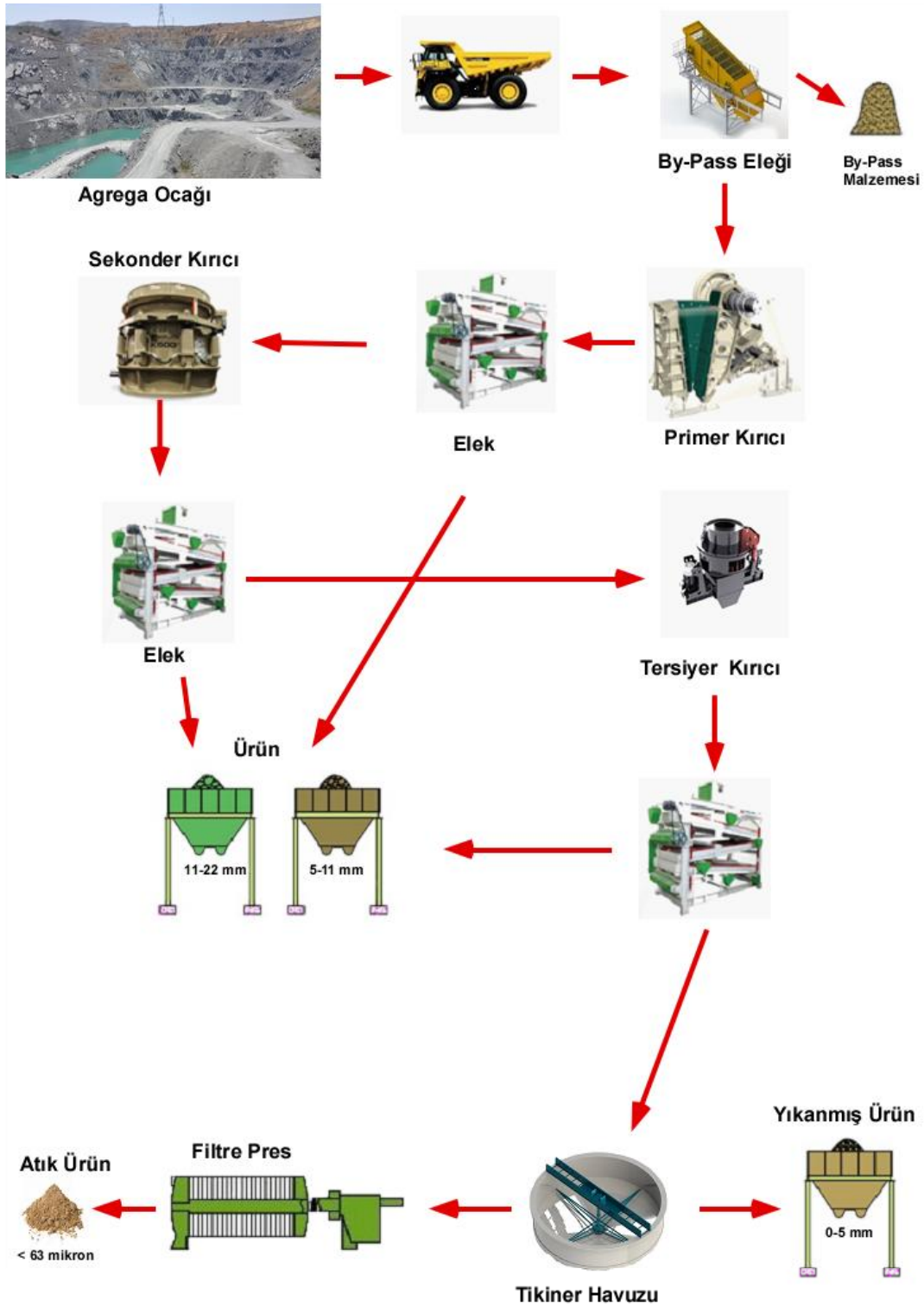
Şekil 4.27: Agregatör üretimi iş akış şeması.

İstanbul il geneli ve yakın çevresinde agregatör üretiminde hammadde olarak kireçtaşları ve kumtaşları kullanılmaktadır. İstanbul genelindeki Kireçtaşlarından agregatör üreten mevcut işletmelerin kırma-eleme tesislerinin şematik gösterimi (olması gereken optimum tesis ekipmanları dikkate alınarak) Şekil 4.28’de sunulmuştur. Kireçtaşları genel anlamda bünyelerinde kil içermemekte olup yıkamaya ihtiyaç duymamaktadır. Ancak yoğun süreksizlik içeren, alterasyon, karstik boşluk kaynaklı kil mevcudiyeti olan agregatör ocaklarında da zaman zaman yıkama işlemine (Şile-Ömerli Bölgesi, Üvezli-Çekmeköy Bölgelerinde olduğu gibi) gereksinim duyulabilmektedir.

Kumtaşlarından (çakıltaşı, silttaşı, kiltası ara tabakalı) agregatör üreten İstanbul geneli ve yakın çevresindeki mevcut işletmelerin kırma-eleme ve yıkama tesislerinin şematik gösterimi ise Şekil 4.27’de sunulmuştur. Kumtaşlarından üretilen ince agregalarda 63 mikron altı kil ağırlıklı çok ince malzeme miktarının %10-20 civarında olması nedeniyle, üretilen ince agregaların beton sektöründe kullanılabilmesi için bu oranın %5’in altına düşürülmesi gerekmektedir. Bu nedenle kumtaşından agregatör üreten tesislerde kırma eleme tesisine gelen malzemenin yaklaşık %40-45’lik kısmı ince agregayı oluşturmakta ve bu ürünün tamamının yıkama tesislerinde işleme tabi tutulması gerekmektedir. Yıkama tesislerinde kovalı yıkayıcı, yıkama ve susuzlandırma eleği, hidrosiklon, tikiner havuzu ve filtre press v.b. ekipmanlar kullanılmaktadır. Filtre presten çıkan atık ürün %10-15 (kırma eleme tesisine giren toplam malzemenin ortalama %5’i) civarındadır.



Şekil 4.28: İstanbul geneli ve çevresinde Kireçtaşlarından agregat üreten mevcut işletmelerin kırma-eleme tesislerinin şematik gösterimi.



Şekil 4.29: İstanbul geneli ve çevresinde kumtaşlarından (çakıltaşı, silttaşı, kiltası ara tabakalı) beton agregası üreten mevcut işletmelerin kırma-eleme ve yıkama tesislerinin şematik gösterimi.

Betonun matrisinin ana bileşenleri agreg, kum ve çimento olup agreg kalitesi beton dayanım ve kalitesinin yanı sıra maliyetini de etkileyen en önemli unsurdur. Bu bağlamda kırma-eleme tesislerinde boyutlandırılan agregaların en önemli kalite göstergelerinden biri metilen mavisi değeri olup bu değerin 1'in altında olması gerekmektedir. Metilen değerinin yüksek olması; 0-5mm ince boyut grubundaki malzemenin kil içeriğinin fazlalığına işaret etmektedir. Bu

durumda ince boyut grubundaki malzemenin yıkanması gerekmektedir. Özellikle kumtaşı esaslı agregalar yoğun şekilde kil içermekte olup ince boyut grubunun mutlaka yıkanması gerekmektedir. Kumtaşı esaslı agregalar ise genellikle kil içermemekte (Cebeci Maden Bölgesi güney kesimi gibi) bu nedenle de özellikle yüksek performans gerektiren özel uygulamalarda tercih edilmektedir. Ancak bazı durumlarda jeolojik oluşum şartları nedeniyle kireçtaşları da kil içerebilmekte ve ince boyut fraksiyonunun yıkanması (Şile-Ömerli Bölgesi, Üvezli-Çekmeköy Bölgelerinde olduğu gibi) gerekebilmektedir.

Kumtaşlarından plent mix ve mekanik karışım üreten tesislerde ise 22-38 mm boyutlu agregalar da üretilip, bu tesislerde sadece kırma, eleme (plent mix için) ve karıştırma ünitesi yer almaktadır. Bu tesislerde kullanılan agregalar yıkanmamaktadır.

Tablo 4.14’de İstanbul il geneli ve çevresinde faaliyet gösteren firmaların; rezerv, dekapaj, üretim miktarları, kullanılan ekipman ve kamyon detayları ile patlayıcı tüketimi gibi agrega ocak işletme verileri sunulmuştur.

Tablo 4.14: İstanbul il genelindeki firmaların agrega ocak işletme verileri.

