ZONGULDAK - BARTIN ARASINDAKİ YILANLI FORMASYONU DOLOMİTİK KİREÇTAŞLARININ AGREGA OLMA ÖZELLİKLERİ VE BETON ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ

İlke KELEŞ

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır

ZONGULDAK
Eylül 2009

KABUL:

İlke KELEŞ tarafından hazırlanan "ZONGULDAK-BARTIN ARASINDAKİ YILANLI FORMASYONU DOLOMİTİK KİREÇTAŞLARININ AGREGA OLMA ÖZELLİKLERİ VE BETON ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 07/09/2009.

Başkan: Yrd.Doç.Dr. İbrahim BUZKAN (ZKÜ) .....

Üye : Prof.Dr. Fazlı ÇOBAN (BÜ) .....

Üye : Doç.Dr. Gültekin KAVUŞAN (AÜ) .....

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. …./…/2009

Prof. Dr. Kemal BÜYÜKGÜZEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ZONGULDAK - BARTIN ARASINDAKİ YILANLI FORMASYONU DOLOMİTİK KİREÇTAŞLARININ AGREGA OLMA ÖZELLİKLERİ VE BETON ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ

İlke KELEŞ

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. İbrahim Buzkan
Eylül 2009, 131 sayfa

Bu çalışma kapsamında; Batı Karadeniz Bölgesinde yayılım gösteren Zonguldak-Bartın illeri arasındaki Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonu dolomitik kireçtaşlarının agrega olma özellikleri ve beton üretiminde kullanılabilirliliğinin incelenmesi planlanmıştır.

Bu nedenle Yılanlı Formasyonun mostraları olan Kavukkavla (Alaplı), Başören (Ormanlı), Öküşne (Kozlu), Dorasan Tepe (Zonguldak, Merkez) ve Kapısuyu (Bartın) sahalarından kaya örneklemesi yapılmıştır. Kaya örnekleri kırma-eleme tesisi yardımı ile amacına yönelik 0-7mm (kırma kum), 7-12mm (I nolu agrega) ve 12-22mm (II nolu agrega) olarak 3 ayrı grupta boyutlandırılmıştır. Bu örneklerde ilgili standartlara göre; elek analizi, özgül ağırlık ve su emme, gevşek ve sıkışık birim hacim ağırlık, organik madde oranı, ince madde oranı, metilen mavisi, hafif madde oranı, donma-çözünmeye karşı direnç deneyi, aşınma(Los Angeles) deneyi, şekil ve yassılık index deneyleri yapılmıştır.

Deney sonuçlarına göre; özgül ağırlık 2,57g/cm³ ile 2,72g/cm³ arasında, su emme %0,33 ile %2,26 arasında, gevşek birim hacim ağırlık 1,384g/cm³ ile 1,641g/cm³ arasında, sıkışık birim hacim ağırlık 1,521g/cm³ ile 1,857g/cm³ arasında, kompazite %0,50 ile %0,64 arasında, şekil indeksi %12 ile %26 arasında, yassılık indeksi %23 ile %28 arasında, ince madde oranı %0,33 ile %15,14 arasında, metilen mavisi değeri 0,52ml/g ile 0,59ml/g arasında, hafif madde oranı %0,18 ile %0,24 arasında, donma-çözünmeye karşı direnç kaybı %0,21 ile %0,25 arasında, aşınma kaybı %18 ile %24 arasında, klorür miktarı %0,062 ile %0,065 arasında ve sülfat miktarı %0,580 ile %0,740 arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir.

Yapılan deney sonuçlarına göre Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı dolomitik kireçtaşlarının beton agregası olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında Devoniyen-Alt Korbonifer yaşlı Yılanlı formasyonuna ait Kavukkavla, Başören, Öküşne, Dorasan Tepe ve Kapısuyu sahalarına ait agrega örnekleri ile , TS EN 206-1 standardı kullanılarak C 25, C 30 ve C 35 dayanım sınıflarında beton örnekleri hazırlanmıştır.

Hazırlanan beton karışım örneklerinde ölçülen slump değerleri; C 25 sınıfı için 16,00cm ile 18,50cm arasında, C 30 sınıfı için 15,00cm ile 18,00cm arasında ve C 30 sınıfı için 12,00cm ile 14,00cm arasında değişmektedir. Üretilen betonların 28 günlük basınç dayanımları; C 25 sınıfı için 420kg/cm² ile 424kg/cm² arasında, C 30 sınıfı için 439kg/cm² ile 443kg/cm² ve C 35 sınıfı için 480kg/cm² ile 488kg/cm² arasında olduğu belirlenmiştir.

Batı Karadeniz Bölgesinde yayılım gösteren Zonguldak-Bartın illeri arasındaki Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonu dolomitik kireçtaşlarının beton agregası olma özellikleri yeterli olup, beton üretiminde kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Agrega, Dolomitik Kireçtaşı, Beton, Slump, Tek Eksenli Basınç Dayanımı
Bilim Kodu: 606.03.02

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

USABILITY FOR CONCRETE PRODUCTION AND AGGREGATE PROPERTIES OF DOLOMITIC LIMESTONES OF YILANLI FORMATION BETWEEN ZONGULDAK-BARTIN PROVINCES

İLKE KELEŞ

Zonguldak Karaelmas University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Departmant of Geological Engineering

Supervisor: Asist. Prof. İbrahim Buzkan
September 2009, 131 page

In this study, it is planned to investigate of Devonian-Lower Carboniferous aged dolomitic limestones of Yılanlı Formation's aggregates properties and usability in concrete production which is spreading between Zonguldak-Bartın province in Western Black Sea Region.

Therefore, with outcrops of the Yılanlı Formation Kavukkavla (Alaplı), Başören (Ormanlı), Öküşne (Kozlu), Dorasan Tepe (Zonguldak, Center) and Kapısuyu (Bartın) area of the rock sampling were made. Rock samples with the help of crushing-screening plant for the purpose of 0-7mm (breaking sand), 7-12mm (I numbered aggregate) and 12-22mm (II numbered aggregate) has been sized as 3 separate groups. In these samples, according to relevant standards, sieve analysis, specific gravity and water absorption, incompact and compact unit volume weight, rate of organic material, fine material ratio, methylene blue, ratio of lightweight materials, freeze-soluble resistance test, abrasion (Los Angeles) experiment, shape and flatness index experiments, chloride and sulphate content, and mineralogical-petrographic analysis experiments were carried out.

ABSTRACT (continued)

According to the experimental results, it is determined that the values are changed as follow; specific gravity between 2.57g/cm³ and 2.72g/cm³, water absorption between 2.26% to 0.33%, incompact unit volume weight between 1.384g/cm³ to 1.641g/cm³, the compact unit volume weight between 1.521g/cm³ to 1.857g/cm³, compozity between 0.64% to 0.50%, the shape index between 12% and 26%, the flatness index between 23% and 28%, the rate of thin material between 0.33% 15.14%, methylene blue value between 0.52ml/g and 0.59ml/g, light materials between 0.18% and 0.24%, the freeze-resistance loss of resolution between 0.21% 0% 25, wear loss between 18% and 24%, amount of chloride 0.065% to 0.062% and sulfate content between 0.740% to 0.580%.

According to the results of the experiment it is determined that Devonian-Lower Carboniferous dolomitic limestones aged may be used as aggregate concrete.

Working within this study, belonging to Devonian-Lower Carboniferous aged Yılanlı formation; aggregate samples from Kavukkavla, Başören, Öküşne, Dorasan Tepe, Kapısuyu fields and the TS EN 206-1 standard were used to prepare C 25, C 30 and C 35 in the strength class of concrete examples.

The prepared samples measured slump values of concrete mixtures, the values are changed; for class C 25 between 16.00cm to 18.50cm, between 15.00cm to 18.00cm for C 30 class and 14.00cm to 12.00 cm for C 30. Produced the 28-day concrete compressive strengths; for C 25 class between 420kg/cm² - 424kg/cm², between 439kg/cm² - 443kg/cm² for C 30 class, and for C 35 class between 488kg/cm² - 480kg/cm².

It is understood that dolomotic limestrones of Devonian-Lower Carboniferous aged Yılanlı Formation which is spread between Zonguldak-Bartın province in Western Black Sea Region showing aggregate concrete have enough features, and can be used in concrete production.

Key Words: Aggregate, Dolomotic Limestones, Concrete, Slump, Compressive Strengths
Science Code: 606.03.02

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde değerli bilgilerini, katkı ve desteklerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd.Doç.Dr. İbrahim BUZKAN'a (ZKÜ) teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarında, her türlü konuda yardımlarını esirgemeyen DEKAR MAD. HAZIR BETON. SAN. TİC. LTD.ŞTİ yönetici ve çalışanlarına, özellikle laboratuvar çalışmalarında desteklerinden dolayı ENDER ÜZMEZ'e teşekkür ederim.

Ayrıca tez jürimde yer alan, olumlu katkılarda bulunan değerli hocalarım Prof.Dr. Fazlı ÇOBAN (BÜ), Doç.Dr. Gültekin KAVUŞAN'a (AÜ) teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince verdikleri destek ve yardımları için Yrd.Doç.Dr. Hülya KESKİN ÇITIROĞLU (ZKÜ) ile Yrd.Doç.Dr. Gürkan BACAK' a (ZKÜ) teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam esnasında değişik aşamalarda benden yardımını esirgemeyen meslektaşlarınma teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen annem Hatice BÜYÜKBAŞ, babam Arif BÜYÜKBAŞ, kardeşim İnşaat Müh. Fazlı BÜYÜKBAŞ ve eşi İnşaat Tek. Bahar BÜYÜKBAŞ, ablam Ayşe BAĞCI ve eşi Murat BAĞCI'ya teşekkür ederim.

Ayrıca bana her konuda destek olan eşim Seyfullah KELEŞ ve bu çalışma boyunca kendileriyle geçireceğim zamandan fedakârlık yapan oğullarım Hasan KELEŞ ve Murat KELEŞ'e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL ii
ÖZET iii
ABSTRACT v
TEŞEKKÜR vii
İÇİNDEKİLER ix
ŞEKİLLER DİZİNİ xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xviii

BÖLÜM I GİRİŞ 1

BÖLÜM 2 BETON VE BİLEŞENLERİNİN ÖZELLİKLERİ 5

2.1 BETONUN BİLEŞENLERİ 7
2.1.1 Çimentolar 7
2.1.2 Karışım Suyu 7
2.1.3 Kimyasal ve Mineral Katkılar 7
2.1.4 Agregalar 8
2.1.4.1 Agregaların Sınıflandırılması 9
2.1.4.2 Beton Agregalarının Genel Özellikleri 10

BÖLÜM 3 ÇALIŞMA ALANININ TANIMLANMASI VE COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ 21

3.1 TOPOĞRAFYA 21
3.2 AKARSULAR 25
3.3 İKLİM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ 26

BÖLÜM 4 ZONGULDAK-BARTIN BÖLGESİ VE İNCELEME ALANININ JEOLOJİSİ 27

4.1 ZONGULDAK-BARTIN BÖLGESİ ALANIN GENEL JEOLOJİSİ 27
4.1.1 Paleozoyik Yaşlı Birimler 27
4.1.1.1 Kocatöngel Formasyonu 27

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

4.1.1.2 Kurtköy Formasyonu....29
4.1.1.3 Aydos Formasyonu....30
4.1.1.4 Ereğli Formasyonu....30
4.1.1.5 Yılanlı Formasyonu....31
4.1.1.6 Alacaağzı Formasyonu....31
4.1.1.7 Kozlu Formasyonu....32
4.1.1.8 Karadon Formasyonu....32
4.1.2 Mesozoyik Birimler....33
4.1.2.1 Çakraz Formasyonu....33
4.1.2.2 Himmetpaşa Formasyonu....34
4.1.2.3 İnaltı Formasyonu....34
4.1.2.4 Ulus Formasyonu....35
4.1.2.5 Kilimli Formasyonu....36
4.1.2.6 Yemişliçay Formasyonu....36
4.1.2.7 Akveren Formasyonu....37
4.1.3 Senozoyik Birimler....37
4.1.3.1 Çaycuma Formasyonu....37
4.2 İNCELEME ALANLARININ JEOLOJİSİ....38
4.3 YAPISAL JEOLOJİ....44

BÖLÜM 5 ÖRNEKLEME VE ANALİZ YÖNTEMLERİ....45

5.1 ARAZİ ÇALIŞMALARI....45
5.1.1 Kavukkavla Sahası....45
5.1.2 Başören Sahası....46
5.1.3 Öküşne Sahası....47
5.1.4 Dorasan Tepe Sahası....47
5.1.5 Kapısuyu Sahası....48
5.1.6 Örnekleme....48
5.1.7 Örneklerin Hazırlanması....49
5.2 ANALİZ YÖNTEMLERİ....49
5.2.1 Agrega Deneyleri....50

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

5.2.1.1 Agregada Tane Boyu Dağılımı 51
5.2.1.2 Agregaların Özgül Ağırlık ve Su emme Oranı Tayini 56
5.2.1.3 Agregaların Birim Ağırlık Tayini 60
5.2.1.4 Agreganın Kompasitesi 62
5.2.1.5 Agregaların Tane Şeklinin Tayini.....63
5.2.1.6 Agregada İnce Madde Oranı Tayini 66
5.2.1.7 Agregada İnce Tanelerin Tayini- Metilen Mavisi Deneyi 68
5.2.1.8 Agregalarda Hafif Madde Oranı Tayini.....70
5.2.1.9 Agregada Organik Madde Tayini.....71
5.2.1.10 Agregaların Donma Çözülmeye Karşı Direncinin Tayini.....72
5.2.1.11 Agregada Aşınma Direncinin Tayini (Los Angeles) 73
5.2.1.12 Klorür Miktarının Tayini.....74
5.2.1.13 Sülfat Miktarının Tayini.....76
5.2.1.14 Agregaların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 77
5.2.3 Beton Deneyleri.....80
5.2.3.1 Beton Karışım Hesabı.....81
5.2.3.2 Slump (Çökme) Deneyi 87
5.2.3.3 Beton Örneklerinin Hazırlanması ve Prizlenmesi.....89
5.2.3.4 Beton Örneklerinin Dayanım Sonuçları 90

BÖLÜM 6 ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ 93

6.1 AGREGA DENEYLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ 93
6.1.1 Agregaların Özgül Ağırlık ve Su emme Oranı Tayini 93
6.1.1.1 Agregaların Özgül Ağırlık Değerleri.....93
6.1.1.2 Agregaların Su Emme Oranları.....95
6.1.2 Agregaların Birim Ağırlık Değerleri.....97
6.1.2.1 Agregaların Gevşek Birim Ağırlık Değerleri.....97
6.1.2.2 Agregaların Sıkışık Birim Ağırlık Değerleri.....98
6.1.3 Agregaların Kompazite Değerleri.....100
6.1.4 Agregaların Tane Şekli 102

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

Sayfa

6.1.4.1 Agregaların Şekil İndeksi 102
6.1.4.2 Agregaların Yassılık İndeksi 103
6.1.5 Agregaların İnce Madde Oranı 105
6.1.6 Agregaların İnce Tanelerinin Tayini- Metilen Mavisi Deneyi 106
6.1.7 Agregaların Hafif Madde Oranı Değerleri 107
6.1.8 Agregaların Donma Çözülmeye Karşı Direnç Değerleri 108
6.1.9 Agregaların Aşınma Direnç (Los Angeles) Değerleri 109
6.1.10 Agregaların Klorür Miktarları 110
6.1.11 Agregaların Sülfat Miktarları 111
6.2 BETON DENEYLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ 111
6.2.1 Slump (Çökme) Deneyi 112
6.2.1 Beton Örneklerinin Dayanım Sonuçları 113

BÖLÜM 7 SONUÇ VE ÖNERİLER 117

KAYNAKLAR 125
ÖZGEÇMİŞ 131

ŞEKİLLER DİZİNİ

No Sayfa

2.1 Agregaların özellikleri ve bunların betona etkime biçimleri9

2.2 Max. tane büyüklüğü 8mm olan karışık agrega granülometrisi.....16

2.3 Max. tane büyüklüğü 16mm olan karışık agrega granülometrisi…….…….17

2.4 Max. tane büyüklüğü 32mm olan karışık agrega granülometrisi…….…….17

2.5 Max. tane büyüklüğü 64mm olan karışık agrega granülometrisi…….17

3.1 İnceleme alanı yer bulduru haritası ……..22

3.2 Kavukkavla sahanın uydu görüntüsü……..…….……23

3.3 Başören sahanın uydu görüntüsü…….……..……..…23

3.4 Öküşne sahanın uydu görüntüsü……..…24

3.5 Dorasan Tepe sahanın uydu görüntüsü…….....…….……24

3.6 Kapısuyu sahanın uydu görüntüsü……...….....25

4.1 Çalışma alanlarının Genelleştirilmiş stratigrafik kolan kesiti……..…….28

4.2 Kavukkavla sahasının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası……..…39

4.3 Başören sahasının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası……..……..…40

4.4 Öküşne sahasının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası……..……..…41

4.5 Dorasan Tepe sahasının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası……..…42

4.6 Kapısuyu sahasının 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası……..……..…43

5.1 Kavukkavla sahanın genel görünümü……...…..46

5.2 Başören sahanın genel görünümü…….....46

5.3 Öküşne sahanın genel görünümü…….47

5.4 Dorasan Tepe sahanın genel görünümü……..…….....48

5.5 Kapısuyu sahanın genel görünümü…….48

5.6 Deney örneklerinin elenmesi……..…..51

5.7 Deney örneklerinin tartılması……...51

5.8 Kavukkavla sahasından alınan agrega örneklerinin tane boyu eğrisi…..……...…….52

5.9 Başören sahasından alınan agrega örneklerinin tane boyu eğrisi…..……...……....53

5.10 Öküşne sahasından alınan agrega örneklerinin tane boyu eğrisi…..…….....…….54

5.11 Dorasan Tepe sahasından alınan agrega örneklerinin tane boyu eğrisi…..……...…...55

5.12 Kapısuyu sahasından alınan agrega örneklerinin tane boyu eğrisi…..……...…….56

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

No Sayfa

5.13 Deney örneklerinin tartılması……57
5.14 Deney örneğinin ölçü kabına yerleştirilmesi…….60
5.15 Metilen mavisi deneyinin yapılışı…….69
5.16 Kavukkavla sahasından alınan karışık agreganın granülometri eğrisi……82
5.17 Başören sahasından alınan karışık agreganın granülometri eğrisi……..……83
5.18 Öküşne sahasından alınan karışık agreganın granülometri eğrisi……84
5.19 Dorasan Tepe sahasından alınan karışık agreganın granülometri eğrisi……..……85
5.20 Kapısuyu sahasından alınan karışık agreganın granülometri eğrisi…….……86
5.21 Çökme Hunisi Sabitlemesi…….…….....88
5.22 Şişleme işlemi……..…..88
5.23 Çökme hunisinin çekilmesi……...88
5.24 Çökme mesafesinin ölçümü……..……88
5.25 Beton örneklerinin kalıba yerleştirilmesi……..89
5.26 Beton numunelerinin kür havuzunda bekletilmesi……90
5.27 Beton örneklerinin preste kırılması ……..90
6.1 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre özgül ağırlık değerleri……..94
6.2 Agrega örneklerinin boyutlarına göre özgül ağırlık değerleri……..95
6.3 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre su emme oranları……...96
6.4 Agrega örneklerinin boyutlarına göre su emme oranları ……..96
6.5 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre gevşek birim ağırlık değerleri……...97
6.6 Agrega örneklerinin boyutlarına göre gevşek birim ağırlık değerleri …….98
6.7 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre sıkışık birim ağırlık değerleri……...99
6.8 Agrega örneklerinin boyutlarına göre sıkışık birim ağırlık değerleri ……...99
6.9 Beş farklı sahadan alınan agregaların gevşek ve sıkışık birim ağırlık değerleri……100
6.10 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre kompazite oranları…….…….101
6.11 Agrega örneklerinin boyutlarına göre kompazite oranları ……..……...101
6.12 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre şekil indeks değerleri…….…….102
6.13 Agrega örneklerinin boyutlarına göre şekil indeks değerleri ……....103
6.14 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre yassılık indeks değerleri……..…104
6.15 Agrega örneklerinin boyutlarına göre yassılık indeks değerleri ……...104
6.16 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre ince madde oranı yüzdeleri…….…105
6.17 Agrega örneklerinin boyutlarına göre ince madde oranı yüzdeleri ……...106

6.18 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına metilen mavisi değerleri……..…107
6.19 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre hafif madde oranı yüzdeleri……....108
6.20 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre donma-çözünme kaybı yüzdeleri…109

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

No Sayfa

6.21 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre Los-Angeles kaybı yüzdeleri……..110
6.22 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre klorür yüzdeleri……...110
6.23 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre sülfat yüzdeleri…..……...111
6.24 Beş farklı sahadan alınan agregalar ile üretilen betonların çökme değerleri.....112
6.25 Üç farklı beton sınıfına ait 3 günlük beton basınç dayanım değerleri……113
6.26 Üç farklı beton sınıfına ait 7 günlük beton basınç dayanım değerleri……114
6.27 Üç farklı beton sınıfına ait 28 günlük beton basınç dayanım değerleri…….115

ÇİZELGELER DİZİNİ

No		Sayfa
2.1	Beton çeşitleri ..…….…….	6
2.2	Genel olarak agrega sınıflandırması …….…….....	10
5.1	Örnekleme tablosu…….	49
5.2	Agrega örnekleri üzerinde yapılan deneyler ve kullanılan standartlar…….....	50
5.3	Kavukkavla sahasına ait agregaların tane büyüklüğü dağılımı deneyi sonuçları…….....	52
5.4	Başören sahasına ait agregaların tane büyüklüğü dağılımı deneyi sonuçları…….….....	53
5.5	Öküşne sahasına ait agregaların tane büyüklüğü dağılımı deneyi sonuçları……	54
5.6	Dorasan Tepe sahasına ait agregaların tane büyüklüğü dağılımı deneyi sonuçları….....	55
5.7	Kapısuyu sahasına ait agregaların tane büyüklüğü dağılımı deneyi sonuçları…….....	56
5.8	İnce agregaların kuru, DYK, görünen özgül ağırlık ve su emme oranı sonuçları…….	58
5.9	I nolu agregaların kuru, DYK, görünen özgül ağırlık ve su emme oranı sonuçları…..	59
5.10	II nolu agregaların kuru, DYK, görünen özgül ağırlık ve su emme oranı sonuçları….	59
5.11	Agrega örneklerinin gevşek birim ağırlık deney sonuçları…...…….…......	61
5.12	Agrega örneklerinin sıkışık birim ağırlık deney sonuçları...…….	62
5.13	Agrega örneklerinin kompasite değerleri…….....	63
5.14	Agrega örneklerinin şekil indeksi deney sonuçları……..	65
5.15	Agrega örneklerinin yassılık indeksi deney sonuçları……..	66
5.16	Agrega örneklerinin ince madde deneyi sonuçları…….…….....	67
5.17	Agrega örneklerinin metilen mavisi deney sonuçları……..…….	70
5.18	Agrega örneklerinin hafif madde oranı deney sonuçları……..……..	71
5.19	Agrega örneklerinin organik madde deney sonuçları……	72
5.20	Agrega örneklerinin donma-çözünme deney sonuçları…….	73
5.21	Agrega örneklerinin Los Angeles deney sonuçları……..……	74
5.22	Agrega örneklerinin klorür miktarı deney sonuçları……..……...…	75
5.23	Agrega örneklerinin sülfat miktarı deney sonuçları……..……...…	77
5.24	Kavukkavla sahasına ait agregaların fiziksel ve kimyasal özellikleri……...……	78
5.25	Başören sahasına ait agregaların fiziksel ve kimyasal özellikleri…….……	78
5.26	Öküşne sahasına ait agregaların fiziksel ve kimyasal özellikleri……..……	79
5.27	Dorasan Tepe sahasına ait agregaların fiziksel ve kimyasal özellikleri……	79

5.28 Kapısuyu sahasına ait agregaların fiziksel ve kimyasal özellikleri……..80

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

No Sayfa

5.29 Kavukkavla sahasına ait agregaların karışım oranları……. …….81
5.30 Başören sahasına ait agregaların karışım oranları……..……. …….82
5.31 Öküşne sahasına ait agregaların karışım oranları……...……. …….83
5.32 Dorasan Tepe sahasına ait agregaların karışım oranları……. …….…….84
5.33 Kapısuyu sahasına ait agregaların karışım oranları……. …….85
5.34 Üretimi yapılacak beton sınıflarında kullanılan çimento miktarı ve su/çim oranları(1m^3 beton için)……86
5.35 Kavukkavla sahasına ait sınıflarına göre beton bileşen miktarları……...86
5.36 Başören sahasına ait sınıflarına göre beton bileşen miktarları……....87
5.37 Öküşne sahasına ait sınıflarına göre beton bileşen miktarları…….....87
5.38 Dorasan Tepe sahasına ait sınıflarına göre beton bileşen miktarları…….87
5.39 Kapısuyu sahasına ait sınıflarına göre beton bileşen miktarları……....87
5.40 Beş farklı sahanın sınıflarına göre beton çökme değerleri……89
5.41 Beş farklı sahanın sınıflarına göre 3 günlük beton basınç değerleri……91
5.42 Beş farklı sahanın sınıflarına göre 7 günlük beton basınç değerleri……92
5.43 Beş farklı sahanın sınıflarına göre 28 günlük beton basınç değerleri…….92

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CaO	: Kalsiyum monooksit
SiO_2	: Silisyum dioksit
Al_2O_3	: Alüminyum oksit
Fe_2O_3	: Demir trioksit
DKY	: Doygun kuru yüzey
Oko	: Kocatöngel Formasyonu
Ok	: Kurtköy Formasyonu
Oa	:Aydos Formasyonu
Ode	:Ereğli Formasyonu
Dcy	:Yılanlı Formasyonu
Ca	:Alacaağzı Formasyonu
Cko	: Kozlu Formasyonu
Cka	: Karadon Formasyonu
$PT_{RÇ}$	: Çakraz Formasyonu
Jh	: Himmetpaşa Formasyonu
Jki	: İnatlı Formasyonu
Ku	: Ulus Formasyonu
Kk	: Kilimli Formasyonu
Ky	: Yemişliçay Formasyonu
Kta	: Akveren Formasyonu
Teç	: Çaycuma Formasyonu
Qal	: Kuaterner

BÖLÜM I

GİRİŞ

İnşaat sektöründe beton; çimento, agrega, su ve gerektiğinde katkı maddelerinin karıştırılması ile elde edilen üretimi kolay, ucuz, servis ömrü fazla ve üzerine gelen yüklere karşı mukavemeti olan temel yapı malzemesidir. Beton bu özelliklerinde dolayı özellikle inşaat sektöründe vazgeçilmez malzemedir.

Kaliteli bir beton elde etmek için öncelikle, beton üretiminde kullanılacak malzemelerin ilgili standartlara uygun olması gerekmektedir. Beton üretiminde kullanılan çimentonun üretimi fabrikalarda standartlara göre yapılmaktadır. Bu sebeple beton üretimi aşamasında uygun çimento türünün seçimi ve miktarının belirlenmesi dışında betonun kalitesini belirlemek için çimento konusunda fazla bir şey yapılmamaktadır. Beton üretiminde kullanılan karma suyunun özellikle temiz ve zararlı kimyasal bileşikler içermemesi ve beton üretiminde doğru miktarda belirlenmesi gerekmektedir. Betonun %70-75'ini oluşturan agrega betonun işlenebilirliliğini, dayanımını ve geçirgenliğini etkilediği için seçiminde titizlik gösterilmelidir.

Betonda agrega kullanılmasının sağladığı teknik özelliklerin başında, sertleşen betonun "hacim değişikliğini" önlemesi veya azaltması, sertleşmiş betonun "aşınmaya karşı" dayanımının arttırması, çevre etkilerine karşı "dayanıklılığı"nı arttırması ve kendi dayanım gücünün yüksekliği nedeniyle betonun taşımakta olduğu yüklere karşı gerekli "dayanımı" sağlayabilmesi gelir. İçerisinde agrega bulunan beton veya harç, sadece çimento hamurundan oluşan ve içerisinde agrega bulunmayan bir sisteme göre daha az hacim değişikliği (büzülme) gösterir. Yani, çimento hamurunun zamanla kuruması nedeniyle yapacağı büzülme ve meydana gelebilecek çatlamalar agrega tarafından belirli bir ölçüde engellenmiş veya sınırlandırılmış olur (Erdoğan 1995 a).

Taze betonun, agrega tarafından etkileyen başlıca özellikleri; beton karışımındaki malzeme oranları, işlenebilme, pompalanabilme, beton içerisindeki hava miktarı, terleme (kanama veya su alma), beton yüzeyinin mastarlanıp düzenlenmesi (perdahlama)'dır. Sertleşmiş betonun,

agrega tarafından etkileyen başlıca özellikleri ise durabilite, dayanım, büzülme (rötre), birim ağırlık, termik özellik ve ekonomi'dir (Erdoğan 1995 a).

İyi bir beton üretimi için agregalarda bulunması gereken şartlar aşağıda verilmektedir;

- Boşluksuz beton elde edilmesi için tane dağılımı (granülometrik bileşim) TS 706 EN 12620 standardına uygun olmalıdır.
- Tane şekli kübik olmalı ve standartta belirtilen miktardan fazla şekilce kusurlu (yassı ve uzun) taneler içermemelidir.
- Tane dayanımı, istenen özellikte bir betonun yapımı için yeterli olmalıdır. Sert, dayanıklı, boşluksuz ve aşınmaya dayanımlı olmalıdır.
- Sık sık donma-çözülme etkisinde kalan betonlar için kullanılan agrega, dona dayanıklı olmalıdır.
- Kil, silt, mil ve toz gibi beton dayanımını ve aderansı olumsuz etkileyen zararlı maddeler içermemelidir.
- Organik kökenli ve hafif maddeler içermemelidir.
- Beton ve betonarmenin durabilitesini olumsuz yönde etkilememelidir. Agregalar sertleşmiş betonda zararlı hacim artışına ve bu nedenle tahribata neden olabilen sülfatlar, donatı korozyonuna neden olabilecek bazı tuzlar ve klorür içermemelidir.
- Betonda alkali silika reaksiyonuna neden olabilecek aktif silisleri içermemelidir.

Agregaların fiziksel özellikleri denildiğinde başlıca şu özellikler ön plana çıkar; birim ağırlığı, özgül ağırlığı, kompasitesi, boşluk oranı, agreganın su emme kapasitesi ve mevcut rutubet durumu, donma-çözülme ve diğer fiziksel etkenlere karşı dayanıklılıktır. Agregaların mekanik özellikleri denildiğinde akla ilk gelen özellikler; aşınma, basınç dayanımı, çarpmaya karşı dayanımı ve sertliği'dir. Agreganın elastik modülü ve Poisson oranı da mekanik özellikleri arasında yer almaktadır. Agregalarının fiziksel ve mekanik özellikleri yanı sıra, agreganın granülometrisi, yüzey şekli ve biçimi, içinde bulunabilecek zararlı madde ve bileşikler, organik madde, agregada sağlam olmayan maddeler, kil ve siltin varlığı, sülfatın varlığı ve alkali-silika reaksiyonu oluşturan maddelerin varlığı tespit edilmelidir. Minerolojik ve petrografik özellikleri incelenmelidir.

Bu çalışma kapsamında Batı Karadeniz Bölgesinde yayılım gösteren Zonguldak-Bartın illeri arasındaki Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonu dolomitik kireçtaşlarının beton agregası olma özellikleri ve beton üretiminde kullanılabilirliliğinin araştırması amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

BETON VE BİLEŞENLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Beton; agrega, çimento, su ve gerektiğinde bazı kimyasal ve/veya mineral katkı maddelerinin birlikte karılmasıyla elde edilen, başlangıçta işlenebilir kıvamda olup, zamanla katılaşıp sertleşen önemli bir yapı malzemesidir. Birim hacim ağırlığına, basınç dayanımına, üretildiği yere ve uygulandıkları yere göre beton çeşitleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Genel olarak betonda beklenen özellikler; düşük birim hacim ağırlık, yüksek mukavemet, yüksek kırılma tokluğu ve yüksek çarpma dayanımıdır.

Betonun avantajları kısaca aşağıda sıralanmaktadır;

- Ucuzluğu,
- Bilgisayar kontrollü santraller, transmikserler, vs. ile üretim, taşıma ve yerleştirme aşamalarında büyük gelişmelerin sağlanmış olması,
- Şekil verilebilme kolaylığı,
- Çelik donatı ile çekme dayanımının sağlanması,
- Yüksek basınç dayanımlarına ulaşılması,
- Fiziksel ve kimyasal dış etkilere karşı dayanıklılığı (uzun ömür, bakım kolaylığı),
- Estetik özelikleri yüksek (istenilen şekil, renk ve yüzey özelikleri verilebilir)

Bunun yanında betonun bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar;

- Gerilme dayanımı düşük,
- Birim ağırlığı yüksek,
- Kimyasal reaksiyon hasarları oluşur,
- Betona ek yapılması oldukça güçtür,
- Yıkılmaları zordur ve malzemeler tekrar kullanılamaz,
- Ses, ısı ve rutubeti geçirmesidir.

Çizelge 2.1 Beton çeşitleri(URL).

