

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ *FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KOCAELİ KUZEYİNİN AGREGA POTANSİYELİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS

Jeoloji Müh. Demet DEMİR

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞ

KOCAELİ, 2010

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KOCAELİ KUZEYİNİN AGREGA POTANSİYELİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Demet DEMİR

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 28 EKİM 2010

Tezin Savunulduğu Tarih: 26 KASIM 2010

**Tez Danışmanı
Yrd.Doç.Dr. Ahmet KARAKAŞ**

(.....)

**Üye
Yrd.Doç.Dr. Özkan CORUK**

(.....)

**Üye
Yrd.Doç.Dr. Şefik RAMAZANOĞLU**

(.....)

KOCAELİ, 2010

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Agrega (kum, çakıl, kırmataş), dünya ölçeğinde sudan sonra fert başına en çok tüketilen malzemedir. Böyle olması nedeniyle insanların barınacak, eğlenecek ve çalışacak alanların inşaatı sırasında agrega malzemesine ihtiyaç duymasıdır. Bu gibi inşaat yapılarında kullanılan agrega, agrega sektörüne olan ilgi ve talebin artmasına neden olmuştur.

Kum ve çakıl gibi kayaçların bir kırma tesisinde çeşitli işlemlerden geçirilmesiyle veya doğal olarak nehir ve akarsu yataklarından elde edilen çeşitli boyutlardaki malzeme agrega olarak tanımlanmaktadır. Bu şekilde elde edilen doğal ve yapay agrega çeşitleri günümüzde inşaat sektörü başta olmak üzere pek çok alanda kullanılmaktadır. İnşaat sektöründe kullanım alanları binalar ve altyapılarda beton, hafif beton, inşaat sıvası malzemesi olarak ve ayrıca diğer kullanım alanları ise yol dolgusu ve kaplaması, tren yollarında balast malzemesi ve çeşitli mühendislik yapılarında kullanılmaktadır. Artan nüfus ile doğru orantılı olarak ve büyük projelerin devreye girmesiyle agrega kullanım talebi artmaktadır. Bu artan talebi karşılamak için yeni agrega kaynak alanlarının belirlenmesi gerekir. Özellikle kullanım alanlarına yakın olabilecek yeni kaynaklar daha da önem kazanmaktadır. Bu amaçla jeolojik olarak agrega potansiyeli taşıyan formasyonların araştırılması gerekir. Jeolojik bir formasyonun litolojik olarak agrega için uygun olması yanında diğer agrega olabilme özelliklerini de taşıması gerekmektedir.

Bu tez agrega sektörüne verilen önemi orta koyma ve yapılan çalışmanın ileride yapılacak olan çalışmalara örnek teşkil etmesi açısından önemlidir.

Tez çalışmam ve yüksek lisans öğrenimim süresince bilgisi, hoşgörüsü ve tecrübeleri ile her türlü desteğini sağlayan, beni yönlendiren, hayatım boyunca sevgi ve saygı ile hatırlayacağım değerli hocam ve tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana yardımcı olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Özkan CORUK'a, tez jüri üyesi olan Yrd. Doç. Dr. Şefik RAMAZANOĞLU'na ve arazideki çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan taşocakları firma yetkililerine teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince bana gösterdiği destekten dolayı Hakan ŞAHİN'e, yaşantımın ve eğitimimin her döneminde bana emek harcayan ve destek olan babama, anneme, kardeşlerime ve eniştem Aykan Yayla'ya en içten teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. İncelemenin Amacı.....	3
1.2. İnceleme Alanı.....	3
1.3. Çalışma Yöntemi ve Süresi.....	6
1.4. Önceki Agregat İncelemeleri.....	7
1.4.1. Ulusal düzeyde yapılan incelemeler.....	7
1.4.2. Uluslararası düzeyde yapılan incelemeler.....	9
2. JEOLojİ.....	11
2.1. Önceki Jeolojik İncelemeler.....	11
2.2. İnceleme Alanı Jeolojisi.....	13
2.2.1. Temel birimler.....	13
2.2.2. Kretase-Tersiyer birimleri.....	15
2.2.3. Plio-Kuvaterner birimleri.....	17
2.3. Stratigrafi.....	17
2.3.1. Paleozoyik.....	18
2.3.2. Mesozoyik.....	27
2.3.3. Senozoyik.....	38
2.3.4. Kuvaterner.....	42
2.3.5. Plütonitler.....	44
2.3.6. Volkanitler.....	45
2.3.7. Kontak metamorfik zonlar.....	46
2.4. Jeomorfoloji.....	46
2.5. Tektonik Konum.....	48
3. AGREGA ÖZELLİKLERİ.....	50
3.1. İdeal Agregat Standartları.....	51
3.1.1. Tane dağılımı.....	53
3.1.2. Tane şekli.....	53
3.1.3. Tane dayanımı.....	53
3.1.4. Dona dayanıklılık.....	54
3.1.5. Zararlı maddeler.....	54
3.2. Agregat İçin Yapılan Deneyler.....	55
3.2.1. Fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için yapılan deneyler.....	55
3.2.2. Agregaların mekanik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan deneyler.....	61
3.2.3. Agregada betona zarar veren maddeleri belirlenmede yapılan deneyler.....	63
3.3. Agregaların Sınıflandırılması.....	65

3.3.1. Elde ediliş şekline göre sınıflandırma.....	65
3.3.2. Tane boyutlarına göre sınıflama	66
3.3.3. Yüzey dokusuna göre sınıflandırma	67
3.3.4. Yüzey durumlarına göre sınıflandırma	67
3.3.5. Tane şekillerine göre sınıflandırma	67
3.3.6. Birim ağırlıklarına göre sınıflandırma	68
3.4. Agreganın Mühendislik Projelerinde Kullanımı	69
3.4.1. Yüzey kaplamada kullanımı.....	69
3.4.2. Karayolu yapımında kullanımı.....	70
3.4.3. Zemin kaplama alanlarında kullanımı	71
3.4.4. Demiryollarında kullanımı.....	71
3.4.5. Hazır betonda kullanımı.....	72
3.4.6. Sıcak asfalt yapımında kullanımı	72
3.4.7. Havaalanlarında kullanımı	73
3.4.8. İnşaat sektöründe kullanımı	73
3.4.9. Diğer kullanım alanları	74
4. KOCAELİ KUZEYİNİN AGREGA POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ	76
4.1. Mevcut Agregada Durumu.....	76
4.1.1. Gebze ve civarı.....	78
4.1.2. Körfez-Derince bölgesi.....	85
4.1.3. İzmit-Kandıra bölgesi	91
4.2. Potansiyel Olabilecek Alanların Değerlendirilmesinde Ana Kriterler	93
4.2.1. Sınıflandırılmış jeoloji	93
4.2.2. Arazi kullanımı.....	100
4.2.3. Yükseklik durumu	104
4.2.4. Yol durumu	105
4.2.5. Yerleşim yeri durumu	106
4.3. Potansiyel Olabilecek Agregada Alanlarının CBS ile Değerlendirilmesi	108
4.3.1. Düşük düzeyde agregada potansiyeli (DDAP)	112
4.3.2. Orta düzeyde agregada potansiyeli (ODAP).....	113
4.3.3. İyi düzeyde agregada potansiyeli (İDAP).....	113
4.3.4. Yüksek düzeyde agregada potansiyeli (YDAP).....	114
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	115
KAYNAKLAR.....	119
EKLER.....	126
ÖZGEÇMİŞ.....	127

ŞEKİLER DİZİNİ

Şekil 1.1: Agregat potansiyel alanların belirlenmesi için izlenen akış diyagramı.....	2
Şekil 1.2: İnceleme alanı yer bulduru haritası.....	5
Şekil 2.1: Kocaeli Kuzeyi'nin genelleştirilmiş stratigrafik kesit.....	20
Şekil 2.2: Marmara bölgesi ve çevresinin tektonik haritası.....	49
Şekil 3.1: Değişik nem koşullarındaki granit agregası.....	56
Şekil 3.2: İnce agregat.....	66
Şekil 3.3: İri agregat.....	66
Şekil 3.4: Düzgün ve pürüzlü yüzeyli agregalar.....	67
Şekil 3.5: Tane şekillerine göre agregalar.....	68
Şekil 3.6: Hafif agregaya bir örnek.....	68
Şekil 3.7: Ağır agregaya bir örnek.....	69
Şekil 3.8: Agreganın yüzey kaplama olarak kullanılması.....	70
Şekil 3.9: Agreganın krayolunda kullanımı.....	70
Şekil 3.10: Agreganın zemin kaplama alanlarında kullanımı.....	71
Şekil 3.11: Agreganın demir yollarında kullanımı.....	71
Şekil 3.12: Agreganın hazır betonda kullanımı.....	72
Şekil 3.13: Agreganın asfalt yapımında kullanımı.....	73
Şekil 3.14: Agreganın havaalanlarında kullanımı.....	73
Şekil 3.15: Agreganın diğer kullanım alanları.....	75
Şekil 4.1: Potansiyel olabilecek agregat alanlarını CBS ile belirleme aşamaları.....	76
Şekil 4.2: Kocaeli kuzeyindeki mevcut taşocaklarını bölgelere göre kıyaslama.....	78
Şekil 4.3: Kocaeli kuzeyi arazi sınıfları ve kapladıkları alanlar.....	103
Şekil 4.4: Kocaeli kuzeyinde bulunan potansiyel agregat alanlarını sınıflandırma.....	111

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1: Agregat standartları tablosu.....	52
Tablo 3.2: Los Angeles deney koşulları.....	63
Tablo 4.1: Gebze ve civarında bulunan ocaklara ait genel bilgiler	80
Tablo 4.1: Gebze ve civarında bulunan ocaklara ait genel bilgiler (devamı)	81
Tablo 4.2: Gebze ve civarındaki ocaklara ait fiziksel ve mekanik özellikler	83
Tablo 4.3: Körfez-Derince de bulunan ocaklara ait genel bilgiler	87
Tablo 4.4: Körfez-Derince de bulunan ocaklara ait fiziksel ve mekanik özellikler ...	88
Tablo 4.5: Agregat olabilecek malzemelerin jeolojik birim olarak sınıflandırılması..	95
Tablo 4.6: Agregat üretim durumunu gösteren arazi sınıfları ve açıklamaları	102
Tablo 4.7: Agregat üretiminde yükseklik sınıfları ve açıklamalar	105
Tablo 4.8: Agregat üretiminde ana yollara uzaklık ve maliyet	106
Tablo 4.9: Agregat üretim alanlarının yerleşim yerlerine göre uzaklığı.....	108
Tablo 4.10: Potansiyel düzey belirlemede sınıflandırılmış jeoloji değeri	111
Tablo 4.11: Potansiyel düzey belirlemede yükseklik değeri.....	111
Tablo 4.12: Potansiyel düzey belirlemede arazi kullanım değeri.....	112
Tablo 4.13: Potansiyel düzey belirlemede yerleşim yeri değeri.....	112
Tablo 4.14: Potansiyel düzey belirlemede yol değeri.....	112

SİMGELER DİZİNİ

CaCO_3	: Kalsiyum Karbonat
$^{\circ}\text{C}$	: Santigrat Derece
cm^2	: Santimetre Kare
F	: Kuvvet
I_E	: Uzunluk İndeksi, (%)
I_F	: Yassılık İndeksi, (%)
Kg/l	: Kilogram Bölü Litre
Kg/cm^2	: Kilogram Bölü Santimetre Kare
km	: Kilometre
km^2	: Kilometre Kare
Kg/cm^2	: Kilogram Bölü Santimetre Kare
Lt	: Litre
M	: Metre
m^3	: Metre Küp
mm	: Milimetre
mm^2	: Milimetre Kare
n_e	: Efektif Porozite, (%)
Na_2SO_4	: Sodyum Sülfat, (%)
σ_c	: Tek Eksenli Basma Dayanımı, (kg/cm^2)
t	: Ton
ton/m^3	: Ton Bölü Metre Küp
U	: Aşınma Miktarı
γ_{ds}	: Kuru Yüzey Doygun Özgöl Ağırlık Miktarı, (ton/m^3)
γ_d	: Kuru Özgöl Ağırlık Miktarı, (ton/m^3)
γ_a	: Özgöl Ağırlık Miktarı, (ton/m^3)
Wa	: Su Emme Değeri, (%)

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AFTRE	: Aggregates Foundation for Technology Research and Education
AGÜB	: Agregat Üreticileri Birliği Derneği
ASTM	: American Society for Testing Materials
BS	: British Standartları
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
D	: Doğu
D-100	: Eski Ankara-İstanbul Karayolu Boğaziçi Köprüsü ile Edirne İstanbul-Ankara Karayolu
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DDAP	: Düşük Düzeyde Agregat Potansiyeli
DKAM	: Düşük Kalitede Agregat Malzemesi
GIS	: A Geographic Information System
GPS	: Global Positioning System
ICAR	: Agregat Araştırmalarının Uluslar Arası Merkezi
ISRM	: International Society for Rock Mechanics
İDAP	: İyi Düzeyde Agregat Potansiyeli
İKAM	: İyi Kalitede Agregat Malzemesi
KB	: Kuzey Batı
KD	: Kuzey Doğu
KAF	: Kuzey Anadolu Fay
KTH	: Kungliga Tekniska Högskolan
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
MAY	: Miyosen Aşınım Yüzeyi
NSSGA	: Amerika'nın Ulusal Taş, Kum ve Çakıl Birliği
ODAP	: Orta Düzeyde Agregat Potansiyeli
OKAM	: Orta Kalitede Agregat Malzemesi
PPDY	: Pliyosen-Pleistosen Dönemi Yüzeyi
TAMU	: Teksas A&M University at Collage Station
TEM	: Transit European Motorways
TS	: Türk Standartları
USGS	: United States of Geolocigal Survey
UT	: The University of Teksas at Austion
YDAP	: Yüksek Düzeyde Agregat Potansiyeli
YKAM	: Yüksek Kalitede Agregat Malzemesi

KOCAELİ KUZEYİNİN AGREGA POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Demet DEMİR

Anahtar Kelimeler: Kocaeli, agrega, potansiyel agrega alanları, agreganın mühendislikte kullanım alanları, CBS

ÖZET: Kocaeli kuzeyinin agrega potansiyelinin belirlendiği bu çalışma, inceleme alanının jeolojisi, agreganın özellikleri ile mühendislik alanında kullanım yerleri ve Kocaeli kuzeyindeki agrega potansiyeli olabilecek alanların değerlendirilmesinden oluşmuştur. Değerlendirilen alanlar 34 adet jeolojik formasyon ve birimden meydana gelmiştir. Formasyon ve birimleri gösteren 1/80.000 ölçekli jeoloji harita CBS (Coğrafik Bilgi Sistemi)'de ArcGIS 9.3 programı kullanılarak yapılmıştır. Yapılan jeoloji haritası üzerine mevcut taş ocakları işaretlenerek litolojik olarak hangi jeolojik birim üzerinde işletildiğini gösteren 1/250.000 ölçekli taş ocakları haritası üretilmiştir. Oluşturulan jeoloji haritası baz alınarak potansiyel alanları belirlemek için 5 ana kriter göz önünde bulundurulmuştur. Bu kriterler; jeolojik formasyon ve birimlerin gruplandırılmasıyla oluşan sınıflandırılmış jeoloji, arazi kullanımı, yol, yükseklik ve yerleşim yeri durumundan oluşmuştur. Her bir kriter için ArcGIS 9.3 programı kullanılarak sınıflandırılmış jeoloji, arazi kullanımı, yol, yükseklik ve yerleşim yeri durumu haritaları yapılmıştır. Bu haritaları meydana getiren katmanlar ArcGIS 9.3 programında üst üste bindirme yöntemiyle üzerlenerek (overlay) final haritası oluşturulmuştur. Bu haritada potansiyel olabilecek alanlar düşük, orta, iyi ve yüksek düzeyde olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflardan düşük düzeyde agrega alanları inceleme alanı içerisinde yerleşim yerlerinin yoğun olduğu alanlarda görülmektedir. Orta düzeyde agrega alanları ise inceleme alanının ağırlıklı olarak batısında, orta kesiminde ve kuzeyinde görülür. İyi düzeyde agrega potansiyel alanları inceleme alanının ortasında, doğusunda ve kuzeyinde yaygın olarak batısında ise sınırlı alanlar olarak görülür. Yüksek düzeyde agrega potansiyel alanları ise inceleme alanında bulunan Kandıra İlçesi'nin kuzeyinde ve Gebze-Körfez ilçeleri arasında kalan alanlarda görülür. Potansiyel belirleme kriterlerinin değerlendirilmesiyle Kocaeli İli kuzeyinin agrega potansiyeli belirlenmiş olup potansiyel agrega alanlarının coğrafik dağılımı gösteren bir harita yapılmıştır.

DETERMINATION OF AGGREGATE POTANTIAL OF NOTHERN KOCAELI

Demet DEMİR

Key words: Kocaeli, aggregate, potential aggregate fields, applicable fields of aggregate in engineering, GIS (Geographic Information System).

ABSTRACT: The potential aggregate areas were defined for the North of Kocaeli area by this study. Including geology of the study area, properties of aggregates, use of aggregate in engineering projects and evaluation of new possible aggregate areas. Evaluated areas consist of 34 different geological formation and unite. 1/80.000 scaled geological map of North Kocaeli was prepared by using ArcGIS 9.3 GIS software. Additionally, a 1/250.000 scaled quarry map was created by plotting each quarry on the geology map to the fine the lithology type of each quarry. Fine main criteria were considered to define the potantial aggregate areas. There criteria are re-classified geology taken as base map, land use, transportation roads, elevation and settlement areas. A thematic map layer was prepared for each criteria by using ArcGIS 9.3. A final aggregate potential map was generated by overlying the five layers. In the final map, potential areas were classified in to four different classes as; low, medium, good and high. Low level of aggregate areas are situated in intensi settlement areas. On the other hand, medium level of aggregate areas are located in mostly west, middle and north of Kocaeli. Good level aggregate areas are seen in east, middle and north as widespread and as limited areas in west. Finally, high level aggregate areas are situated in north of Kandıra and in the areas between Gebze and Körfez counties. The aggregate potential of north of the Kocaeli province was defined by evaluation of the five criterion and a final aggregate potential map showing the geographic distrubition of the potantial areas was obtained.

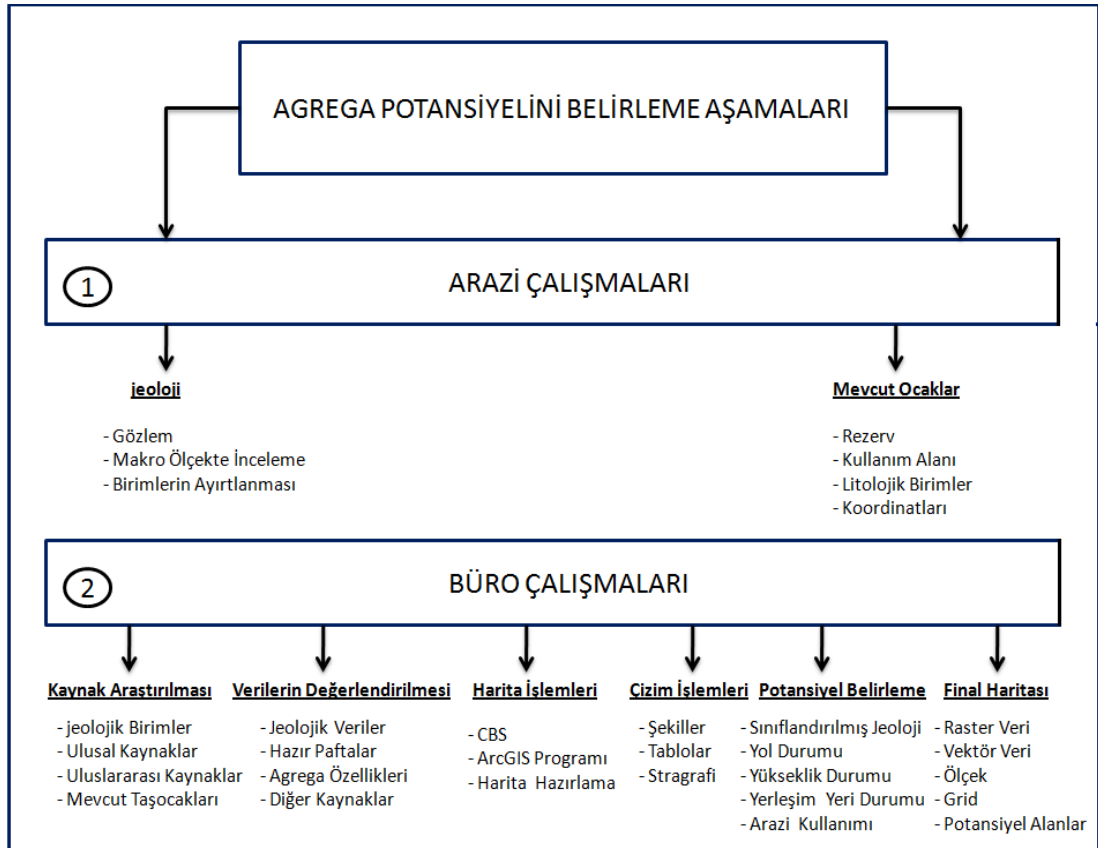
1. GİRİŞ

İlk çağlardan günümüze kadar gelişen teknolojiyle ve değişen yaşam koşullarıyla birlikte agregaya karşı olan ilgi ve ihtiyaç artmıştır. Bunun sonucunda insanlar agrega üretimine ve tüketimine yönelmişlerdir. Bunun nedeni insanoğlunun barınma, çalışma, eğlence ve dinlenme gibi yaşamsal faaliyetleri gerçekleştirecek alanlarda kullanacak alternatif bir yapı malzemesine ihtiyaç duymalarıdır. Bu yapılarda agrega, betonun % 60-% 80'ini oluşturan mineral kökenli, taneli malzeme olması nedeniyle inşaat sektörünün en önemli yapıtaşlarından birisini oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra karayolu ulaşımında, havaalanlarında, barajlarda, göletlerde ve birçok mühendislik yapıtlarında agrega vazgeçilmez bir malzemedir. Agregalar günümüz koşullarına uygun, ekonomik ve kolay elde edilip kullanılabilen malzemelerden üretilmelidir.

Kocaeli İli, gelişen ve nüfusu sürekli artan bir sanayi kentidir. Bu nedenle yapılaşmanın da artacağı düşünülerek, bölgedeki agrega olabilecek kaynak alanların bilinmesinde yarar vardır. Bu doğrultuda, Kocaeli kuzeyinde bulunan kırmataş ocaklarına gidilerek bu ocaklarda agrega üretimi, tüketimi, rezerv miktarları, bu ocaklarından elde edilen agreganın mühendislik yapıtlarında kullanım alanları ve litolojik birimler belirlenmiştir. Bunun yanı sıra kırmataş ocaklarında üretilen agreganın fiziksel ve mekanik özellikleri, daha önceden yapılmış olan çalışmaların incelenmesi sonucunda elde edilen veriler yardımıyla değerlendirilmiştir. Bu çalışmalarda agreganın fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemiş olup agrega malzemesinin kalitesine göre hangi mühendislik yapıtlarında kullanıldığına değinilmiştir. Bunların yanında yeni agrega kaynak alanların belirlenmesi amacıyla farklı kriterler CBS kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm; giriş, inceleme amacı, alanı, yöntemi ve önceki agrega çalışmalardan oluşmaktadır. İkinci bölüm; jeoloji, önceki jeolojik çalışmalar, inceleme alanı jeolojisi, stratigrafisi, jeomorfolojisi, tektonik konumdan oluşmaktadır. Üçüncü bölüm; agrega özellikleri, ideal agrega standartları,

agrega ile ilgili yapılan deneyler, agrega çeşitleri ve agreganın mühendislik projelerinde kullanım alanlarından oluşmaktadır. Dördüncü bölüm; Kocaeli kuzeyinin potansiyel agrega alanlarının belirlenmesinden oluşmuştur. Bu bölümde mevcut agrega durumu ile yeni potansiyel olabilecek agrega kaynak alanları araştırılmıştır. Araştırma sonucunda mevcut agrega durumu, işletilen kırmataş ocaklarının bulunduğu yerlere göre bölgelere ayrılmıştır. Bu bölgeler; Gebze ve civarı (Çayırova, Darıca, Dilovası ilçeleri), Körfez-Derince ve İzmit-Kandıra'dan oluşmaktadır. Yeni potansiyel agrega alanları ise yukarıda ayrılmış olan bölgelerde işletilen kırmataş ocaklarının işletim yapmadığı alanların dışında kalan alanları kapsamaktadır. Bu alanlarda agrega potansiyeli olabilirliğini belirlemek için sınıflandırılmış jeoloji, arazi kullanımı, yükseklik, yol, yerleşim yeri kriterleri ile ekonomik açıdan değerlendirilmiştir. Ayrıca, halen agrega üreten bazı taşocakları detaylı olarak ele alınmış ve taş ocakları hakkındaki bilgiler tablolar halinde ilgili bölümde açıklanmıştır. Son bölüm; sonuçlar ve öneriler kısmından oluşmaktadır. Yapılan çalışmaları gösteren akış diyagramı Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1: Agrega potansiyel alanların belirlenmesi için izlenen akış diyagramı

1.1. İncelemenin Amacı

Bu çalışmanın amacı, Kocaeli Kuzeyi'nde yer alan jeolojik formasyon ve birimlerin agrega potansiyeli açısından değerlendirilmesini, potansiyel olabilecek agrega alanlarının ve mevcut agrega ocaklarının litolojik özelliklerinin belirlenmesinin yanında bu ocaklarda yıllık olarak üretilen-tüketilen agrega miktarının saptanmasını, bu ocakların ne kadar bir alanı kapladığını ve üretilen agreganın günlük hayatta nerelerde kullanıldığını ortaya koymaktır.

Ülkemizde agrega olabilecek maden rezervleri oldukça yaygın ve geniştir. Ancak kullanım alanı, birim maliyetlerinin düşük tutulması nedeniyle kullanılabilir rezervi kısıtlamaktadır. Nakliye maliyetleri birim maliyetler içinde önemli yer tutmaktadır. Ayrıca arazi kullanımındaki sınırlamalar ve çevre sorunları da mevcut rezervlerin kullanımını sınırlamaktadır. Bu nedenle insanlar düşük maliyette, kullanım amacına ve işletmeye uygun yeni rezerv alanları aramaya yönelmiştir.

Bu çalışma kapsamında Kocaeli İli kuzeyinde güncel agrega potansiyel alanları oluşturabilecek birimlerin belirlenmesi, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında gerekli haritaların üretilmesi, Kocaeli İli kuzeyinin agrega envanterinin 1/25.000 ölçekli sayısal jeolojik harita yardımıyla üretilmesi, yeni potansiyel agrega kaynak alanlarının ve mevcut agrega üretim alanlarının sayısal metotla belirlenmesi, agrega kaynak durumunun ayrıntılı bir şekilde ortaya konulması, elde edilen verilerin bir veritabanında depolanması, güncellenmesi, kullanılması ve bu veritabanını CBS ortamına aktarılmasının yanında potansiyel agrega alanları ve mevcut taşocaklarının konumunu harita üzerinde kolay ve anlaşılır bir hale getirilmesi amaçlamaktadır.

1.2. İnceleme Alanı

İnceleme alanı, Marmara Bölgesi'nin doğusunda yer alır. Coğrafi konum açısından 40°43'-41°12' kuzey paralelleri ile 29°20'-30°22' doğu meridyenleri arasında bulunmaktadır. Kuzeyinde Karadeniz, Kuzeybatısında İstanbul İli (Şile İlçesi), doğusunda Sakarya İli, güneyinde İzmit Körfezi, Başiskele İlçesi ve Kartepe İlçesi, batısında İstanbul (Tuzla İlçesi) İli yer alır. Çalışma alanı 0-640 m arasında

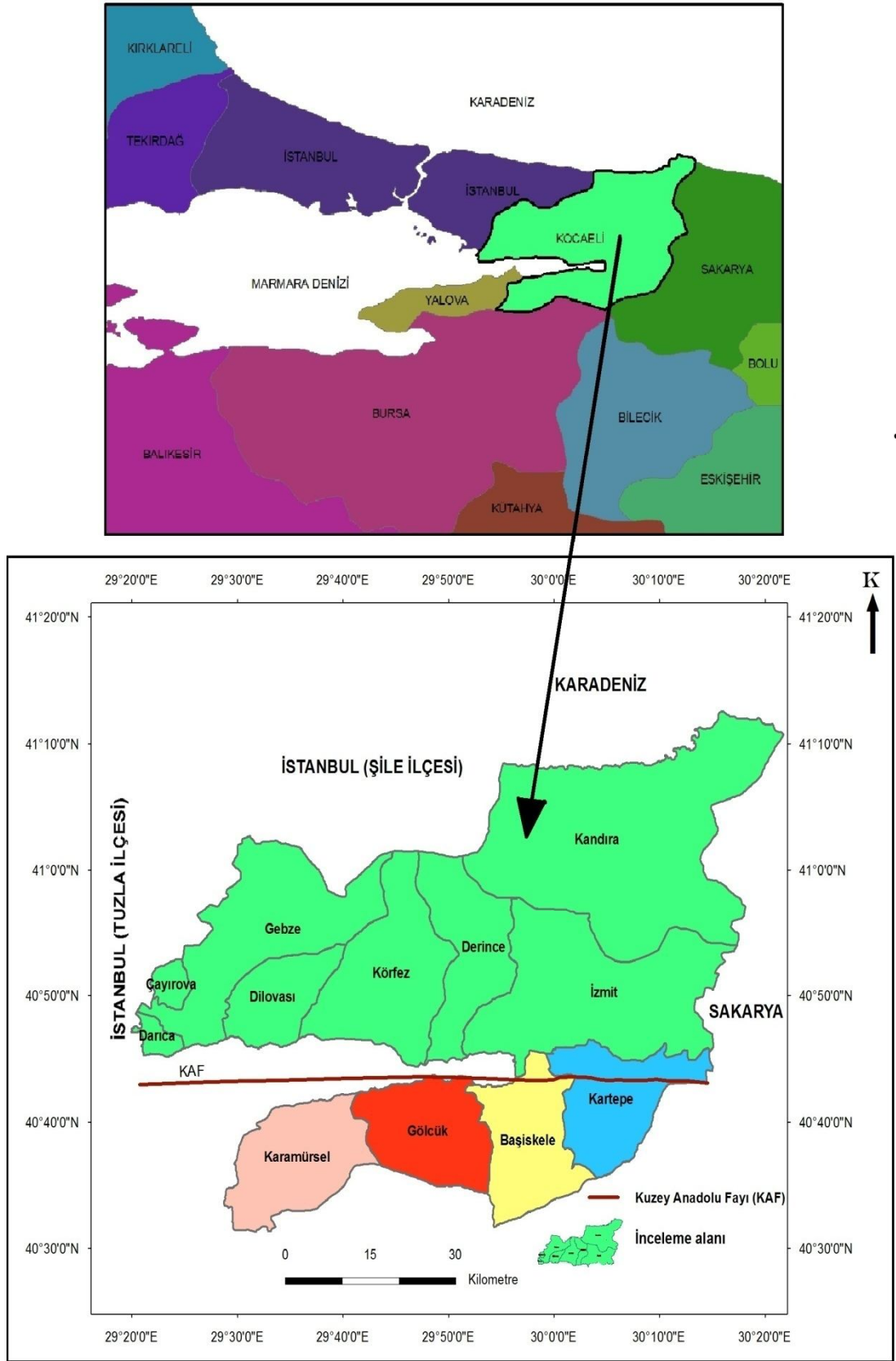
değişebilen yüksekliklere sahip olup, bu da bölgede aşırı bir yükseltinin olmadığını göstermektedir. Bu özellikten dolayı çalışma alanı peneplen bir sahadır. Peneplen topografya erozyon etkisiyle oluşmuş yumuşak, engebeli yeryüzü parçasıdır. Bu tip arazilerin olduğu alanlarda yükseltilerin aşınarak alçak bölgeleri doldurmasına yetecek kadar uzun bir süre su üstünde kalması durumudur. Bundan dolayı bu bölge morfolojik olarak peneplenleşmiştir (Aktaş, 1998). İnceleme alanında İzmit Körfezi'nden Karadeniz'e doğru gidildikçe yamaçlarda diklikler artmaktadır. Kandıra ve civarında topografya yaklaşık % 5 eğime sahip olup, düzlüktür.

İnceleme alanı, batıdan doğuya doğru Çayırova, Darıca, Gebze, Dilovası, Körfez, Derince, Kandıra ve İzmit ilçelerini kapsar (Şekil 1.2).

Çayırova: Doğusunda ve güneyinde Gebze, batısında İstanbul Tuzla İlçesi Şifa mahallesi, kuzeyinde yine Tuzla İlçesi Akfırat Beldesi ile sınır olan Çayırova 28.918 km² alana sahiptir. Güneyinde E-5 karayolu, kuzeyinde E-6 yolları geçen Çayırova, ulaşım ağı anlamında önemli bir noktada bulunmaktadır.

Darıca: İzmit Merkez İlçesi'nin 56 km batısında, Gebze İlçesi'nin 7 km güney batısında, Kocaeli yarımadasının Güney kıyı şeridi üzerinde, Yalova, Yelkenkaya, Darıca Körfez hattının başlangıcında 114 km² alan üzerine kurulmuştur. Denizden yüksekliği 28 m olan Darıca'nın, kuzeyinde Gebze İlçesi, doğusunda Eskihisar Köyü ile batısında Tuzla İlçesi yer alır. İstanbul'a uzaklığı 51 km kadardır. Kocaeli Penepleni'nin güneyinde yer alan Darıca'nın yer yapısı Neolitik zamana ait olup Üç Kafa burnundan Eskihisar'a kadar dolomatik-kireçli bir toprak yapısına sahiptir. Birinci derecede deprem kuşağında bulunan Darıca arazisi, yeryüzü şekilleri bakımından aşınmış ve yıpranmıştır. Deniz sahilinden kuzeye çıkıldığında yer yer yükseklikler artmasına rağmen bu yükseklik ortalama 200 m'yi aşmaz.

Gebze: İzmit İstanbul karayolu üzerinde İzmit'e 51 km uzaklıktadır. Doğusunda Körfez ve Dilovası ilçeleri, güneyinde İzmit Körfezi ve Darıca İlçesi, batısında Çayırova İlçesi ve İstanbul İli Tuzla İlçesi'yle sınırdır. Yaklaşık olarak yüzölçümü 421 km²'dir.



Şekil 1.2: İnceleme alanı yer bulduru haritası.

Dilovası: Gebze'ye 8 km, İstanbul İl sınırına 10 km, İzmit'e 25 km uzaklıktadır. Tavşanlı Deresi diye bilinen 12 km uzunluğundaki Dil Deresi, Dilovası sınırları içinden geçer. İzmit Körfezi'ne dökülür. Üç Tepe arasında bir ovada yer alan Dilovası, adını doğrudan doğruya bu ovadandır. Dilovası E-5 ve TEM gibi uluslararası karayollarının üzerinde bulunmaktadır. Yüzölçümü 20 km²'dir.

Körfez: İzmit'in batı sahilinde kara ve demiryolu üzerinde yer almaktadır. İzmit'e 17 km uzaklıkta yer alır. Doğusunda Derince İlçesi, batısında Dilovası ve Gebze İlçesi, güneyinde İzmit Körfezi ve kuzeyinde İstanbul Şile İlçesi yer alır.

Derince: İstanbul'a 90 km uzaklıkta olan İzmit'in batısında, doğusunda Çınarlıdere, batısında Kaşkaldere arasına sıkışmış olan Derince kuzeyinde Çenedağ yer alırken güneyinde İzmit Körfezi bulunur. Derince'nin yüzölçümü 15.5 km²'dir.

Kandıra: Kuzeyden 66.75 km uzunluğundaki Karadeniz sahili ile sınır olup, batısında ise İstanbul (Şile İlçesi) İli bulunmaktadır. İzmit'e 45 km uzaklıktadır. Yüzölçümü 933 km²'dir.

İzmit: Kocaeli İli'nin merkezinde yer almakta olup, Kocaeli'nin merkez İlçesi'dir. Yüzölçümü 18.71 km², belediye sınırları 39.33 km² ve toplam alan 58.04 km²'dir.

1.3. Çalışma Yöntemi ve Süresi

Çalışma yöntemi; arazi ve büro çalışmaları olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Arazi çalışmaları; agrega üreten taş ocaklarının ve çevresinin jeolojik araştırmaları, agrega ocaklarının bulunduğu sahaların tespiti, taş ocakların bulunduğu alanlarda üretilen agrega çeşitlerinin saptanması ve çalışma koşullarının belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın büro kısmında ise, araziden elde edilen veriler ile başka kaynaklardan elde edilen veriler birleştirilerek bilgisayar ortamına aktarılmış ve yorumlanmıştır. İnceleme alanında yer alan tüm agrega ocakların ruhsat süresi, ruhsat alanı (hektar), üretime başlama tarihi, hangi litolojik birim üzerinde çalışma yapıldığı, rezervi

(ton/yıl), üretim ve tüketim miktarları (ton/yıl), elde edilen agreganın hangi amaçlar için kullanıldıkları belirlenerek değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler ilgili bölümde ele alınmıştır. Arazi çalışmaları yaklaşık olarak bir aylık bir çalışma olup, büro çalışmaları ise, 2008–2010 yılları arasında gerçekleştirilmiştir.

Jeolojik çalışmalar, birimlerin ve formasyonların birbirleriyle olan dokanak ilişkileri, birimlerin tanımlanması olarak ifade edilebilir. Bu birimler ve formasyonların, M.T.A. (2005)'dan alınan 1/50.000'lik paftalar yardımıyla, çalışma alanı sınırları dahilinde paftaların birleştirilmesiyle ve ArcGIS 9.3 programı ile Kocaeli Valiliği'nden alınan veriler bir araya getirilerek inceleme alanının jeoloji haritası üretilmiştir. Bu jeoloji haritasında formasyonlar semboller halinde haritaya aktarılmıştır. Elde edilen bu haritadan yola çıkılarak potansiyel olabilecek alanları belirlemede ana kriterler göz önünde bulundurulmuştur. Bu ana kriterler yardımıyla sınıflandırılmış jeoloji, arazi kullanımı, yol, yükseklik ve yerleşim yeri durumlarının her birini gösteren haritalar üretilmiştir. Bu haritaların yorumlanmasıyla ileride agrega potansiyeli teşkil edebilecek alanlar tespit edilmiştir.

1.4. Önceki Agrega İncelemeleri

İnceleme konusu ile ilgili, geçmiş yıllarda değişik araştırmacılar tarafından yapılmış olan çalışmalar göz önünde bulundurularak gerekli altyapı ve birikimin hazırlanmasında kaynak teşkil etmiş ve bu çalışmanın oluşmasına katkı sağlamıştır. Bu alandaki çalışmalarla birebir örtüşen veya kısmen ilgili olan ulusal düzeyde ve uluslararası düzeyde yapılan incelemeler olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır.

1.4.1. Ulusal düzeyde yapılan incelemeler

Arıoğlu ve Tokgöz (1996), İstanbul İli ve civarı kırmataş ocaklarını araştırıp kısa bir değerlendirmesini yapmışlardır. Bu çalışmalarında İstanbul İli taş-kırmataş ocaklarının etüdü, kırmataş ocaklarının işletme izni verilen, sona eren ocakları ve taş-kırmataş ocaklarının sorunları araştırılarak bir rapor halinde sunulmuştur. İstanbul İli

ve civarındaki ocakların üretim ve rezerv kapasiteleri yanında ocaklardaki kayaçların litolojik, fiziksel ve mekanik özellikleri de raporda yer almaktadır.

Buzkan (1996), Zonguldak bölgesi kum-çakıl-kırmataş yataklarının etüdünü incelemiştir. İncelemede Zonguldak bölgesi kum-çakıl ve kırmataş yataklarının jeolojisi ve endüstriyel özellikleri değerlendirmiştir.

Esenli (1996), kırmataş hammaddeleri ve standartları ile ilgili yaptığı çalışmada kırmataş hammaddelerinin jeolojik özellikleri, mühendislik özellikleri, mineralojik bileşimi, inşaat sektöründeki önemi ve kırmataş ile ilgili Türk Standartları değerlendirmiştir.

Aktaş (1998), Gebze-Dilovası arasındaki bölgenin jeolojisinin ve bölgedeki taşocakları ekonomik jeolojisini incelemiş ve bölgenin 1/25.000 ölçekli haritasını oluşturmuştur.

Erdoğan ve diğ. (1999), Silivri çevresindeki Ergene formasyonunun agrega potansiyeli ve özelliklerini araştırmışlardır. Bu çalışmada bölgenin genel jeolojisi ve Ergene formasyonunun agrega potansiyeli çeşitli analizlerle incelenmiştir.

Halili ve Gözübol (1999), Hereke formasyonunun (Gebze kireçtaşı) kırmataş özelliğini ve kırma-eleme tesislerindeki davranışını araştırmışlardır. Bu çalışmada bölgenin jeolojisi, Hereke formasyonunun kırmataş özellikleri, Gebze taşocaklarının üretim şekli, örnek bir kırma eleme tesisinin üretim aşamaları ve kırma-eleme tesislerini etkileyen jeomekanik parametreler değerlendirilmiştir.

Karakaş ve Coruk (1999), agreganın ocaktan kullanım alanına ulaştırılmasında GIS (Geographic Information System)'nin önemine değinmişlerdir. Colorado Eyaleti "Front Range Corridor" bölgesinde yapmış oldukları bu çalışmada agrega dağılımının ulaşım ağı üzerindeki akışını izleyerek, bu akışa göre agrega için arz-talep durumunu değerlendirmişlerdir.

Kaynarkan ve diğ. (1999), Cendere (Kemerburgaz-Ayazağa-İstanbul) kırmataş-beton ve asfalt üretim havzası etüdü ve değerlendirilmesini yapmışlardır. Bu çalışmada Cendere Havzası ve civarının jeolojisi, mineralojik-petrografik incelenmesi, teknolojik özellikleri, Cendere kırmataş-beton-asfalt üretim havzası ve özellikleri, Cendere Havzası tesislerinin kapasite ve üretim miktarları ele alınmıştır.

DPT (2001), Madencilik Özel İhtisas Komisyonu, Endüstriyel Hammaddeler Alt komisyonu yapı, malzemeleri raporu hazırlamıştır. Bu raporda agrega ve agregaların sınıflandırılması, çimento tüketimine bağlı agrega tüketim miktarları, taş ocaklarının kapasite ve kullanımları, üretim yöntemi-teknoloji, standartlar, üretim miktarları, maliyetler, dış ticaret durumu, sektörün sorunları, çevreye yönelik politikalar ve ulaşılmak istenen amaçlar ortaya konulmuştur.

Arioğlu (2003), agrega sektörünün genel bir değerlendirmesini yaparak bu değerlendirmeler eşliğinde önerilerde bulunmuştur. Bu çalışmada global ölçekte agrega sektörü, inşaat sektörüne genel bakış, hazır beton sektörüne toplu bakış, agrega sektörü ve sorunlarını ele almıştır.