Şirket İsmi	Rezerv (milyon ton)	Yıllık Dekapaj (x 1000 m ³)	Bypass Miktarı (bin ton)	Atık / Artık Durumu	Üretim Kapasitesi (milyon ton/yıl)	Kurulu Kapasite (milyon ton/yıl)	Makina Parkı (Adet)	Kamyon Parkı (Adet)	Patlayıcı Tüketimi (ton/yıl)
Ayhanlar-Aytaş	15	150	200	Stoklanıyor	1	1,5	3 ekskavatör, 3 loader, 2 delici	6	85
Kancataş	10	250	300	Stoklanıyor, filtre press atığı yok.	2	3,5	5 ekskavatör, 3 loader, 2 delici	16 ocak içi, 20 sevkiyat	200
Kar Grup	68	450	600	Stoklanıyor	3	4	6 ekskavatör, 4 loader, 3 delici	10 ocak içi	75
Maden Yapı	100	380	1000	Artıklar 0-2mm kum haline getiriliyor, kum tesisinden açığa çıkan kil stoklanıyor.	3,5	4,5	3 ekskavatör, 2 loader, 1 delici	10 ocak içi	85
Tarmak	48	Yok	250 (alt yapı amaçlı kullanım)	Stoklanıyor	1,5	2	2 ekskavatör, 3 loader, 1 delici	5 ocak içi	22,5
Koç Hafriyat	300	500	yok	Stoklanıyor	3	4	4 ekskavatör, 1 loader, 2 delici	30 adet kamyon	85
Entegre 2	20	100	yok	Stoklanıyor	3,5	5	5 ekskavatör, 2 loader, 1 delici	12 ocak içi	85
Alton	20	70-100	150	Stoklanıyor	0,6	1,2	5 ekskavatör, 1 delici	5 ocak içi	4,5
Selahattin Yaz Madencilik	120	1200	350	Stoklanıyor	2	2	3 ekskavatör, 3 loader, 1 delici	7 ocak içi	50
Laçın	50	150	yok	Stoklanıyor	2,1	2,5	2 ekskavatör, 3 loader, 1 delici	5 ocak içi	9
Özyurt	30	170	yok	Stoklanıyor	1	1,5	3 ekskavatör, 2 loader, 2 delici	8 ocak içi	80
TBS-Alyans	24	75	45	Stoklanıyor	1,2	1,25	3 ekskavatör, 1 loader, 1 delici	5 ocak içi	120
Entegre 1	15	55	yok	Stoklanıyor	0,5	0,75	1 ekskavatör, 1 loader, 1 delici	2 ocak içi	120
Damış Maden	82	800	yok	Stoklanıyor	2,2	2,5	3 ekskavatör, 3 loader, 1 delici	5 ocak içi	120
İslamoğlu (İSTMAD)	55	1300	yok	Stoklanıyor	3,6	4	5 ekskavatör, 1 loader, 1 delici, 1 dozer	15 ocak içi	300
Oyak	17	1000	yok	Bir kısmı stoklanıyor, bir kısmı da Aslan Çimento'ya yollanıyor	1	1,5	2 ekskavatör, 2 loader, 1 delici	6 ocak içi	80
Akdağlar	249	1500	yok	Stoklanıyor	1,65	2	3	1	1520
Ento Maden	200	1500	yok	Stoklanıyor, filtre press atığı tuğla fabrikasına gönderiliyor.	3,5	4	10 ekskavatör, 8 loader, 2 delici	2	250
Kuzey Cebeci	500	2100	yok	Stoklanıyor, filtre press atığı var.	4	4,5	3 ekskavatör, 3 loader, 2 delici	12 ocak içi	200
May Yapı	10	yok	300	Çimento üreticilerine gönderiliyor.	1,5	1,8	2 ekskavatör, 3 loader, 1 delici	8	150
Makpak	6	yok	300	Çimento üreticilerine gönderiliyor.	2	2,3	3 ekskavatör, 5 loader, 1 delici	7	335
Akçansa	6	yok	yok	Çimento üreticilerine gönderiliyor.	2,1	2,2	3 ekskavatör, 1 loader, 1 delici	8	270

İstanbul il geneli ve çevresinde faaliyet gösteren firmaların; Kırma-Eleme tesis verileri Tablo 4.15’de, yıkama tesis verileri Tablo 4.16’da, aynı firmaların agrega ürün kalite verileri ise Tablo 4.8 ve Tablo 4.9’da sunulmuştur.

Tablo 4.14’deki veriler: kullanılan ekipmanlar, dekapaj işlemi uygulanması, patlayıcı kullanımı, kullanılan ekipmanlar v.b. bilgiler; İstanbul il genelinde faaliyet gösteren agrega ocaklarında yerüstü (açık) maden işletme teknikleri kullanılarak agrega üretiminin gerçekleştirildiğini ortaya koymaktadır.

Firmaların agrega üretim kapasiteleri ve bu üretimi gerçekleştirmek için sahip oldukları ekipmanlar da dikkate alındığında; İstanbul il genelinde yıllık 3 milyon tonun üzerinde üretim yapan en önemli üreticilerin; Entegre 2, İslamoğlu (İSTMAD), Kar grup, Koç hafriyat, Kuzey Cebeci ve Maden yapı olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4.15: İstanbul il genelindeki firmaların kırma-eleme tesis verileri.

Şirket İsmi	Teorik Kapasite (milyon ton/yıl)	Kapasite Kullanım (%)	Tesis Sayısı Adet	Tesis Ekipmanları Adet	Tesis Kapasitesi (ton/saat)	Ürün Boyutları (mm)
Ayhanlar-Aytaş	1,5	50	1	1 adet 140'luk çeneli, 2 adet sekonder darbeli, 1 adet dik milli	500	0-5, 5-14, 14-24, 24-40, 3 numara
Kancataş	3,5	57	2	2 adet 140'luk çeneli, 3 adet sekonder darbeli, 2 adet tersiyer darbeli	750	0-5, 5-14, 14-24, 24-40, 3 numara
Kar Grup	4	75	1	2 adet primer darbeli, 1 adet sekonder darbeli, 1 adet tersiyer darbeli	800	0-5, 5-12, 12-22
Maden Yapı	5	73	1	1 adet primer darbeli, 1 adet sekonder darbeli, 1 adet tersiyer dikmilli	1500	0-5, 5-12, 12-22, 0-4 kum
Tarmak	3	44	1	1 adet primer darbeli, 2 adet sekonder darbeli, 1 adet tersiyer dikmilli	500	0-5, 5-12, 12-22
Koç Hafriyat	5	50	2 x	1 adet primer çeneli, 3 adet sekonder darbeli,	1000	0-5, 5-12, 12-22
Entegre 2	5	60	2	2 adet primer darbeli, 1 adet sekonder darbeli, 2 adet tersiyer darbeli, 1 çeneli kırıcı,	1400	0-5, 5-14, 14-24, 24-40, 3 numara
Alton	1,2	50	1	1 adet primer çeneli, 1 adet sekonder darbeli, 1 adet tersiyer darbeli	350	0-5, 5-14, 14-24, 24-40, 3 numara
Selahattin Yaz Madencilik	2	70	1	1 adet primer darbeli, 1 adet 110'luk çeneli	450	0-4, 4-11,2, 11,2-22,4
Laçın	5	42,5	2	2 adet primer çeneli, 2 adet primer darbeli, 4 adet sekonder darbeli,	1100	0-5, 5-14, 14-24, 24-40, 3 numara
Özyurt	2	50	1	1 adet primer çeneli, 2 adet sekonder darbeli,	350	0-4, 4-11,2, 11,2-22,4
TBS-Alyans	1,25	50	1	1 adet primer çeneli, 1 adet sekonder darbeli, 1 adet tersiyer darbeli	500	0-5, 5-12, 12-22
Entegre 1	1	8	1	1 adet primer çeneli, 1 adet sekonder darbeli, 1 adet tersiyer darbeli	350	0-5, 5-12, 12-22
Danış Maden	2,5	80	1	1 adet primer çeneli, 2 adet sekonder konik, 1 adet tersiyer dik milli	450	0-5, 5-12, 12-22
İslamoğlu (İSTMAD)	5	60	2	3 adet primer çeneli, 4 adet sekonder konik, 5 adet tersiyer dik milli	1600	0-4, 4-11,2, 11,2-22,4
Oyak	2	56	1	1 adet primer çeneli, 2 adet sekonder konik, 1 adet tersiyer dik milli	400	0-4, 4-11,2, 11,2-22,4
Akdağlar	1,3	83	2	2 adet çeneli kırıcı 2 adet konik kırıcı 2 adet dik milli	600	0-5, 5-14, 14-24, 24-40
Ento Maden	11	50	2	4 adet çeneli, 5 adet konik, 3 adet dik milli	1300	0-5, 5-12, 12-22
Kuzey Cebeci	5	50	3	3 adet primer çeneli, 3 adet sekonder konik, 4 adet tersiyer dik milli	1500	0-5, 5-12, 12-22
May Yapı	1,8	65	2	4 adet çeneli, 2 adet sekonder darbeli, 2 adet tersiyer darbeli	1100	0-6, 6-13, 13-22
Makpak	2,3	70	2	3 adet çeneli, 2 adet sekonder darbeli, 2 adet tersiyer darbeli	1000	0-5, 5-11, 11-21
Akçansa	2,2	68	yok	yok	yok	0-5, 5-11, 11-21

Tablo 4.15’de görüldüğü üzere; İstanbul genelinde agrega üretimi amacıyla Kırma-Eleme yapan tesislerin ortalama kapasite kullanım oranlarının %60 seviyelerinde olduğu, primer kırma işlemlerinin çeneli kırıcılar ile gerçekleştirildiği, sekonder kırmanın kumtaşlarında konik, kireçtaşlarında ise darbeli kırıcılarla yapıldığı, tersiyer kırmanın ise kumtaşlarında dik milli, kireçtaşlarında ise darbeli kırıcılarla yapıldığı anlaşılmaktadır. Kireçtaşı esaslı agrega üretiminin yapıldığı ocaklarda kireçtaşının aşındırıcı özelliğinin kumtaşına oranla düşük olması, kil içermemeleri ve toz ürünün yıkamaksızın kolaylıkla satılabilmesi ve piyasada önemli bir talebe sahip olması, kolay kırılmaları gibi nedenlerle yüksek kapasiteli sekonder ve tersiyer darbeli kırıcılar kullanılırken kumtaşı esaslı agrega üretiminin yapıldığı ocaklarda, kumtaşının aşındırıcılığının kireçtaşına oranla yüksek olması, kil içermeleri nedeniyle dik milli, konik ve dik milli kırıcılar yardımıyla kırılarak kübisitenin artırılmaya çalışılmaktadır.

Tablo 4.16: İstanbul il genelindeki firmaların yıkama tesis verileri.