<table>
<tr><td rowspan="5">BİRİM AĞIRLIĞINA GÖRE</td><td colspan="2">NORMAL BETON (Normal doğal taneli agrega ile üretilen ve birim ağırlığı 1.800-2,800 kg/dm^3 arasında değişen betonlardır.)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">HAFİF BETON (Birim hacim ağırlığı 0,70-2,00 kg/dm3 arasında olan betonlara hafif beton denir)</td><td>YALITIM BETONLARI (birim ağırlıkları 0,700-1,400kg/dm³, basınç dayanımları 100kgf/cm²'den küçük-10N/mm²)</td></tr>
<tr><td>YARI TAŞIYICI HAFİF BETONLAR (birim ağırlıkları 1,400-1,600kg/dm³, basınç dayanımları 150kgf/cm² civarında-15N/mm²)</td></tr>
<tr><td>TAŞIYICI HAFİF BETONLAR(birim ağırlıkları 1,850kg/dm³, basınç dayanımları 170kgf/cm²'den fazla-17N/mm²)</td></tr>
<tr><td colspan="2">AĞIR BETON (Ağır betonlar özellikle zararlı ışınlara karşı bir perde oluşturmak amacıyla kullanılan, birim ağırlıkları 2.800-5.000 kg/dm^3 arasında olan betonlardır)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">BASINÇ DAYANIMLARINA GÖRE</td><td colspan="2">NORMAL DAYANIMLI BETON (C 12, 14, 16, 20, 25'e kadar basınç dayanımı olan betonlar normal dayanımlı olarak adlandırılırlar.)</td></tr>
<tr><td colspan="2">YÜKSEK DAYANIMLI BETON(C30, 35 ve üstü olarak gruplandırılmaktadır.)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ÜRETİLDİĞİ YERE GÖRE</td><td rowspan="2">ŞANTİYE BETONU (Beton bileşenlerinin şantiyede karıştırılması sonucu elde edilen betondur.)</td><td>BETONİYERLE KARIŞTIRMA (Beton bileşenleri hesaplanan oranlarda betoniyere (karıştırıcıya) şantiye de konur ve istenilen beton kıvamı elde edilinceye kadar karıştırılır.)</td></tr>
<tr><td>ELLE KARIŞTIRMA (Elle karıştırma sadece C12 (beton basınç mukavemet 12 kg/cm^2) ve küçük harman hacimli, karışımlarda uygulanır.</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td rowspan="4">BETON SANTRALİ BETONU-HAZIR BETON (Betonun şantiyede harmanlanıp karıştırılması yerine beton santralinden yerleştirme mahaline hazır olarak teslim edilirse buna önceden karıştırılmış beton veya hazır beton denir</td><td>KIVAMINA GÖRE (Kıvamlarına göre betonların çöme (slump) değerlerini esas alarak sınıflandırmadır.)</td></tr>
<tr><td>EN BÜYÜK AGREGA TANE BÜYÜKLÜĞÜNE GÖRE (En büyük Agrega Tane Büyüklüklerine göre betonların sınıflandırılmasıdır.)</td></tr>
<tr><td>KARAKTERİSTİK BASINÇ DAYANIMINA GÖRE (Karakteristlik Basınç Dayanımlarına göre betonların sınıflandırılmasıdır.)</td></tr>
<tr><td>BİRİM AĞIRLIKLARINA GÖRE (Birim ağırlıklarına göre betonların sınıflandırılmasıdır.)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">UYGULANDIKLARI YERLERE GÖRE</td><td colspan="2">PÜSKÜRTME BETON (Püskürtme beton, püskürtülerek yerleştirilen ve aynı zamanda püskürtme etkisiyle sıkılanan betondur.)</td></tr>
<tr><td colspan="2">LİFLİ BETON (Lifli beton; Çimento, agrega ve çoğunlukla süreksiz dağılı liflerin su ile karıştırılmasıyla meydana gelen betondur.)</td></tr>
<tr><td colspan="2">FERRO CEMENT BETON (Ferro Cement genellikle sık aralıklarla serilmiş, sürekli nispeten küçük çaplı tel örgülerle donatılmış çimento harcından oluşan ince cidarlı bir betonarme çeşididir. Özel bir betonarme türüdür</td></tr>
<tr><td colspan="2">VAKUMLU BETON (Bu beton genellikle geniş alanlarda (hava alanı, endüstriyel döşeme, akaryakıt istasyonlarında ve karayolu) dökülen taze betona uygulanır</td></tr>
</table>

2.1 BETONUN BİLEŞENLERİ

Beton oluşturan hammaddeler; çimento, karışım suyu, kimyasal ve/veya mineral katkı ve ince- iri agrega'dır.

Bu hammaddelerden çimento+su (gerektiğinde kimyasal ve/veya mineral katkılar) çimento hamuru; ince ve iri agrega ise agrega bileşeni olmak üzere betonun iki bileşenini oluştururlar. Beton üretiminde; çimento bağlayıcı, iri agrega yükleri taşıyıcı, ince agrega boşlukları doldurucu, karışım suyu hidratasyonu başlatmak ve işlenebilirliliği sağlamak, kimyasal ve/veya mineral katkı ise betonun istenilen özelliklerini geliştirmek için kullanılır. Hammaddelerin karıştırılmasından sonra oluşan çimento hamuru, zamanla katılaşıp sertleşir ve agrega tanelerini birbirine yapıştırarak betonun dayanım kazanmasını sağlar. Dolayısıyla bir betonun dayanımı; çimento hamurunun dayanımına, agrega tanelerinin dayanımına ve çimento hamurunun agrega tanelerini birbirlerine yapıştırmasının gücüne, yani aderansa bağlıdır.

2.1.1 Çimentolar

Betonda bağlayıcı olarak kullanılan çimentolar; CaO, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 ve az miktardaki MgO içeren uygun hammaddelerin, sinterleşme temperatürüne (~ 1400 °C) kadar yakıldıktan ve uygun bir soğutma işleminden sonra elde edilen klinkerlerin alçı ve gereğinde yapay (uçucu kül, curuf) ya da doğal (trans) puzolan maddelerle beraber belirli inceliğe kadar öğütülmesiyle meydana gelen hidrolik bağlayıcıdır.

2.1.2 Karışım Suyu

Beton karma suyu, betonda işlenebilirliği ve çimento hidratasyonunu sağlamak için kullanılan çok hassas ve önemli bir hammaddedir. Hassas ve önemli olmasının nedeni, su miktarının, taze ve sertleşmiş betonun tüm özelliklerini etkileyebilmesidir.

2.1.3 Kimyasal ve Mineral Katkılar

Beton katkı maddeleri; su, agrega ve çimento dışında betonlara çok düşük miktarda katılan organik ve inorganik kimyasal maddelerdir. Çimentonun sahip olduğu özelikleri, iyi yönde ve

belirli bir ölçüde değiştirmek amacı ile beton üretilirken veya üretildikten sonra katılarak taze ve sertleşmiş betonun özeliklerini geliştirirler.

2.1.4 Agregalar

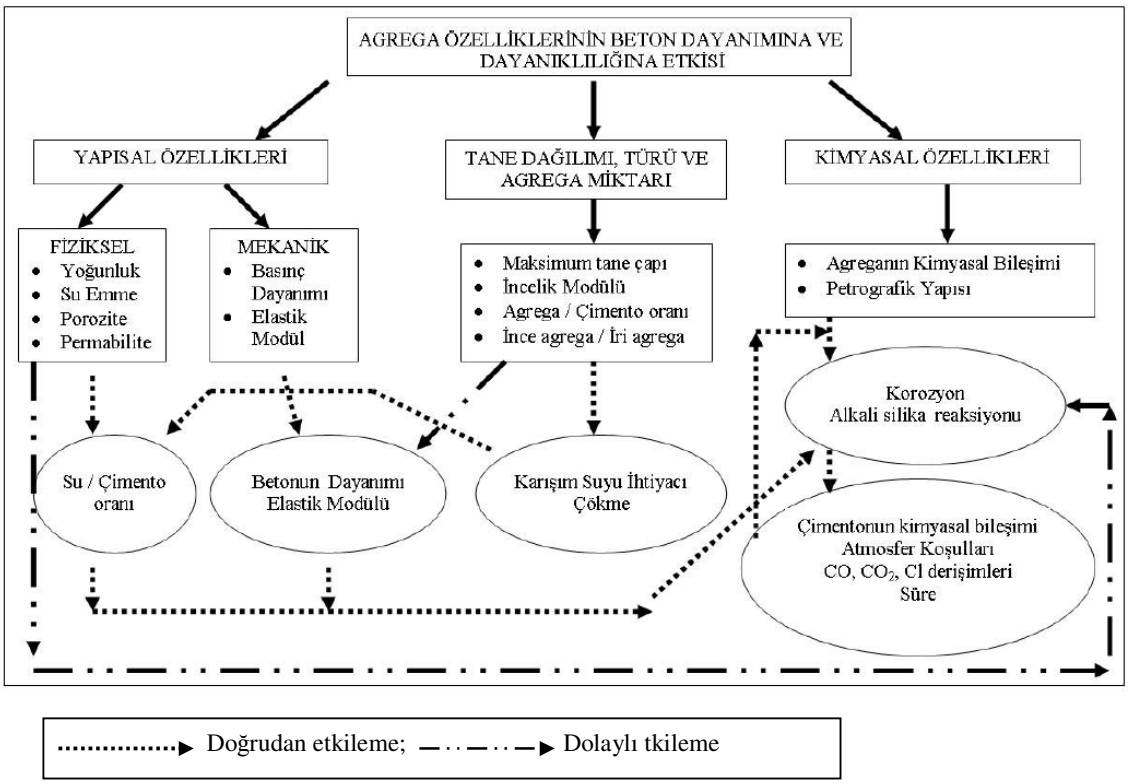
Beton agregası, beton veya harç yapımında çimento ve su karışımından oluşan bağlayıcı malzeme yardımıyla bir araya getirilen, organik olmayan, doğal veya yapay malzemenin genellikle 100mm'yi (hatta yapı betonlarında çoğu zaman 63mm'yi) geçmeyen büyüklüklerdeki kırılmamış veya kırılmış tanelerin oluşturduğu bir yığındır (Erdoğan 1995).

Betonda agrega kullanılmasının ekonomik ve teknik özellikler bakımından büyük yararı bulunmaktadır. Bu yararlar şu şekilde özetlenebilir:

- Çimento, agrega ve su karışımından yapılan betonun, hacim olarak yaklaşık dörtte üçü agrega tarafından oluşturulmaktadır. Agrega maliyeti normal olarak çimento maliyetinin çok altındadır. Bu nedenle agrega betonda kullanılan ve nispeten ucuz olan dolgu malzemesi olarak kabul edilir.

- Betonda agrega kullanılmasının sağladığı teknik özelliklerin başında, sertleşen betonun "hacim değişikliğini" önlemesi veya azaltması, sertleşmiş betonun "aşınmaya karşı" dayanımının arttırması, çevre etkilerine karşı "dayanıklılığı"nı arttırması ve kendi dayanım gücünün yüksekliği nedeniyle betonun taşımakta olduğu yüklere karşı gerekli "dayanımı" sağlayabilmesi gelir (Erdoğan 1995 a).

Beton üretiminde kullanılacak agreganın temel fiziksel ve mühendislik büyüklükleri (özgül ağırlık, birim ağırlık, su emme, yüzey dokusu, tane granülometrisi, en büyük boyutu, incelik modülü, ince madde miktarı vb) karışım su miktarını, betonun işlenebilirliğini, karışımdaki agrega miktarını ve beton karışımının ıslak birim hacim ağırlığını doğrudan doğruya etkilemektedir (Şekil 2.1). Bu nedenle özellikle ekonomik beton karışım tasarımlarını gerçekleştirmek için kullanılacak agreganın fiziksel ve mühendislik büyüklüklerini çok iyi bilinmesi gerekmektedir (Arıoğlu 1999).



Şekil 2.1 Agreganın özellikleri ve bunların betona etkime biçimleri (Arıoğlu 1999).

İstenilen amaca uygun olarak hazırlanan betonlarda, beton dayanımının, önceden hesaplanmış dayanımdan daha düşük olmaması ve betonun, yıllarca çevre etkilerine karşı gerekli durabiliteyi göstermesi beklenmektedir. Mühendislikteki başlıca hedef, betonun yeterli dayanımı ve durabiliteyi sağlayabilmesi ve ekonomik olmasıdır. Bu sebeple beton üretiminde kullanılan agrenın gradasyonu, en büyük tane boyutu, tane şekli, tane yüzeyinin pürüzlü olup olmaması, su emme kapasitesi, temizliği gibi özellikleri beton karışımına girecek su miktarını, beton yapımındaki çimento ve agreganın miktarını, beton dayanımını ve durabiliteyi etkileyen önemli faktörlerdir. Ayrıca, agreganın bulunabilirliliği (yani, hangi tip agreganı, ne kadar uzak mesafeden getirilerek kullanılabileceği gibi hususlar), betonun ekonomisi açısından öodukça önemli rol oynamaktadır (Erdoğan 1995 a)

2.1.4.1 Agregaların Sınıflandırılması

Agregalar genel olarak, elde ediliş şekillerine, birim ağırlıklarına, boyutlarına, tane şekline, yüzey dokusuna, jeolojik ve mineralojik yapılarına göre sınıflandırılabilmektedir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2 Genel Olarak Agrega Sınıflandırması (Erdoğan 1995 a).

1	Elde Ediliş Şekline Göre	Doğal Agrega	Dere Agregaları
			Deniz Agregaları
			Teras Agregası
		Yapay Agrega	
2	Birim Ağırlığına Göre	Hafif Agregalar	
		Ağır Agregalar	
3	Tane Boyuna göre	İri Agrega	
		İnce agrega	
		Tuvenan Agrega	
4	Tane Şekline Göre	Yuvarlak Agrega	
		Yassı	
		Uzun	
		Keskin Köşeli	
5	Yüzey Dokusuna Göre	Granüler	
		Pürüzlü	
		Kristalli	
		Petekli	
6	Jeolojik Kökenine Göre	Magmatik	
		Sedimanter	
		Metamorfik	
7	Minerolojik Yapısına Göre	Silis Mineralli	
		Karbonat Mineralli	
		Mika Mineralli	
8	Reaktif Özelliğine Göre	Reaktif	
		Reaktif Olmayan	

2.1.4.2 Beton Agregalarının Genel Özellikleri

Agregaların fiziksel özellikleri denildiğinde başlıca şu özellikler ön plana çıkar; birim ağırlığı, özgül ağırlığı, kompasitesi, boşluk oranı, agreganın su emme kapasitesi ve mevcut rutubet durumu, donma-çözülme ve diğer fiziksel etkenlere karşı dayanıklılıktır. Agregaların mekanik özellikleri denildiğinde akla ilk gelen özellikler; aşınma, basınç dayanımı, çarpmaya karşı dayanımı ve sertliği'dir. Agreganın elastik modülü ve Poisson oranı da mekanik özellikleri arasında yer almaktadır. Agregalarının fiziksel ve mekanik özellikleri yanı sıra, agreganın granülometrisi, yüzey şekli ve biçimi, içinde bulunabilecek

zararlı madde ve bileşikler, organik madde, agregada sağlam olmayan maddeler, kil ve siltin varlığı, sülfatın varlığı ve alkali-silika reaksiyonu oluşturan maddelerin varlığı tespit edilmelidir.

Birim Ağırlık

Bir metreküp hacmi dolduran agreganın ağırlığına birim ağırlık denir. Agregayı kuru halde iken gevşek olarak bir kaba boşaltarak bulunan birim ağırlığa "gevşek birim ağırlık" ve yine kuru iken hacmi belirli olan kaba üç kademede her kademeye 25 şişleme yapılarak sıkıştırıldıktan sonra bulunan birim ağırlığa ise "sıkışık birim ağırlık" denir.

Birim ağırlığa etki eden faktörler (Şimşek 2004 b):

- Agreganın birim ağırlığı yüksek ise; kap içine giren agrega daha fazla ve taneler arasında boşluğun daha az olduğunu ifade eder.
- Agreganın granülometrisine bağlı olarak, taneler arasındaki boşluk miktarı değişmektedir. Boşluk miktarının az olması birim ağırlığı arttırır.
- Agrega taneleri arasında kusurlu tanelerin fazla miktarda olması, boşluğu arttırdığından dolayı birim ağırlığını düşürür.
- Agrega tanelerinin keskin köşeli olması, tanelerin birbiriyle arasındaki, boşluğu arttırdığından dolayı birim ağırlığını düşürür.
- Agrega taneleri arasında organik madde ve hafif maddelerin bulunması, agreganın birim ağırlığı azaltır.
- Agreganın içyapısının boşluklu veya boşluksuz olması agrega birim ağırlığını azaltır veya arttırır.

Birim ağırlığı yüksek bir betonun dayanımı, dayanıklılığı ve taşıma gücü fazladır. Beton agregalarının birim ağırlığı 1,300~1,850 g/cm^3 arasında değişir (Şimşek 2000).

Özgül Ağırlık

Belli hacim ve sıcaklıktaki bir malzemenin, havadaki ağırlığının, aynı hacim ve sıcaklıktaki damıtık suyun havadaki ağırlığına oranıdır. Bu özellik, agrega kökeni hakkında bilgi verir ve beton bileşenlerinin hesabında kullanılır.

Normal ağırlıklı doğal agreganın özgül ağırlığı 2,4-2,8g/cm³ arasındadır. Beton yapımında kullanılan normal agregaların özgül ağırlıkları genellikle 2,5-2,8 g/cm³ arasındadır (ortalama 2,65g/cm³). Kırmataş agregalarında, kullanılan taşın cinsine bağlı olarak, özgül ağırlık değerleri, kumtaşı için 2,06-2,6g/cm³, kalker için 2,5-2,8g/cm³, granit için 2,6-2,8g/cm³'dir. Özgül ağırlıkları 2,4 g/cm³'ten düşük agregalar hafif agrega olarak isimlendirilir. Bazı iri hafif agregaların özgül ağırlığı 1,4g/cm³ kadar düşük olabilir (Erdoğan 1995 a).

Özgül ağırlık, agreganın uygunluğunu belirtir. Düşük özgül ağırlık sağlam olmayan malzemeyi, yüksek özgül ağırlık ise kaliteli betona uygun agregayı tanımlar. Özgül ağırlık, beton karışım hesabında, bu hesapların düzeltilmesinde ve beton üniformluluğunun zorunluluğu durumlarında gereklidir. Düşük özgül ağırlık agreganın boşluklu ve zayıf olmasına bir işarettir.

Agreganın Kompasitesi

Agreganın kompasitesi ile birim hacimdeki agregada tanelerin işgal ettiği hacmin toplamı anlaşılmaktadır. Agreganın, özgül ve birim ağırlıkları bilinmek suretiyle kompasitesi hesaplanabilir. Birim ağırlık her zaman için özgül ağırlıktan küçük olduğu için kompasite de 1'den küçük bir değer alır. "Vt", belirli hacim ve "Vh", tanelerin işgal ettiği hacim olmak üzere kompasite; $k = (Vh/Vt)$ denklemiyle ifade edilebilir.

Agregaların kompasitesinin küçük olması şu zararları meydana getirir (Şimşek 2000):

- Üretilen betonun kompasitesi ve mukavemeti düşük olur,
- Kullanılan çimento miktarı artar,
- Betonun maliyeti yükselir,
- Kusurlu malzeme miktarı artar. Bu da işlenebilme özelliğine etki yaparak mukavemetin düşmesine neden olur,
- Dış etkilere karşı dayanıklılık azalır.

Agreganın sıkıştırma işlemine tabi tutulmadan yerleştirilmesi sonucunda kompasite 0,40-0,70 arasında değer alır (Şimşek 2000).

Agregadaki Mevcut Nem Durumu

Agrega taneleri arasında genel olarak iki tip boşluk bulunmaktadır. Bu boşluklardan bir tanesi tane yüzeylerinde ince çatlaklar olarak oluşmuş olan veya tane içerisinde olup da yüzeydeki boşluklarla bağlantılı olan su geçirgen boşluklardır. Bu boşlukların içerisine, su kolayca girip çıkabilir ve bu boşluklara su geçiren boşluklar denir. Diğer boşluk tipi ise, agreganın oluşması esnasında meydana gelmiş olan kapalı içerisine kolaylıkla su giremeyen boşluklardır ve bu tip boşluklara su geçirmeyen boşluklarda denir (Şimşek 2000).

Beton üretiminde kullanılacak agreganın rutubeti iki şekilde çok önemlidir. Bunlardan bir tanesi, kumda (ince agrega) kabarmaya sebep olacağından kumdaki kabarma dikkate alınmadan katılırsa gerçek hacminden fazla görünecek ve $1m^3$ betona giren kum az olacak dolayısıyla boşluklu bir beton üretilmiş olacaktır. İkincisi ise daha da önemli su miktarı göz önüne alınmadan agrega kuruymuş gibi su katılırsa beton dayanımında fazla sudan dolayı önemli düşüşler olacaktır. Bu sebepten rutubet miktarı tayin ederek o miktarda karışıma az su katmamız gerekir (Güner 1999).

Agreganın Basınç Mukavemeti

Basınç mukavemetinin, malzemenin porozitesi ile yakın ilişkisi vardır. Porozitenin küçük olması agrega mukavemetini arttırır. Agreganın jeolojik bakımdan durumu bize mekanik mukavemeti ile ilgili kuvvetli fikirler verir.

Betonda kullanılan agreganın basınç dayanımı agrega tanelerinin oluştuğu kaya parçalarının basınç dayanımlarına bağlıdır. Genellikle, nehir yataklarından elde edilen yuvarlak agregalar sert ve dayanımı yüksek agregalardır. Ortalama bir değer vermek gerekirse, betonda kullanılan normal ağırlıklı agreganın basınç dayanımı 1500-2000kgf/cm² denilebilir (Erdoğan 1995 a).

Agreganın Aşınmaya Mukavemeti

Yol ve hava meydanlarında kullanılan beton, çarpma ve aşınma etkisi altında kalmaktadır. Betonun bu etkilere dayanabilmesi için, yapımında kullanılan iri agreganın aşınmaya ve çarpmaya karşı büyük mukavemete sahip olması gerekmektedir (Şimşek 2004 a).

Basınç dayanımının 100MPa'dan az olması halinde, kuşkulu durumlarda veya yapay agregalarda aşınmaya dayanıklılık deneyleri sonuçlarına bakılmalıdır. Bilyeli tamburla yapılan aşınmaya dayanıklılık tayini deneyinde, 100 dönüş sonunda % 50'den az, darbe ile aşınmaya dayanıklılık tayini deneyinde aşınmaya maruz beton yapımında kullanılacak agregalar için ağırlıkça %30'dan, diğer agregalar için ağırlıkça % 45'den az kayıp bulunmuş ise agrega yeterli olarak kabul edilebilir(Şimşek 2004 a).

Agreganın Çarpmaya Dayanıklılığı

Betonun çarpmaya dayanıklı olmasında kullanılan agreganın önemli etkisi vardır. Bu nedenle kullanılmadan önce kontrol edilmelidir. Basınç deneyinden pek farklı olmayan çarpma deneyinde agrega çelik bir silindir içine yerleştirilir ve belirli bir mesafeden belirli bir ağırlık belirli sayıda düşürülmek suretiyle malzeme çarpma etkisi altında tutulur. Elekten elenmek suretiyle çarpma etkisi altında agreganın dayanıklılığı hakkında fikir edinilebilir (Şimşek 1997).

Agregaların Hava Tesirlerine Karşı Dayanıklılığı

Doğal olarak oluşmuş kum ve veya bunlardan kırılarak elde edilen agregalar, doğada uğradıkları ayıklanma olayı nedeniyle çok az miktarda dona duyarlı taneleri içerirler. Agreganın dona dayanıklılığı şu sınırlarda olmalıdır:

- Suya doygun halde sık sık donma ve çözülme olayı etkisinde kalan betonlar için agreganın, suda donma deneyinde belirtilen elek üzerinden geçen miktarın ağırlıkça %4'ünden büyük olmaması halinde yeterlidir. Örneğin, açıktaki beton döşemeler ve su yapılarındaki çıplak beton yüzeylerde olduğu gibi açıktaki döşemelerin dondan zarar görmesi mümkündür.

Boşlukları tam olarak suya doygun bulunmayan agreganın dona dayanıklılığı havada donma deneyinde belirtilen elek üzerinden geçen miktarın %4'ünden büyük olmaması halinde yeterlidir (Şimşek 2004 a).

TS 3655'de agreganın sodyum sülfat (Na_2SO_4) ile yapılan dona dayanıklılık deneyinde don kaybı kum için %5, çakıl için ise %18 olarak sınırlanmıştır.

Agreganın Elastik Özelliği ve Poisson Oranı

Agreganın elastik modülü ve poisson oranı değerleri, betonun deformasyon (şekil değiştirme) özelliklerini etkilemektedir.

Volkanik kaya orijinli agraganın elstik modülü 500.000-1.000.000kgf/cm² arasında değişmektedir. Sedimenter (tortul) kaya orijinli agreganın elastik modülü 250.000-700.000kgf/cm²arasındadır. Silisli çakıllardaki elastik modülü 650kgf/cm² düzeyindedir. Bu değerler, doğal olarak hafif agregalarda daha düşüktür. Normal ağırlıklı agregalarda Poisson oranı 0,15-0,35 arasındadır (Erdoğan 1995 a).

Agrega Granülometrisi

Agrega yığınında bulunan tanelerin oranlarının belirlenmesine granülometri denir. Yüksek mukavemetli beton üretebilmek için agrega boyutları çok önemlidir. Bunun için granülometrik bileşim bulunmalıdır. Bulunan değerlere göre en az boşluklu beton için hangi agregadan hangi oranda alınacağı belirlenir. Agregada en büyük tane miktarı "D" ile gösterilir. D_{max} seçiminde çeşitli kriterler vardır. D'yi mümkün oldukça büyük almamız gerekir. Böylece karışıma giren su ve çimento miktarı azalır ve mukavemet artar. Türkiye'de D_{max} genellikle 32 mm'dir (Güner 1999).

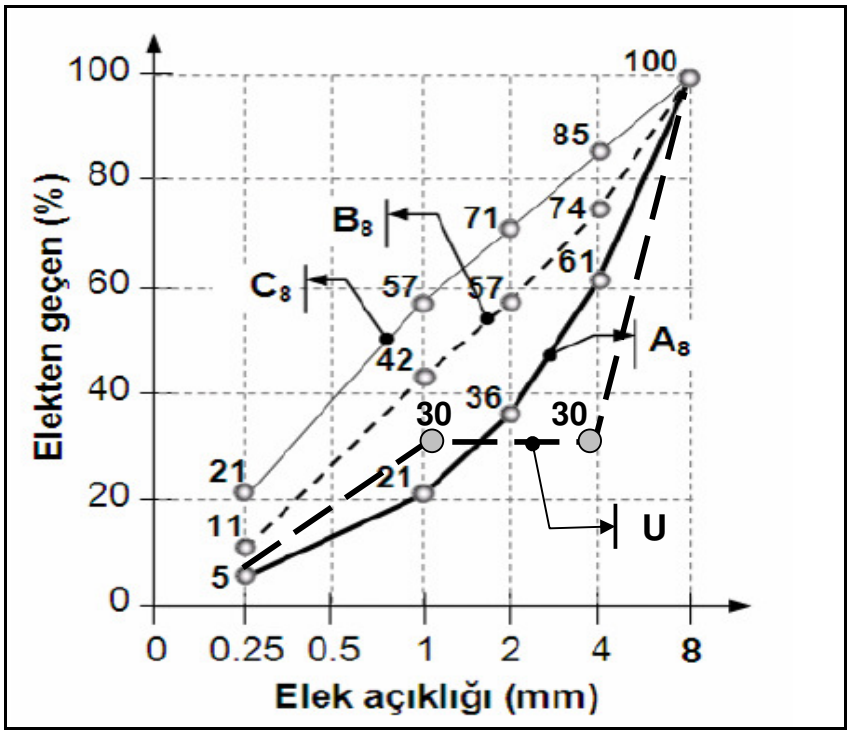
Agregayı oluşturan çeşitli boylardaki taneleri bir veya daha çok sayıda deney eleği kullanarak gruplara ayırma işlemine eleme denir. Granülometrik bileşim, agrega numunesinde boyutları belirli sınırlar arasında bulunan tanelerin agrega içinde ne miktarda bulunduğunu ortaya koyar. Agreganın granülometrik bileşiminin, o agregayı kullanarak üretilen beton üzerinde büyük etkisi vardır. Granülometri betonun kompasitesini, yoğurma suyu miktarını, dayanım ve dayanıklılığını büyük ölçüde etkiler. Bu nedenle betonda kullanılacak agregaların granülometrik birleşimleri mutlaka saptanması gerekmektedir (Şimşek 2004 a).

Agreganın granülometri bileşimi, en iyi şekilde granülometri eğrileri yardımıyla ifade edilir. Karışık agregaların granülometri eğrileri sürekli ve kesik olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Şimşek 2004 a).

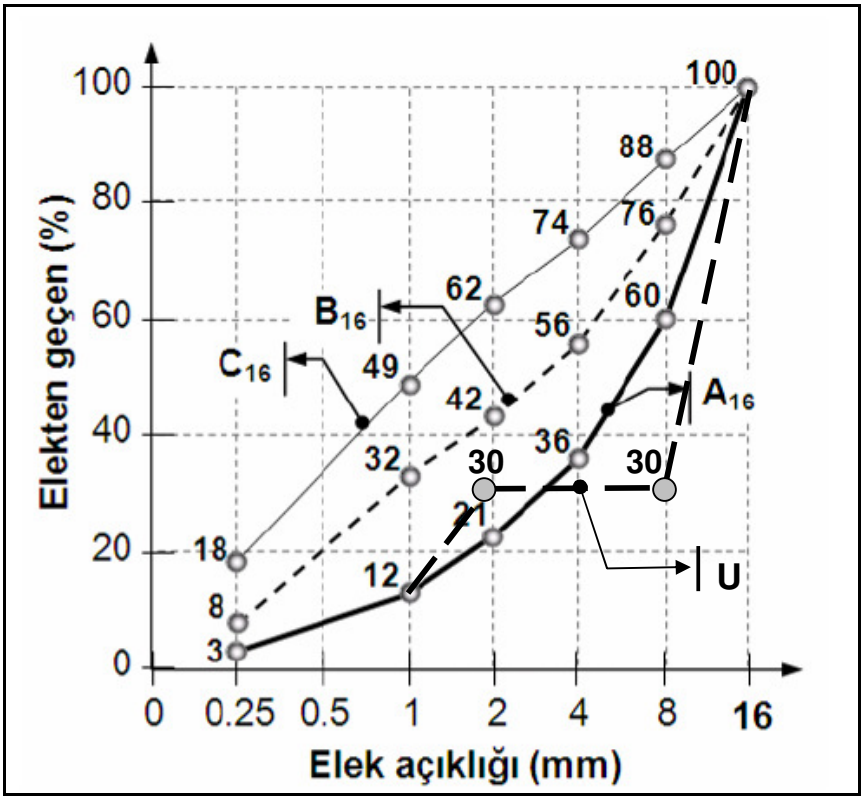
Sürekli granülometri eğrileri: (0)'dan belirli bir büyüklüğe kadar bütün taneleri içeren agreganın, kümülatif (yığışımlı) % geçeniyle elde edilen sürekli eğridir. TS 706 standartına göre şekil 2.2, şekil 2.3, şekil 2.4 ve şekil 2.5'de gösterilen A-B eğrisi arası bölgeye düşecek tane dağılımları, uygun bölge olduğu için kabul edilmelidir. Eğer eğri köşegenden köşegene doğru bir eğri oluşturuyorsa ince ve iri agrega oranı birbirine yakın ve uygun olduğu söylenebilir. Genel olarak iri agreganın %50'nin üstünde, ince agreganın ise %50'nin altında olması arzu edilir. Şekilde görülen A, B, C eğrileri sürekli granülometri sınır eğrileridir (Şimşek 2004 a).

Agrega granülometrisinin, A ile C eğrisi arasında olması istenir. A ile B arasındaki bölge "uygun bölge", B ile C eğrisi arasındaki bölge "kullanılabilir bölge" adını alır. A ile C eğrisi dışındaki bölgelere düşen gronülometri eğrilerine sahip agregalar, kesinlikle beton yapımında kullanılmamalıdır (Haktanır 1991).