Uz ve diğ. (2003), İstanbul ve civarı agregaların petrografik özellikleri ve beton dayanımına etkileri adlı çalışmayı hazırlamışlardır. Bu çalışmada agrega ve petrografi, agrega-çimento bağlanması, İstanbul ve civarında agrega üretim ocaklarının jeolojik formasyonlara göre dağılımı, fiziksel ve mekanik özellikler açısından agregalar ve agrega türlerinin beton mukavemetindeki yeri araştırılmıştır.

Ünal (2003), Afyon yöresi agregalarının fiziksel özelliklerinin araştırılmasını ele almıştır. Bu çalışmada agregaların genel özellikleri, agregalar üzerinde yapılan deneyler ve deney sonuçları değerlendirilmiştir.

1.4.2. Uluslararası düzeyde yapılan incelemeler

Nasser (1987), çalışmasında Colorado Denver metropol alanı için agrega arz talep analizi yapmıştır. Bu çalışmada, agrega üretim alanları faaliyette olanlar ve potansiyel alanlar olarak değerlendirilmiştir.

Johnson ve De Graff (1988), çalışmalarında dolomitik kireçtaşlarının alkali karbonat reaksiyon potansiyelini, petrografik incelemeler yanında bu reaksiyonu belirleyen spesifik deneyler ile açıklamışlardır.

Langer (1988), yılında hazırladığı raporda 1/5.000.000 ölçekli 2 adet ABD'nin potansiyel doğal agrega kaynaklarını (kum-çakıl, ana kaya) gösteren harita yapmıştır.

Kulvanit (1991), yaptığı tez çalışmasında Colorado Larimer bölgesinde potansiyel kırmataş agrega kaynaklarını araştırmıştır.

Knepper ve diğ. (1994), doğal agrega kaynaklarının değerlendirilmesinde uzaktan algılama ve havadan uygulanan jeofizik yöntemleri adlı çalışmayı bir rapor olarak sunmuşlardır. Raporda tanımlanan yöntemler yanında agrega kaynak tipleri, agrega alanlarının A.B.D'de dağılımları, agreganın fiziksel özellikleri, geleneksel agrega kaynak alanları araştırma yöntemleri ve USGS doğal agrega değerlendirme işlemlerini anlatmışlardır.

Primel ve Tourenq (2000), "Aggregate" adlı kitapta jeolojik araştırmalar, arama, çevre, agrega testleri, özellikleri, çıkartılması, işleme tesisleri, ekipmanlar ve kalite kontrolü konuları hakkında ayrıntılı bilgiler, bölümler altında verilmiştir. Fransa'daki agrega pazarı ve agrega durumu da bu kitapta anlatılmaktadır.

Kerr ve diğ. (2005), yeni agrega kaynak alanlarının araştırılmasında CBS, uzaktan algılama ve GPS teknolojileri entegre edilerek Kuzeydoğu British Columbia (Kanada) eyaleti için potansiyel agrega kaynak alanları belirlemişlerdir.

Joanne ve diğ. (2006–2010), yılları arası Kungliga Tekniska Högskolan (KTH)'dan agrega kalitesini araştırılması için bir proje İsveç'te belirlenen 3 farklı alan için uygulanmıştır. Halen devam eden bu projede agrega kalitesinin karakterize edilmesi, kaya kütleleri ve üzerlerinde gelişmiş ayrık buzul malzemesinin iyi kalitede agrega olarak belirlenebilmesi için yöntemler geliştirilmiştir.

2. JEOLojİ

Kocaeli İli, jeolojik açıdan iki önemli tektonik ve yapısal birliği bir arada bulundurmaktadır. Bunlardan biri İzmit Körfezi'nin kuzeyinde yer alan, Şengör ve Görür (1983) tarafından Moezya platformundan kopup geldiği öne sürülen ve ağırlıklı olarak İstanbul Paleozoyiği ile Kocaeli Triyas'ını içeren Kocaeli Yarımadası, diğeri ise İzmit Körfezi'nin güneyinde yer alan ve Sakarya Zonu'nun bir bölümü olan Armutlu Yarımadası'dır.

Kocaeli İli, birbirinin doğal uzantısı olan İstanbul Yarımadası ve Kocaeli Yarımadası ile birlikte "İstanbul Zonu" olarak isimlendirilen tektonik birlik üzerinde yer alır. Keza, İzmit Körfezi de Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Marmara Grabeni sistemlerinin birlikte etkileşimde bulunduğu Doğu-Batı gidişli aktif graben içinde görülür. Kocaeli İli'nin doğu uzantısında Sapanca Gölü bulunur. Kuzeyinde Kocaeli Yarımadası ve güneyinde Armutlu Yarımadası yer alır. Yörede en detaylı jeolojik çalışma Gedik ve diğ. (2002) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar Kocaeli Yarımadası'nda otuz beş farklı formasyon incelemişler ve bunlardan otuz birinin Kocaeli İl sınırları içinde yer aldığını belirlemiştir.

Yaklaşık 3750 km² yüzölçümüne sahip olan Armutlu Yarımadası'nın orta ve doğu kısmının bir bölümü Kocaeli sınırları içerisinde kalmaktadır. Armutlu Yarımadası'nın jeolojisi Göncüoğlu ve diğ. (1986) tarafından detaylı bir şekilde incelemiştir. Yarımadaadaki birimler Triyas-Kuvaterner yaş aralığında yer almakta olup, ofiyolitik ve metamorfik birimler ağırlıktadır (Artut ve diğ. 2006).

2.1. Önceki Jeolojik İncelemeler

Erguvanlı (1949), Gebze-Hereke civarındaki çalışmada; Maastrichtiyen yaşlı marnlı kireçtaşlarını ve Daniyen'e ait yoğun Discocyclina'lı kireçtaşlarını tanımlamıştır. Tavşanlı Köyü batısında işletilen Kampaniyen yaşlı Rudistli kireçtaşı ile Hereke ve civarında yüzeyleyen çakıllı kireçtaşları hakkında bilgi vermiştir.

Abdüsselamoğlu (1963), 1/100.000 ölçeğinde Kocaeli Yarımadası'nın tümünün jeolojisini çalışmış, birimleri Paleozoyik, Mesozoyik, Senozoyik başlıkları altında tanımlamıştır. Araştırmacıya göre, Üst Kretase birimlerini taban konglomeraları, volkanik katkılı fliş ile kireçtaşı ve marnlı kireçtaşı oluşturur. Paleozoyik ve Triyas birimleri üzerinde uyumsuz olarak bulunduğunu belirttiği söz konusu birimlerden volkanik katkılı flişte Senoniyen faunası, kireçtaşı ve marnlı kireçtaşlarından ise Kampaniyen-Maastrichtiyen faunasını saptamıştır. Paleosen marn ve marnlı kireçtaşlarıyla temsil edilmekte olup, Geç Paleosen-Erken Eosen faunasının varlığını ortaya koymuştur. Ancak birimlerin Nummulitli Eosen tabakaları altında bulunmaları nedeniyle yaşı, Paleosen olarak kabul edilmiştir. Eosen dönemine ait birimler marnlı, killi kireçtaşı ile kumlu kireçtaşı ve kumtaşlarından oluşur. Üst Kretase tabakaları üzerinde transgresif aşınmalı olarak bulunduğunu belirttiği bu birimlerde araştırmacı Eosen faunasını saptamıştır.

Altınlı (1968), Hereke-İzmit ve Kutluca Köyü'nün 15 km kadar kuzeyi arasında kalan alanda yapmış olduğu çalışmada Üst Kretase-Paleosen birimlerinden karbonatlı çakıltaşlarını, Hereke çakıltaşını, mikritik kireçtaşlarını, Şemsettin kireçtaşı, marnları ve Korucu formasyonunu incelemiştir.

Abdüsselamoğlu (1977), Gebze İlçesi'nde Triyas-Üst Kretase birimleri üzerinde çalışmıştır. Triyas birimlerinin üzerinde aşıl uyumsuz olarak yer alan Kretase'ye ait kireçtaşlarında Geç Kretase yaşını veren bir fauna olduğunu belirtmiştir.

Yurtsever (1982), Kocaeli Triyası'nın stratigrafî ve biyostratigrafisine yönelik çalışmasında Triyas yaşlı birimleri; Kapaklı formasyonu, Hereke grubu (Erikli fm., Demirciler fm. ve Ballıkaya fm.), Kazmalı formasyonu, Tepeköy formasyonu, Çerkeşli formasyonu, Kretase-Tersiyer birimleri; Eren çakıltaşı, Kutluca kireçtaşı, Şemsettin kireçtaşı, Korucu formasyonu; Pliyosen birimleri; Belgrad formasyonu, Kuvaterner çökellerini de; traverten ve alüvyon adlarıyla, püskürük kayalar volkanitler başlığıyla tanıtmıştır. Üst Kretase birimleri Paleozoyik ve Triyas birimleri üzerinde aşıl uyumsuz olarak yer alır. Kutluca kireçtaşı ile yanal geçişlidir. Kutluca kireçtaşı Rudistli, kırıntılı kireçtaşı karakterindedir. Birimde tanımlanmış olan faunaya göre yaşının Maastrichtiyen olduğu belirtilmiştir. Araştırmacı, kalkarenit

ve marn ara seviyeli kireçtaşlarından oluşan Şemsettin kireçtaşında saptanan faunaya göre Kampaniyen-Erken Eosen yaş aralığı elde edilmiş olduğunu ancak, formasyonun Maastrichtiyen’le başlayıp, Erken Eosen’e kadar çıktığını vurgulamıştır. Killi kireçtaşı ve kumtaşı ara katmanlı marnlardan oluşan Korucu formasyonu, Şemsettin kireçtaşının orta ve üst seviyeleri ile yanal ve dikey geçişli olduğunu belirtmiştir. Birimin yaşı, stratigrafik konumuna göre Paleosen-Erken Eosen olarak kabul edilmiştir.

Eren ve diğ. (1996), Kocaeli-Gebze İlçesi, Tavşanlı Köyü civarındaki kireçtaşı sahalarının jeolojisi, rezerv analizi ve İstanbul Metropolü yönünden önemini araştırmışlardır. Bu çalışmada bölgenin konumu, jeolojisi, Hereke formasyonunun petrografik özellikleri, hammadde olarak kullanım imkanları, bölgedeki taşocağı işletmeciliği, sahanın rezervi ve İstanbul Metropol alanındaki agrega ocaklarının durumunu değerlendirilmiştir.

2.2. İnceleme Alanı Jeolojisi

İnceleme alanında bulunan birimler yaşlıdan gence doğru temel, Kretase-Tersiyer ve Plio-Kuvaterner birimler olarak 3 grup altında değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme kapsamında yer alan birimler aşağıda açıklanmıştır. İnceleme alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasının 1/80.000 ölçeğine küçültülmüş hali Ek A Şekil A.1’de yer almaktadır.

2.2.1. Temel birimler

Çalışma alanında bulunan temel birimler Erken Ordovisiyen yaşlı birimlerle başlar. Bunlar sırayla; kumtaşı ve şeyl ardalımalı Bakacak formasyonu, dereceli geçişli olarak çakıltası, kumtaşı ve şeyl litolojili Kurtköy formasyonu, geçişli olarak ise kuvars kumtaşı ve lamine şeyl ardalıması, çakıltası ile temsil edilen Aydos formasyonudur. Erken Ordovisiyen yaşlı şeyl-kumtaşı ardalımalı Soğuksu formasyonu, Bakacak, Kurtköy formasyonlarına yanal geçişli tavanda ise Aydos formasyonu ile dereceli geçişlidir. Erken Ordovisiyen-Erken Silüriyen yaşlı kuvars kumtaşı, çakıltası litolojili Aydos formasyonu tabanda Kurtköy, tavanda ise Aydos

formasyonu ile geçişlidir. Silttaşı-şeyl ile kumtaşı ardalanmalı Gözdağ formasyonu tabanda Aydos, tavanda ise Dolayoba formasyonları ile geçişlidir. Gözdağ formasyonunun yaşı Geç Ordovisiyen-Erken Landoveriyen, üst grovakların yaşını ise Landoveriyen olarak belirlenmiştir. Yumrukaya grubu içinde resifal kireçtaşı ile temsil edilen Dolayoba formasyonunun yaşı, Venlokiyen-Ludloviyen olarak belirlenmiştir. Birim tabanda Gözdağ formasyonu tavanda ise İstinye formasyonu ile dereceli geçişlidir. Kireçtaşı ile şeyl-kumtaşı litolojili İstinye formasyonu Geç Siluriyen'in Üstü-Erken Devoniyen'in Altı olarak yaşlandırılmıştır. İstinye formasyonu tabanda Dolayoba, tavanda ise Kartal formasyonları ile geçişlidir. Kumtaşı (grovak)-şeyl, kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ile temsil edilen Kartal formasyonu Erken Devoniyen'in Üstü-Orta Devoniyen'in altı olarak yaşlandırılmıştır (M.T.A., 2005).

Denizliköy grubu içinde Kartal formasyonu ile uyumlu olarak bulunan kireçtaşı, ortada şeyl-çört ardalanması ve tavanda genellikle kireçtaşı ardalanmalı Büyükada formasyonunun yaşı Orta Devoniyen'in Üst seviyeleri-Geç Devoniyen olup tabanda Kartal, tavanda ise Baltalimanı formasyonları ile dereceli geçişlidir. Radyolarit, çört ve silisli şeyl ile temsil edilen Baltalimanı formasyonu tabanda Büyükada formasyonu (Ayineburnu üyesi), tavanda ise Trakya formasyonu ile geçişli ve yaşı Erken Karbonifer'in alt seviyeleri olarak verilmiştir. Kireçtaşı-şeyl aradalanması, yer yer çört bantlı, kumtaşı seviyeli Trakya formasyonu tabanda Baltalimanı formasyonu ile geçişli tavanda aşınmalı olup, kendinden genç birimler tarafından uyumsuz olarak örtülür. Formasyonun yaşı Erken Karbonifer'in Üstü olarak kabul edilmiştir. Permiyen yaşlı Sancaktepe graniti derinlik kayacı karakterinde olup Trakya formasyonunun üstüne gelir. Trakya formasyonu ise altta Baltalimanı formasyonu ile geçişli ve üstte Kapaklı formasyonu ile uyumsuz olarak yer almaktadır.

Kocaeli Triyas'ı olarak bilinen Permo-Triyas yaşlı birimler, kaya türü bakımından kısmen farklı özellikler gösteren diğer Permo-Triyas yaşlı birimlerden ayırt etmek için "Kocaeli Triyas İstifi" olarak adlandırılmıştır. İstif, alttan üste doğru karasal özellikli Kapaklı, denizel özellikli Erikli, Demirciler, Ballıkaya, Kazmalı, Tepeköy ve birbirinin yanal eşiti olan Bakırlıkıran ile Çerkeşli formasyonlarından oluşmaktadır. Kocaeli Triyas istifinde yer alan Kapaklı formasyonu Geç Permiyen-

Erken Skitiyen yaşı olarak kabul edilmiş olup tabanda Paleozoyik yaşı birimlerden Trakya formasyonunu açısız uyumsuzlukla üzerler, tavanda ise Erikli formasyonu ile arasında var olan yersel uyumsuzluğuna karşın, genelde bu formasyon ile dereceli geçişlidir. Kuvars kumtaşı, silttaşı, şeyl ve kumlu kireçtaşı seviyeleri içeren Erikli formasyonu tabanda Kapaklı formasyonu ile yanal ve dikey geçişlidir. Ancak iki birim arasında yersel olarak uyumsuzluk görülürken genelde yanal geçişlidir. Tavanda Sarpdere formasyonu ile geçişli ve yaşı Erken-Geç Skitiyen olarak kabul edilmiştir. Killi, mikritik kireçtaşı ile silttaşı, şeyl ve kumtaşı litolojili Demirciler formasyonu tabanda Erikli, tavanda ise Ballıkaya formasyonları ile dereceli geçişlidir ve yaşı, Geç Skitiyen olarak kabul edilmiştir. Sarpdere formasyonu şeyl, kumtaşı ve kireçtaşı litolojiye sahip olup yaşı Skitiyen olarak kabul edilmiştir. Birim tabanda Erikli formasyonu ile dereceli geçişli üstü ise aşınmalıdır. Dolomit ve dolomitik kireçtaşı seviyeleri içeren Ballıkaya formasyonunun yaşı Geç Skitiyen-Erken Anisiyen olarak belirlenmiştir. Birim tabanda Demirciler, tavanda ise Kazmalı formasyonu ile geçişlidir. Mikritik kireçtaşı ve silttaşı, marn-şeyl seviyeleri içeren Kazmalı formasyonunun yaşı Geç Anisiyen-Erken Karniyen olarak kabul edilmiştir. Birim tabanda Ballıkaya, tavanda ise Tepeköy formasyonu ile geçişlidir. Tepeköy formasyonu kumtaşı arakatmanlı şeyl ve marn litolojiye sahip olup tavanda Bakırlıkıran formasyonu, tabanda ise Kazmalı formasyonu ile dereceli geçişlidir. Yaşı Geç Karniyen olarak kabul edilmiştir. Noriyen yaşı Bakırlıkıran formasyonu kumtaşı, şeyl, marn seviyeli ve karbonatlı çakıltı, karbonatlı kumtaşı litolojili Çerkeşli formasyonu ve Tepeköy formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir. Tepeköy formasyonunun olmadığı yerlerde Kazmalı formasyonu (Kuşça üyesi) üzerinde uyumlu olarak yer alır. Üstü aşınmalı olup, Teksen formasyonu tarafından açısız uyumsuzlukla örtülür (M.T.A., 2005).

2.2.2. Kretase-Tersiyer birimleri

İnceleme alanında bulunan Kretase-Tersiyer yaşı birimlerden oluşur. Kretase birimler; Teksen, Yemişliçay grubu içerisinde yer alan “İshaklı ve Riva formasyonları”, Hereke, Kutluca, Akveren formasyonlarından oluşmuştur. Tersiyer yaşı birimler ise; Atbaşı, Çaycuma, Hatipler, Yunuslubayır, Kayalıtepe ve Meşetepe formasyonlarından oluşmuştur.

Çalışma alanında Kretase yaşlı birimler Teksen formasyonu ile başlar. Bu formasyon kendisinden yaşlı birimler üzerine açısal uyumsuzlukla gelir. Tavanda ise Yemişliçay grubu içerisinde yer alan İshaklı formasyonu ile bu formasyonun kamalanıp yok olduğu yerlerde de Akveren formasyonu ile dereceli geçişlidir. Teksen formasyonunun yaşı, Geç Santoniyen-Erken Maastrichtiyen'dir. Kumtaşı, şeyl seviyeli İshaklı formasyonu ise Teksen formasyonu üzerinde geçişli olarak, bu formasyonun olmadığı kesimlerde de çoğunlukla Triyas birimleri üzerinde uyumsuzluk ile yer alır. Birim tavanda ve yanalda Geç Santoniyen-Kampaniyen yaşlı Riva formasyonu ile geçişlidir. Bazalt, aglomera, andezit, dasit, riolit, trakiandezit, spilit ve yeşil renkli tüfler ile ara katkılı olarak kumtaşı ve şeyl litolojili Riva formasyonu tabanda ve yanalda İshaklı formasyonu ile geçişlidir. Tavanda ise hem İshaklı formasyonu ve hem de onun kamalanıp yok olduğu istiflerde Akveren formasyonu ile geçişlidir. Karbonat çakıltası seviyeli Hereke formasyonu tabanda kendinden yaşlı birimler üzerinde açısal uyumsuzlukla yer alır, tavanda ise Akveren formasyonu ile geçişlidir. Yanalda Kutluca formasyonu ve Teksen formasyonu ile giriktir. Bu yüzden Hereke formasyonunun yaşı, yanalda Kutluca formasyonu ile girik olduğundan Geç Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen olarak kabul edilmiştir. Kutluca formasyonu kendinden yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak da yer alır. Tavanda ise, Akveren formasyonu ile geçişli olup birimin yaşı Kampaniyen olarak belirlenmiştir. Akveren formasyonunun yaşını ise "Geç Kampaniyen-Geç Paleosen" olarak kabul edilmiştir. Akveren formasyonu, altta Teksen formasyonu üzerinde geçişli olarak, üstte ise Atbaşı formasyonu ile tedrici geçişlidir.

Tersiyer yaşlı birimler ise Atbaşı formasyonu ile başlar. Birim içerisinde yer alan olistostromal kireçtaşı, marn, kiltası ve şeyl kesimi, Gedik ve diğ. (2004)'e göre "Şile üyesi" olarak adlandırılmıştır. Tavanda Çaycuma formasyonunun Geç İpresiyen'e ait Nummulitli kireçtaşı-karbonatlı kumtaşları tarafından uyumlu olarak örtülür. Üyedeki marn, kiltası ve şeyllerde İpresiyen yaşını veren Nannoplankton faunası saptanmıştır. Atbaşı formasyonu tavanda Çaycuma formasyonu ile geçişlidir. Karasal kırıntılılar ile üstte kireçtaşı seviyeleri içeren Lütesiyen yaşlı Hatipler formasyonu tabanda Melemezli üyesi ile geçişli, üyenin kamalanıp yok olduğu kesimde ise, Akveren formasyonu üzerinde açısal uyumsuz olarak yer alır. Geç İpresiyen-Lütesiyen yaşlı kireçtaşı, killi-kumlu kireçtaşı, şeyl, kumtaşı litolojili Yunuslubayır

formasyonu tabanda Atbaşı formasyonu ile geçişli olup Hatipler formasyonu ile yanal ilişkisi gözlenmemiştir. Kayalıtepe formasyonunun yaşı “Geç Oligosen-Erken Miyosen” olarak benimsenmiştir. Birim, alta kendinden yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Yanalda Meşetepe formasyonu ile giriktir. Kömürlü şeyl, marn ve kıltaşı, kumtaşı ve çakıltası ile temsil edilen Meşetepe formasyonu tabanda kendinden daha yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak, tavanda ise çoğunlukla aşınmalıdır. Kartal formasyonundan türeme şeyl seviyeli Darıca formasyonu tabanda Triyas yaşlı birimler ile uyumsuz olarak yer alır (M.T.A., 2005).

2.2.3. Plio-Kuvaterner birimleri

Bu çalışmada Plio-Kuvaterner yaşlı birimler, Darıca ve Karapürçek formasyonları, güncel oluşuklardan traverten, alüvyon, eski alüvyon, kumul, plaj kumu ve yamaç molozundan oluşmuştur.

Şeyl seviyeli birimlerden oluşan Darıca formasyonu tabanda Triyas yaşlı birimler ile uyumsuz olarak yer alır. Tavanda uyumlu olarak çakıltası, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ile silttaşı, kıltaşı ve marn litolojili Karapürçek formasyonu bulunur. Yaşı stratigrafik konumuna göre Pliyosen-Erken Kuvaterner olarak kabul edilmiştir. Birim tabanda Darıca formasyonu ile olası uyumlu diğer yaşlı birimlerle uyumsuz ilişkilidir. Tavanda ise uyumsuz olarak traverten, akarsu vadilerinde, çakıl, kum, silt ve killerden oluşan alüvyon kumu ve plaj kumu gelmektedir (M.T.A., 2005).

2.3. Stratigrafi

İnceleme alanında yer alan birimler yaşlıdan gence doğru Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı litolojilerden oluşmaktadır. İnceleme amacına bağlı olarak ayırtlanmış kaya birimleri ile bunlara ait tanıtıcı özellikleri, kalınlıkları ve bu birimlerin oluşturduğu formasyonların adları Şekil 2.1’de verilen genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesitinde gösterilmiştir.

2.3.1. Paleozoyik

Paleozoyik yaşı birimler yaşıdan gence doğru Soğuksu, Bakacak, Kurtköy, Aydos, Gözdağ, Yumrukaya grubu (Doloyoba, İstinye formasyonları), Kartal, Denizliköy grubu (Büyükada, Baltalimanı formasyonları), Trakya formasyonlarından oluşmuştur. Bu formasyonları oluşturan birimler, formasyonların birbirleriyle olan dokanak ilişkileri, yaşları ve kalınlıkları aşağıda açıklanmıştır.

2.3.1.1. Soğuksu formasyonu (Os)

İnceleme alanı sınırlarında en yaşı sedimanter birimlerden biri olup, Bakacak formasyonu ile yanal geçişlidir. İnceleme alanının güneyinde İzmit İlçesi'nde küçük bir alanda yüzeylenmektedir. Formasyon, Erken Ordovisiyen yaşı sedimanter birimlerden oluşmaktadır. Birimler, grimsi yeşil ve kırmızı-mor renkli kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşmaktadır. Bu birimlerden oluşmuş formasyona “Soğuksu formasyonu” adı verilmiştir. Birimin adı Soğuksu Köyü'nden (Çamdağ) almıştır. Bu adı ilk kez Kaya (1982), Yazman ve Çokuğraş (1983) tarafından Çamdağ'da (Sakarya İli kuzeyi) yüzeylenen, Gedik ve Önalın (2001) tarafından yapılmış olan çalışmada ise yer alan istife göre aynı konumlu benzer özellikteki birime verilmiştir. Birim, üstte Kurtköy formasyonu ile dereceli geçişli ve kalınlığı ise 700 m üzerinde olduğu tahmin edilmektedir.

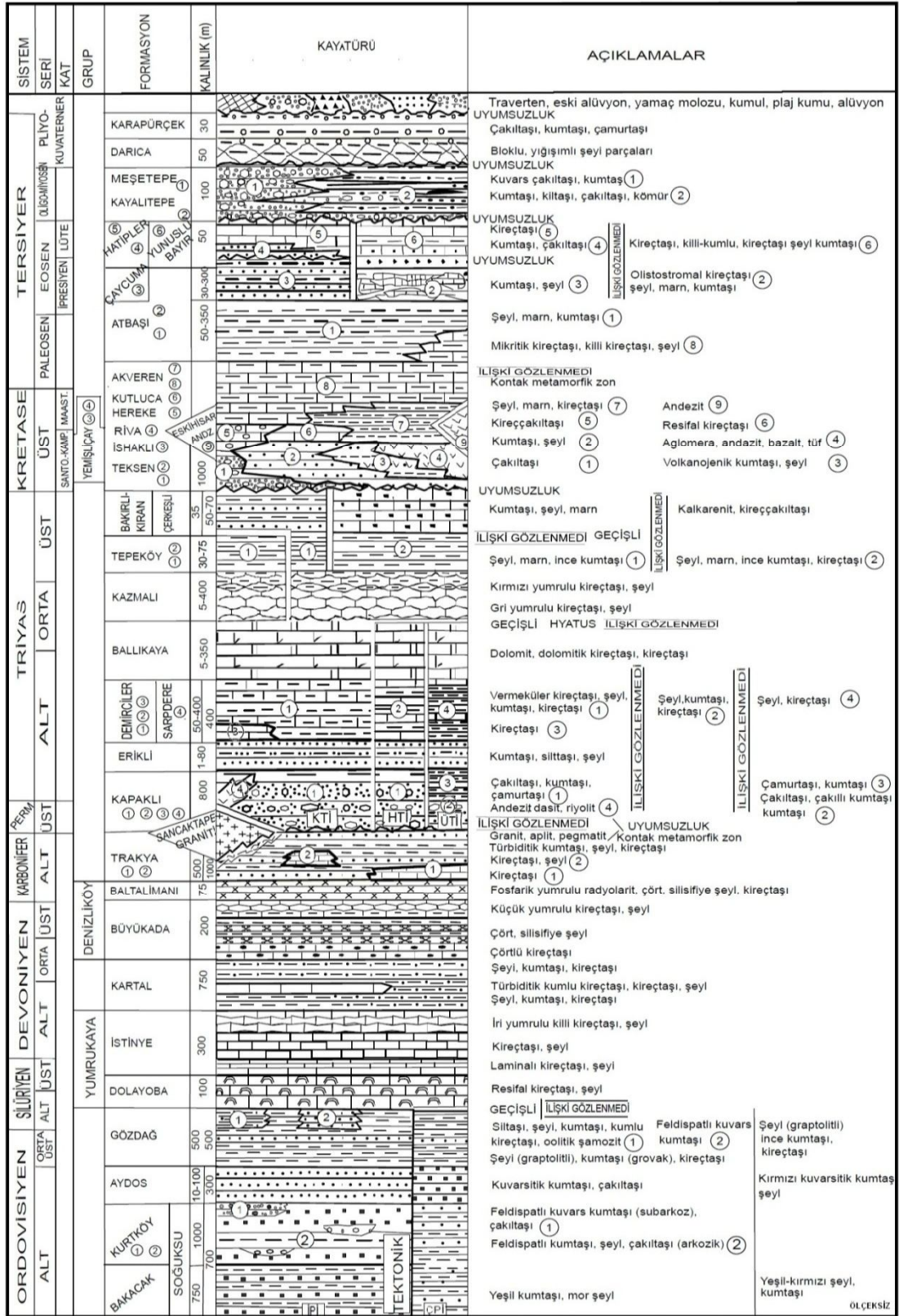
2.3.1.2. Bakacak formasyonu (Ob)

Bakacak formasyonu inceleme alanının güneybatısına doğru Gebze ve Dilovası ilçeleri arasında küçük bir alanı kaplamaktadır. Formasyon; grimsi yeşil, ince, genel olarak orta tabakalı kumtaşı ve mor renkli, laminalı şeyl ardalanmasından oluşmuştur. Kumtaşları oldukça dayanımlıdır. Baklava şekilli dilimlenme sunan birimde, kumtaşı katmanlarının sıklığı, kalınlığı ve tane boyutu üste doğru artar. Formasyon, diyorit daykları tarafından sıkça kesilmiştir. Formasyon, Çamdağ alanında (Sakarya İli KD'su) Kurtköy formasyonu altında yer alan yeşil ve mor renkli kumtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşmuş olup Kaya (1982) tarafından adlandırılmıştır. Gedik ve diğ. (2002) ise İstanbul Paleozoyik istifinde yer alan

akarsu çökellerinin altında yüzeyleyen, iki çökel biriminden yeşil-yeşilimsi gri renkli kumtaşı ile mor renkli şeyl ardalanmasından oluşmuş olan birimlerden üstteki birimlere “Bakacak formasyonu” adını vermişlerdir. Formasyonda herhangi bir fosile rastlanılmamış olup, yaşı Erken Ordovisiyen olarak kabul edilmiştir (Gedik ve diğ. 2002). Bu formasyon stratigrafik kesitte dokanak ilişkisine göre üstte Kurtköy formasyonu (Ok) ile tedrici geçişli olup kalınlığı 750 m kadardır.

2.3.1.3. Kurtköy formasyonu (Ok)

İnceleme alanının kuzeybatısında Gebze İlçesi’nde geniş bir alanda, kuzeybatıdan güneybatıya doğru gidildikçe küçük bir alanda ve güneybatıdan doğuya doğru gidildikçe Körfez-Derince ilçelerinin kıyı kesimlerinden iç kesimlere gidildiğinde geniş bir alanda yüzeilenmektedir. Formasyonu, Haas (1968) “Kurtköy tabakaları”, Kaya (1978) “Kurtköy arkoz birimi” ve Önalın (1981, 1982) “Kurtköy formasyonu” adı altında incelemiştir. Aynı birimi, Altınlı (1968), İzmit yöresinde “Sopalı formasyonu” olarak adlandırmıştır. Kurtköy formasyonu genel olarak arkozik birimlerden oluşmuştur. Bu birimler, soluk mor, grimsi mor, kırmızı ve seyrek olarak yeşilimsi gri renkli, çapraz tabakalı çakıltası, kumlu çakıltası, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve lamine şeyllerden meydana gelmiştir. Birim çok tür tane bileşenlidir. Birim üstte (Aydos formasyonuna geçişte) subarkoz karakterindedir. Bu birim, Kaya (1978) tarafından “Ayazma Ast Birimi”, Önalın (1978) tarafından da “Gülsuyu üyesi” ve “Başbüyük üyesi” adı altında incelenmiştir. Formasyonda herhangi bir fosile rastlanılmamış olup önceki araştırmacılar tarafından çok farklı şekilde yaşlandırılmıştır. Fakat formasyonun yaşını son olarak Erken Ordovisiyen yaşı olarak kabul edilmiştir. Bu formasyon altta Bakacak (Ob), üstte ise Aydos formasyonu (Oa) ile geçişlidir. Birimin kalınlığı değişken olup, 1000 metreye kadar ulaştığı tahmin edilmektedir. Kendini oluşturan kaya türleri arasında yanal ve dikey yönde değişim gösterir.



KTİ: Kocaali Triyas İstifi HTİ: Hüseyinli Triyas İstifi ÜTİ: Üçgaziler Triyas İstifi İPİ: İstanbul Paleozoyik İstifi ÇPİ: Çnarlıdere Paleozoyik İstifi

Şekil 2.1: Kocaali Kuzeyi'nin genelleştirilmiş stratigrafik kesit (Gedik ve diğ. (2004)'ten değiştirilerek)

2.3.1.4. Aydos formasyonu (Oa)

Aydos formasyonu inceleme alanının kuzeybatısından güneybatısına doğru gidildiğinde Gebze İlçesi'nde irili ufaklı alanlar şeklinde ve güneybatıdan iç kesimlere doğru gidildiğinde Körfez, Derince ve İzmit ilçelerinde irili ufaklı alanlarda görülmektedir. Formasyon, Kaya (1978) "Aydos Kuvarsarenit Birimi" ve Önalın (1981, 1982) "Aydos formasyonu" adı altında incelemiştir. Aynı birimi, Altınlı (1968), İzmit yöresinde "Çene formasyonu" olarak adlandırmıştır. Formasyon genel olarak beyaz, açık gri, bej ve kırmızı-mor renkli, ince-kalın tabakalı, silis çimentolu, kuvars kumtaşı ve kuvars çakıltaşından oluşmuştur. Alt kesimde pembemsi mor renkli, siltaşı-şeyl ara tabakalı kuvars kumtaşı yer alır. Formasyonda ara seviyeler halinde tektür tane bileşenli kuvars çakıltaşları gözlenir. Sedimanter yapı olarak büyük ve küçük ölçekli çapraz tabakalanma, koşut laminalanma, kuruma çatlağı, merceksi ve balıkkılçığı çapraz tabakalanma gözlenir. Eski akıntı yönleri analizi, birimin kuzey-kuzey doğusundan, granitik ve metamorfik bir kaynak alandan beslendiğini gösterir (Önalın, 1981, 1982). İz fosilleri, düşey Vermes tüpleri (Monocraterion) ve Trilobit izleri (Crusiana) dışında herhangi bir fosile rastlanılmamıştır (Kaya, 1978). Formasyona önceki araştırmacılar tarafından çok farklı yaşlar verilmiş olsa da Haas (1968) tarafından Erken Ordovisiyen-Erken Silüriyen olarak verilen yaş kabul edilmiştir. Formasyon, altta Kurtköy (Ok) üstte ise Gözdağ (OSg) formasyonları ile geçişlidir. Formasyon 10–200 m arasında değişen kalınlıklara sahiptir.

2.3.1.5. Gözdağ formasyonu (OSg)

İnceleme alanının kuzeybatısından güneybatısına doğru gidildiğinde Gebze İlçesi'nde hem büyük hem de küçük alanlar şeklinde ve güneybatıdan iç kesimlere doğru gidildiğinde Körfez, Derince ve İzmit ilçelerinde geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Kuvars kırıntılı şeyl, feldispatlı vake, demirli kumtaşı, oolitik şamosit ve kireç vake taşlarından oluşmuş olan (graptolitli) formasyon, Önalın (1981) tarafından adlandırılmıştır. Hereke-İzmit arasında Altınlı (1968) "Çınarlı grubu" içinde ve Çakır (2000) ise "Çınarlıdere formasyonu" adı altında incelemiştir. Formasyon, genel olarak, yeşilimsi gri, gri, altere sarımsı kahverenkli, ince tabakalı

silttaşı-şeyl ile koyu yeşil ve yeşilimsi gri renkli, ince-orta tabakalı kumtaşı ar dalanmasından oluşur. Üst seviyeleri mor, kahverengi ve gri renkli silttaşı-şeyl ar dalanması karakterindedir. Bu düzey mercek sel geometrili, feldispatlı kuvars kumtaşları (subarkozlar) ile oolitli ş amozitler içerir. Formasyonun üst düzeylerinde mercekler halinde yer alan subarkozlar “Aydınlı üyesi”, aynı düzeydeki demirli kırıntılar ile Dolayoba formasyonunun altındaki demirli birimler “Umurdere üyesi” olarak ayırtlanıp adlandırılmıştır. Gözdağ formasyonu fosil bakımından oldukça zengindir. Önceki araştırmacılar, Sefalopod, Brakiyopd, Trilobit, Mercan, Ostrakod, Graptolit ve Ortoseras gibi fosiller içerdiğinden bahsetmiş tirler. Formasyonun yaşı Haas (1968) göre Erken Landoveriyen, Altınlı (1968) ve Çakır (2000) göre ise Brakiyopd ve Graptolit içeren İzmit yöresindeki yüzlekleri dikkate alındığında Erken Devoniyen yaş ını vermektedir. Tüm bu yaşı verileri değ erlendirilerek ve formasyonun en üst düzeylerinde yer alan iki üyenin yaşı Geç Landoveriyen göz önünde bulundurularak Gözdağ formasyonunun yaşı “Geç Ordovisiyen-Erken Silüriyen (Landoveriyen)” olarak benimsenmiştir. Formasyon, altta Aydos (Oa), üstte ise Dolayoba (SDyd) formasyonları ile geç iş lidir. Kalınlığı 250–300 m dolayında olup önemli bir yanal değ iş im göstermez.

2.3.1.6. Yumrukaya grubu (SDy)

Yumrukaya grubu genel olarak çalışma alanının kuzeybatısından güneybatısına doğru gidildiğinde Gebze İlçesi’nde irili ufaklı alanlar şeklinde ve orta kesimlerde yer alan Körfez-Derince ilçelerinde ise küçük alanlar şeklinde bulunmaktadır. Bunun nedeni grup kendi içerisinde formasyonlara ayrılmış şekilde çalışma alanında yüzeylenmektedir. Çalışma alanında yüzeylenen ve Yumrukaya grubunu oluşturan formasyonlar Dolayoba ve İstinye formasyonlarıdır. Grup içerisinde resifal kireçtaşlarının oluşturduğu birimler “Dolayoba formasyonunu”, ince laminalı kireçtaşı-şeyl ar dalanması ile orta tabakalı kireçtaşı ve iri yumrulu kireçtaşı-şeyl ar dalanmasından oluşmuş birimlerde “İstinye formasyonunu” oluşturmuştur. Grup genel olarak karbonat istifinden oluşmuştur. Bu istifi Kaya (1973) “Sedef grubu” adıyla tanımlamıştır. İstifin Yumrukaya Deresi’nde hemen hemen tüm özellikleriyle yüzeylemesi, alt-üst ilişkilerinin görölmesi ve ulaşım kolaylığı nedeniyle bu isim verilmiştir.

2.3.1.6.1. Dolayoba formasyonu (SDyd)

Dolayoba formasyonu inceleme alanının kuzeybatısından güneybatısına doğru gidildiğinde Gebze İlçesi sınırlarında dar ve uzun bir alanda, güneybatısından orta kesimlere doğru gidildiğinde Körfez-Derince ilçelerinde küçük alanlar şeklinde bulunmaktadır. Formasyonda Halysites ve Brachipod’lu resifal kireçtaşlarına Kaya (1973) “Dolayoba kireçtaşı”, Önalın (1981,1982) ise “Dolayoba formasyonu” olarak, Pendik kuzeyindeki Dolayoba Beldesi’nden adlandırmıştır. Altınlı (1968) ise, aynı birimi İzmit İlçesi’nde “Çınarlı grubu” içinde değerlendirmiştir. Birim, genel olarak açık gri ve yer yer pembe, yer yer de açık kahve renkli, ince-kalın tabakalı resifal kireçtaşlarından oluşmuştur. Formasyonun yaşı önceki araştırmacılar tarafından farklı şekilde yaşlandırılrsa da Haas (1968) tarafından “Venlokiyen-Ludloviyen” olarak verilen yaş benimsenmiştir. Formasyon, altta Gözdağ (OSg), üstte ise İstinye (SDyi) formasyonları ile dereceli geçişlidir. Kalınlığı 100 m dolayında olan birimler, yanal ve dikeyde, kendisini oluşturan kaya türleri arasında değişim gösterir.

2.3.1.6.2. İstinye formasyonu (SDyi)

Çalışma alanının kuzeybatısı ile güneybatısı arasında Gebze İlçesi sınırlarında küçük alanlar şeklinde yüzeylenmektedir. Başlıca lamine kireçtaşı, kalkerli şeyl ve tali olarak kumtaşından oluşmuş olan birimi, Kaya (1973) tarafından, İstinye’den adlandırmıştır. Birimi, Paeckelmann (1938) “kalker ağırlıklı grovak şistler (Vorwiegend kalkiege Grauwackenschiefer)”, Ketin (1953) “kireçtaşı (Kalkstein)” ve Haas (1968) “Kireçhane tabakaları (Kireçhane-Schichten)” adı altında incelemiştir. Önalın ise (1982, 1987–1988) bu formasyonu aynı ad altında üç üyeye ayırmıştır. Bu üyelerden Kocaeli Yarımadası’nın alt kısımlarında ince lamine kireçtaşı-şeyl ardalanmasından oluşmuş olanlarına “Sedefadası üyesi”, orta kısmında yer alan ince-kalın tabakalı kireçtaşına “Gebze üyesi” ve üst kısmında yer alan iri yumrulu kireçtaşı-şeyl ardalanmasından oluşmuş olan birimleri ise “Kaynarca üyesi” olarak değerlendirmiştir. Formasyon, adını aldığı İstinye dolayında gri-koyu gri renkli, ince-orta tabakalı ve lamine kireçtaşı ile kalkerli şeyl-kumtaşı ardalanmasından oluşmuştur. İstinye formasyonunun alt düzeyleri (Sedefadası üyesi)

fosilsiz, orta (Gebze üyesi) ve üst düzeyleri (Kaynarca üyesi) fosillidir. Önceki araştırmacılar birimin yaşını Geç Koblensiyen (Emsiyen) Baykal (1943) ve Abdüsselamoğlu (1977) Geç Ludloviyen-Gedinniyen (Lohkoviyen) olarak belirlemişler. Bu veriler değerlendirilerek formasyonun yaşı “Geç Silüriyen’in üstü-Erken Devoniyen’in altı” olarak benimsenmiştir. Formasyon altta Dolayoba (SDyd), üstte ise Kartal (Dk) formasyonları ile geçişlidir. Formasyonun kalınlığı 300 m civarında olup, önemli bir yanal değişim göstermez. Ancak, adını aldığı İstinye’deki yüzlekleri, kireçtaşı-kumtaşı-şeyl ardalanması şeklinde oluşu ile Kocaeli Yarımadası’ndakilerden kısmen farklılık gösterir.