Şirket İsmi	Tikiner Çapı (m)	Filtre Ebatları m x m / plaka adedi	Fiili Yıkama Kapasitesi (ton/saat)	Kurulu Yıkama Kapasitesi (ton/saat)	Yıkama Kapasitesi x 1000 (ton / yıl)	Su Tüketimi (ton/saat)	Polimer Tüketimi (gr/ton)
Ayhanlar-Aytaş	Yıkama Tesisi Bulunmamaktadır						
Kancataş	Yıkama Tesisi Bulunmamaktadır						
Kar Grup	16	Helejonik yıkayıcı	100	120	360	350	66
Maden Yapı	Eski Ocak çukurlarında doğal çöktürme ile yıkama bulunmamaktadır.						
Tarmak	yok	Helejonik yıkayıcı	300	350	1000	1000	yok
Koç Hafriyat	20	Tamburlu yıkayıcı	120	150	360	350	80
Entegre 2	Yıkama Tesisi Bulunmamaktadır						
Alton	Konik çöktürücü	2 x 1 x 100, 2 x 1 x 120	100	120	300	350	66
Selahattin Yaz Madencilik	15	1,5 x 1,5 x 100	100	120	300	350	12
Laçın	12	1 x 1 x 100, 1,2 x 1,2 x 120	100	120	300	350	80
Özyurt	Yıkama Tesisi Bulunmamaktadır						
TBS-Alyans	Yıkama Tesisi Bulunmamaktadır						
Entegre 1	Yıkama Tesisi Bulunmamaktadır						
Danış Maden	16	2m x 1m x 100	200	240	160	250	30
İslamoğlu (İSTMAD)	12	1,2 x 1,2 x 170	800	1000	3000	900	100
Oyak	12	1,2 x 1,2 x 120, 1 x 1 x 100	200	250	120	250	25
Akdağlar	Yıkama Tesisi Bulunmamaktadır						
Ento Maden		1,5 x 1,5 x 140, 1,5 x 2 x 100	400	450	1700		20
Kuzey Cebeci	12	1,4 x 1,4 x 170	170	200	370	500	16
May Yapı	Yıkama Tesisi Bulunmamaktadır						
Makpak	Yıkama Tesisi Bulunmamaktadır						
Akçansa	Yıkama Tesisi Bulunmamaktadır						

Tablo 4.16’da görüldüğü üzere kumtaşı esaslı agrega üretimi yapan tüm firmalarda beton kalite standartlarını sağlamak amacıyla yıkama işlemi yapılmakta, kireçtaşı esaslı agrega üretimi yapan firmaların (Koç hafriyat, Alton, Laçın firmaları dışında) ise yıkamaya ihtiyaç duymadıkları görülmektedir.

İyi tasarlanmış planlı bir açık ocak işletmeciliği yapılarak üretilebilir rezervin çok önemli miktarda artırılabilceği, patlatma dizaynının optimize edilerek kırma eleme tesislerinin veriminin arttırılabileceği ve çevresel etkilerin sınır değerlerin altına indirilebileceği, primer kırmanın ocaklarda gerçekleştirilerek bant konveyörle taşınmak suretiyle nakliye giderlerinin azaltılabileceği, kireçtaşı ve kumtaşı için ayrı ayrı dizayn edilecek kırma tesisleri kullanarak yüksek kapasite kullanım oranına erişilebileceği öngörülmektedir.

5. SONUÇLAR

Agrega, su ve havadan sonra en çok ihtiyaç duyduğumuz hammaddedir. Önümüzdeki 10 yıl içinde şehirlerin büyümesi yüzde 95 oranında gelişmekte olan ülkelerde gerçekleşecektir. Bu şehirlerin ve insan yerleşimlerinin kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılınması UNDP'nin hedeflerinden biridir. Agrega sektörü; konut, eğitim, sağlık, temizlik, enerji, kültürel mirasın korunması için agrega sağlayarak, Birleşmiş Milletler'in sürdürülebilir kalkınma hedeflerine günlük olarak katkıda bulunmaktadır. Yerel düzeyde, inşaat projeleri için hammadde, istihdam ve milli ekonomiye katkı da sağlar. Kırsal alanlarda nüfus azalmasının stratejik bir zorluk olduğu birçok ülke için, agrega sektörü istihdam ve ekonomik gelişme sağlayan önemli bir oyuncudur.

Günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık yarısı şehirlerde yaşamaktadır. Gelecekte bu sayı daha da artacaktır. Şehirler birçok insanın geleceği olacaktır. İnsanlığın karşı karşıya olduğu yoksulluk, iklim değişikliği, sağlık hizmetleri, eğitim gibi devasa sorunlara şehirlerde çare bulunması gerekmektedir. Bu amaçla, Şehirlerin daha güçlü planlanması ve inşa edilmesi gerekmektedir. Afetler karşısında can ve mal kaybı ancak bu şekilde önlenabilir. Bu noktada da agrega sektörü çok önem arz etmektedir.

Agrega endüstrisi, bulundukları bölgede, bulundukları bölge ve çevreleri için üretim yapan, gerekli bir endüstridir. Agregalar, üretimleri ve naklieleri ile ilgili çevresel ve sosyal tüm baskılara rağmen temel ve gerekli bir inşaat hammaddesi olarak kalmak durumundadır. Bu amaçla, gerçekleştirilen bu proje kapsamında yapılan araştırma ve çalışmalardan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

1. İstanbul'un agrega üretimi 2022 yılında il genelindeki toplam doğal kaynak üretiminin % 92'sini oluşturmaktadır. İstanbul'daki agrega madenciliğinin durumu; Yalnızca sektörün değil, sosyal ve ekonomik boyutlarıyla ülke meselesidir.
2. İstanbul'un yıllık agrega üretimi İsviçre, İsveç, Slovakya, Norveç, Hollanda, Danimarka, Çek Cumhuriyeti ve Belçika gibi Avrupa ülkelerinin üretimlerinden daha fazla olmakla birlikte, kişi başı agrega tüketimi bu ülkelerden azdır.
3. İstanbul'daki mevcut agrega ocaklarındaki rezervlerin miktarı ve niteliği hakkında elde edilen bilgiler henüz yeterli değildir. İstanbul il alanı ve çevresinde yer alan agrega ocakları arasında sadece Cebeci Maden Bölgesindeki agrega rezervi bilinmektedir. Diğer bölgelerdeki agrega ocaklarında rezerv belirleme amaçlı ayrıntılı çalışmalar bulunmamakta olup, bu bölgelerde üreticilerin beyanları esas alınmıştır. Bu beyanlar neticesinde İstanbul için öngörülen agrega rezervi 2.2 milyar tondur.
4. Yapılan analizlerde ortaya konan agrega talebi projeksiyonları, İstanbul'da yılda kişi başı min. 5 ton agrega tüketilmesi ve mevcut ocaklardaki üretim koşullarının devam etmesi durumunda, Varsayım 1'e göre (en kötü nüfus artış senaryosu) 2050 yılında İstanbul'un ihtiyacı olan toplam agrega miktarı 4.7 milyar ton olarak belirlenmiştir. Günümüzde İstanbul il alanı için agrega rezervi 2.2 milyar ton olduğu düşünüldüğünde; Varsayım 1'e göre İstanbul'un agrega rezervi 2038 yılında, diğer varsayımların gerçekleşmesi durumunda ise rezerv 2038-2044 yılları arasında tükenecektir. Öte yandan, İstanbul'da yılda kişi başı maksimum 6,5 ton agrega tüketilmesi ve mevcut ocaklardaki üretim koşullarının devam etmesi durumunda, Varsayım 1'e göre (en kötü nüfus artış senaryosu) 2050 yılında İstanbul'un ihtiyacı olan toplam agrega miktarı 6.0 milyar ton olarak belirlenmiştir.

Günümüzde İstanbul il alanı için agrega rezervi 2.2 milyar ton olduğu düşünüldüğünde; Varsayım 1'e göre İstanbul'un agrega rezervi 2035 yılında, diğer varsayımların gerçekleşmesi durumunda ise, rezerv 2035-2040 yılları arasında tükenecektir. Yukarıda görüldüğü gibi; en düşük kullanım senaryosunun gerçekleşmesi durumunda (5 ton/yıl agrega tüketilmesi) İstanbul'daki agrega rezervi yaklaşık 21 yıl, en yüksek kullanım senaryosunun gerçekleşmesi durumunda (6,5 ton/yıl agrega tüketilmesi) ise, yaklaşık 12 yıl sonra tükenecektir.

5. İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı projesi kapsamında Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilen "İstanbul İli Olası Deprem Deprem Kayıp Tahminlerinin Güncellenmesi Projesi"nde hasar kayıp tahmin analizleri dikkate alındığında;

Deterministik senaryo için ($M_w=7.5$ senaryo), 208.000 adet göçme, ağır ve orta hasarlı binanın yıkılıp yeniden yapılması hususunda;

- Daire başı 80 ton agrega tüketimi dikkate alındığında, 8 daireli bir konut için yaklaşık 133.440.000 ton, 48 daireli bir konut için ise 800.640.000 ton,
- Daire başı 120 ton agrega tüketimi dikkate alındığında, 8 daireli bir konut için yaklaşık 200.160.000 ton, 48 daireli bir konut için ise 1.200.960.000 ton,
- Daire başı 150 ton agrega tüketimi dikkate alındığında, 8 daireli bir konut için yaklaşık 250.200.000 ton, 48 daireli bir konut için ise 1.501.200.000 ton agrega ihtiyacı öngörülmektedir.

En olumsuz yer hareketi senaryosu dikkate alındığında, 374.000 adet göçme, ağır ve orta hasarlı yıkılıp yeniden yapılması hususunda;

- Daire başı 80 ton agrega tüketimi dikkate alındığında, 8 daireli bir konut için yaklaşık 239.360.000 ton, 48 daireli bir konut için ise 1.436.160.000 ton,
- Daire başı 120 ton agrega tüketimi dikkate alındığında, 8 daireli bir konut için yaklaşık 359.040.000 ton, 48 daireli bir konut için ise 2.154.240.000 ton,
- Daire başı 150 ton agrega tüketimi dikkate alındığında, 8 daireli bir konut için yaklaşık 448.800.000 ton, 48 daireli bir konut için ise 2.692.800.000 ton agrega ihtiyacı öngörülmektedir.

6. Yapılan tüm analizler toplamda, 2023 ile 2050 yılları arasında minimum 2.6 milyar ton ile maksimum 6.0 milyar ton arasında bir agrega talebini öngörmektedir. Agrega kullanımındaki verimlilik kazanımları, inşaatın agrega yoğunluğunu azaltabilir ve talep artışını biraz düşürebilir. İstanbul genelinde tüketilmekte olan mevcut agrega kaynaklarının yerine, bölgedeki yerleşim alanları ve mevcut kısıtlar nedeniyle yeni rezerv alanlarının bulunmaması ileriye dönük agrega tedarik sorununu gündeme getirecektir. Agrega üretiminin yoğun olduğu bölgelerde maden bölgelerinin kurulumu sayesinde mevcut görünür rezervlerin arttırılmasının yanısıra bölge içindeki veya bölgeye yakın alanlarda bulunan, ancak değerlendirilmemiş kayaç türlerinin agrega olarak kullanımları araştırılmalıdır. Ancak, İstanbul İl sınırları içinde litolojik ve kalite açısından agrega olarak kullanılabilir jeolojik formasyonlar olmasına rağmen potansiyel agrega sahası belirlemek günümüz şartlarında yerleşim alanı, askeri alanlar, orman, su havzası, sit alanı vb. kısıtlar nedeniyle mümkün gözükmemektedir. Yakın gelecekte, agrega rezervlerinin

tükenmesi durumunda, bu kısıtlarla ilgili gerekli yasal düzenlemeler yapılarak bu sahalar değerlendirilebilir.