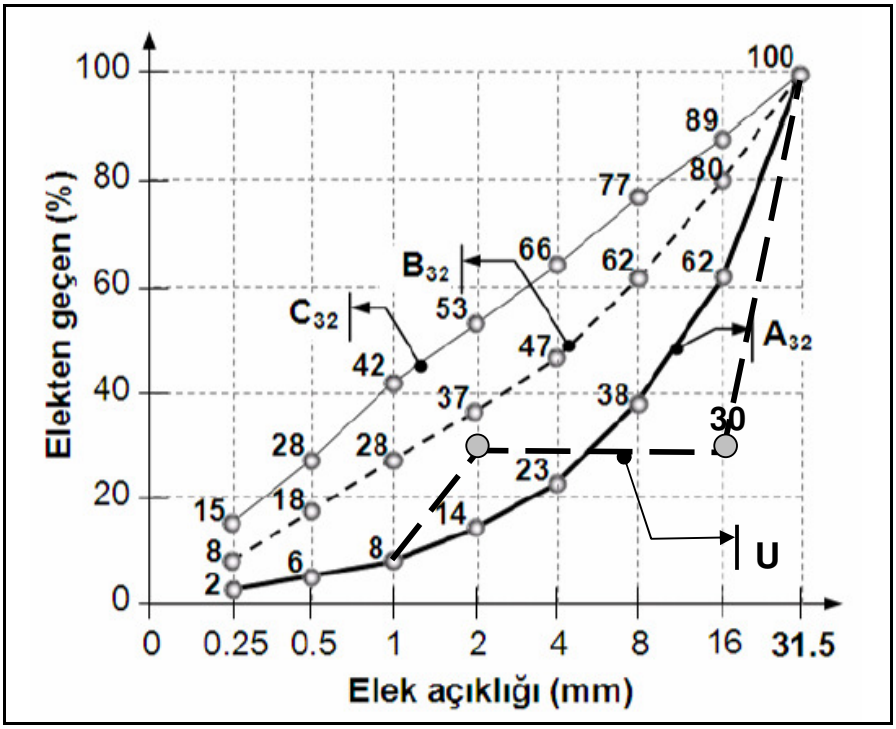
Kesik granülometri eğrisi: Orta büyüklükteki taneleri içermeyen kesik granülometri (U) eğrisi, alt sınırı oluşturan U eğrisi ile A eğrisi arasında bulunmalıdır. Kesikli granülometri elde etmek için, en az iki tane sınıfı karıştırılmalıdır (Şimşek 2000).



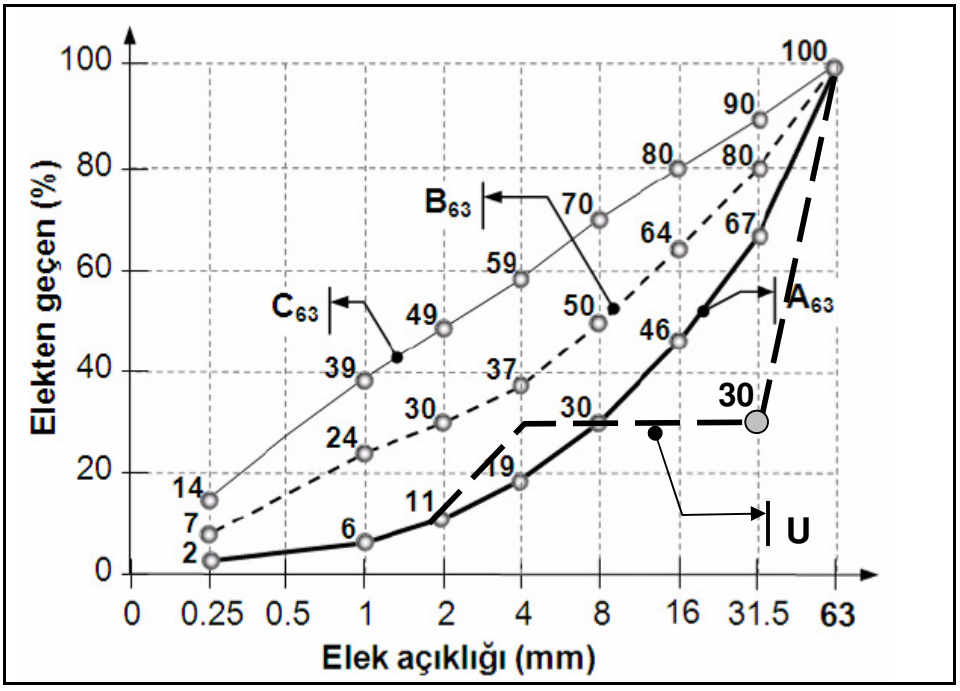
Şekil 2.2 Max. tane büyüklüğü 8mm olan karışık agrega granülometri eğrileri (TS 706).



Şekil 2.3 Max. tane büyüklüğü 16mm olan karışık agrega granülometri eğrileri (TS706).



Şekil 2.4 Max. tane büyüklüğü 32mm olan karışık agrega granülometri eğrileri (TS 706)



Şekil 2.5 Maksimum tane büyüklüğü 63mm olan karışık agrega granülometri eğrileri(TS 706).

Agrega Yüzey Şekli ve Biçimi

Agrega tanelerinin şekli, olabildiğince yuvarlak (küresel, kübik) olmalıdır. Köşeli agrega, tane yüzeyleri hemen hemen düzgün düzlemlerin kesişmesiyle oluşan belirgin kenarlarının oluşturduğu agregadır.

Doğal agregalar, oluşumları gereği doğanın aşındırma etkisi ile yuvarlaklaşmışlardır. Tanenin en büyük boyutunun en küçük boyutuna oranı 3'ten büyük olan tanelere, şekilce kusurlu taneler denir. Şekil'ce kusurlu tanelerin (yassı veya uzun) oranı, 8mm tane büyüklüğündeki agrega içinde ağırlıkça % 50'den fazla olmamalıdır. Kusurlu tanelerin önemli etkisi, agrega yığınının boşluklu olması ve bu boşluğun çimento hamuru ile doldurulamamasıdır. Sonuçta taşıyıcı iskeleti sağlam olmayan bir yapı meydana gelir (Şimşek 2004 a).

Şekil'ce kusurlu tane oranının yüksek olması, taze betonun işlenebilmesini olumsuz yönde etkilemekte, taze betonun su ihtiyacını ve terlemeyi (kanamayı) arttırmakta, betonun perdahlanarak düzgün yüzeye getirilebilmesini güçleştirmektedir. Şekil'ce kusurlu agrega kullanıldığında, taze betonda istenilen işlenebilme ancak çok miktarda su kullanılarak elde edilebilir. Bu durumda sertleşmiş betonun dayanımı, dayanıklılığı, büzülmesi ve ekonomisi olumsuz yönde etkilenir (Erdoğan 1995 a).

Agregada Bulunabilecek Zararlı Madde ve Taneler

Agrega içinde zararlı maddeler çözülebilir tuz, organik ve yumuşayabilir maddeler, genleşebilir maddeler olarak ortaya çıkarlar. Bu zararlı maddeler agreganın özelliklerini olumsuz olarak etkileyebilir. Agrega içinde bulunan zararlı maddelerin bir kısmı bağlayıcı maddenin ayrışmasına veya genişlemesine neden olur. Buda betonun parçalanmasına yol açar. Bir kısmı da agrega ile çimento hamuru arasında kuvvetli bir aderansın oluşmasına engel olur ve beton dayanımı düşer (Şimşek 2004 a).

Agrega içerisinde bulunabilecek zararlı madde ve taneler; organik maddeler, kil ve silt, sağlam olmayan maddeler, sülfat ve klorür tuzları ve alkali agrega reaksiyonu oluşturak maddeler olarak sıralanabilir.

Agrega içinde çürümüş bitki kökleri ve meyveleri veya yaprakları çeşitli asit ve türevlerini oluşturur. Agrega içindeki organik kökenli maddelerin çok olması durumunda çimentonun katılaşması gecikir veya gerçekleşmeyebilir. Bu da betonun ilk günlerindeki dayanımını olumsuz yönde etkiler (Şimşek 2004 a).

Agrega yığını içerisinde fazla miktarda kil ve siltin bulunması durumunda, üretilen betonun mukavemetinin azalmasına ve çimentonun priz yapamamasına sebep olabilmektedir. Agrega yüzeyine yapışan bu ince maddeler çimento ile agrega arasındaki aderansı zayıflatarak üretilen betonun mukavemetini azaltmaktadır (Gürbüz 1998).

Agrega içinde farklı sebeplerle bulunan kömür, fosil, linyit taneleri ve hayvan kabukları, normal agregaya oranla hafif olurlar. Mekanik dayanım yönünden yetersiz oldukları için beton içinde bulunmaları istenmez (Şimşek 2004 a).

Agregalarda bulunan sülfatlar, betonda şişmeye bağlı hasara sebep olurlar. Bu bakımdan sülfat ($-SO_4$) miktarının ağırlıkça %1 den fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Bir dm^3 betonda 1,4gr'dan az olacak şekilde sülfat bulunmasına izin verilebilir. Klorürler, büyük oranda agrega kaynağına bağlı olarak, agregalarda sodyum ve potasyum tuzları halinde bulunabilir. Bu tür tuzlar, betonun toplam klorür ve alkali muhtevasını artırır. TS 706 standardına göre klorür miktarı ağırlıkça %0,2'den fazla olmaması gerekmektedir.

Alkali silika reaksiyonu; portland çimentosundaki alkalilerle (sodyum, potasyum) belirli taş ve mineraller arasında sertleşmiş betonun anormal genişlemesine ve çatlamasına sebep olabilen reaksiyondur. Betonlarda iç korozyon denilen bir hasar türüdür. Bu olay yavaş bir şekilde gelişerek zararlı etkileri beton yapımından bir iki sene sonra ortaya çıkmaktadır (Şimşek 2004 a).

BÖLÜM 3

ÇALIŞMA ALANININ TANIMLANMASI VE COĞRAFİ ÖZELLİKLERİ

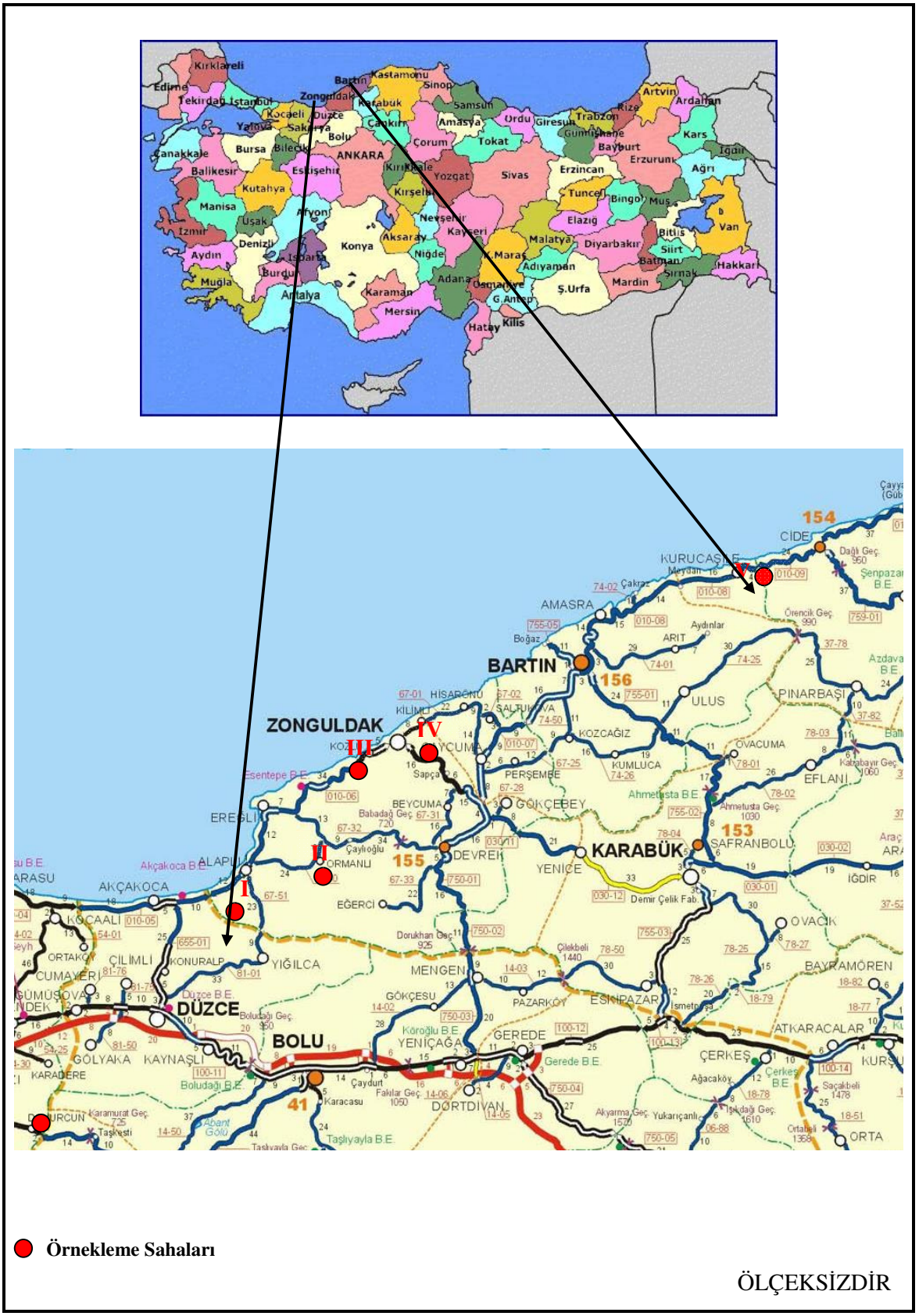
Çalışma alanı Batı Karadeniz Bölgesi içerisinde Zonguldak-Bartın illeri arasında mostraları bulunan Yılanlı Formasyonu kireçtaşı- dolomatik kireçtaşlarını kapsamaktadır. Çalışma kapsamında Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı formasyonunda üretim yapan 5 farklı sahadan agrega örnekleri alınmıştır (Şekil 3.1).

Çalışma kapsamında; Zonguldak ili Alaplı ilçesi Kavukkavla mevkiinden, Ereğli ilçesi Ormanlı beldesi Başören mevkiinden, Merkez ilçesi Kozlu beldesi Öküşne mevkiinden, Merkez ilçesi, Zonguldak-Ankara karayolu üzerinde Dorasan Tepe mevkiinden ve Bartın ili Kurucaşile ilçesi, Kurucaşile/Cide ilçeleri arasında yeralan Kapısuyu mevkiinden agrega örnekleri alınmıştır (Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6).

3.1 TOPOĞRAFYA

Bölgede genellikle KD-GB yönünde uzanan dağ sıraları bulunmaktadır. Bu dağ oluşumlarının Silüriyen ve Devoniyen yaşlı olanları K-G yönünde uzanırken daha genç olanlar ise KD-GB uzanımlıdırlar.

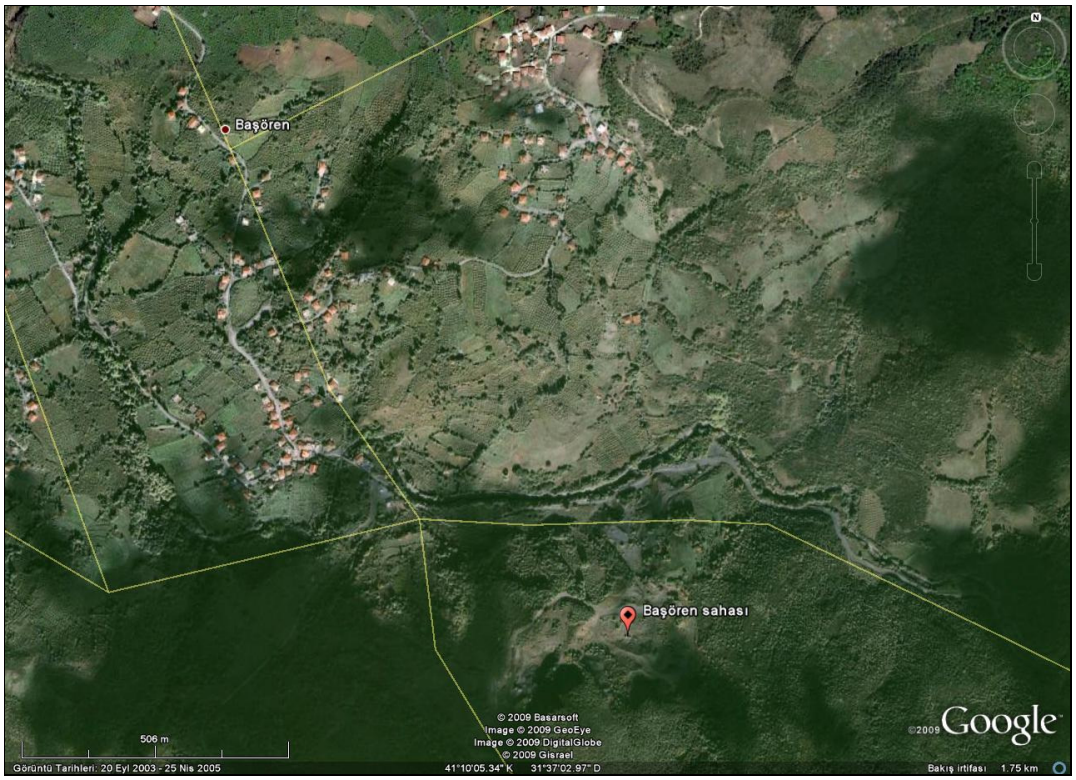
Bölgedeki morfolojik yapı şekilleri yaş ve litoloji ilke yakından ilgilidir. Çalışma alanındaki en önemli yükseltiler batıdan doğuya doğru gelen Belen Dağı, Kirazlı Tepesi (273m), Bakacak Tepesi (292m), Gökceharman Tepesi (165m), Doruk Tepesi (454m), Kadı oğlu Tepesi (755m), Ayınurnu Tepesi (542m), Yemlik Tepesi (846m), Dikmen Tepesi (663m), Çıkışlar Tepesi (591m), Karazan Tepesi (1119m), Acısu Tepesi (1105m), Uzungeriş Tepesi (613m), Kızıltepe (1486m), Bacaklıyayla Tepesi (1637m) 'dir (Yergök vd. 1987).



Şekil 3.1 İnceleme alanlarının yer bulduru haritası.



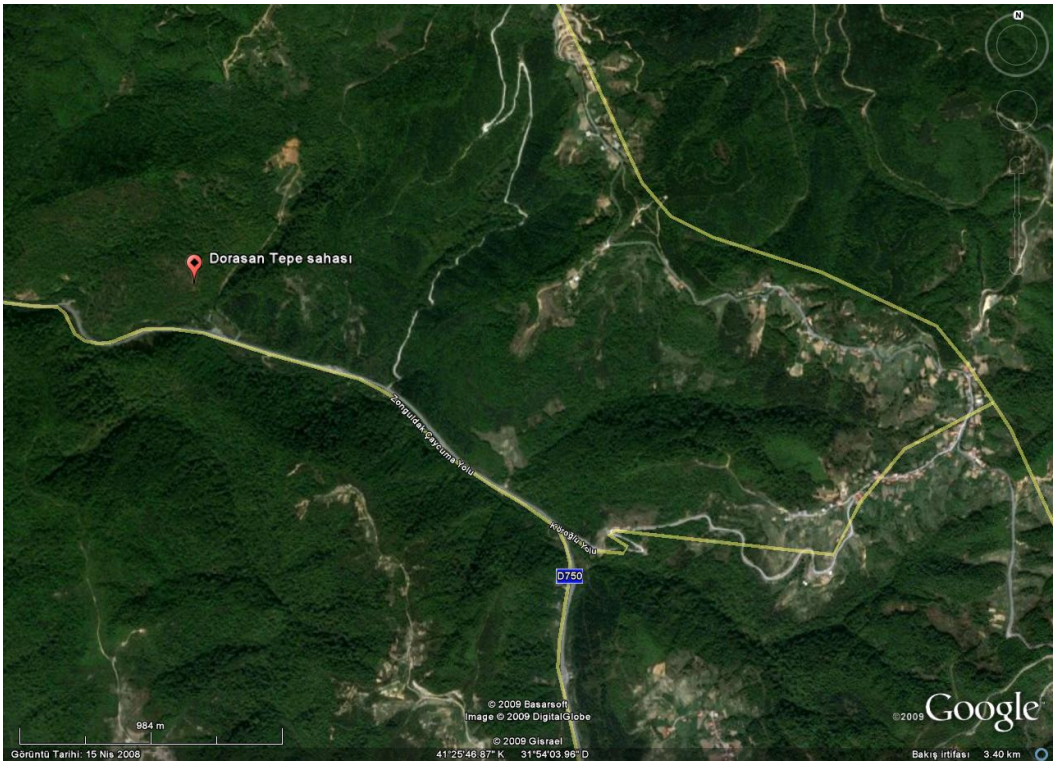
Şekil 3.2 Kavukkavla sahanın uydu görüntüsü.



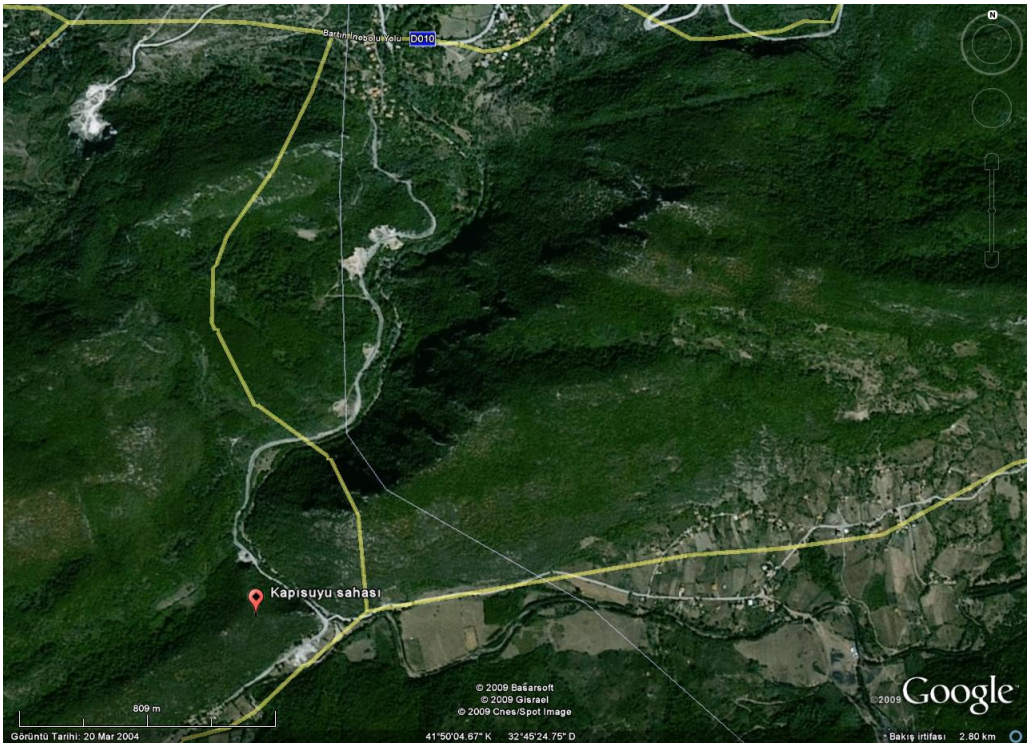
Şekil 3.3 Başören sahanın uydu görüntüsü.



Şekil 3.4 Öküşne sahanın uydu görüntüsü.



Şekil 3.5 Dorasan Tepe sahanın uydu görüntüsü.



Şekil 3.6 Kapısuyu sahanın uydu görüntüsü.

3.2 AKARSULAR

Bölgede akarsu ağı oldukça iyi gelişmiş olup mevcut akarsu ağı dandritiktir ve akarsular Karadeniz'e dökülmektedir.

Bölgede, aşırı mevsimsel yağışlara bağlı olarak; mevcut kiltaşı, silttaşı, volkanik birimler ile metamorfık birimler yüzey sularını tuttukları için kayaçlar çabuk doygunluğa erişmekte, yağışların akışa geçtiği dönemlerde ani sellenmelere ve yine bu dönemlerde dik morfolojiye bağlı olarak heyelanlara sıkı sık rastlanmaktadır.

Bölgedeki büyük akarsular; Gülüç Irmağı, Aydınlar Çayı, Devrek Çayı, Kocaçay, Kurtsuyu, Cuma Deresi, Filyos Çayı, Şıhlar Deresi, Güney Dere, Ziyaret Dere, Kocaağız Deresi, Bartın Irmağı, Koca Irmak, Taşköprü Deresi, Kışla Deresi, Ulus Çayı, Arıt Irmağı, Büyük Dere, Eldes Çayı, Karaköy Deresi, Karakışla Deresi, Değirmen Dere, Ovacuma Deresi, Tekekurum Deresi, Araç Çayı, Soğanlı Çayı olmaktadır (Yergök vd. 1987).

3.3 İKLİM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ

Bölgede oldukça yağışlı tipik Karadeniz iklimi hakimdir. Hemen her mevsim yağış olan bölgede; ilkbahar ve sonbahar mevsimleri serin, kış mevsimi soğuk ve nemli, yaz mevsimi ise kısa ve ılık geçmektedir. Yağışların en çok görüldüğü mevsimler ilkbahar ve sonbahar mevsimleridir.

Bölgedeki bitki örtüsü; morfolojiye, iklime, kayaçların litolojisine ve su tutma özelliğine bağlı olarak gelişmiştir. Ova kısımlarda başta mısır olmak üzere fındık, tahıl kimi, buğday, yulaf, arpa, ayçiçeği ekimi yaygındır. Orman florası ise çok az tahrip olmuş durumdadır. Genellikle dağlık bölgelerde meşe, ardıç, kayın, gürgen, çamgiller, kestane, ceviz, karaağaç, dişbudak, vb. ağaçlarından oluşan orman örtüsü bulunmaktadır.

Bölgede hayvancılık arazi ölçüleri elverdiği kadarıyla gelişmiştir. Bölgede en yaygın olarak; küçükbaş, büyükbaş ve kümes hayvancılığı "aile tipi hayvancılık" şeklinde yapılmaktadır.

BÖLÜM 4

ZONGULDAK-BARTIN BÖLGESİ VE İNCELEME ALANININ JEOLOJİSİ

4.1 ZONGULDAK-BARTIN BÖLGESİ ALANIN GENEL JEOLOJİSİ

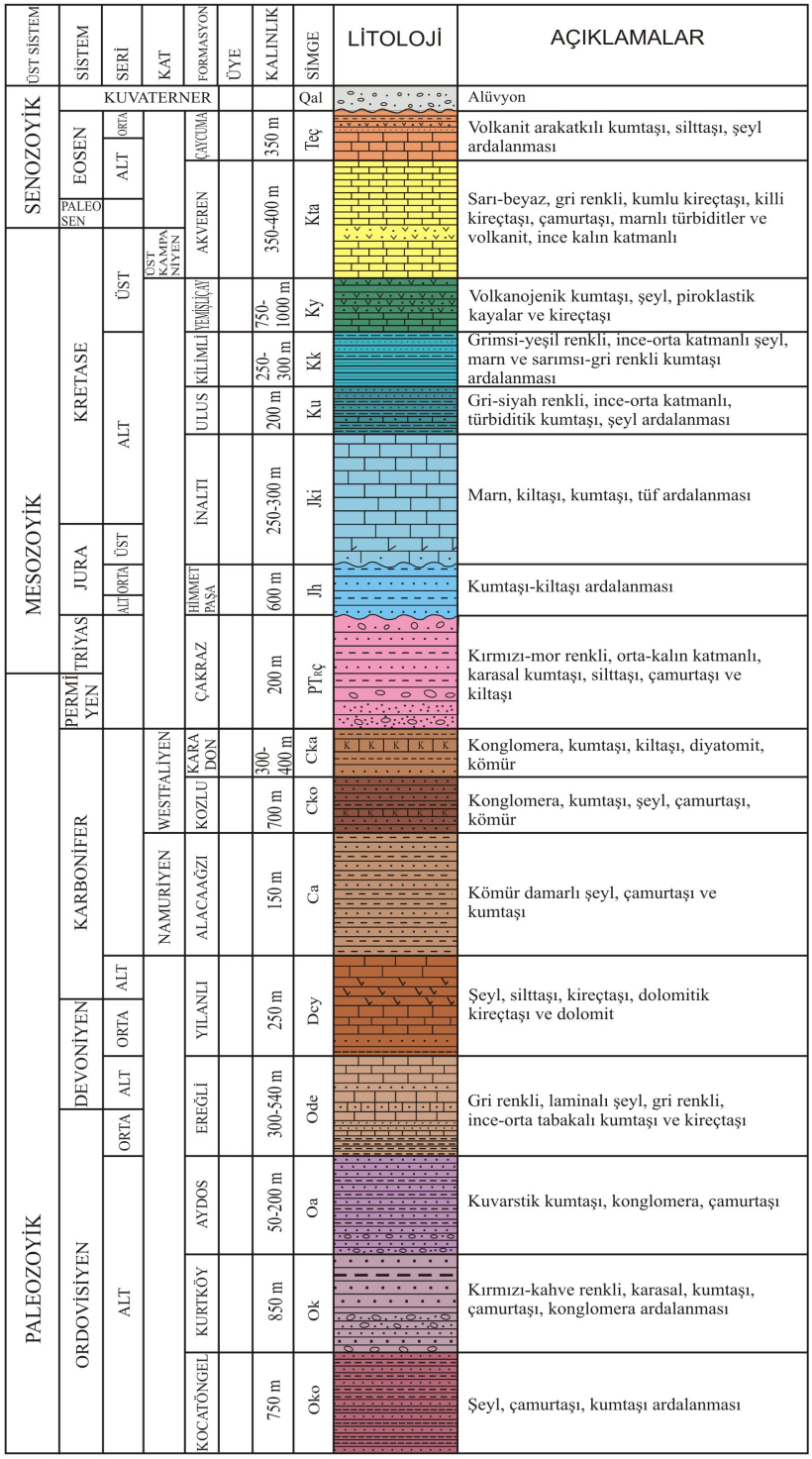
Bölgede kesiklide olsa Prekambriyen-Kuvaterner aralığında gelişmiş başka birimleri yüzeyler. Batı Pontit Zonu'nun temelini oluşturan Prekambriyen yaşlı Yedigöller Formasyonu üzerinde uyumsuz olarak Alt Ordovisiyen yaşlı Kocatöngel Formasyonu yer alır. Kocatöngel Formasyonu üzerinde uyumlu olarak alttan üste doğru birbirleri ile geçişli olarak Alt Ordovisiyen yaşlı Kurtköy Formasyonu, Aydos Formasyonu, Orta Ordovisiyen-Alt Devoniyen yaşlı Ereğli Formasyonu, Orta Devoniyen-Alt Korbanifer yaşlı Yılanlı Formasyonu, Namuriyen yaşlı Alacaağzı Formasyonu ve Vestfaliyen yaşlı Kozlu ile Karadon formasyonları izlenir. Permiyen-Triyas yaşlı karasal Çakraz Formasyonu tüm birimler üzerinde uyumsuz olarak bulunur. Bunların üzerinde Alt Jura yaşlı Himmetpaşa Formasyonu, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı İnatlı Formasyonu, Alt Kretase yaşlı Ulus ve Kilimli formasyonları ile Üst Kretase yaşlı Yemişliçay Formasyonu, Üst Kampaniyen-Alt Eosen yaşlı Akveren Formasyonu, Alt-Orta Eosen yaşlı Çaycuma Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyon yer alır (Şekil 4.1).

4.1.1 Paleozoyik Yaşlı Birimler

Çalışma alanlarının yakın çevresinde Paleozoyik yaşlı birimler, Kocatöngel Formasyonu, Kurtköy Formasyonu, Aydos Formasyonu, Ereğli Formasyonu, Yılanlı Formasyonu, Alacaağzı Formasyonu, Kozlu Formasyonu ve Karadon Formasyonu'dur.

4.1.1.1 Kocatöngel Formasyonu

Şeyl, çamurtaşı ve kumtaşından oluşan birim, Kaya (1982) tarafından adlandırılmıştır. Akçakoca güney ve güneydoğusunda mostraları görülen birim, grimsi yeşil, laminalı şeyl ile kumtaşı ardalanmasından oluşan bir bölümle, bunu izleyen yeşilimsi gri ve pembemsi mor



Şekil 4.1 Çalışma alanlarının genelleştirilmiş stratigtafik kolon kesit (MTA 2002 a,b,c'dan derlenmiştir).

renklerde şeyl, çamurtaşı ve kumtaşı ardalanmasından oluşur. Yaklaşık 750m kalınlığı olan birim açısal uyumsuzlukla Yedigöller Formasyonu üzerine gelmekte ve en üst seviyelerinde Kurtköy Formasyonu'na geçiş göstermektedir. Fosil bulgusu olmayan birim için, Safranbolu-Araç arasındaki Karadere'den eşdeğer birim olan Bakacak Formasyonu fosil içeriğine göre Alt Ordovisiyen (Tremodosiyen) yaşı (Dean ve diğ. 1997) kabul edilmiştir(MTA 2002 a).

Birim delta ilerisi-derin şelf ortamında çökelen sedimanlardan delta ortamını yansıtan kayaçlara kadar gelişen bir istiflenmeyi temsil eder (MTA 2002 a).

Birimin farklı adlamaları; Dean ve diğerleri (1997)'de tanımlanan Bakacak Formasyonu'nun alt seviyeleri Kacatöngel Formasyonu'na karşılık gelmektedir (Batı Karadeniz Bölgesi Litostratigrafi Birimleri, MTA 2004).

4.1.1.2 Kurtköy Formasyonu

Kumtaşı, çamurtaşı ve konglomeralardan oluşan birim ilk defa Kurtköy tabakaları (Hass, 1968), daha sonra Kurtköy arkoz birimi (Kaya 1978) ve Önalan (1981) ise bu birim için Kurtköy Formasyonu adını kullanmıştır. Alaplı güneydoğusunda Sivri Tepe ve Harmankaya tepede mostraları görülen birim, pembemsi mor-gri renkte, litarenit ve arkoz türü kumtaşlarıyla, aynı renkte şeyler ile konglomeraların ardalanmasından oluşur. Altta Kocatöngel, üstte Aydos Formasyonlarıyla geçişli olan birimin kalınlığı yaklaşık 850m dolayındadır. Birimde herhangi bir fosil bulgusu olmamakla birlikte Safranbolu-Araç arasındaki Karadere'den Alt Ordovisiyen yaşlı Bakacak Formasyonunun (Dean ve diğ. 1997) üt bölümüyle eşdeğer tutulduğundan Alt Ordovisiyen yaşta kabul edilir. Kurtköy Formasyonu karasal bir ortamda (örgülü-menderesli akarsu) çökelmeyi yansıtan istif özelliklerine sahiptir (MTA 2002 a).