2.3.1.7. Kartal formasyonu (Dk)

Kartal formasyonu çalışma alanının kuzeybatısından güneybatısında doğru gidildiğinde Gebze ve Darıca ilçelerinde irili ufaklı alanlar şeklinde ve orta kısımlarda Körfez-Derince ilçelerinde küçük alanlar şeklinde yüzeylenmektedir. Birim içerisinde yeralan kumtaşı (grovak), şeyl ve biyoklastik kireçtaşı ara tabakalı şeyller, Kaya (1973) tarafından “Kartal formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Formasyon altta yeşilimsi gri renkli, ince-orta tabakalı, kumtaşı (grovak)-şeyl ardalanmasından oluşur. Bu kesim, yer yer kahve renkli, ince-orta tabakalı, yoğun mikali kumtaşı-şeyl ardalanması, yer yer fosil boşluklu, mikali kumtaşı ve şeyl nöbetleşmesi, yer yer koyu gri-siyah renkli, killi kireçtaşı-sileytimsi, karbonatlı şeyl ardalanması, yer yer de, yeşilimsi gri-gri renkli, yongamsı-çubuğumsu ayrışmalı-kırılmalı şeyl karakterindedir. Formasyon, orta kesimlerinde açık gri, gri, beyaz, bej ve sarımsı kahve renkli, ince-orta tabakalı ve laminalı, biyoklastik-türbiditik kireçtaşı ve kumlu kireçtaşı-şeyl ardalanmasından oluşmuştur. Birimin biyoklastik kireçtaşı ağırlıklı kesimi, “Kozyatağı üyesi” (Kaya, 1973’te Kozyatağı fm.) olarak ayırtlanmıştır. Üstte ise, birim kumtaşı ara katkılı şeyllerden oluşmuştur. Kartal formasyonu fosil içeriği bakımından oldukça zengindir. Birimin yaşını önceki araştırmacılarından Paeckelmann (1938) “Geç Devoniyen”, Haas (1968) “Emsiyen-Eyfeliyen” ve Önalın (1982) “Geç Emsiyen” olarak belirlemişler. Bu yaş verileri değerlendirildiğinde formasyonun yaşı “Erken Devoniyen’in üstü-Orta Devoniyen’in altı” olarak benimsenmiştir. Formasyon, altta İstinye (SDyi), üstte ise Büyükada (DCdb) formasyonları ile dereceli geçişlidir. Kalınlığı 750 m dolayında olan birimde,

önemli bir yanal değişim gözlenmemektedir. Ancak, kendisini oluşturan kaya türleri, yanal ve dikeyde, birbirleri arasında değişim gösterir.

2.3.1.8. Denizliköy grubu (DCd)

İnceleme alanının güneybatısında Gebze İlçesi sınırları ve orta kesimlerde ise Körfez İlçesi sınırları içerisinde yüzeilenmektedir. Denizliköy grubu, içerisinde bulunan birimlere göre farklı formasyonlara ayrılmıştır. Bu birimlerden çörtlü kireçtaşı, çört-şeyl aralanmalı, yumrulu kireçtaşından oluşmuş olanlara “Büyükada formasyonu” ve fosfatik yumrulu radyolaritlerinden oluşmuş olanlara ise “Baltalimanı formasyonu” denilmiştir.

2.3.1.8.1. Büyükada formasyonu (DCdb)

Büyükada formasyonu çalışma alanının Gebze İlçesi’nin kuzey ve kuzeybatı arası ile güneybatısında yüzeilenmektedir. Birimler içerisinde yer alan lidit başlıca mikrokristalli kireçtaşı, yumrulu kireçtaşı, kalkerli şeylerden oluşmuştur. Lidit ve grovaklardan oluşan formasyon ilk kez Kaya (1971) tarafından “Büyükada formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Adını Büyükada’dan alan formasyonun ayrıntılı tanımı Kaya (1973) tarafından yapılmıştır. Formasyon içerisinde yer alan birimler kendi aralarında 3 farklı üye adı altında değerlendirilmiştir. Bu birimlerden koyu gri-siyah renkli kireçtaşlı ve şeyl aralanmasından oluşanlara “Bostancı üyesi”, liditlerden oluşanlara “Yörükali üyesi” ve lidit içeren afanitik kireçteşi-şeyl aralanmasından oluşanlara ise “Ayineburnu üyesi” denilmiştir (Kaya, 1971,1973). Birim, altta kireçtaşı, ortada şeyl-çört aralanması ve üstte de genellikle ince yumrulu kireçtaşından oluşmuştur. Çok fazla Goniatis ve Trilobites, nadir olarak da Mercan, Brakiyopod ve Radyolaryalar fosilleri içeren formasyonun yaşı önceki araştırmacılardan Paetzelmann (1938) tarafından “Erken-Orta Devoniyen” ve Abdüsselamoğlu (1963) tarafından ise “Emsiyen-Frasniyen” olarak verilmiştir. Bu yaş verileri göz önünde bulundurulduğunda formasyonun yaşı “Orta Devoniyen”in üst seviyeleri Geç Devoniyen” olarak kabul edilmiştir. Büyükada formasyonu altta Kartal (Dk), üstte ise Baltalimanı (DCdb1) formasyonu ile dereceli geçişlidir.

Formasyonun kalınlığı 200 m civarında olup, kendisini oluşturan kaya türleri arasında yanal ve dikey yönde değişim sunar.

2.3.1.8.2. Baltalimanı formasyonu (DCdbl)

Çalışma alanının kuzeybatısından güneybatısına doğru gidildikçe Gebze İlçesi sınırlarında dar ve uzun bir alanda ve orta kesimlerde Derince İlçesi'nde küçük bir alanda yüzeylenmektedir. Baltalimanı formasyonu lidit (radyolarit) ve silisli şeyl topluluğundan oluşmuş olup, Kaya (1971) tarafından, İstanbul Boğazı'nın batı yakasındaki Baltalimanı Deresi'nden adlandırılmıştır. Formasyon, siyah ve açık gri renkli, laminalı, radyolarit (lidit), çört ve silisli şeyl ardalanmasından oluşmuştur. Formasyon; seyrek olarak, koyu gri-siyah renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı ara katmanları içerir. Tabanında, seyrek olarak, yeşilimsi gri renkli, ince-orta tabakalı, mercekssel geometrilili kumtaşı (grovak)-şeyl ardalanması gözlenir. Formasyon yoğun olarak Radyolary faunası içermekte olup yaşı önceki araştırmacılar tarafından Paeckelmann (1938) tarafından "Erken-Orta Devoniyen", Abdüsselamoğlu (1963) tarafından "Erken Vizeyen", Baykal ve Kaya (1963, 1966) tarafından "Erken Karbonifer" olarak yaşlandırılmıştır. Bu yaş verileri göz önünde bulundurulduğunda formasyonun yaşı "Erken Karboniferin altı" olarak kabul edilmiştir. Formasyon, altta Büyükada formasyonunun Ayineburnu üyesi, üstte ise Trakya (Ct) formasyonu ile geçişlidir. Formasyonun kalınlığı 25–75 m dolayında olup, önemli bir yanal değişim gözlenmez.

2.3.1.9. Trakya formasyonu (Ct)

Trakya formasyonu inceleme alanının kuzeybatısı ile güneybatısı arasında Gebze İlçesi sınırları içerisinde irili ufaklı alanlar şeklinde, orta kısımlarında Körfez-Derince ilçeleri içerisinde küçük alanlar şeklinde ve iç kesimlerden kuzeydoğu yönüne gidildiğinde Kandıra İlçesi sınırları içerisinde küçük ve tek bir alanda bulunmaktadır. Başlıca kumtaşı-şeyl ardalanmasından formasyona, Kaya (1971) "Serie"nin zaman-stratigrafi terimi olması nedeniyle, onun yerine, "Trakya" adını koruyarak, "formasyon" terimini kullanmıştır. Formasyon için yaygın olarak (literatürde) "Trakya formasyonu" adı benimsenmiştir. Birim genel olarak, yeşilimsi

gri renkli, ince-orta tabakalı, türbiditik kumtaşı (grovak) ve şeyl araldanmasından oluşmuştur. Yersel olarak pembe renk gözlenen birimin ayrışma rengi, sarı, sarımsı gri ve sarımsı-kızılımsı kahve renklidir. Kumtaşları, orta-iyi boylanmalıdır. Formasyonda az miktarda kireçtaşı ara düzeyleri gözlenir. Formasyon içerisinde yer alan bu birimlerin yanı sıra koyu gri ve siyah renkli, ince-orta tabakalı, sparit damarlı kireçtaşı ve az oranda da aynı renkli, karbonatlı şeylerden oluşmuş birimler bulunmaktadır. Bu birimler ise Trakya formasyonu altında değerlendirilen “Uğurdere üyesini” oluşturmaktadır. Formasyona önceki araştırmacılar tarafından farklı yaşlar verilmiş olsa da genel olarak karbonatlı kesimleri makro ve mikro fauna ile flora içeren formasyonunun geneline Penck (1919) tarafından “Devoniyen” ve Paeckelmann (1938) tarafından ise “Üst Orta-Üst Devoniyen” olarak yaşlandırılmıştır. Bu yaş verileri göz önünde bulundurulduğunda Trakya formasyonunun yaşı “Erken Karbonifer’in üstü” olarak kabul edilmiştir. Formasyon, altta Baltımanı formasyonu (DCdbl) ile geçişlidir. Üstü aşınmalı olup, kendinden genç birimler tarafından aşısal uyumsuzluk olarak örtölür. Kalınlığı 500 metreden çok olduğu tahmin edilen birim, önemli bir yanal değişim göstermez.

2.3.2. Mesozoyik

Mesozoyik yaşlı birimler yaşlıdan gence doğru Kapaklı, Erikli, Sarpdere, Demirciler, Ballıkaya, Kazmalı, Tepeköy, Bakırlıkıran, Çerkeşli, Teksen, Yemişliçay grubu (İşhaklı, Riva formasyonları), Hereke, Kutluca, Akveren formasyonlarından oluşmuştur. Mesozoyik yaşlı birimler içerisinde yer alan Kapaklı formasyonu Şekil 2.1.’de verilen stratigrafik kesitte Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı birimler arasında yer almakta olup Mesozoyik yaşlı formasyonlar altında değerlendirilmiştir. Mesozoyik yaşlı formasyonları ve bu formasyonları oluşturan birimler, formasyonların birbirleriyle olan dokanak ilişkileri, yaşları ve kalınlıkları aşağıda açıklanmıştır.

2.3.2.1. Kapaklı formasyonu (PTRk)

Kapaklı formasyonu inceleme alanında en fazla yüzlenmekte olan formasyonlardan biridir. Genelde çalışma alanının kuzeybatısı ile güneybatısı arasında Gebze-Körfez ilçeleri arasında büyük bir alanda, Derince-İzmit-Kandıra ilçelerinde ise irili ufaklı

alanlar şeklinde yüzeylenmektedir. Formasyon içerisindeki kırmızı renkli volkanit kırıntılarına Altınlı (1968) “Kapaklı formasyonu” (daha az volkanitli) ve “Dümbüldek formasyonu” (daha çok volkanitli) olarak adlandırmıştır. Yurtsever (1982), ise her iki birime de “Kapaklı formasyonu” adını vermiştir. Formasyon genel olarak, kırmızı renkli, ince-kalın ve çapraz tabakalı, çakıltası, çakıllı kaba kumtaşı, mikalı kumtaşı ve mikalı çamurtaşı-şeyl ardalanmasından oluşmuştur. Yersel olarak, tabanında 3–4 m kalınlığında yamaç molozu bulunur. Çakıltaları kötü boyanmalıdır. Taneler, Karbonifer birimlerinden türeme silisli şeyl, gri renkli kireçtaşı, radyolarit, kuvarsit ve kuvars olup, köşeli-yarı yuvarlaktır. Formasyonda yaygın olarak siller ve dayklar halinde volkanitler gözlenir. Formasyon içerisinde farklı türde bulunan bu birimler üye mertebesinde değerlendirilmiştir. Bu üyeler “Karacatepe volkanit üyesi”, “Ayvalıdere üyesi” ve “Afaklar üyesinden” oluşmuştur. Karacatepe volkanit üyesi; Kapaklı formasyonunu dayk ve siller halinde kesen volkanitlerden meydana gelmiştir. Üye genel olarak, pembe-mor ve yeşil renkli, andezit, bazalt, dasit, riolit ve ignimbiritik tüften oluşmuştur. Ayvalıdere üyesi; kırmızı, morumsu kırmızı ve mor renkli, kalın tabakalı-som görünümlü çakıllı kumtaşı, çakıltası ve orta-kalın tabakalı kumtaşından oluşmuştur. Kötü boyanmalı olup, çok tür tane bileşenlidir. Afaklar üyesi ise; genelde koyu kırmızı, seyrek olarak sarı renkli, ince kumtaşı ara seviyeli, laminalı şeylerden ve çamurtaşlarından oluşmuştur. Formasyon içinde herhangi bir fosile rastlanılmamış olup, yaşı önceki araştırmacılar tarafından daha üstte yer alan Demirciler formasyonunun yaşına göre Baykal (1943) “En Erken Triyas”, Altınlı (1968) ve Yurtsever (1982) “Erken Triyas” ve Dağcı (1978) “Permo-Triyas” olarak kabul etmişlerdir. Bu yaş verileri değerlendirildiğinde Kapaklı formasyonunun yaşı “Geç Permian-İndüyen (Erken Skitiyen)” olarak kabul edilmiştir. Formasyon altta, Erken Paleozoyik birimleri üzerinde aşıl uyumsuzlukla (transgresif aşıl olarak) yer alır. Üstte ise, yersel olarak kıyı uyumsuzluğu, genel olarak dereceli geçiş ile Erikli formasyonu (TRe) yer alır. Formasyonun kalınlığı, 10–800 m arasında değişmektedir.

2.3.2.2. Erikli formasyonu (TRe)

İnceleme alanı içerisinde yer alan Gebze İlçesi’nin güneybatısından kuzeyine doğru gidildiğinde dar ve uzun bir alanda, güneybatı yönünden doğuya doğru gelindiğinde

Körfez-Derince-İzmit ilçelerinde küçük alanlar şeklinde yüzeylenmektedir. Formasyonun adı, Yurtsever (1982) tarafından, Erikli Deresi'nden (Gebze-Anıbal Tepe G'yi) adlandırılmıştır. Gebze İlçesi'nin güneyinde, doğusunda ve kuzeydoğusunda, İzmit kuzeyinde, Demirciler-Köseler köyleri kuzeybatısında, Teke Köyü kuzeybatısında yüzlekleri vardır. Formasyon, sarımsı gri ve bej renkli, ince-orta tabakalı kumtaşından ve kumlu kireçtaşlarından oluşmuştur. Kumtaşlarının egemen olduğu yerlerde, sarı, sarımsı gri ve sarımsı beyaz renkli, açık gri silttaşı-şeyl ara tabakalı kuvars kumtaşı karakterindedir. Erikli formasyonunda herhangi bir fosile rastlanılmamış olup yaşı "Geç Permien-Erken Skitiyen" olarak kabul edilmiştir. Formasyon, altta Kapaklı formasyonu (PTRk) ile üstte ise Demirciler (TRd) ve Sarpdere (TRs) formasyonları ile geçişlidir. Kalınlığı 1-80 m arasındadır.

2.3.2.3. Sarpdere formasyonu (TRs)

Sarpdere formasyonu inceleme alanı sınırları içerisinde yer alan İzmit İlçesi ve civarında tek bir alanda yüzeylenmektedir. Formasyon genel olarak gri, sarımsı gri, nadiren kırmızı renkli, ince tabakalı, sleytleşmiş şeyl, ince kumtaşı ve kireçtaşından oluşmaktadır. Sarpdere formasyonunun yaşı "Erken Geç Skitiyen" olarak kabul edilmiştir. Formasyon altta Erikli formasyonu (TRe), üstte Ballıkaya formasyonu (TRb) ile yanarda ise Demirciler formasyonu (TRd) geçişlidir. Formasyonun kalınlığı 400 m dolayındadır.

2.3.2.4. Demirciler formasyonu (TRd)

İnceleme alanının güneybatısından başlayıp iç kesimlere doğru sokulmakta olup Gebze-Körfez-İzmit ilçelerinde geniş alanlar şeklinde ve iç kesimlerden kuzeye doğru gidildiğinde yine Körfez-Derince ilçeleri arasında bir alanda yer almaktadır. Formasyon, killi mikritik kireçtaşı, marn ve silttaşı aralanmasından oluşmuş olup Yurtsever (1982) tarafından Hereke grubu içinde değerlendirilmiştir. Formasyonu, Altınlı (1968) ve Altınlı ve diğ. (1970) Hereke formasyonu içinde incelemiştir. Birim gri, koyu gri ve siyah renkli, ince-orta tabakalı, killi, mikritik kireçtaşı ile yeşilimsi gri renkli, ince tabakalı silttaşı, şeyl ve az oranda kumtaşı aralanmasından oluşmuştur. Bu birimlerin yanı sıra formasyonun taban kesiminde yer alan kireçtaşı-

dolomitik kireçtaşlarını ise Yurtsever (1982) “Değirmen kireçtaşı üyesi” olarak adlandırmıştır. Üye açık gri renkli, ince-kalın tabakalı, kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşur. Formasyon Gebze’nin güneyinde ve kuzeydoğusunda Demirciler, Tepecik köyleri civarında ve kuzey bölgelerde Cumhuriyet Köyü-Ömerli Beldesi hattı kuzeyinde; Sarıkavaklı, İsaköy, Hacılı, Ubeyli (Öbeyli), Osmanköy civarında yaygın yüzlekleri vardır. Fosil bakımından oldukça zengin olan formasyon yoğun Vermes (solucan) izleri içerir. Demirciler formasyonunun yaşı önceki araştırmacılar tarafından formasyon içerisinde bulunan *Natica coatata* künt, *Orthoceras* sp. ve *Pseudomotis* fosillerine dayanarak Baykal (1943) “Verfeniyen (Skitiyen)”, *Meandrospira pusilla* Ho, *Ammodiscus Parapiriscus* Ho, *Glomospira silensis* n. sp., *G. Sinensis* Ho, *Glomospirella triphonensis* baud, *G. shengi*, *Clacitornella gebzeensis* n. sp., *Cyclogyra mahajeri* brönnimann, Zaninetti ve Bozorgnia, *Nodasaria erikliensis* n. sp. mikro faunaya göre ise Dağar (1978) “Geç Skitiyen” yaşı vermişlerdir. Bu yaş verileri değerlendirilerek Demirciler formasyonunun yaşı “Geç Skitiyen” olarak kabul edilmiştir. Birim altta Erikli (TRe), üstte Ballıkaya (TRb) ve yanalda Sarpdere (TRs) formasyonları ile tedrici geçişlidir. Formasyonun kalınlığı 50–300 m arasında değişmektedir.

2.3.2.5. Ballıkaya formasyonu (TRb)

Ballıkaya formasyonu, çalışma alanının güneybatısından başlayıp iç kesimlere doğru sokulmakta olup Darıca-Gebze ilçelerinde küçük alanlar şeklinde, iç kesimlerde Gebze-Körfez ilçeleri arasında ise daha geniş bir alanda yüzeylenmektedir. Formasyon, ince-orta kristalli, çoğunlukla dolomitli, yer yer dolomitli kireçtaşları içermektedir. Yurtsever (1982) tarafından, Ballıkaya Deresi’nden (Tavşanlı Köyü Kuzeyinde) adlandırılmıştır. Formasyonun, güney alanlarda Gebze güneyi ve kuzeydoğusunda; Hereke İlçesi kuzeyinde; Demirciler, Tepecik köyleri civarında; kuzey alanlarda Teke, Hacılı, Göksu köyleri arası ve civarında; kuzeybatı alanlarda Cumhuriyet-Üvezli köyleri arasında yüzlekleri vardır. Formasyon, genel olarak, gri, koyu gri ve siyah renkli, ince-kalın tabakalı, aşınma yüzeyi baklava şekilli, dolomit ve dolomitik kireçtaşından oluşmuştur. Kırıldığında H₂S kokusu verir. Formasyonun yaşı önceki araştırmacılar tarafından “Geç Skitiyen-Erken Anisiyen” Özdemir ve diğ. (1973), alt düzeylerinde saptanan *Neogondolella jubata* konodont fosiline dayanarak

“En Geç Skitiyen” Gedik (1975), formasyonun tümünde saptanan *Meandrospira dinarica*, *Glomospira densa*, *endothyranella wirzi*, *E. kocaaliensis* n. sp., *Glomospirella grandis* foraminifer faunasına göre “En Geç Skitiyen-Erken Anisiyen” Dağır (1978) tarafından belirlenmiştir. Bu yaş verileri değerlendirilerek formasyon “Geç Skitiyen-Erken Anisiyen” yaşlı olarak kabul edilmiştir. Formasyon altta Demirciler (TRd) ve Sarpdere (TRs), üstte ise Kazmalı (TRk) formasyonları ile geçişlidir. Yurtsever (1982) formasyonun Tepeköy formasyonu ile olan ilişkisinin uyumsuz olduğunu, fakat bu uyumsuzluğun Tepecik Köyü civarında gözlenebildiği halde, Çerkeşli Köyü civarında açık olarak gözlenemediğini belirtmiştir. Ballıkaya ile Tepeköy formasyonları arasında bir çökelmezlik olabilir. Kalınlığı 200–400 m arasında değişen formasyonda, önemli bir yanıl değişim gözlenmez.

2.3.2.6. Kazmalı formasyonu (TRk)

İnceleme alanının güneybatısında Darıca-Gebze-Dilovası ilçelerinde irili ufaklı alanlar şeklinde, Gebze-Körfez ilçeleri arasında kıyılardan iç kesimlere doğru gidildikçe daha geniş alanlarda yüzeilenmektedir. Kazmalı formasyonu, yumrulu kireçtaşı-marn aralanmasından oluşmuş olup İrtem (1968) tarafından, Muallimköy güneybatısındaki (Gebze İlçesi GD’su) Kazmalı sırtından adlandırılmıştır. Hem Kazmalı formasyonunun üstünde yer aldığından, hem de söz konusu formasyonun birimleri ile benzer özellik göstermesi nedeniyle Altınlı ve diğ. (1970) Tepecik (dikme kesitte Tepeköy) formasyonu kapsamında incelenen Kuşça üyesi ile Yurtsever (1982) Tepeköy formasyonuna ait Küçükburun ve Kuşça üyelerini Kazmalı formasyonu kapsamında değerlendirmiştir. Formasyon, genel olarak, gri-koyu gri, üstte ise kırmızı renkli, ince-orta tabakalı, yumrulu, Ammonitli mikritik kireçtaşı ve yeşilimsi gri, üstte kırmızı renkli, silttaşı marn-şeyl aralanmasından oluşmuştur. Üstteki kırmızı renkli yumrulu kireçtaşları “Kuşça üyesi” olarak ayrılanmıştır. Formasyon Ammonit, Foraminifer ve Konodont fosilleri bakımından oldukça zengin olup, birimin yaşı önceki araştırmacılar tarafından Baykal (1943) ile Yurttaş ve Özdemir (1971, 1973) tarafından “Ladiyen”, Özdemir ve diğ. (1973) tarafından “Anisiyen”, Gedik (1975) ve Dağır (1978) tarafından “Geç Anisiyen” olarak belirlenmiştir. Bu yaş verileri değerlendirilerek ve üstteki Kuşça üyesinin yaşı göz önünde bulundurularak Kazmalı formasyonunun yaşı “Geç Anisiyen-Erken

Karniyen” olarak kabul edilmiştir. Birim altta Ballıkaya (TRb) üstte ise Tepeköy formasyonu (TRt) ile geçişlidir. Formasyon kalınlığı yanalda değişken olup, kuzey alanlarda (Göksu-Übeyli köyleri civarı) 150–400 m, orta alanlarda (Tepeköy-Çerkeşli köyleri civarı) 5–40 m, güney alanlarda (Gebze civarı) 300 m dolayındadır. Önemli bir yanal değişim göstermez.

2.3.2.7. Tepeköy formasyonu (TRt)

Tepeköy formasyonu çalışma alanının güneybatısında yer alan Gebze İlçesi’nin kıyı ve iç kesimlerde küçük alanlar şeklinde, güneybatısından iç kesimlere doğru gidildiğinde Gebze-Körfez ilçelerinde daha geniş alanlarda yayılım göstermektedir. Formasyon, adını Tepecik Köyü’nün halk arasında kullanılan ve 1/100.000 ölçekli haritada yazılı olan eski adından almıştır (Yurtsever, 1982). Yurtsever (1982) bu adı ilk defa, alttan üste doğru gri renkli, Ammonitli kireçtaşı-yumrulu kireçtaşı (Küçükburun üyesi) kırmızı renkli, şeyl ara tabakalı ve Ammonitli, yumrulu kireçtaşı (Kuşça üyesi) ara tabakalı Halobiyalı şeyl (Köytepe üyesi) ve kumtaşı-şeyl ardalanmasından (Bakırlıkıran üyesi) oluşmuş birimler için kullanmıştır. Aynı formasyonu, Altınlı ve diğ. (1970) ise alttaki gri ve kırmızı renkli, yumrulu kireçtaşlarını da “Köytepe üyesi” ve üstteki kumtaşı-şeyl-kireçtaşları da “Tepecik formasyonu” adı altında incelemiştir. En üstteki kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan birimler (Bakırlıkıran üyesi) ise Çerkeşli formasyonunun yanal eşdeğeri olması nedeniyle “formasyon” mertebesinde değerlendirilmiştir. Formasyon, Tepecik Köyü civarında yeşil-yeşilimsi gri ve yersel olarak kırmızı renkli, ince tabakalı, kumtaşı ara katmanlı şeyl, marn ve kilaşından oluşmuştur. Formasyon fosil bakımından oldukça zengin olup özellikle Halobiya faunası içerir. Formasyonun yaşı önceki araştırmacılardan Altınlı ve diğ. (1970) ile Dağ (1978) tarafından “Karniyen”, Yurttaş ve Özdemir (1973) ile Özdemir ve diğ. (1973) tarafından “Geç Karniyen” olarak belirlenmiştir. Bu yaş verileri değerlendirilerek Tepeköy formasyonunun yaşı “Geç Karniyen” olarak benimsenmiştir. Formasyon altta Kazmalı formasyonu (TRk) ile üstte ise, Tepecik Köyü civarında Bakırlıkıran formasyonu (TRba), Çerkeşli Köyü civarında da Çerkeşli formasyonu (TRç) ile tedrici geçişlidir. Formasyonun kalınlığı 30-75 m dolayında olup önemli bir yanal değişim gözlenmez.

2.3.2.8. Bakırlıkıran formasyonu (TRba)

Çalışma alanının kuzeybatısından iç kesimlere doğru gidildiğinde Gebze-Körfez ilçeleri arasında çok küçük bir alanda yüzeylemektedir. Permo-Triyas istifinin en üstünde yer alan kumtaşı-şeyl ardalanması, Dağır (1978) tarafından coğrafya adı kısaltılarak Tepeköy formasyonu kapsamında “Bakırlıkıran üyesi” olarak adlandırılmıştır. Kaya ve Lys (1979–1980), Zekeriyaköy-Uskumruköy civarında yüzeyleyen benzer stratigrafik konumda ve kaya türündeki birime “Bakırlıkıran formasyonu” adını vermişlerdir. Formasyon açık gri-sarımsı gri, ayrışma rengi sarımsı kahverenkli, ince-orta tabakalı kumtaşı ile yeşilimsi gri renkli, ince tabakalı-laminalı şeyl ardalanmasından oluşmuştur. Oldukça dayanımlı olan kumtaşları kuvars kumtaşı özelliğinde olup, derecelenmeli ve yer yer çapraz tabakalıdır. Birimde fosil saptanamamıştır. Kocaeli Triyas İstifi’ndeki aynı stratigrafik konumlu Bakırlıkıran formasyonunun şeylleri içinde Holobiya-Hyophoriya gibi fosiller gözlenmiştir (Yurtsever, 1982). Altınlı ve diğ. (1970) yine Kocaeli Triyas İstifinde biriminde içinde yer aldığı Tepecik (Tepeköy) formasyonunu “Karniyen” olarak yaşlandırmıştır. Dağır (1978) formasyon için “Noriyen” yaşını benimsemiştir. Bu yaş verileri değerlendirilerek formasyonun yaşı “Noriyen” olarak kabul edilmiştir. Formasyon altta Tepeköy formasyonu (TRt) ile dereceli geçişli, üstte ise aşınmalı olup, hiçbir birim tarafından örtülmemektedir. Çerkeşli formasyonunun (TRç) yanal eşdeğeri olmasına karşın, iki formasyon arasındaki yanal ilişki hiçbir yerde gözlenmemektedir. Formasyonun kalınlığı 35 m dolayındadır.

2.3.2.9. Çerkeşli formasyonu (TRç)

Çerkeşli formasyonu inceleme alanının kuzeybatısından iç kesimlere doğru gidildiğinde Gebze İlçesi’nde dar bir alanda, iç kesimlerden güneye doğru gidildiğinde Körfez İlçesi sınırları içinde daha geniş bir alanda yayılım gösterir. Formasyon kireçtaşı, çakıtaşı ve çakıllı şeylden oluşmuş olup, adını Çerkeşli Köyü’nden almıştır. Formasyon adına, ulaşılabilen kaynaklar arasında en eski olarak Yurtsever’in (1982) yapmış olduğu çalışmada rastlanılmıştır. Formasyon, Halobiyalı şeyller (Tepeköy formasyonu), en üstte yer yer gri renkli, ince-orta tabakalı, dereceli, kırıntılı (türbidit özellikli) kireçtaşı tabakaları ile Çerkeşli formasyonuna geçer.

Formasyon, altta resifal karbonatlardan türeme (Triyas yaşlı) çakıllı şeyl ve şeyl ara katkılı çakıldaşı özelliğindedir. Orta-üst kesimi, formasyonun esas karakterini yansıtır. Bu kesim, beyaz ve beyazımsı gri renkli, ince-kalın tabakalı, dereceli (türbitik özellikli), tane (kum-çakılblok) ve çimentosu tümüyle karbonat olan çakıldaşı ve kalkarenitten oluşmuştur. Formasyonda, taşınmış olarak rekristalize Mercan, Ekinit dikenli bulunmuştur. Formasyonun yaşı içerisinde bulunan çakıllardan “Aniziye” yaşı elde edilmiştir (Yurtsever, 1982). Bu yaş verisi değerlendirildiğinde Çerkeşli formasyonun yaşı, “Noriye” olarak benimsenmiştir. Formasyon Tepeköy formasyonu (TRt) ile yanall ve dikey geçişlidir. Tepeköy formasyonunun olmadığı yerlerde, Kazmalı formasyonunun Kuşça üyesi üzerinde uyumlu olarak yer alır. Formasyonun üstü aşınmalı olup, Teksen formasyonu (Kt) tarafından açısall uyumsuz (transgressif aşmalı) olarak örtülür. Formasyonun kalınlığı, 60–70 m civarındadır. Kuşça üyesinin üzerinde bulunduğı yerde 100–150 m dolayındadır. Formasyonda önemli bir yanall değişim gözlenmez.

2.3.2.10. Teksen formasyonu (Kt)

İnceleme alanının güneybatısı ile iç kesimleri arasında yer alan Dilovası, Körfez, Derince ve İzmit ilçelerinde irili ufaklı alanlar şeklinde, iç kesimlerden kuzeydoğı yönüne doğru gidildiğinde Kandıra İlçesi sınırları içerisinde daha geniş bir alanda yüzeylenmektedir. Formasyon, kumtaşı, çakıldaşı, karbonatlı çakıldaşı (çimento ve tanesi karbonat) ve biyoklastik kireçtaşıdan oluşmuştur. Teksen formasyonunun tabanında yer alan gevşek tutturulmuş, tane destekli çakıldaşları “Eren çakıldaşı üyesi” olarak adlandırılmıştır. Altınlı (1968) tarafından bu ad ilk kez Hereke çakıldaşı olarak adlandırılan Üst Kretase’nin kaba kırıntılı transgrasif taban çökellerine verilmiştir. Üye kırmızı ve gri renkli, tabakalanmasız veya kalın-düzensiz tabakalanmalı, gevşek tutturulmuş tane destekli çakıldaşı ve kum matriksli çakıldaşlarından oluşmuştur. Formasyon, makro fosil olarak Cyclolites ve iri Gastropod açısından oldukça zengin olup, Yemişliçay grubu birimlerinin tabanında Akveren formasyonunun tabanına kadar uzandığından oldukça geniştir. Baykal (1943) kaba fliš olarak adlandırdığı formasyonun yaşını “Turoniyen-Erken Kampaniyen” olarak belirlemiştir. Bu yaş verisi değerlendirildiğinde Teksen formasyonunun yaşını “Geç Santoniyen-Erken Maastrichtiyen” olarak kabul

edilmiştir. Teksen formasyonu, kendinden yaşlı birimler (Paleozoyik-Triyas birimleri) üzerinde transgressif aşmalı (açısal uyumsuz) olarak gelir. Üstte ise Yemişliçay grubu (Ky) birimleri ile bu birimlerin kamalanıp yok olduğu yerlerde de Akveren formasyonu (KTa) ile tedrici geçişlidir. Kalınlığı 25–100 m arasında değişmekte olup kendisini oluşturan kaya türleri arasında yanal ve dikey olarak değişim gösterir.

2.3.2.11. Yemişliçay grubu (Ky)

Yemişliçay grubu çalışma alanının güneybatısında, Körfez İlçesi sınırları içerisinde küçük bir alanda yüzeylenmektedir. Volkanojenik kumtaşı-şeyl ardalanması ve volkanitlerden oluşan birime “Yemişliçay grubu” adı verilmiştir. “Yemişliçay” adını ilk kez Ketin ve Gümüş (1963), Ayancık İlçesi’nin (Sinop) 20 km kadar güney-güneydoğusunda Yemişliçay Deresi’nde yüzeyleyen ve volkanik tuf, lav, aglomera, alacalı marn, şeyl ve kumtaşlarından oluşmuş olup, Geç Kretase yaşlı birimlere “formasyon” derecesi verilmiştir. Ancak, birimin Kocaeli Yarımadası’ndaki yüzleklerinin fliş ağırlıklı kesimi “İshaklı formasyonu”, volkanit ağırlıklı kesimi de “Riva formasyonu” olarak ayırtlandığından, sözkonusu çökeller ve volkanitler “Grup” aşamasında değerlendirilmiştir.

2.3.2.11.1. İshaklı formasyonu (Kyi)

Çalışma alanının kuzeybatısında yeralan Gebze İlçesi sınırları içerisinde küçük bir alanda yüzeylenmektedir. Formasyon, volkanit ve nadir olarak kireçtaşlarını kapsayan volkanojenik kumtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşmuş olup adını İshaklı Köyü’nden almıştır. Formasyon genel olarak, grimsi kahverenkli, ince-orta tabakalı volkanojenik kumtaşı ve yeşil-yeşilimsi gri renkli, ince tabakalı şeyl ardalanmasından oluşmuştur. Türbiditik özellikli olan formasyonda, mercekler halinde, kötü boylanmalı çakıltaşları gözlenir. Oldukça fosilli olan formasyonun yaşı önceki araştırmacılardan Baykal (1943) tarafından “Geç Kretase”, Ketin ve Gümüş (1963) ise Sinop yöresinde “Orta Turoniyen-Erken Kampaniyen” olarak belirlemişlerdir. Bu yaş verileri değerlendirildiğinde İshaklı formasyonunun yaşı “Geç Santoniyen-Kampaniyen” olarak benimsenmiştir. Formasyon; altta, Şile

doğusunda Teksen formasyonu (Kt) üzerinde geçişli olarak, bu formasyonun olmadığı kesimlerde, çoğunlukla Triyas birimleri üzerinde su altı uyumsuzluğu ile yer alır. Şile batısında ise, Paleozoyik-Triyas birimleri ile tektonik dokanaklı (Sarıyer-Şile bindirmesi) olduğundan, tabanı görülemez. Formasyon, üstte ve yanıl olarak Riva formasyonu (Kyr) ile geçişlidir. Ancak, Riva Çayı batısında Riva formasyonu üzerinde de yer alabilmektedir. Formasyonun kalınlığı değişken olup, 500 metrenin üzerinde olduğu tahmin edilmektedir.

2.3.2.11.2. Riva formasyonu (Kyr)

Çalışma alanının kuzeydoğunda, Kandıra İlçesi'nin Karadeniz kıyısı boyunca geniş bir alanda yüzeylenmektedir. Formasyon, aglomera, bazalt, andezit, dasit ve tüfden oluşmuştur. Formasyon, Riva (Çayağzı) Çayı'ndan adlanmıştır. Bu çalışma da ise volkanit birimlerinden meydana gelmiş olup ilk kez M.T.A. (2005) tarafından Riva formasyonu adı altında değerlendirmiştir. Bu çalışmada da birimin aynı isim altında adlandırılmasında bir sakınca görülmemiştir. Formasyonun, koyu gri-siyah renkli bazalt, aglomera, andezit, dasit, riyolit, trakiandezit, spilit ve yeşil renkli tüfler ile ara katkı olarak kumtaşı ve şeylden oluşmuştur. En yaygın olanı, andezitik lavlardır. Bunların bileşimini esas olarak plajiyoklaz, daha az olarak hornblend, biyotit, ojit ve nadir olarak da opak minarelleri oluşturur. Formasyon içerisinde yer alan bazaltik andezitlerin yaşı K-Ar yöntemi ile $74,3 \pm 1,0$ my mutlak yaş değerini Ercan ve diğ. (1998) belirlemişler. Bu yaş verisine ve İshaklı formasyonunun yaşına dayanarak formasyonun yaşı “Geç Santoniyen-Kampaniyen” olarak benimsenmiştir. Formasyon İshaklı formasyonu (Kyi) ile yanıl ve dikey yönde girik olup, üste ise sözkonusu formasyonun kamalanıp yok olduğu lokasyonlarda Akveren formasyonu (KTA) ile geçişlidir. Formasyonun kalınlığı değişken olup, 400 m'den fazla olduğu tahmin edilmektedir.

2.3.2.12. Hereke formasyonu (Kh)

Hereke formasyonu çalışma alanının kuzeybatısında Hereke İlçesi'nde küçük bir alanı kaplamaktadır. Genelde karbonatlı çakıllarından ve karbonat çimentosundan oluşan konglomeratik kireçtaşı-karbonat çimentolu çakıltası özelliğindeki birimler,

“Hereke formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Formasyon genelde % 90-95 oranında karbonatlı çakıllardan ve karbonat çimentosundan oluşma çakıllı kireçtaşı ve karbonat çimentolu çakıltası karakterindedir. Açık gri, beyaz, bej, yersel olarak pembe renkli, orta-kalın ve az belirgin tabakalı olan birimde çakıllar genellikle Triyas yaşlı kireçtaşlarından türemedir. Karbonatlı çakılları oldukça iyi yuvarlaklaşmıştır. Formasyonun yaşı, Kutluca formasyonu ile yanal yönde girik olduğundan, “Geç Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen” olarak kabul edilmiştir. Paleozoyik ve Triyas yaşlı birimler üzerinde transgresif aşmalı olarak açısız uyumsuzlukla yer alan formasyon, üstte Akveren formasyonu (KTa) ile geçişlidir. Yanalda yönde ise Kutluca (Kk) ve Teksen (Kt) formasyonları ile giriktir. Formasyonun kalınlığı Altınlı ve diğ. (1970) tarafından yapılan tip kesitinde 83 m olarak ölçülmüştür.

2.3.2.13. Kutluca formasyonu (Kk)

Çalışma alanının kuzeybatısında yer alan Gebze İlçesi sınırları içinde küçük bir alanda, güneybatısında yer alan Dilovası İlçesi’nde irili ufaklı alanlar şeklinde, iç kesimlere doğru gidildiğinde Körfez İlçesi içerisinde küçük ve Derince İlçesi’nde ise daha geniş bir alanda yayılım gösterir. Biyoklastik kireçtaşı, kumlu ve çakıllı kireçtaşlarından oluşan birim “Kutluca formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Formasyon genelde açık gri, bej ve pembe renkli, ince-kalın biyoklastik kireçtaşlarından oluşmuştur. Yer yer koyu gri renkli, orta-kalın tabakalı, kumlu kireçtaşı karakterindedir. Makro ve mikro fauna bakımından oldukça zengin olan formasyonun yaşı önceki araştırmacılardan Altınlı (1968) tarafından “Kampaniyen”, Yurtsever (1982) tarafından ise “Maastrichtiyen” olarak belirtilmiştir. Bu yaş verileri değerlendirildiğinde ve Yemişliçay grubu birimlerinin üst yaşı (Kampaniyen) göz önünde bulundurulduğunda Kutluca formasyonunun yaşı “Geç Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen” olarak kabul edilmiştir. Formasyon; yanal yönde Hereke (Kh) ve Teksen (Kt) formasyonları ile giriktir ve üstte Akveren formasyonu (KTa) ile geçişlidir. Kalınlığı 0–70 m arasında değişen formasyonda önemli bir yanal değişim gözlenmez.

2.3.2.14. Akveren formasyonu (KTa)

Akveren formasyonu inceleme alanının güneybatısında yer alan Darıca İlçesi'nde küçük bir alanda, güneybatısından doğuya doğru gidildikçe Dilovası İlçesi'nde daha geniş bir alanda, güneybatısından kuzeydoğuya doğru gidildikçe Körfez, Derince ve Kandıra ilçelerinde çok büyük bir alanda ve güneydoğusunda yer alan İzmit İlçesi'nde küçük alanlar şeklinde yüzeylemektedir. Akveren formasyonu çalışma alanında Çaycuma formasyonundan sonra en fazla yüzeyleyen formasyondur. Ayancık İlçesi (Sinop İli) güneyinde Akveren Köyü civarında yüzeyleyen ve beyaz marn, kireçtaşı, karbonatlı kumtaşı, karbonatlı şeyl ve çörtlü kireçtaşından oluşan formasyon için, Ketin ve Gümüş (1963), "Akveren formasyonu" adını kullanmışlardır. Formasyon; beyaz, bej ve pembe renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı, kalkarenit, marn ve yeşilimsi gri-yeşil renkli şeyllerden oluşmuştur. Akveren formasyonunun altında, merccekler halinde yeralan, yer yer de kireçtaşı ara tabakalı şeyl ve marn birimleri "Çelebi üyesi" olarak adlandırılmıştır. Yer yer Ekinit fosilleri içeren Akveren formasyonunun yaşı önceki araştırmacılardan Baykal (1943) "Geç Senoniyen", Altınlı (1968) "Maastrihtiyen", Ketin ve Gümüş (1962) "Kampaniyen-Maastrihtiyen" ile Ketin ve Gümüş (1963) "Maastrihtiyen" olarak belirlemişlerdir. Bu fosil verilerine göre, Akveren formasyonunun yaşı "Geç Kampaniyen-Geç Paleosen" olarak kabul edilmiştir. Akveren formasyonu, altta Teksen formasyonu (Kt) üzerinde geçişli olarak yer alır. Üstte ise, Atbaşı formasyonu (Tpea) ile tedrici geçişlidir. Formasyonun kalınlığı 600 m civarındadır. Kendisini oluşturan kaya türleri arasında, yanal ve dikey olarak değişim gösterir.

2.3.3. Senozoyik

Senozoyik yaşlı birimler yaşlıdan gence doğru Atbaşı, Çaycuma, Hatiplar, Yunuslubayır, Kayalitepe ve Meşetepe formasyonlarından oluşmuştur. Bu formasyonları oluşturan litolojiler, formasyonların birbirleriyle olan dokanak ilişkileri, yaşları ve kalınlıkları aşağıda açıklanmıştır.