7. İstanbul için, İstanbul çevresinde agrega kaynakları bulunmaktadır. Ancak bu kaynakların mevcut İstanbul'daki talebi karşılaması mümkün değildir. Bunun nedeni; İstanbul dışındaki bölgelerde yeterli miktarda kurulu kapasitenin olmaması, İstanbul'daki karayollarının taşıma kapasitelerinin yeterli olmaması, mevcut limanların çevresinde yüksek kapasiteli dökme yük depolama alanının olmaması ve İstanbul'da dökme yük taşımacılığına yönelik demiryolu ağı ve istasyonlarının olmamasıdır. Özetle, İstanbul dışından agrega tedarikinin sağlanması için de arz kapasitesinin artırılması gerekmektedir.
8. İstanbul Avrupa ve Anadolu yakasında, agrega ocaklarında üretim sırasında açığa çıkan atıkların 'Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen hususlara uygun olarak hazırladıkları 'Atık Yönetim Planı' doğrultusunda bertaraf edildiği görülmüştür. Agregatör/kırmataş ocağından çıkarılan malzemenin temizlenmesi amacıyla bazı işletmelerde yıkama tesisi bulunmaktadır. Yapılan saha çalışmasında işletmelerde yıkama tesisinde kullanılan suyun arıtma tesisinde arıtılarak devri daim olarak deşarj edilmeden yeniden kullanımının sağlandığı ve arıtma tesisinden kaynaklanan atıkların yine 'Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne uygun olarak bertarafının sağlandığı görülmüştür.
9. Agregatör sektöründe kaynaklar kadar pazara erişim de hayattır. Agregatörlerin yoğunluğu hacimli ve ağırdır, bu nedenle verimli bir şekilde taşınması zordur. Nakliye maliyeti üretim maliyetinin üzerine kolaylıkla geçebilir. Bu nedenle agregatör pazarı yerel olmaya eğilimlidir. Ticari olarak agregatör kaynaklarına sahip olmayan bölgelere malzemeler, kamyon, demiryolu, mavnalı veya gemi ile taşınır. Zorlu hava koşullarından kaynaklanan önemli gecikmeler veya nakliyeyi etkileyen artan maliyetler operasyonları somut olarak etkileyebilir.
10. Ülkemizde gelecekte agregatörler ile ilgili talep ve arz ihtiyaçlarını değerlendirmek için tutarlı ve stratejik bir yaklaşımın eksikliği söz konusudur. Ulusal, bölgesel veya yerel ölçekte, sürdürülebilir agregatör tedarikinde önemli bir husus olan kaynak planlamasını yapmak için kaynak planlama politikaları geliştirilmelidir. Hükümetin ve yerel yönetimlerin konut ve altyapı politikalarını gerçekleştirmek için, önemli tonajlarda agregatöre ihtiyaç duyacakları konusunda bir anlayışları olmalıdır. Agregatör sektöründe benimsenen politikalara destek vermek amacıyla politik, ekonomik, teknik ve diğer tüm güçlerin bir arada kullanılması gereklidir.
11. Mevcut rezervlerimizin çevreye duyarlı ve en az kayıpla üretilmesi gerekmektedir. Bugünün agregatör endüstrisinde rekabetçi kalmak, bilimsel yaklaşımlar, doğru bilgiler, inovasyon ve AR-GE çalışmalarından elde edilen verilere dayalı ekonomik üretimle mümkün olabilir. İyi tasarlanmış planlı bir açık ocak işletmeciliği yapılarak üretilebilir rezervin çok önemli miktarda artırılabilmesi, patlatma dizaynının optimize edilerek kırma eleme tesislerinin veriminin artırılabilmesi ve çevresel etkilerin sınır değerlerin altına indirilebilmesi, primer kırmanın ocaklarda gerçekleştirilerek bant konveyörle taşınmak suretiyle nakliye giderlerinin azaltılabilmesi, kireçtaşı ve kumtaşı için ayrı ayrı dizayn edilecek kırma tesisleri kullanarak yüksek kapasite kullanım oranına erişilebileceği öngörülmektedir. Agregatör sektöründe verimli olabilmek için; Üniversite-Sanayi İşbirliği dikkate alınmalıdır.

12. Mevcut Maden Kanunu'na göre, IIA Grubu ruhsatlara ara dönemi verilmemektedir. Arama döneminde, sahada agrega kaynak çalışması yapılmalıdır. Bu araştırmalar ocaklardaki kayaç kalitesinin belirlenmesi ve kalite sürekliliğinin sağlanması açısından önemlidir.
13. Geri dönüşüm agregalarının (yıkıntı malzemeleri, taze beton, doğal taş, sanayi atıkları vb.) ayrıştırılarak kullanımları sağlanmalıdır. Geri dönüşüm agregalarının kullanılabilirliği, yıkım faaliyetinin potansiyeli tarafından belirlenir. Bu faaliyet, inşaat, yıkım ve kazı atıklarının (İYA) mümkün olduğunca inşaat için agregalar olarak tekrar işlenmesine ve/veya kullanılmasına olanak tanır. Ülkemizde İYA atıklarının kullanım oranı mevzuat yetersizliği nedeniyle gelişmiş ülkelere kıyasla oldukça düşüktür. Gelişmiş ülkelerde bu atıkların büyük çoğunluğu “faydalılık zinciri”nde bir kaynağa dönüştürülmektedir. Yeraltı kazıları ve derin kazılardan çıkan malzemeler de mümkün olduğunca kullanılmalıdır. Ancak haksız rekabeti önlemek için kaçak üretim ve sevkiyatın önüne geçilmelidir.
14. Günümüzde ülkemizdeki döngüsel ekonominin bir parçası olarak iyileştirilmiş kaynak verimliliğine ve daha etkili ve teknik olarak gelişmiş geri dönüşüm uygulamalarına odaklanan politikalar ile geri dönüşüm potansiyelimiz gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde uçucu kül vb. ikincil malzeme kaynakları kullanılmaktadır. Ancak bunlar genellikle pazarlardan ve talep merkezlerinden uzakta bulunmaktadır. Ulaştırma altyapısının iyileştirilmesi veya inşaat malzemesi talebinin coğrafi dağılımındaki değişiklikler sonucunda bunların kullanımının, agregalar tedarikğine katkısı artabilir. Ancak gelecekte kömür enerji santrallerinin azaltılması/kapatılması durumunda uçucu külün kullanımı azalabilir. Son yıllarda ülkemizde geliştirilmiş kil agregası vs. gibi yapay agregaların üretilmesi konusunda yapılan Ar-Ge çalışmalarından da önemli sonuçlar elde edilmiştir. Tedarik tarafına geçildiğinde, geri dönüştürülmüş ve ikincil agregaların değerli bir kaynak sağlayabileceği ancak genel talebi karşılamak için daha fazla birincil çıkarma tonajının gerekeceği açıktır.
15. Agregasahaları ‘doğal koruma alanları olup, bu alanlar yalnızca restore edilirken değil, agregaların çıkarılması sırasında da biyoçeşitliliğe katkıda bulunur. Özellikle yoğun nüfusun olduğu İstanbul’da agregasahalarının bu özellikleri çok önem arz etmektedir. Ne yazık ki bu durum, ülkemiz dahil birçok ülkede halk tarafından bilinmemektedir.
16. Küresel standartlar değiştikçe, agrega üreten şirketler, diğer maden şirketleri gibi, projelerinden değer elde etmek için giderek daha yenilikçi olmak zorunda kalmaktadırlar. Dijital çağ ve bununla ilgili dönüşüm süreci, küresel iklim değişikliği, artan doğal afetler, salgınlar hastalıklar, şirketleri değişime hızlandırmaya zorlamıştır.
17. Agregaların CO₂ ayak izi çok düşük olmasının yanı sıra, agrega üretim sahaları iklim değişikliğine adaptasyon için elzemdir. Çünkü;
- Avrupa yeşil mütabakatı, iklim değişikliği adaptasyon stratejisi, yapıların buna uygun inşası ve yenilenme dalgası çok fazla miktarda agrega kullanımını gerektirmektedir.
 - Mümkün olduğunca yerel kaynaklardan üretilmesi gereken agregalar iklim değişikliği etkilerine uyum sağlama arayışında esastır.

- Barajlar, kıyı yapıları, temiz ve atık su hatları, yenilenebilir enerji üretimi, tesisler ve dağıtım ağları, binaların yenilenmesi, enerji verimliliği, sürdürülebilir ulaşım veya yeni altyapıların inşası için büyük miktarlarda agregaya ihtiyaç vardır.
- Türkiye'nin 2053 yılına kadar hedeflediği iklim nötrlüğüne daha fazla katkıda bulunabilmek için, yapıların yenilenmesinde modern dizayn ve sürdürülebilir malzeme kullanımı ön plana çıkacaktır. Agregalar, sürdürülebilir ve yeşil ulaşım alt yapısı ve yüksek enerji verimli binalar için yeni yapıların inşası veya mevcut yapıların yenilenmesi için anahtar rolündedir.
- Agregat Üreticileri, gelir elde etmeye odaklanmanın dışında, iş sağlığı ve güvenliği, nakliye, geri dönüşüm, çevre yönetiminde mükemmellik ve biyoçeşitlilik konularına özellikle odaklanmaları gerekir.

18. Sektörün tüm sorunlarının üstesinden gelmesi ve yenisünya düzenine uyum sağlayabilmesi farklı meslek disiplinlerinden profesyonellerin; agrega konusunda uzman jeoloji, hidrojeoloji, harita, maden, çevre, orman, inşaat ve endüstri mühendisleri, peyzaj mimarları, biyologlar, ekonomistlerin ve diğer ilgili meslek dallarından profesyonellerin birlikte çalışmaları ve AR-GE, inovasyon, teknoloji temelli çözümleri ile mümkün olabilir.
19. Sektör temsilcileri, politikacılar, bürokratlar, kurumlar, şirketler, üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları ile diğer paydaşların Sektörü geliştirmek, sürdürülebilir kılmak için birlikte mevcut sorunlar ve yeni gerçekler üzerinde çalışmaları gerekmektedir.