Birimin farklı adlamaları; Kurtköy formasyonuna karşılık gelen ve farklı adlanmış birimler arasında Işığandere Formasyonu (Görmüş 1982) ve Kocadere Formasyonu (Erendil ve diğ., 1991) sayılabilir. Ayrıca Çamdağ'da Kurtköy Formasyonu'nun üst bölümüne karşılık gelen kısımlar Aydın ve diğ. (1987) tarafından Aydos Formasyonu olarak tanımlamıştır (MTA 2004).

4.1.1.3 Aydos Formasyonu

Kuvarsitik kumtaşı, konglomera ve çamurtaşlarından oluşan birim, Aydos kuvars arenit birimi (Kaya, 1978) olarak tanımlanmış daha sonra Önalan (1981) tarafından Aydos Formasyonu adı kullanılmıştır. Ereğli güneyinde Hamzafakılı köyü ve Kıyıcak köyü dolaylarında iyi mostralar veren birim, genellikle kuvars arenitlerden oluşur. Ayrıca yer yer çakıllı kuvars kumtaşı, konglomera ile çamurtaşı ve şeyller kapsar. Birim, beyaz, açık gri ve yer yer kırmızı ve pembe renklerde olup orta kalın tabakalıdır (MTA 2002a).

Aydos formasyonu altta Kurtköy, üstte ise Ereğli Formasyonu ile geçişlidir. Kalınlığı 50-200m arasında değişen birim fosil içermez. Ancak üzerine gelen Ereğli Formasyonunun yaşının Orta Ordovisiyen-Alt Devoniyen olması nedeniyle Alt Ordovisiyen yaşlı olduğu kabul edilmiştir. Birim sahil-sığ deniz ortamını temsil eder (MTA 2002 a).

Birimin farklı adlamaları; Aydos Formasyonuna karşılık gelen birimler, Çamdağ güneyinde Karadere Formasyonu (Yazman ve Çokuğraş,1983; Aydın ve diğ. 1987), Çamdağ kuzeyinde Kartal Formasyonu Eskibağlar üyesi (Yazman ve Çokuğraş 1983; Aydın ve diğ. 1987) ve Karadere vadisi istifinden Dotla Formasyonudur (Boztuğ 1992) (MTA 2004).

4.1.1.4 Ereğli Formasyonu

Şeyl, kumtaşı ve kireçtaşlarından oluşan birim, ilk defa Serdar ve Demir (1983) tarafından adlandırılmıştır. Ereğli güneyinde Topçalı Köyü güneyi ile Aktaş tepe güneyinde iyi mostralar veren birim, alttan üste doğru yeşilimsi gri renkli, ince tabakalı, laminalı şeyl ile seyrek gri renkli, ince-orta tabakalı kumtaşı ardalanması; koyu gri, siyak renkli şeyl ve seyrek kumtaşı ile aynı renkte, Orthoceras'lı kireçtaşı merceklerinden oluşan bölüm ve yeşilimsi gri renkli, ince tabakalı, laminalı, Brachiopod'lu şeyl ve seyrek kumtaşı ardalanması şeklinde üç bölümden oluşur (MTA 2002 a).

Ereğli Formasyonu, altta Aydos Formasyonu ile geçişli olan birim üzerinde uyumsuz olarak Çakraz Formasyonu, Yemişliçay Formasyonu ve Akveren Formasyonu yer alır. Kalınlığı 300-540m arasında değişir. Formasyonun yaşı içerdiği fosil kapsamına göre Orta Ordovisiyen-Alt Devoniyen'dir. Birim alttan üste doğru sığ şelf, derinleşen şelf, havza yamacı, muhtemelen havza ve tekrar şelf ortamına geçişler gösterir (MTA 2002 a).

Ereğli Formasyonu Yayla ve Bıçkı Formasyon'larının (Kipman 1974) oluşturduğu istif, Kartal Formasyonu ve tabanındaki Eskibağlar üyesi (Yazman ve Çokuğraş 1983), Kabalakdere ve Kartal Formasyonlarının (Derman 1997; Derman ve Özçelik 1993) oluşturduğu istifin, demirli çökeller dışındaki bölümü, Fındıklı Formasyonu (Gedik ve Önalan 2001), Gözdağ Formasyonu (Önalan 1982) ve Karadere, Ketencikdere ile Fındıklı Formasyonlarının (Dean ve diğ. 1997) oluşturduğu birime karşılık gelir (MTA 2002 b).

4.1.1.5 Yılanlı Formasyonu

Şeyl, silttaşı, kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan birim, ilk kez Saner ve diğ.(1979) tarafından adlandırılmıştır. Birim altta kayalarının yanı sıra yer yer şeyl şeyl yumrulu kireçtaşı ardalanması ile başlar. Üstte doğru, izleyen düzeylerde düzenli, açık gri-siyah arası renklerde, kötü kokulu, ince-orta, yer yer kalın tabakalı karbonatlar ile temsil edilir. Karbonat kayaları karbonat çamurtaşı, vaketaşı, yer yer istiftaşı be bağlamtaşlarından oluşur. Değişik düzeylerinde çört yumulu olan birimde üstte doğru dolomitik kireçtaşı ve dolomitler artar. En üst seviyelerine doğru ve özellikle üzerine gelen Alacağzı Formasyonu'na geçiş zonuna yakın kısımlarında bol miktarda yumru ve mercek şeklinde çörtler içerir. Yine bu zonda, katman aralarında ince asfalt ve şeyl ara katkıları yer alır. Birimin yaşı, fosil kapsamına göre Orta Devoniyen-Vizeyen'dir (MTA 2004).

4.1.1.6 Alacaağzı Formasyonu

Kömür damarlı şeyl, çamurtaşı ve kumtaşlarından oluşan birim, ilk kez Ralli (1896,1933) tarafından adlandırılmıştır. Birimin kurallara göre ilk tanımı Kerey (1982) tarafından yapılmıştır. Birim alt seviyelerinde Brachiopod, Goniyalit içeren kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bu kireçtaşlarını bitki parçaları ve kömürlü kırıntıların yaygın olduğu koyu renkli çamurtaşları, silt ve kumca zengin, yukarı doğru kabalaşan düzeyler izlemektedir. Birimin en üst bölümü ise taban sınırı aşınımlı kanal dolgusu kumtaşları ile başlayan ve yukarı doğru incelen kalın bir istif özelliğindedir. Formasyonun alt sınırı Yılanlı Formasyonu, üst sınırı ile Kozlu Formasyonu ile geçişlidir. Formasyonun kalınlığı 600-1200m civarındadır. Birimin yaşı, elde edilmiş flora ve fauna topluluklarına göre, Zonguldak civarı Pleozoyik istifinde Namuriyen –Vestfaliyen A'dır (Batı Karadeniz Bölgesi Litostratigrafi Birimleri, MTA 2004).

4.1.1.7 Kozlu Formasyonu

Kömür damarlı konglomera, kumtaşı, şeyl ve çamurtaşlarından oluşan birim Ralli (1895) tarafından adlandırılmıştır. Birimin kurallara göre ilk tanımı Kerey (1982) tarafından yapılmıştır. Formasyon ağırlıklı olarak kumtaşları kalın kömür damarları, şeyller ve çakıllı seviyelerden oluşmaktadır. Kumtaşları ile başlayıp çamurtaşları ile devam eden ve kömür zuhurları kapsayan en alt bölüm Kılıç üyesi olarak tanımlanır. Üstteki Dilaver üyesi belirgin bir konglomera seviyesi ile başlamakta ve yukarı doğru incelen istifler sunan konglomera, şeyl ara katkılı kumtaşları ile devam etmekte ve üstteki Karadon Formasyonu'nun tabanına ait belirgin konglomeralarla sınırlanmaktadır (MTA 2004).

Keley ve diğ. (1986), Kozlu Formasyonu'nun taban bölümünde gölsel çökellerle, üst bölümünün kalın ve yanal olarak yaygın kömürler içeren seviyelerinin taşkın ovası çökelleriyle, diğer seviyelerin ise menderesli akarsu çökelleri ile temsil edildiğini belirlenmiştir. Birim altta Alacaağzı Formasyonu üstte ise Karadon Formasyonu ile geçişlidir. Birimin kalınlığı Zonguldak civarında 750m, Amasra dolayında ise yüzey altında 300m kadardır. Elde edilen flora topluluklarına göre birimin yaşı Genç Namuriyen-Westfaliyen A'dır (MTA 2004).

4.1.1.7 Karadon Formasyonu

Konglomera, kumtaşı, kiltaşı ve diyotomitlerden oluşan birim, Ralli (1933) tarafından adlandırılmıştır. Birimin kurallara göre ilk tanımı Kerey (1982) tarafından yapılmıştır. Birim gri-kahverengimsi sarı renklerde kaba kumtaşları ve konglomeralarla temsil edilmektedir. Bu kayaçlar kömür ve daha az oranda silttaşları, çamurtaşları ve bazı kalın refrakter killer kapsamaktadır. Karadon Formasyonu'nu oluşturan istifler kaba kumlu örgülü akarsularla alüvyon yelpazelerinin birbiriyle girik çökelleri tarafından temsil edilir (MTA 2004).

Altta Kozlu Formasyonu ile geçişi olan birim üstte Çakraz Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür. Kalınlığı 300-400m olan birim palinolojik bulgulara dayanılarak Yergök ve diğ. (1987) göre Vestfaliyen A ,B,C; Dil ve Konyalı (1978) göre ise Vestfaliyen B,C,D yaşlıdır. Kerey (1984) ise birimin yaşını Vestfaliyen B,C olarak kabul etmiştir. Birim tektonik etkinliğin olduğu, örgülü akarsu ortamında çökelmiştir. İnce kömür tabakaları tektonik etkinliğin geçici duraksamalarını işaret eder (MTA 2002 b).

4.1.2 Mesozoyik Birimler

Çalışma alanlarının yakın çevresinde Mesozoyik yaşlı birimler, Çakraz Formasyonu, Himmetpaşa Formasyonu, İnaltı Formasyonu, Ulus Formasyonu, Kilimli Formasyonu, Yemişliçay Formasyonu ve Akveren Formasyonu'dur.

4.1.2.1 Çakraz Formasyonu

Birim Akyol ve diğerleri (1974) tarafından Çakraz kumtaşı adı ile tanımlanmış, daha sonraki yayınlarda ise bu birim Çakraz Formasyonu olarak kullanılmıştır. Çakraz Formasyonu bütünüyle karasal çökellerden oluşur. Birim ayırtman kırmızı görünümüyle kolayca tanımlanmaktadır. İçerisinde yer alan beyaz kumtaşı seviyeleri ile yeşilimsi çamurtaşları ise bulundukları yerlede formasyona alacalı bir görünüm sağlamaktadır. Çakraz Formasyonu'nun başlıca litolojisi karasal kumtaşı ve çamurtaşlarıdır. Bunlara bilhassa formasyonun alt kesimlerinde çakıltaşlarıda eşlik etmektedir (MTA 2004).

Formasyonun stratigrafik olarak en alt seviyesini oluşturan çakıltaşları, kırmızımsı, alacalı, yuvarlak taneli, kötü boylanmalı, tane desteklidir. Formasyonun daha üst seviyelerine doğru çakıltaşları giderek azalır ve istif kumtaşı, çamurtaşı ve kiltaşı ardalanması haline dönüşür. Üste doğru birimlerin renginin kırmızıya dönüşmesi, tabakaların daha düzenli bir nitelik kazanması kanal yapılarının giderek azalması, simetrik dalga izlerinin seyrek de olsa görülmesi alttaki düzensiz örgülü akarsu çökellerinden üstte doğru düzenli menderesli akarsu-taşkın ovası çökellerine geçişin işaretidir. Çakraz formasyonu Çakraz koyu batı kenarında kırmızı renkli, yüksek açılı rüzgar çapraz laminalı ince kırıntılarda içerir (MTA 2004).

Akman(1992) birimin görünür kalınlığının 1800m olduğunu belirlemiştir. Çakraz Formasyonu Karbonifer birimlerini uyumsuzlukla örtmekte ve Jura, Alt ve Üst Kretase birimleri tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Çakraz Formasyonu'nda herhangi bir fasil bulunamamıştır. Bazı araştırmacılar birimin alt kesimlerinde Permiyen'i de içerebileceği düşüncesiyle Permo-Triyas yaşını kabul etmiştir (MTA 2004).

Birimin farklı adlamaları; Birim Grancy (1937 ve 1938) tarafından Rotliegendes ve Zekştayn serileri, Fratschner (1952) ve Tokay (1954/1955) tarafından Arıtdere serisi, Akyol ve diğerleri (1974) tarafından Çakraz Kumtaşları adı ile tanımlanmıştır. Çakraz

Formasyonu, Alişan ve Dreman (1995)'in Değirmendere ve Çakraz Formasyonlarının ikisine de karşılık gelmektedir. Benzer biçimde Kipman (1974) tarafından Çamdağ'da Paralı Formasyonu, Kaya ve diğerleri (1986 a) tarafından Yığılca civarında Kırık Formasyonu isimleri kullanılmaktadır (MTA 2004).

4.1.2.2 Himmetpaşa Formasyonu

Birim Akyol ve diğerleri (1974) tarafından ilk olarak adlandırılmıştır. Himmetpaşa Formasyonu bir transgresif ve onu izleyen regrasif kırıntılardan oluşur. Birim altta yuvarlak kuvars çakıllarının hakim olduğu ince bir konglomeratik taban seviyesi ile başlar. Kırmızı renkli, yuvarlak taneli, orta-kötü boylanmış tane destekli, sıkı tutturulmuş bu taban seviyesi üste doğru tane boyu hızla incelerek kumtaşlarına geçer (MTA 2004).

Temiz kuvars kumlarından oluşan kalın tabakalı kumtaşları açık renkli, iyi yıkanmış, iyi boylanmış ve derecelenmeli, yer yer de çapraz laminalıdır. Birimin bu alt seviyelerinde yer yer gri renkli çamurtaşları ve kömür seviyeleri de bulunmaktadır. Formasyonun üstüne doğru kumtaşları silttaşı düzeyleri ile ardalanmaya başlar. İçlerinde bol kömür kırıntıları vardır. İstifte üstte doğru bol ammonit, belemnit ve bivalv fosilleri içeren haki-koyu gri renkli masif kiltaşı, kumtaşı ve marnlar vardır. İstifin daha üstünde türbiditik kumtaşı ve şeyl ardalanması bulunur (MTA 2004)

Birimin kalınlığı 350-1000m arasında değişmektedir. Himmetpaşa Formasyonu stratigrafik dokanağının korunabildiği yerlerde Çakraz ve Çakrazboz Formasyonları üzerine uyumsuz olarak gelir. Üstte ise İnatlı Formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür (MTA 2004).

4.1.2.3 İnaltı Formasyonu

Genellikle platform türü karbonatlardan oluşan birim, Ketin ve Gümüş (1963) tarafından adlandırılmıştır. İnatlı Formasyonu, taban seviyelerindeki bir bölümü dışında oldukça monoton platform tipi bir karbonat istifi ile temsil edilir. Birim sarp tepeler oluşturması, açık renkli, belirgin tabakalı görünümü ve karstik yapısı ile diğer formasyonlardan kolayca ayrılırken üzerinde uyumsuz olarak duran benzer nitelikteki Alt Kretase kireçtaşları ile kolaylıkla karıştırılabilir. Tabanda sığ denizel kırıntılı çökeller ile transgresif başlayan formasyon genel olarak sığ denizel karbonatlardan oluşur. Birim genellikle gri, açık beyaz,

yer yer koyu gri ya da pembemsi renkli alg, bryozoa, mercan ve gastrapot parçalı, kalın-orta tabakalı, bazen masif, bilhassa taban seviyelerinde oolitik ve yer yer pisolitik yapıdadır. Mikritik, biyo veya pelmikrit ve oosparitik mikrofasiyes tipleri en yaygın olanlardır. Karbonatlar gel-git düzlüğü ve dalga derinliği altındaki kesimlerde sparit çimentolu ve oolitik, lagün ve korunmalı şelf kesimlerinde ise mikritik özelliktedir. Mikritik seviyeler içerisinde kumlu ve intraklastik, sparit çimentolu merceksel düzeyler gel-git akıntı kanallarını işaret etmektedir. Birimin kalınlığı 150-1200m arasında değişmektedir. Ketin ve Gümüş (1963) bentik foraminiferlere dayanarak formasyonun yaşını Malm-Erken Kretase olarak belirlemiştir (MTA 2004).

Birim altta Bürnük Formasyonu ile geçişli olup, bu formasyonun olmadığı yerlerde kendinden yaşlı birimler üzerine açısal uyumsuz olarak yer alır. Üstte ise yanal ve dikey olarak Kilimli ve Ulus Formasyonlarıyla geçişlidir (MTA 2002 b).

4.1.2.4 Ulus Formasyonu

Türbitik kumtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşan birim, Akyol ve diğerleri (1974) tarafından adlandırılmıştır. Safranbolu-Bartın yol güzergahı birimin en iyi görüldüğü yerlerdendir. Birim grimsi yeşil, gri ve yer yer siyah renkli, ince-orta tabakalı türbiditik kumtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşur. Kumtaşlarında tabaka alt yapıları gözlenir. Dereceli olup, paralel ve konvolüt laminalıdır. İnaltı formasyonu ile olan dokanağı boyunca yaygın olmak üzere polijenik konglomeralar içerir. İnatlı Formasyonu'nan sinsedimenter olarak kütle akması ve/veya gravite yoluyla taşına karbonat çamuru, karbonat kırıntısı, köşeli kireçtaşı çakıl ve blokcuklarının yeniden çökelmesiyle oluşan merceksel kireçtaşları (kırıntılı kireçtaşı ve megabreşler) formasyonun karakteristik kaya türünü oluşturur (MTA 2002 b).

Formsyon altta İnatlı Formasyonu üzerine açısal uyumsuz olarak gelir. Üzerine gelen Alaplı Formasyonu sinonimi Mıcık Formasyonu ile dereceli geçişlidir. Paleosen çökelleri tarafından açısal uyumsuzlukla örtülür. Kesin kalınlığı bilinmemekle birlikte Saner ve diğerleri (1979) 3000m civarında olabileceğini belirtmiştir. Ulus Formasyonu içerisinde fosil bulgusu oldukça seyrek olup birim için gerek fosil bulguları, gerekse stratigrafik konumuna dayanarak Valanjiniyen'den Kampaniyen'e kadar değişen aralıkta yaşlar önerilmiştir. Saner ve diğerleri (1979), Siyako ve diğerleri (1980), Aydın ve diğerleri

(1986,1987) ve Yergök ve diğerleri (1987) tarafından Erken-Geç Kretase yaşında kabul edilmiştir (MTA 2004).

4.1.2.4 Kilimli Formasyonu

Kumlu kireçtaşı, kumtaşı, sittaşı, kiltaşı, killi kireçtaşı ve marndan oluşan birim Saner ve diğerleri (1981) tarafından adlandırılmıştır. Kilimli Formasyonu, Zonguldak doğusunda Kilimli ilçesi ve Amasra dolaylarında sıkça izlenir. Kilimli dolayında kumlu kireçtaşı, kumtaşı, silttaşı kiltaşı ardalanmasından oluşan bir istif sunar. Renk gri, kurşuni ve sarımsı bejdir. Tabakalar ince-orta kalınlıktadır(MTA 2002 b).

Formasyon üç üyeye ayırtlanarak incelenmiştir. Sarı renkli kuvars kumtaşları Velibey Üyesi, glokonili kumtaşı ve killi kireçtaşları Sapça Üyesi, marnlardan oluşan seviyelerde Tasmaca Üyesi olarak ayırt edilmiştir (MTA 2002 b).

Kilimli Formasyonu altta İnatlı Formasyonu ile yanal ve dikay geçişlidir. Üstte ise Yemişliçay Formasyonu faylı veya geçişlidir. Kalınlığı 500-700m arasında değişir. Fosil içeriğine göre formasyonun yaşı Erken Kretase'dir (MTA 2002 c).

4.1.2.5 Yemişliçay Formasyonu

Ada yayı volkanizmasının ürünlerinin hakim olduğu birime Ketin ve Gümüş (1963) tarafından Sinop yöresindeki çalışmalarında ilk defa Yemişliçay Formasyonu adı verilmiştir(MTA 2002 c).

Formasyon genel olarak altta kahverengi ine-orta tabakalı volkanojenik kumtaşı, grimsi yeşil renkli, ince-orta tabakalı şeyl ve kumtaşı ardalanması, tüf, tüfit, orta kesimlerde bej ve kırmızımsı-pembe renkli, ince-orta tabakalı pelajik-yarı pelajik killi kireçtaşlarıyla; üst kesimlerde kahve ve koyu gri renkli aglomeralarla temsil edilir (MTA 2002 c).

Yemişliçay Formasyonu alttaki Kilimli Formasyonu ile faylı veya geçişlidir. Üstte ise Akveren Formasyonu ile geçişlidir. Fosil içeriğine göre formasyonun yaşı Geç Kretase olarak belirlenmiştir (MTA 2002 c).

4.1.2.6 Akveren Formasyonu

Ketin ve Gümüş (1963) tarafından Sinop ili Ayancık ilçesi, Akveren (Akviran) köyü civarında yüzeyleyen beyaz marn, kireçtaşı, karbonatlı kumtaşı, karbonatlı şeyl ve çörtlü kireçtaşından oluşan birim için kullanılmıştır (MTA 2002 c).

Formasyon en iyi Kurucaçile ve çevresinde görülmektedir. Formasyonun altta beyaz ve bej, yer yer kırmızı-pembe renkli, ince-orta tabakalı killi (pelajik- yarı pelajik) kireçtaşı ve grimsi yeşil renkli şey ardalanması biçimindedir. Bu seviyeye yer yer türbitik kireçtaşı, kumtaşı ve şeyl ardalanması da sunar. Üste doğru grimsi yeşil, yer yer pembe renkli, ince-orta tabakalı, kumtaşı ara seviyeli şeyl, marn ve kumtaşına dönüşür. Birim altta Yemişliçay, üstte ise Çaycuma Formasyonları ile geçişlidir. Formasyonun kalınlığı 100-300m arasında değişmektedir. Fosil içeriğine göre formasyonun yaşı Geç Kampaniyen-Erken Eosen olarak belirlenmiştir (MTA 2002 c).

4.1.3 Senozoyik Birimler

Çalışma alanlarının yakın çevresinde Senozoyik yaşlı birim Çaycuma Formasyonu'dur.

4.1.3.1 Çaycuma Formasyonu

Kumtaşı, silttaşı, kiltaşı ardalanması, kireçtaşı, aglomera, tüfit ve marn ara seviyeli birime ilk defa Tokay (1954-1955) tarafından Çaycuma Formasyonu adı verilmiştir (MTA 2002 a).

Çaycuma Formasyonu kumtaşı, silttaşı, kiltaşı ardalanmasının ve kireçtaşının hakim olduğu volkanizmanında eşlik ettiği bir birimdir. Akçakoca ilçesi batısı, Ereğli ilçesi güneyinde yayılım sunan formasyonda kumtaşı, silttaşı ve kiltaşı açık yeşil, gri renklerde ince-orta katmanlıdır. Volkanik malzeme içeren kumtaşları genellikle karbonat çimntoludur. Kireçtaşı sarı, gri-beyaz, yeşilimsi gri renkli, orta-kalın katmanlı ve bol nummunit fosillidir. Kireçtaşı yer yer kumtaşı ve marn düzeyleri içerir. Volkanitler siyah, koyu gri, kahverenkli bazaltik, andezitik lav, tüf ve aglomeralardan oluşur. Çaycuma Formasyonu tabanda Akveren Formasyonu ile geçişlidir. Üst dokanağı genç birimlerle örtülmüştür. Birimin kalınlığı 1000m dolayındadır. Formasyon yaşı, içerdiği fosil kapsamına göre Alt-Orta Eosen olduğu belirlenmiştir (MTA 2002 a).

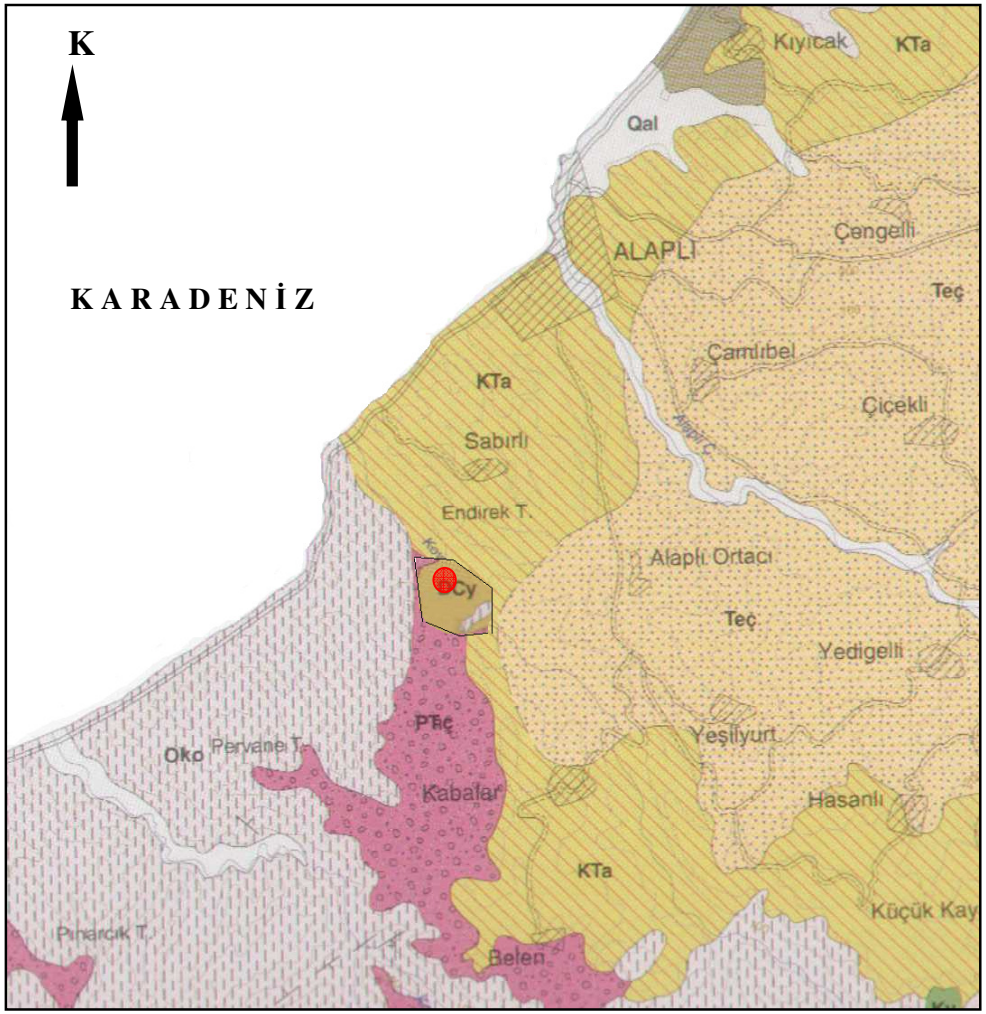
4.2 İNCELEME ALANLARININ JEOLOJİSİ

Bu çalışma kapsamındaki çalışma alanları Kavukkavla, Başören, Öküşne, Dorasan Tepe ve Kapısuyu sahalarından oluşmaktadır. İnceleme alanlarının yer aldığı bölgelerde litolojik olarak Yılanlı Formasyonu'na ait kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı yer almaktadır. Yılanlı Formasyonun tabanında Kocadöngel, Kurtköy, Aydos ve Ereğli Formasyonları tavanında ise Çakraz, Yemişliçay, Karadon ve Alacağzı Formasyonları bulunmaktadır.

Kavukkavla Sahası; Zonguldak F26 paftasında bulunmakta olup, altında Çakraz Formasyonu, tavanında ise Ereğli Formasyonu yer almaktadır (Şekil 4.2). Başören sahası Zonguldak F27 paftasında bulunmakta olup, altında Ereğli Formasyonu, tavanında ise Yemişliçay Formasyonu bulunmaktadır (Şekil 4.3) Öküşne ve Dorasan Tepe sahaları Zonguldak E 27 paftasında bulunmakta olup altta Aydos Formasyonu tavanında ise Alacaağzı formasyonu bulunmaktadır (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5) Kapısuyu sahası Zonguldak E-29 paftasında yer almaktadır (Şekil 4.6).

Yılanlı Formasyonu adlaması ilk kez Saner (1979) tarafından yapılmıştır. Birim bu çalışmada (Dky) ile simgelenmiştir. Zonguldak Havzası'nın güneyinde ve Bartın kuzeyinde geniş mostralar vermektedir. Birim batıda İhsaniye Deresi'nden itibaren doğuya doğru Ulutam ve Kokaksu derelerinin de bulunduğu bölgeye doğru genişleyerek prodüktif Karboniferin güney sınırı boyunca uzanmaktadır (Bulkan 2000).

Birim kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit çörtlü kireçtaşı ardalanmasmdan meydana gelmektedir. Kireçtaşı ve dolomit genellikle Devoniyen yaşlı kayaçlarda izlenmesine karşın, çört yumrulu ve çört bantlı kireçtaşları Vizeyen yaşlı kayaçlarda görülmektedir. Birimin rengi gri, siyah, koyukahve ve açıkkahve gibi değişik renklerde olmaktadır. İstifin kalınlığı Zonguldak dolayında 800-850m olmasına karşın, Ereğli ve Bartın dolayında 1500m kalınlığa ulaşmaktadır (Orhan 1995). Yılanlı Formasyonu Batı Karadeniz dolaylarında Zonguldak Bölgesinin güney ve güneybatısında en iyi şekilde mostra vermektedir (Tokay 1952). Formasyon içerdiği fosillere göre Devoniyen-Vizeyen yaşını vermektedir (Özler vd. 1992).

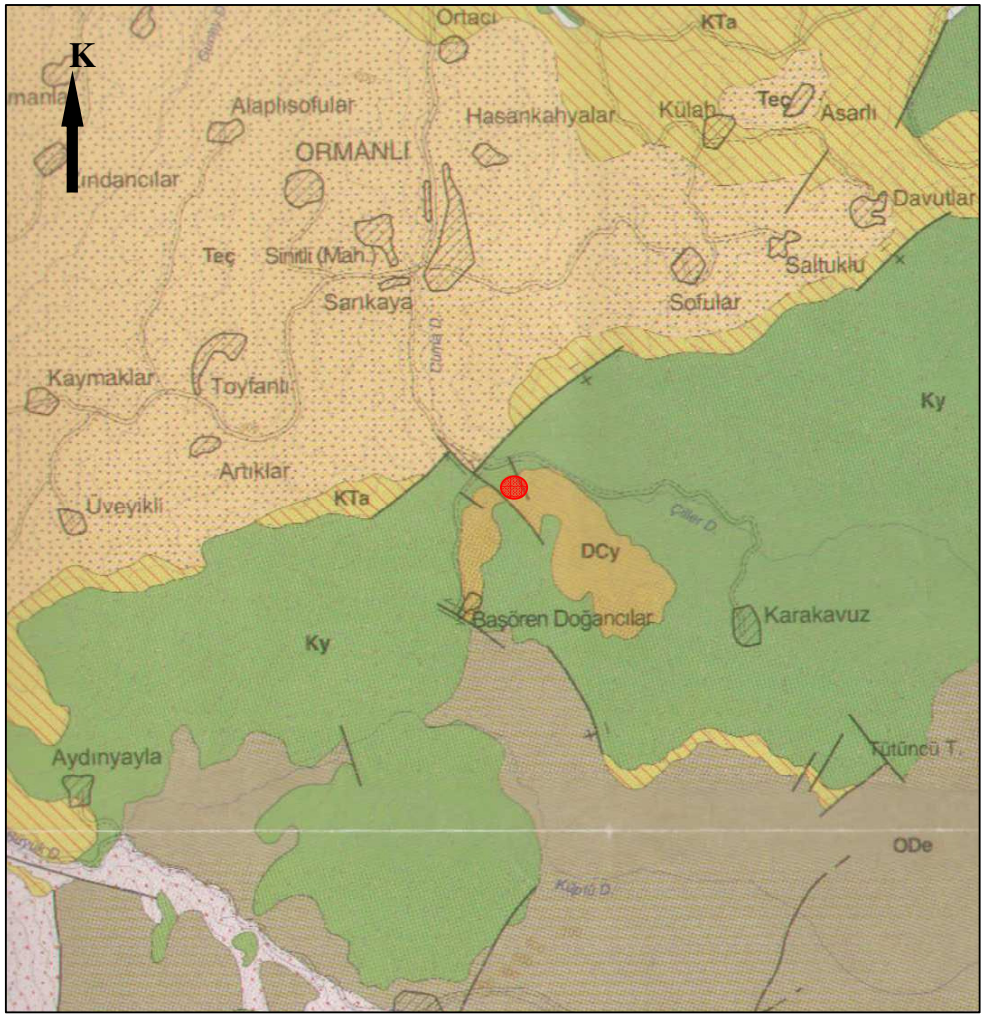


A Ç I K L A M A L A R

Kuvaterner	Qal	Alüvyon
Alt-Orta Eosen	Teç	Çaycuma Formasyonu Kumtaşı, şeyl, konglomera
Üst Kampaniyen - Alt Eosen	KTa	Akveren Formasyonu Kireçtaşı, şeyl, kumtaşı, konglomera
Permiyen-Triyas	PTrç	Çakraz Formasyonu Çamurtaşı, kumtaşı, konglomera
Orta Devoniyen-Alt Karbonifer	DCy	Yılanlı Formasyonu Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit
Orta Ordovisiyen-Alt Devoniyen	ODe	Ereğli Formasyonu Şeyl, kumtaşı, kireçtaşı
Alt Ordovisiyen	Oko	Kocadöngel Formasyonu Şeyl, çamurtaşı, kumtaşı
		Kavukkavla Sahası

Ölçek: 1/100.000

Şekil 4.2 Kavukavla sahasının 1/100.000 ölçekli genel jeoloji haritası (MTA 2002 a değiştirilerek).