2.3.3.1. Atbaşı formasyonu (Tpea)

Çalışma alanının güneybatısında Dilovası, Darıca ve Körfez ilçeleri içinde küçük alanlar şeklinde, güneybatıdan kuzeydoğu yönüne gidildiğinde iç kesimlerde yer alan Derince ve İzmit İlçesi arasında irili ufaklı olmak üzere birden çok alanda ve kuzeydoğusunda Kandıra İlçesi'nde küçük bir alanda yüzeilenmektedir. Kumtaşı ve kireçtaşı ara tabakalı şeyl, marn ve kilaşları, Ketin ve Gümüş (1962) tarafından Atbaşı Köyü'nden (Sinop-Ayancık arası) adını almıştır. Kocaeli Yarımadası'nda yüzeyleyen aynı yaş aralığı ve benzer kaya türündeki birimler kuzey alanlarda (Şile ve doğusunda), Baykal (1943) tarafından Eosen dönemine ait "mavi marnlar" ve "gri renkli kumtaşları" güney alanlarda ise (Gebze-İzmit arası kuzeyi), Altınlı (1968) tarafından, "Koruyucu formasyonu" adı altında incelenmiştir. Formasyon, yeşil, grimsi yeşil ve yeşilimsi gri renkli, ince-orta tabakalı, şeyl, kilaşı ve marnlardan oluşmuştur. Seyrek olarak, ara tabakalar halinde ince kumtaşı içerir. Fosil bakımından oldukça zengin olan formasyonun yaşı önceki araştırmacılardan Altınlı (1968) "Paleosen", Ketin ve Gümüş (1962) adını aldığı Sinop yöresinde küçük Nümmulit ve diğer mikrofaunaya göre "Paleosen-Erken Eosen" olarak kabul etmişlerdir. Bu yaş verilerine göre Atbaşı formasyonunun yaşı "İpresiyen-Lütesiyen" olarak kabul edilmiştir (Barka ve diğ. 1985). Formasyon, altta, Akveren (Kta) formasyonu ile dereceli geçişli, üstte ise Yunuslubayır formasyonu (Tey) ile keskin geçişli, Kocaeli Yarımadası'nın orta ve güney alanlarında Çaycuma formasyonu (Teç) ile dereceli geçişlidir. Formasyonun kalınlığı değişken olup, 50–350 m arasındadır.

2.3.3.2. Çaycuma formasyonu (Teç)

Çaycuma formasyonu çalışma alanının iç kesimlerinden başlayıp kuzeydoğu ile güneydoğu arasında çok büyük bir alanda yüzeilenmektedir. Çalışma alanının doğu kısmı genelde Çaycuma formasyonundan oluşmaktadır. Körfez, Derince, İzmit ve Kandıra ilçelerinin tümünde bulunmaktadır. İnceleme alanında en fazla alanı kaplayan formasyondur. Volkanit ara katkılı kumtaşı, kilaşı ve şeyl ardalanmasından oluşan birim, Tokay (1954–1955) tarafından Çaycuma İlçesi'nden (Zonguldak İli) adlandırılmıştır. Formasyon, Altınlı (1968) tarafından Korucu formasyonun içinde

incelenmiştir. Atbaşı formasyonunun üst seviyelerinde kumtaşı miktarının artmasıyla Çaycuma formasyonuna geçilir. Dolayısıyla, formasyon, genel olarak yeşilimsi gri-sarımsı gri renkli, ince-orta tabakalı, yer yer kalın tabakalı kumtaşı ve yeşil-yeşilimsi gri renkli, ince tabakalı şeyl araldanmasından oluşmuştur. Kalın tabakalı kumtaşları genel olarak birimin alt düzeylerinde yer alır. Fosil bakımından oldukça zengin olan formasyon en alt düzeylerinden derlenmiş olan seri örneklerde Nannoplankton ve Foraminifer faunası saptanılmıştır. Bu fosil verilerine göre Çaycuma formasyonunun alt yaşı “Erken İpresiyen” olarak belirlenmiştir. Formasyonunun üst yaşı ise, “Lütesiyen öncesi” (Kandıra İlçesi güney-güneydoğusunda Kaynarca Beldesi dolayında dereceli olarak “Lütesiyen” yaşlı Nümmulitli Karbonatlara geçilmektedir) olarak düşünülmüştür (Timur ve Aksay, 2002b, 2002c). Çaycuma formasyonu, altta Atbaşı formasyonu (Tpea) ile dereceli geçişlidir. Üstü ise aşınmalıdır. Formasyonun kalınlığı, arazi gözlemlerine göre 300 m civarında olduğu tahmin edilmiştir. Formasyonda önemli bir yanal değişim gözlenmez.

2.3.3.3. Hatipler formasyonu (Teh)

İnceleme alanının kuzeybatısında yeralan Derince İlçesi’nde irili ufaklı alanlar şeklinde, kuzeydoğusunda yer alan Kandıra ilçesi’nde küçük alanlar şeklinde yüzeylenmektedir. Formasyon altta karasal kırıntılar ile üstte resifal kireçtaşından oluşmuştur. Beyaz, gri bej renkli, ince-orta tabakalı, oldukça dayanımlı olan kireçtaşları, biyoklastik kireçtaşı-mikritik kireçtaşı karakterindedir. Hatipler formasyonu içerisinde Nummulitli kireçtaşlarının taban birimi niteliğindeki kumtaşı, çakıltaşı ve çamurtaşları “Melemezli üyesi” olarak adlandırılmıştır. Üye sarı, sarımsı kahve ve kırmızı renkli, ince-kalın katmalı, çapraz tabakalı kumtaşı, mercekssel çakıltaşı ve çamurtaşlarından oluşmuştur. Oldukça gevşek tutturulmuş olan kumtaşları, ağırlıklı olarak kuvars tanelerinden oluşmuştur. Formasyonun karbonatlı kesimi Nümmulitli ve Assilinalı fosiller bakımından oldukça zengindir. Çaycuma formasyonunun en üstünde geçişli olarak yer aldığından Hatipler formasyonu kapsamında üye olarak değerlendirilen karbonatlarda “Orta-Üst Lütesiyen’i” işaret eden Nummulites cf. Millecaput boubee, “Geç Lütesiyen-Geç Eosen’i” işaret eden N.cf. beaumonti d’archiac ve Haime ve Sphaerogypsina globulus reuss foraminifer faunası saptanılmıştır (Timur ve Aksay, 2002b). Genç Kretase yaşlı birimler üzerinde

açısal uyumsuz olarak yer alan birimin üstü aşınmalıdır. Formasyonun Nummulitli-Assilinalı kireçtaşı düzeyleri alttan Melemezli üyesi ile geçişlidir. Birimin kalınlığı 50 m civarındadır.

2.3.3.4. Yunuslubayır formasyonu (Tey)

Yunuslubayır formasyonu inceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Kandıra İlçesi'nde küçük bir alanı kaplamaktadır. Sarımsı renkli kireçtaşı ve marnlı kireçtaşlarını Baykal ve Önal (1979) "Yunuslubayır formasyonu" olarak adlandırmışlardır. Formasyonun tip yeri Şile uzak doğusundaki Yunuslubayır Sırtı gösterilmiştir. Formasyon sarı ve sarımsı gri renkli, ince-orta tabakalı, karbonat çimentolu kumtaşı ile yeşil-yeşilimsi gri renkli şeyl-marn ve sarı-bej renkli, ince-orta tabakalı, Nummulitli kireçtaşı ve kırıntılı kireçtaşından oluşmuştur. Formasyonun Şile yöresindeki yüzleklerinin yaşı "İpresiyen-Lütesiyen" olarak belirlenmiştir (Baykal, 1943). Formasyon altta Şile dolayında Atbaşı formasyonunun Şile üyesi ile keskin, Beylerbeyi Köyü dolayında ise ince bir Atbaşı formasyonu (Tpea) ile dereceli geçişlidir. Formasyon üstte ise aşınmalıdır. Formasyonun kalınlığı 40–50 m dolayındadır. Formasyonda önemli bir yanal değişim gözlenmemiştir.

2.3.3.5. Kayalıtepe formasyonu (Tomk)

İnceleme alanının kuzeybatısı ile güneybatısının arasında yer alan Çayırovası, Gebze ve Körfez ilçelerinde irili ufaklı alanlar şeklinde yüzlenmektedir. Ancak en fazla yüzeylendiği alan Gebze İlçesi'dir. Zayıf tutturulmuş kuvars kumtaşı ve çakıltaşları "Kayalıtepe formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Formasyon, beyaz, açık sarı ve nadiren kırmızı-pembe renkli, çapraz tabakalı kuvars kumtaşı ve çakıltaşından oluşmuştur. Gevşek tutturulmuş olup, kötü boylanmalıdır. Taneler yuvarlak, yarı yuvarlak ve köşelidir. Kıltaşı merceklerini içerir. Herhangi bir fosile rastlanamayan formasyonun yaşı, Meşetepe formasyonu ile olan yanal girikliği nedeniyle "Geç Oligosen-Erken Miyosen" olarak benimsenmiştir. Formasyon, alta kendinden yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Yanalda Meşetepe formasyonu (Tomm) ile giriktir. Üstü aşınmalıdır. Kalınlığı en çok 100 m dolayındadır.

2.3.3.6. Meşetepe formasyonu (Tomm)

Meşetepe formasyonu inceleme alanının güneybatısında yer alan Çayırova İlçesi'nde küçük bir alanda, güneybatısından doğuya doğru gidildiğinde Gebze İlçesi'nde daha geniş bir alanda ve kuzeydoğusunda Kandıra İlçesi'nde hem geniş hem de irili ufaklı alanlar şeklinde yüzeilenmektedir. Kömürlü kilitaşı, şeyl, marn, kumtaşı ve çakilitaşıdan oluşmuş olan formasyon, Kocaeli Yarımadası'nda, özellikle kuzeybatı kesimlerinde yaygın olarak yüzeyleyir. Formasyon, yeşilimsi gri ve gri renkli, ince tabakalı, kömürlü şeyl, marn ve kilitaşı ile beyaz, kızılımsı kahve ve yer yer kırmızı-pembe renkli, çapraz tabakalı, kuvars kumtaşı ve çakilitaşıdan oluşmuştur. Formasyonun kömürlü düzeylerinde yaş tayini yapılmış ve Meşetepe formasyonunun yaşı "Geç Oligosen-Erken Miyosen" olarak kabul edilmiştir. Formasyon, altta ve yanal yönde Kayalitepe formasyonu (Tomk) ile geçişli olup, bu formasyonun inceliy yok olduğu kesimlerde kendinden daha yaşlı birimler üzerinde açisal uyumsuzluk olarak yer alır. Üstte ise aşınmalı olup, bazı yerlerde Kuvaterner yaşlı birimler tarafından örtülmüştür. Formasyonun kalınlığı değışken olup, en çok 100 m dolayındadır. Formasyon, kendisini oluşturan kaya türleri arasında değışim gösterir.

2.3.4. Kuvaterner

Kuvaterner yaşlı birimler çalışma alanında en genç birimler olarak bulunmaktadır. Bu birimler de kendi aralarında yaşlıdan gence doğru Darıca ve Karapürçek formasyonlarından oluşmaktadır. Bu formasyonların üzerinde ise uyumsuz olarak yer alan traverten, yamaç molozu, eski alüvyon, alüvyon gibi genç oluşuklar bulunmaktadır. Kuvaterner yaşlı formasyonların birbirleriyle olan dokanak ilişkileri, yaşları ve kalınlıkları aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2.3.4.1. Darıca formasyonu (Tp1d)

İnceleme alanının güneybatısında adını aldığı Darıca Yarımadağı'nda yüzeylenen şeyler Darıca formasyonu olarak tanımlanmıştır. Formasyonun, sadece belirtilen alanda yüzlekleri vardır. Formasyon, grimsi yeşil-haki renkli şeyllerden oluşmuştur. Formasyonda silttaşı ve kireçtaşı ara seviyeleri gözlenir. Formasyonda herhangi bir

fosile rastlanılmamıştır. Yaşı “Geç Pliyosen” olarak kabul edilmiştir. Formasyon; altta, Triyas yaşlı birimler ile Akveren formasyonu (KTa) üzerinde açısız uyumsuz olarak yer alır. Üzerinde, olası uyumlu olarak Karapürçek formasyonu (TQk) bulunur. Formasyonun kalınlığının 50 m dolayında olabileceği tahmin edilmektedir. Yanal ve dikeyde önemli bir değişim göstermez.

2.3.4.2. Karapürçek formasyonu (TQk)

Karapürçek formasyonu inceleme alanının güneybatısında yer alan Darıca İlçesi ile Körfez-Derince ilçeleri, güneydoğusunda İzmit İlçesi’nde ve kuzeydoğusunda ise Kandıra İlçesi’nde büyük alanlar şeklinde görülmektedir. Zayıf tutturulmuş karasal çakıltası, silttaşı, kiltası ve çamurtaşlarından oluşan alüvyon yelpazesi ve akarsu çökellerine “Karapürçek formasyonu” adı verilmiştir. Birimi için tip yer olarak, Akyazı batı-güneybatısında bulunan Karapürçek Köyü’dür. Birim, az tutturulmuş, kırmızı, sarımsı kahve ve yeşilimsi gri renkli çakıltası, çakıllı kumtaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltası ve marnlardan oluşmuştur. Çakıltıları kötü boylanmalı olup, silttaşı-kiltası ve kumtaşları içinde mercerler halinde bulunur. Taneler yuvarlak-yarı yuvarlaktır. Formasyon adını aldığı bölgedeki düzleklerinde Emre ve diğ. (1998)’e göre En Geç Pliyosen-Erken Pleyistosen’e ait *Microtus* sp. ve *Kalymnomys* sp. gibi fosillerden oluşan büyük ve küçük memeli faunası olduğu saptanmıştır. Bu veriler ışığında formasyonunun yaşı “Geç Pliyosen-Erken Kuvaterner” olarak kabul edilmiştir. Birim; altta, Darıca formasyonu (Tp1d) ile olası uyumlu, diğ. yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Üstte ise, uyumsuz olarak alüvyal çökeller bulunur. Birimin kalınlığı, 30 m civarındadır.

2.3.4.3. Traverten (Qt)

Beyaz ve bej renkli, bitki sapı boşluklu karbonatlardır. Çalışma alanında sınırlı yüzlekleri mevcuttur (Yukarı Hereke kuzeybatısı).

2.3.4.4. Yamaç molozu (Qym)

Çalışma alanının kuzeydoğusunda yer alan Kandıra İlçesi'nde küçük bir alanda, kuzeydoğusunda ise İzmit İlçesi'nde küçük alanlar şeklinde gelişmiştir.

Yamaç molozu, yamaçlarda kayaç parçalarının gravite etkisiyle yuvarlanıp depolanması ile oluşan kayaç birikintileridir. Bazen tutturulmuş olup, kötü boylanma ve belli belirsiz tabakalanma gözlenir.

2.3.4.5. Eski alüvyon (Qea)

Güncel alüvyal çökellerden daha yüksek seviyelerde yer alan tutturulmamış çakıl, kum, silt, kil ve çamurlardan oluşur. İnceleme alanında İzmit İlçesi kuzeydoğusunda yer almaktadır.

2.3.4.6. Alüvyon (Qal)

Alüvyon çalışma alanı içerisinde yer alan tüm ilçelerde yüzeylenmektedir. Ancak yoğunluk olarak İzmit ve Kandıra ilçelerinde görülmektedir.

Alüvyon, akarsu vadilerinde çakıl, kum, silt ve killerden oluşur. Kötü boylanmalı ve tutturulmamıştır. Kumul-plaj kumu (Qk-Qp) Karadeniz kıyısında yaygın olarak gözlenen sahilin iç kısımlarındaki kumlar kumul, dalga etki alanındaki kumlar da plaj kumu olarak ayırtlanmıştır.

2.3.5. Plütonitler

Plütonitlerden olan Sancaktepe graniti çalışma alanının kuzeybatısında yer alan Gebze İlçesi'nde bulunmaktadır. Plütonitleri oluşturan Sancaktepe graniti aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2.3.5.1. Sancaktepe graniti (Psg)

İnceleme alanının batı kısmında yer alan Gebze İlçesi'nde yer alır. Gebze'nin yakın kuzey-kuzeybatısında yüzeylenen pembe renkli Plüton "Sancaktepe graniti" olarak adlandırılmıştır (Yılmaz, 1977). Birim; makroskopik olarak pembe renkli, ortozlu ve kuvarşlı derinlik kayacı karakterindedir. Yüzeyde oldukça bozuşmuş olup kalın bir arena ile örtülüdür. Granitte, büyük ortoz kristallerinin yanında bol miktarda kuvars ve renkli mineraller gözlenir. Granitte mineral ve tüm kayaçların bir arada gösterildiği mutlak yaş tayininde Rb-Sr izokron yöntemiyle 255 ± 5 my, yalnız biyotit mineralleri üzerinde uygulanan K-Ar yöntemiyle ise 254 my değeri elde edilmiştir (Yılmaz, 1977). Bu veriler doğrultusunda birimin yaşı "Saksoniyen (Permiyen)" olarak kabul edilmiştir.

2.3.6. Volkanitler

Kocaeli Yarımadası'ndaki Permo-Triyas dönemine ait volkanitler Kapaklı formasyonu kapsamında Karacatepe volkanit üyesi olarak ve Kretase dönemine ait volkanitler ise Yemişliçay grubu içerisinde Riva formasyonu adı altında yukarıda değerlendirilmiştir. Bunların dışında kalan ve Triyas yaşlı Ballıkaya formasyonunu kesen andezitler ise "Eskihisar andeziti" olarak ayırtlanmıştır.

2.3.6.1. Eskihisar andeziti (Kea)

Eskihisar andeziti çalışma alanının güneybatısında yer alan Gebze İlçesi'nde küçük bir alanda yüzeylenmektedir. Eskihisar Köyü civarında gözlenen gri renkli andezitik sokulumlar, "Eskihisar andeziti" olarak adlandırılmıştır. Birim yalnız Eskihisar Köyü'nün doğu ve kuzeydoğusunda yüzeylenir. Birim gri renkli, oldukça sert yapıli andezitten oluşur. Beyaz renkli feldispat ile iç şekilli ve değişik şekillerde biyotit kristalleri içerir.

2.3.7. Kontak metamorfik zonlar

Çalışma alanının batı kısmında yüzeyleyen Çayırova Kontak metamorfik zon Sancaktepe granitinin çevresinde gelişmiştir. Gelişen bu zon aşağıda detaylı olarak ele alınmıştır.

2.3.7.1. Çayırova kontak metamorfik zonu (Çmz)

Sancaktepe granitinin kesmiş olduğu Paleozoyik yaşlı Bakacak ve Kurtköy formasyonlarında zayıf bir kontak metamorfizma etkisi gözlenir. Bu zon ile kontakt metamorfizma etkisinde kalmamış Paleozoyik çökellerinde apofizler halinde granit aitle aplit, pegmatit ve kuvars damarları mevcuttur. Bu tür damar kayaçları Şekerpınar (Merkepli) ve Çayırova (Akkilise) köyleri civarı ile Aydın Köyü'nün 3–4 km doğusunda tipik olarak gözlenir. Söz konusu metamorfik zon klorit, epidot ve serizitten oluşma benekli şist karakterindedir (M.T.A., 2005).

2.4. Jeomorfoloji

Kocaeli İli, Marmara Denizi'nin bir uzantısı olan ve çöküntü havzası konumundaki İzmit Körfezi tarafından, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) boyunca ikiye ayrılmış ve Kuzeyde Kocaeli Yarımadası ile güneyde Armutlu Yarımadası'na ait yükseltilerle çevrilmiştir. İzmit Körfezi, Miyosen aşınım yüzeyi (MAY) doğu-batı uzanımlı Kuzey Anadolu Fay'ı (KAF) ile bir zon boyunca ikiye ayrılması sonucunda morfolojisini kazanmış tektonik bir çöküntü alanıdır. Çöküntü alanının büyük bir bölümünü Marmara Denizi doldurmuştur (İzmit Körfezi). Bu kesimdeki en eski jeomorfolojik birim, Körfezin kuzey yamaçlarında bulunan ve sırtlara dönüşmüş olan Miyosen aşınım yüzeyi (MAY)'dir. Dönemsel ikinci birim Pliyosen-Pleistosen dönemi (PPDY)'dir. Kuzey Anadolu Fayı'na yaşlı olan bu yüzeyler, birikinti yelpazesi çökellerinden oluşmuştur. Yüzeyin oluşumundan sonra KAF'nin hareketleri ile deforme olmuşlardır (Artut ve diğ. 2006).

Kocaeli İli'nin kuzey kısmı, Karadeniz ile İzmit Körfezi (Marmara Denizi) arasındaki su bölümü sahasına karşılık gelen ve Kocaeli Yarımadası'nın en yüksek

kısmını teşkil eden aşınım yüzeyi kökenli bir plato sahasıdır. Son olarak Pliyosen’de peneplenen saha, “Post-Alpin” tektonik hareketler sırasında, güney kısmı daha fazla olmak üzere tamamıyla yükselmiş ve daha sonra akarsularla yarılp parçalanarak plato haline dönüşmüştür. Çalışma alanının batı kısmında ortalama yükselti 200–300 m civarındadır, doğuya doğru yükselti değeri artar ve saha vadilerle derin bir şekilde yarılmış, yamaç eğiminin fazla olduğu tepelik bir görünüm alır. Yarımada’nın, erimeli (karstik) kireçtaşlarından meydana gelen kısımlarında karst topografyasına ait şekiller yaygın olarak bulunur. Triyas ve Üst Kretase yaşlı karstik kireçtaşlarının yer aldığı Tavşanlı-Hereke hattının kuzeyinde, batıdaki Dil Deresi ile doğuda, Tavşanlı-Ayvalık Derelerinin çizgisi ile Yukarı Hereke-Serçetepe arasında kalan ve kuzeyde Köseköy-Tepeköy dolaylarına kadar uzanan saha karstlaşma sürecinin görüldüğü tipik bir kesimdir. Karstlaşmanın derine doğru olduğu bu sahada çeşitli lapyalar, dolin ve uvalalardan oluşan çok sayıda ve çeşitli boyutta karstik depresyonlar, kuru vadiler, subatanlar, suçukanlar ve mağaralar bulunur. Kocaeli İli’nin kuzey batısında yer alan Gebze İlçesi, Miyosen aşınım yüzeyinin (MAY) Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kayalar üzerinde yetkin bir gelişim gösterdiği alanda kurulmuştur. Peneplen karakterli bu yüzey Darıca-Hereke çizgisi boyunca birden bire kesintiye uğramıştır. Ayrıca Gebze İlçesi’nin doğu yönünde uzanım ve eğimi artan bir yamaç zonu vardır. Seyrek dokulu akarsu ağı kıyı bölgesinde çok genç, kapma dirsekleri ile belirginleşen bir jeomorfolojik diskordans oluşturmaktadır.

Kocaeli İli’nin kuzeyinde yer alan Kandıra İlçesi ise, Miyosen aşınım yüzeyinin (MAY) Doğan ve Yulaflı çaylarını mendereslerle yararak platoya ve sırtlara dönüştürdüğü bölümünde kurulmuştur. Erozyonal olan yamaçlar, uzanımı az ve yüksek eğimlidir. İnceleme alanının Kuzey batısında yer alan Darıca bölgesinde ise, heyelanlar ve krip gözlenirken, Hereke kesiminde blok taş düşmeleri gibi kütle hareketleri gözlenmektedir.

İnceleme alanında bulunan dağlar, toplam alanın % 18,8’ini oluşturmaktadır. Kocaeli İli kuzey kısmında tek tek tepeler halinde olmasına rağmen güney kısmında ise sıradağlar (Samanlı Dağları) halindedir. İzmit’in kuzeyinde hiçbir tepenin denizden yüksekliği 350 metreyi aşmamaktadır. Güneyinde ise Samanlı Dağları, Kocaeli

İli'nin güneyinde kalan Armutlu Yarımadası'ndan başlayıp, güneybatıdan il alanına girer. Bu dağlar, batı-doğu doğrultusunda uzanır. 130 km uzunlukta, 30 km genişliğindedir. Kocaeli İli'nin en yüksek dağı, güneydoğusunda bulunan 1601 rakımlı Kartepe'dir. İldeki diğer önemli dağlar Dikmen Dağı (1387 m), Naldöken Dağı (1125 m), Naz Dağı (917 m) ve Çene Dağı (646 m)' dir (Seymen, 1995).

Kocaeli İli'nin genelinde platolar gözlenir ve % 74,6 oranında bir alanı kaplar. Daha çok aşınım düzlüğü niteliğinde olan bu platolar, derelerin oluşturduğu vadilerle yarılmıştır. Düzlükler genelde çalışma alanında Körfezin kuzey kıyısında, Derince-Körfez ilçeleri ile güney kıyısında Değirmendere-Başiskele arasında bulunur. En önemli ovaları ise İzmit kenti ile Sapanca Gölü arasında kalan İzmit Ovası, Dilovası, Karamürsel'deki Altınova ve İzmit Körfezi, Sapanca Gölleri arasında kalan alandır. İzmit Ovası'nın yüzölçümü 70 km², yüksekliği 10 m'dir. Sulak ve verimli arazi olup tarıma elverişli olmasından dolayı ayçiçeği, mısır, sebze ve kavakçılık yapılmaktadır.

İnceleme alanında önemli sayılabilecek bir akarsu yoktur. Ancak irili ufaklı çay ve dereler bulunur. Bunların bir bölümü Karadeniz'e, bir bölümü Marmara'ya dökülmektedir. Karadeniz'e dökülen akarsuların akışları genellikle düzensizdir. En önemli sayılabilecek dereler Kocadere, Kaynarca, Doğancı Çayı ve Sarısu dereleridir. Marmara Denizi'ne dökülen akarsuların en önemlileri ise Tavşanlı (Dilovası) Deresi'dir. Çalışma alanında batıdan doğuya doğru en önemli sayılabilecek dereler; Gebze ve civarından geçen Bahar, Korkak, Saz, Eskihisar, Pirireis, Çamaşır, Aşıroğlu ve Nenehatun dereleridir. Derince İlçesi'nden geçen Kaşkal, Çınarlı ve Çenesuyu dereleridir. İzmit İlçesi'nde geçen Çuhahane ve Yirmidere dereleridir. Kandıra ilçesinde ise Sarısu, Seyrek ve Kumcağız dereleri geçmektedir.

2.5. Tektonik Konum

İnceleme alanında bulunan en önemli tektonik yapı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'dur. Bu zona bağlı olarak Kuzey Anadolu Fay'ı (KAF), belirgin atımlı, ötelenmiş, set gölleri ve deforme olmuş morfolojik yapılar ile sağ yönlü doğrultu atımlı “diri fay”dır. KAF transform fay özelliğinde ve sağ yönlü doğrultu atımlı fay

3. AGREGA ÖZELLİKLERİ

Agrega; beton yapımında çimento ve su karışımından oluşan bağlayıcı madde yardımı ile bir araya getirilen, organik olmayan, kum, çakıl, kırmataş gibi doğal kaynaklı veya yüksek fırın cürufu, genleştirilmiş perlit, genleştirilmiş kil gibi yapay kaynaklı olan taneli malzemelerdir (Çağlayan ve diğ., 1999).

Agrega beton yapımında ekonomik ve teknik yönden çok önemli bir konumu bulunmaktadır. Böylece agreganın maliyeti çimentoya göre oldukça düşük olduğundan, agrega betonda kullanılan ve oldukça ucuz olan bir dolgu malzemesi olarak kabul edilmektedir. Betonda agrega kullanılması, sertleşen betonun hacim değişikliğini önlemekte veya azaltmakta, çevre etkilerine karşı betonun dayanıklılığını arttırmakta ve kendi dayanım gücünün yüksekliği nedeniyle betonda gerekli dayanımın sağlanmasına yardımcı olabilmektedir. Agreganın tane boyutuna göre kaba ve ince agregalar olarak iki kısımda incelenebilir. Şantiyelerde kaba agregalar “mıcır” ya da “çakıl”, ince agregalar “kum” olarak isimlendirilir. Bu iki bileşeni tane büyüklüğü olarak birbirinden ayırmak için kullanılan kriter 4 mm boyutudur. 4 mm’den iri boyuttaki tanelerden oluşan kısma kaba agregalar, 4 mm’den küçük boyuttaki kısma ince agregalar denir (Erdoğan,1995).

Beton hacminin % 60-80’ini agregalar bileşeni meydana getirdiği için, seçiminde titizlik gösterilmesi gerekmektedir. Bu nedenle agregalar malzemesi kullanım alanına göre, gereken mukavemete sahip olmasının yanı sıra dış etkenlere karşıda dayanıklı olmalıdır. Agreganın fiziki ve mekanik özellikleri istenilen şartları karşılayabilecek nitelikte olmalıdır. Aşınmaya maruz kalacak bir betonun agregası yeterli aşınma mukavemetine sahip olmalıdır. Don yapan iklimlerde kullanılacak betonun agregası ise dayanıklılık bakımından don etkisi için konmuş standartları karşılamalıdır (Koca, 1996).

Agregalar kısaca betonun; dayanım, durabilite, yapısal performans ve ekonomiklik gibi özelliklerinde etkilidir.

Agrega bileşeninin uygun bir tane boyu dağılımı (granülometri) göstermesi çok önemlidir. İyi bir granülometriye sahip agregada içindeki hava boşluğu, daha az olacaktır. Dolayısıyla yoğunluğu da artacaktır. Bu şekilde, toplam beton hacmi içinde çimento-su harcı daha ekonomik olarak kullanılabilir ve beton istenilen yere kolaylıkla, kalitesi bozulmadan yerleştirilebilir.

Betonun sıkıştırılmasındaki kolaylık veya zorluğuna işlenebilirlik denir. "Segregasyon" diye ifade edilen bu durum betonda agregada ile harcın ayrışmasıdır. Ağır olan agregada aşağı kısımda kalırken, ince harç ve su betonun üst kısmında toplanır. Dolayısı ile arzu edilen dayanıklılığa erişilemez.

Betonda agregada kullanılması sağladığı teknik özelliklerin başında; sertleşen betonun "hacim değişikliği" önlemesi veya azaltılması, sertleşmiş betonun "aşınmaya karşı" dayanımını artırması, çevre etkilerine karşı "dayanıklılığını" artırması ve kendi dayanım gücünün yüksekliği nedeniyle betonun taşımakta olduğu yüklere karşı gerekli "dayanımı" sağlayabilmesi gelir. İçerisinde agregada bulunmayan bir sisteme göre çok daha az hacim değişikliği (büzülme) gösterir. Yani, çimento hamurunun zamanla kuruması nedeniyle yapacağı büzülme ve meydana gelebilecek çatlamlar agregada tarafından belirli bir ölçüde engellenmiş veya sınırlandırılmış olur (Erdoğan, 1995).

3.1. İdeal Agregada Standartları

Agregaların kullanım yerine ve amacına göre; tane şekli, aşınma dayanımı, dona dayanıklılığı, sertleşmeye zarar veren maddeler, kükürtlü bileşikler, çeliğe zarar veren maddeler, alkali agregada durumu, yıkanabilir maddeler, organik kökenli maddeler, hafif maddeler bakımından Türk Standartları'nın (T.S) gereklerini yerine getirmelidir. Ayrıca suyun etkisi altında yumuşamamalı, dağılmamalı, çimentonun bileşenleri ile zararlı bileşikler meydana getirmemeli ve donatının korozyona karşı korunmasını tehlikeye düşürmemelidir. Böylece bu şartlara uygun agregada elde

edebilmek için aşağıda verilmiş olan T.S'na uygun olması gerekir. Bu standartlar ise sırasıyla TS-3614, TS-3694, TS-3655, TS-3821, TS-3674, TS-3732, TS-3332-TS-2517, TS-3527, TS-3673, TS-3528 olup Tablo 3.1.'detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Tablo 3.1: Agrega standartları tablosu

DENEY STANDARDI	DENEYLER	KABUL LİMİTLERİ	AÇIKLAMALAR
TS-3614	Tane Şekli	8 mm üzerindeki yassı ve uzun taneler ağırlıkça %50'den çok olmamalıdır.	Tanenin en büyük boyutunun en küçük boyutuna oranı 3'den büyük olan tanelere kusurlu tane denir.
TS-3694	Aşınma Dayanımı	Bilyeli tamburla 100 dönüş sonunda ağırlıkça maksimum %10, 500 dönüş sonunda maksimum %50 olacak.	Bilyeli tamburda yapılan aşınma deneyi sonunda tayin edilen malzeme kaybı 500 devir sonunda en çok %50 olmalı.
TS-3655	Dona Dayanıklılık (Sodyum Sülfat)	İnce agregalarda maksimum %15, kaba agregalarda maksimum %18 olacaktır.	Standart Na ₂ SO ₄ çözeltisi ile yapılan donatı dayanıklılık deneyinde ince agregalarda ağırlık kaybı en çok %15, kaba agregalarda ise %18 olmalı
TS-3821	Sertleşmeye Zarar Veren Maddeler	Şeker, mika ve çözünen tuzlar bulunmayacak.	İncelenen agregaya ile yapılan betonun basınç dayanımı, karşılaştırılmalı beton basınç dayanımının %85'inden daha düşükse, agregada betonun sertleşmesine zarar veren maddeler bulunduğu varsayılır.
TS-3674	Kükürtlü Bileşikler	SO ₃ olarak saptanan sülfat miktarı maksimum %1 olacaktır.	Kükürtlü bileşikler (alkali sülfatları, jips ve anhidrit gibi) betona için zararlıdır.
TS-3732	Çeliğe Zarar Veren Maddeler	Suda çözünen klorürler klor olarak saptandığında, maksimum % 0.2 olacak.	Çeliğe zarar veren maddelerden klor iyonu %2, sülfat içeriği %1 olmalıdır. Çünkü donatıda korozyon oluşmasına neden olur.
TS-3332-TS-2517	Alkali Agrega	Alkali hidroksit ile reaksiyona girebilen silisli mineraller (kristoblit, tiridimit, opal vb. ve taşlar (opalli kumtaşı, obsidyen, çakmaktaşı vb.) bulunmayacak.	Harç çubukları boy uzaması 6 ayda maksimum %0.5, 1 yılda maksimum %1 olmalıdır (TS-3322). Kimyasal yöntemde zararsız bölgede olmalıdır (TS 2517).
TS-3527	Yıkınabilir Maddeler	63 mikron elekten geçen 0/4 mm arası maksimum %4, 1/4 mm arası maksimum %3, 2/8 mm arası maksimum 24/63 mm arası maksimum % 0.5 olmalı.	İnce kil, silt veya taş unu gibi malzemelerdir.
TS-3673	Organik Kökenli Maddeler	Sodyum Hidroksit ile yapılan deneyde sıvı rengi koyu sarı, kahverengi veya kırmızı olmayacak.	Agrega içerisinde bulunan çürümüş bitki kökleri, humuslu topraklar vb. gibi maddeler beton yapımında çimentonun sertleşmesini yavaşlatır.
TS-3528	Hafif Maddeler	Kömür veya diğer şişen malzemeler 20 kg/dm ³ sıvıda yüzdürüldüğünde ağırlıkça % 0.5' den fazla olmayacak.	Kömür vb. maddeler şişerek beton yüzeyinde patlamalar meydana getirirler.

3.1.1. Tane dağılımı

Agreganın tane dağılımı, çimentonun beton karışımı içindeki en pahalı bileşen olması nedeniyle, gerekli işlenebilirlik, dayanım ve kalıcılık özelliklerinin sağlanması koşulu ile karışımdaki çimento hamuru gereksiniminin en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, karışımda kullanılacak agreganın granülometresi, başka bir deyişle tane boyutu dağılımı, işlenebilir bir beton için gerekli olan çimento hamuru ihtiyacının belirlenmesi açısından önemli bir özelliktir. Çimento hamuru miktarı, agrega taneleri arasındaki doldurulması gereken boşluk miktarı ve çimento hamuru ile sarılması gereken agrega toplam yüzey alanı ile doğrudan ilgilidir.

Agregada granülometrik bileşimi agrega içinde boyutları belirli limitler içinde kalan tanelerin ne oranda olduğunu açıklar. Bu amaçla, kullanılmadan önce agreganın granülometrik bileşimi elek analizi deneyi ile saptanıp, belirli sınırlar içinde kalıp kalmadığı kontrol edilmelidir. Bir agrega tanesinin çapı ise tanenin geçebildiği en küçük eleğin delik çapı veya kenar uzunluğu o tanenin çapı olarak kabul edilir. Genel olarak tane boyutuna göre agregalar; 70 mm-31.5 mm balast, 31.5 mm-4 mm iri agrega, 4 mm-60 µ ince agrega, 60-2 µ silt, 2 µ altı kil olarak sınıflandırılır.

3.1.2. Tane şekli

Agrega tanelerinin şekli, olabildiği kadar küresel ve kübik olmalıdır. Tanenin en büyük boyutunun en küçük boyutuna oranı 3'ten büyük olan tanelere, şekilce kusurlu taneler denir. Şekilce kusurlu taneler (yassı veya uzun taneler) oranı, 8 mm'nin üzerindeki agregalarda ağırlıkça % 50'den çok olmamalıdır.

3.1.3. Tane dayanımı

Agrega taneleri, istenilen özellikli bir betonun yapımına elverişli olacak kadar dayanıklı olmalıdır. Bu özellik, doğal olarak oluşmuş kum ve çakılda veya bunlardan kırılarak elde edilen agregalarda, doğada uğradıkları ayıklanma olayı ile sağlanmaktadır. Betonun yapımında kullanılacak agregalar % 30'dan, diğer agregalar ise ağırlıkça % 45'den az kayıp bulunmuş ise agrega yeterli olarak kabul edilir.

3.1.4. Dona dayanıklılık

Agregalarda dona dayanıklılık TS 3655'e göre soğuk iklimlerde üretilen betonun donma etkisi ile yüzeyinin soyulmaması ve bir bütün olarak betonun parçalanmadan kalması durumuna denir. Betonun dona dayanıklılığına göre agrega önemli rol oynar. Bu nedenle donma etkisi altında kalabilecek betonlarda kullanılacak agreganın da dona dayanıklı olması istenir. TS 706 beton agrega standardına göre, iri agrega olarak kırmataş kullanıldığında, taşın su emme oranının ağırlıkça % 0.5'ten büyük olmaması, bir başka beton agrega standarttı olan TS 699'a göre ise elde edildiği kayacın suya doygun haldeki küp basınç dayanımı en az 1500 kg/cm² olması halinde, agreganın dona dayanıklı olduğu kabul edilmektedir.

Agrega için dona dayanıklılık, tane büyüklüğüne göre 4 mm ile 63 mm arasında olan beton agregasının arka arkaya donma ve çözülme etkisine maruz bırakılması halinde gösterdiği davranış biçimi hakkında bilgi elde etmek için yapılır. Bu bilgilerden yola çıkılarak kaliteli bir beton üretmeye büyük katkı sağlamış olur.

3.1.5. Zararlı maddeler

Betonun prizine (katılaşmasına) veya sertleşmesine zarar veren, betonun dayanımını veya doluluğunu (kompositesini) azaltan, parçalanmasına neden olan veya donatının korozyona karşı korunmasını tehlikeye düşüren maddelerdir. Komposite ise kısaca, iki veya daha fazla sayıdaki aynı veya farklı gruptaki malzemelerin, en iyi özelliklerini bir araya toplamak ya da ortaya yeni bir özellik çıkarmak amacıyla, bu malzemelerin makro seviyede birleştirilmesiyle oluşan malzemeye denir. Dağılıp ve miktarlarına bağlı olarak zararlı olan maddeler şunlardır: yıkanabilir maddeler, organik kökenli maddeler, sertleşmeye zarar veren maddeler, bazı kükürtlü bileşikler, yumuşayan, şişen ve hacmi artıran maddeler, klorürler gibi korozyona sebep olan maddeler ve mikolardır.

3.1.5.1. Yıkanabilir maddeler

Yıkanabilir maddeler, agregada ince halde dağılmış, topak halinde veya agregatanelerine yapışık olarak bulunabilir. Bu maddeler genellikle kil, silt ve çok ince taş unudur.

3.1.5.2. Organik kökenli maddeler

Humuslu ve diğer organik maddeler ince dağılmış haldeyken betonun sertleşmesine zarar verebilirler. Taneli halde bulundukları zaman renk değişmesine veya şişerek betonun yüzeyinde patlamalara neden olabilirler.

3.2. Agregat İçin Yapılan Deneyler

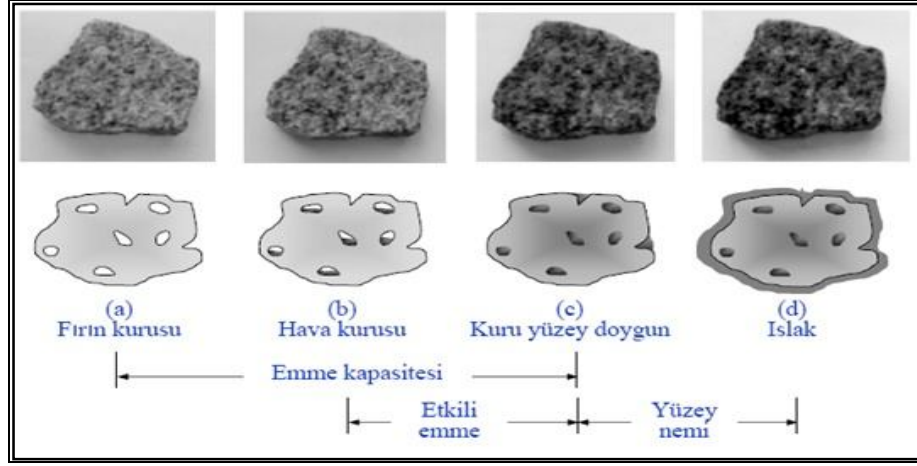
Agregaların kullanım alanlarına göre özelliklerini belirlemek için birçok farklı deney yapılır. Bu deneyler agregaların fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlenme ve bunun yanı sıra beton yapımı için kullanılacak agregalarda ise betona zarar veren maddeleri belirlemek için yapılan deneylerden oluşmaktadır. Bu deneyler aşağıda ele alınmış olup detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.2.1. Fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için yapılan deneyler

Agregaların fiziksel özelliklerini belirlemek için, agregada rutubet durumu tayini, tane dağılımı, su emme ve porozite, birim ağırlık ve özgül ağırlık gibi değerlerin bilinmesi için deneyler yapılır. Bu deneyler aşağıda ele alınmış olup detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.2.1.1. Agreganın rutubet durumu

Agreganın rutubet durumunu belirleyen özellikler; agregaların içinde bulunan mevcut su içeriği ve granülometrisidir (Şekil 3.1). Buna en güzel örnek aşağıda granitten elde edilen agregada gösterilmiştir (Ün, 2007).



Şekil 3.1: Değişik nem koşullarındaki granit agregası

a) Tamamen kuru taneler

Bu durumda, agrega tanelerinde hiç su bulunmamaktadır. Böyle bir durum, agrega örneklerini etüvde 100–110 °C’de tutarak elde edilir.

b) Kuru yüzeyli taneler

Bu durumda, tanelerin yüzeyi kurudur ancak tanelerin içindeki boşlukların bir kısmı suyla doludur.

c) Kuru yüzeyli doygun taneler

Bu durumda, agregaların yüzeyleri kuru, iç boşlukları tamamen suyla doludur.

d) Islak taneler

Bu durumda, tanelerin tüm boşlukları ve yüzeyi suyla doludur (Ün, 2007).