Özetle; gelecekteki agrega ihtiyaçlarını değerlendirirken aşağıdaki kaçınılmaz gerçekleri vurgulayan senaryoları dikkate almak gerekmektedir.

- Gelecekteki arz varsayılmaz; planlanmalı, izlenmeli ve yönetilmelidir.
- Sürekli ve yeterli bir arz sağlanabilmesi için ulusal, bölgesel veya yerel düzeyde daha stratejik bir yaklaşım gereklidir.
- Birincil agregalar en azından toplam talebin üçte ikisini karşılamaya devam edecektir.
- Talebin karşılanabilmesi için öncelikle şehir içinde veya yakınında maden bölgelerinin oluşturulması ile mevcut agrega sahalarında kaynak geliştirmeye ve/veya yeni agrega kaynaklarına ihtiyaç vardır. Geri dönüştürülmüş ve yapay agregalar bu boşluğu dolduramaz. Öte yandan, şehir dışındaki agrega kaynaklarına ulaşım problemleri çözümlenmelidir. Çünkü mevcut durumda dökme yüke uygun liman, stok sahası, demiryolu yetersizliği söz konusudur.
- Gelecekte uzun vadeli yeni agrega sahalarının devreye girmesinin, günümüzde mevcut sahaların yüzde 100'nü karşılayamayacağı göz önüne alındığında, gelecekte uzun vadeli tedarik baskıları oluşacaktır. Bu durum özellikle toplam agrega arzına katkısı gün geçtikçe azalan doğal kum-çakıl tedarikinde de geçerlidir; bunun yerine deniz kumu ve kırma kum ve çakıl geçecektir. Bu düşüşün yavaşlaması için de acilen önlem alınmalıdır.
- Ayrıca büyük deprem riski altında olan İstanbul'daki riskli binaların yenilenmesi ile ulusal öneme sahip altyapı projeleri ve diğer büyük mühendislik projeleri için gerekli agregaların nereden ne miktarda ve ne kadar süreyle tedarik edileceği ile ilgili görünürlük sağlanmalıdır. Bu yaklaşım, agrega endüstrisinin ürettiği malzemelerin doğru yerde ve doğru zamanda mevcut olmasını ve talebe yanıt

vermesini sağlayacaktır. Bu, büyük projelerin rekabet eden taleplerinin daha bütünsel bir şekilde yönetilmesine olanak tanıyacaktır.

- Bu raporda ortaya konulan talep projeksiyonları, uzun vadeli olarak yeterli ve artan üretim kapasitesine sahip agrega kaynaklarının düzenli bir şekilde sağlanmasının önemini vurgulamaktadır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

ACIR, Ö., AND KILIÇ, R., 2012, “Determining abrasion rate of armourstones using physical modeling techniques” Coastal Engineering Journal, Vol. 54 Issue 4, P-1. 15p.

AKBULUT, H., ÇETİN, S., GÜRER, C., VE YILDIZ, A., 2009, Afyonkarahisar Bölgesi andezitlerinin agrega olarak kullanılabilirliğinin araştırılması, MERSEM Türkiye IV. Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 167-173, İzmir.

AKILLI, A. 2012, Bazalt Agregasının Mekanik Özelliklerinin Yol Üstyapısında Kullanımı Açısından İncelenmesi. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

AKPOKODJE, E.G., HUDEC, P.P., 1994, The influence of petrology and fabric on the engineering properties of concretionary laterite gravel aggregates, Quarterly Journal of Engineering Geology, 27, 39-50.

ALATAŞ, T., AHMEDZADE, P., DOĞAN, Y., 2006, Bitümlü sıcak karışımlarda kullanılan agrega cinsinin kaplamanın fiziksel özelliklerine etkisi, Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilgileri Dergisi 18, 81-89.

ALEXANDER, M.G. AND MINDESS, S., 2008. Aggregates in Concrete (Modern Concrete Technology), London: Taylor & Francis.

AL-JASSAR, S., HAWKINS, A.B., 1991, The Carboniferous limestone of the Bristol area: a review of the influence of the lithology and chemistry on its use as a geomaterial, Quarterly Journal of Engineering Geology, 24, pp. 143-158.

ALP, K., TORÖZ, İ., AVŞAR, E., ERDOĞAN, EZGİ, ÖZLEM, B., AKMİRZA, İ., 2014, Effects of quarry operation processes to air quality in Istanbul Cebeci zone according to PM10 emissions. Environmental Science and Technology Vol 1. 346-352.

AMARAL, P.M., GUERRA ROSA, L., CRUZ FERNANDES, J., 1999, Determination os Schmidt hammer rebound hardness consistency in granite, Int. Jou.Rock Mech.Mining Scie 36, 833-837.

ANDIÇ, Ö., 2002, Alkali-Silika Reaksiyonunun Mineral ve Kimyasal Katkıları Yardımıyla Kontrol Altına Alınması. (Y. Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği ABD, 121 s., İzmir.

APAYDIN, Ö.F., YILMAZ, M., 2019, “Correlation of petrographic and chemical characteristics with strength and durability of basalts as railway aggregate determined by ballast fouling” Bulletin of Engineering Geology and the Environment: The official journal of the IAEG. :1-9’

ARIOĞLU, E., KÖYLÜOĞLU, Ö.S. VE ARIÖĞLU, N., 1996. “Dünyadaki Geri kazanılmış agrega üretim ve politikalarının gözden geçirilmesi ve ülkemiz açısından irdelenmesi”, 1. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, İstanbul, s.33-52.

ARIOĞLU, E., ARIOĞLU, N., YILMAZ, A.O., 1999. Beton Agregaları, Çözümlü Problemler, Bilgi Föyleri, Evrim Yayınevi, s.287.

AYDIN, D., ÇOĞALAN, M., 2015, Agrega üretiminde kullanılan kırıcı tipinin beton basınç dayanımına etkisi, /. Ulusak Kırmataş sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 271-275.

BARADAN, B., 1998.Yapı Malzemesi II. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No: 207, 5. Baskı, İzmir.

BERWAL, P., 2019, Utilization of Recycled Aggregate: Characteristic of Recycled Aggregate as Compared with Fresh Aggregate: LAP LAMBERT Academic Publishing.

BESHR, H., ALMUSALLAM, A. A., MASLEHUDDİN, M., 2003, Effect of coarse aggregate quality on the mechanical properties of high strength concrete, Construction and Building Materials, 17, 97-103.

BİLGİN, Ö. ve DİLMAÇ, M.K., 2011, Kırma Taş Sektöründe Kullanılan Kırıcılar ve Teknik Özellikleri, 6. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 61-71

BİNGÜL, Z., 2020, Taş ocağı kaynaklı hava kirliliği ve emisyon konulu çevre izin süreci. Iğdır Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Dergisi. 10 (1): 84-90.

BRANCO, F.C., QUINTA-FERREIRA, M., FERNANDES, I., 2019, “Characteristics of aggregates used in road construction in Portugal, complying with the requirements of European Conformity (CE marking)” Bulletin of Engineering Geology and the Environment: The official journal of the IAEG. 78(2):803-815.

BRITO, J., POON, C., AND ZHAN, B., 2019, New Trends in Recycled Aggregate Concrete, Switzerland: MDPI.

BULDUM, M., 2006, İstanbul Ömerli Bölgesindeki kumtaşlarının betonda ince agrega olarak kullanılabilirliği, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 86syf.

CHANDRA, S. AND BERNTSSON, L., 2002, Lightweight Aggregate Concrete, Noyes Publications, New York, U.S.A.

CHANG, T. P., SU, N. K., 1996, Estimation of coarse aggregate strength in high strength concrete. Materials Journal, V.93, No.1, pp 3-9.

CİLASON., N., 1992., Beton. STFA Yayınları, No: 21, 256 s., İstanbul.

CHANDRA, S., 2004, Implications of using recycled construction and demolition waste as aggregate in concrete”, International Conference on Sustainable Waste Management and Recycling, Kingston University, 105-114, London.

CHALKİOPOULOU, F. AND HATZİLazarıDOU, K. (ed.) 2011, How to Achieve Aggregates Resource Efficiency in Local Communities, The reports prepared within Work Package 3 of the SARMa Project “Sustainable Aggregates Resource Management” (SEE/A/151/2.4/X).

COŞKUN, S., 2016, Taş ocağı toz ölçümlerinde alan çalışması ve toz model karşılaştırması-İncesu örneği. Yüksek Lisans tezi. Niğde Üniversitesi FBE Çevre Mühendisliği ABD.

CURTIS, C.W., 2002, Investigation of asphalt aggregate interactions in asphalt pavements, Chemical Engineering Department, Auburn University.

ÇAĞLAYAN, M., HABERVEREN, S., İPEKOĞLU, B., & KURŞUN, İ. 1999, Beton Yapımında Kullanılan Agregaların Özellikleri ve Örnek Bir Kuruluş “İSTON”, 2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, İstanbul, 69-79.

ÇALIŞKAN, S., 2003, Agrega Cinsi ve Tane Boyunun Arayüzey Aderans Dayanamına Etkisi, Çimento ve Beton Dünyası, sayı: 41, 65-66, Ankara.

ÇOBAN BEŞİR, A., 2015, Yerüstü Madencilğinde Kullanılan Partikül Madde Emisyon Faktörlerinin Türkiye ve Uluslararası Uygulamalarla Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, FBE.

DEMİR, B.G., ÖZDOĞAN, A.K., AKBULUT, A., 2021, Maden İşletme Ruhsatı ve Üretim Miktarı Açısından Kalsit Madenciligi, 9. Uluslararası Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 25-26 Kasım 2021, Antalya, s. 131-134.

DENİZ, V., 2009, Taş Ocaklarında Uygulanan Eski Yanlış Alışkanlıklara Yeni Bakışlar, 5. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 329-349.

DOĞAN, T., KARADOĞAN, A., KAHRİMAN, A., DURDU, İ., 2003, İstanbul ili ve çevresinde bulunan kırmataş ocaklarına genel bir bakış, III. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp.166-178, İstanbul.