A Ç I K L A M A L A R

Alt-Orta Eosen	Teç	Çaycuma Formasyonu Kumtaşı, şeyl, konglomera
Üst Kampaniyen - Alt Eosen	KTa	Akveren Formasyonu Kireçtaşı, şeyl, kumtaşı, konglomera
Üst Kretase	Ky	Yemişliçay Formasyonu Kumtaşı, tüf, aglomera,andezit,bazalt
Orta Devoniyen-Alt Karbonifer	DCy	Yılanlı Formasyonu Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit
Orta Ordovisiyen-Alt Devoniyen	ODe	Ereğli Formasyonu Şeyl, kumtaşı, kireçtaşı
Alt Ordovisiyen	Ok	Kurtköy Formasyonu Çamurtaşı, kumtaşı, konglomera
		Başören Sahası

Ölçek: 1/100.000

Şekil 4.3 Başören sahasının 1/100.000 ölçekli genel jeoloji haritası (MTA2002 b).

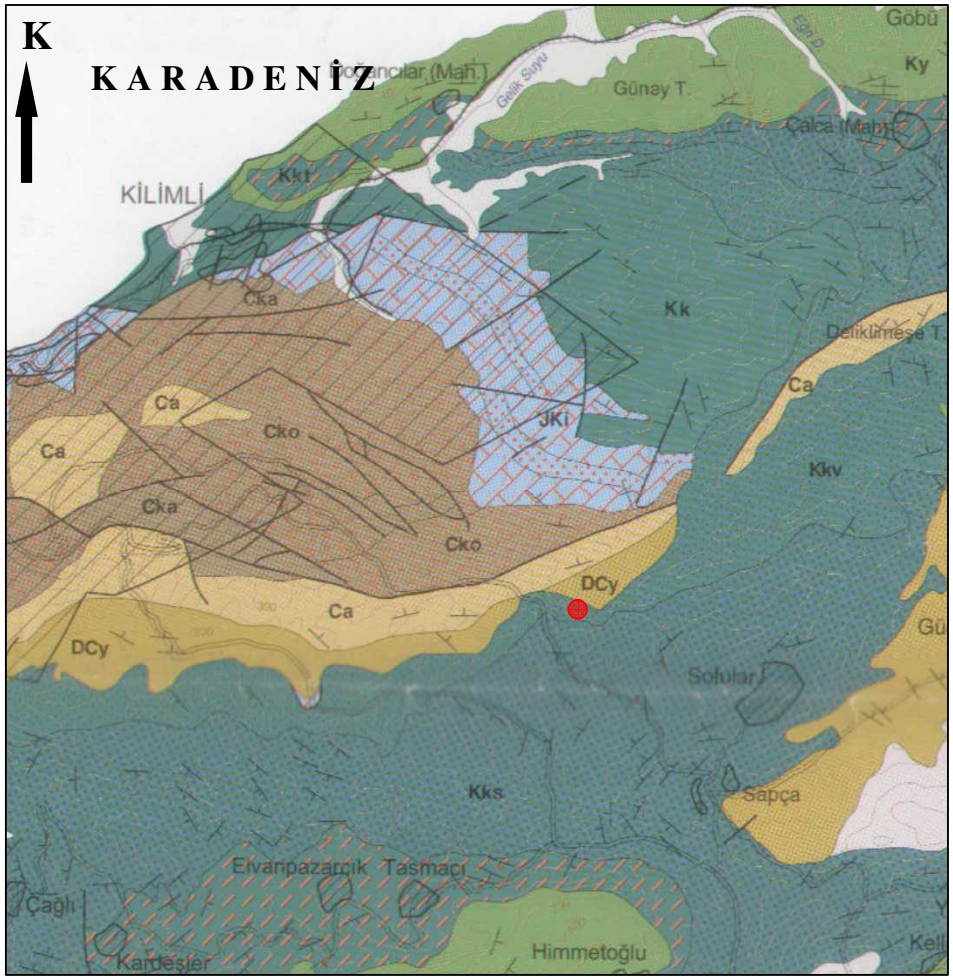


A Ç I K L A M A L A R

Üst Kretase	Ky	Yemişliçay Formasyonu Kumtaşı,tüf, aglomera,andezit,bazalt
Alt Kretase	Kkt	Kilimli Formasyonu- Tasmaca üyesi Marn
	Kks	Kilimli Formasyonu- Sapça üyesi Glokonili kumtaşı,kiltaşı,kiretaşı
	Kkv	Kilimli Formasyonu- Velibey üyesi Kumtaşı
Üst Jura - Alt Kretase	JKİ	İnaltı Formasyonu Nertik kireçtaşı
Westfaliyen	Cka	Karadon Formasyonu Konglomera, kumtaşı, kiltaşı, kömür
	Cko	Kozlu Formasyonu Konglomera, kumtaşı, çamurtaşı,kömür
Namuriyen	Ca	Alacaağzı Formasyonu Şeyl, çamurtaşı, kumtaşı,kömür
Orta Devoniyen-Alt Karbonifer	DCy	Yılanlı Formasyonu Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit
		Öküşne Sahası

Ölçek: 1/100.000

Şekil 4.4 Öküşne sahasının 1/100.000 ölçekli genel jeoloji haritası (MTA2002 b).

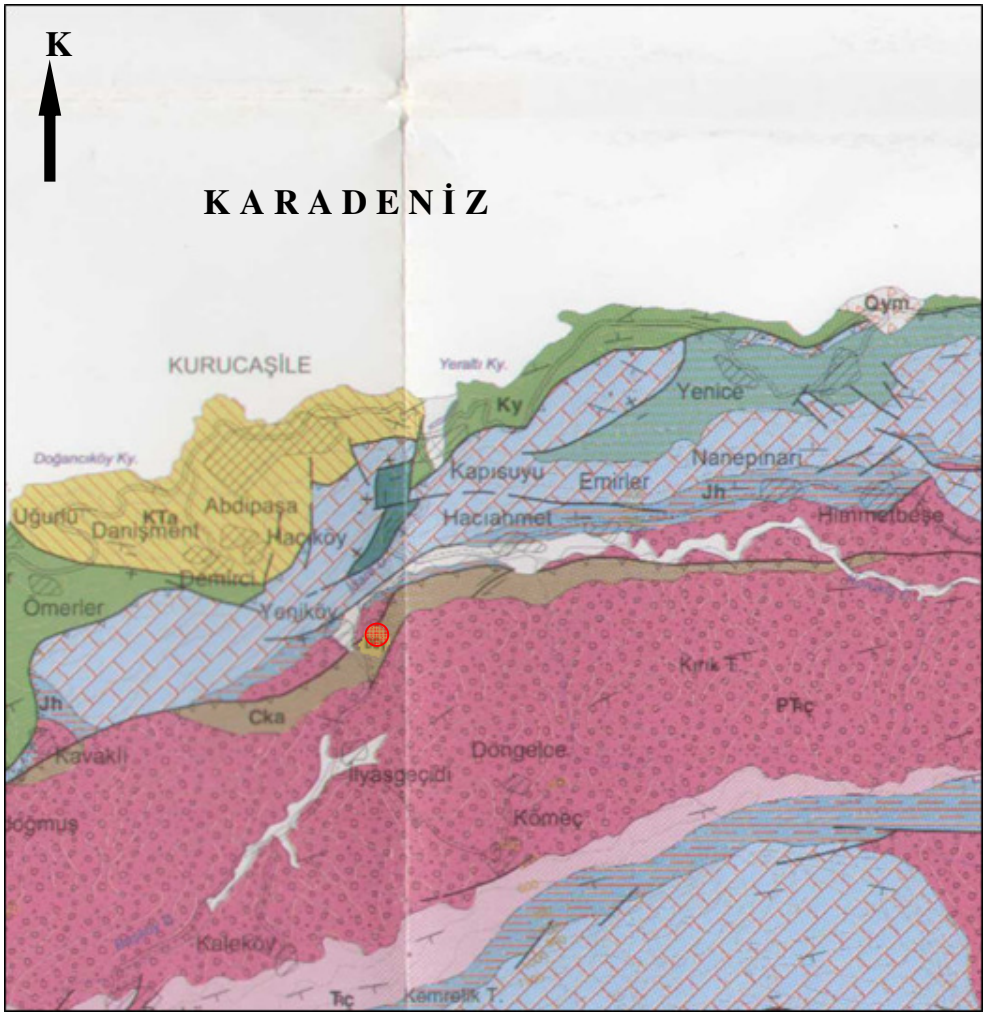


AÇIKLAMALAR

Üst Kretase	Ky	Yemişliçay Formasyonu Kumtaşı,tüf, aglomera,andezit,bazalt
Alt Kretase	Kk	Kilimli Formasyonu Kumtaşı, şeyl vb.
	Kkt	Kilimli Formasyonu- Tasmaca üyesi Marn
	Kks	Kilimli Formasyonu- Sapça üyesi Glokonili kumtaşı,kiltaşı,kiretaşı
	Kkv	Kilimli Formasyonu- Velibey üyesi Kumtaşı
Üst Jura - Alt Kretase	JKi	İnaltı Formasyonu Nertik kireçtaşı
Westfaliyen	Cka	Karadon Formasyonu Konglomera, kumtaşı, kiltaşı, kömür
	Cko	Kozlu Formasyonu Konglomera, kumtaşı, çamurtaşı,kömür
Namuriyen	Ca	Alacaağzı Formasyonu Şeyl, çamurtaşı, kumtaşı,kömür
	DCy	Yılanlı Formasyonu Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit
	Oa	Aydos Formasyonu Kumtaşı, konglomera,çamurtaşı
		DorasanTepe Sahası

Ölçek: 1/100.000

Şekil 4.5 Dorasan Tepe sahasının 1/100.000 ölçekli genel jeoloji haritası (MTA 2002 b).



AÇIKLAMALAR

Üst Kampaniyen - Alt Eosen	KTa	Akveren Formasyonu Kireçtaşı, şeyl, kumtaşı, konglomera
Üst Kretase	Ky	Yemişliçay Formasyonu Kumtaşı,tüf, aglomera,andezit,bazalt
Alt Kretase	Kk	Kilimli Formasyonu Kumtaşı, şeyl vb.
	Ku	Ulus Formasyonu Kumtaşı, şeyl,konglomera,kireçtaşı
Üst Jura - Alt Kretase	JKİ	İnaltı Formasyonu Nertik kireçtaşı
Alt Jura	Jh	Himmetpaşa Formasyonu Şeyl, kumtaşı, kireçtaşı
Permiyen-Triyas	PTrç	Çakraz Formasyonu Çamurtaşı, kumtaşı, konglomera
Westfaliyen	Cka	Karadon Formasyonu Kumtaşı, konglomera, kiltaşı, kömür
Orta Devoniyen-Alt Karbonifer	DCy	Yılanlı Formasyonu Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit
		Kapısuyu Sahası

Ölçek: 1/100.000

Şekil 4.6 Kapısuyu sahasının 1/100.000 ölçekli genel jeoloji haritası (MTA 2002 c değiştirirlerek).

4.3 YAPISAL JEOLOJİ

Batı Karadeniz Bölgesinin önemli bir bölümünü kapsayan çalışma alanı jeolojik zaman içerisinde meydana gelen orojenik hareketlerin etkisi altında kalmıştır. Bu hareketler kayaçlarda, kıvamlanmaya, kırıklanmaya neden olmuşlardır. Bunun sonucu değişik tipte kıvrımlar ve faylar meydana gelmiştir. Çalışma alanında genellikle Karadeniz'in kıyı çizgisine aşağı yukarı paralel gidişler izlenmektedir. Ereğli, Alaplı yakın çevresinde doğu-batı yönünde gidişler bulunmaktadır. Zonguldak, Devrek, Bartın, Kurcaşile dolayında ise, gidişler kuzeybatı-güneydoğu yönünde gelişmektedir. Tüm bu gidişler sonucu bölgenin kuzey-güney veya kuzeydoğu-güneybatı yönlü bir kompresif kuvvetlerin tesirinde kaldığını göstermektedir (Yergök vd. 1987).

Silüriyen ve Devoniyen yaşlı birimlerin ufak kıvrımlanması ve Zonguldak-Kokaksu yöresinde Yılanlı Formasyonu ile Alacaağzı Formasyonunun tedrici geçişi Hersiniyen orojenezi Akadiyen fazının fazlaca etkin olmadığını belirlemektedir. Çalışma alanında Paleozoyik yaşlı birimlerin birbiri ile olan ilişkilerinde önemli bir diskordans belirlenmektedir. Himmetpaşa Formasyonu Çakraz üzerine çoğun yerde paralel bir diskordans ile gelmektedir. Daha sonrada Karabük yakın çevresinde Dogger yaşlı Bürnük Formasyonu Paleozoyik istifi üzerine açısal bir diskordans ile yer almaktadır. Ereğli, Zonguldak yakın çevresinde Bürnük Formasyonu yoktur. Jura-Alt Kretase yaşlı Zonguldak Formasyonu ince bir taban konglomerası ile Paleozoyik istifi üzerinde yer almaktadır (Yergök vd. 1987). Mesozoyik başından beri meydana gelen hareketler Erken Alpin hareketler sonucu meydana gelmekte ve Mesozoyik başında, kara haline gelen alan artık yavaş yavaş su altına girmektedir. Kretase başından itibaren Karabük yakınları daha derin ve hareketli bir havza özelliği göstermekte, Ereğli-Zonguldak-Devrek-Kurcaşile arası ise yer yer sığlaşan, yer yer derinleşen, blok hareketleri ve geniş volkanik faaliyetlerin başlaması ile karışık bir sedimantasyon örneği göstermektedir. Alt Kretase, Üst Kretase geçişinde bir diskordans, Meastrihtiyen başında bir transgresyonu gösteren ikinci bir diskordans bulunmaktadır. Mesozoik'ten Tersiyer'e geçiş, Ereğli-Bartın arasındaki havzada tedrici olmasına karşın Karabük havzasında Meastrihtiyen sonu bir diskordans bulunmakta ve Çingiller Formasyonu karasalları ile yer almaktadır. Daha sonra Paleojen birimler Pirene ve Helvesiyen fazları ile kıvrımlanmakta, bu birimlerin üzerine Neojen yaşlı çökeller Karabük havzasında diskordanslı olarak yer almaktadır. Havzada Ereğli-Ormanlı, Devrek, Bartın, Karabük dolayındaki havzalara bakıldığı zaman Orta Eosen sonrasında meydana gelen kompresif deformasyon neticesinde çalışma alanında önemli yatay hareketler meydana gelmiştir. Çalışma alanı halen aktif bir kuşakta yer almaktadır (Yergök vd. 1987).

BÖLÜM 5

ÖRNEKLEME VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

Zonguldak-Bartın illerinde yer alan Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşından elde edilen agregaların özelliklerini araştırmak amacıyla yapılan bu çalışmada, formasyonun mostra verdiği Kavukkavla (Alaplı), Başören (Ormanlı), Öküşne (Kozlu), Dorasan Tepe (Zonguldak, Merkez) ve Kapısuyu (Bartın) standartlara göre agrega örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin analizinde standartlara göre, ilgili araç-gereç ve kimyasallar kullanılmaktadır.

Deneylerde Türk Standartları Enstitüsü (TSE) belgeli laboratuvar cihazları kullanılmakta, kullanılan ekipmanlar hakkında gerekli açıklamalar ilgili bölümlerinde verilmektedir.

5.1 ARAZİ ÇALIŞMALARI

Arazi çalışmaları kapsamında ilk olarak örnek alınacak olan sahaların jeolojik özellikleri incelenmiş ve kayaç örnekleri alınmıştır. Bu sahalar ile ilgili veriler aşağıda verilmektedir.

5.1.1 Kavukkavla Sahası

Zonguldak ili, Alaplı ilçesi, Kıran köyü, Kavukkavla Mevkiinde yer almaktadır. Alanda açık işletme yöntemi ile patlatma yapılarak oluşturulmuş işletme basamaklarından dolomitik kireçtaşı yerinden sökülmektedir.

Örnekleme sahasında şev yüksekliği 10-15m, genişliği 5-8m arasında değişen ve şev açısı 65^0-70^0 olan 3 adet üretim basamağı bulunmaktadır. Birim üstte alta doğru ince-orta-kalın tabakalı olup tabanda masif görünümlüdür. Dolomitik kireçtaşı tabakaları genel olarak yatay eğimlidir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 Kavukkavla sahasının genel görünümü.

5.1.2 Başören Sahası

Zonguldak ili, Ereğli ilçesi, Ormanlı beldesi, Ormanlı mahallesi, Başören Mevkiinde yer almaktadır. Alanda açık işletme yöntemi ile patlatma yapılarak oluşturulmuş işletme basamaklarından dolomitik kireçtaşı yerinden sökülmektedir.

Örnekleme sahasında şev yüksekliği 20-30m, genişliği 3-5m arasında değişen ve şev açısı 70^0-80^0 olan 2 adet üretim basamağı bulunmaktadır. Birim üstten alta doğru orta-kalın tabakalı olup tabanda masif görünümlüdür. Tabakalar genel olarak düşey eğimlidir (Şekil 5.2).

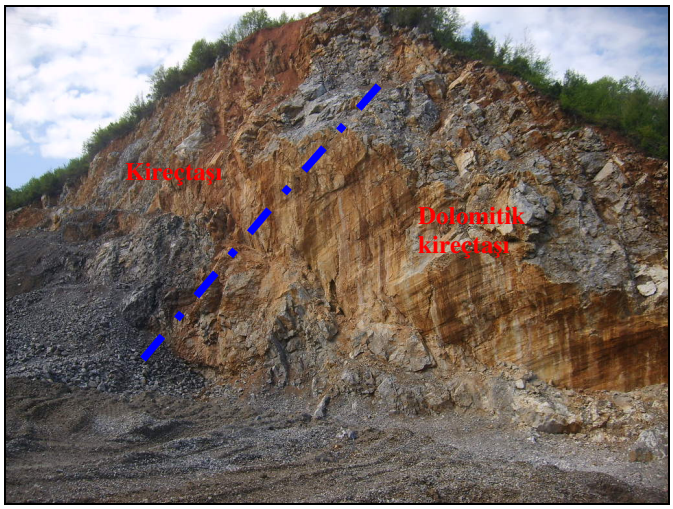


Şekil 5.2 Başören sahasının genel görünümü.

5.1.3 Öküşne Sahası

Zonguldak ili, Merkez ilçesi, Kozlu beldesi, Yahma Damlar köyü, Öküşne Mevkiinde yer almaktadır Alanda açık işletme yöntemi ile patlatma yapılarak oluşturulmuş işletme basamaklarından dolomitik kireçtaşı-kireçtaşı yerinden sökülmektedir.

Örnekleme sahasında şev yüksekliği 15-20m, şev açısı 80^0-85^0 derece olan 1 adet üretim basamağı bulunmaktadır. Birim masif görünümlü ve kırıklı yapıdadır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Öküşne sahasının genel görünümü.

5.1.4 Dorasan Tepe Sahası

Zonguldak ili, Merkez ilçesi, Zonguldak-Ankara karayolu üzerinde, Köroğlu köyü, Dorasan Tepe mevkiinde yer almaktadır. Alanda açık işletme yöntemi ile patlatma yapılarak oluşturulmuş işletme basamaklarından dolomitik kireçtaşı-kireçtaşı yerinden sökülmektedir.

Örnekleme sahasında şev yüksekliği 8-10m, şev açısı 80^0-85^0 olan 1 adet üretim basamağı bulunmaktadır. Birim masif görünümlü ve kırıklı yapıdadır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 Dorasan Tepe sahasının genel görünümü.

5.1.5 Kapısuyu Sahası

Bartın ili, Kurucaşile ilçesi, Kurucaşile/Cide ilçeleri arasında yeralan Kapısuyu köyü mevkiinde, İdare deresi üzerinde yer almaktadır. Örnekleme sahasında şev yüksekliği 8-10m, şev açısı 80^0-85^0 olan 1 adet üretim basamağı bulunmaktadır. Birim orta-kalın tabakalı olup K30^0D doğrultuda ve 35^0 KB eğimlidir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5 Kapısuyu sahasının genel görünümü.

5.1.6 Örnekleme

Her bir bölgeden yılanlı formasyonunu temsil edecek şekilde kayaç örnekleri alınmıştır. Yapılan örnekleme çalışmasına ait veriler aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 5.1 Örnekleme tablosu.

Sıra no	Alındığı Yer	Makroskobik İnceleme
1	Alaplı- Kavukkavla	Dolomitik Kireçtaşı; Taze yüzey rengi: Koyu-açık gri, Koku: hafif gaz kokulu, Asitle tepkime: az köpürüyor.
2	Ormanlı – Başören	Dolomitik Kireçtaşı; Taze yüzey rengi: Koyu-açık gri, Koku: çok gaz kokulu, Asitle tepkime: az köpürüyor-köpürmüyor
3	Kozlu- Öküşne	Kireçtaşı -Dolomitik Kireçtaşı;Taze yüzey rengi: Açık gri, bej, beyaz, Koku: hafif gaz kokulu, Asitle tepkime: çok köpürüyor
4	Merkez- Dorasan Tepe	Kireçtaşı -Dolomitik Kireçtaşı; Taze yüzey rengi: Açık gri, bej, beyaz,yer yer kahve Koku: hafif gaz kokulu, Asitle tepkime: çok köpürüyor
5	Kurucaşile-Kapısuyu	Dolomitik Kireçtaşı;Taze yüzey rengi: Koyu-açık gri, Koku: az gaz kokulu, Asitle tepkime: az köpürüyor

5.1.7 Örneklerin Hazırlanması

Her bir sahayı temsil eden kayaç örnekleri kırma-eleme tesisinde TS 706 EN 12620'ye uygun olarak beton granülometrisini oluşturmak için 0-7mm (kırma kum), 7-12mm (I nolu agrega) ve 12-22mm (II nolu agrega) olarak üç ayrı grupta boyutlandırılmıştır. Agrega yığınlarından elek analizi yapmak için TS EN 932-1 standartına uygun olarak örnekler alınmıştır. Alınan örnekler TS EN 932-2'ye uygun şekilde çeyreklenme yöntemi yapılarak azaltılmış ve üç ayrı agrega grubundan yaklaşık 150kg malzeme alınarak, agrega ve beton deneylerinde kullanılmak üzere saklanmıştır.

Deneyler; Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji ve İnşaat Mühendisliği Bölümlerine ait laboratuvarlarda ile Dekar Mad. Hazır Beton San. Tic. Ltd.Şti firmasına ait Zonguldak ili, Ereğli ilçesi, Topçalı mevkiinde bulunan TSE'ye uygun ve belgeli olan Beton laboratuarında yapılmıştır.

5.2 ANALİZ YÖNTEMLERİ

Agregaların fiziksel, kimyasal ve minerolojik-petrografik özellikleri TSE standartlarına göre deneyler yapılarak araştırılmış ve çıkan sonuçlar ilgili standartlara göre değerlendirilmektedir. Daha sonra bu agregalar kullanılarak TS EN 206-1 standardına göre C-25, C-30 ve C-35 sınıfında betonlar üretilmiş ve bu betonların dayanım değerleri belirlenmiştir.

5.2.1 Agrega Deneyleri

Zonguldak-Bartın illerinde yer alan Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonunun mostra verdiği 5 ayrı sahadan alınan agrega örneklerinin beton agregası olarak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla agrega örnekleri üzerinde fiziksel ve kimyasal deneyler yapılmıştır. Yapılan deneylerin adları, deney uygulanan agreganın boyutu ve deneylerde kullanılan standartlar Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2 Agregalar örnekleri üzerinde yapılan deneyler ve kullanılan standartlar.

Sıra no	**Deney adı**		Deneyin uygulandığı agrega boyutu	Kullanılan Standart no ve yayım yılı
1	Tane boyu dağılımı		Kırma kum (0-7mm) I nolu agrega (7-12mm) II nolu agrega(12-22mm)	TS 3530 EN 933-1 (Nisan 1999)
2	Özgül ağırlık ve su emme deneyi	İnce agregalar	d≤ 4mm	TS 3526 (Eylül 1981)
		İri agregalar	d≥ 4mm	
3	Birim Ağırlık Tayini	Gevşek	Kırma kum (0-7mm) I nolu agrega (7-12mm) II nolu agrega(12-22mm)	TS 3529 (Aralık 1980)
		Sıkışık		
4	Agregaların Kompasitenin belirlenmesi		Kırma kum (0-7mm) I nolu agrega (7-12mm) II nolu agrega(12-22mm)	
5	Tane Şekli	Şekil İndeksi	I nolu agrega (7-12mm) II nolu agrega(12-22mm)	TS 9582 EN 933-3 (Nisan 1999)
		Yassılık İndeksi		TS 3814 EN 933-4 (Kasım 2001)
6	İnce Madde Oranı Tayini		Kırma kum (0-7mm) I nolu agrega (7-12mm) II nolu agrega(12-22mm)	TS 3527 (Aralık 1980)
7	Metilen Mavisi		Kırma kum (0-7mm)	TS EN 933-9 (Mart 2001)
8	Hafif Madde Oranı		0-2mm	TS 3528 (Aralık 1980)
9	Organik Madde Tayini		> 4mm	TS EN 1744-1(Nisan 2000)
10	Donmaya ve Çözünmeye Karşı Direncin Tayini		8-16mm	TS EN 1367-1 (Kasım 2001)
11	Agrega Parçalanma Direncinin Tayini (Los Angeles)		8-12,5 mm	TS 1097-2 (Nisan 2000)
12	Klorür miktarı tayini		> 0,09 mm	TS EN 1744-1(Nisan 2000)
13	Sülfat miktarı tayini		> 0,09 mm	TS EN 1744-1(Nisan 2000)

5.2.1.1 Agregada Tane Boyu Dağılımı

Beton karışımında homojenliğin sağlanmasında, uygun kalite ve mukavemette beton elde edilmesinde agrega granülometrisinin önemli bir etmen olarak görülmektedir. İri ve ince agreganın uygun oranlarda karıştırılması veya agregaların uygun bir derecelemeye sahip olması ile yüksek mukavemetli, dış etkilere dayanıklı ve ekonomik betonun elde edilmesinin mümkün olacağı bilinmektedir (Gürbüz 1998).

Agregalarda tane boyu dağılımı TS 3530 EN 933-1 standardına göre yapılmaktadır.

Deney için ayrılan örnekler ayrı ayrı tavalara konularak etüvde 105^0C sıcaklıkta etüv kurusu duruma getirilmektedir. İnce ve iri agrega için gerekli göz açıklıkları TS EN 933-2 standartına uygun elek serileri, elek göz açıklığı büyükten küçüğe doğru dizilir. Agrega örneği, en büyük göz açıklığı olan elek üzerine boşaltılarak eleme yapılmaktadır(Şekil 5.6). Her elek üzerinde kalan agrega miktarı tartılır (Wn) (Şekil 5.7) ve toplam (Wo) içindeki yüzdesi (Sn) hesaplanır;

Sn= Her elek üstünde kalan %=(W_n/W_o)x100



Şekil 5.6 Deney örneklerinin elenmesi.



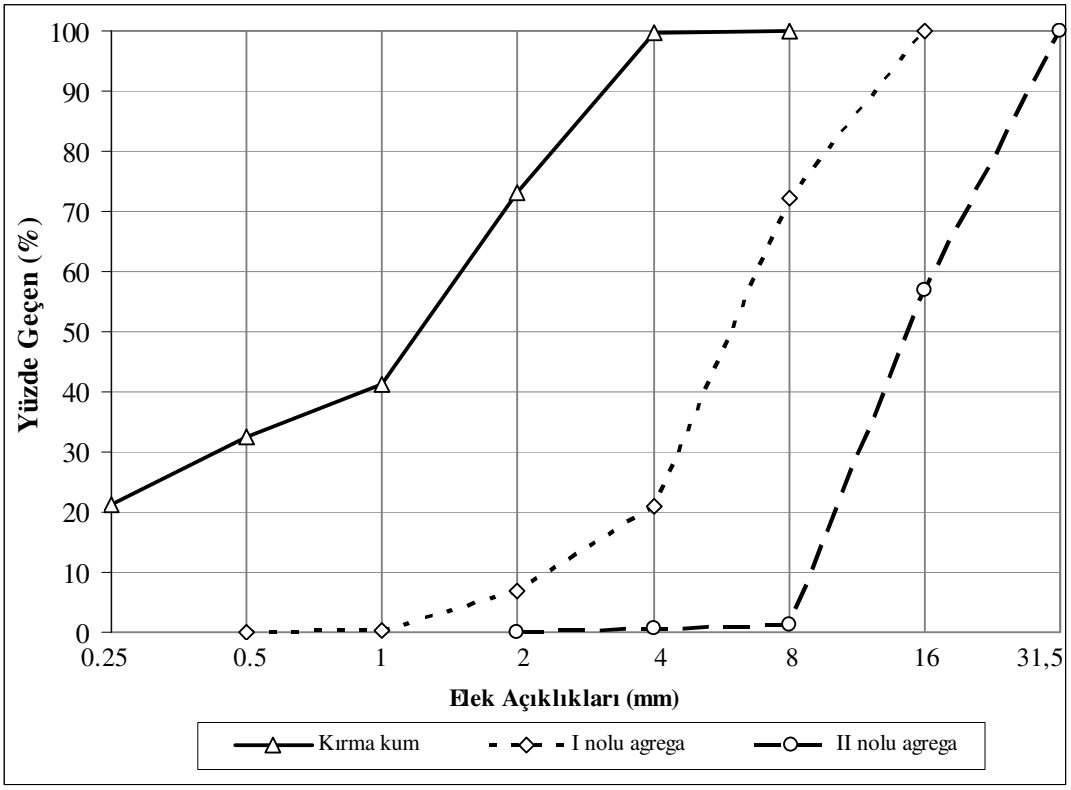
Şekil 5.7 Deney örneğinin tartılması.

Her elek üstünde % kalan miktarlar kümülatif % kalan şekline çevrilir. Kümülatif % kalan miktarlarını % 100'e tamamlayan miktarlar kümülatif % geçen olarak belirlenmektedir.

Beş ayrı sahadan alınan agrega örneklerine ait elek analizi deneylerinin sonuçları sırasıyla; Çizelge 5.3, Çizelge 5.4, Çizelge 5.5, Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7'de; tane boyu dağılım eğrileri sırasıyla Şekil 5.8, Şekil 5.9, Şekil 5.10, Şekil 5.11 ve Şekli 5.12'de verilmiştir.

Çizelge 5.3 Kavukkavla sahasına ait agregaların tane boyu dağılımı deney sonuçları.

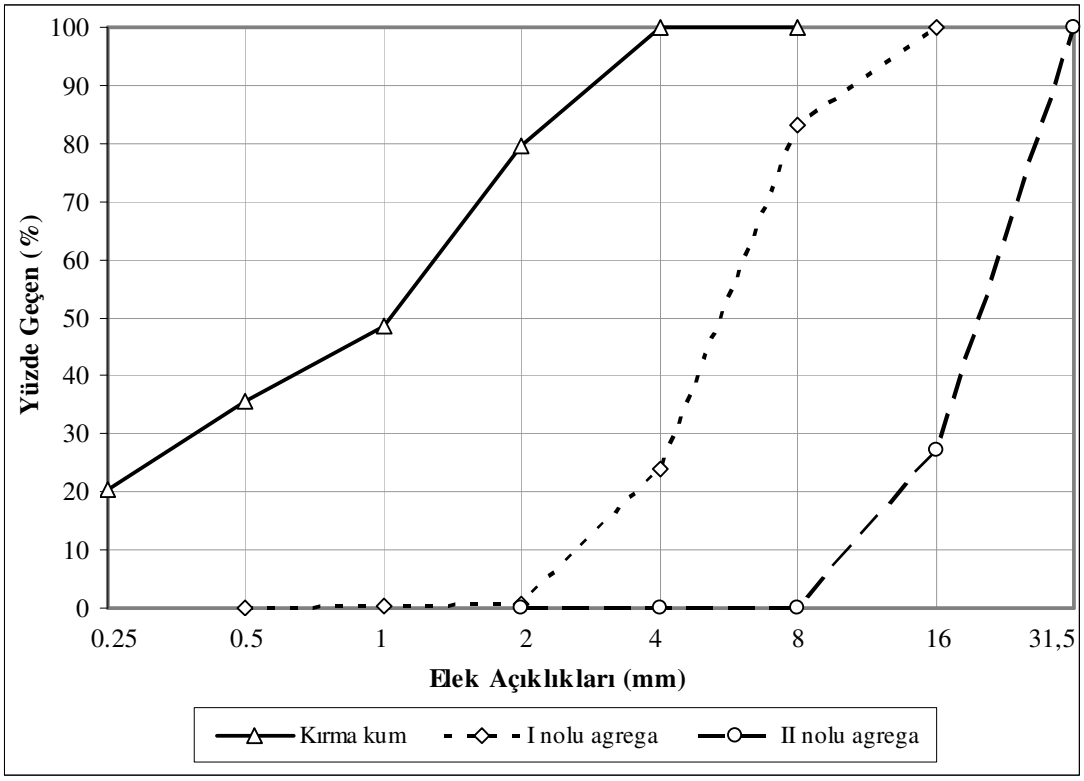
Elek Açıklığı	**Malzeme (Kırma Kum)**			**Malzeme (I Nolu agrega)**			**Malzeme (II Nolu agrega)**		
mm	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %
31,5							0	0,0	100,0
16				0	0,0	100,0	568,3	43,2	56,8
8	0	0,0	100,0	307,7	27,9	72,1	1298,7	98,8	1,2
4	2,5	0,2	99,8	872,2	79,0	21,0	1304,5	99,3	0,7
2	285,0	26,8	73,2	1027,7	93,1	6,9			
1	628,1	58,6	41,4	1101,9	99,8	0,2			
0,5	722,5	67,4	32,6						
0,25	842,3	78,6	21,4						
	Num.Ağır(g)		1060	Num.Ağır(g)		1104	Num.Ağır(g)		1310



Şekil 5.8 Kavukkavla sahasından alınan agrega örneklerinin tane boyu dağılım eğrisi.