3.2.1.2. Agreganın tane boyu dağılımı (granülometrisi)

Çimento, beton karışımı içinde en pahalı bileşen olması nedeniyle, gerekli işlenebilirlik, dayanım ve kalıcılık özelliklerinin sağlanması koşulu ile karışımdaki çimento hamuru gereksiniminin en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle,

karışımında kullanılacak agreganın granülometrisi, başka bir deyişle tane boyu dağılımı, işlenebilir bir beton için gerekli olan çimento hamuru ihtiyacının belirlenmesi açısından da önemli bir karakteristiktir.

Çimento hamuru miktarı, agrega taneleri arasındaki doldurulması gereken boşluk miktarı ve çimento hamuru ile sarılması gereken agrega toplam yüzey alanı ile doğrudan ilgilidir.

Granülometri bileşimi, agrega içinde boyutları belirli limitler içinde kalan tanelerin ne oranda olduğunu açıklar. Bu amaçla, kullanılmadan önce agreganın granülometrik bileşimi elek analizi deneyi ile saptanıp, belirli sınırlar içinde kalıp, kalmadığı kontrol edilebilir.

Bir agrega tanesinin geçebildiği en küçük eleğin delik çapı veya kenar uzunluğu o tanenin çapı olarak adlandırılır (Ün, 2007).

3.2.1.3. Agreganın su emme ve porozitesi

Agrega tanelerinde bulunan boşlukların oranının ve kuru yüzey-doygun konuma gelinceye kadar emdiği su miktarının bilinmesinde yarar vardır. Bu amaçla agrega taneleri üzerinde su emme deneyi yapılır.

Agreganın porozitesi, permeabilitesi ve su emmesi, agrega ve çimento arasındaki aderansı, betonun donma-çözülme dayanıklılığını, agreganın kimyasal stabilitesini ve aşınma dayanıklılığını etkilediği için önemlidir. Agregalarda su emme ve porozite değerleri belirlenirken agreganın tane boyutuna göre farklı şekilde bulunur.

İri agreganın su emme ve porozite miktarı belirlenirken; iri agrega tanelerinden bir miktar malzeme alınarak 24 saat su içinde bırakılır. Daha sonra sudan çıkarılan tanelerin içindeki boşluklar su ile dolduğu gibi aynı zamanda yüzeylerinde de bir su filmi bulunur. Bir havlu ile iri agrega tanelerinin yüzeyindeki su kurulanır ve malzeme kuru yüzey-doygun hale getirilir. Bu durumdaki tanelerden P_1 ağırlığında

malzeme alınarak etüvde kurutulur. Kurutulan malzemenin P_0 ağırlığı bulunur. Buna göre agreganın su emme miktarı aşağıda verilen Denklem 3.1 ile hesaplanır.

$$\frac{P_1 - P_0}{P_0} \quad (3.1)$$

Agreganın porozite değeri ise P ile sembolize edilip bu değer Denklem 3.2 ile hesaplanır;

$$P = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \times \delta \quad (3.2)$$

Yukarıdaki Denklem 3.2’de yer alan “ δ ” sembol kuru agreganın özgül ağırlığını gösterir.

İri agrega tanelerinin porozitesinin küçük olması bu tanelerin dayanımlarının yüksek değerler almasına neden olur. Bu yüzden beton üretiminde kullanılacak olan agregalarda porozite belirli değerlerden büyük olmaması (bu değer % 5-% 10) istenir. Porozite değeri her kayaç için farklı olup kuvarsitin; % 1,9-15,1, kireçtaşının; % 0,0-37,6 granitin; % 0,4-3,8 değerlerini almaktadır.

İnce agreganın su emme ve porozitesini belirlemek için; ince agrega veya kumlarda 24 saat su içinde tutulan tanelerin çok küçük olması nedeniyle, kuru yüzey-doygun hale getirilmeleri havlu ile kurutma yoluyla yapılmaz. Kurutma işlemi malzemeyi bir küvet içinde ısıtmak ve sıcak hava sevk edip, karıştırmak suretiyle yapılır. Tanelerin kuru yüzey doygun durumda olup olmadıklarını anlamak için, 73 mm yüksekliğinde ve 38 ile 89 mm çaplarında üst ve alt tabanlı bir kesik koni kullanılır. Kurutma işlemi sırasında zaman zaman bu koni ince agrega ile doldurulur. Doldurulan koni yukarıya doğru kaldırılır. Koni kaldırılınca, ince agrega koni şeklinden belirli derecede ayrılmaya başladığı zaman, ince agreganın kuru yüzey-doygun hale dönüştüğü kabul edilir. İnce agreganın su emme ve porozite değerlerinin hesabı aynen iri agregada olduğu gibi yapılır. Malzemeyi kuru yüzey-doygun konuma getirmek için farklı yöntemler vardır. Bunlardan biri merkezkaç kuvveti etkisi ile yüzeydeki suyu atan, bir eksen etrafında hızla dönen silindir bir kaba sahip cihaz kullanımı ile bulunabilir.

Su emme kapasitesi iri agregalar için % 0,2 ile % 4, ince agrega için % 0,2 ile % 2 arasında değişir (Ün, 2007).

3.2.1.4. Agreganın birim ağırlığı

Agregaların birim ağırlık değeri, belirli bir hacmi dolduran agreganın ağırlığı şeklinde ifade edilebilir. Bundan anlaşılacağı gibi, bu hacim, hem agrega tanelerinin hacmini hem de taneler arasındaki boşlukları içermektedir. Agregaların birim ağırlıkları değişik faktörlere bağlıdır. Bu faktörler;

- a) Agreganın granülometrisi,
- b) Agrega tane şekli (tanelerin yuvarlak ya da köşeli olması),
- c) Kusurlu malzeme yüzdesi,
- d) Yerleştirme şekli,
- e) Agreganın özgül ağırlığı,
- f) Agreganın (özellikle ince agreganın) su içeriği

Granülometrisi düzgün (en az boşluklu) kuru, kusurlu malzemesi az, sıkıştırılmış ve özgül ağırlığı fazla olan agregaların birim ağırlıkları da fazla olur. Agreganın nem durumu birim hacim ağırlığını etkilemektedir. Bu nedenle birim hacim ağırlığı tespit edilecek numune $110 \pm 0^{\circ}\text{C}$ 'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulması gerekir.

Birim hacim ağırlık, hacmi bilinen bir kap içerisine agreganın yerleştirilmesiyle bulunur. Yerleştirme şekline bağlı olarak, sıkışık veya gevşek olarak saptanır. Beton bileşiminin saptanmasında ve beton üretiminde malzemenin ölçülmesinde, agreganın birim ağırlığının bilinmesi gerekir. Bu değer tüvenan malzeme için genellikle 1,50–1,85 kg/lt arasında değişebilir. Kırmataşlarda bu değer 1,35–1,50 kg/lt mertebesine

kadar inebilir. Agreganın birim hacim ağırlığı kullanılarak, harç ile doldurulması gereken boşluk hacmi bulunur (Ün, 2007).

3.2.1.5. Agreganın özgül ağırlığı

Agregalarda özgül ağırlık değeri belirlenirken karşılaşılan zorluk, agreganın gerçek boşluksuz katı hacminin bulunmasıdır. Agreganın kökeni hakkında fikir veren bu değer, genel olarak 2,4–2,8 arasında bir değer almaktadır. Bu değer bütün kayaçlar için aynı olmayıp farklıdır. Bazı kayaçların özgül ağırlıkları; kireçtaşının 2,66, bazaltın; 2,80, granitin; 2,69, kuvarsın; 2,62 dolaylarındadır.

Özgül ağırlığı 2,4'ten düşük agregalar hafif agrega olarak adlandırılır.

Agregaların tane büyüklüklerine göre özgül ağırlık değeri farklı şekilde hesaplanır. İri agregaların özgül ağırlık değeri hesaplanırken malzeme önce kuru yüzey doygun hale getirilerek tartılır (W_{KYD}). Sonra malzeme özgül sepetine konulan su içinde tartılır (W_{SUDA}). Daha sonra etüve konulan malzeme kurutulduktan sonra tartılır (W_{KURU}). Böylece iri agregalar için farklı özgül ağırlık değerleri bulunur.

Bu değerlerden kuru yüzey doygun özgül ağırlık γ_{ds} (ton/m^3) değeri Denklem 3.3 ile kuru özgül ağırlık γ_d (ton/m^3) değeri Denklem 3.4 ile, görünür özgül ağırlık γ_a (ton/m^3) değeri Denklem 3.5 ile ve su emme W_a (%) değeri Denklem 3.6 yardımıyla deneylerden elde edilen sonuçlar ile denklemlerde verilen değerler yerine konulmasıyla hesaplanır.

$$\gamma_{ds} = \frac{W_{KYD}}{W_{KYD} - W_{SUDA}} \quad (3.3)$$

$$\gamma_d = \frac{W_{KURU}}{W_{KYD} - W_{SUDA}} \quad (3.4)$$

$$\gamma_a = \frac{W_{KURU}}{W_{KURU} - W_{SUDA}} \quad (3.5)$$

$$W_a (\%) = \frac{W_{KYD} - W_{KURU}}{W_{KURU}} \times 100 \quad (3.6)$$

İnce agregaların özgül ağırlık değeri hesaplanırken ise malzeme önce kuru yüzey doygun hale getirilerek tartılır (W_{KYD}). Sonra deneyde kullanılacak piknometre

işaretili seviyeye kadar su doldurulup tartılır (W_{P+SU}). Daha sonra deneyde kullanılacak piknometreye kum katılarak işaretili seviyeye kadar su doldurulup tartılır (W_{P+SU+K}). Son olarak ise kum ve su karışımı sallanarak hava kabarcıklarının su ve kum karışımından uzaklaşması sağlanır. İstenirse vakum uygulanarak havanın tamamının çıkması sağlanır. En son olarak ise etüve konulan malzeme kurutulduktan sonra tartılır (W_{KURU}). Deney sonucunda elde edilen verilerden yararlanılarak ince agregalar için farkı özgül ağırlık değerleri hesaplanır.

Bu değerlerden kuru yüzey doymuş özgül ağırlık γ_{ds} (ton/m^3) değeri Denklem 3.7 ile, kuru özgül ağırlık γ_d (ton/m^3) değeri Denklem 3.8 ile, görünür özgül ağırlık γ_a (ton/m^3) değeri Denklem 3.9 ile ve su emme W_a (%) değeri Denklem 3.10 yardımıyla deneylerden elde edilen sonuçlar ile denklemlerde verilen değerler yerine konulmasıyla hesaplanır.

$$\gamma_{ds} = \frac{(W_{KYD})}{(W_{KYD}) + (W_{P+SU}) - (W_{P+SU+K})} \quad (3.7)$$

$$\gamma_d = \frac{W_{KURU}}{W_{KYD} + (W_{P+SU}) - (W_{P+SU+K})} \quad (3.8)$$

$$\gamma_a = \frac{W_{KURU}}{(W_{KURU}) - (W_{P+SU}) - (W_{P+SU+K})} \quad (3.9)$$

$$W_a (\%) = \frac{W_{KYD} - W_{KURU}}{W_{KURU}} \times 100 \quad (3.10)$$

Özgül ağırlık değerleri arasında her zaman şu ilişki vardır.

Kuru özgül ağırlık $\leq$ Kuru yüzey doymuş özgül ağırlık $\leq$ Görünür özgül ağırlık (Ün, 2007).

3.2.2. Agregaların mekanik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan deneyler

Agregaların mekanik özelliklerinin belirlenmesi için yapılan deneylerle agregaları oluşturan tanelerin dayanımı, aşınma dayanımı ve soğuk iklimlerde üretilecek betonlarda betonu oluşturan agregaların dona karşı dayanıklılığını belirlemek için yapılan deneylerden oluşmaktadır. Bu deneyler aşağıda yer alıp detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.2.2.1. Tane dayanımı

Agregaların tane dayanımı, alındığı kayacın cinsi ve mevcut durumunun petrografik yönünden incelenmesi ile yaklaşık olarak değerlendirilebilir. Bunun için beton agrega standardı olan TS 706'ya göre taşın suya doygun haldeki küp basınç dayanımı veya çapı yüksekliğine eşit, silindir basınç dayanımı en az 1000 kg/cm² ise mekanik özellik ile ilgili başka incelemeye gerek yoktur.

Tane dayanımı, basınç dayanımının 1000 kg/cm²'den küçük olması halinde ve kuşku durumlarda agregalarda aşınmaya karşı dayanıklılık deney sonuçlarına bakılır.

3.2.2.2. Aşınma dayanımı

Özellikle yol ve hava alanlarındaki beton çarpma ve aşınma etkisi altında kalmaktadır. Bu gibi yerlerde betonun bu etkilere dayanabilmesi için çarpmaya karşı büyük bir mukavemete sahip olması gerekir. Bu amaçla agrega üzerinde aşınma dayanımı belirlemek için Los Angeles deneyi (TS 3694) yapılmaktadır. Bu deneyde kullanılan alet 71.1 cm çapında ve 50.8 cm uzunluğunda, çelik saçtan yapılmış yatay eksen etrafında dakikada 30–35 devir yapmak suretiyle dönebilen bir silindirden ibarettir. Silindir içinde P ağırlığında, granülümetri bileşimi aşağıdaki tabloda verilen bileşenlerden birine uyan agrega kullanılır. Alet eksen etrafında 500 defa döndürüldükten sonra deneye son verilir. Deney esnasında taneler birbirine çarparak ve çelik kürelerinin bu tanelere vurmasıyla parçalanma işlemi gerçekleşir. Deney sonunda silindirden alınan malzeme 1.6 mm'lik elekten elenir ve elek üstünde kalan malzeme miktarı P_u ile gösterilir. Bu veriler doğrultusunda aşınma miktarı (U) aşağıdaki Denklem 3.11'den yararlanılarak Tablo 3.2.'deki veriler yerine konulmasıyla hesaplanır.

$$U = \frac{P - P_u}{P} \quad (3.11)$$

Elekten geçen miktar ne kadar az yani P_u , P 'ye ne kadar yakınsa, başka bir deyişle U ne kadar küçükse agreganın aşınmaya karşı o kadar büyük bir mukavemeti vardır ve böyle bir agrega yol betonu yapımına elverişli olduğu gösterir.

Tablo 3.2: Los Angeles deney koşulları

Elek Göz Boyutları	A	B	C	D
40 - 25 mm arası	% 25	---	---	---
25 - 20 mm arası	% 25	---	---	---
20 - 12,5 mm arası	% 25	% 50	---	---
12,5 - 10 mm arası	% 25	% 50	---	---
8 - 5 mm arası	---	---	% 50	---
10 - 8 mm arası	---	---	% 50	---
5 - 2,5 mm arası	---	---	---	% 100
Agrega miktarı : P kg	5	4,11	3,3	2,5
Font Küre Adedi	12	11	8	7

3.2.2.3. Agregalarda dona dayanıklılık

Agregalarda dona dayanıklılık TS 3655'e göre soğuk iklimlerde üretilen betonun donma etkisi ile yüzeyinin soyulmaması ve bir bütün olarak betonun parçalanmaması istenir. Betonun dona dayanıklılığında agrega önemli rol oynar. Bu nedenle donma etkisinde kalacak betonlarda kullanılacak agreganın da dona dayanıklı olması istenir. Bu nedenle beton agregası olarak kullanılan TS 706'a göre, iri agrega olarak kırmataş kullanıldığında, taşın su emme oranının ağırlıkça % 0.5'ten büyük olmaması veya bir başka beton agregası olan TS 699'a göre ise elde edilişi kayacın suya doymun haldeki küp basınç dayanımı en az 1500 kg/cm² olması halinde, agreganın dona dayanıklı olduğunu kabul etmektedir.

3.2.3. Agregada betona zarar veren maddeleri belirlenmede yapılan deneyler

Kaliteli ve amaca uygun bir beton üretimi için betonda kullanılacak agregalar üzerinde bazı deneyler yapılmalıdır. Bu deneyler; agrega içinde kükürtlü bileşiklerin tayini, donatılı betonda kullanılacak agregalarda çeliğe zarar veren maddelerin tayini ve bünyesinde silis içeren minerallerden oluşmuş agregalarla yapılan betonlarda alkali agrega reaksiyonuna neden olan faktörleri belirlemek için yapılan deneylerden oluşmaktadır. Bu deneyler aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.2.3.1. Kükürtlü bileşikler

Kükürtlü bileşikler; cinslerine, agregada içindeki miktarlarına ve yapının içinde bulunduğu ortam koşullarına bağlı olarak, betonda zararlı değişikliklere neden olabilirler. Burada kükürtlü bileşiğin cinsi ve dağılışı önemlidir.

Örneğin; iyi sıkıştırılmamış betonlarda, hava akımı ve rutubet vasıtasıyla oksitlenen sülfatlar (alkali sülfatlar jips, anhidrit gibi) zararlı olabilir. Sülfatlar betondaki kireç ve alüminyum bileşikleriyle reaksiyona girerler ve zamanla büyüyen kristaller meydana getirerek betonun parçalanmasına neden olurlar.

3.2.3.2. Çeliğe zarar veren maddeler

Donatılı betonda kullanılacak agregalarda, donatının korozyona karşı korunmasını tehlikeye sokan, örneğin Nitratlar, Halojenürler (florür hariç) gibi tuzlar zararlı miktarda bulunmamalıdır. Ön gerilmeli beton için kullanılacak agregalarda, beton agregası standardı olarak kullanılan TS 706'a göre suda çözünen klorürler, klor olarak hesaplandığında ağırlıkça % 0.2'den fazla bulunmamalıdır

3.2.3.3. Alkali agregası reaksiyonuna neden olan faktörler

Belirli kökenli agregalar, reaksiyon yapabilen silisten oluşan bileşenleri içerebilirler. Bu cins bileşenler, betonun boşluk suyunda çözünen alkali hidroksit ile kuvvetli bir şekilde kimyasal reaksiyona girerler ve önce berrak, yüksek konsantrasyonlu sonra yüksek viskoziteli alkali silikat çözeltisini meydana getirirler. Agreganın alkaliye duyarlı bileşenlerinin cins ve miktarına, tane büyüklüğü ve dağılışı, betonun boşluğunda bulunan çözeltideki alkali hidroksit miktarına ve sertleşmiş betonun çevre koşullarına bağlıdır. Bu nedenle alkaliye duyarlı tanelerin tek başına değerlendirilmesi yeterli değildir.

Betondaki alkali reaksiyonu önce normal koşullar altında sertleşmiş olan betonda zamanla yüzeye yakın bulunan alkaliye duyarlı agregası tanelerinin ayrışmasına veya betondan kopmasına, çatlaklara ve aşırı halde betonun parçalanmasına neden olur.

3.3. Agregaların Sınıflandırılması

Agregaların sınıflandırılması agregayı daha iyi tanımak, tarif etmek ve doğru kullanımını sağlayabilmek için yapılır.

3.3.1. Elde ediliş şekline göre sınıflandırma

Agregalar elde ediliş şekline göre doğal ve yapay agregalar olmak üzere 2'ye ayrılır.

3.3.1.1. Doğal agregalar

Nehir yatakları, teraslar, eski buzul yatakları, deniz ve göl kenarları, taş ocakları gibi doğada agregalar yataklarından alınarak gerektiğinde kırılma, elenerek değişik boylarda sınıflara ayrılma ve yıkanma işlemlerinin dışında, doğadaki yapısında değişiklik yaratacak hiçbir işlem uygulanmadan kullanılan agregalardır. Kum, çakıl ve kırmataş en tipik ve en çok kullanılan doğal agregalardır.

Değişik ortamlardan elde edilen doğal agregalar içinde en iyi malzeme özelliğine sahip olanlar derelerden elde edilen malzemelerdir. Çünkü bu ortamlardan elde edilen malzemeler temiz ve düzgün taneler içerir. Denizel ortamlardan elde edilen deniz kumu ise temiz olmasına rağmen içyapısında tuz bulundurur. Tuzda yapılarda korozyona sebep olur. Ayrıca tuzlu kum rutubeti çektiğinden yapıların nemli olmasına da neden olur. Deniz kumlarından üretilen agregaların olumsuz yanlarından bir diğeri de bu kumlar midye, istiridye kabukları vb. malzemeler bulundurmaktadır. Bu malzemeler yapılarda düşük dayanımın oluşmasına neden olurlar. Ayrıca don etkisine karşıda dayanıksızdırlar. Çöl ve ovalardan elde edilen kumlar ise temiz olmalarına ve tuz içermemelerine rağmen, yalnızca ince tanelerden oluştuğu için, beton yapımı için genellikle uygun değildir.

3.3.1.2. Yapay agregalar

Yapay agregalar, beton üretimi ile doğrudan ilgisi bulunmayan bir endüstri kolunda yan ürün olarak ortaya çıkan malzemeden üretilen agregalar veya bir malzemeye ısıt

işlem uygulanarak beton yapımı için uygun hale getirilmesiyle elde edilen agregalardır.

Başlıca agregalar şunlardır; yüksek fırın cürufu agregası, uçucu kül agregası, genleştirilmiş perlit, genleştirilmiş kil agregasıdır.

3.3.2. Tane boyutlarına göre sınıflama

Tane boyutlarına göre yediye ayrılır. İnce agreg, kum, kırma kum, çakıl, kırmataş, taş unu ve iri agregadır. İnce agreg; 4 mm açıklıklı kare delikli elekten geçen agregadır (Şekil 3.2). Kum; kırılmamış tanelerden meydana gelen ince agregadır. Kırma kum ise kırılmış tanelerden meydana gelen ince agregadır. Çakılın kırılması ile elde edilir.



Şekil 3.2: İnce agreg

Çakıl ise kırılmamış tanelerden meydana gelen iri agregadır. İri Agreg; (4 mm üstü) 4 mm açıklıklı kare delikli elek üzerinde kalan agregadır (Şekil 3.3). Kırmataş (mıcır); kırılmış tanelerden meydana gelen iri agregadır. Taşunu (filler) ise 0,25 mm altı olan agregalara denir (Davraz ve Gündüz, 2004).



Şekil 3.3: İri agreg

3.3.3. Yüzey dokusuna göre sınıflandırma

Düzgün ve pürüzlüdürler. Kırmataşlar düz köşelidir. Yüzeyler daha pürüzlü olduğundan bileşimlerinde daha fazla çimentoya ihtiyaç duyarlar. Bu da rötreye sebep olur. Çakılların yüzeyleri ise daha yuvarlaktır. Çakılın kompasitesi 0,65 iken kırmataşın ki 0,6 dolaylarındadır. En uygun agrega küp ve küre şeklinde olanlardır. İnce ve yassı taneler içeren malzemeler ise kusurlu malzemelerdir. Kusurlu taneler % 15'ten fazla olmamalıdır.

3.3.4. Yüzey durumlarına göre sınıflandırma

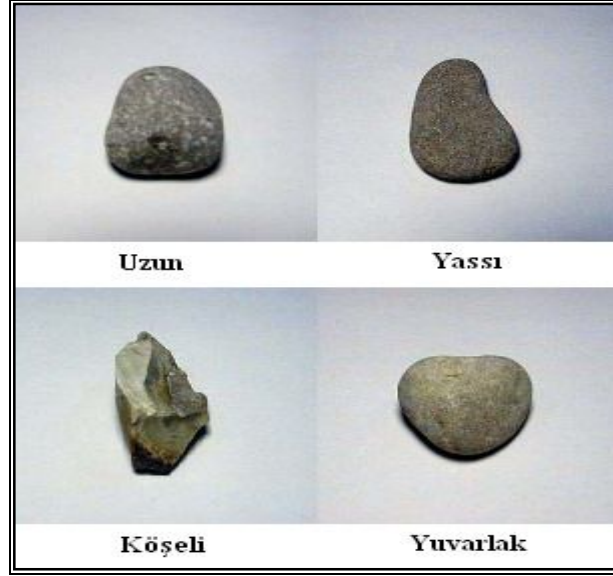
Yüzey durumlarına göre agregalar ikiye ayrılır. Bunlar; düzgün ve pürüzlü yüzeylidir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Düzgün ve pürüzlü yüzeyli agregalar

3.3.5. Tane şekillerine göre sınıflandırma

Tane şekillerine göre agregalar dörde ayrılır. Uzun, yassı, köşeli ve yuvarlak agregalardır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5: Tane şekillerine göre agregalar

3.3.6. Birim ağırlıklarına göre sınıflandırma

Birim ağırlıklarına göre agregalar; hafif, ağır ve normal agregalar olmak üzere 3 ayrılır.

3.3.6.1. Hafif agregaya

Birim ağırlığı 2.4 t/m^3 'ten küçüktür. Hafif beton elde edilmesinde kullanılır. Betonun birim ağırlığını azaltmak, ısı ve ses yalıtım özelliklerini arttırmak için kullanılır. Boşluklu yapısı vardır. Su emmeleri ve boşluk oranları yüksektir. Sünger taşı, volkanik tüfler, yüksek fırın cürufu, genleşmiş kil, şist, perlit hafif agregaya örneklerdir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Hafif agregaya bir örnek

3.3.6.2. Ağır agrega

Birim ağırlığı 2.8 t/m^3 'ten büyüktür. Ağır beton elde edilmesinde kullanılırlar. Barit, manyetit, hematit, limonit, vb. ağır agregalara örnek gösterilebilir. Ağır agregalar nükleer santral su deposu, röntgen odaları gibi geçirimsizliği az, kompasesi yüksek betonlarda kullanılırlar (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Ağır agregaya bir örnek

3.3.6.3. Normal agrega

Birim ağırlığı $2.4-2.8 \text{ t/m}^3$ arasında olan agregalardır. Hafif ve ağır agrega karışımından meydana gelebilir.

3.4. Agreganın Mühendislik Projelerinde Kullanımı

Agreganın mühendislik yapıtlarında kullanım alanları olarak yüzey kaplama, karayolu yapımında, zemin kaplama alanlarında, demiryollarında, hazır betonda, sıcak asfalta, havaalanlarında, inşaat sektöründe, bina ve yapılar ile diğer birçok kullanım alanı vardır. Bu kullanım alanları aşağıda daha geniş bir şekilde ele alınmıştır.

3.4.1. Yüzey kaplamada kullanımı

Agrega, yüzey kaplaması olarak kullanıldığı alanlarda uzun ömürlü, güvenli ve ekonomik bir yapı malzemesi olduğundan tercih edilmektedir. Bir makinenin dişlileri

gibi birbirine geçerek zeminlerde yırtılmalara, çatlaklara izin vermeyen, kayganlığı, buzlanmayı önemli ölçüde azaltarak güvenli bir zeminin oluşmasını sağlamaktadır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Agreganın yüzey kaplama olarak kullanılması

3.4.2. Karayolu yapımında kullanımı

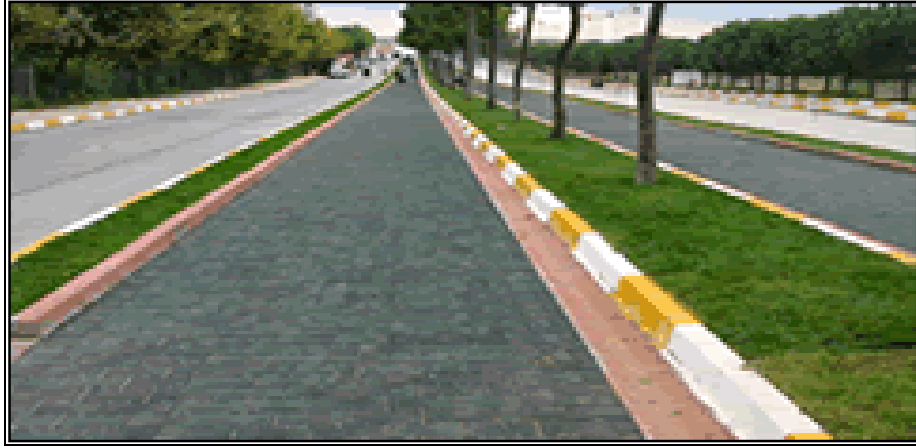
Karayolları yapımında kullanılan agregalarda kendi arasında farklı irilik ve küçüklükte tane boyutuna sahip malzemeler bulundurmaktadırlar. Dolgu malzemesi olarak kolay sıkışan, boşluk bırakmayan, dayanıklı, mukavemeti güçlü olduğundan dolayı karayolları yapımında kullanılan en önemli malzemelerden bir tanesidir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Agreganın krayolunda kullanımı

3.4.3.Zemin kaplama alanlarında kullanımı

Agrega malzemesi; kilit taşı, karo, b  z, bordür taşı üretimi gibi zemin kaplama alanlarında kullanılan yegane bir ham maddedir. Sert yapılı, içeriğinde toz, mil, toprak gibi betona zararlı maddeler içermediği için m  kemm   bir malzemedir (  kil 3.10).



  kil 3.10: Agreganın zemin kaplama alanlarında kullanımı

3.4.4.Demiryollarında kullanımı

Özellikle demiryollarında yüksek tonajlı baskılar nedeniyle     me yapmayan, esnek olmayan, i  i e geçtiği için boşluk vermeyen bir özelliğe sahip olduğundan raylar arasındaki traversler altına d   enen ve balast malzeme olarak kullanılan vazgeçilmez bir malzemedir (  kil 3.11).



  kil 3.11: Agreganın demir yollarında kullanımı

3.4.5. Hazır betonda kullanımı

Dere yataklarında toplanan mil, toprak, oval yapılı malzeme beton üretimi için sakıncalıdır. Bu olumsuz durum ancak beton yapımında agrega malzemesi kullanılmasıyla ile tamamen ortadan kaldırılmış olur. Agrega malzemesinin mukavemetli oluşu, kübik bir yapıya sahip oluşu, kavram özelliği bulunması, çimento ile uyumlu bir malzeme olduğundan hazır beton sektörünün en öncelikli hammaddesidir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12: Agreganın hazır betonda kullanımı

3.4.6. Sıcak asfalt yapımında kullanımı

Agrega malzemesi içerdiği konumu bakımından asfalta zarar verebilen yabancı maddeler içermediğinden, saf kırma taştan oluştuğu için ideal malzemedir. Sıcak asfalt ile yüksek ısıda karışması sonucunda çabuk yapışma, geçirgen olmama, kolay deforme olmama özelliğinden dolayı sıcak asfaltla birlikte kullanılan en önemli hammaddedir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: Agreganın asfalt yapımında kullanımı

3.4.7. Havaalanlarında kullanımı

Hava limanlarında % 100'e yakın olarak pist yapımında kullanılır. Çok yüksek ağırlıktaki uçakların piste indiğinde zemine verdiği basınç çok fazladır. Bu yüksek basınca ancak yüksek kalite de agrega malzemesi ile karşı konulabilir. Çünkü hava limanında pürüzsüz ve mukavemetli bir zeminin oluşmasına büyük katkı sağlar. Bu özelliklerinde dolayı agrega hava limanlarında kullanılan vazgeçilmez dolgu ve yapı malzemesidir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14: Agreganın havaalanlarında kullanımı

3.4.8. İnşaat sektöründe kullanımı

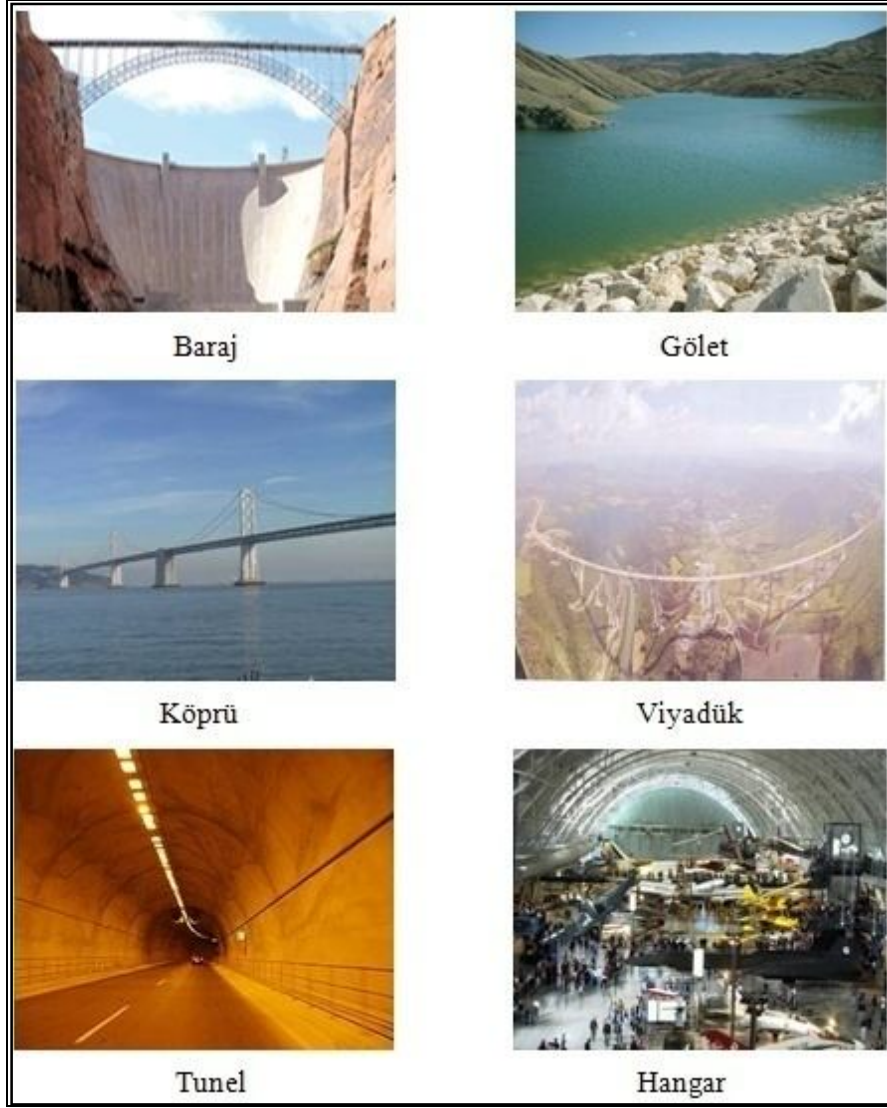
Agrega malzemesinin özellikle inşaat sektöründe kullanımı, konut ihtiyacının karşılanabilmesi için alternatif bir hammaddeye ihtiyaç duyulmasıdır. Bunun nedeni

ise günümüzde çok katlı binaların inşasında bazı problemlerle karşılaşmaktadır. Bunların en önemlisi binanın kendi ağırlığının fazla olmasından kaynaklanan problemlerdir. Binanın bu olumsuz ağırlığının azaltılması amacıyla betonda kullanılan normal agregaya yerine alternatif malzemeler araştırılmış ve bulunan çözümün agregayı hafifletmek olduğu sonucuna varılmıştır. Bu yüzden beton içerisinde normal agregaya yerine hafif agregaya kullanılmaya başlanmıştır. Kullanılan hafif agregaya, betonun özgül ağırlığını azalttığı gibi binanın ısı ve ses yalıtımını sağlamakta, yangına karşı direncini arttırdığı için inşaat sektöründe kullanım oranı artmaktadır. Özellikle inşaat sektörünün gelişmesi ve modern tekniklerin ortaya çıkmasıyla, teknolojik yönlerin yanında konfor şartları da ön plana çıkmıştır. Bina ve yapılarda hafif beton kullanılmakta enerji yönünden kazanç sağlanmış ve ses iletilmemesi yönünden kullanımı tercih sebebi olmuştur. Ayrıca hafif agregalı beton kullanılmasıyla bina ve yapıların kendi ağırlığının azalmasından dolayı bu gibi yapılar deprem kuşağında bulunan yörelerde tercih edilmektedir.

İnşaat sektöründe, bina ve yapıların daha fazla yüke maruz kaldıklarında mukavemetli, emniyetli ve yapının hafif olması açısından kullanılabilecek en iyi malzeme olarak pomza düşünülmektedir. Pomza inşaat sektöründe bina ve yapıların yanı sıra birçok alanda kullanımı ile bu malzemedeki agregaya üretimi gün geçtikçe git gide artmaktadır.

3.4.9. Diğer kullanım alanları

Agrega baraj, gölet, köprü, viyadük (köprü, yol), tünel, hangar, sığınak, termik santral, cephanelik gibi stratejik konum olarak hayati önem taşıyan yapılarda kullanılan çok önemli beton katkı ve yapı malzemesidir (Şekil 3.15).

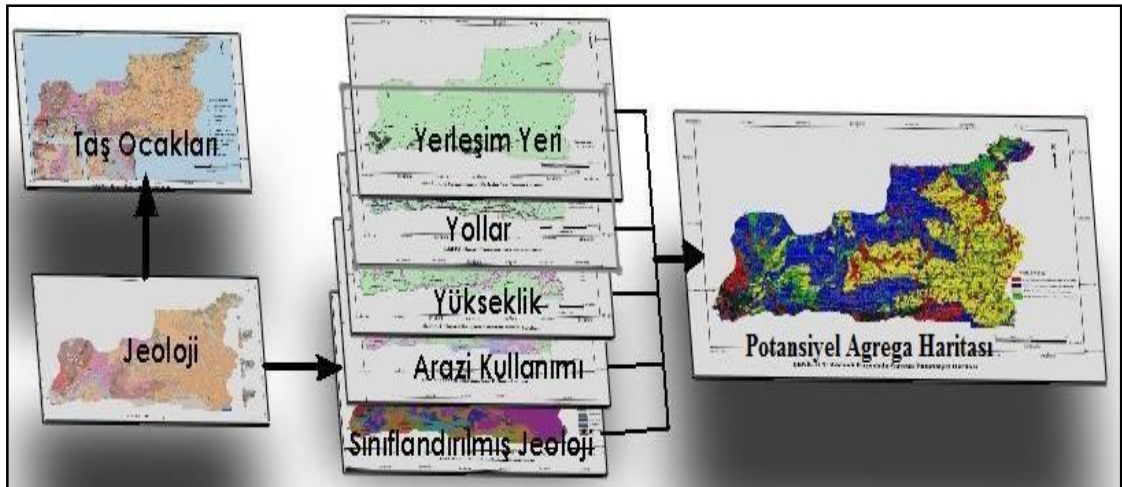


Şekil 3.15: Agreganın diğer kullanım alanları

4. KOCAELİ KUZEYİNİN AGREGA POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Kocaeli Kuzeyi agrega potansiyelinin değerlendirildiği bu çalışmada Coğrafi Bilgi sistemi (CBS) kullanılarak mevcut agrega durumu ile potansiyel olabilecek agrega alanları belirlenmiştir. Bu amaçla agrega çalışmalarında göz önüne alınan 5 farklı kriter belirlenmiştir. Bu kriterler; sınıflandırılmış jeoloji, yol, yükseklik, yerleşim yeri durumları ile arazi kullanımından oluşmaktadır.

Potansiyel olabilecek agrega alanlarının CBS yardımıyla değerlendirilmesi ana başlığı altında detaylı bir şekilde incelenmiş ve potansiyel olabilecek agrega alanlarını gösteren ana bir harita bu bölümde üretilmiştir. Üretilmiş olan bu haritanın CBS ile üretim aşamaları Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Potansiyel olabilecek agrega alanlarını CBS ile belirleme aşamaları

4.1. Mevcut Agrega Durumu

İnceleme alanında mevcut agrega durumu değerlendirirken işletilmekte olan kırmataş ocakları hakkında detaylı bir araştırma yapılmıştır. Araştırma sonucunda inceleme alanı içerisinde 14 farklı kırmataş ocağının olduğu tespit edilmiştir. Bu ocakların bulundukları yerlere göre inceleme alanı mevcut agrega durumunu göstermek için 3 bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgeler Gebze ve civarı, Körfez-Derince ve İzmit-

Kandıra'dan oluşmaktadır. Faaliyet halinde olan kırmataş ocakları, Gebze ve civarı bölgesinde 10 adet olup ağırlıklı olarak bu bölgede yoğunlaşmıştır. Körfez-Derince bölgesinde 4 adet olup ikinci sırada yer almaktadır. İzmit-Kandıra bölgesinde ise faaliyet halinde olan agrega ocağı bulunmamaktadır. Ancak bu bölgeye has Kandıra taşı işletilmektedir. İşletilen bu taş hakkında bilgi İzmit-Kandıra bölgesinde ayrıntılı bir şekilde bahsedilmiştir.

Her bir bölgedeki kırmataş ocaklarından elde edilen veriler tablolar halinde ilgili bölümde sunulmuştur. Bu tablolarda kırmataş ocaklarının adı, yeri, bulunduğu yerin koordinatları, mülkiyet durumu, ruhsat süresi, üretime başlama tarihi, hangi litolojik birim üzerinde işletilmekte olduğu, rezervi, yıllık üretimi, satış miktarı ve elde edilen agreganın mühendislik projelerinde kullanım alanlarını içermektedir. Kırmataş ocaklarından elde edilen bu bilgilerin yanı sıra üretilen agreganın fiziksel ve mekanik özelliklerinin de bilinmesi gerekmektedir. Çünkü bu ocaklardan elde edilen agregalar bina, köprü, baraj, yol parkesi, bordür taşı, otoyol, balast ve hazır beton gibi birçok mühendislik yapıtlarında kullanılmaktadır. Bu gibi yapıtların ileride oluşabilecek zararlı etkileri azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmak için kaliteli agrega kullanımı gerekmektedir.

Agrega kalitesinin belirlenmesi için bir takım deneyler yapılmaktadır. Bu deneyler; özgül ağırlık, kuru birim ağırlık, su emme miktarı, efektif porozite, tek eksenli basınç dayanımı, sodyum sülfat'a (Na_2SO_4) dayanıklılık, Los Angeles aşınma değeri, yassılık ve uzunluk indekslerinden oluşmaktadır. Bu deneylerden elde edilen veriler çalışma alanı ve civarında daha önceden yapılmış olan çalışmaların incelenmesinden elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler derlenerek ilgili bölümde tablolar şeklinde sunulmuştur.

Çalışma alanındaki ocakların konumlarını belirlemek için ArcGIS 9.3 programı ile 1:25.000 ölçekli Kocaeli İli'nin kuzeyinin jeoloji haritası üzerine ocakların koordinatları (x,y) girilerek hangi formasyonlar içinde işletildiği belirlenmiştir. İşletilen ocakların konumunu gösteren harita Ek B Şekil B.1'de verilmiştir. Harita ile elde edilen gözlem ve verilere göre işletim halinde olan kırmataş ocakları, kireçtaşı

birimi içinde olduğu saptanmıştır. Ayrıca işletilmekte olan taş ocaklarının bölgelere göre % dağılımı Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2: Kocaeli kuzeyindeki mevcut taşocaklarını bölgelere göre kıyaslama

4.1.1. Gebze ve civarı

Bu bölgede işletilmekte olan kırmataş ocakları değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme 2 başlık altında ele alınmıştır. Bu başlıklar Gebze ve civarı bölgesinde işletilen kırmataş ocaklarına ait genel bilgiler ile Gebze ve civarı bölgesinde işletilen ocaklara ait fiziksel ve mekanik özellikler aşağıda açıklanmıştır.