DONZA, H., CABRERA, O., IRASSAR, E.F., 2002, High-strength concrete with different fine aggregate, Cement and Concrete Research, 32, 1755-1761.

DURSUN, G. 2004, İstanbul Anadolu Yakasındaki Kireçtaşlarının Agrega Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, syf. 105.

DAWEI W., PENGFEI L., MARKUS, O., HELGE S., AND JONAS, K., 2019 “Multi-scale study of the polishing behaviour of quartz and feldspar on road surfacing aggregate” INTERNATIONAL JOURNAL OF PAVEMENT ENGINEERING VOL. 20, NO. 1, 79–88.

EDET, A., 1992, Physical properties and indirect estimation of microfractures using Nigerian carbonate rocks as examples, Engineering Geology, 33, 71-80.

EDİDİ, A.B., AND ADEBAKİN, I.H., 2020, Effect of Recycled Aggregate on Concrete Strength, LAP LAMBERT Academic Publishing.

ERDOĞAN, M., 1992, Alkali karbonat reaksiyonunun gelişim mekanizması ve nedenleri, Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni, 41-47.

ERDOĞAN, M., 1993, İstanbul ve Dolayının Yapay Agrega Potansiyeli, Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni, s. 14, 29-41.

ERDOĞAN, T.Y., 1995, Betonu oluşturan malzemeler Agregalar, Türkiye hazır beton birliği yayını, s.162, İstanbul.

EREN. R. H., NASUF, E., ÖKTEN, G., ve EVERGEN, T., 1996, Kocaeli- Gebze İlçesi Tavşanlı Köyü civarındaki kireçtaşı sahalarının jeolojisi, rezerv analizi ve İstanbul Metropolü yönünden önemi, 1. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, pp.53-67.

ERGÜN, M., SÜTAŞ, İ. VE ÖZTAŞ, G., 1996, Asfalt kaplama bileşenlerinin yol yüzey özelliklerine etkileri, 1. Ulusal Asfalt Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp.105-109, İstanbul

FERNANDEZ-JİMENEZ, A., PUERTAS, F., 2002, The alkali-silica reaction in alkali-activated slag mortars with reactive aggregate; Cement and Concrete Research 32, 1019-1024.

FLADVAD, M., ULVİK, A., 2019, “Large-size aggregates for road construction—a review of standard specifications and test methods” Bulletin of Engineering Geology and the Environment: The official journal of the IAEG. :1-13

FOOKES, P.G., 1980, An Introduction to the Influence of Natural Aggregates on the Performance and Durability of Concrete, Quarterly Journal of Engineering Geology, 123, 207-229.

FOOKES, P.G., 1991, Geomaterials, Quarterly Journal of Engineering Geology, 24, 3-15.

GENÇ, M., 2010, Agregat Tesisinde İş Güvenliği risk Analizi Uygulaması, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, FBE Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. 130s.

GONÇALVES, P. VE BRITO, J., 2010. “Recycled aggregate concrete (RAC) – comparative analysis of existing specifications”, Magazine of Concrete Research, 62:339-346.

GREEN, P.P., 2007, “Durability testing of basic crystalline rocks and specification for use as road base aggregate” Bulletin Engineering Geology Environment, 66, 431–440.

GUILBERT, J.M. AND PARK, C.F., 2007, The Geology of Ore Deposits. Long Grove, IL: Waveland.

GUTIERREZ, P.A., CANOVAS, M.F.; 1996, High performance concrete requirements for constituent materials and mix proportioning, ACI Materials Journal, 93, No.3, 233-241.

GÜLER, B., 2006, İstanbul Ayazağa-Cebeci-Çatalca bölgelerindeki agrega kaynaklarının yüksek dayanımlı betonda kullanılabilirliği, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 102syf.

GÜLER, B., TUĞRUL, A., HASDEMİR, S., YILMAZ ŞAHİN, S., 2010, İstanbul’da üretilen farklı kökenli agregaların beton özelliklerine etkileri, Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni, Fikret Tarhan Özel Sayısı, 30, s 53-72.

GÜLTEKİN, A. H., AKKAYA, Y., KESKİN, G., 2011, Beton üretiminde kullanılan kumtaşı agregasının durabilite açısından incelenmesi, Hazır Beton Kongresi Bildirileri, s 227-240.

HALİLİ, A., GÖZÜBOL, A.M., 1999, Hereke Formasyonunun (Gebze Kireçtaşı) kırmataş özelliği ve kırma-eleme tesislerindeki davranışı, 2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp.89-97.

HALİLİ, A., 2003, Agregada üretiminde kırma-eleme ve taşın fiziko-mekanik özelliklerinin önemi, III.Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 185-189, İstanbul.

HARTLEY, A., 1974, “A review of the geological factors influencing the mechanical properties of road surface aggregates” Quaterly Journal of Engineering Geology, 7, 69-100.

HASDEMİR, S., 2007, Marmara Bölgesindeki farklı kökenli doğal kumların beton özelliklerine etkisi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktor Tezi, 169syf.

HASDEMİR, S., TUĞRUL, A., YILMAZ, M., 2012, Evaluation of Alkali Reactivity of Natural Sands, Construction and Building Materials, 29, 378-385

HASDEMİR, S., TUĞRUL, A., YILMAZ, M., 2016, The effect of natural sand composition on concrete strength, Construction and Building Materials, 112, 940-948.

HORST G. B., CHET E.R., 2006, “Correlation of Aggregate Test Parameters to Hot Mix Asphalt Pavement Performance in Hawaii” Journal of Transportation Engineering.86-95.

ICAR, 2002, Characterizing surface properties of aggregates used in hot mix asphalt, aggregates.

IRFAN, T.Y., 1994, Aggregate properties and resources of granitic rocks for use in concrete in Hong Kong, Quarterly Journal of Engineering Geology, 27, 25-38.

IBRAHİM, A., FAİSAL, S. VE JAMIL, N., 2007, Use of basalt in asphalt concrete mixes, Construction and Building Materials, pp. 1-9.

JIAOLONG, R., CHAO, Y., 2020, “Investigating mechanical characteristics of aggregate structure for road materials” International Journal of Pavement Engineering; 15p.

KANDHAL, P. AND KHATRI, M., 1992, “Relating asphalt absorption to properties of asphalt cement and aggregates” NCAT Report, pp. 92.

KANDHAL, P., PARKER, F. AND MALLICK, R.B., 1997, Aggregate tests for hot mix asphalt, state of the practise, NCAT, Report, pp. 97.

KANDHAL, S.P. AND FRAIZER, P., 1998, Aggregate tests related to asphalt concrete performance in pavements, National Cooperative Highway Research Program, Washington.

KARA G., TUĞRUL A., YILMAZ M., VE BULDUM M., 2009, Taş Ocaklarındaki Kayaç Değişimlerinin Agregada ve Beton Özelliklerine Etkisi. 5. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, İstanbul.

KARACA, S., CANIEREN, Ö., DEMİR, U., ŞAHBAZ, O., KARAGÜZEL, C., 2016, Agregada Üretiminde Kullanılan Endüstriyel Kırıcılar, 8.Uluslararası Kırmataş Sempozyumu Bildiriler kitabı, pp. 224-234.

KAYNARKAN, S., UZ, B., DURAL, C., 1999, Cendere (Kemerburgaz-Ayazağa-İstanbul) Kırmataş-beton ve asfalt üretim havzasında etüd ve değeriendirilmesi, 2.Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp.55-68.

KHALAF, F.M. VE DEVENNY, A.S., 2004, “Recycling of demolished masonry rubble as course aggregate in concrete: review”, ASCE Journal of Material In Civil Engineering, 16:331-340.

KOCA, M.Y., KINCAL, C., 2004, Abandoned stone quarries in and around the Izmir city centre and their geo-environmental impacts—Turkey. Engineering Jeology (75), 49-67.

KOOHMİSHİ, M., 2019, ‘Evaluation of the effect of water saturation on the strength of individual railway ballast aggregate’’,Transportation Geotechnics, 18:163-172.

KOOHMİSHİ, M., PALASSİ, M., 2020, Degradation of railway ballast under impact loading considering the morphological properties of aggregate, Transportation Geotechnics,25.

KORKANÇ, M., TUĞRUL, A., 2003, Suitability of Quaternary basalts for concrete aggregates. Proceedings of International Symposium on Industrial Minerals and Building Stones, İstanbul, Turkey, 667-673.

KORUÇ, Ş., 2006, İstanbul ve civarındaki agrega üretimi ile arz talep ilişkisi, IV. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiler Kitabı, pp.229-240, İstanbul.

KÜLEKÇİ, G., YILMAZ, A.O., 2018, Taş ocağı işletmelerinin çevre ve tarım arazilerine etkileri üzerine örnek bir çalışma. Uluslararası Tarım Kongresi, UTAK, Bahçe 47, Özel sayı 2, 230-237, ISSN 1300-8943.

KUZU, E., ERGİN, H., 2005, An assessment of environmental impacts of quarry-blasting operation: a case study in Istanbul, Turkey. Environ. Geol. 48, 211–217.

LATHAM, J.P., 1998, Advances in Aggregates and Armourstone Evaluation, Geological Society Engineering Geology Special Publication No: 13.

LANGER, W.H., 2002, “A General Overview of the Technology of In-Stream Mining of Sand and Gravel Resources, Associated Potential Environmental Impacts, and Methods to Control Potential Impacts” Rep. no. OF-02-153, USGS.

LANGER, W.H., 2002, Managing and Protecting Aggregate Resources, Open File Report 02-415, U.S. Geological Survey.

LATHAM, J.P., POOLE, A.B., 1987, “Pilot study of an aggregate abrasion test for breakwater armourstone” Quarterly Journal of Engineering Geology & Hydrogeology, 20, 311-316.

LEE, S., JANG, S.Y., KİM, C. Y., AHN, E. J., KİM, S. P., GWON, S., SHİN, M., 2018, ‘Effects of Redispersible Polymer Powder on Mechanical and Durability Properties of Preplaced Aggregate Concrete with Recycled Railway Ballast’’, International Journal of Concrete Structures and Materials. 12(1).

LEE, L., AND ESTRADA, H. 2020, Materials for Civil Engineering: Properties and Applications in Infrastructure, McGraw-Hill Education.