Çizelge 5.4 Başören sahasına ait agregaların tane boyu dağılımı deney sonuçları.

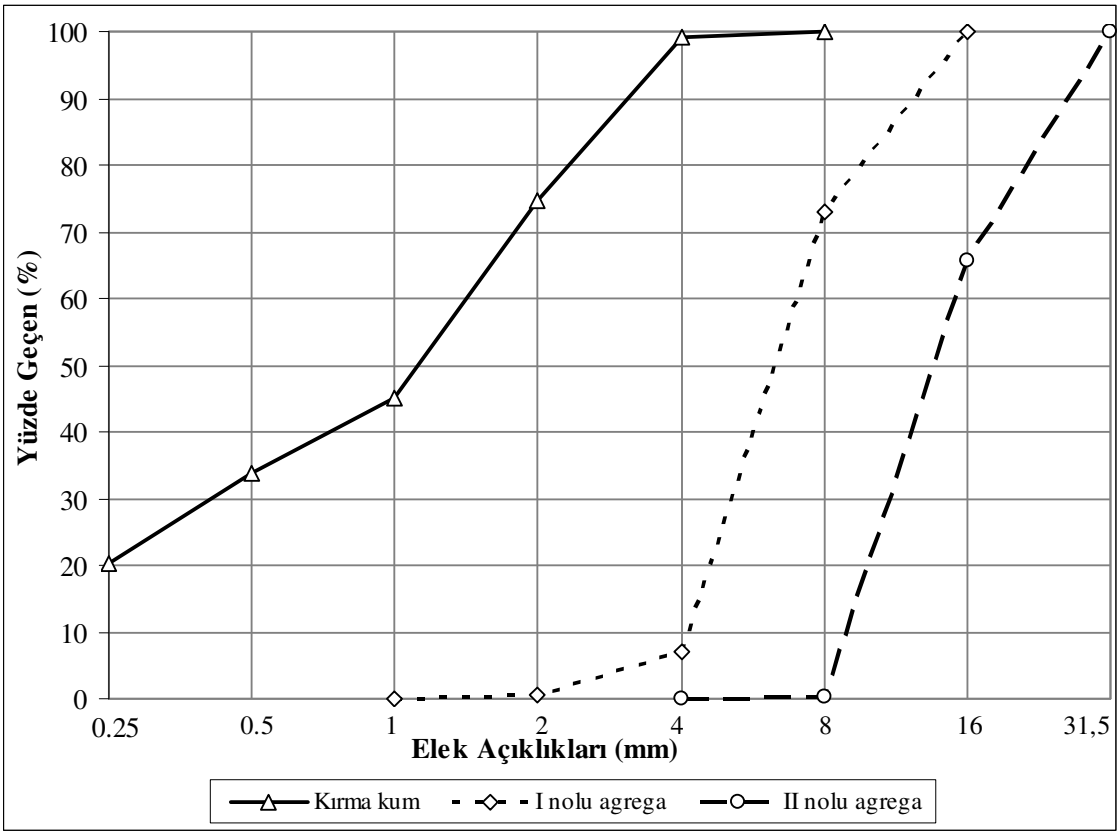
Elek Açıklığı	**Malzeme (Kırma Kum)**			**Malzeme (I Nolu agrega)**			**Malzeme (II Nolu Agrega)**		
mm	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %
31,5							0	0,0	100,0
16				0	0,0	100,0	1028,7	72,8	27,2
8	0	0,0	100,0	193,8	16,7	83,3	1411,3	99,9	0,1
4	0	0,0	100,0	885,7	76,2	23,8			
2	277,0	20,3	79,7	1153,2	99,2	0,8			
1	701,7	51,3	48,7	1157,3	99,6	0,4			
0,5	878,9	64,3	35,7						
0,25	1090,1	79,7	20,3						
	Num.Ağır(g)		1397,8	Num.Ağır(g)		1162,4	Num.Ağır(g)		1413,4



Şekil 5.9 Başören sahasından alınan agrega örneklerinin tane boyu dağılım eğrisi.

Çizelge 5.5 Öküşne sahasına ait agregaların tane boyu dağılımı deney sonuçları.

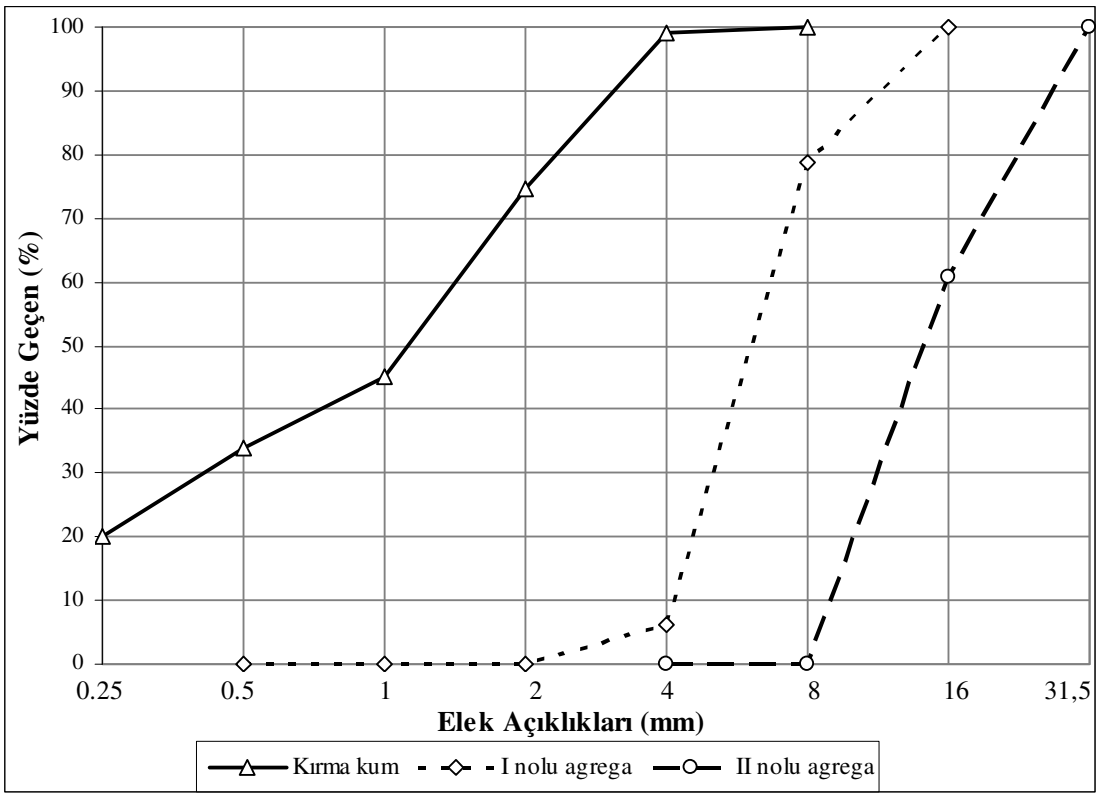
Elek Açıklığı	**Malzeme (Kırma Kum)**			**Malzeme (I Nolu Agrega)**			**Malzeme (II Nolu Agrega)**		
mm	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %
31,5							0	0,0	100,0
16				0	0,0	100,00	453,1	34,4	65,6
8	0	0,0	100,0	349,2	27,1	72,9	1316,6	99,8	0,2
4	13,2	0,9	99,1	1197,9	93,0	7,0			
2	387,2	25,4	74,6	1279,3	99,3	0,7			
1	836,8	54,9	45,1						
0,5	1007,2	66,1	33,9						
0,25	1216,4	79,8	20,2						
	Num.Ağır(g)		1524,8	Num.Ağır(g)		1288	Num.Ağır(g)		1318,7



Şekil 5.10 Öküşne sahasından alınan agrega örneklerinin tane boyu dağılım eğrisi.

Çizelge 5.6 Dorasan Tepe sahasına ait agregaların tane boyu dağılımı deney sonuçları.

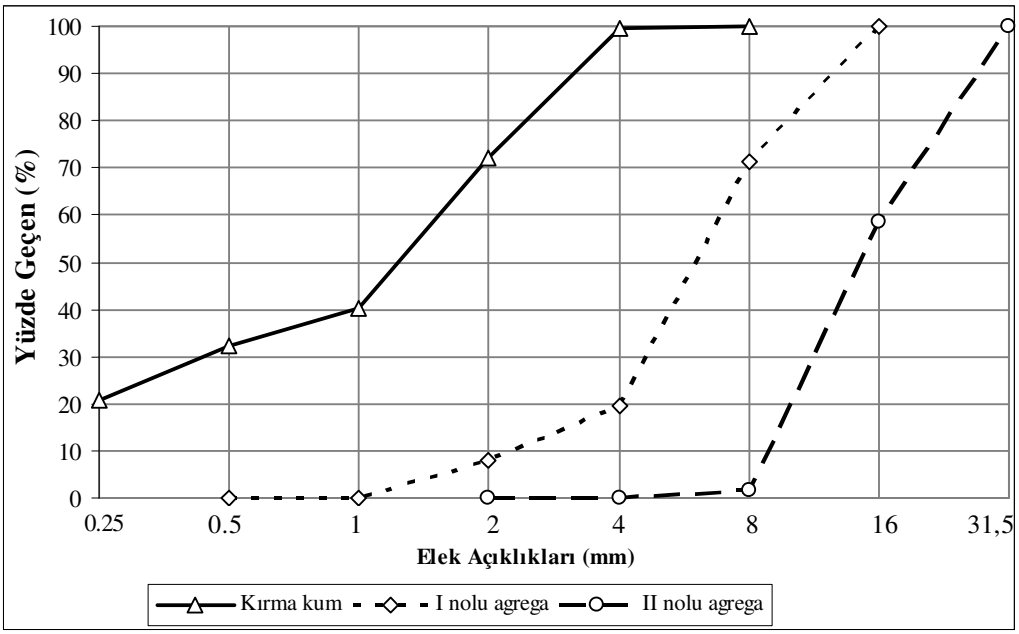
Elek Açıklığı	**Malzeme (Kırma Kum)**			**Malzeme (I Nolu Agrega)**			**Malzeme (II Nolu Agrega)**		
mm	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %
31,5							0	0,0	100,0
16				0	0,0	100,0	583,8	39,3	60,7
8	0	0,0	100,0	289,5	21,3	78,7	1485,2	99,9	0,1
4	11,8	0,8	99,2	1273,2	93,8	6,2			
2	408,3	27,5	72,5	1354,8	99,9	0,1			
1	826,7	55,6	44,4						
0,5	998,6	67,2	32,8						
0,25	1186,4	79,8	20,2						
	Num.Ağır(g)		1486,7	Num.Ağır(g)		1356,8	Num.Ağır(g)		1486,9



Şekil 5.11 Dorasan Tepe sahasından alınan agrega örneklerinin tane boyu dağılım eğrisi.

Çizelge 5.7 Kapısuyu sahasına ait agregaların tane boyu dağılımı deney sonuçları.

Elek Açıklığı	**Malzeme (Kırma Kum)**			**Malzeme (I Nolu Agrega)**			**Malzeme (II Nolu Agrega)**		
mm	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %	Küml. Kalan	Kalan %	Geçen %
31,5							0	0,0	100,0
16				0	0,0	100,0	615,8	41,4	58,6
8	0	0,0	100,0	355,7	28,7	71,3	1460,2	98,3	1,7
4	3,8	0,3	99,7	996,8	80,5	19,5	1484,6	99,9	0,1
2	345,2	27,7	72,3	1139,5	92,0	8,0			
1	745,8	59,8	40,2	1236,9	99,9	0,1			
0,5	845,6	67,8	32,2						
0,25	986,2	79,1	20,9						
	Num.Ağır(g)		1246,8	Num.Ağır(g)		1238,3	Num.Ağır(g)		1486,0



Şekil 5.12 Kapısuyu sahasından alınan agrega örneklerinin tane boyu dağılım eğrisi.

5.2.1.2 Agregaların Özgül Ağırlık ve Su emme Oranı Tayini

Özgül ağırlık; belirli bir hacimdeki(birim hacimdeki) cismin ağırlığının, aynı hacim ve $+4^0$C'deki saf su ağırlığına oranıdır. Agreganın birim hacimdeki ağırlığının az veya çok olması betonun özellikleri ve kullanma alanlarının seçiminde önemli bir unsurdur (Şimşek 2004 b).

Agreganın özgül ağırlığının yüksek olması kayacın boşluk oranının az olduğunu dolayısıyla kimyasal ve mekanik etkilere karşı dayanıklı olduğunu gösterir.

Beton agregalarının özgül ağırlık ve su emme oranı tayini deneyi TS 3526 standardına göre ince ve iri agregalar için ayrı ayrı yapılmaktadır.

İnce Agregaların Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini

Deney tane büyüklüğü 4mm ve daha küçük ebattaki agregalara uygulanmaktadır. TS 3526 standardında belirtilen miktarda agrega, doygun yüzey hale getirilir ve tartılmaktadır (W_2) (Şekil 5.13). Doygun kuru yüzeye (DKY) ulaşmış ve ağırlığı belirlenmiş agrega örnekleri 105±5°C etüvde etüv kurusuna ulaşıncaya kadar işleme devam edilir ve sabit tartı ağırlığı belirlenmektedir (W_1). Ölçü kabının 500ml su ile dolu hali tartılır(W_4). Etüv kurusu durumdaki agrega ölçü kabına konur ve 20°C suyla yarıya kadar doldurulur. Düz bir zemin üzerinde hafifçe vurularak kabarcıkların çıkması sağlanır. Bir saat bekledikten sonra ölçü kabı 500 ml çizgisine kadar doldurulur ve tartılır (W_3) (TS 3526).



Şekil 5.13 Deney örneğinin tartılması.

İnce agreganın kuru, DKY ve görünen özgül ağırlık değerleri ile su emme oranı aşağıdaki formüller kullanılarak ile hesaplanmaktadır.

kuru özgül ağırlığı(g/cm^3); $W_1/(W_2+W_4-W_3)$,
DKY özgül ağırlığı(g/cm^3);$W_2/(W_2+W_4-W_3)$,
görünen özgül ağırlığı(g/cm^3);$W_1/(W_1+W_4-W_3)$,
su emme oranı(%) ;$(W_2 - W_1)/W_1)$x100

İncelenen ince agregaların sırasıyla doygun kuru yüzey (DKY) özgül ağırlık değeri; Kavukkavla sahasında 2,57g/cm^3, Başören sahasında 2,60g/cm^3, Öküşne sahasında 2,56g/cm^3, Dorasan Tepe sahasında 2,63g/cm^3, Kapısuyu sahasında ise 2,61g/cm^3 olduğu görülmüştür. Su emme oranı değerleri ise sırasıyla; Kavukkavla sahasında %2,22, Başören sahasında %2,26, Öküşne sahasında %1,77, Dorasan Tepe sahasında %1,56, Kapısuyu sahasında ise %2,16, olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8 İnce agregaların kuru, DKY ve görünen özgül ağırlıkları ve su emme oranları.

Özgül ağırlık ve su emme	**Kavukkavla sahası**	**Başören sahası**	**Öküşne sahası**	**Dorasan T. sahası**	**Kapısuyu sahası**
Kuru özgül ağırlık (g/cm^3)	2,52	2,55	2,56	2,59	2,56
DKY özgül ağırlık (g/cm^3)	2,57	2,60	2,61	2,63	2,61
Görünen özgül ağırlık (g/cm^3)	2,67	2,70	2,68	2,70	2,71
Su emme oranı (%)	2,22	2,26	1,77	1,56	2,16

Beton agregası olarak kullanılacak agregaların su emme oranı arasında %3'den daha az olması istenmektedir. Özgül ağırlıkları ise 2,20-2,70g/cm³ arasında olması istenmektedir. Beş farklı sahadan alınan ince agrega örneklerinin DKY özgül ağırlıkları minumum 2,57g/cm³, maksimum. 2,63g/cm³ olduğu, su emme oranları ise minimum %1,56, maksimum. %2,26 olduğu belirlenmiştir. Beş farklı sahadan alınan ince agregaların özgül ağılıkları ve su emmeleri limit değerler arasında kalmaktadır. Öküşne ve Dorasan Tepe bölgesine ait ince agregaların su emme oranının düşük olması kayacı oluşturan bileşenlerin kristal tane boyu, türü ve dokusuna bağlı olarak gelişen mineralojik ve petrografik özelliğine bağlı olmaktadır.

İri Agregaların Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini

Deney tane büyüklüğü 4mm ile 63mm arasında değişen agregalara uygulanmaktadır. Standartta belirtilen miktarda agrega örnekleri bir kaba konur ve kap su ile doldurularak 24 saat bekletilerek agrega suya doygun hale getirilir. Agrega doygun kuru yüzeye ulaşıncaya kadar kurutulur. Doygun kuru yüzeye ulaşılmış agreganın D_{max}'ına göre standartta belirtilen miktarda örnek alınarak tartılır (W_2). Doygun kum yüzeye ulaşmış ve ağırlığı tespit edilmiş örnek105±5°C'lik etüvde etüv kurusuna ulaşıncaya kadar işleme devam edilir ve etüv kurusuna ulaşınca ağırlığı tespit edilir (W_1). Ölçü kabının 500ml su ile dolu hali tartılır (W_4). DKY haldeki örnek kafes sepet içine konularak su dolu kova içinde su yüzeyinden en az 5cm daha aşağıda kalacak şekilde daldırılır, su yüzeyine çıkartılmada 10 kez sertçe kaldırılıp

indirilerek ve sağa sola sallandırılarak içindeki hava kabarcıkları çıkartılır ve ağırlık tespit edilir (W_3).

İri agreganın kuru, DKY ve görünen özgül ağırlık değerleri ile su emme oranı aşağıdaki formüller kullanılarak ile hesaplanmaktadır.

Kuru özgül ağırlığı(g/cm^3); $=W_1/(W_2-W_3)$,
DKY özgül ağırlığı(g/cm^3); $=W_2/(W_2-W_3)$,
Görünen özgül ağırlığı(g/cm^3); $=W_1/(W_1-W_3)$,
Su Emme Oranı(%) = $((W_2 -W_1)/W_1)$x100.

Beş farklı sahadan alınan ve iri agrega olarak incelenen I nolu ve II nolu agregaların sırasıyla doygun kuru yüzey (DKY) özgül ağırlık değeri; Kavukkavla sahasında 2,67g/cm^3-2,69g/cm^3, Başören sahasında 2,68g/cm^3-2,70g/cm^3, Öküşne sahasında 2,68g/cm^3-2,74g/cm^3, Dorasan Tepe sahasında 2,69g/cm^3-2,76g/cm^3, Kapısuyu sahasında 2,70g/cm^3-2,70g/cm^3, olduğu belirlenmiştir. Su emme oranı ortalamaları ise I nolu ve II Nolu agrega için sırasıyla; Kavukkavla sahasında %0,86-%0,45, Başören sahasında %0,52-%0,35, Öküşne sahasında %059-%0,33, Dorasan Tepe sahasında %0,66-%0,34, Kapısuyu sahasında %0,79 -%0,35, olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.9,Çizelge 5.10).

Çizelge 5.9 I nolu agregaların kuru, DKY ve görünen özgül ağırlıkları ve su emme oranları.

Özgül ağırlık ve su emme	**Kavukkavla sahası**	**Başören sahası**	**Öküşne sahası**	**Dorasan T. sahası**	**Kapısuyu sahası**
Kuru özgül ağırlık (g/cm^3)	2,64	2,67	2,66	2,67	2,68
DKY özgül ağırlık (g/cm^3)	2,67	2,68	2,68	2,69	2,70
Görünen özgül ağırlık (g/cm^3)	2,71	2,71	2,71	2,72	2,74
Su emme oranı (%)	0,86	0,52	0,59	0,66	0,79

Çizelge 5.10 II nolu agregaların kuru, DKY ve görünen özgül ağırlıkları ve su emme oranları.

Özgül ağırlık ve su emme	**Kavukkavla sahası**	**Başören sahası**	**Öküşne sahası**	**Dorasan T. sahası**	**Kapısuyu sahası**
Kuru özgül ağırlık (g/cm^3)	2,68	2,69	2,73	2,75	2,69
DKY özgül ağırlık (g/cm^3)	2,69	2,70	2,72	2,71	2,69
Görünen özgül ağırlık (g/cm^3)	2,71	2,72	2,75	2,78	2,71
Su emme oranı (%)	0,45	0,35	0,33	0,34	0,35

Beş farklı sahadan alınan I ve II nolu agregaların DKY özgül ağırlıkları I nolu agrega için minimum 2,67g/cm³, maksimum 2,70g/cm³ II nolu agrega için minimum 2,69g/cm³, maksimum 2,72g/cm³ olarak belirlenmiştir. Su emme oranları, I nolu agregalar için minimum %0,52, maksimum %0,86 olduğu, II nolu agregalar için ise minimum %0,33, maksimum %0,45 olduğu belirlenmiştir. Beş farklı sahaya ait iri agregaların özgül ağırlık değerleri ve su emme oranları limit değerler arasında kaldığı belirlenmiştir.

5.2.1.3 Agregaların Birim Ağırlık Tayini

Birim ağırlık; bir metreküp hacmi dolduran agreganın ağırlığı olarak tanımlanmaktadır. Agreganın gevşek ve sıkışık olarak işgal edeceği hacmi belirlemek amacıyla birim ağırlık tayini deneyi yapılmaktadır. Agreganın hacmi ve ağırlığı bilinen kap içindeki ağırlığının kap hacmine bölünmesi ile hesaplanır. Agreganın kompasitesi ve işlenme esası bu deneyle anlaşılır (Şimşek 2004).

Beton agregalarının birim ağırlık tayini TS 3529 standardına göre gevşek ve sıkışık durumlar için ayrı ayrı yapılmaktadır.

Agregaların Gevşek Birim Ağırlık Tayini

Standartta belirtilen miktarda deney örneksi etüv kurusu hale getirilir. Ölçü kabının boş ağırlığı tartılır ve M_1 olarak kaydedilir. Agrega ölçü kabının içerisine bir miktar taşacak şekilde doldurulur ve yüzey cetvelle dikkatlice sıyrılır (Şekil 5.14).



Şekil 5.14 Deney örneğinin ölçü kabına yerleştirilmesi.

Gevşek agrega ile dolu ölçü kabı beraberce tartılır ve M_2 olarak kaydedilir. Gevşek birim ağırlık aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır.

$\gamma_g=(M_2-M_1)/V$

γ_g: Gevşek birim hacim ağırlık (t /m^3, g/cm^3)

M_1 : Ölçü kabının boş ağırlığı (g)

M_2: Ölçü kabı + gevşek agrega ağırlığı (g)

V : Ölçü kabının iç hacmi (cm^3)

Beş farklı sahadan alınan agrega örneklerinin gevşek birim ağırlık değerlerine bakıldığında; Kavukkavla sahası kırma kumda 1,628g/cm^3, I nolu agregada 1,384 g/cm^3, II nolu agregada 1,428 g/cm^3, Başören sahası kırma kumda 1,632g/cm^3, I nolu agregada 1,443g/cm^3, II nolu agregada 1,401g/cm^3, Öküşne sahası kırma kumda 1,641g/cm^3, I nolu agregada 1,441g/cm^3, II nolu agregada 1,392g/cm^3, Dorasan Tepe bölgesi kırma kumda 1,635g/cm^3, I nolu agregada 1,438 g/cm^3, II nolu agregada 1,385g/cm^3, Kapısuyu sahası kırma kumda 1,630g/cm^3, I nolu agregada 1,446g/cm^3, II nolu agregada 1,390g/cm^3 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.11).

Çizelge 5.11 Agrega örneklerinin gevşek birim hacim ağırlık deneyi sonuçları.

Agrega boyutu	**Kavukkavla sahası**	**Başören sahası**	**Öküşne sahası**	**Dorasan T. sahası**	**Kapısuyu sahası**
Kırma kum- γ_g (g/cm^3)	1,628	1,632	1,641	1,635	1,630
I nolu agrega- γ_g (g/cm^3)	1,384	1,443	1,441	1,438	1,446
II nolu agrega- γ_g (g/cm^3)	1,428	1,401	1,392	1,385	1,390

Beton agregalarının birim ağırlığı 1,300-1,850g/cm³ arasında olması istenir (Şimşek 2000). Beş farklı bölgeden alınan agrega örneklerinin gevşek birim ağırlıkları belirtilen sınır değerlerinin arasında kalmaktadır.

Agregada Sıkışık Birim Ağırlık Tayini

TS 3529 standardında belirtilen miktarda agrega örneği etüv kurusu hale getirilir. Ölçü kabının iç hacmi ve boş ağırlığı belirlenir ve kaydedilir. Deney örneği ölçü kabına üç kademe halinde doldurulur ve her kademe 25 defa şişlenerek veya kulplarından yere

çarptırılarak sıkıştırılır. Ölçü kabı üst yüzü sıyrılarak düzeltilir. Sıkışık agrega ile dolu ölçü kabı tartılır ve kaydedilir. Sıkışık birim ağırlık aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır.

$$\gamma_s = (M_2 - M_1)/V$$

γ_s: Sıkışık birim hacim ağırlık (t/m^3, g/cm^3)

M_1 : Ölçü kabının boş ağırlığı (g)

M_2: Ölçü kabı + sıkışık agrega ağırlığı (g)

V : Ölçü kabının iç hacmi (cm^3)

Beş farklı sahadan alınan agrega örneklerinin sıkışık birim ağırlık değerlerine bakıldığında; Kavukkavla sahası kırma kum 1,857g/cm^3, I nolu agregada 1,542g/cm^3, II nolu agregada 1,523g/cm^3, Başören sahası kırma kumda 1,847g/cm^3, I nolu agregada 1,531g/cm^3, II nolu agregada 1,537g/cm^3, Öküşne sahası kırma kumda 1,853g/cm^3, I nolu agregada 1,548g/cm^3, II nolu agregada 1,529g/cm^3, Dorasan Tepe sahası kırma kumda 1,835g/cm^3, I nolu agregada 1,547g/cm^3, II nolu agregada 1,540g/cm^3, Kapısuyu sahası kırma kumda 1,842g/cm^3, I nolu agregada 1,526g/cm^3, II nolu agregada 1,521g/cm^3 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.12).

Çizelge 5.12 Agrega örneklerinin sıkışık birim hacim ağırlık deneyi sonuçları.

Agrega boyutu	**Kavukkavla sahası**	**Başören sahası**	**Öküşne sahası**	**Dorasan T. sahası**	**Kapısuyu sahası**
Kırma kum- γ_s (g/cm^3)	1,857	1,847	1,853	1,835	1,842
I nolu agrega- γ_s (g/cm^3)	1,542	1,531	1,548	1,547	1,526
II nolu agrega- γ_s (g/cm^3)	1,523	1,537	1,529	1,540	1,521

Beton agregalarının birim ağırlığı 1,300-1,850g/cm³ arasında olması istenir (Şimşek 2000). Beş farklı bölgeden alınan agrega örneklerinin sıkışık birim ağırlıkları belirtilen sınır değerlerinin arasında kalmaktadır.

5.2.1.4 Agreganın Kompasitesi

Agreganın kompositesi ile birim hacimdeki agregada tanelerin işgal ettiği hacmin toplamı anlaşılmaktadır. Agreganın gevşek birim ağırlığını doygun kuru yüzey (DKY) özgül ağırlığına bölünmesi suretiyle agreganın kompasitesi hesaplanabilir.

Beş farklı sahadan alınan agrega örneklerinin kompasite değerlerine bakıldığında Kavukkavla sahası kırma kumda 0,63, I nolu agregada 0,52, II nolu agregada 0,53 olduğu; Başören sahası kırma kumda 0,64, I nolu agregada 0,54, II nolu agregada 0,52 olduğu; Öküşne sahası kırma kumda 0,63, I nolu agregada 0,54, II nolu agregada 0,51 olduğu; Dorasan Tepe sahası kırma kumda 0,62, I nolu agregada 0,54, II nolu agregada 0,50 olduğu; Kapısuyu sahası kırma kumda 0,62, I nolu agregada 0,54, II nolu agregada 0,52 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.13).

Çizelge 5.13 Agrega örneklerinin kompasite değerleri.

Agrega boyutu	**Kavukkavla sahası**	**Başören sahası**	**Öküşne sahası**	**Dorasan Tepe sahası**	**Kapısuyu sahası**
Kırma kum	0,63	0,64	0,63	0,62	0,62
I nolu agrega	0,52	0,54	0,54	0,54	0,54
II nolu agrega	0,53	0,52	0,51	0,50	0,52

Agreganın birim ağırlığı her zaman için özgül ağırlıktan küçük olmaktadır. Dolayısıyla kompasite birden küçüktür. Agreganın sıkıştırma işlemine tabi tutulmadan yerleştirilmesi sonucunda kompasite 0,40 – 0,70 arasında değer alır (Şimşek 2000).

Beş farklı sahadan alınan agrega örneklerinin kompasite değerleri 0,50-0,63 arasında değişmekte ve sınır değerler arasında kalmaktadır.

5.2.1.5 Agregaların Tane Şeklinin Tayini

Agrega tanesinin şekli, üç boyutu açısından birbirine yakın olmalıdır. Yassı, uzun eksenli agrega taneler betonda homojen olmayıp tabakalı bir yapıda yönlenmeye neden olduklarından istenmeyen durumlar ile karşılaşılır. Bu sebeple agregaların şekli olabildiğince küresel veya kübik olmalıdır. Agrega tanesinin en büyük boyutunun en küçük boyutuna oranı 3'den büyük olduğu takdirde, agrega tanesi "şekil kusurlu" kabul edilmektedir (TS 706).

Agrega tanelerinin şeklinin bilinmesi agrega araştırmalarında son derece önemlidir. Agrega tanelerinin şekli, beton üretiminde iri agregalar için belirlenir ve daha çok betonun mukavemetini etkileyen bir faktördür (Baradan 1991).

Beton içerisinde bulunan yassı taneler çimento ile kolaylıkla bağ kurabilirler ancak kontakları çok daha kolay aşınmaktadır. Agrega karışımı içerisinde yer alan bazı yassı taneler, yığın içerisinde köprü oluşturacak açık boşluklar oluştururlar ve burum beton içinde bölgesel zayıflık zonları oluşturur ve çimento ihtiyacını arttırır (Postacıoğlu 1987).

Beton agregalarının şekil indeksi TS 3814 EN 933-4 standardına göre, yassılık indeksi ise TS 3814 EN 933-3 standardına göre belirlenmektedir.

Agregaların Şekil indeksi

Tane büyüklüğü 4mm'den büyük 63mm'den küçük olan beton agregalarının tane şekli sınıfını belirlenmek için TS 3814 EN 933-4 standardına göre yapılmaktadır.

Deneye yetecek kadar örnek etüv kurusu durma getirilir. Örnek 4mm'den daha büyük tanelerin tamamen ayrılması sağlamak için deney eleklerinden elenir; 63mm elek üzerinde kalan ve 4mm'nin altına geçen malzeme deney dışı malzeme grubuna ayrılır. Deneyde kullanılacak örnek kütlesi M_0 olarak tartılır ve kaydedilir.

D>2d olan deney örneği kısımları; Deney örneği elemeyle D_i $2d_i$ olan d/D_i tane büyüklüğü aralıkları halinde ayrılır. M_0'ın %10'undan daha az bir kısmını oluşturan herhangi bir d_i/D_i tane büyüklüğü aralığı dikkate alınmaz. Aşırı sayıda tane içeren d_i/D_i büyüklük aralıkları, tekrar azaltma işlemine tabii tutulabilir. Fakat bu azaltmadan sonra belirtilen tane büyüklüğü aralığında en az 100 tane kalmalıdır. Kalan her bir d_i/D_i büyüklüğü aralığında deneye tabii tutulacak tanelerin kütlesi M_{1i} olarak kaydedilir. Verniyeli kumpas kullanılarak, ayrı ayrı sınıflandırılması gereken tanelerin sayısı, L/E oranı belirgin olarak 3'den büyük olan tanelerin önceden ayrılması ile azaltılabilir. Bu taneler kübik olmayan tane olarak sınıflandırılır. d_i/D_i tane büyüklüğü aralığındaki kübik olmayan taneler tartılır ve kütlesi M_{2i} olarak kaydedilir.