4.1.1.1. Gebze ve civarı bölgesinde işletilen kırmataş ocaklarına ait genel bilgiler

Bu bölgede faaliyet halinde olan 10 adet kırmataş ocağı bulunmaktadır. Bunlar Aytaş Ayhanlar Madencilik A.Ş., De-Taş Madencilik ve Taşımacılık. A.Ş., Kancataş İnş. Maden Taah. San. Tic. Ltd. Şti., Kibsaş İnş. Maden Taah. San. Tic. Ltd. Şti., Kocabeton Agregat Madencilik ve Yapı San. ve Tic. A.Ş., Maden Yapı Beton Madencilik ve Taşımacılık San. ve Tic. A.Ş., Lafarge Beton A.Ş., Madeks Madencilik San. ve Tic. A.Ş., TCT İnşaat Madencilik San. ve Tic. Ltd. Şti., Akçansa A.Ş. firmalarına ait ocaklardır. Bu ocaklarda detaylı bir inceleme yapılmış ve ocaklar

hakkında bilgi Tablo 4.1 verilmiştir. Kocabeton Agregada Madencilik ve Yapı San. ve Tic. A.Ş. ile Lafarge Beton A.Ş. hakkında bilgi elde edilememiştir. Kırmataş ocakları koordinat sisteminde (x,y) değerlendirildiğinde birbirine çok yakın alanlarda işletilmekte oldukları harita (Ek B Şekil B.1) üzerinde görülmektedir. Bu ocakların mülkiyet durumu, orman ve tapulu araziler üzerinde yer almakta olup ruhsat süreleri bütün ocaklar için 10 yılı kapsamaktadır. Ocaklar arasında yıllık üretim ve satış miktarı değerleri kıyaslandığında önemli farklılıklar göstermektedir.

Kırmataş ocakları litolojik olarak genelde kireçtaşı ve dolomitli kireçtaşı birimi içinde işletilmekte olup bu birimler; Kartal (Dk), Demirciler (TRd) ve Ballıkaya (TRb) formasyonları içinde yer almaktadırlar. Oluşan formasyonlar bir veya birden fazla birimden meydana gelmiştir. Bu birimlerden kireçtaşı agregada olarak üretilmiştir. Üretilen agregalar, hazır beton, asfalt, gübre sanayisi, dolgu, yol ve alt yapı malzemesi ile çimento hammaddesi olarak kullanılmaktadır.

Tablo 4.1: Gebze ve civarında bulunan ocaklara ait genel bilgiler

Sıra No	Agrega Kodu	Firma Adı	Firma Adresi	Ocak Yeri	X (Metre)	Y (Metre)	Z (Metre)	Ocak Mülkiyet Durumu	Ruhsat Süresi (Yıl)	Ruhsat Alanı (Hektar)	Üretim Başlangıç tarihi	Litoloji	Rezerv (Ton)	Yıllık Üretim Miktarı (Ton)	Satış Miktarı (Ton/Yıl)	Kullanım Alanı
1	GBZTO 1	Aytaç Ayhanlar Madencilik A.Ş.	Taşkaldıran mevkii Tavşanlı Köyü Gebze /Kocaeli	Gebze	29.494	40.836	129	Orman-tapulu arazi	10	1717.2	1997	Dolomitik kireçtaşı	50 milyon	1,5-2,5 milyon	1,5-2,5 milyon	Hazır beton asfalt ve gübre sanayisinde
2	GBZTO 2	De-Taş Madencilik ve Taşımacılık A.Ş.	Taşkaldıran mevkii Tavşanlı Köyü Gebze /Kocaeli	Gebze	29.475	41.816	139	Orman	10	8.3	2000	Kireçtaşı	8 milyon	350.000	350.000	Hazır beton
3	GBZTO 3	Kancaş İnş. Maden Taah. San. Tic. Ltd. Şti.	Sultan Orhan mah. Taşkaldıran mevkii taşocacakları Gebze/ Kocaeli	Gebze		29.47	141	Orman	10	14	1995	Dolomitik kireçtaşı	15 milyon	1,5-2 milyon	1,5-2 milyon	Beton ve asfalt
4	GBZTO 4	Kıbsaş İnş. Maden Taah. San. Tic. Ltd. Şti.	Sultan Orhan mah. Taşkaldıran mevkii taşocacakları Gebze/ Kocaeli	Gebze	29.454	40.85	130	Orman-tapulu arazi	10	10	1988	Kireçtaşı	20-30 milyon	1,5 milyon	1,5 milyon	Beton, asfalt, dolgu, yol ve altyapı malzemesi
5	GBZTO 5	Koca Beton Agregası Madencilik ve Yapı San. Tic. A.Ş.	Gazi mah. 1797/1 Sk. No:1 41400 Gebze/ Kocaeli	Gebze	*	*	*		*	*	*	Kireçtaşı	*	*	*	*
		* Bilgi verilmedi.														

Tablo 4.1: Gebze ve civarında bulunan ocaklara ait genel bilgiler (devamı)

Sıra No	Agrega Kodu	Firma Adı	Firma Adresi	Ocak Yeri	X (Metre)	Y (Metre)	Z (Metre)	Ocak Mülkiyet Durumu	Ruhsat Süresi (Yıl)	Ruhsat Alanı (Hektar)	Üretim Başlangıç tarihi	Litoloji	Rezerv (Ton)	Yıllık Üretim Miktarı (Ton)	Satış Miktarı (Ton/Yıl)	Kullanım Alanı
6	GBZTO 6	Laferge Beton A.Ş.	Darca Taşlımanı mevkii Darca /Kocaeli	Darca	29,74	40,885	383	*	*	*	*	Kireçtaşı	*	*	*	*
7	GBZTO 7	Madeks Madencilik San. ve Tic. A.Ş.	Sultan Orhan mah. Suçkan mevkii taşocakları Gebze/Kocaeli	Gebze	29,494	40,838	140	Orman	10	200	2006	Kireçtaşı	12 milyon	1,5 milyon	1,5 milyon	Beton ve yol yapımında
8	GBZTO 8	Maden Yapı Beton Madencilik San. ve Tic. A.Ş.	Taşanlı Köyü Suçkan Deresi mevkii No:483 Gebze/Kocaeli	Gebze	29,487	40,816	161	Orman	10	45	2002	Kireçtaşı	50 milyon	2-2,5 milyon	2-2,5 milyon	Beton,asfalt ve çimento hammaddesi
9	GBZTO 9	TCT İnş. Maden San. Tic. Ltd. Şti.	Taşlıdın mevkii Taşanlı Köyü Gebze /Kocaeli	Gebze	29,482	40,82	139	Orman-tapulu arazi	10	168	2004	Dolomitik kireçtaşı	15 milyon	1,5-2 milyon	1,5-2 milyon	Beton ve asfalt
10	GBZTO 10	AkçanSA Çimento A.Ş.	Sultan Orhan mah. Taşocakları mevkii Gebze/Kocaeli	Gebze	*	*	*	Orman	10	*	1994	Kireçtaşı	15 milyon	2 milyon	2 milyon	Hazır beton, asfalt, dolgu ve alt yapı malzemesi
		* Bilgi verilmedi.														

4.1.1.2. Gebze ve civarında işletilen ocaklara ait fiziksel ve mekanik özellikler

Kırmataş ocaklardan elde edilen agrega malzemesi genel olarak kaliteli olması gerekmektedir. Agrega malzemenin kalitesi de kullanım alanına, elde edilen kayacın cinsine ve geçirdiği tektonik evrelere göre farklılıklar göstermektedir. Bu duruma en iyi örnek beton agregası olarak kullanılan agregadır.

İşletilmekte olan kırmataş ocaklardaki agrega malzemesinin özelliklerini ve kırmataş olarak kullanılabilirliğini belirlemek için bu bölgede birçok araştırmacı çalışma yapmıştır. Bu çalışmalardan Halili ve Gözübol, (1999) Gebze ve civarında işletilmekte olan Triyas yaşlı kireçtaşının kırmataş olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu araştırmada bazı deneyler yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda kireçtaşlarının; özgül ağırlığı; 2,7, suya doymun birim hacim ağırlığı; 2,7 ton/m³, ağırlıkça su emme değeri; % 12, Los Angeles aşınma kaybı; % 5,8 (100 devir), % 21,6 (500 devir), don deneyi (NaSO₄ çözeltisi ile) malzeme kaybı; % 4,7 olarak hesaplanmıştır. Bu deneylerden elde edilen verilerin yorumlanması sonucunda ise kireçtaşlarının sert ve gevrek durumda olmaları onların kırılğan durumda olduğunu göstermiştir. Bu gibi özelliklerinden dolayı bu bölgedeki kireçtaşlarının yüzeylendiği kesimlerde ya da taşocağı yarmalarında (ayna basamaklarında) taşın parçalı, kırıklı, dilimlenmiş şekilde olduğu görülmüştür. Sıcak, soğuk, don, bitki kökleri ve yağmur gibi atmosferik olaylar, yer altı ve yüzey sularının etkisiyle kireçtaşlarını oluşturan formasyonun üstten itibaren derine doğru belirli kesimlerinde (yaklaşık olarak 1-4 m kalınlığında) ayrışma, erime ve topraklaşma etkileri izlenmiştir. Kireçtaşlarının kalın katmanlı veya masif olan kesimleri ise yapı taşı olarak işletilmektedir.

Bir başka çalışma ise Doğan ve diğ. (2003) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada Doğan ve diğ. (2003) Gebze ve civarında bulunan kireçtaşlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Kireçtaşlarının fiziksel ve mekanik özellikleri özgül ağırlığı; 2,71, kuru birim ağırlığı; 2,71 ton/m³, su emme değeri; % 0,30, efektif porozite; % 0,98 ve tek eksenli basınç dayanımı; 1050 kg/cm² olarak bulunmuştur. Bu bölgede en kapsamlı ve detaylı çalışma ise Zarif ve diğ. (2003) tarafından İstanbul'un batı ve doğusunda yer alan kireçtaşlarının agrega kalitesi yönünden değerlendirilmesi çalışması olup inceleme sınırları içinde yer alan Gebze ve civarı

bölgesindeki kırmataş ocaklarında işletilen kireçtaşı ile yeryer dolomitli kireçtaşı birimlerini de kapsamaktadır. Bu çalışmada kireçtaşlarının; petrografik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra, standart agrega deneyleri ile kireçtaşlarının agrega olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Kireçtaşlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla; kuru birim hacim ağırlık, efektif porozite ve tek eksenli basınç dayanım değerleri belirlenmiştir. Kireçtaşlarının agrega olma özelliklerini saptamak amacıyla bunlardan elde edilen kırmataşlar üzerinde standart agrega deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler; özgül ağırlık, su emme, ince madde oranı, Los Angeles aşınma oranı, yassılık ve uzunluk indeksi değerleri olup Tablo 4.2’de verilmiştir. Bu deneylerden elde edilen sonuçlar standartlarda verilen limit değerlerle karşılaştırılarak farklı alanlarda kullanımları açısından değerlendirilmiştir.

Tablo 4.2: Gebze ve civarındaki ocaklara ait fiziksel ve mekanik özellikler

Özgül ağırlık Gs	Kuru birim ağırlık γ_d (ton/m ³)	Su emme Wa (%)	Efektif porozite n _e (%)	Tek eksenli basınç dayanımı σ_c (kg/cm ²)	Sodyum sülfata (Na ₂ SO ₄) dayanıklılık (%)	Los Angeles aşınma değeri (500 devir) (%)	Yassılık indeksi (%)	Uzunluk indeksi (%)
2,71-2,84	2,71-2,82	0,30-0,47	0,98-1,55	1050-1280	1,7-2,2	19,2-21,6	17,9-18	27,1-28,4

Gebze ve civarındaki kireçtaşlarının bazı fiziksel özellikleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Kireçtaşlarının özgül ağırlık değeri; 2,71-2,84, kuru birim hacim ağırlık değeri; 2,71-2,82 ton/m³ arasında değişmektedir. Kireçtaşlarına ait bu değerler kireçtaşlarının ayrışma ve kırıntı içeriğine göre değişmektedir. Kireçtaşlarının ayrışma ve kırıntı içeriği artarsa özgül ağırlık ve kuru birim ağırlık değerlerinde bir azalma meydana gelir. Kuru birim ağırlık değeri ise çok önemli olup kayacın mekanik özellikleri ile yakından ilişkilidir (Shakoor ve diğ. 1982, Cargill, 1989).

Kireçtaşlarının ağırlıkça su emme değeri % 0,30–0,47 arasındadır. Su emme değeri, beton agregası olarak kullanılacak olan kayaların durabilitesini belirlemede önemli bir parametredir. Yapılan araştırmalarda; su emme değeri % 3’den büyük olduğu durumlarda donma-çözünme etkisinin önemli olduğu vurgulanmıştır (Shakoor ve diğ. 1982).

Kireçtaşlarına ait efektif porozite değerleri ise % 0,98–1,55 değerleri arasında değişmektedir. Fosilli kireçtaşlarına ait efektif porozite değerleri diğerlerine göre daha yüksektir. Kayaç içindeki boşluklar bütünlüğü bozmaktadır. Küçük boşluklar kayacın mekanik özelliklerini önemli oranda etkileyebilmektedir (I.S.R.M., 1981). Buz kristalleşmesi nedeniyle çimentoda veya agregalarda meydana gelen hacim deformasyonu betona zarar veren önemli olaylardandır. Porozitesi yüksek olan agregalar hacim deformasyonu nedeniyle parçalanmaya veya beton yüzeyinde kabuklanarak dökülmeye neden olurlar. Porozite ayrıca agregaların kırılma dayanımlarını da etkiler (Bell, 1998).

Tek eksenli basınç dayanımı; 1050–1280 kg/cm² arasında değişmektedir. Beton agregası olarak kullanılan agreganın tek eksenli basınç dayanımı 350 kg/cm²'den büyük olması gereklidir. Buna göre üretilen kireçtaşları beton agregası için uygundur (Dearman, 1981).

Tablo 4.2'de yer alan kireçtaşı agregaların fiziksel ve mekanik özelliklerinden sodyum sülfata (Na₂SO₄) dayanıklılık, Los Angeles aşınma değeri (500 devir) yassılık indeksi (I_F) ve uzunluk indeksi (I_E) gibi standart agrega deneyleri ise B.S. (British Standartları) ve A.S.T.M. (American Society for Testing Materials) esas alınarak yapılmıştır. Deneylerden elde edilen veriler standartlarda verilen limitlere göre değerlendirilmiş ve kireçtaşlarının farklı amaçlar için kullanılabilirliği ortaya konulmuştur (Zarif ve diğ. 2003).

Sodyum sülfata'a (Na₂SO₄) dayanım deneyi A.S.T.M. C 88–83 (1989)'de belirtilen esaslara göre yapılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlara göre Na₂SO₄ dayanım değeri; % 1,7–2,2 arasında değişmektedir. A.S.T.M. C 33–81 (1986)'e göre iri agregalarda bu değer % 12'nin altında olmalıdır. Buna göre kireçtaşlarından elde edilen agreganın büyük çoğunluğu “donma-çözünme” ve “ıslanma-kuruma” etkilerine dayanıklıdır (Zarif ve diğ. 2003).

Kireçtaşı agregalarının dayanımı ve aşınabilirliğini belirlemek amacıyla Los Angeles aşınma deneyi yapılmıştır. Bu deney A.S.T.M. C 131–96 (1996)'da belirtilen esaslara uyularak yapılmıştır. Kireçtaşı agregalarının 500 devir sonunda Los Angeles

aşınma değeri % 19,2–21,6 arasında değişmektedir. A.S.T.M. C 131–96 (1996)’a göre, betonda kullanılacak agregalar için 500 devir sonunda aşınma değeri % 30’dan az olmalıdır (Zarif ve diğ. 2003).

Yassılık ve uzunluk indeksleri agregaların direncini kontrol eden önemli parametrelerdendir. Bu deneyler B.S. 812: P.105–1 (1985) ve B.S. 812: P.105–2 (1985)’teki esaslara uyularak yapılmıştır. Kireçtaşına ait yassılık indeksi; % 17,9–18, uzunluk indeksi; % 27,1–28,4 arasında değişmektedir. B.S. 812: P.105–1 (1985)’e göre, kırmataşa ait yassılık indeksi maksimum % 40 olmalıdır (Zarif ve diğ. 2003).

Bu bölgede işletilen kireçtaşlarından elde edilen agregalar için yapılan deney sonuçlarını standartlarda verilen limitlerle karşılaştırıldığında başta beton agregası olarak tüm alanlarda kullanımı için uygundur. Ancak bu bölgede işletilmekte olan kireçtaşlarında görülen yoğun tektonizma etkisi altında kalan alanlarda ayrışma, rezervin önemli bir bölümünü etkilemiştir. Kireçtaşlarının erimesiyle gelişen ayrışma ürünleri çatlak yüzeylerine sıvanarak kireçtaşlarının kalitelerini düşürmektedir. Bu gibi kesimlerdeki kireçtaşları ise genelde dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır (Zarif ve diğ. 2003).

4.1.2. Körfez-Derince bölgesi

Bu bölgede işletilen kırmataş ocakları 2 başlık altında değerlendirilmiştir. Bu başlıklar Körfez-Derince bölgesinde işletilen kırmataş ocaklarına ait genel bilgiler ile Körfez-Derince bölgesinde işletilen ocaklara ait fiziksel ve mekanik özellikler olup aşağıda açıklanmıştır.

4.1.2.1. Körfez-Derince bölgesinde işletilen kırmataş ocaklarına ait genel bilgiler

Bu bölgede işletilmekte olan 4 farklı kırmataş ocağı bulunmaktadır. Bunlar; Me-ka Küçükkaya Madencilik Paz. Nak. Tic. Ltd. Şti., Örgüç Madencilik San. ve Tic. Ltd. Şti., Özmaş Müt. ve Tic. A.Ş., Simge Kocafalt Kocaeli Asfalt İnşaat Madencilik San. ve Tic. A.Ş. firmalarına ait ocaklardır. Bu ocaklarda inceleme yapılmış ve ocaklar

hakkında bilgi elde edilmiştir. Faaliyet halinde olan kırmataş ocakları koordinat sisteminde (x,y) değerlendirildiğinde birbirine çok yakın alanlarda işletilmekte oldukları görülmektedir.

Bu bölgede işletilen kırmataş ocaklarının mülkiyet durumu orman alanlardan oluşmakta olup, litolojik olarak kireçtaşı birimi içinde işletim yapmaktadırlar. Ruhsat süreleri ise her bir kırmataş ocağı için 10 yıl olup işleme başlama tarihi farklıdır.

Kırmataş ocaklarında üretilen ve tüketilen agrega miktarı değerlendirildiğinde her bir kırmataş ocağı için üretilen ve tüketilen agrega miktarlarının farklı olduğu görülmüştür. Kırmataş ocaklarından elde edilen agrega ise beton, asfalt, dolgu malzemesi ve yol yapımında kullanılmaktadır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Körfez-Derince de bulunan ocaklara ait genel bilgiler

Sıra No	Agrega Kodu	Firma Adı	Firma Adresi	Ocak Yeri	X (Metre)	Y (Metre)	Z (Metre)	Ocak Mülkiyet Durumu	Ruhsat Süresi (Yıl)	Ruhsat Alanı (Hektar)	Üretim Başlangıç tarihi	Litoloji	Rezerv (Ton)	Yıllık Üretim Miktarı (Ton)	Satış Miktarı (Ton/Yıl)	Kullanım Alanı
1	HRKTO 1	Me-ka Küçükakaya Madencilik Paz. Nak., Tic. Ltd. Şti.	Yukarı Hereke Kültüktepe mevki KÖRFEZ/Kocaeli	Hereke	29,63	40,793	313	Orman	10	50	1998	Kireçtaşı	5 milyon	500 bin-1 milyon	1 milyon	Beton, asfalt ve yol yapımında
2	HRKTO 2	Örgüç Madencilik San. Ve Tic. Ltd. Şti.	Karayolun Cd. No: 8, K:4, D: 4 Hereke /Kocaeli	Hereke	29,64	40,786	220	Orman-maden	10	16,68	1969	Kireçtaşı	6 milyon	600 bin	600 bin	Hazır beton
3	HRKTO 3	Öztaş Müt. ve Tic. A.Ş.	Yukarı Hereke Kültüktepe mevki Hereke/Kocaeli	Hereke	29,63	40,7937	312	Orman	10	90	1998	Kireçtaşı	20 milyon	1 milyon 250 bin	1 milyon 250 bin	Beton, asfalt ve dolgu
4	HRKTO 4	Singekocafalt Kocaeli Asfalt İnşaat Madencilik ve San. Tic. A.Ş.	Yukarı Hereke taşocakları Mevkii KÖRFEZ/Kocaeli	Hereke	29,63	40,797	324	Orman	10	50	2003	Kireçtaşı	12 milyon	1 milyon 250 bin	400-500 bin	Asfalt
	* Bilgi verilmedi.															

4.1.2.2. Körfez-Derince bölgesindeki ocaklara ait fiziksel ve mekanik özellikler

Bu bölgede işletilen kırmataş ocakları Triyas yaşlı kireçtaşı ile yeryer dolomitli kireçtaşı birimleri içinde işletim yapmaktadır. İşletilen kireçtaşlarının iyi kaliteli olanları büyük oranda beton agregası, kırıntılı veya dolomit içeriği yüksek olan veya az ayrılmış olan kireçtaşları ise yol agregası ve dolgu malzemesi gibi yerlerde kullanılmaktadır.

Bu bölgede detaylı bir çalışma Zarif ve diğ. (2003) tarafından yapılmıştır. Çalışma bölgesi içerisinde yer alan kireçtaşı birimleri çalışma sınırları içerisinde yer alan Körfez-Derince bölgesindeki kırmataş ocaklarında işletilen kireçtaşı birimlerini de kapsamaktadır. Kireçtaşlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla; kuru birim hacim ağırlık, efektif porozite ve tek eksenli basınç dayanım değerleri belirlenmiştir. Kireçtaşlarının agrega olma özelliklerini saptamak amacıyla bunlardan elde edilen kırmataşlar üzerinde standart agrega deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler; özgül ağırlık, su emme, ince madde oranı, Los Angeles aşınma oranı, yassılık ve uzunluk indeksi değerleri olup Tablo 4.4’de verilmiştir. Bu deneylerden elde edilen sonuçlar standartlarda verilen limit değerlerle karşılaştırılarak farklı alanlarda kullanım açısından değerlendirilmiştir.

Tablo 4.4: Körfez-Derince de bulunan ocaklara ait fiziksel ve mekanik özellikler

Özgül ağırlık Gs	Kuru birim ağırlık γ_d (ton/m ³)	Su emme Wa (%)	Efektif porozite n _e (%)	Tek eksenli basınç dayanımı σ_c (kg/cm ²)	Sodyum sülfata (Na ₂ SO ₄) dayanıklılık (%)	Los Angeles aşınma değeri (500 devir) (%)	Yassılık indeksi (%)	Uzunluk indeksi (%)
2,69	2,66	0,65	2	760	0,45	21	21,4	34,8

Çalışma alanında bulunan Gebze ve civarı bölgesi ile Körfez-Derince bölgesinde işletilen kırmataş ocaklarındaki kireçtaşı birimine ait fiziksel ve mekanik özellikler Zarif ve diğ. (2003) tarafından yapılan çalışmadan alınmıştır. Bu çalışmada yapılan deney sonuçları ve bu deney sonuçlarına ait yorumlar incelenmiş ve detaylı bir şekilde Gebze ve civarı bölgesinde verilmiştir. Bu bölgede ise kireçtaşlarına ait

fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 4.4’de verilmiş olup elde edilen veriler Gebze ve civarındaki kireçtaşlarının fiziksel ve mekanik özellikleri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya göre Körfez-Derince bölgesinde yer alan Hereke ile Gebze ve civarındaki kireçtaşlarının özgül ağırlıkları; 2,69 ile 2,71–2,84 değerindedir. Bu değerlere göre kireçtaşlarının ayrışma ve kırıntı içeriği arttıkça özgül ağırlık değerinde bir azalma meydana gelir (Shakoor ve diğ. 1982, Cargill, 1989).

Hereke’deki kireçtaşlarının ayrışma ve kırıntı içeriği Gebze ve civarı bölgesindeki kireçtaşlarına göre daha fazladır. Ayrıca Gebze ve civarı bölgesindeki kireçtaşlarındaki dolomit içeriği % 30–95 arasında Hereke’de ise % 30 değerinde olup dolomit içeriği arttıkça özgül ağırlık değerinde artmaktadır.

Kuru birim hacim ağırlıklık değerleri Hereke için 2,66 ton/m³ ile Gebze ve civarı için 2,71–2,82 ton/m³ arasında değişmektedir. Kuru birim ağırlık değeri betonun mekanik özelliklerini etkileyen önemli parametrelerden biridir. Betonun mekanik özelliklerinden özellikle çökme ve stabilite problemlerinde önem kazanan elastisite modülü açısından önemlidir. B.S. 812: P.2 (1975)’e göre beton agregaları için kuru birim ağırlık değeri minimum 2,6 ton/m³ olmalıdır. Bu limit değere göre bölgeler karşılaştırıldığında Hereke’deki kireçtaşlarının kuru birim ağırlık değeri sınır değerinde olup Gebze ve civarındaki kireçtaşlarındaki ise sınır değerinin üstünde olduğu görülmüştür.

Kireçtaşları su emme miktarlarına göre kıyaslandığında Hereke’dekiler için % 0,65 Gebze ve civarındakiler için ise % 0,30–0,47 arasında olup yaklaşık olarak bölgeler arasında % 0,2’lik bir fark vardır. Bu fark çok küçük olup yüzdelik olarak su emme miktarı birbirine yakın değerdedir. Su emme değeri, beton agregası olarak kullanılan kayaçların durabilitesini belirlemede önemli bir parametredir. Bu parametre için Poitven (1999) su emme değeri düşük olan (< % 2) agregalar ile yüksek dayanımlı beton üretilebileceğini belirtmiştir. Shakoor ve diğ. (1982) ise bu değer için % 3’den büyük olduğu durumlarda donma-çözünme etkisinin önemli olduğunu vurgulamışlar. Görüldüğü gibi 2 bölgede de bulunan kireçtaşlarının su emme değeri verilen sınır değerinin altında olup kireçtaşlarının donma-çözünme etkisi altında kaldığı durumlarda sorun teşkil etmemektedir.

İnceleme alanı içinde bulunan her iki bölgede yer alan kireçtaşları efektif porozite değerleri bakımından kıyaslandığında Hereke için; % 2,00 Gebze ve civarı için; % 0,98–1,55 arasında bir değer almaktadır. Porozite değeri kayaç içinde bulunan boşluk oranıyla ilişkili olup küçük boşluklar kayacın mekanik özelliklerini önemli oranda etkiler. Porozitesi yüksek olan agregalar hacim deformasyonu nedeniyle parçalanmaya veya beton yüzeyinde kabuklanarak dökülmeye neden olduğu gibi agregaların kırılma dayanımlarını da etkiler (Bell, 1998). Hereke’de bulunan kireçtaşlarının porozite değeri Gebze ve civarı bölgesindeki kireçtaşlarının porozite değerine göre yüksektir. Porozite değeri yüksek olan kireçtaşlarının bulunduğu bölgedeki kayaçların boşluk oranı daha yüksek olup beton dayanımları düşüktür.

Beton agregası olarak kullanılan agregaların basınç dayanımları 350 kg/cm^2 ’den büyük olması gerekmektedir (Dearman, 1981). Bunun nedeni ise kaliteli beton üretiminde agreganın dayanımının önemli bir rolü vardır. Dolayısıyla tek eksenli basınç dayanımının 350 kg/cm^2 ’den büyük bir değerde olması istenmektedir. Bu değer Hereke’deki kireçtaşları için 760 kg/cm^2 , Gebze ve civarı kireçtaşları için $1050\text{--}1280 \text{ kg/cm}^2$ arasında olup kaliteli beton üretimde 2 bölgede de yer alan kireçtaşlarının tek eksenli basınç dayanım değeri için uygundur.

Sodyum sülfata (Na_2SO_4) dayanım değeri T.S. (Türk Standartları) 3655’e göre yapılan dona dayanıklılık deneyinde ince agregalar için maksimum % 15, kaba agregalar için maksimum % 18 değerinde olması istenmektedir. A.S.T.M. C 33–81 (1986)’ya göre ise bu değer iri agregalar için % 12’nin altında olmalıdır. Verilen bu limit değerlerle Hereke ile Gebze ve civarı bölgesinde bulunan değerler karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada Hereke için Na_2SO_4 değeri % 0,45 Gebze ve civarı için Na_2SO_4 değeri % 1,7–2,2 arasında bulunmuştur. Her iki bölge içinde hesaplanan Na_2SO_4 değerleri T.S ile A.S.T.M. standartlarında verilen limit değerlerin altında bir değerde çıktığı görülmüştür. Böylece “donma-çözünme” ile “ıslanma-kuruma” gibi olaylarla karşı karşıya kalındığı durumlarda 2 bölge içinde bir problem teşkil etmediği sonucuna varılmıştır.

Los Angeles aşınma değeri Hereke için % 21 (500 devir için), Gebze ve civarı için % 19,2–21,6 (500 devir için) değerlerinde bulunmuştur. Bu değerler agregaların

dayanımını ve aşınabilirliğini tayin etmede kullanılmaktadır. Özellikle yol ve hava alanlarındaki betonun çarpma ve aşınma gibi etkilere maruz kaldığı durumlarda betonun bu etkilere dayanabilmesi için çarpmaya karşı büyük bir mukavemete sahip olması gerekir. Bu değer T.S. 3694'e göre yapılan aşınma değeri sonucunda bilyeli tamburla 100 dönüş sonucunda ağırlıkça maksimum % 10, 500 dönüş sonucunda ağırlıkça maksimum % 50 olması istenmektedir. A.S.T.M. C 131-96 (1996)'ya göre ise bu değer betonda kullanılacak agregalar için 500 devir sonucunda % 30'un altında olması istenir. Her iki standart içinde 500 devir sonucunda verilen limit değerler Hereke ile Gebze ve civarı bölgesinde verilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda 2 bölge içinde bulunana Los Angeles aşınma değeri limit değerlerin altında olup aşınma durumu olduğu alanlarda kullanıldığından bir problem teşkil etmediği görülmüştür.

Tablo 4.4'de yer alan değerlerden sonuncusu olan yassılık ve uzunluk indeksleri bölgelere göre kıyaslaması yapıldığında Hereke için yassılık indeksi % 21,4 Gebze ve civarı için ise % 17,9-18, uzunluk indeksi ise Hereke için % 34,8 Gebze ve civarı için ise % 27,1-28,4 arasında bir değer almaktadırlar. Bu değerler T.S. 3614'e göre yapılan tane şekli deneyinde 8 mm üzerinde yassı ve uzun taneler ağırlıkça % 50'den çok olmaması istenmektedir. B.S. 812 P.105-1 (1985)'e göre ise kırmataşlara ait yassılık indeksi maksimum % 40 olması istenmektedir. Kusurlu malzemenin fazla miktarda bulunması kayaç içinde boşluk miktarını artırdığından birim ağırlığın düşmesine neden olacaktır. T.S. ile B.S. standartlarında verilen limit değerler ile her iki bölgede verilen değerler karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada her 2 bölgede bulunan kireçtaşları tane şekli bakımında standart değerlerin altında olup şekilce kusurlu bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

4.1.3. İzmit-Kandıra bölgesi

Bu bölgede işletilmekte olan agrega ocağı yoktur. Ancak bölgenin batısında yer alan Akçaova ve Çerkeşli köylerinde 1997 yılında kooperatifleşme sistemiyle işletilmeye başlanan ve bu bölgeye özgü Kandıra taşı bulunmaktadır. Litaratürde çeşitli araştırmacılar tarafından volkanosedimanter kumtaşı, volkanik tuf ve biyomikritik kireçtaşı gibi kayaçlara örnek gösterilse de petrografik açıdan yapılan akademik

sınıflandırmaya göre biyomikritik kireçtaşı olduğu kabul edilmiştir (Tansel, 1989). Bir kayacın biyomikritik kireçtaşı olabilmesi için % 90'dan fazla kalsiyum karbonat (CaCO_3) bulundurması gerekir. Böylece bir kayacın % 90'dan fazla CaCO_3 bulundurması kimyasal ve biyokimyasal sınıflandırmaya göre kireçtaşı olarak kabul edilir. Mikrit ise 4 μm 'den küçük boyutta CaCO_3 kristallerine verilen isimdir.

Kandıra taşının genel olarak özellikleri krem-bej ve gri-beyaz renkte olmasıdır. Ayrıca yumuşak ve homojen yapılı, sertlik ve özellik değiştirmelere neden olan çatlak dolgular ve mineral karmaşıklıklar içermezler. Bu gibi özelliklerinden dolayı birçok yerde kullanılmaktadırlar. En çok kullanıldıkları alanlar; kesme veya dekoratif taşı olarak, dış cephe ve bahçe duvarı kaplaması, parke taşı, barbekü ve şömine yapımında kullanılmaktadır.

İzmit-Kandıra bölgesinde agrega ocağının olmamasından dolayı mevcut agrega durumu olarak değerlendirilememiştir. Bu yüzden agrega üretimi bu bölgede sıfır olarak kabul edilmiştir. Ancak bu bölge yeni potansiyel olabilecek agrega alanları için değerlendirme yapılmıştır.

Yeni potansiyel agrega alanları için bu bölgede var olan Akveren ve Çaycuma formasyonları ile Kretase yaşlı volkanitleri içeren Riva formasyonu değerlendirilmiştir. Akveren formasyonu; şeyl, marn, killi kireçtaşı, mikritik kireçtaşı birimlerinden, Çaycuma formasyonu; kumtaşı ve şeyl birimlerinden oluşmaktadır. Riva formasyonu ise bu bölgede bazalt ve andezit litolojilerinden oluşmaktadır.

Volkanit birimler Yergök ve diğ. (1987) tarafından yapılan çalışmada Çangaza bazalt üyesi olarak adlandırılmıştır. Ramazanoğlu (1990) tarafından yapılmış olan çalışmada ise birimin genel olarak özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Verilen bilgiye göre Akveren formasyonunun alt seviyelerinde ara katkılar olarak gözlenen andezit ve bazaltlardan oluşmuş olup gri ve yeşilimsi siyah renklidir. Yer yer yastık yapılı lavlardan oluşmuştur ve içinde kırıntılı kireçtaşları ara katkı olarak görülür. Birim Akveren formasyonu içerisinde çok farklı şekilde taban ilişkisi gösterir. Üst ilişkisi ise Akveren formasyonunun Alt Eosen yaşlı çökelleri ile sınırlandırılmıştır. Kalınlığı 10-100 m arasında değişir. Birimin içerisinde bol echinid, orbidoides, siderolites ve

globotruhcana fosilleri içermektedir. Aynı birim Çelebi (2005) tarafından ise ilk kez Çangaza volkanit üyesi (KTaç) olarak, Akveren formasyonun (KTa) bir üyesi olarak adlandırılmıştır. M.T.A. (2005) tarafından yapılan çalışmada ise bu birim Riva formasyonu adı altında değerlendirilmiştir.

Bu bölgede var olan tüm birimler; sınıflandırılmış jeoloji, yükseklik, yol, yerleşim yeri durumları ve arazi kullanım kriterleri göz önünde bulundurularak agrega potansiyeli yönünden değerlendirilmiştir.

4.2. Potansiyel Olabilecek Alanların Değerlendirilmesinde Ana Kriterler

Potansiyel agrega alanlarının belirlenmesinde 5 farklı kriter göz önüne alınmıştır. Bu kriterler; sınıflandırılmış jeoloji, arazi kullanımı, yükseklik, yol ve yerleşim yeri durumudur. Kriterler aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

4.2.1. Sınıflandırılmış jeoloji

İnceleme alanı içerisinde yer alan jeolojik formasyonlar 2. Bölümde detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bu kısımda ise inceleme alanında bulunan formasyonlar ve birimler sınıflandırılmış jeoloji olarak, sedimanter, magmatik ve metamorfik kayalardan oluşmakta olup agrega olabilmesi yönünden incelenmiştir. İncelenen kayalar genelde sedimanter kayaç olup az miktarda da magmatik (volkanit) ve metamorfik kayalardan oluşmakta olup Ek C Şekil C.1 haritasında gösterilmiştir. Magmatik kayalar, sedimanter ve metamorfik kayalara göre daha sağlam bir yapıya sahiptir. Bu nedenle bu kayalardan elde edilen agregalar diğer kayalara göre daha kalitelidir. Fakat inceleme alanının batı kısmında yer alan ve magmatik kayaç grubunda olan Sancaktepe graniti çok kalın bir ayrışma özelliğine sahiptir. Ayrışma kalınlığı yaklaşık olarak 30–100 m arasında olup bu kesimlerde arenalaşma göstermektedir. Bu nedenle bu birimden elde edilebilecek agrega kaliteli olmayabilir. Ancak Kandıra İlçesi'nin kuzey ve kuzeydoğusunda yer alan volkanitlerden meydana gelecek agrega potansiyel açısından değerlendirilebilir. Değerlendirilen volkanitler içerisinde tüf ve aglomera düzeylerinin göreceli olarak daha kalın olması, taze lav düzeylerinin sınırlı kalınlık göstermesi ve kısıtlı alanlarda izlenmesi nedeniyle agrega

potansiyeli açısından orta düzeyde agrega malzemesi olarak kabul edilmiştir. İnceleme alanında yer alan ve metamorfik kayaç grubundan olan klorit şist, epidot şist ve serizit şist ise çok az bir alanı kapsamaktadır. Bu kayaçlar metamorfizma geçirdiğinden orta düzeyde agrega malzemesi olarak sınıflandırılmıştır.

ArcGIS 9.3 programı yardımıyla Kocaeli Valiliği'nden alınan sayısal jeoloji veri katmanı ile M.T.A. (2005)'dan alınan 1/50.000 ölçekli jeoloji paftaları kullanılarak yeni bir sınıflandırılmış jeoloji veri katmanı oluşturulmuştur. Oluşturulan yeni katmana sınıflandırma adı altında yeni bir alan eklenerek sınıflandırılmış jeoloji katmanı meydana getirilmiştir. Vektör veri formatında olan bu harita raster veri formatına dönüştürülerek üzerleme (overlay) analizinde kullanılmıştır. Bu katmanda bulunan sınıflandırma alanı 17 sınıf içermektedir. Bu sınıflar; su, alüvyon, granit, kireçtaşı, şeyl, metamorfik (klorit şist, epidot şist ve serizit şist), sedimanter 1, sedimanter 2, sedimanter 3, sedimanter 4, sedimanter 5, sedimanter 6, sedimanter 7, sedimanter 8, sedimanter 9, volkanit ve yamaç moluzundan oluşmaktadır. Bu sınıflandırma yapılırken litolojik olarak tek bir birimden oluşuyorsa o birimin adıyla sınıflandırılmıştır. Bu sınıflar; su, alüvyon, granit, kireçtaşı, şeyl ve yamaç molozundan oluşmuştur. Birden fazla birimden oluşan formasyonlar ve kaya toplulukları ise kayacın kökenine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflar; sedimanter 1 (kireçtaşı ve şeyl), sedimanter 2 (kumtaşı ve şeyl), sedimanter 3 (çakıltası ve kumtaşı), sedimanter 4 (kireçtaşı, şeyl ve kumtaşı), sedimanter 5 (kireçtaşı, şeyl, kumtaşı ve marn), sedimanter 6 (çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı), sedimanter 7 (kireçtaşı, çakıltası ve kumtaşı), sedimanter 8 (kireçtaşı, şeyl, çamurtaşı, çakıltası, marn, çört, siltaşı ve kıltaşı olmak üzere 3 ve 3'den fazla gruplar halinde olan), sedimanter 9 (kumtaşı, çakıltası ve şeyl), volkanit (aglomera, andezit, bazalt ve tüf) ve metamorfik (klorit şist, epidot şist ve serizit şist) olarak değerlendirilmiştir. Oluşturulan sınıflandırılmış jeoloji katmanı diğer oluşturulan arazi kullanımı, yükseklik, yol ve yerleşim yeri katmanları ile birlikte yorumlanarak Kocaeli kuzeyinin potansiyel agrega alanlarını oluşturan final haritasının oluşmasında büyük bir rol oynamıştır.

Genel olarak sınıflandırılmış jeolojiyi, agrega potansiyeli açısından değerlendirdiğimizde, kireçtaşı, sedimanter 1 (kireçtaşı ve şeyl) ve sedimanter 7

(kireçtaşı, çakıltası ve kumtaşı) sınıflarından oluşan alanlar yüksek kalitede agrega malzemesi (YKAM) ve sedimanter 3, (çakıltası ve kumtaşı), sedimanter 4 (kireçtaşı, şeyl ve kumtaşı) ve sedimanter 6 (çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı) sınıflarından oluşan alanlar iyi kalitede agrega malzemesi (İKAM) olarak değerlendirilmesi uygun görülmüştür. Sedimanter 2 (kumtaşı ve şeyl), sedimanter 5 (kireçtaşı, şeyl, kumtaşı ve marn), sedimanter 8 (kireçtaşı, şeyl, çamurtaşı, çakıltası, marn, çört, siltaşı ve kıltaşı olmak üzere 3 ve 3'den fazla gruplar halinde olan), Sedimanter 9 (kumtaşı, çakıltası ve şeyl), metamorfik (klorit şist, epidot şist ve serizit şist) ve volkanit (aglomera, andezit, bazalt ve tuf) sınıflarından oluşan alanlar orta kalitede agrega malzemesi (OKAM) ve şeyl, granit, alüvyon ve yamaç molozu sınıflarından oluşan alanlar ise düşük kalitede agrega malzemesi (DKAM) olarak değerlendirilmesi uygun görülmüştür. Uygun görülen jeolojik sınıflar ve açıklamaları Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.5: Agrega olabilecek malzemelerin jeolojik birim olarak sınıflandırılması

Sınıflandırılmış jeoloji	Jeolojik Birimler	Açıklamalar
Su	Su	-
Yamaç molozu	Yamaç molozu	DKAM
Alüvyon	Alüvyon	DKAM
Granit	Granit	DKAM
Şeyl	Şeyl	DKAM
Metamorfikler	Klorit şist, epidot şist ve serizit şist	OKAM
Volkanitler	Aglomera, andezit, bazalt ve tuf	OKAM
Sedimanter 2	Kumtaşı ve şeyl	OKAM
Sedimanter 8	Kireçtaşı, şeyl, çamurtaşı, çakıltası, marn, çört, siltaşı ve kıltaşı	OKAM
Sedimanter 5	Kireçtaşı, şeyl, kumtaşı ve kumtaşı	OKAM
Sedimanter 9	Kumtaşı, çakıltası ve şeyl	OKAM
Sedimanter 6	Çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı	İKAM
Sedimanter 4	Kireçtaşı, şeyl ve kumtaşı	İKAM
Sedimanter 3	Çakıltası ve kumtaşı	İKAM
Sedimanter 7	Kireçtaşı, çakıltası ve kumtaşı	YKAM
Sedimanter 1	Kireçtaşı ve şeyl	YKAM
Kireçtaşı	Kireçtaşı	YKAM

Kocaeli İli'nin jeolojik özelliği gereği içinde bulunduğu deprem riski, nüfusun ve beraberinde yapılaşmanın hızla artması, yapı malzemesi olarak kullanılan kırmataş agregasının kaliteli üretimini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle agrega elde edilecek kayaçların kökenleri ve genel özellikleri hakkında detaylı bilgi aşağıda verilmiştir.