LU, D., ZHOU, X., XU, Z., LAN, X., TANG, M., FOURNIER, B., 2006, Evaluation of laboratory test method for determining the potential alkali contribution from aggregate and the ASR safety of the Three-Gorges dam concrete; Cement and Concrete Research, 36, 1157-1165

MACLEAN, D.J., 1968, "A study of the mechanism governing the polishing of stone in road surfaces" Quaterly Journal of Engineering Geology, 1, 135-141.

MAGNİ, E.R, ROGERS, C.A., and GRATTAN-BELLEW, P.E., 1987, The İnfluence of Alkali-Silicate Reaction On Structures in the Vicinity of Sudbury, Ontario. Proceeding of the 7th International Conference on Alkali-Aggregate Reactivity, Ottawa, 1986, and MTO Report EM-81. Noyes Publications, Park Ridge, N.J.

MARKER, B.R., PETTERSON, M.G., MCEVOY, F. AND STEPHENSON, M.H., 2005, Sustainable Minerals Operations in the Developing World. London: Geological Society.

MARZOUK, H., LANGDON, S., 2003, The effect of alkali aggregate reactivity on the mechanical properties of high and normal strength concrete, Cement and Concrete Composites, 25, 549-556.

MCNALLY, G.H., 1998. Soil and Rock Construction Materials, E and FN Spon, Firtspublished, s. 403, Londonand New York.

MURDOCK, L.J., 1991, Concrete Materials and Practice, London.

NEVILLE, A.M., 1996. Properties of Concrete, Forth and Final Edit., John Wiley, G. Sons, 56-80.

PRIMEL, L. AND TOURENQ, C., 2000, Aggregates: Geology, Prospection, Environment, Testing, Specifications, Extraction, Processing Plants, Equipments, Quality Control. Rotterdam, Netherlands: A.A. Balkema.

QUADIS, A.S. AND SHWEİLY, H.A., 2007, Effect of aggregate properties on asphalt mixtures stripping and creep behavior, Construction and Building Materials, 21, 1886-1898.

OKONTA, F.N. MAGAGULA, S.G., 2008. Railway Foundation Properties of Some South African Quarry Stones, EJGE, s.179-197.

ORHAN, F. VE YALÇIN, G., 2004, Agrega ve bitüm cinsi değişiminin bitümlü sıcak karışımların performansına etkisi, 4. Ulusal Asfalt Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp.167-180, Ankara.

ÖNCEL, M.S. VE EREN, B.K., 1996, İstanbul çevresindeki taş ocaklarının sınıflaması ve asfalt betonu agregası olarak kullanımı, 1. Ulusal Asfalt Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 181-187, İstanbul.

ÖRGÜN, Y., YALÇIN, T., BOZKURTOĞLU, E., DUMAN, H., YİĞİTBAŞ, E., KUZU, C., NASUF, E., ÖZTÜRK, A., 2003, İstanbul- Çatalca- Muratbey civarında yapılan madencilik

faaliyetlerinin Büyükçekmece gölü havzasında yeralan yeraltı yüzey sularında ve çevreye olan etkisi. İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Kuvaterner Çalışmayı IV.

ÖZEN, H., BİRLİKER, Y., TAYFUR, S. VE SÖNMEZ, İ., 2004, Kırmataş içerisindeki yabancı maddelerin (kil toprakları) bitümlü sıcak karışımların performansına etkisi, 4. Ulusal Asfalt Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 196-201, Ankara.

ÖZEN, H., TAYFUR, S., AKSOY, A. ve EREN, B.K., 2004, Yassı tanelerin bitümlü sıcak karışımların performansına etkisi, 4. Ulusal Asfalt Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 398-404, Ankara.

ÖZGÜL, N., ÖZCAN, İ., AKMEŞE, İ., ÜNER, K., BİLGİN, İ., KORKMAZ, R., YILDIRIM, Ü., YILDIZ, Z., AKDAĞ, Ö., TEKİN, M., 2011, İstanbul İl Alanının Jeolojisi, İBB.

ÖZTURAN, T., ÇEÇEN, C., 1997, Effect of aggregate type on the mechanical properties of concretes with different strenghts, Cement and Concrete Research, 27, No.2,165-170.

ÖZTÜRK, M., 2009, İnşaat/Yıkıntı Atıkları, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

POITEVIN, P.,1999, Limestone aggregate concrete, usefulness and durability, Cement and Concrete Composites, 21, 89-97.

POSTACIOĞLU, B., 1987, Beton, Bağlayıcı Maddeler, Agregalar, Beton, Cilt 2, Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul, 404 s.

RAMSAY, D. M., DHIR, R. K., SPENCE, I. M., 1974, The role of rock and clast fabric in the physical performance of crushed-rock aggregate, Engineering Geology, 8, 267-285.

RAISANEN, M., 2005, Quality assessment of a geologically heterogeneous rock quarry in Pirkanmaa county, southern Finland, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 64, 409-418.

ROGERS, C., GRATTAN-BELLEW, P.E., DOUG HOOTON, R., RYELL, J., THOMAS, M.D.A., 2000, Alkali-Aggregate Reactions in Ontario, Can. J. Civ. Eng., Vol 27, 246-260.

SIMS, I., AND POOLE, A., 2020, Alkali-Aggregate Reaction in Concrete: A World Review, CRC Press.

SMITH, M.R., 1999, Stone: Building Stone, Rock Fill and Armourstone in Construction, Geological Society Engineering Geology Special Publication, No: 16.

SMITH, M. R., COLLIS, L., (eds.) 2001, Agregates: Sand, Gravel and Crushed Rock Aggregates for Construction purposes, Geological Society, Engineering Geology Special Publication 17, London.

SONMEZ, İ., 2010, Farklı kayaçlardan üretilen agregaların sıcak asfalt karışımlarında birlikte kullanılabilirliği, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 171syf.

SÖNMEZ, İ., TUĞRUL, A., YILMAZ, M., YILDIRIM, S.A., EREN, K., 2010, İstanbul'daki Anadoluray Kazılarında Çıkan Atıkların Asfalt Agregası Olarak Kullanılabilirliği, II.

Uluslararası Mermer ve Doğal Taşlar Kongresi Bildiriler Kitabı, s. 313-325, 2-4 Şubat 2010 / İzmir.

ŞENGÜL, Ö., TAŞDEMİR, C., TAŞDEMİR M. A., 2002, Influence of a aggregate type on the mechanical behaviour of normal and high strength concretes, ACI Materials Journal, 99, 6, pp 528-533.

ŞENGÜL, Ö., ŞENGÜL C., TAŞDEMİR C., GÖKALP, İ., DERİN, E., 2013, Farklı mineralojik kökene sahip agrega içeren betonların mekanik özellikleri, Hazır Beton Kongresi Bildirileri, s 281-292.

TASONG, W. A., LYNSDALE, C. J., CRIPPS, J. C., 1999, Aggregate-cement paste interface I: Influence of aggregate geochemistry, Cement and Concrete Research, Vol. 29, No. 7, pp 1019-1025

TASONG, WA., CRIPPS, J.C., LYNSDALE, C.J., 1998, Aggregate-Cement Chemical Interactions, Cement and Concrete Research, 28, 7, pp. 1037-1048

TAŞDEMİR, C., 1998, The influence of aggregate type on the mechanical properties of concrete, Proceedings Of The 12th European Ready Mixed Concrete Congress, Lisbon, 633-640.

TAYFUR, S., EREN, K., ÖZEN, H. VE YILDIRIM, S.A., 2003, Sıcak asfalt karışımı üretimi açısından istanbul taşocaklarının genel değerlendirilmesi, karşılaşılan problemler ve çözüm önerileri, III Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 199-204, İstanbul.

TOKYAY M., 1998, Agrega tipinin yüksek dayanımlı betonların mekanik özelliklerine etkisi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi, Cilt 9, Sayı 2, 1627-1638

Tolunay, D., 2020, Trakya'da bazı projelerin Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) raporlarının değerlendirilmesi. Journal of Environmental and Natural Studies, Volume 2, Issue 1, Pages 46-62.

TUĞRUL, A., 1995, Niksar yöresi bazaltlarının mühendislik özelliklerine ayrışmanın etkileri, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 168 sayfa (yayınlanmamış).

TUĞRUL, A., ZARİF, İ.H., 1999, Correlation of mineralogical and textural characteristics with engineering properties of selected granitic rocks from Turkey, Engineering geology 51 (4), 303-317.

TUĞRUL, A., KARA, G., ÜNDÜL, Ö., ERTUĞRUL, C., 2007, İstanbul Çatalca Bölgesindeki Kuvarsitlerin Alternatif Beton Agregası Olarak Değerlendirilmesi, 4.Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 70-85.

TUĞRUL, A. ve YILMAZ M., 2007,. Taş Ocaklarında Kayaç Kalitesinin Değişimi ve Ocak Yerlerinde Mühendislik Jeolojisi Araştırmalarının Önemi. 4. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 63-72.

TUĞRUL, A., ZARİF, İ.H., ÜNDÜL, Ö., YILMAZ, M., KORKANÇ, M., 2007, İstanbul Metropolitan Alanında Üretilen Agregalar ve Özellikleri, İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu III Bildiriler Kitabı, 243-253, 7-9 Aralık 2007 / İstanbul.

TUĞRUL, A., YILMAZ, M., 2008, Kayaçların Agregada Olarak Kullanılabilirliğini Etkileyen Jeolojik Parametreler, I.Ulusal Mermer ve Doğal Taşlar Kongresi Bildiriler Kitabı, s. 219-231, 1-2 Şubat 2008 / İzmir.

TUĞRUL, A., 2009, Agregalarda CE İşaretleme Kapsamındaki Hammadde Araştırmaları ve Önemi, V. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 1-2 Aralık 2009, İstanbul, syf. 37-46.

TUĞRUL, A., 2011, Aggregate Production in İstanbul, Sustainable Aggregates Resource Management International Conference, pp. 123-129, 20-22 September 2011, Ljubljana, Slovenia.

TUĞRUL, A., TOKGÖZ, N., AYSAL, N., YILMAZ, M., ÇELİKKOL, M., TUKTA, G., ERTİN, A., 2012, İstanbul Bölgesi Cebeci Taş Ocaklarının Yedilen Yapılandırma Projesi, İstanbul üniversitesi, Döner Sermaye Projesi.