D<2d olan deney örneği kısımları; Deney örneği elemeyle, $D_i \leq 2di$ olan d/D_i baskın tane büyüklüğü aralığına ayrılır. d_i'den küçük veya D_i'den büyük taneler ayrılır ve baskın tane büyüklüğü aralığı d/D_i'nin kütlesi M_1 olarak kaydedilir. Gerektiğinde verniyeli kumpas kullanılarak her tanenin boyu (l) ve kalınlığı (E) tayin edilir ve l/E >3 olan boyutlu taneler ayrılır. Bu ayrılan taneler, kübik olmayan şekilde sınıflandırılır ve kübik olmayan taneler tartılır ve kütlesi M_2 olarak kayıt edilir.

Deney örneğinin D>2d ve D<2d durumuna göre; şekil indisi (SI) standartta belirtilen formüller ile hesaplanır.

Beş farklı sahadan alınan tane büyüklüğü D>2d ve D<2d olan iri agrega örneklerinin şekil indisi sonuçları sırasıyla; Kavukkavla sahası için %19-%15, Başören sahası için %19-%13, Öküşne sahası için % 26-%18, Dorasan Tepe sahası için %20-%12, Kapısuyu sahası için %23-%17 olduğu belirlenmektedir (Çizelge 5.14).

Çizelge 5.14 Agrega örneklerinin şekil indeksi deney sonuçları.

Örnekleme sahaları	Tane büyüklüğü D>2d olan örnekler için(I nolu agrega) "SI" değeri(%)	Tane büyüklüğü D<2d olan örnekler (II nolu agrega) için "SI" değeri (%)
Kavukkavla sahası	19	15
Başören sahası	19	13
Öküşne sahası	26	18
Dorasan sahası	20	12
Kapısuyu sahası	23	17

TS 706 EN 12620 standardına göre iri agregalarda şekil indisinin %55'den daha az olması istenmektedir.

Deneye tabii tutulan iri agrega örneklerinin şekil indisi değerleri; I nolu agrega için %19 ila %26 arasında, II nolu agrega için %12 ila %18 arasında değişmekte olup %55'den küçük olduğu belirlenmiştir.

Agregaların Yassılık İndisi

Tane büyüklüğü 4mm'den büyük 80mm arasında olan beton agregalarının yassılık indekslerinin belirlenmesi TS 3814 EN 933-3 standardına göre yapılmaktadır.

Tane büyüklüğü 4mm ve 80mm arasında olan standarda göre uygun miktarda deney örneği alınır, etüv kurusu durma getirilir, tartılır ve kütlesi M_0 olarak kaydedilir. 4 ve 80mm arasındaki her tane büyüklüğü franksiyonu d_i/D_i'deki bütün taneler tartılır ve ayrı ayrı muhafaza edilir. Her tane büyüklüğü frankiyonu d_i/D_i standartta verilen uygun çubuklu eleklerden elenir. Çubuklu elekten geçen her tane büyüklüğü franksiyonundaki malzeme tartılır ve kaydedilir. Bütün d_i/D_i tane büyüklüğü franksiyonu kütleleri toplamı hesaplanır ve

M_1 olarak kaydedilir. Çubuklar arası açıklık $D_i/2$ olan elekten geçen d_i/D_i tane büyüklüğü fraksiyonlarının her birindeki tanelerin kütlelerinin toplamı hesaplanır ve M_2 olarak kaydedilir. Toplam yassılık indeksi FI aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır (Şimşek 2004).

$$FI = \left(\frac{M_2}{M_1} \right) x100 \text{ ; burada}$$

M_1 ; Her tane büyüklüğü franksiyonundaki toplam kütlesi (g),
M_2 ; Çubuklu eleklerden geçen tanelerin toplam kütlesi (g).

Beş farklı sahadan alınan I nolu ve II nolu agregaların yassılık indeksi sonuçları sırasıyla; Kavukkavla sahası için %28-%28, Başören sahası için %23-%23, Öküşne sahası için %26-%26, Dorasan Tepe sahası için %26-%26 ve Kapısuyu sahası için %25-%25 olduğu belirlenmektedir (Çizelge 5.15).

Çizelge 5.15 Agrega örneklerinin yassılık indeks deneyi sonuçları.

Örnekleme sahası	I nolu agrega örneklerinin Yassılık indeksi sonuçları – FI(%)	II nolu agrega örneklerinin Yassılık indeksi sonuçları – FI(%)
Kavukkavla sahası	28	28
Başören sahası	23	23
Öküşne sahası	27	26
Dorasan T. sahası	26	26
Kapısuyu sahası	25	25

TS 706 EN 12620 standardına göre iri agregaların yassılık indeksleri %50'den daha az olması istenmektedir. Deneye tabii tutulan iri agregaların yassılık indesk değerleri; I nolu agrega için %23 ila %28 arasında, II nolu agrega için %23 ila %28 arasında değişmekte olup %50'den küçük olduğu belirlenmiştir.

5.2.1.6 Agregada İnce Madde Oranı Tayini

Agregada, fazla ince tanelerin bulunması üretilen beton üzerinde olumsuz etki yapar. Bununla beraber silt ve kilin az miktarda bulunmasının betonun işlenebilirliliği ve geçirimsizliği

üzerinde faydalı etkileri vardır. Bu nedenle agrega içerisindeki kil ve silt miktarının tayini yapılır. Bu deneyde deney örneksi 0,063mm'lik elek üzerinden yıkanır. Ortaya çıkan yüzde olarak ağırlık kaybı yıkanabilir madde miktarını verir (Şimşek 2004). İnce Madde Oranı Tayini TS 3527 standardına göre yapılmaktadır.

Deney örneği etüv kurusu hale getirilir, tartılır ve M_1 olarak kaydedilir. Diğer örnek 12 saat suda bekletilir. Deney elekleri 0,063mm, 1mm ve 8mm üst üste konulur ve deney örneği 8mm'lik elek üzerine dökülür. Elek takımının en üstündekinden başlanarak, deney örnekleri yıkanabilir maddelerden arınacak şekilde aşağıya doğru yıkanır. Elek üstü malzemeler kaplara konur, etüv kurusu hale getirilir ve kuru ağırlıkları tespit edilir. Yıkanabilir madde miktarı aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır:

$M_y = [(M_1 - M_2)/M_1] x 100$

My : Yıkanabilir madde miktarı (%)

M_1 : Deney örneğinin ilk kuru ağırlığı (g)

M_2 : Yıkanan deney örneğinin kuru ağırlığı (g)

Beş farklı sahadan alınan agrega örneklerinin ince madde oranı değerlerine bakıldığında Kavukkavla sahasına ait kırma kum agregada %13,77, I nolu agregada %2,08, II nolu agregada %1,47 olduğu; Başören sahasına ait kırma kum agregada %11,85, I nolu agregada %1,13, II nolu agregada %0,57 olduğu; Öküşne sahasına ait kırma kum agregada %15,14, I nolu agregada %1,26, II nolu agregada %0,33 olduğu; Dorasan T. sahasına ait kırma kum agregada %13,51, I nolu agregada %1,64, II nolu agregada %0,68 olduğu ve Kapısuyu sahasına ait kırma kum agregada %14,54, I nolu agregada %1,29, II nolu agregada %0,98 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.16).

Çizelge 5.16 Agrega örneklerinin ince madde oranı deney sonuçları.

Agrega boyutu	Kavukkavla sahası	Başören sahası	Öküşne sahası	Dorasan T. sahası	Kapısuyu sahası
Kırma kum	%13,77	%11,85	%15,14	%13,51	%14,54
I nolu agrega	%2,08	%1,13	%1,26	%1,64	%1,29
II nolu agrega	%1,47	%0,57	%0,33	%0,68	%0,80

TS 3527'ye göre 0,063(200 nolu)mm elek üstünde yıkama metoduyla yapılan test sonucuna göre ağırlıkça yüzde maksimum.; 0/1-0/2-0/4mm tane sınıfı için %4, 1/2-1/4-2-4mm tane sınıfı için %3, 2/8-4/8mm tane sınıfı için %2 ve 4/16-4/32-8/16-8/32-16/32-19/63-32/63mm tane sınıfı için %0,5 olması istenmektedir.

Beş farklı sahadan alınan agregaların ince madde oranı yüzdeleri; kırma kum agregalarında %11,85 ila %15,14 arasında, I nolu agregalarda %1,13 ila %2,08 arasında ve II nolu agregalarda ise %0,33 ila %1,47 arasında değişmektedir.

Beş ayrı sahadan alınan agrega örneklerinden I ve II nolu agregaların ince madde oranı değerleri sınır değerler içerisinde kalmaktadır. Kırma kum agregaları ince madde oranı sınır değerlerinin üzerinde kalmaktadır. Kırma kum agregalarında malzemenin hazırlanmasında esnasında kırma aşamasında fazla kalması, eleklerin durumu ve malzemenin gevrekliğine bağlı olarak taş unu aralığı artmakta ve ince madde oranının da yükselmektedir.

5.2.1.7 Agregada İnce Tanelerin Tayini- Metilen Mavisi Deneyi

İnce agrega içerisinde 0,063mm altı malzeme içerisinde bulunan kil içeriklerinin belirlenmesi için metilen mavisi deneyi yapılır. Düşük metilen mavisi değeri şişen kil miktarının önemli miktarda olmadığını gösterir. Kırma kum agregalarında ince tanelerin içerisinde bulunan kil içeriğinin tayini TS EN 933-9 standardına göre Metilen Mavisi Deneyi ile yapılmaktadır.

0-2mm tane büyüklüğüne sahip agregadan alınan deney örneği (en az 200gr) etüv kurusu haline getirilir, tartılır ve M_1 olarak kaydedilir. 500ml'lik damıtık su behere konur ve kurutulmuş deney örneği spatül ile iyice karıştırılarak behere ilave edilir. 10 g/l'lik metilen mavisi çözeltisi çalkalanır ve iyice karıştırılır. Büret boya çözeltisi ile doldurulur. Karıştırırcı 600 devir/dakika hıza ayarlanır ve pervanesi beher tabanına yaklaşık 10mm yüksekte olacak şekilde yerleştirilir. İçerisinde deney örneksi olan beher karıştırıcı ile 600dakika/devir hızla 5 dakika süreyle karıştırmadan sonra behere 5ml metilen mavisi çözeltisi ilave edilir ve beherdeki malzeme 400 devir/dakika hızla en az 1 dakika karıştırıldıktan sonra süzgeç kâğıdı üzerinde leke deneyi yapılır. 5ml'lik bu ilk boya çözeltisi ilavesinden sonra hâle belirmezse, 5ml daha boya çözeltisi ilave edilir, 1 dakika süreyle karıştırmaya devam edilir ve bir leke deneyi daha yapılır. Hâlenin yine görülmemesi durumunda, görülünceye kadar karıştırmaya, boya ilavesi ve aynı şekilde leke deneyleri yapılmasına devam edilir (Şekil 5.15).

Hâle görülmesi aşamasına ulaşıldığında, daha fazla boya çözeltisi ilavesi yapılmaksızın karıştırmaya devam edilir ve 1 dakika aralıkla leke deneyleri yapılır. Hâle, ilk 4 dakikada kaybolursa, 5mL daha boya çözeltisi ilave edilir. Hâle beşinci dakikada kaybolursa, sadece 2ml boya çözeltisi ilave edilir. Her iki durumda da hâle, 5 dakika süreyle varlığını sürdürünceye kadar karıştırmaya ve leke deneyleri yapılmaya devam edilir.



Şekil 5.15 Metilen mavisi deneyin yapılışı.

5 dakika süreyle varlığını sürdüren bir hâle meydana getirmek için ilave edilen boya çözeltisinin toplam hacmi (V_1) kaydedilir. Metilen mavisi değeri (MB) aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanır:

$$MB = \frac{V_1}{M_1} x10$$

Burada ;

Mı = Deney örneksi kısmının kütlesi (g),

V_1 = İlave edilen boya çözeltisinin toplam hacmi (ml)'dir.

Beş farklı sahadan alınan kırma kum agrega örneklerinin metilen mavisi değerleri; Kavukkavla sahası için 0,54ml/g; Başören sahası için 0,59ml/g; 3 Öküşne sahası için 0,52ml/g; Dorasan Tepe sahası için 0,55ml/g ve Kapısuyu sahası için 0,53ml/g olduğu belirlenmiştir (Çizelge

5.17). Her bir sahaya ait metilen mavisi deney sonuçları 1 değerinden düşük olması, ince agrega içerisinde şişen kil minerallerinin önemli miktarda olmadığını göstermektedir.

Çizelge 5.17 Agrega örneklerinin metilen mavisi deney sonuçları.

Deney adı	**Kavukkavla sahası**	**Başören sahası**	**Öküşne sahası**	**Dorasan Tepe sahası**	**Kapısuyu sahası**
Metilen mavisi değeri(ml/g)	0,54	0,59	0,52	0,55	0,53

5.2.1.8 Agregalarda Hafif Madde Oranı Tayini

Beton agregası içerisinde hafif maddelerin bulunması betonun dayanım ve dayanıklılığını olumsuz yönde etkileyebilir. Agrega içerisinde bulunabilen hafif maddeler özellikle görünür betonlarda farklı renk lekeleri oluşturur ve çirkin görüntü sergiler. Agrega içerisinde hafif madde oranı deneyi TS 3528 standardına göre yapılmaktadır.

Deney örneği etüv kurusu duruma getirildikten sonra tartılır (M_1) ve içinde deney sıvısı bulunan kabın içine konur ve sıvı içindeki deney örneğindeki hafif maddelerin sıvı yüzeyine çıkması için karıştırılıp çalkalanır. Sıvının içinde veya üzerinde yüzen maddeler tel dokulu kepçe ile alınarak toplanmaktadır. Toplanan malzeme etüv kurusu duruma getirilerek tartılmakta ve M_2 olarak belirlenmektedir. Hafif madde oranı aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır;

$$Mh = (M_2 - M_1) x 100$$

Mh : Hafif madde oranı (%),

M1 : Deney örneğinin etüv kurusu ağırlığı (g),

M_2 : Hafif maddelerin etüv kurusu ağırlığı (g).

Beş farklı sahadan alınan agrega örneklerinin hafif madde oranı deney sonuçları; Kavukkavla sahası için %0,26; Başören sahası için %0,22; Öküşne sahası için %0,18; Dorasan T. sahası için %0,19 ve Kapısuyu sahası için %0,23 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.18).

Çizelge 5.18 Agrega örneklerinin hafif madde oranı deney sonuçları.

Deney adı	**Kavukkavla sahası**	**Başören sahası**	**Öküşne sahası**	**Dorasan T. sahası**	**Kapısuyu sahası**
Hafif madde oranı-Mh(%)	0,26	0,22	0,18	0,19	0,23

ASTM standardına göre, yüzey görünümü önemli olan betonlarda kullanılacak ince agregaların hafif madde miktarı, ağırlıkça %0,5'ten fazla olmamalıdır. Diğer bütün betonlarda kullanılacak ince agregaların hafif madde miktarı maksimum ağırlıkça %1'dir (Erdoğan 1995). Yapılan deney sonucuna göre, her bir sahadan alınan agregaların hafif madde miktarı ağırlıkça %0,5'den küçük olduğu belirlenmiştir.

5.2.1.9 Agregada Organik Madde Tayini

Agrega içinde çürümüş bitki kökleri ve meyveleri veya yaprakları çeşitli asit ve türevleri oluşturur. Agrega içindeki organik kökenli maddenin çok olması durumunda çimentonun katılaşması gecikir veya gerçekleşmeyebilir. Bu da betonun ilk günlerdeki dayanımını olumsuz etkiler (Şimşek 2004). Agreganın Organik Madde Tayini TS EN 1744-1 standardına göre yapılmaktadır.

Deney örneği 8mm'lik elek altına geçen malzemeden standartta belirtilen miktarda alınır ve etüv kurusu hale getirilir. Deney örneği şişenin 130cm³ çizgisine kadar doldurulur ve %3'lük NaOH çözeltisi şişenin 200cm^3 çizgisine kadar doldurulur. Şişenin ağzı lastik tıkaç ile iyice kapatılır ve şişe iyice çalkalanır. En az 24 saat sonra deney örneği üzerindeki sıvının rengi tespit edilir. Referans renklere göre organik maddenin varlığı belirlenir. Sıvıdaki renk; renksizden açık sarıya doğru ise organik madde yoktur, koyu sarıdan açık kahverengiye doğru ise çok azdır, koyu kahverengi-kırmızı renklerde ise organik madde vardır.

Beş ayrı bölgeden alınan agrega örneklerinde sodyum hidroksit çözeltisiyle yapılan organik madde tayini deneyinde, deney sıvısı renginin renksiz olduğu gözlenmiş ve agregalarda zararlı oranda organik madde olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5.19).

Çizelge 5.19 Agrega örneklerinin organik madde deneyi sonuçları.

Referans renler	**Kavukkavla sahası**	**Başören sahası**	**Öküşne sahası**	**Dorasan T. sahası**	**Kapısuyu sahası**
Renksizden açık sarıya doğru(yok)	√	√	√	√	√
Koyu sarıdan açık kahverengiye doğru (Çok az)					
Koyu kahverengi, kırmızı (Var)					

5.2.1.10 Agregaların Donma Çözülmeye Karşı Direncinin Tayini

Dona dayanıklılık deneyi tane büyüklüğü 4mm ila 63mm arasında olan beton agregalarının arka arkaya donma ve çözünme etkisine maruz bırakılması halinde gösterdiği davranış biçimi hususunda bilgi elde etmek için yapılmaktadır. Agrega üzerinde, donmadan kaynaklanan basınçlar, diğer faktörlerin yanında, suya doygunluk derecesi ve soğuma hızına da bağlıdır (Şimşek 2004).

Agregaların donma çözünmeye karşı direnci TS 1367-1 standardına göre yapılmaktadır.

Standartta belirtilen aralıklarda ve miktarda deney örneği yıkanır ve birbirine yapışık taneler ayıklanır ve 105^0C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulur sonrasında tartılır (M_1). Hazırlanan örnek, su içerisinde 24 saat süreyle atmosfer basıncında tutulur. Her iki kutudaki su seviyesinin, deney örneğinin en az 10mm üzerinde olup olmadığı kontrol edilir ve kutu kapakları kapatılır. Deney örneklerini ihtiva eden metal kutular dolaba konur. Dolaptaki örnekler; Sıcaklık (150 ± 30) dk. (20 ± 3) C°'den 0 C°'ye düşürülür ve (210 ± 30)dk süreyle 0 C°'de tutulur. Sıcaklık (180 ± 30) dk. 0 C°'den (- 17,5 ± 2,5) C°'ye düşürülür ve en az 240dk. süreyle (-17,5 ±2,5) C°'de tutulur bu işlem 10 defa donma-çözülme döngüsüne tabii tutulur. Her bir donma döngüsü tamamlandıktan sonra, kutu muhtevası yaklaşık 20C°'deki suya batırılmak suretiyle çözülür. Onuncu döngünün tamamlanmasından sonra kutu içindeki malzemeler, deney örneğini hazırlamak için kullanılan alt elek büyüklüğünün yarısı kadar göz açıklığına sahip deney eleğine boşaltılır. Örnek elek üzerinde elle yıkanır ve elenir. Elek üzerinde kalan agrega etüv kurusu hale getirilir ve tartılır (M_2).

Donma-çözülme deneyi sonucundaki kütlece yüzde kaybı aşağıdaki eşitlikten hesaplanır;

$$F = [(M_1-M_2)/M_1]x100$$

F : Donma-çözülme deneyi sonucundaki kütlece yüzde kaybı,

M_1: Örneklenin ilk kuru kütlesi,

M : Belirtilen elekte kalan örneğin kuru kütlesi.

Beş ayrı sahadan alınan tane aralığı 8mm ile 16mm arasında değişen agrega örneklerinin donma-çözülme deneyi sonucundaki kütlece yüzde kaybı; Kavukkavla sahasına ait agregalarda %0,28; Başören sahasına ait agregalarda %0,23; Öküşne sahasına ait agregalarda %0,22; Dorasan Tepe sahasına ait agregalarda %0,25 ve Kapısuyu sahasına ait agregalarda %0,26 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.20).

TS 3655'de agreganın sodyum sülfat (Na_2SO_4) ile yapılan dona dayanıklılık deneyinde don kaybı kum için %5, çakıl için ise %18 olarak sınırlanmıştır. Beş ayrı sahaya ait agrega örneklerin donma-çözünme sonucu kütlece yüzde kayıpları sınır değerlerin oldukça altında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5.20 Agrega örneklerinin donma-çözünme direnç deneyi sonuçları.

Deney adı	**Kavukkavla sahası**	**Başören sahası**	**Öküşne sahası**	**Dorasan T. sahası**	**Kapısuyu sahası**
Donma-çözülme deneyi sonucundaki kütlece yüzde kaybı-F (%)	0,28	0,23	0,22	0,25	0,26

5.2.1.11 Agregada Aşınma Direncinin Tayini (Los Angeles)

Agregaların darbeli aşınmaya karşı direncini belirlemek amacıyla yapılan deneydir. Los Angeles aşınma deneyi agreganın dayanıklılığı ve sertliği hakkında bilgi verir. Aşınmaya karşı mukavemeti yüksek olan agreganın basınç mukavemetine yüksek olur (Şimşek 2004). Agregalarda aşınma direnci tayini (Los Angeles) deneyi TS EN 1097-2 standardına göre yapılmaktadır.

Deney için 10mm ile 14mm arasında 5000g deney örneği alınır ve etüv kurusu hale getirilir. Makineye önce 12 adet bilyeler yerleştirilir ve sonra deney örneği konur, kapak kapatılır ve makine 500 devir döndürülür. Döndürme işlemi tamamlandıktan sonra agrega tepsiye

dökülür. Malzeme 1,6mm'lik elek kullanılarak yıkanır ve elenir. Elekte kalan örnek etüv kurusu hale getirilir ve tartılır (m).

Los Angeles katsayısı aşağıdaki eşitlikten hesaplanır;
LA = (5000-m)/50
LA =Los Angeles değeri
m; 1,6mm'lik elek üzerinde kalan fraksiyon (g),

Agrega örneklerinin Los Angeles deneyi sonucundaki Los Angeles değerleri; Kavukkavla sahasına ait agregalarda %20; Başören sahasına ait agregalarda %18; Öküşne sahasına ait agregalarda %23; Dorasan Tepe sahasına ait agregalarda %24 ve Kapısuyu sahasına ait agregalarda %22 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.21).

Çizelge 5.21 Agrega örneklerinin Los-Angeles deneyi sonuçları.

Deney adı	**Kavukkavla sahası**	**Başören sahası**	**Öküşne sahası**	**Dorasan T. sahası**	**Kapısuyu sahası**
Los Angeles değeri-LA(%)	20	18	23	24	22

ASTM C 33 (1986)'de beton agregaları için 500 devir sonunda kaybın %30'dan az olması gerektiği belirtilmektedir. TS 706'da aşınma kaybı, 100 devir sonunda maksimum %10, 500 devir sonunda maksimum %50 olması durumunda uygun koşulları sağladığı belirtilmektedir. Beş ayrı sahadan alınan agregaların Los Angeles aşınma kayıpları %18 ile %24 arasında değişmekte olup %30 değerinin altındadır.

5.2.1.12 Klorür Miktarının Tayini

Klorürler, büyük oranda agrega kaynağına bağlı olarak, agregalarda sodyum ve potasyum tuzları halinde bulunabilir. Bu tür tuzlar, betonun toplam klorür ve alkali muhtevasını artırır. Bu ise betonun ihtiva ettiği metalin korozyona uğrama riskini ortaya çıkarıcı bir etkendir. Agregaların klorür miktarının tayini TS EN 1744-1 standardında göre yapılmaktadır.

"Mohr Metodu Kullanılarak Suda Çözülebilen Klorür Tuzlarının Tayini" metodunda; deney örneği TS EN 932-1 standardında belirtilen şekilde 250gr azaltılır. Deney örneği 1l kapasiteli geniş ağızlı ağırlığı belirlenmiş olan şişeye aktarılır ve şişe içindeki deney örneği ile birlikte

tartılır. Deney örneğinin kütlesi şişenin içi boş ağırlığından, içinde deney örneği var iken ağırlığının çıkartılması ile bulunur. Şişeye agreganın kütlesine eşit kütlede su ilave edilir. Şişe su sızdırmayacak şekilde sıkıca kapatılarak en az 20 defa sallanarak içindekiler karıştırılır ve üstte berrak su oluşuncaya kadar dinlenmeye bırakılır. Dinlendirilen karışımdan 25ml pipet yardımıyla alınarak 100ml'lik erlene aktarılır. Üzerine 4-6 damla potasyumkromat çözeltisi ilave edilerek karıştırılır. Açık kırmızı renk olana kadar 0,01mol/l'lik gümüşnitrat çözeltisi ile titre edilir. Kullanılan gümüş nitrat çözeltisinin hamcı V_8 olarak kaydedilir. Agreganın klorür muhtevası, C aşağıdaki eşitlikten hesaplanır;

$$C= 0,01 \times 0,03545 \times V_8 \times W \times 4 \ (\%)$$

Burada;

V_8 ; kullanılan 0,01mol/l gümüş nitrat çözeltisinin hacmi,

W ; su/agrega oranı (g/g)

Beş farklı sahadan alınan agregaların klorür miktarları sırasıyla; Kavukkavla sahası için %0,064, Başören sahası için %0,062, Öküşne sahası için %0,063, Dorasan Tepe sahası için %0,064 ve Kapısuyu sahası için %0,065 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.22).

Çizelge 5.22 Agrega örneklerinin klorür miktarı deney sonuçları.

Örnekleme sahaları	Klorür Miktarları (C , %)
Kavukkavla sahası	0,064
Başören sahası	0,062
Öküşne sahası	0,063
Dorasan T.sahası	0,064
Kapısuyu sahası	0,065

TS 706'ya göre agregalarda suda çözülen klorürü miktarı maksimum %0,2'den fazla bulunmamalıdır. Beş ayrı sahadan alınan agregaların klorür içerikleri %0,062 ila %0,065 arasında değişmek olup sınır değerin altındadır.

5.2.1.13 Sülfat Miktarının Tayini

Sülfat, suda genellikle fazla bulunabilen kimyasal bir tuzdur. Sülfatların agregalar içinde bulunması, bu maddenin çimento ile sülfoalüminat denilen genişleyen bir tuzun oluşmasına neden olması bakımından zararlıdır. Zamanla büyüyen kristaller şeklinde gelişen bu olay sonucu beton parçalanabilir. Agregaların içerdiği sülfat miktarının tayini TS EN 1744-1 standardına göre yapılmaktadır.

Tane büyüklüğüne bakılmaksızın 1kg deney örneği alınır ve etüv kurusu durma getirilir. Kuru olarak alınan deney örneği 2mm'yi geçecek boyuta getirilene kadar öğütülür ve 2mm'lik elekten elenir. Elekten geçen örnekten, rastgele 100g alınır ve 0,09mm elekten elenir. 0,09mm elekten geçen malzemeden yaklaşık 1g alınarak tartılır (M_0). Etüv kurusu durumundaki 1g'lık malzeme 250ml'lik bir behere alınır ve üzerine 10ml derişik hidroklorik asit ilave edilir. 110^0C sıcaktaki ısıtıcının üzerinde asidin tümü buharlaşıncaya kadar ısıtılır.

İşlem behere yeniden 10ml derişik hidroklorik asit ilave edilip aynı şekilde buharlaştırılana kadar bir kez daha tekrarlanır. İlave edilen asit ikinci ısıtma işleminin sonunda da tümü buharlaştığında üçüncü ve son kez 10ml hidroklorik asit ilave edilir ve bu kez yaklaşık 5 dakika ısıtılır. Beher ocaktan indirildikten sonra beherin iç yüzeyini yıkayarak 50ml sıcak saf su ilave edilir ve iki kat beyaz bant süzgeç kâğıdından süzülür. Süzgeç kâğıdı üzerinde kalmış olan çözelti sıcak saf su ile 5 kez yıkanır ve süzüntü 400ml'lik behere toplanır. Süzüntüye yaklaşık 5 damla hidroklorik asit eklenerek asitlendirilir ve kaynama noktasına kadar ısıtılır.

Daha sonra 100g/l'lik 10ml baryum klorür çözeltisi damla damla karıştırılarak ilave edilir ve çökme tamamlanıncaya kadar beklenir. Çökme tamamlandıktan sonra beher ve içindekiler su banyosunda en az 3 saat daha bekletilir ve mavi bant süzgeç kağıdından süzülür. Süzgeç kağıdı üzerinde kalan baryum sülfat çökeleği sıcak saf su ile iyice yıkandıktan sonra, süzgeç kağıdı ile birlikte, ağırlığı önceden belirlenmiş olan platin kroze'ye konur, önce süzgeç kağıdının alev almasına özen gösterilerek yakılır. Sonra 800-900^0C arasındaki sıcaklık ile kızdırılır, soğutulur 0.0001g duyarlılıkla tartılır ve ilk ağırlıkla arasındaki fark saptanır(M_1).

Hesaplama agreganın sülfat miktarı, etüv kurusu agrega ağırlığının yüzdesi olarak aşağıdaki eşitlik ile ve 0,1 hanesine yuvarlatılarak hesaplanır:

$$S = \left(0{,}3430x\frac{M_1}{M_0} \right) x100(\%) \text{ ; burada}$$

S; Agreganın Sülfat miktarı (etüv kurusu agrega ağırlığının (%),

M_1; Krozenin, deney bitimi ve deney başlangıcı arasındaki fark (g),

M_0; Etüv kurusu duruma getirilmiş ve öğütülmüş deney örneksinin 0,09mm göz açıklıklı elekten geçen yaklaşık 1g'lık kısmının ağırlığı (g).

Beş ayrı sahadan alınan agregaların sülfat miktarları sırasıyla; Kavukkavla sahası için %0,7, Başören sahası için %0,6, Öküşne sahası için %0,7, Dorasan Tepe sahası için % 0,5 ve Kapısuyu sahası için %0,6 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.23).

TS 706'ya göre agregalarda sülfat miktarı ağırlıkça %1'den fazla olmamalıdır. Beş farklı sahadan alınan agregaların sülfat içerikleri %0,5 ila %0,7 arasında değişmek olup sınır değerin altındadır.

Çizelge 5.23 Agrega örneklerinin sülfat miktarı deney sonuçları.

Örnekleme sahası	Sülfat Miktarları (S, %)
Kavukkavla sahası	0,7
Başören sahası	0,6
Öküşne sahası	0,7
Dorasan T.sahası	0,5
Kapısuyu sahası	0,6

5.2.1.14 Agregaların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Zonguldak-Bartın illerinde yer alan Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonunun mostra verdiği 5 ayrı sahadan alınan agrega örneklerinin; beton agregası olarak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan fiziksel ve kimyasal deney sonuçları Çizelge 5.24, Çizelge 5.25, Çizelge 5.26, Çizelge 5.27 ve Çizelge 5.28'de verilmektedir.