Sedimanter kayaçlar;

Kireçtaşı (Kalker); kalsiyum karbonattan (CaCO_3) oluşur. İçinde yer alan maden oksitlerin etkisi ile değişik renkte görünür. Geçirdiği oluşum sırasında yapısında çatlak ve kırıklar oluşur. Bu kırıklara başka maden oksitler dolunca ilginç desenler görülür. Sertlik derecesi 3 olup kolay kesilip işlenir. Çok iyi cila tutar. Yapılarda moloz taşı, yol taşı, kaplama taşı, kırılarak mıcır taşı olarak kullanılır.

Resifal kireçtaşı; pek çok bitki ve hayvanın içerdikleri kalsiyum karbonat (CaCO_3) organizmaların öldükten sonra kireçtaşını oluşturmak üzere çökmesiyle oluşmaktadırlar. Kireçtaşı kesme taş ya da moloz taş olarak kullanılmakla beraber, ana bağlayıcılardan biri olan kirecinde hammaddesidir.

Dolomit; doğadaki rengi genellikle beyaz olup magnezyum (Mg) ve kalsiyum karbonattan (CaCO_3) oluşmaktadır. Kireçtaşından daha serttir ve asitten zor etkilenir.

Mikritik kireçtaşı; çok sık rastlanan karbonatlı kayaçlardan birisidir. Büyük ölçüde ve sadece mikritten oluştuğu ifade edilir. Kil (şeyl) ile beraber genellikle sakin sularda çöker. Bu koşulların oluştuğu her hangi bir ortamda, çoğunlukla, akıntıların tabanı etkilemediği, etkisini hissettiremediği derinliği fazla sakin sularda oluşur. Kayaç ya tane boyutu kil gibi olan kireç çamuru olarak adlandırılan mikritten ya da ortamda yaşamış hayvanların büyük iskelet parçalarından oluşur. Metamorfizma süreci içerisinde yeniden kristalleşerek hakiki mermer dönüşür.

Kalkarenit; mekanik olarak çökelen karbonat kayaçları daha önce oluşan kireçtaşları ya da organik kireçtaşlarının parçalarının oluşturduğu depolanmalardır. Bunların sınıflandırılması sedimanter kayaçlar için kullanılan tane boyu ölçeğine bağlı olup tane boyu 1/16–2 mm arasında değişmektedirler. Çimento üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca sökülebilirliği, kırılabilirliği, öğütülebilirliği ve pişebilir niteliklerde olması, düşük nem içermeleri ve homojen olmaları üretim maliyetini önemli ölçüde düşürmektedir.

Marn; kalker ve kilin doğada % 50–70 oranında kalker ve % 30–50 oranında kil karışımından oluşmuş kayaca marn denilmektedir. Oluşum bakımından tamamı ile sedimanter olup, diyajenez geçirmiş genellikle düzenli tabakalı olarak bulunur. Çimento klinkeri ortalama % 70 kalker ve % 30 kil içeren hammadde karışımının öğütüldükten sonra yüksek sıcaklıklarda pişirilmesi ile elde edilmektedir. Marn doğal olarak bu bileşimi taşıdığından veya bu bileşime çok yakın özellikte bulunduğundan ideal çimento hammaddesidir. Ayrıca kalkere göre daha yumuşak olması nedeniyle kolay üretilmekte, kırma-öğütme sırasında enerji tüketimi düşük olmaktadır.

Çört; kristalli kalsedon veya kuvarstan meydana gelmiştir. Çört, ince taneli, silikaca zengin bir sedimanter kayaç olup, küçük fosil taneleri içerebilir. Pürüzlü, yoğunluğu fazla ve konkoidal kırıklı silisli bir kayaçtır. Yüzeysel ayrışmalara karşı dirençlidir. Çört, klastik sınıftan karbonat sınıfına kadar birçok birliktelikler içinde olur. Tipik olarak, klastik malzemelerin akışlarının yavaş olduğu yerlerde veya karbonat çevrelerinin içinde oluşur. Organik sedimanter kayaç olan çört değişik yollarla oluşabilir. Kimyasal olarak çörtler, silisli iskeletlerin veya silisçe zengin kayaçların çözülmesi ve silisin deniz suyunda açığa çıkmasıyla oluşur. Silis ve oksijen birleşerek SiO_2 oluşturur ve deniz tabanında birikir. Çört silika içerdiğinde çok sert ve dayanıklı bir yapı kazanır.

Konglomeralar; irili ufaklı taş parçalarının tabii bir bağlayıcı ile birleştirilmesi sonucu oluşur. Kumtaşının silika, kireç veya demir oksit ile yapışması sonucu oluşur. Silika ile yapışmış olanları çok dayanıklıdır. Kaba taneli olanlara konglomera, ince taneli olanlara kumlu şeyl adı verilir. Şeyller ince taneli olduklarından suyu zor geçirirler. Çimento üretiminde kullanılırlar.

Traverten; yüksek ısı ve kalsiyum bikarbonatlı magma suyunun yeryüzüne çıkışı sırasında karşılaştığı basınç ile oluşur. Oluşumu sırasında içinde bulunan bitki kök ve yapraklarının zamanla çürümesi sonucu boşluklar oluşur. Bu boşluklar kendi tozu ile yapılan dolgu malzemesi ile doldurulur. Genellikle dış mekanlarda kaplama işinde kullanılır.

Alçı taşı adı verilen jips; CaSO_4 ve $2\text{H}_2\text{O}$ 'dan oluşur. Sertlik derecesi 2'dir. Kolay işlenebilir. Suda daha fazla çözündüğü için yapının su ile temas eden yerlerinde kullanılmaz. Renkleri beyazımsı, sarımsı ve saydam olabilir.

Şeyl; silt ve kil boyutlu malzeme içeren kırıntılı bir sedimanter kayadır. İnce taneli kayacın ana bileşeni kil ve çamurdur. İçerdiği silt veya kil minerallerinin beraberce sıkışıp sertleşmesiyle oluşan bir kayadır. Şeyli oluşturan silt veya kil çok küçük altere olmuş parçaları da içerir. Esas olarak, yumuşak kil minerallerinden oluşur. Fakat değişik miktarlarda organik maddeler, kireçtaşı materyalleri ve kuvars taneleri içerebilir. Tane boyutu, 0,0625 mm'nin üzerinde olanlarla, taneleri gözle ayrılanabilecek boyutta küçük taneler halindedir. Parçalar 1/16 mm ile 1/256 mm arasında değişen boyutlardadır. Kilitaşı veya silttaşı daha fazla sıkışmaya uğrarsa ince yapraklı ve plaketli bir yapı kazanır. O zaman kayaç şeyl adını alır. Tipik bir şeyl, ince taneli homojen, kolaylıkla çizilebilen ve ince plaketlere ayrılabilen bir kayadır. Fissür olarak ifade edilen çatlaklara sahiptirler. Fakat çoğu fissürsüz yani masiftir ve düzensiz bloklar halinde kırılır. Şeyl, ince seviyeler halinde bulunur.

Kumtaşı; silisli veya kum taneciklerinin çökmesi ve bunların çimentolanması ile oluşmuş sert bir kayadır. Özellikle ince taneli ve gri renkli olan ve silisçe zengin tabakalı kumtaşı parke taşı olarak tercih edilmektedir. Türkiye'deki üretimi küçük ölçekte olup iç piyasaya yöneliktir.

Akarsuların taşkın zamanlarında bastıkları arazilerde bıraktıkları çamura "mil veya silt" denir. Bu çamur içinde boyutları 0,005 mm ile 0,05 mm arasında değişen mineral kırıntıları bulunur. Silttaşı, kil ve kum boyutu arasında değişen boyutlarda, silt boyutunda olan sediman tanelerinden oluşur. Diğer bir deyişle, silttaşı, iri taneli kumtaşı ile daha ince taneli şeyl gibi kayaç boyutlarının arasındaki boyuta sahiptir. Silttaşı, sedimanter tabakaların dizilimi içinde bulunduğu ortam değişikliği gibi bir olguyu temsil eder. Esas mineral olarak, 62 mikrometreden küçük boyutlarda silt tanelerinden oluştuğu için, bu kayaç silttaşı olarak ifade edilir. Silttaşı, şeyl gibi ince ve yassı yapıdadır. Fakat şeylden biraz daha sert olabilir. Şeyl düz, pürüzsüzdür. Oysa silttaşı daha pürüzlü ve aşındırıcıdır.

Kiltaşı; killerin sertleşerek kayaç haline gelmesiyle oluşur. Tane boyutları 0,05–0,005 mm arasındadır. Çok ince taneli kayaçlardır. Kiltaşı (çamur taşı) ince kumtaşı ve fazla miktarda kireç içerenleri de killi kireç olarak sınıflandırılabilir. Kil taneli, çok ince olduğu için derin veya sakin sulara doğru sürüklenirler ve buralarda ince tabakalar veya yataklar halinde depolanır. Kil minerallerinin kimyasal bileşimi alüminyum hidro silikattır.

Magmatik kayaçlar;

Bazalt; ince taneli, yoğun, sert, dayanıklı ve koyu renkli (siyah) bir magmatik kayaç olan bazalt gabro grubundan volkanik kökenli bir kayaçtır. Derinlik kayacı olan gabronun yüzey kayacını oluşturur. Rengi koyu gri ve siyahtır. Çok sert ve ağır bir taştır. Temellerde, yol ve köprü gibi yerlerde dolgu malzemesi olarak kullanılır. Homojen yapısı nedeniyle düzgün kırılma yüzeyleri vermesi açısından yapıtaşları konusunda aranan bir kayaçtır.

Granit; magmatik kökenli olup % 10–40 arasında kuvars, % 30–60 arasında alkali feldispat, % 35 kadar mika ve % 10–35 arasında koyu renkli mineral bileşiminden oluşur. Açık renkli, asidik bileşimli, sert bir kayaç olup yüzey kayacı riylittir. Mineraller çok büyük olursa pegmatit, çok ince taneli olursa aplit olarak adlandırılır. Yapıtaşı olarak granitlerde orta ve özellikle ince mineral taneli olmasına ilaveten düzgün kırılabilme özelliği aranmaktadır. Özellikle gri renkli, ince mineral taneli olanları parke taşı imalatında kullanılmaktadır. İri mineral taneli ve farklı renkli granitler daha çok mermer gibi parlatılarak plakalar şeklinde kullanılmaktadır. Genel olarak ise granit, piyasada kırma taş (mıcır) ve blok taş olmak üzere iki şekilde tüketilmektedir. Kırmataş olarak başlıca yol yapımında, beton harcı içinde kum şeklinde, tren yolu balastı olarak, mutfaklarda mutfak tezgahları olarak, kuyu çakıllamalarında filtrasyon tabakalarının hazırlanmasında, dalga kıranlarda ve baraj dolu savaklarında kullanılmaktadır. Blok taş olarak çıkartılan granitler ise anıt, abide ve mezar taşı yapımında, binalarda temel blokları, sütun ve basamak taşları olarak, yollarda kaldırım taşı ve döşeme taşı olarak değerlendirilmektedir (Kibici, 2003).

Dasit; magmatik kayaç grubundan kuvars diyoritin yüzey kayacıdır. Mineralojik bileşim olarak kuvars ve mika içerir. İnşaat sektöründe, hafif agrega malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Riyolit; magmatik kayaç grubundan granitin yüzey kayacıdır. Mineralojik olarak kuvars, ortoz, mika minerallerinden oluşmuş olup granitle aynı bileşime sahiptir. İnşaat sektöründe, hafif agrega malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Volkanik kökenli olan andezit çok az kuvars içerir. Bu kayaç renk, doku ve sertlik açısından uygun olan bazı türlerinden parke taşı, döşeme taşı, kaplama taşı ve yapılarda değişik amaçlı olarak mimari tasarımlarda ve tarihi yapılarda kullanılmaktadır. Su emmeyen, suda dağılmayan özelliği, sıkı dokulu ve koyu kırmızı renkli olmasının yanı sıra kırıldığında ve disk kesicilerle kesildiğinde düzgün yüzey veren andezitler, aranan özellikleridir. Andezitler bozuşabilir. Bozuşmaya uğramış andezitler renk, sertlik ve dayanım yönleri ile sorun yaratabilirler.

Tüfler; volkanik küllerin konsolide bir hale gelmesiyle oluşmaktadır. Özellikle volkaniklere bağlı riyolit–dasit türü tüfit kayaçlar ilgi görmektedir. Bünyelerinde serbest olarak kuvars mineralleri bulunabilir. Tüfler sedimanter kayaçlar gibi tabakalanma gösterebilmektedir. Doğal olarak değişik renkte oluşmuş olan tüflerden özellikle beyaz, pembe, sarı-kırmızı desenli ve yeşil renklerin hakim olduğu tüfler hafif yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

4.2.2. Arazi kullanımı

Kocaeli kuzeyinin arazi kullanımını agrega potansiyeli açısından değerlendirirken agrega ocağı işletilebilecek alanlar önemlidir. Çünkü agrega ocaklarının işletildiği alanlarda çevresel kirlilik ve patlatma sonucu arazide meydana gelebilecek toprak kayması, kaya düşmesi ve zemin sarsıntısı gibi olumsuzluklarla karşı karşıya kalınılabılır. Bu gibi olumsuzlukları önlemek için tercih edilen en uygun çözüm kırmataş ocaklarını yerleşim yeri ile tarım alanları dışında ve ana yollara yakın alanların seçilmesidir.

Kocaeli İli'nin tarım alanlarının üzerinde çok fazla taş-kum ocağı vardır. Bu da tarım alanı olarak kullanılacak arazilerin büyük oranda azalmasına ve kırmataş ocağı olarak kullanılacak olan alanın ve çevrenin tarım için elverişsiz duruma gelmesine neden olmaktadır. Genel olarak mevcut kırmataş ocakları tapulu arazi ve ormanlık alanlar üzerinde kurulmuştur.

Türkiye'de var olan araziler 8 sınıftan oluşmaktadır. İnceme alanında ise I.-VII. sınıf arazilerden oluşmuştur. Bunlar, I. sınıf arazi (tarım-yerleşim yeri-sanayi), II. sınıf arazi (yerleşim yeri-tarım alanı az), III. sınıf arazi (yerleşim yeri-sanayi), IV. sınıf arazi (sanayi-yerleşim yeri az), V. sınıf arazi (bağ-bahçe-çayır), VI. sınıf arazi (orman-çayır-mera) ve VII. sınıf arazi (yerleşim yeri) olarak sınıflandırılmıştır.

ArcGIS 9.3 programı yardımıyla hazırlanan arazi katmanı ile bu arazilerin kapladıkları alanlar oluşturulan histogram Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Bu histogramda Kocaeli kuzeyinde bulunan arazi sınıflarının her birinin çalışma alanı içerisinde ne kadarlık bir alanı kapladıkları verilmiştir. Bu arazilerden I. sınıf arazi en büyük alana sahip olup 1189 km² bir alanı kaplamaktadır. Bu sınıfı oluşturan alanlar tarım, yerleşim yeri ve sanayi alanları olarak kullanılmaktadır. Çok az miktarda da çayır-mera ile ormanlık-fundalık arazilerden oluşmaktadır. Bu nedenle değerlendirmede bu araziler dikkate alınmamıştır. Kullanılan bu arazi toprak yapısı bakımından oldukça zengin olup incelenme alanının her bölgesinde görülmektedir. İnceleme alanında yer alan II. sınıf arazi ise IV., V. ve VII. sınıf arazilerin kapladığı alanlara göre büyük, I., III. ve VI. sınıf arazilere göre de daha küçük bir alanda yer almaktadır. II. sınıf arazi 122 km² bir alanı kaplamaktadır. Bu arazinin bulunduğu alanlar Kandıra-İzmit arası ve İzmit, Gebze, Darıca ve Çayırova ilçelerinde belirli bir alanı kapsamaktadır. Bu alanlar yerleşim yeri ve az olarakta tarım alanı arazilerinden oluşmaktadır. Yerleşim yerlerini üzerinde bulunduran araziler agrega üretimi yönünden kısıtlı arazilerdir. Arazi kullanım sınıflarından olan III. sınıf arazi ise incelenme alanında Kandıra İlçesi'nin kuzey ve kuzeydoğusunda geniş bir alanı, İzmit İlçesi'nin güneydoğusunda, Darıca İlçesi'nin kuzeyi ve Dilovası ile Körfez ilçeleri arasında küçük bir alanı, Gebze İlçesi'nde irili ufaklı alanlar halinde, Derince İlçesi'nin kuzeyinde ise 2 ayrı küçük alanı kapsamaktadır. III. sınıf arazi yerleşim yeri ve sanayiden oluşmakta olup 501 km² bir alanı kaplamaktadır. İnceleme

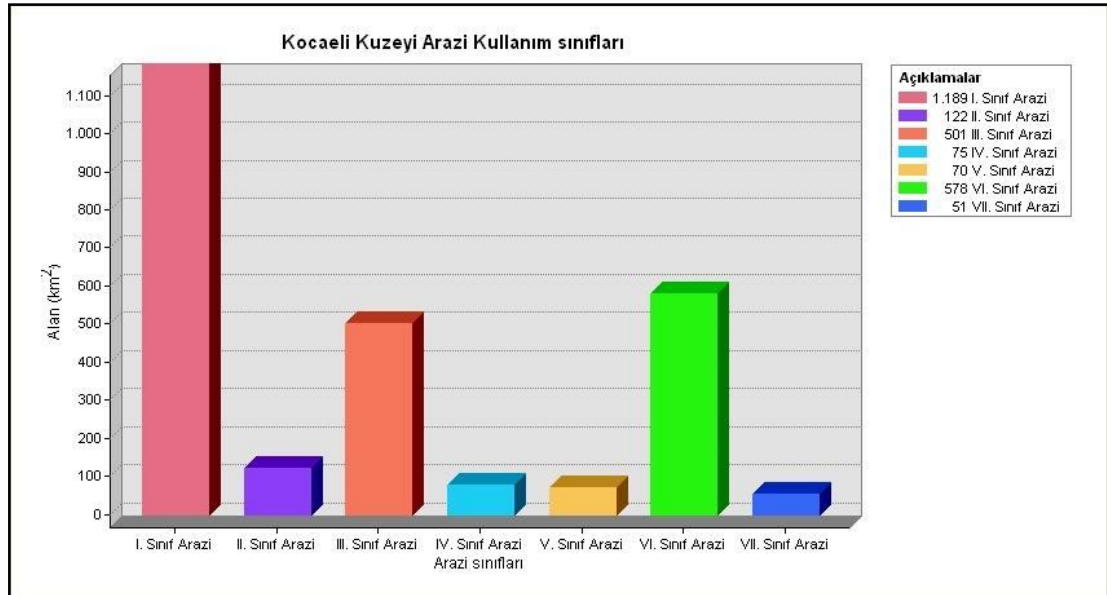
alanında bulunan IV. sınıf arazi Kandıra İlçesi'nde küçük bir alanı, Darıca ile Dilovası ilçeleri arasında ve İzmit İlçesi'nin güneydoğusunda yerleşim alanları dışında yer almaktadır. Derince İlçesi'nin kuzeyinde kalan kısmında ise yerleşim yeri mevcuttur. Bu arazi sanayi ve az olarakta yerleşim yerlerinden oluşmakta olup 75 km² bir alanı kapsamaktadır. Diğer bir arazi kullanım sınıfından olan V. sınıf arazi ise Kandıra İlçesi'nde dağınık küçük alanlar şeklinde, İzmit İlçesi'nin kuzeyinde küçük bir alan ile Gebze İlçe'nin kuzeyinde daha geniş bir alanı kapsamaktadır. Kandıra İlçesi'nde yerleşim mevcut olduğundan arazi kullanımını kısıtlamaktadır. V. sınıf arazi bağ-bahçe-çayır alanlarından oluşmakta olup 70 km² bir alanı kapsamaktadır. İnceleme alanında yer alan VI. sınıf arazi kapsadığı alan büyüklüğü bakımından diğer arazilere göre 2. sırada yer almakta olup 578 km² bir alanı kapsamaktadır. VI. sınıf arazi inceleme alanının sınır çizgilerinden iç kısımlara doğru genişleyerek yayılım göstermektedir. Bu sınıfın bulunduğu alanlar Dilovası-İzmit ilçelerinin kıyı kesimi boyunca olup yerleşim yerlerinin yoğunluğundan dolayı arazi kullanımını kısıtlamaktadır. Bu sınıfı oluşturan alanlar mera-çayır-orman ve çok az yerleşim yerinden oluşmaktadır. Arazi kullanım sınıflarının sonuncusu olan VII. sınıf arazi ise kapladığı alan bakımından diğer arazilere göre en küçük araziye sahip olup 51 km² bir alanı kaplamaktadır. Dilovası, Derince ve İzmit ilçelerinin kıyı kesimleri boyunca uzanmakta olup üzerinde yerleşim yeri bulunmaktadır. Yerleşim yeri araziye tamamen kapladığından dolayı agrega üretimi açısından kısıtlı bir arazidir. Bu arazi sınıflarını ve açıklamalarını gösteren Tablo 4.6 aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.6: Agrega üretim durumunu gösteren arazi sınıfları ve açıklamaları

Arazi Sınıfları	Arazi Durumu	Açıklamalar
I.Sınıf arazi	Tarım-yerleşim yeri-sanayi	Agrega üretimi uygun değildir
II.Sınıf arazi	Yerleşim yeri-tarım alanı az	Agrega üretimi çok az uygundur
III.Sınıf arazi	Yerleşim yeri-sanayi	Agrega üretimi çok az uygundur
IV.Sınıf arazi	Sanayi-yerleşim yeri az	Agrega üretimi uygundur
V.Sınıf arazi	Bağ-bahçe-çayır	Agrega üretimi uygundur
VI. Sınıf arazi	Orman-çayır-mera	Agrega üretimi çok uygundur
VII.Sınıf arazi	Yerleşim yeri	Agrega üretimi uygun değildir

Arazi kullanımını genel olarak değerlendirdiğimizde I. sınıf arazi; tarım, yerleşim yeri ve sanayinin bulunduğu alanlardan oluştuğundan bu alanlarda agrega üretimi için uygun olarak düşünülmemektedir. Ancak bu arazi üzerinde yerleşim yerlerinin

olmadığı alanlar ve litolojik olarak jeolojik birimin kalitesi göre değerlendirildiğinde agrega üretimi açısından uygun olabilir. II. ve III. sınıf araziler kapladığı alanlara göre I. sınıf araziden daha az bir alanı kaplarlar. II. sınıf arazi; yerleşim yeri ve az bir oranda tarım alanlarından oluşmaktadır. Bu alanlarda yerleşim yeri yoğunluk gösterirken tarım alanı azalmaya başlar. Bu nedenle yerleşim yeri dışında kalan alanları agrega üretimi açısından düşünüldüğünde arazi üzerinde bulunan jeolojik birimin kalitesine göre uygun olarak değerlendirilebilir. III. sınıf arazi; yerleşim yerinin ve sanayinin artış gösterdiği Gebze ve İzmit ilçeleri arasındaki alanlardan oluşmaktadır. Bu araziler agrega üretimi açısından uygun olabilmesi için yerleşim yeri ve sanayi tesislerin bulunduğu yerlerin dışında kalan alanlar agrega kalitesi yönünden uygun olarak değerlendirilir. IV. sınıf arazide ise yerleşim yerleri azalırken sanayi tesislerinin kapladığı alanlarda artış görülmektedir. Bu nedenle bu arazilerde agrega üretimi yapmak için sanayi ve yerleşim yerlerinin dışındaki alanlar uygun olabilir. Agrega üretimi açısından en uygun alanlar V. ve VI. sınıf arazilerdir. V. sınıf arazi; bağ, bahçe ve çayır olarak kullanılmaktadır. VI. sınıf arazi; orman, çayır ve meradan oluşmaktadır. Tamamına yakını yerleşim yeri sınırları içinde olan VII. sınıf arazi ise agrega üretimi açısından uygun değildir.



Şekil 4.3: Kocaeli kuzeyi arazi sınıfları ve kapladıkları alanlar

Arazi kullanım sınıfı katmanı için ArcGIS 9.3 programı kullanılarak agrega olabilecek alanlar değerlendirilmiştir. Değerlendirmede kullanılan raster veri

halindeki arazi kullanım haritası Alparslan ve Aydöner (2004) tarafından yapılan çalışmadan alınmıştır. Bu raster veri ArcGIS 9.3 programına aktararak koordinatlandırılmıştır. Koordinatlandırılan raster veri programda vektör veriye çevrilerek arazi kullanımı adında yeni bir katman oluşturulmuştur. Bu katmanda arazi 7 sınıftan oluşmaktadır. Daha sonra vektör veri olarak işlenen harita raster veri formatına dönüştürülerek arazi kullanım haritası Ek D Şekil D.1’de verilmiştir.

4.2.3. Yükseklik durumu

İnceleme alanında yükseklik deniz seviyesinden itibaren başlayarak 640 m civarına kadar devam eder. Bu alanda yer alan Gebze ve civarında deniz seviyesinden başlayan yükselti kuzeydoğuya doğru gidildikçe 400 m’nin üzerinde olan irili ufaklı tepeler halinde yer alır. Doğuya doğru gidildikçe Körfez-Derince ile İzmit İlçesi arasında kalan alan yükselti olarak ilin kuzeyinin 640 m olan en yüksek kısmını oluşturur. Kuzeydoğuya doğru gidildikçe Kandıra ve civarında yükselti 200 m’nin altında olduğu gözlemlenmiştir. Karadeniz kıyılarına gidildikçe ise yükselti düşüş göstererek deniz seviyesine kadar inmiştir. Bu yükseklikler doğrultusunda mevcut agrega potansiyelini değerlendirirken Gebze ve civarında işletilmekte olan kırmataş ocakları yaklaşık olarak 100–180 m arasında yüksekliklerde, Körfez-Derince bölgesi içinde yer alan Hereke’de faaliyet halinde olan kırmataş ocakları 200–310 m yüksekliklerinde işletilmektedir.

Potansiyel olabilecek agrega alanlarını yükseklik kriterine göre değerlendirirken, ArcGIS 9.3 programı kullanılarak Kocaeli Valiliği’nden alınan sayısal yükseklik veri katmanını sınıflara ayırarak yükseklik adında yeni bir katman oluşturulmuştur. Oluşturulan bu yeni katmanda yükseklik 4 sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflar, 0–200 m, 200–400 m, 400–600 m ve 600–640 m arasındaki yükseklik değerlerinden oluşmuştur. Bu yükseklik Oluşturulan vektör veriyi, raster veri formatına çevirerek elde edilen yükseklik durum haritası Ek E Şekil E.1’de verilmiştir. Yükseklik sınıflarını agrega üretimi açısından değerlendirildiğinde yükseklik arttıkça yüksekliğe bağlı olarak maliyette artmaktadır. Böylece üretilen yükseklik haritası ile yükseklik sınıfları yorumlanmıştır. Bu yorumlamaya göre 600–640 m arası alanlar çok yüksek kesimleri oluşturduğundan maliyet açısından agrega üretimi

değerlendirildiğinde uygun değil, yükseklik olarak 400–600 m arasında olan alanlar yüksek kesimlerden oluşmuş olup 600–640 m yüksekliğe göre maliyet açısından agrega üretimi değerlendirildiğinde çok az uygun, arazideki yükseklik azalarak 200–400 m arasına düştüğünde alçak kesimleri oluşturduğundan maliyet açısından agrega üretimi değerlendirildiğinde uygun, yükselti 0–200 m arasında çok alçak kesimleri oluşturduğundan maliyet açısından agrega üretimi değerlendirildiğinde çok uygun olarak kabul edilmiştir. Kabul edilen bu değerler aşağıda Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7: Agrega üretiminde yükseklik sınıfları ve açıklamalar

Yükseklik Sınıfları (m)	Yükseklik Durumu	Açıklamalar
0-200 m	Çok alçak kesimler	Maliyet olarak çok uygun
200-400 m	Alçak kesimler	Maliyet olarak uygun
400-600 m	Yüksek kesimler	Maliyet olarak çok az uygun
600-640 m	Çok yüksek kesimler	Maliyet olarak uygun değil

4.2.4. Yol durumu

İnceleme alanında iki büyük ana yol ve birde tren yolu bulunmaktadır. Bunlar, TEM (E–80), D–100 (E–5) kara yolları ile tren yolu olup Ek F Şekil F.1’de gösterilmektedir. Mevcut kırmataş ocaklarından Gebze ve civarı bölgesinde bulunan kırmataş ocakları, İstanbul–İzmit arasında ulaşım yapan E–5 Devlet karayolunun kuzeyinde, Gebze İlçesi’nin doğusunda (Gebze-Tavşanlı Köyü arasında) yer almakta olup İstanbul’a yaklaşık 50 km mesafede bulunmaktadır. Körfez-Derince sınırları içinde, Hereke bölgesinde yer alan kırmataş ocakları ise Gebze ve civarında bulunan ocaklara göre E–80 ve D–100 yollarına daha uzak bir konumda işletilmektedir.

Kocaeli bir sanayi kenti olması, İstanbul–Ankara arasında bir geçiş yol olması sebebiyle yolları gelişmiştir. Gelişen bu yollar beraberinde yerleşim yerlerine yakın olan potansiyel agrega alanlarının önemini artırmıştır. Böylece agreganın ocaktan çıkarılıp kullanılacak yere götürülmesi agrega maliyetini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu yüzden doğal agrega ve kırmataş ocakları yerleşim alanı ile beton santrallerinin hemen yanında veya yakınında olması istenmektedir. Betonun bekleme süresinin sınırlı olması bu santrallerin kullanım alanına yakınlığını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenlerle agrega ve beton taşımacılığı ulaşım hattının belirli bir düzen içinde gerçekleştirilmesi gereklidir. Ülkemizde taşımacılık çoğunlukla

karayolu ile yapıldığından karayollarında önemli bir trafik hacmi oluşturan bu ulaşımın kontrolü ve düzenlenmesi her geçen zaman içinde kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle taşıma maliyetlerinin en aza indirebileceği, ana yollara yakın yerler değerlendirilmiştir. Kocaeli ili gibi metropol veya büyük kentlerde potansiyel olabilecek agrega alanları genelde yerleşim alanı dışındaki kırmataş ocaklarından veya doğal agrega depolarından sağlanmalıdır.

İnceleme alanında ulaşımı sağlayan birden çok yol mevcuttur. Bu yolları Google Earth programı yardımıyla koordinatlara alınarak ArcGIS 9.3 programına aktarılmış ve yollar adında yeni bir katman oluşturulmuştur. Oluşturulan bu katmanda yollar 5 sınıftan meydana gelmiştir. Bunlar; E-80 ve D-100 karayolu, tren yolu, ana yollar ile ilçe ve köy yollarından oluşmaktadır. Bu sınıfları gösteren vektör veri, raster veriye çevrilerek yol durum haritasını oluşturmuştur. Bu harita Ek F Şekil F.1’de verilmiştir. Yolları agrega üretimi açısından değerlendirildiğinde ana yollara uzaklık mesafesi arttıkça buna bağlı olarak maliyette artacağından yollar kriteri agrega potansiyelini belirlemede önemli bir faktör oluşturmaktadır. Ana yollara uzaklık sınıflandırılması Türkiyede agrega piyasa koşulları göz önüne alınarak yapılmıştır. Buna göre ana yollara çok uzak mesafede (60 km üstü) agrega üretimi yapılırsa maliyet bakımından çok yüksek, ana yollara uzak mesafede (20-60 km arası) agrega üretimi yapılırsa maliyet bakımından yüksek, ana yollara yakın mesafede (5-20 km arası) agrega üretimi yapılırsa maliyet bakımından düşük ve ana yollara çok yakın mesafede (0-5 km arası) agrega üretimi yapılırsa maliyet bakımından çok düşük olarak kabul edilmiştir. Bu yol sınıfları ve açıklamaları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8: Agrega üretiminde ana yollara uzaklık ve maliyet

Ana Yollara Uzaklık	Uzaklık Mesafesi (km)	Açıklamalar
Çok uzak	60 km üstü	Maliyet çok yüksek
Uzak	20-60 km arası	Maliyet yüksek
Yakın	5-20 km arası	Maliyet düşük
Çok yakın	0-5 km arası	Maliyet çok düşük

4.2.5. Yerleşim yeri durumu

Kocaeli kuzeyinde yerleşim yeri daha çok sanayi bölgesi olan Gebze ve civarında konumlanmıştır. Bunun dışında yerleşim İzmit Körfezi kıyı şeridi boyunca uzar

gider. Yerleşim yeri olarak nüfusu en az olan Kandıra İlçesi'ne doğru gittikçe nüfus en aza indirgenir. Bu nedenle kıyılardan uzaklaştıkça nüfustaki azalış yerleşim alanlarındaki bina sayısında azaltmaktadır.

Kocaeli İli'nin kuzey bölgesinde sanayi gelişmiştir ve gelişen sanayi ile birlikte bu bölgede nüfusta büyük bir oranda artış olmuştur. Artışın en çok olduğu yer Gebze ve civarını kapsayan bölgedir. Bu bölgede birçok sanayi tesisinin bulunması ve yapılaşmanın hızla artması sonucu agregaya olan ihtiyaç artmıştır. Bu ihtiyacı karşılamak için birçok kırmataş ocağı işletilmektedir. İnceleme alanında bulunan Körfez-Derince bölgesinde yer alan Hereke'de ise kırmataş ocakları yerleşim yeri bakımından yerleşim yerlerine uzak ancak ana yollara yakın alanlarda üretim yapmaktadır. Çarpık kentleşme içinde yer alan kırmataş ocaklarının yarattığı çevre sorunları (patlatma sonucu oluşan hava şoku, yer sarsıntısı, kaya fırlaması, kırma ve eleme sonucu oluşan toz ve su problemleri) kırmataş ocaklarının ekonomik ve sürekli bir şekilde çalışmalarını zorlaştırmaktadır.

İnceleme alanında yerleşim yerlerini belirlemek için M.T.A. (2005)'dan alınan 1:50.000'lik paftalar birleştirilerek bir harita oluşturulmuştur. Elde edilen bu harita ArcGIS 9.3 programı ile koordinatlandırılmıştır. Daha sonra yeni bir katman oluşturularak bu katmanın üzerine raster veri olarak M.T.A (2005) alınan verinin üzerinde yer alan yerleşim yerlerinin işlenmesiyle yerleşim yeri adında yeni bir vektör veri katmanı elde edilmiştir. Bu katman ile yerleşim alanlarının dağılımını ve yoğunluğu ortaya konulmuştur. Bu yeni katmanda işlenmiş olan vektör veriler, raster veriye çevrilerek yerleşim yerlerini gösteren yerleşim yeri haritası üretilmiştir. Bu harita Ek G Şekil G.1'de verilmiştir. Oluşturulan yerleşim yeri katmanı diğer katmanlar ile birlikte kullanılarak final haritası olan Koaceli kuzeyinin agrega potansiyel haritasının oluşturulmasına katkı sağlamıştır. Yerleşim yeri durumuna göre agrega üretim alanları belirlenirken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta taş ocaklarının işletimi sırasında ve sonrasında yarattığı çevre sorunlarıdır. İşletilebilecek taş ocaklarındaki sorunları en aza indirmek için yerleşim yeri dışında kalan araziler değerlendirilmeye uygun görülmüştür. Agregada üretimi açısından yerleşim yerine göre konumunu belirlerken 4 sınıf altında değerlendirilmiştir. Bunlar; yerleşim merkezlerine uzaklık (0 km) olan alanlar çok fazla sorunlu,

yerleşim yeri çok yakın çevresi (4-6 km) fazla sorunlu, yerleşim yeri yakın çevresi (6-8 km) az sorunlu, yerleşim yeri dışında (8-30 km) çok az sorunlu olarak uygun görülmüştür. Bu yerleşim yeri sınıfları ve açıklamaları Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9: Agregat üretim alanlarının yerleşim yerlerine göre uzaklığı

Yerleşim Yeri Uzaklık	Uzaklık Mesafesi (km)	Açıklamalar
Yerleşim yeri merkezi	0 km	Çok fazla sorunlu
Çok yakın çevresi	4-6 km	Fazla sorunlu
Yakın çevresi	6-8 km	Az sorunlu
Yerleşim yeri dışı	8-30 km	Çok az sorunlu

4.3. Potansiyel Olabilecek Agregat Alanlarının CBS ile Değerlendirilmesi

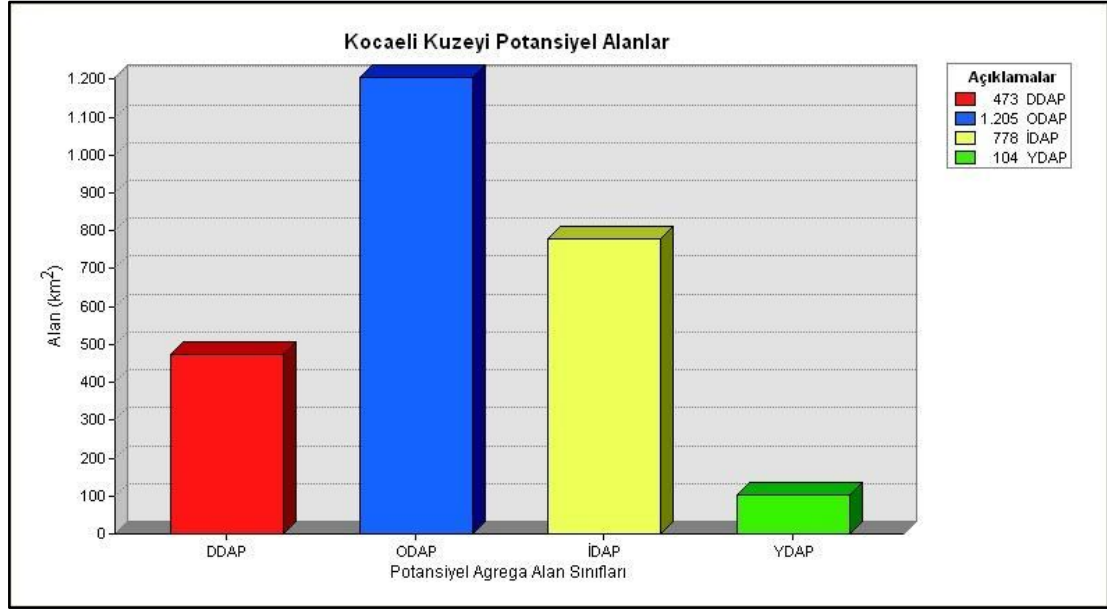
Coğrafik Bilgi Sistemi (CBS); yeryüzündeki fiziki ve beşeri olayları konu alarak, çok geniş anlamda karmaşık bir bilgi yoğunluğu ile uğraşmaktadır. Bütün bu bilgilere sahip olup, onlardan daha fazla yararlanmak ve coğrafi olaylar arasındaki ilişkileri anlayıp yorumlamak için mutlak suretle organize edilmiş düzeneğe, diğer bir deyişle bilgi sistemine ihtiyaç duyulur. Gelişen bilgi teknolojisi ile bir anlamda bu ihtiyaç giderilmiş, “coğrafya”, “bilgi” ve “sistem” kelimelerinden oluşan ve coğrafyayı konu alan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kavramı ortaya çıkmıştır (Yomralıoğlu, 2000). Çok çeşitli tanımları olmasına rağmen CBS’ni, coğrafyayı meydana getiren fiziki ve beşeri olaylara ait bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemi olarak tanımlamak mümkündür.

CBS beş ana bileşenden meydana gelmektedir. Bunlar; donanım, yazılım, veri, insan ve metottur. CBS’nin çalışmasını mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Yazılım coğrafik bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere yüksek düzeyli programlama dilleri ile gerçekleştirilen algoritmalarıdır. Coğrafi varlıkların sahip oldukları özellikler ile coğrafi olayların karakterleri veri olarak adlandırılır. CBS’nin en son bileşeni olan metod ise, kurum içi veya kurumlar arasında coğrafi verilerin toplanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulmasındaki standart yöntemlerdir. Kısacası verinin bilgiye dönüştürülmesinde kullanılan yöntemlerin bütünüdür (Bausmith and Leinhardt, 1998).

CBS yazılımları görselleştirme konusunda da çok güçlü araçları sunmaktır. Görselleştirme araçları ile istenilen yazı, sembol ve renk seçmek mümkündür. Bu sayede kullanıcı daha kolay, hızlı ve doğru haritalar yapabilir. Her türlü tematik ve dağılış haritaları üretmek ve bunları istenilen şekilde görselleştirmek mümkündür. Bu nedenle Kocaeli kuzey bölgesinin yol, agrega ocakları, yükseklik, yerleşim yeri, arazi kullanımı, il sınırı ve jeolojisine ait veritabanları oluşturulup gerekli haritalar çizilmiştir. Bu haritalar amaca uygun olarak artan renk, artan sembol, nokta veya grafik olarak gösterilebilirler. Bu gösterimlerde yazılım olarak ArcGIS 9.3 programı kullanılmıştır.