TUĞRUL, A., SÖNMEZ, İ., HASDEMİR, S., YILMAZ, M., 2012, İstanbul'un Büyük Mühendislik Yapılarındaki Agregada İhtiyaçları, Mevcut Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Jeolojik Ortam ve Çevresel Etkileri Açısından İstanbul'un Büyük Mühendislik Yapıları Sempozyumu Özet Kitabı, 25, 18-19 Ocak 2012 / İstanbul.

TUĞRUL, A., YILMAZ, M., 2012, Assessing the Quality of Sandstones for Use As Aggregate in Concrete, Magazine of Concrete Research, 64, 1067-1078.

TUĞRUL, A., YILMAZ, M., 2013, Agregada Kaynaklarının Sürdürülebilir Kullanımı: İstanbul Örneği, 8. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi Bildiriler Kitabı, 13-15 Aralık 2015, Afyon, Türkiye, syf. 13-22.

TUĞRUL, A., YILMAZ, M., 2014, İstanbul için Agregada Kaynak Planlaması ve Sürdürülebilirliği, İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu 4 Genişletilmiş Bildiri Özetleri Kitabı, 15-19, 26-28 Aralık 2014 / İstanbul.

TUĞRUL, A., YILMAZ, M., 2015, Agregada Kaynaklarının Sürdürülebilir Kullanımında Planlamanın Önemi, 7. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 11-22, 5-6 Mart 2015 / İstanbul.

TUĞRUL, A., YILMAZ, M., HASDEMİR, S., SÖNMEZ, İ., 2016, Sustainable management of aggregate resources in İstanbul, From: Eggers, M. J., Griffiths, J. S., Parry, S. & Culshaw, M. G. (eds) 2016. Developments in Engineering Geology. Geological Society, London. Geological Society Engineering Geology Special Publication, 27, 55-61.

TUĞRUL, A., 2017, Megakentler İçin Agregada Kaynak Planlamasında Mühendislik Jeolojisi Araştırmalarının Önemi, İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu 5 Genişletilmiş Bildiri Özetleri Kitabı, 25-27, 12-14 Mayıs 2017 / İstanbul.

TUĞRUL, A., YILMAZ, M., 2017, Megakentler için Agrega Kaynak Planlamasının Önemi: İstanbul Örneği, IV. Uluslararası Taş Kongresi, İzmir, Türkiye, 20 - 25 Mart 2017, ss.108-109.

TUĞRUL, A., 2018, The State of Aggregates in the World Today, 61st Annual Meeting/XIII IAEG Congress, Engineering Geology for a Sustainable World, 15-23 September 2018, San Francisco, USA.

TUĞRUL, A., HOŞGÖRMEZ, H., ÖZER, Ü., AYSAL, N., ÇİNKU, K., ONAR, B., ALVER ŞAHİN, Ü., KÜÇÜKDENİZ, T., ÖZTOPRAK, S., KARADOĞAN, A., YILMAZ, M., 2021, Cebeci Maden Bölgesi Projesi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Etüt ve Projeler Daire Başkanlığı Alt Yapı Projeler Müdürlüğü, syf. 688.

TUĞRUL, A., 2023, Küresel Agrega Endüstrisi ve Türkiye, Madencilik Türkiye Dergisi, sayı: 115, syf. 68-88.

TÜRK, N., DEARMAN W.R., 1988, An investigation into the influence of size the mechanical properties of the aggregates. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, No:38, Paris.

QUADIS, A.S. AND SHWEILY, H.A., 2005, Effect of aggregate properties on asphalt mixtures stripping and creep behavior, Construction and Building Materials, 21, 1886-1898.

UÇA AVCI, Z.D., 2019, İstanbul'da madencilik faaliyetleri nedeni ile oluşan riskli zemin alanlarının belirlenmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5, 2, 293-306.

URIBE-AFIF, R., 1994, Study of petrous aggregates for concrete in Zimapan arch dam in Mexico, Proceedings of 7th International IAEG Congress, pp. 3229-3233.

UZ, B., 1999, Bazaltların kırmataş yönünden değerlendirilmesi, Trakya-Tekirdağ bölgesi bazaltları örneği, 2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp.1-12.

UZ, B., BACAK, G., ÖZDAMAR, Ş., SARICAOĞLU, H., ve HALEZAROĞLU, İ., 2006, İstanbul Ömerli taş ocaklarının kırmataş açısından değerlendirilmesi, IV Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, pp. 73-83.

WAKIZAKA, Y., ICHIKAWA, K., NAKAMURA, Y. and ANAN, S., 1994, Deterioration of concrete due to specific minerals, Proceedings of Seventh International IAEG Congress, Lisboa (5-9 September), Theme 4, 414-421.

WAKIZAKA, Y., 2000, Alkali-silica reactivity of Japanese rocks, Engineering Geology, V. 56, 1-2, pp. 211-221.

WNEK, M. TUTUMLUER, E. MOAVENİ, M. GEHRİNGER, E., 2013, "Investigation of aggregate properties influencing railroad ballast performance" Transportation Research Record, 2374, 180-189.

WILLIAMS, D.M., MCNAMARA, K., 1992, Limestone to dolomite to dedolomite conversion and its effect on rock strength: a case study, Quarterly Journal of Engineering Geology, 24, pp. 131-135.

WU, Y., PARKER, F. AND KANDHAL, K., 1998, Aggregate toughness/abrasion resistance and durability/soundness tests related to asphalt concrete performance in pavements, NCAT Report, 98-4.

XIAO, J., 2018 Recycled Aggregate Concrete Structures: Springer.

Works Bureau Technical Circular, (WBTC), 2002, No:12/2002: Specifications Facilitating the Use of Recycled Aggregates, , Hong-Kong.

VAIDAS, R., AUDRIUS, V., ALFREDAS L., DONATAS, Č., AURIMAS, Š., 2017, Prediction of lifespan of railway ballast aggregate according to mechanical properties of it.’’The Baltic journal of road and Bridge Engineering, Volume 12(3): 203-209.

VALLIUS, P., 1995, The suitability of the Rapakivi granite varieties of the Wiborg batholith for the production of asphalt pavements, Academic dissertation, Division of Geology and Minerology Department of Geology University of Helsinki, p.109, Kouvola, Finland.

VEGA A., DANIELA L.S., JOAO S., GILBERTO M. A., 2020, “Life cycle assessment of hot mix asphalt with recycled concrete aggregates for road pavements construction” International Journal Of Pavement Engineering; 14p.

YEĞİNOBALI, A., 1999. “Betonun İç Yapısı”, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği Notları, No 3, Ankara,.

YILMAZ, A.O., KAYA, R., ŞENTÜRK, M., TATARHAN, A., ÇAVUŞOĞLU, İ., ALP, İ., 2003, 50-130-250-500 ton/saat Kapasiteli Kırma-Elme Tesislerinin Yatırım ve İşletme Maliyetlerinin Belirlenmesi, 3. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 277-284.

YILMAZ, M., TUĞRUL, A., 2012, The Effects of Different Sandstone Aggregates on Concrete Strength, Construction and Building Materials, 35, 294-303.

YILMAZ, M., TUĞRUL, A., 2013, The Importance of Lithologic Changes in an Aggregate Quarry, Global View of Engineering Geology and the Environment, Faquan Wu & Shengwen Qi (eds), pp. 405-412.

YILMAZ, M., BOZKURT, B., TUĞRUL, A., TURGUT, T., 2017, Agrega yıkama prosesinin beton üretiminde kullanılan ince agrega kalitesine etkisi, Hazır Beton Kongresi Bildirileri.

YILMAZ, A.O., ÇAVUŞOĞLU, İ., 2004, Hurşit Çayı (Giresun-Tirebolu) Kırılmış Dere Malzemesinin Agrega Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. Kayamek’2004- VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu / Rockmek’2004 – VII th Regional Rock Mechanics Symposium, Sivas.

YİTİK, H., 2006, İnce Tanelerdeki Kil İçeriğinin Metielen Mavisini Deneyi İle Belirlenmesi. Osman Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. (yayımlanmamış).

YÜCE., A.E., GÜNEY, A. 2006, Agrega Hazırlamada Kırma Devreleri: Temel Bilgiler ve Yenilikler, IV. Ulusal Kırmataş Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 375-386.

ZANBAK, C., TUĞRUL, A., TOPALOĞLU, M., 2015, Maden Kanunu Gereğince, İstanbul'da Kısıtlama Getirilecek Maden Grupları ile İlgili Durum Değerlendirme Raporu, İstanbul Sanayi Odası, Çevre ve Enerji Şubesi için hazırlanmıştır.

ZARİF, İ. H., TUĞRUL, A., DURSUN, G., 2003, İstanbul'daki kireçtaşlarının agrega kalitesi yönünden değerlendirilmesi, İ.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C.16, 61-70.

-----, İTÜ Raporu, 2012, "İstanbul'un Kentsel Gelişim ve Dönüşüm Planlanmasında Çevresel Etkiler Dikkate Alınarak Agrega İhtiyacının Karşılanması Ve Yıkıntı Atıklarının Değerlendirilmesi Araştırma Raporu", Aralık, 127 sayfa ve ekleri.

-----, AGÜB Raporu, 2019, "İstanbul İli ve Çevresindeki Agrega Madenciliği Durum Tespit Raporu", Agrega Üreticileri Birliği, Eylül, 10 sayfa .
ÇED Yönetmeliği (RG-25.11.2014, 29186)

-----, AGÜB Raporu 2023, İstanbul Agrega Madenciliği Durum Tespit Raporu, syd. 10, İstanbul.

-----, İBB Raporu 2011, Geri Kazanılan Agregaların Beton Üretiminde Yerinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, İBB Stratejik Planlama Müdürlüğü Projesi (proje İstanbul), syf.66, İstanbul.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (2008), Resmi Gazete:26898.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, (2009) Resmi Gazete: 27277.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2018) Sanayiden Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Belirlenmesi ve Azaltılmasına Yönelik Uygulamanın Kolaylaştırılmasının Sağlanması Projesi Taslak döküman. https://webdosya.csb.gov.tr/db/sanayihavarehberi/icerikler//22_madenc-l-k-faal-yetler--20200103075114.pdf.