Agrega potansiyeli olabilecek alanlar CBS ile ArcGIS 9.3 programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme kaya litolojisi baz alınarak yapılmıştır. Bu yüzden yamaç molozu, şeyl, alüvyon, karapürçek formasyonunun ayrı daneli kesimleri kum ve çakıl kesimleri düşük düzeyde agrega potansiyeli olarak kabul edilmiştir. Değerlendirmenin asıl amacı düşük maliyet ile kaliteli agrega üretilebilecek alanların belirlenmesidir. Bu belirleme için 5 kriter göz önünde bulundurulmuştur. Bu kriterler; sınıflandırılmış jeoloji, arazi kullanımı, yol, yükseklik ve yerleşim yeri durumundan oluşmuştur. Bu kriterlerin her biri kendi aralarında alt sınıflara ayrılmıştır. Bunun nedeni ise daha hassas düzeyde potansiyel analizinin yapılmasıdır. Kendi aralarında sınıflandırılan her bir kriter için ArcGIS 9.3 programında katmanlar oluşturulmuştur. Bu katmanların her biri programda üst üste çakıştırılarak (overlay) potansiyel alanları gösteren yeni bir katman oluşturulmuştur. Bu katman 0.5 derece aralıklarla enine ve boyuna bölünerek eşit alanlar elde edilmiştir. Elde edilen vektör veri, raster veri formatına dönüştürülerek 1/250.000 ölçeğindeki ilin kuzeyinin potansiyel haritası Ek H Şekil H.1'de verilmiştir. Bölünmüş bu alanlar üzerinde agrega potansiyeli teşkil edebilecek alanlar; düşük, orta, iyi ve yüksek olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır. Ayrılan bu sınıfları; sınıflandırılmış jeoloji kriteri için Tablo 4.10'da, yükseklik kriteri için Tablo 4.11'de, arazi kullanım kriteri için Tablo 4.12'de, yerleşim yeri kriteri için Tablo 4.13'de ve yol durumu kriteri için Tablo 4.14'de verilen değerler dikkate alınarak potansiyel alanlar belirlenmeye çalışılmıştır. Bu tablolarda yükseklik durumlarına, sınıflandırılmış jeolojiye (jeolojik birimin kalitesine) ve arazi kullanımına göre değerlendirilme yapılırken 1-100 arasında sayısal değerler verilerek puanlama yoluyla potansiyel düzeyler elde

edilmiştir. Yerleşim yerleri ve yol durumuna göre potansiyel düzey değerleri belirlenirken potansiyel olabilecek alanların yerleşim yeri ve yollara olan uzaklık mesafesine göre 0-60 km değerler verilmiştir. Tablo 4.10’da verilen sınıflandırılmış jeolojiyi oluşturan litolojik birimler agrega kalitesine göre değerlendirildiğinde farklı potansiyel düzey değerleri elde edilmiştir. Bu değerler agrega kalitesine göre gruplandırıldığında; 80–100 arası yüksek kalite, 60–80 arası iyi kalite, 40–60 arası orta kalitede ve 0–40 arası ise düşük kalitede agrega olarak sınıflandırılmış jeoloji değerleri verilmiştir. Tablo 4.11’de verilen yükseklik durumuna göre çok yüksek kesimler (600-640 m arasında) 30 puan olarak değerlendirilmiş olup agrega üretimi açısından uygun değil, yüksek kesimler (400-600 m arasında) 50 puan olarak değerlendirilmiş olup agrega üretimi açısından çok az uygun, alçak kesimler (200-400 m arası) 70 puan olarak değerlendirilmiş olup agrega üretimi açısından uygun ve çok alçak kesimler (0-200 m arası) 90 puan olarak değerlendirilmiş olup agrega üretimi açısından çok uygun olarak kabul edilmiştir. Tablo 4.12’de verilen arazi kullanım durumuna göre ise farklı potansiyel düzey değerleri verilmiştir. Bu değerlerden; 0-31 arası düşük, 30-51 arası orta, 50-71 arası iyi ve 71-100 arası ise yüksek arazi kullanım değerleri olarak verilmiştir. Tablo 4.13’de verilen yerleşim yeri durumuna göre yerleşim yeri merkezleri (0 km) düşük düzeyde, yerleşim yerlerinin çok yakın çevresi (4-6 km) orta, yerleşim yerlerinin yakın çevresi (6-8 km) iyi ve yerleşim yerlerinin dışında kalan (8-30 km) yerleşim yeri değerleri olarak verilmiştir. Tablo 4.14’de verilen yol durumu olarak ana yollara çok uzak alanlar (60 km üstü) düşük, anayolara uzak alanlar (20-60 km) orta, ana yollara yakın alanlar (5-20 km) iyi ve ana yollara çok yakın alanlar (0-5 km) yüksek yol durum değerleri olarak verilmiştir. Agrega potansiyel alanlarını değerlendirilirken öncelikli olarak inceleme alanındaki yerleşim yerleri durumu incelenir ve buna göre sınıflandırılmış jeolojide bakılarak birimin kalite düzeyi saptanır. Bundan sonra yol, yükseklik ve arazi durumuna bakılarak yorumlama yapılır. Kocaeli kuzeyinin potansiyel agrega alanlarını gösteren histogram Şekil 4.4 verilmiştir. Aşağıda verilen şekilde DDAP (düşük düzeyde agrega potansiyeli) 473 km² bir alanı, ODAP (orta düzeyde agrega potansiyeli) 1205 km² bir alanı, İDAP (iyi düzeyde agrega potansiyeli) 778 km² bir alanı ve YDAP (yüksek düzeyde agrega potansiyeli) 104 km² bir alanı kaplamaktadır. Böylece inceleme alanında ODAP (orta düzeyde agrega potansiyeli) en çok alanı, YDAP (yüksek düzeyde agrega potansiyeli) ise en az alana sahiptir.



Şekil 4.4: Kocaeli kuzeyinde bulunan potansiyel agregasyon alanlarını sınıflandırma

Tablo 4.10: Potansiyel düzey belirlemede sınıflandırılmış jeoloji değeri

Sınıflandırılmış jeoloji	Potansiyel Düzey Değeri	Potansiyel Düzey Simgesi
Su	1	DDAP
Yamaç Molozu	20	DDAP
Alüvyon	30	DDAP
Granit	35	DDAP
Şeyl	39	DDAP
Metamorfik	51	ODAP
volkanit	59	ODAP
Sedimanter 2	50	ODAP
Sedimanter 8	54	ODAP
Sedimanter 5	55	ODAP
Sedimanter 9	58	ODAP
Sedimanter 6	75	İDAP
Sedimanter 4	77	İDAP
Sedimanter 3	79	İDAP
Sedimanter 7	80	YDAP
Sedimanter 1	84	YDAP
Kireçtaşı	90	YDAP

Tablo 4.11: Potansiyel düzey belirlemede yükseklik değeri

Yükseklik Durumu	Potansiyel Düzey Değeri	Potansiyel Düzey Simgesi
600-640 m	30	Çok Düşük
400-600 m	50	Düşük
200-400 m	70	Yüksek
0-200 m	90	Çok yüksek

Tablo 4.12: Potansiyel düzey belirlemede arazi kullanım değeri

Arazi Kullanımı	Potansiyel Düzey Değeri	Potansiyel Düzey Simgesi
I. ve VII. Sınıf Arazi	30	Düşük
II. ve III. Sınıf Arazi	50	Orta
IV. ve V. Sınıf Arazi	70	İyi
VI. Sınıf Arazi	90	Yüksek

Tablo 4.13: Potansiyel düzey belirlemede yerleşim yeri değeri

Yerleşim Yeri	Potansiyel Düzey Değeri	Potansiyel Düzey Simgesi
Yerleşim yeri merkezi	0 Km	Düşük
Yerleşim yeri çok yakın çevresi	4-6 Km	Orta
Yerleşim yeri yakın çevresi	6-8 km	İyi
Yerleşim yeri dışında	8-30 km	Yüksek

Tablo 4.14: Potansiyel düzey belirlemede yol değeri

Yol Durumu	Potansiyel Düzey Değeri	Potansiyel Düzey Simgesi
Ana yola çok uzak	60 km üstü	Düşük
Ana yola uzak	20-60	Orta
Ana yollara yakın	5-20 km	İyi
Ana yollara çok yakın	0-5 km	Yüksek

4.3.1. Düşük düzeyde agrega potansiyeli (DDAP)

Sınıflandırılmış jeoloji katmanındaki alüvyon, su, granit, yamaç molozu ve şeyl alanlarını kapsayan sınıflardan oluşmuştur. Arazi katmanında yer alan I. (tarım-yerleşim yeri-sanayi) ve VII. (yerleşim yeri) sınıf arazilerden meydana gelmiştir. Yükseklik ile yol durumu katmanlarına göre ise 600–640 m arasındaki yükseklikler ile ana yollara çok uzak (60 km üstü) alanlar olarak düşünülmüştür. Son olarak ise yerleşim yeri durumu katmanına göre değerlendirildiğinde yerleşim yerlerinin merkezinde (0 km yakınlıkta) olduğu alanlar düşük düzeyde agrega potansiyel alanlarını oluşturmuştur. Bu alanlarda agrega işletimi yapılmak istenilirse işletim maliyeti artacağından agrega üretimi için uygun alanlar olmadığı kabul edilebilir. İnceleme alanı içinde bu düzeydeki alanlar çoğunlukla nüfusun yoğun olduğu İzmit, Derince, Körfez, Dilovası, Darıca, Çayırova, Gebze ve Kandıra ilçe merkezlerinde

geniş bir alanda görülmektedir. Ayrıca kasaba, belde ve köylerde de çok küçük alanları kapsamaktadır. Bu alanlar 473 km² olup Ek H Şekil H.1’de gösterilmiştir.

4.3.2. Orta düzeyde agrega potansiyeli (ODAP)

Sınıflandırılmış jeoloji katmanındaki sedimanter 2 (kumtaşı ve şeyl), sedimanter 5 (kireçtaşı, şeyl, kumtaşı ve marn), sedimanter 8 (kireçtaşı, şeyl, çamurtaşı, çakıltası, marn, çört, siltaşı ve kiltası), sedimanter 9 (kumtaşı, çakıltası ve şeyl), metamorfik (klorit şist, epidot şist ve serizit şist) ve volkanitler (aglomera, bazalt, andezit ve tüf) alanlarını kapsayan sınıflardan oluşmuştur. Arazi katmanında yer alan II. (yerleşim yeri-tarım alanı az) ve III. (yerleşim yeri-sanayi), sınıf arazilerden meydana gelmiştir. Yükseklik ile yol durumu katmanlarına göre değerlendirildiğinde 400–600 m arasındaki yükseklikler ile ana yollara uzak alanlar (20-60 km uzaklıktaki) ile yerleşim yeri katmanına göre değerlendirildiğinde yerleşim yeri yakın çevresini (4-6 km uzaklıktaki) oluşturan alanlar orta düzeyde agrega potansiyel alanlarını oluşturmuştur. Bu düzeyde değerlendirilen alanlar geniş bir alanı kapsamaktadır. Bu alanlar Gebze, Derince ve Kandıra İlçesi’nin batısıdır. Orta düzeyde agrega potansiyeli 1205 km² olup Ek H Şekil H.1’de gösterilmiştir.

4.3.3. İyi düzeyde agrega potansiyeli (İDAP)

Sınıflandırılmış jeoloji katmanındaki sedimanter 3 (çakıltası ve kumtaşı), sedimanter 4 (kireçtaşı, şeyl ve kumtaşı) ve sedimanter 6 (çakıltası, kumtaşı ve çamurtaşı) alanlarını kapsayan sınıflardan oluşmuştur. Arazi katmanında yer alan IV. (sanayi-yerleşim yeri az) ve V. (bağ-bahçe-çayır) sınıf arazilerden meydana gelmiştir. Yükseklik ile yol durumu katmanlarına göre değerlendirildiğinde 200–400 m arası yükseklikler ile ana yollara yakın veya yakın olabilecek alanlar (5-20 km uzaklıktaki) olarak değerlendirilmiştir. Yerleşim yeri katmanına göre değerlendirildiğinde ise yerleşim merkezlerinin dışında kalan alanlar (6-8 km uzaklıktaki) iyi düzeyde agrega potansiyel alanlarını oluşturmuştur. Bu alanlar ağırlıklı olarak Derince İlçesi’nin iç kesimleri, İzmit İlçesi’nin kuzeyi ile Kandıra İlçesi’nin güneyinde görülmekte olup 778 km²’lik bir alandır. Bu alanlar Ek H Şekil H.1’de gösterilmiştir.

4.3.4. Yüksek düzeyde agrega potansiyeli (YDAP)

Sınıflandırılmış jeoloji haritasında oluşturulan kireçtaşı, sedimanter 1 (kireçtaşı ve şeyl) ve sedimanter 7 (kireçtaşı, çakıltası ve kumtaşı) alanlarını kapsayan sınıflardan oluşmuştur. Arazi katmanında yer alan VI. (orman-çayır-mera) sınıf arazilerden meydana gelmiştir. Yükseklik ile yol durumu katmanlarına göre değerlendirildiğinde 0-200 ve 200-400 m arasında kalan alanlar ile ana yollara çok yakın (0-5 km uzaklıkta) ve yerleşim yeri katmanına göre ise yerleşim yeri dışında (8-30 km uzaklıktaki) alanlar yüksek düzeyde agrega potansiyelini oluşturmuştur. Bu alanları sınıflandırılmış jeoloji katmanına göre litolojik olarak daha çok kireçtaşı ve volkanit birimleri oluşturmuştur. Volkanit birimler Kandıra İlçesi'nin kuzeyinde, kireçtaşı birimleri ise Gebze ile Körfez ilçeleri arasında kalan alanlarda görülmektedir. Bu alanlar 104 km² alana sahip olup Ek H Şekil H.1'de gösterilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada agrega potensiyeli ve agrega ile ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan çalışmalar hakkında literatür taraması yapılmıştır ve bölgede yer alan jeolojik birimler yaş sıralamasına göre yeniden derlenerek stratigrafik kesit oluşturulmuştur. Kesitte var olan formasyonlar detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Kocaeli Valiliği'nden alınan 1/25.000 ölçekli sayısal jeoloji haritası ile M.T.A. (2005)'dan alınan 1/50.000 ölçekli paftalar birleştirilerek jeolojik birimler Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile ArcGIS 9.3 programından yararlanılarak ilin kuzeyinin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasının 1/80.000 ölçeğinde küçültülmüş jeoloji haritası oluşturulmuştur. Haritadaki formasyonları oluşturan birimler genel olarak magmatik, metamorfik ve sedimanter kayalardan oluşmuştur. Magmatik birimler; Sancaktepe graniti, Eskişehir andeziti ve Riva formasyonundan oluşmuştur. Metamorfik birimler; klorit şist, epidot şist ve serizit şist birimlerinin oluşturduğu Çayırova Kontak Metamorfik Zon'dan meydana gelmiştir. Çalışma alanının geriye kalan kısımları ise sedimanter birimlerden oluşmuştur.

Çalışma alanında yaşları Paleozoyik'ten Kuvaterner'e kadar değişen 34 farklı litolojik formasyon ve birim bulunmakta olup, yayılımları itibarıyla bunlar arasında Triyas yaşlı birimler ile Kretase yaşlı birimler geniş alanlar kaplamaktadırlar. Bu formasyonlar kapladıkları alanlar bakımından kıyaslandığında, Çaycuma formasyonu en geniş alana sahip olduğu görülmektedir.

İnceleme alanında en önemli aktif yapısal unsur KAFZ olup, çalışma alanının güneyde sınırlarını belirleyen doğu-batı yönünde aktif bir fay olup bu faya bağlı olarak inceleme alanında büyük depremleri meydana getirmiştir.

Agrega malzemesini daha iyi tanımlayabilmek için agreganın özelliklerinden, agreganın çeşitlerinden, amaca uygun istenilen şartlarda kullanılacak agrega için

geçerli olan standartlardan bahsedilmiştir. Ayrıca Kocaeli kuzey bölgesindeki belirlenen mevcut kırmataş ocakları hakkındaki bilgiler tablolar oluşturularak ilgili bölümde sunulmuştur. Bu tablolarda taşocaklarının yıllık üretim ve tüketim miktarları, rezervleri, agregayı oluşturan jeolojik birim ve elde edilen agreganın mühendislik projelerinde kullanım alanları belirlenmiştir. Mevcut kırmataş ocaklarında yıllık olarak üretilen toplam agrega miktarı; 18.350.000 ton, toplam agrega satış miktarı; 17.700.000 ton ve toplam agrega rezervi olarak da 238.000.000 ton olarak hesaplanmıştır. İşletilen ocaklar litolojik olarak kireçtaşı-dolomitik kireçtaşı birimleri üzerinde işletim yapmakta ve mühendislikte kullanım alanları olarak genelde; hazır beton, asfalt, çimento hammaddesi, dolgu ve altyapı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

İnceleme alanında işletilen ocaklarındaki agrega malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri daha önce yapılmış olan çalışmaların incelenmesiyle elde edilen bilgiler tablolar şeklinde sunulmuştur. Tablolarda sunulan veriler Gebze ve civarı ile Körfez-Derince bölgelerindeki agrega malzemesinin fiziksel ve mekanik özelliklerini göstermektedir. Belirlenen bu özellikler yardımıyla her 2 bölgede yer alan agreganın fiziksel ve mekanik özelliklerini gösteren değerler birbirleri ile kıyaslanması yapılmıştır. Bu kıyaslamada kireçtaşlarının bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla; kuru birim hacim ağırlık, efektif porozite ve tek eksenli basınç dayanım değerleri kullanılmıştır. Ayrıca kireçtaşlarının agrega olma özelliklerini saptamak amacıyla bunlardan elde edilen kırmataşlar üzerinde standart agrega deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler; özgül ağırlık, su emme, ince madde oranı, Los Angeles aşınma oranı, yassılık ve uzunluk indeksi değerleridir. Bu deneylerden elde edilen sonuçlar standartlarda verilen limit değerlerle karşılaştırılarak farklı alanlarda kullanım açısından değerlendirilmiştir. Böylece her iki bölge içinde elde edilen yukarıdaki değerler sonucunda bu bölgelerden elde edilen agrega malzemesi sorunsuz olarak kabul edilmiştir.

Kocaeli kuzey bölgesinde mevcut agrega durumu değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede faaliyet halinde olan 14 farklı kırmataş ocağı olduğu saptanmıştır. Bu ocaklar Gebze ve civarı ile Körfez-Derince bölgelerini kapsamakta olup işletilen ocaklar Gebze ve civarı bölgesinde ağırlıklı olarak bulunmaktadır. Bu kırmataş

ocaklarının yerleri ve hangi litolojik birim üzerinde işletildiğini gösteren 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasının küçültülerek 1/80.000'lik jeoloji haritası yapılmıştır. Bu haritada Gebze ve civarı bölgesinde bulunan kırmataş ocaklarından Kibsaş Kartal formasyonu (Dk), Kancataş, De-taş, TCT inşaat ve Maden yapı Demirciler formasyonu (TRd) ve Madeks, Aytaç Ayhanlar Demirciler ile Ballıkaya formasyonu (TRd-TRb) sınırı üzerinde işletim yapmaktadırlar. Körfez-Derince bölgesindeki kırmataş ocakları Simge-Kocafalt, Özmaş, Me-ka Küçükkaya ve Örgüç olup Ballıkaya formasyonu (TRb) üzerinde işletim yapmaktadırlar.

İnceleme alanında mevcut agrega durumunun belirlenmesinin yanı sıra ileride potansiyel olabilecek agrega alanları da belirlenmiştir. Belirlemede 5 ana kriter göz önünde bulundurulmuştur. Bu kriterler ArcGIS 9.3 programında katman olarak oluşturulmuştur. Oluşturulan katmanlar üst üste çakıştırma yöntemi (Overlay) ile birleştirilerek potansiyel alanları gösteren 1/250.000 ölçekli final haritası elde edilmiştir. Bu haritada agrega potansiyel alanları 4 sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflar; düşük düzeyde agrega potansiyeli (DDAP), orta düzeyde agrega potansiyeli (ODAP), iyi düzeyde agrega potansiyeli (İDAP) ve yüksek düzeyde agrega potansiyelini (YDAP) meydana getirmiştir. Ayrıca bu sınıfların ne kadarlık bir alanı kapladıklarını gösteren bir grafik oluşturulmuştur. Bu grafikte DDAP (düşük düzeyde agrega potansiyeli) 473 km² bir alanı, ODAP (orta düzeyde agrega potansiyeli) 1205 km² bir alanı, İDAP (iyi düzeyde agrega potansiyeli) 778 km² bir alanı ve YDAP (yüksek düzeyde agrega potansiyeli) 104 km² bir alanı kaplamaktadır. Böylece inceleme alanında ODAP (orta düzeyde agrega potansiyeli) en çok alanı, YDAP (yüksek düzeyde agrega potansiyeli) ise en az alana sahiptir. Genel olarak DDAP alanları; sınıflandırılmış jeoloji katmanındaki alüvyon, su, granit, yamaç molozu ve şeyl alanlarını kapsayan jeolojik sınıflardan, arazi katmanında yer alan I. (tarım-yerleşim yeri-sanayi) ve VII. (yerleşim yeri) sınıf arazilerden, yükseklik katmanında 600–640 m arasındaki yüksekliklerin olduğu kesimler, yol durumu katmanında ana yollara çok uzak (60 km üstü) alanlar ve yerleşim yeri durumu katmanına göre ise yerleşim yerlerinin merkezinde (0 km yakınlıkta) olduğu alanlar düşük düzeyde agrega potansiyel alanlarını oluşturmuştur. ODAP alanları; sınıflandırılmış jeoloji katmanındaki sedimanter 2 (kumtaşı ve şeyl), sedimanter 5 (kireçtaşı, şeyl, kumtaşı ve marn), sedimanter 8 (kireçtaşı, şeyl, çamurtaşı, çakıltası, marn, çört, silttaşı ve

kıltaşı), sedimanter 9 (kumtaşı, çakıltaşı ve şeyl), metamorfik (klorit şist, epidot şist ve serizit şist) ve volkanitler (aglomera, bazalt, andezit ve tüf) alanlarını kapsayan jeolojik sınıflardan, arazi katmanında yer alan II. (yerleşim yeri-tarım alanı az) ve III. (yerleşim yeri-sanayi) sınıf arazilerden, yükseklik katmanında 400–600 m arasındaki yüksekliklerin olduğu kesimler, yol durumu katmanında ana yollara uzak alanlar (20-60 km uzaklıktaki) ve yerleşim yeri katmanına göre ise yerleşim yeri yakın çevresini (4-6 km uzaklıktaki) oluşturan alanlar orta düzeyde agrega potansiyel alanlarını oluşturmuştur. İDAP alanları; sınıflandırılmış jeoloji katmanındaki, sedimanter 3 (çakıltaşı ve kumtaşı), sedimanter 4 (kireçtaşı, şeyl ve kumtaşı) ve sedimanter 6 (çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı) alanlarını kapsayan jeolojik sınıflardan, arazi katmanında yer alan IV. (sanayi-yerleşim yeri az) ve V. (bağ-bahçe-çayır) sınıf arazilerden, yükseklik katmanında 200–400 m arası yüksekliklerin olduğu kesimler, yol durum katmanında ana yollara yakın veya yakın olabilecek alanlar (5-20 km uzaklıktaki) ve yerleşim yeri katmanına göre ise yerleşim merkezlerinin dışında kalan alanlar (6-8 km uzaklıktaki) iyi düzeyde agrega potansiyel alanlarını oluşturmuştur. YDAP alanları; sınıflandırılmış jeoloji haritasında oluşturulan kireçtaşı, sedimanter 1 (kireçtaşı ve şeyl) ve sedimanter 7 (kireçtaşı, çakıltaşı ve kumtaşı) alanlarını kapsayan jeolojik sınıflardan, arazi katmanında yer alan VI. (orman-çayır-mera) sınıf araziden, yükseklik katmanında 0-200 ve 200-400 m arası yüksekliklerin olduğu kesimler, yol durumu katmanlarına göre ana yollara çok yakın (0-5 km uzaklıkta) ve yerleşim yeri katmanına göre ise yerleşim yeri dışında (8-30 km uzaklıktaki) alanlar yüksek düzeyde agrega potansiyel alanlarını oluşturmuştur.

Potansiyel alanlardaki agrega birimleri değerlendirilmek istenirse agreganın mühendislik projelerinde kullanım yerlerine göre laboratuvar ortamında deneyler yapılarak bu alanlardaki malzeme kalitesi ortaya konulmalıdır.

KAYNAKLAR

Abdüsselamoğlu, Ş., “Kocaeli Yarımadası’nın Jeolojisi”, *M.T.A. Ens. Rapor No: 3249 (Yayınlanmamış)*, İstanbul, (1963).

Abdüsselamoğlu, Ş., “The Paleozoic and Mesozoic in the Gebze Region” Expllanatory Text and Excursion Guidebook”, *İstanbul Teknik Üniveristesi Maden Fakültesi*, İstanbul, (1977).

Aktaş, E., “Gebze-Dilovası Arasındaki Bölgenin Jeolojisinin ve Taşocaklarının Ekonomik Jeolojisinin İncelenmesi”, Yüksek lisans tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli, (1998).

Alparslan, E., Aydöner, C., “Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı Bilgilerinin Topoğrafya Bilgileriyle Birlikte Analizi: Kocaeli İli Uygulaması”, *3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Sempozyumu*, TÜBİTAK-Marmara Araştırma Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü, (2004).

Altınlı, İ.E., “İzmit-Hereke Kurucadağ Alanının Jeoloji İncelemesi”, *M.T.A. Dergisi*, 71, 1-26, Ankara, (1968).

Altınlı, İ.E., Soytürk, N., Saka, K., “Hereke-Tavşanlı-Tepecik Sahasının Jeolojisi”, *İ.Ü. Fen Fakültesi Mecm.*, 35, 69-75, (1970).

Artut, S., Uzunkaya, D., Kayalı, F., “Kocaeli İl Çevre Durum Raporu”, Kocaeli Valiliği Çevre ve Orman Müdürlüğü, *K.V.Ç.O.M.*, Kocaeli, 167-600, (2006).

Arioğlu, E., “Agrega Sektörüne Genel Bir Bakış”, *3. Ulusal Kırmataş Sempozyumu*, İstanbul, (2003)

Arioğlu, E. ve Tokgöz, N., “Kırmataş Ocakları ve Kısa Bir Değerlendirmesi”, Maden Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Çalışma Raporu, *T.M.M.O.B., Sayı:1 , No:1*, İstanbul, (1996).

American Society for Testing Materials, A.S.T.M., “Standard Specifications For Concrete Aggregates”, *Annual Book of ASTM Standards*, C 33-81, (1986).

American Society for Testing Materials, A.S.T.M., “Standard Test For Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulphate or Magnesium Sulphate”, *Annual Book of ASTM Standards*, C 88-83, (1989).

American Society for Testing Materials, A.S.T.M., “Standard Test Method For Resistance to Abrasion of Small Size Coarse Aggregate by Use of the Los Angeles Machine”, *Annual Book of ASTM Standards*, C 131-96, (1996).

Aydın, A., “İzmit Kuzeybatısı Genç Kretase-Paleojen Oluşuklarının Nannoplanktonların Biyostratigrafisi” Yüksek lisans tezi, **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2005).

Barka, A., Sütçü, Y.F., Gedik, İ., Tekin, T.F., Arel, E., Özdemir, M. ve Erkal, T., “Final Report of the Geological Investigations of the Sinop Nuclear Power Plant”, **General Directorate of Mineral Research and Exploration Department of Geology (M.T.A.), No: 7963**, Ankara (1985).

Barka, A., “The North Anatolian Fault Zone” **Annales Tectonicae**, V.6, suppl., (1992).

Bausmith, J.M. and Leinhardt, G., “Middle School Students’ Map Construction: Understanding Complex Spatial Displays”, **Journal of Geography**, 97, 93-107, (1998).

Baykal, F., “Adapazarı-Kandıra Bölgesindeki Jeolojik Etüdler” **İ.Ü. Fen Fak. Mec. Seri B, Cilt VIII, Sayı 4**, 256–263, İstanbul, (1943a).

Baykal, F., “Şile Bölgesinin Jeolojisi”, **İ.Ü. Fen Fak. Monogr., No.3**, İstanbul, (1943)

Bell, F.G., “Engineering Geology”, **Blackwell Science, Third Edition**, 359, (1998).

Buzkan, İ., “Zonguldak Bölgesi Kum-Çakıl-Kırmataş Yataklarının Etüdü”, **1. Ulusal Kırmataş Sempozyumu**, TMMOB Maden ve Jeoloji Müh. Odaları, 69-85, İstanbul, (1996).

British Standards, BS, “Testing Aggregates, Methods For Determination of Physical Properties”, **British Standards Institution**, 812: Part 2, (1975)

British Standards, BS, “Testing Aggregates, Methods For Determination of Particle Shape”, **Flakiness Index, British Standards Institution**, 812: Part 105–1, (1985).

British Standards, BS, “Testing Aggregates, Methods For Determination of Particle Shape”, **Elongation Index of Coarse Aggregate, British Standards Institution**, 812: Part 105-2, (1985).

Brown, E.T., “International Society For Rock Mechanic, Rock Characterization, Testing and Monitoring”, **I.S.R.M. Suggested Methods**, Pergamon, Oxford, (1981).

Cargiil, J.S., “Evaluation of Emprical Methods of Measuring the Uniaxial Compressive Strength of Rock”, Unpublished Master Thesis, **Department of Geology, Kent State University**, Kent, OH, 80 p, (1989).

Çağlayan, M., Haberveren, S., İpekoğlu, B. ve Kurşun, İ., “Beton Yapımında Kullanılan Agregaların Özellikleri ve Örnek Bir Kuruluş “İSTON” ”, **2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu**, İstanbul, (1999).

Çakır, Ş., “Demirciler-Sadıklar-Gündoğdu-Tütünçiftlik (Kocaeli) Bölgesinin Jeolojisi”, Doktora Tezi (yayınlanmamış), **Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kocaeli, (2000).

Çelebi, D., “Kefken-Kerpe Dolayında (Kandıra Kuzeyi) Yüzeyleyen Volkanik Kayaçların Jeokimyasal Özellikleri ve Çevre Jeolojisi”, Yüksek Lisans Tezi, **Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kocaeli, (2005).

Davraz, M., Gündüz, L., “Doğal Amorf Silikanın Alkali Silica Reaksiyonu Gelişimine Etkisi”, **Beton Kongresi**, İstanbul, (2004).

Dağar, Z., “Les Foraminifères du Trias de la Peninsule de Kocaeli-Turquie, *Note du Lab. de Paleontologie de l’univ. de Geneve, fasc. 3*, 4, 23–71, (1978)

Demirtaş, R., “17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi”, **Mavi Gezegen Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını**, (1999).

Dearman, W.R., “Engineering Properties of Carbonate Rock, General Report”, **Bulletin of the International Association of Engineering Geologists**, No.24, 3-17, (1981).

Devlet Planlama Teşkilatı, “Endüstriyel Hammaddeler” 1. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, **DPT-2615-ÖİK: 626**, Ankara, (2001).

Doğan, T., Karadoğan, A., Kahriman, A., Durdu, İ., “İstanbul İli ve Çevresinde Bulunan Kırmataş Ocaklarına Genel Bir Bakış”, **3. Ulusal Kırmataş Sempozyumu**, İstanbul, (2003).

Doğan, B., Gürer, Ö.F., “Kuzey Anadolu Fay Sistemi, Mekece– İznik Gölü Arasının Pliyo-Kuvaterner Dönem, Morfotektonik ve Stratigrafik Özellikleri”, **Türkiye Kuvaterner Sempozyumu**, İstanbul, (2005).

Emre, Ö., Erkal, T., Tchepalyga, A., Kazancı, N., Keçer, M., Ünay, E., “Doğu Marmara Bölgesinin Neojen-Kuvaterner’deki Evrimi”, **M.T.A. Dergisi**, Sayı: 120, 223-252, Ankara, (1998).

Ercan, T., Türkeran, A., Gaillou, H., Satır, M., Sevin, D. ve Şaroğlu, F., “Marmara Denizi Çevresindeki Tersiyer Volkanizmasının Özellikleri”, **M.T.A. Dergisi**, No: 120, 199-221, Ankara, (1998).

Eren, R.H., Nasuf, E., Ökten, G. ve Evergen, T., “Kocaeli-Gebze İlçesi, Tavşanlı Köyü Civarındaki Kireçtaşı Sahalarının Jeolojisi, Rezerv Analizi ve İstanbul Metropolü Yönünden Önemi”, **1. Ulusal Kırmataş Sempozyumu**, İstanbul, (1996).

Erdoğan, T.Y., “Betonu Oluşturan Malzemeler- Agregalar”, **Türkiye Hazır Beton Birliği Yayını**, İstanbul, (1995).

Erdoğan, M., Eren, R.H. ve Oktay, F.Y., “Silivri Çevresindeki Ergene Formasyonunun Agrega Potansiyeli ve Özellikleri”, **2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu**, İstanbul, (1999).

Erguvanlı, K. “Hereke Pudingleri ile Gebze Taşlarının İnşaat Bakımından Etüdü ve Civarlarının Jeolojisi”, **İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Yayınları**, İstanbul, (1949).

Esenli, V., “Kırmataş Hammaddeleri ve Standartları”, **1. Ulusal Kırmataş Sempozyumu**, İstanbul, (1996).

Gedik, İ., “Die Conodonten Der Trias Auf Der Kocaeli-Halbinsel”, **Paleontographica**, Abt. A. Band., 150, Stuttgart, (1975).

Gedik, İ., Timur, E., Duru, M., Alan, İ., Pehlivan, Ş., Altun, İ., Akbaş, B., Önal, M. ve Özcan, İ., “İstanbul Paleozoik İstifinde Kocatöngel ve Bakacak formasyonları”, **55. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı**, 97-99, Ankara, (2002).

Gedik, İ., Pehlivan, Ş., Timur, E., Duru, M., Altun, İ., Akbaş, B., Özcan, İ., Alan, İ. “Kocaeli Yarımadası’nın Jeolojisi”, **M.T.A. Raporu**, (2004).

Gedik, İ., Pehlivan, Ş., Timur, E., Duru, M., “ 1: 50000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları (İstanbul-F 22 d, İstanbul- F 22 c, İstanbul- F 23 d, İstanbul-F 23 c, Bursa- G 22 a, Bursa- G22 b, Bursa- G 23 a, Bursa- G 23 b Paftaları)”, **M.T.A.**, (2005).

Göncüoğlu, M.C., Erencil, M. Tekeli, O. Ürgün, B.M., Aksay, A. ve Kuşçu, İ., “Armutlu Yarımadasının Doğu Kesiminin Jeolojisi”, **M.T.A. Raporu**, 7786, Ankara, (1986).

Haas, W., “Das Alt Paleozokium von Bithynien (NW Türkei)”, **N. Jb. Geol. Palaeontographica. Abh.**, 131, 2, 60-68, Stuttgart, (1968).

Halili, A., ve Gözübol, M., “Hereke Formasyonu (Gebze Kireçtaşı) Kırmataş Özelliği ve Kırma-Elleme Tesislerindeki Davranışı”, **2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu**, İstanbul, (1999).

İrtem, O.,” Gebze-Darıca ve Pelitli Alanının Jeolojisi”, Diploma tezi, **İst. Üniv. Fen Fak. Genel Jeolojisi Kürsüsü**, İstanbul, (1968).

Joanne Fernlund, Robert Zimmerman, Mimmi Arvidsson, Peter Dahlin, Herbert Henkel, “Aggregate Quality and Prospecting”, **KTH-Royal Institute of Technology, Stockholm**, Swedish, (2006–2010).

Johnson, R. B., and De Graff, J.V., “Construction Uses of Rock, in Principles of Engineering Geology”, **John Wiley and Sons**, Chapter 8, 363-391, (1988).

Karakaş, A., ve Coruk, Ö., “Agreganın Ocaktan Kullanım Alanına Ulaştırılmasında CBS Uygulamaları”, **2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu**, İstanbul, (1999).

Kaya, O., “İstanbul’un Karbonifer Stratigrafisi”, *Türkiye Jeoloji Bülteni, Cilt 14*, 143-199, Ankara, (1971).

Kaya, O., “The Devonian and Lower Carboniferous stratigraphy of the İstinye, Bostancı and Büyükdada Subareas”, *Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, No.40*, 1-36, İzmir, (1973).

Kaya, O., “İstanbul Ordovisyen ve Silüryeni”, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü Yayın Organı*, 1-22, Ankara, (1978).

Kaya, O., ve Lys, M., “İstanbul Boğazı’nın Batı Yakasında (Kilyos) Yeni Bir Triyas Bulgusu”, *M.T.A. Dergisi*, 20-26, Ankara, (1979-1980).

Kaya, O., “Ereğli, Yığılca, Bolu, Kuzey Mengen Alanlarının Stratigrafî ve Yapı Özellikleri”, *T.P.A.O. Raporu, No: 1639*, 170, Ankara, (1982).

Kaynarkan, S., Uz, B. ve Dural, C., “Cendere (Kemerburgaz-Ayazağa-İstanbul) Kırmataş-Beton ve Asfalt Üretim Havzasında Etüd ve Değerlendirilmesi”, *2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu*, İstanbul, (1999).

Kerr B., Ferbey T., and Levson V.M., “Implementing Geomatics Technology For Aggregate Exploration”, *BC Ministry of Energy and Mines*, Northeast British Colombia, 76-79, (2005).

Ketin, İ., “Tektonische Untersuchungen auf den Prizeninseln Nahe İstanbul”, *Geol. Rundsch.*, 161-172, (1953).

Ketin, İ., ve Gümüş, A., “Sinop-Ayvacık Arasında III. Bölgeye Dahil Sahaların Jeoloji Hakkında Rapor (1. Kısım: Tersiyer formasyonlarının Etüdü)”, *T.P.A.O. Raporu, No: 213*, Ankara, (1962).

Ketin, İ., ve Gümüş, A., “Sinop-Ayvacık Güneyinde 3. Bölgeye Dahil Sahaların Jeoloji Hakkında Rapor (2. Kısım: Jura ve Kretase Formasyonlarının Etüdü)”, *T.P.A.O. Raporu, No: 288*, Ankara, (1963).

Knepper D. H., Langer W.H., and Miller S.H., “Remote Sensing and Airborne Geophysics in the Assessment of Natural Aggregate Resources”, *U.S.G.S Open-File Report*, 94-158, (1994).

Koca, C., “Hazır Beton Sektörü Açısından Agrega Sektörüne Bakış” *Türkiye Hazır Beton Birliği Yayını*, İstanbul, (1996).

Kibici, Y., “Asit Magmatik Kayaçların Minerolojisi Petrografisi ve Doğaltaş Sektöründe İsimlendirmedeki Önemi”, *Türkiye IV. Mermer Sempozyumu*, Mersin, (2003).

Kulvanit, P., “Preliminary Investigation of Crushed Stone Aggregate Sources in Larimer County”, *Colorado and Adjacent Areas of Albany and Laramie Counties, Wyoming*, M.E. Thesis, 97, (1991).

Nasser, K., "Supply and Demand Analysis in the Denver Metro Area", **Jefferson County Planning Department**, Colorado, 20, (1987).

Önalın, M., "İstanbul Ordovisiyen ve Silüriyen İstifinin Çökelle Ortamları". **İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Yerbilimleri Dergisi**, 161-177, İstanbul, (1981).

Önalın, M., "Pendik Bölgesi ile Adaların Jeolojisi ve Sedimenter Özellikleri", Doçentlik Tezi, **İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Jeoloji Bölümü**, İstanbul, (1982).

Önalın, M., "İstanbul Devoniyen Çökellerinin Sedimenter Özellikleri", **İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Yerbilimleri Dergisi**, 93-108, İstanbul, (1987-1988).

Özdemir, Ü., Talay, G., Yurtsever, A., "Kocaeli Triyası Projesi, Kocaeli Triyasının Biyostratigrafik Etüdü", **Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğler**, 112-122, Ankara, (1973).

Paeckelmann, W., "Neue Beit Rage Zur Kenntnis der Geologi, Palaeontoloji und Petrographie der Umgegend von Konstantinopel (1. Obersilurische und Devonische Faunen der Prinzeninseln, Birhyniens und Thraziens)", **Abhandlungen d. Preussichrn Geologischen Landesanstalt**, Neue Folge Heft 142, 79, Berlin, (1932).

Paeckelmann, W., "Neue Beit Rage Zur Kenntnis der Geologi, Palaeontoloji und Petrographie der Umgegend von Konstantinopel (2. Geologie Thraziens, Bithyniens und der Prinzeninseln)", **Abhandlungen d. Preussichrn Geologischen Landesanstalt**, Neue Folge Heft 186, 202s., Berlin, (1938).

Primel, L. ve Tourenq C., "Aggregates", **A.A. Balkema, Rotterdam/Brookfield**, 590, (2000).

Proitevin, P. "Limestone Aggregate Concrete, Usefulness and Durability", **Cement and Concrete Composites**, 21, 89-97, (1999).

Ramazanoğlu, Ş., "Kandıra (Kocaeli) ve Yakın Çevresinin Jeolojik, Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal İncelemesi", **İ.T.Ü. Yüksek Lisans Tezi**, İstanbul, (1990).

Seymen, İ., "İzmit Körfezi Çevresinin Jeolojisi", **T.J.K. Bülteni**, 10, 42, Ankara, (1995).

Shakoor, A., West, T.R and Scholer, C.F, "Physical Characteristics of Some Indiana Argillaceous Carbonates Regarding Their Freeze- Thaw Resistance in Concrete", **Bulletin of the Association of Engineering Geologists**, Vol.19, No.4, 371-384, (1982).

Tansel, İ., "Ağva (İstanbul İli) Yöresi Geç Kretase İstifinin Foaminifer Biyostratigrafisi", **Yerbilimcinin Sesi**, (1989).

Timur, E., ve Aksoy, A., “1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Adapazarı-F24-25 Paftaları”, **M.T.A. Yayını, Pafta No:26**, Ankara, (2002b).

Timur, E., ve Aksoy, A., “1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Adapazarı-G24-25 Paftası”, **M.T.A. Yayını, Pafta No:31**, Ankara, (2002c).

Tokay, M., “Filyos Çayı Ağzı-Amasra-Bartın-Kozcağz-Çaycuma Bölgesinin Jeolojisi”, **M.T.A. Dergisi**, 58-74, Ankara, (1954-1955).

Uz, B., Bacak, G. ve Yılmaz, M., “İstanbul ve Civarı Agregaların Petrografik Özellikleri ve Beton Dayanımına Etkileri”, 3. **Ulusal Kırmataş Sempozyumu**, İstanbul, (2003).

Ün, H., “Yapı Malzemesi Ders Notları”, **Pamukkale Üniversitesi**, Denizli, (2007).

Ünal, O., “Afyon Yöresi Agregalarının Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması”, 3. **Ulusal Kırmataş Sempozyumu**, İstanbul, (2003).

Yazman, M. ve Çokuğraş, R., “Adapazarı-Kandıra-Düzce-Akçakoca Yerleşim Merkezleri ile Sınırlı Alanın Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları”, **T.P.A.O., Rapor No 1747**, Ankara, (1983).

Yergök, A.F., Akman, Ü., Keskin, İ., İplikçi, E. ve Mengi, H. "Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi " **M.T.A. Raporu: 8273**, Ankara, (1987).

Yurtsever, A., “Kocaeli Triyası Biyostratigrafi Projesi, Gebze-Hereke-Tepecik Alanında Mesozoyik-Senozoyik Kayalarının Jeolojisi”, **M.T.A. Raporu, No: 7195**, Ankara, (1982).

Yurttaş ve Özdemir, Ü “Kocaeli Yarımadası, Tepeköy Triyası Makrofaunası ve Biyostratigrafisi”, **M.T.A. Dergisi** , 57-98, Ankara, (1971).

Yurttaş ve Özdemir, Ü “Kocaeli Yarımadası’nın Halobia’lı Şeylleri Hakkında,” **M.T.A. Dergisi** , 43-49, Ankara, (1973).

Yılmaz, İ., “Sancaktepe Granitinin (Kocaeli Yarımadası) Mutlak Yaşı ve Jenezi”, **Türkiye Jeoloji Kursüsü Bülteni**, 17-20, Ankara, (1977).

Yomralıoğlu, T., “Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar”, **Seçil Ofset, Birinci Baskı**, 480, İstanbul, (2000).

Zarif, H.İ., Tuğrul, A., Dursun, G., “İstanbul’daki Kireçtaşlarının Agregası Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi” **İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yerbilimleri Dergisi**, 61-70, İstanbul, (2003).

EKLER

EK-A

Kocaeli Kuzeyinin Jeoloji Haritası

EK-B

Kocaeli Kuzeyi Mevcut Taşocakları Haritası

EK-C

Kocaeli Kuzeyinin Sınıflandırılmış Jeoloji Haritası

EK-D

Kocaeli Kuzeyinin Arazi Kullanım Haritası

EK-E

Kocaeli Kuzeyinin Yükseklik Durum Haritası

EK-F

Kocaeli Kuzeyinin Yol Durumu Haritası

EK-G

Kocaeli Kuzeyinin Yerleşim Yeri Haritası

EK-H

Kocaeli Kuzeyinin Potansiyel Agregat Haritası

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Gümüşhane'nin Tekke Beldesinde doğdu. İlk ve Orta öğrenimi sırasıyla Tekke İlköğretim Okulu ve Gümüşhane Lisesinde tamamladı. 2000 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 2004 yılında jeoloji mühendisi olarak mezun oldu. 2007 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Bilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı ve halen bu bölümde öğrenimine devam ediyor.