Çizelge 5.24 Kavukkavla sahasına ait agregaların fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Deney Adı		**Kırma Kum**	**I.Nolu Agrega**	**II.Nolu Agrega**	**Standart**
Özgül Ağırlık (g/cm^3)		2,57	2,67	2,68	TS 3526
Su Emme Oranı (%)		2,22	0,86	0,45	TS 3526
Birim hacim ağırlık (g/cm^3)	Gevşek	1,628	1,384	1,428	TS 3529
	Sıkışık	1,857	1,542	1,523	
Kompazite(%)		0,63	0,52	0,53	
Şekil indeksi-SI (%)			19	15	TS 3814 EN 933-4
Yassılık indisi-FI (%)			28	28	TS 9582 EN 933-3
Ince Madde Oranı (%)		13,77	2,08	1,47	TS 3527
Metilen Mavisi (ml/g)		0,54			TS EN 933-9
Hafif Madde Oranı (%)		0,26			TS 3528
Organik Madde		YOK			TS EN 1744 - 1
Agregaların Donma Çözülmeye Karşı Direnci (%)		0,28			TS EN 1367-1
Los Angales değeri (500 Devir) (%)		20			TS EN 1097-2
Klorür Miktarı (%)		0,064			TS EN 1744-1
Sülfat miktarı (%)		0,7			TS EN 1744-1

Çizelge 5.25 Başören sahasına ait agregaların fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Deney Adı		**Kırma Kum**	**I.Nolu Agrega**	**II.Nolu Agrega**	**Standart**
Özgül Ağırlık (g/cm^3)		2,60	2,68	2,70	TS 3526
Su Emme Oranı (%)		2,26	0,52	0,35	TS 3526
Birim Ağırlık (g/cm^3)	Gevşek	1,632	1,443	1,401	TS 3529
	Sıkışık	1,847	1,531	1,537	
Kompazite(%)		0,64	0,54	0,52	
Şekil indeksi-SI (%)			18	13	TS 3814 EN 933-4
Yassılık indeksi –FI (%)			23	23	TS 9582 En 933-3
Ince Madde Oranı (%)		11,85	1,13	0,57	TS 3527
Metilen Mavisi (ml/g)		0,59			TS EN 933-9
Hafif Madde Oranı (%)		0,22			TS 3528
Organik Madde		YOK			TS EN 1744 - 1
Agregaların Donma Çözülmeye Karşı Direnci (%)		0,23			TS EN 1367-1
Los Angales değeri (500 Devir) (%)		18			TS EN 1097-2
Klorür Miktarı (%)		0,062			TS EN 1744-1
Sülfat miktarı (%)		0,6			TS EN 1744-1

Çizelge 5.26 Öküşne sahasına ait agregaların fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Deney Adı		**Kırma Kum**	**I.Nolu Agrega**	**II.Nolu Agrega**	**Standart**
Özgül Ağırlık (g/cm^3)		2,61	2,68	2,72	TS 3526
Su Emme Oranı (%)		1,77	0,59	0,33	TS 3526
Birim Ağırlık (g/cm^3)	Gevşek	1,641	1,441	1,392	TS 3529
	Sıkışık	1,853	1,548	1,529	
Kompazite(%)		0,63	0,54	0,51	
Şekil indeksi-SI (%)			26	18	TS 3814 EN 933-4
Yassılık indeksi –FI (%)			27	26	TS 9582 En 933-3
Ince Madde Oranı (%)		15,14	1,26	0,33	TS 3527
Metilen Mavisi (ml/g)		0,52			TS EN 933-9
Hafif Madde Oranı (%)		0,18			TS 3528
Organik Madde		YOK			TS EN 1744 - 1
Agregaların Donma Çözülmeye Karşı Direnci (%)		0,22			TS EN 1367-1
Los Angales değeri (500 Devir) (%)		23			TS EN 1097-2
Klorür Miktarı (%)		0,063			TS EN 1744-1
Sülfat miktarı (%)		0,7			TS EN 1744-1

Çizelge 5.27 Dorasan Tepe sahasına ait agregaların fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Deney Adı		**Kırma Kum**	**I.Nolu Agrega**	**II.Nolu Agrega**	**Standart**
Özgül Ağırlık (g/cm^3)		2,63	2,69	2,71	TS 3526
Su Emme Oranı (%)		1,56	0,66	0,34	TS 3526
Birim Ağırlık (g/cm^3)	Gevşek	1,635	1,438	1,385	TS 3529
	Sıkışık	1,835	1,547	1,540	
Kompazite(%)		0,62	0,54	0,50	
Şekil indeksi-SI (%)			20	12	TS 3814 EN 933-4
Yassılık indeksi –FI (%)			26	26	TS 9582 En 933-3
Ince Madde Oranı (%)		13,51	1,64	0,68	TS 3527
Metilen Mavisi (ml/g)		0,55			TS EN 933-9
Hafif Madde Oranı (%)		0,19			TS 3528
Organik Madde		YOK			TS EN 1744 – 1
Agregaların Donma Çözülmeye Karşı Direnci (%)		0,25			TS EN 1367-1
Los Angales Katsayısı (500 Devir) (%)		24			TS EN 1097-2
Klorür Miktarı (%)		0,064			TS EN 1744-1
Sülfat miktarı (%)		0,5			TS EN 1744-1

Çizelge 5.28 Kapısuyu sahasına ait agregaların fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Deney Adı		**Kırma Kum**	**I.Nolu Agrega**	**II.Nolu Agrega**	**Standart**
Özgül Ağırlık (g/cm^3)		2,61	2,70	2,69	TS 3526
Su Emme Oranı (%)		2,16	0,79	0,35	TS 3526
Birim Ağırlık (g/cm^3)	Gevşek	1,630	1,446	1,390	TS 3529
	Sıkışık	1,842	1,526	1,521	
Kompazite(%)		0,62	0,54	0,52	
Şekil indeksi-SI (%)			23	17	TS 3814 EN 933-4
Yassılık indeksi- FI (%)			25	25	TS 9582 En 933-3
Ince Madde Oranı (%)		14,54	1,29	0,89	TS 3527
Metilen Mavisi (ml/g)		0,53			TS EN 933-9
Hafif Madde Oranı (%)		0,23			TS 3528
Organik Madde Oranı		YOK			TS EN 1744 - 1
Agregaların Donma Çözülmeye Karşı Direnci (%)		0,26			TS EN 1367-1
Los Angales Katsayısı (500 Devir) (%)		22			TS EN 1097-2
Klorür Miktarı (%)		0,065			TS EN 1744-1
Sülfat miktarı (%)		0,6			TS EN 1744-1

5.2.3 Beton Deneyleri

Kuzeybatı Anadolu'da Zonguldak-Bartın illerinde yer alan Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşından elde edilen agregalar ile TS EN 206-1 standardına uygun olarak üretilecek C 25,C 30 ve C 35 beton sınıflarının karışım hesapları yapılmıştır. Üretilen taze betonlarda TS EN 12350-2 standardına göre Kıvam deneyi, sertleşmiş betonlarda ise TS EN 12504-2 standardına göre basınç dayanımları belirlenmiştir.

Beton üretiminde kullanılacak olan agregaların karışım granülometrisi, TS 802 standardında verilen B32 granülometri eğrisine uyacak şekilde hazırlanmıştır. Agregaların karışım granülometrisi hazırlanmasında beş farklı sahadan alınan agregaların karışım oranları aynı olacak şekilde en uygun karışım oranı, bilgisayar yardımıyla deneme yanılma yoluyla tespit edilmiştir. Çalışmada dolomitik kireçtaşından elde edilen agregalar, CEM II sınıfında çimento, su ve süper akışkanlaştırıcı kimyasal katkı kullanılmıştır. C 25, C 30 ve C 35 dayanım sınıfında 1m^3 betonun üretiminde kullanılacak olan beton karışım hesabı; Sika-Yapı Kimyasalları- Teknik servisi tarafından hazırlanan paket program kullanılarak yapılmıştır.

Çalışmada beton üretimi manuel betoniyer kullanılarak yapılmış ve her sınıf beton için 15cmX15cmX15cm boyutlarında 3'er adet küp beton örnekleri hazırlanmıştır.

5.2.3.1 Beton Karışım Hesabı

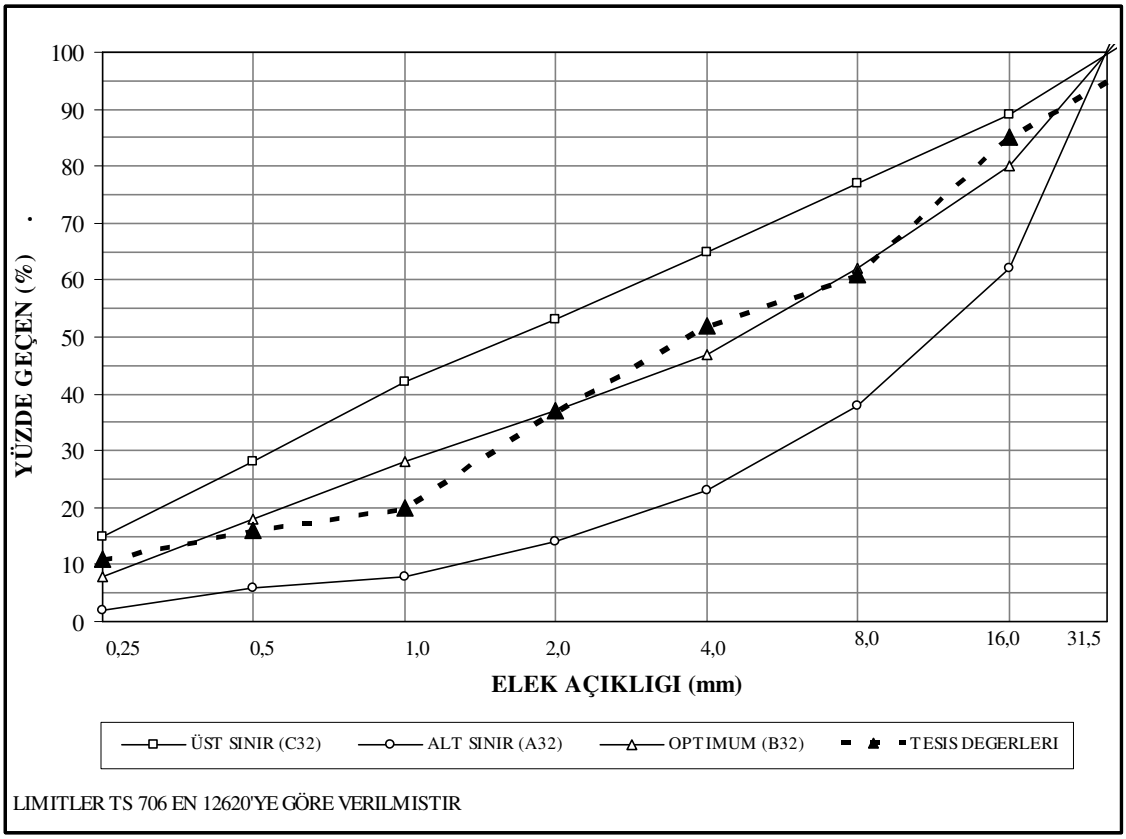
Yılanlı Formasyonuna ait dolomitik kireçtaşlarından üretilen kırma kum, I nolu agrega, II nolu agrega, çimento, su ve katkı malzemesi kullanılarak, manuel betoniyer ile TS EN 206-1'e göre beton örnekleri hazırlanmıştır.

Beş farklı sahaya ait agregaların TS 706 ve TS 802 standartlarında verilen "max tane büyüklüğü 32mm olan karışık agrega grnülometrisi" eğrisine uyacak şekilde karışım oranları belirlenmiş (Çizelge 5.29, Çizelge 5.30, Çizelge 5.31, Çizelge 5.32, Çizelge 5.33) ve karışım granülometri eğrileri hazırlanmıştır (Şekil 5.16, Şekil 5.17, Şekil 5.18, Şekil 5.19, Şekil 5.20). Her bir bölgeye ait agregaların gronülometrik analizlerinden sonra hazırlanan karışım gronülometri eğrilerine göre, tane dağılımı sürekli ve uygun bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

Karışım hesabı yapılırken üretimi yapılacak her bir sınıf beton için; 1 m^3 beton için çimento miktarı ve su/çimento oranı sabit tutulmuş, her bir sahaya ait agregaların özgül ağırlıkları ve su emme oranlarına göre üretiminde kullanılan agrega, su ve kimyasal katkı miktarları belirlenmiştir (Çizelge 5.34).

Çizelge 5.29 Kavukkavla sahasına ait agregaların karışım oranları.

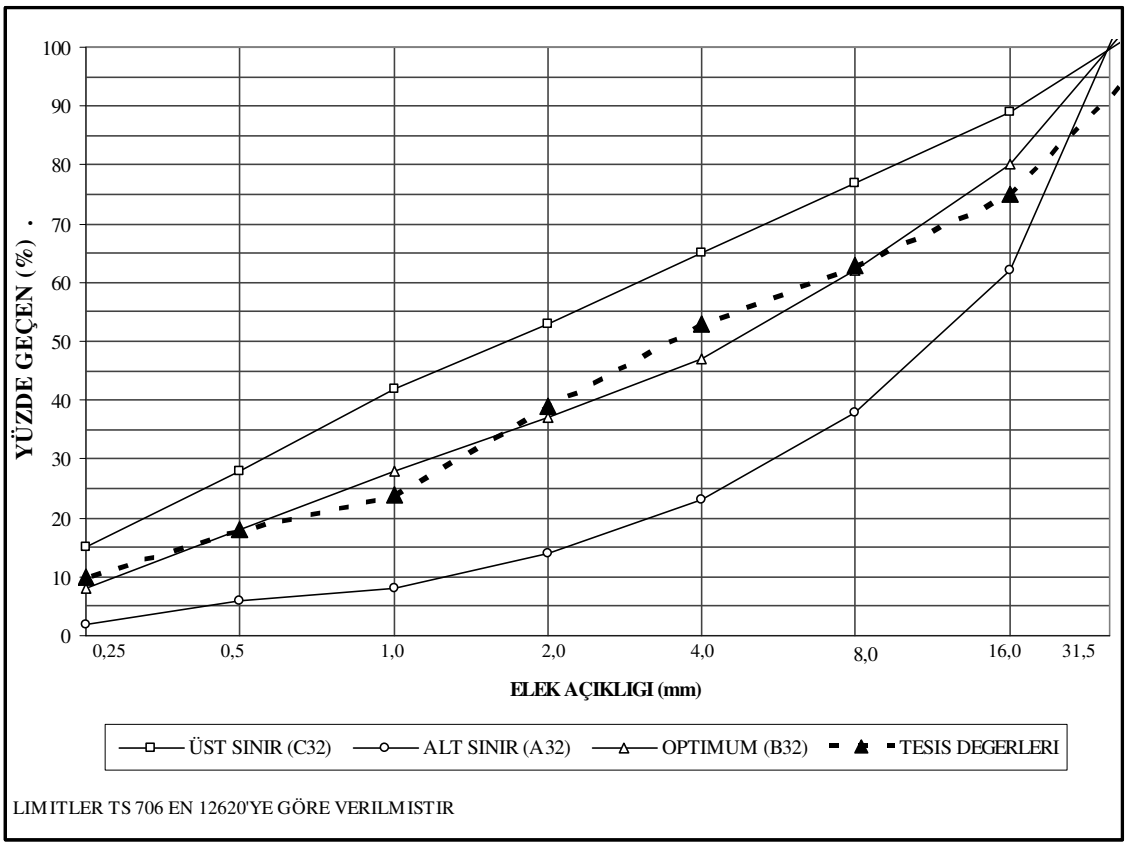
Dane Boyu	**%48**	**%18**	**%34**	**Karışım Oranı% Geçen**			**Karışım Granülometrisi (% Ağırlık)**
	Kırma kum	**I Nolu agrega**	**II Nolu agrega**	**Kırma kum**	**I Nolu agrega**	**II Nolu agrega**	
31,5			100,0			100	100
16		100,0	56,8		100	57	85
8	100,0	72,1	1,2	100	72	1	61
4	99,8	21,0	0,7	100	21		52
2	73,2	6,9		73	7		37
1	41,4	0,2		41			20
0,5	32,6			33			16
0,25	21,4			21			11



Şekil 5.16 Kavukkavla sahasından alınan karışık agregada granülometri eğrisi.

Çizelge 5.30 Başören sahasına ait agregaların karışım oranları sonuçları.

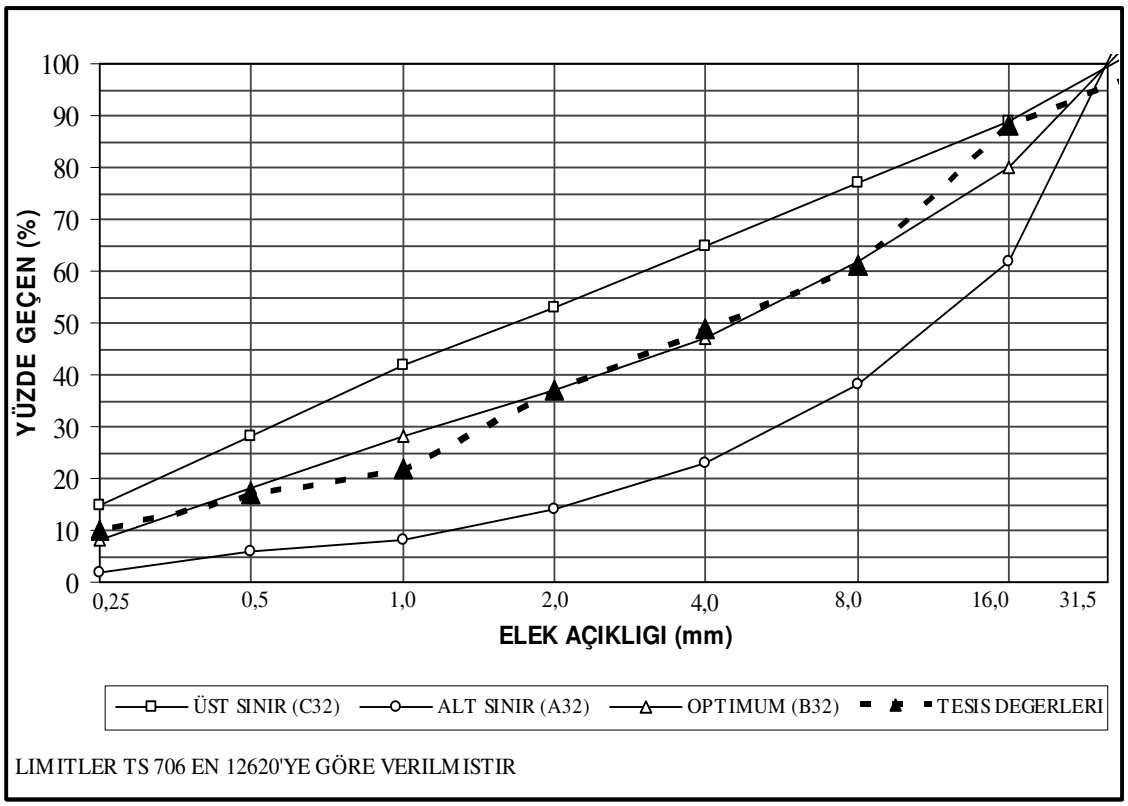
Tane Boyu	**%48**	**%18**	**%34**	**Karışım Oranı% Geçen**			**Karışım Granülometrisi (% Ağırlık)**
	Kırma kum	**I Nolu agrega**	**II Nolu Agrega**	**Kırma kum**	**I Nolu agrega**	**II Nolu Agrega**	
31,5			100,0			100	100
16		100,0	27,2		100	27	75
8	100,0	83,3	0,1	100	83		63
4	100,0	23,8		100	24		53
2	79,7	0,8		80	1		39
1	48,7	0,4		49			24
0,5	35,7			36			18
0,25	20,3			20			10



Şekil 5.17 Başören sahasından alınan karışık agregada granülometri eğrisi.

Çizelge 5.31 Öküşne sahasına ait agregaların karışım oranları.

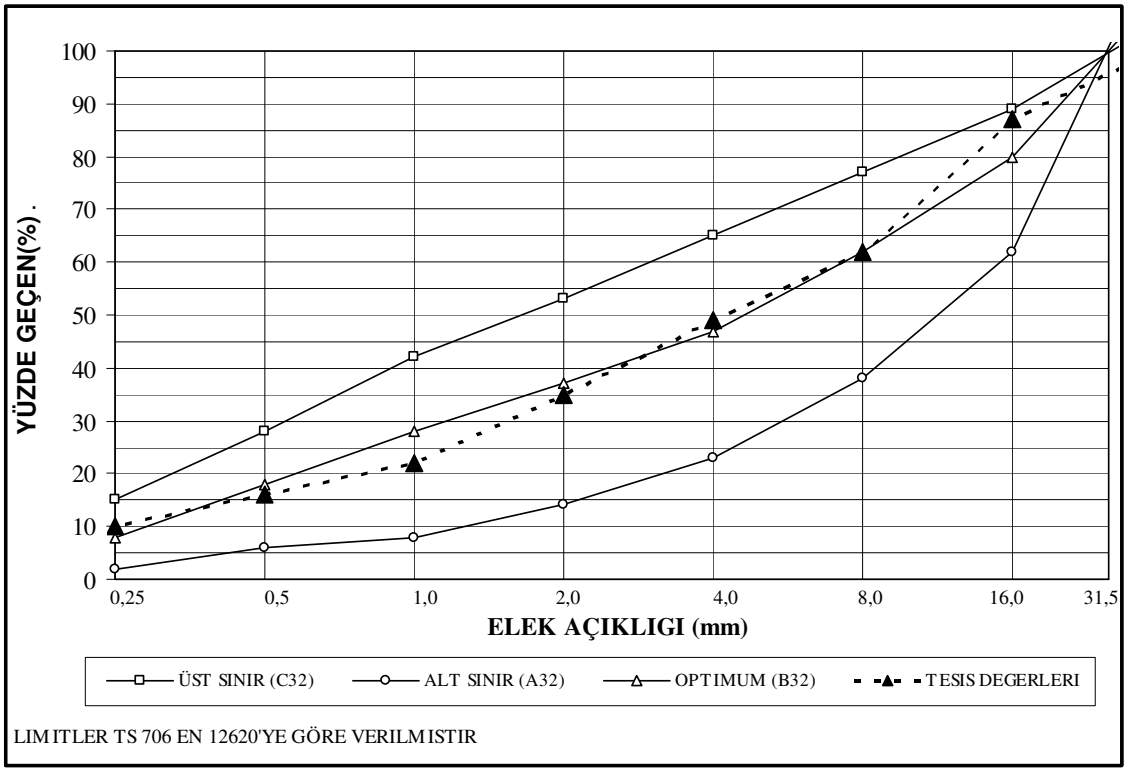
Tane Boyu	**%48**	**%18**	**%34**	**Karışım Oranı% Geçen**			**Karışım Granülometrisi (% Ağırlık)**
	Kırma kum	**I Nolu agrega**	**II Nolu Agrega**	**Kırma kum**	**I Nolu agrega**	**II Nolu Agrega**	
31,5			100,0			100	100
16		100,00	65,6		100	66	88
8	100,0	72,9	0,2	100	73		61
4	99,1	7,0		99	7		49
2	74,6	0,7		75	1		36
1	45,1			45			22
0,5	33,9			34			17
0,25	20,2			20			10



Şekil 5.18 Öküşne sahasından alınan karışık agregada granülometri eğrisi.

Çizelge 5.32 Dorasan Tepe sahasına ait agregaların karışım oranları.

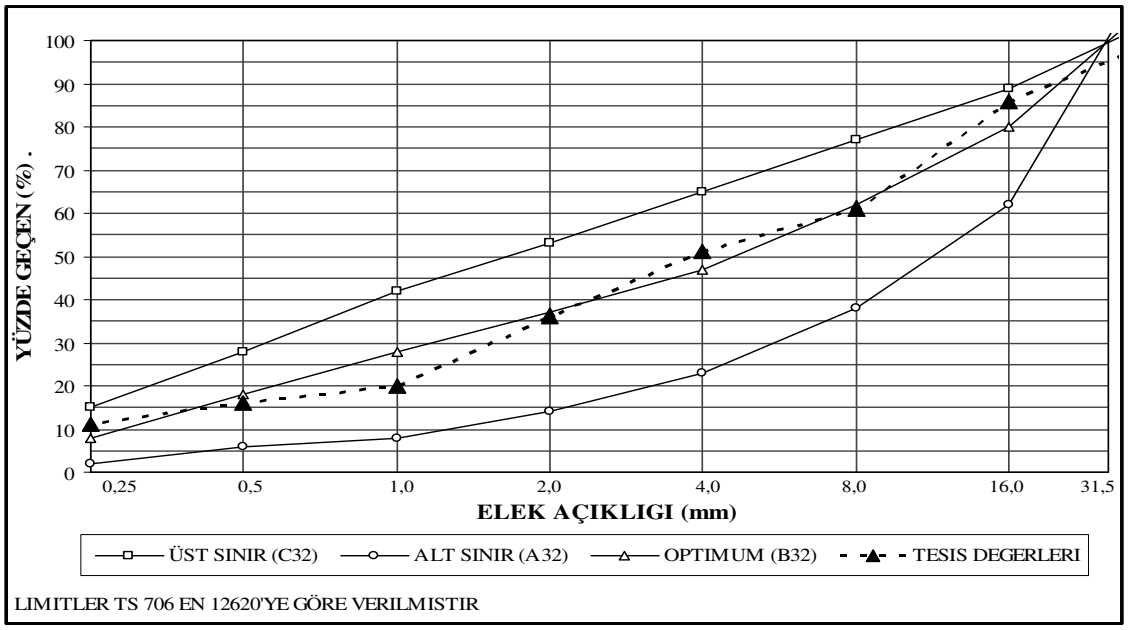
Tane Boyu	**%48**	**%18**	**%34**	**Karışım Oranı% Geçen**			**Karışım Granülometrisi (% Ağırlık)**
	Kırma kum	**I Nolu agrega**	**II Nolu Agrega**	**Kırma kum**	**I Nolu agrega**	**II Nolu Agrega**	
31,5			100,0			100	100
16		100,0	60,7		100	61	87
8	100,0	78,7	0,1	100	79		62
4	99,2	6,2		99	6		49
2	72,5	0,1		73			35
1	44,4			44			22
0,5	32,8			33			16
0,25	20,2			20			10



Şekil 5.19 Dorasan Tepe sahasından alınan karışık agregada granülometri eğrisi.

Çizelge 5.33 Kapısuyu sahasına ait agregaların karışım oranları.

Dane Boyu	**%48**	**%18**	**%34**	**Karışım Oranı% Geçen**			**Karışım Granülometrisi (% Ağırlık)**
	Kırma kum	**I Nolu agrega**	**II Nolu Agrega**	**Kırma kum**	**I Nolu agrega**	**II Nolu Agrega**	
31,5			100,0			100	100
16		100,0	58,6		100	59	86
8	100,0	71,3	1,7	100	71	2	61
4	99,7	19,5	0,1	100	20		51
2	72,3	8,0		72	8		36
1	40,2	0,1		40			20
0,5	32,2			32			16
0,25	20,9			11			11



Şekil 5.20 Kapısuyu sahasından alınan karışık agregada granülometri eğrisiç

Beş farklı sahadan alınan agregalar ile üretilecek C 25, C 30 ve C 35 sınıfındaki betonlar için gerekli olan çimento, su, kırma kum, I nolu agrega, II nolu agrega ve kimyasal katkı miktarları (25 lt kapasiteli betoniyer için) Çizelge 5.35, Çizelge 5.36, Çizelge 5.37, Çizelge 5.38 ve Çizelge 5.39'da verilmektedir. TS 802'ye göre karışımları hazırlanarak manuel betoniyerde üretilen C 25, C 30 ve C 35 sınıflarındaki beton örnekleri küp kalıplara dökülerek deneysel çalışmalar için şekillendirilmiştir.

Çizelge 5.34 Üretimi yapılacak beton sınıflarında kullanılan çimento miktarı ve su/çim oranları ($1m^3$ beton için).

Beton sınıfı	**Çimento miktarı (kg)**	**Su/çim oranı**
C25	280	0,60
C30	325	0,55
C35	360	0,50

Çizelge 5.35 Kavukkavla sahasına ait sınıfına göre beton bileşen miktarları.

Beton Sınıfı	**Çimento (kg)**	**Su (kg)**	**Kırma kum (kg)**	**I Nolu agrega(kg)**	**II nolu agrega(kg)**	**Katkı (kg)**
C25	7,000	4,130	21,755	8,592	16,418	0,070
C30	8,125	4,388	20,979	8,285	15,833	0,081
C35	9,000	4,410	20,591	8,132	15,539	0,090

Çizelge 5.36 Başören sahasına ait sınıfına göre beton bileşen miktarları.

Beton Sınıfı	Çimento (kg)	Su (kg)	Kırma kum (kg)	I Nolu agrega(kg)	II nolu agrega(kg)	Katkı (kg)
C25	7,000	4,130	21,995	8,653	16,495	0,070
C30	8,125	4,388	21,211	8,345	15,907	0,081
C35	9,000	4,410	20,818	8,190	15,613	0,090

Çizelge 5.37 Öküşne sahasına ait sınıfına göre beton bileşen miktarları.

Beton Sınıfı	Çimento (kg)	Su (kg)	Kırma kum (kg)	I Nolu agrega(kg)	II nolu agrega(kg)	Katkı (kg)
C25	7,000	4,130	21,190	8,698	16,621	0,070
C30	8,125	4,388	21,400	8,388	16.028	0,081
C35	9,000	4,410	20,003	8,232	15,732	0,090

Çizelge 5.38 Dorasan Tepe sahasına ait sınıfına göre beton bileşen miktarları.

Beton Sınıfı	Çimento (kg)	Su (kg)	Kırma kum (kg)	I Nolu agrega(kg)	II nolu agrega(kg)	Katkı (kg)
C25	7,000	4,130	22.408	8,647	16,560	0,070
C30	8,125	4,388	21,610	8,339	15.969	0,081
C35	9,000	4,410	21.209	8,185	15,674	0,090

Çizelge 5.39 Kapısuyu sahasına ait sınıfına göre beton bileşen miktarları.

Beton Sınıfı	Çimento (kg)	Su (kg)	Kırma kum (kg)	I Nolu agrega(kg)	II nolu agrega(kg)	Katkı (kg)
C25	7,000	4,130	22.102	8,694	16,434	0,070
C30	8,125	4,388	21,315	8,384	15.848	0,081
C35	9,000	4,410	20,920	8,229	15,555	0,090

5.2.3.2 Slump (Çökme) Deneyi

Taze betonun işlenebilirliğinin saptanması için kıvam deneyi-çökme hunisi metodu TS EN 12350-2 standardına göre yapılmaktadır (Şimşek 2004).

Çökme hunisi, üzerine doldurma hunisi de konarak taban plakasının ortasına oturtulur ve iki ayak basma parçasına basılarak sabitlenir (Şekil 5.21). Deney örneği beton harmanının tamamını yansıtacak şekilde kürek vasıtasıyla alınır ve huninin 1/3'üne kadar (yaklaşık 7 cm)

doldurulur. 25 defa şişlenerek sıkıştırılır. Daha sonra huni yaklaşık 2/3'üne kadar taze beton örneği ile doldurulur(tabandan yaklaşık 16cm yüksekliğe) ve şişleme çubuğu alt tabakaya 2,5cm girecek şekilde 25 kez şişlenerek sıkıştırılır (Şekil 5.22). En üst tabakanın doldurulur ve sıkıştırılır. Sıkıştırma işlemi tamamlandıktan sonra taşan fazla beton sıyrılıp alınır ve yüzey tesviye edilir.



Şekil 5.21 Çökme Hunisi Sabitlenmesi.



Şekil 5.22 Şişleme işlemi.

Huni, el tutamaklarından tutularak, düşey şekilde dik olarak yukarıya doğru çekilir. Huninin çekilme işlemi 5-10 saniye arasındaki sürede tamamlanmalı, huni sabit hızla çekilmeli, bu esnada beton kütlesine yanal hareket veya burulma hareketi yapılmamalıdır (Şekil 5.23). Huni alımından hemen sonra, huninin üst düzey seviyesi ile çöken beton kütlesinin en yüksek noktası arasındaki çökme mesafesi (h) ölçülerek kaydedilir (Şekil 5.24).



Şekil 5.23 Çökme huninin çekilmesi.



Şekil 5.24 Çökme mesafesinin ölçümü.

Beş farklı saha için ve 3 ayrı beton sınıfı için Çizelge 5.35, Çizelge 5.36, Çizelge 5.37, Çizelge 5.38 ve Çizelge 5.39'da verilen miktarlarla ile dökülen betonların slump değerleri belirlenmiştir.

Kavukkavla sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25, C 30 ve C 35 sınıfı betonların çökme değeri sırasıyla; 16,00cm 15,00cm ve 13,00cm'dir. Başören sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25, C 30 ve C 35 sınıfı betonların çökme değeri sırasıyla; 17,00cm 15,00cm ve 12,00cm'dir. Öküşne sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25, C 30 ve C 35 sınıfı betonların çökme değeri sırasıyla; 18,50cm 18,00cm ve 14,00cm'dir. Dorasan Tepe sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25, C 30 ve C 35 sınıfı betonların çökme değeri sırasıyla; 17,00cm 16,00cm ve 12,00cm'dir. Kapısuyu sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25, C 30 ve C 35 sınıfı betonların çökme değeri sırasıyla; 16,50cm 17,00cm ve 14,00cm olarak belirlenmektedir (Çizelge 5.40).

Çizelge 5.40 Beş farklı sahanın sınıflarına göre beton çökme değerleri.

Beton Sınıfı	**Kavukkavla sahası**	**Başören sahası**	**Öküşne sahası**	**Dorasan Tepe sahası**	**Kapısuyu sahası**
C25	16 cm	17 cm	18.5 cm	17 cm	16,5 cm
C30	15 cm	15 cm	18.0 cm	16 cm	17,0 cm
C35	13 cm	12 cm	14.0 cm	12 cm	14,0 cm

5.2.3.3 Beton Örneklerinin Hazırlanması ve Prizlenmesi

Beton karışımlarının slumpları ölçüldükten sonra deneysel çalışmalar için her bir beton sınıfı için 5 adet beton örneği TS EN 12390-1 standardına uygun küp kalıplara TS EN 12390-2 standardına uygun olarak 3 kat halinde yerleştirilmiş, şişlenerek kalıplanmıştır (Şekil 5.25) ve 24 saat sonra kalıplardan çıkarılan beton örnekleri hazırlanan kür havuzuna yerleştirilmişlerdir (Şekil 5.26). Beton örnekleri 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük dayanım değerlerini belirlenmek için bu süreler boyunca TS 12390-2 standardına uygun olarak kür havuzunda bekletilmişlerdir.



Şekil 5.25 Beton örneklerinin kalıplara yerleştirilmesi.



Şekil 5.26 Beton örneklerinin kür havuzunda bekletilmesi.

5.2.3.4 Beton Örneklerinin Dayanım sonuçları

Zonguldak-Bartın illerinde yer alan Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşından elde edilen agregalarından C 25, C 30 ve C 35 sınıfında üretilen küp beton örneklerinde, 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımları laboratuvarda TS EN 12390-4 standardına uygun pres kullanılarak TS EN 12504-2 standardına göre belirlenmiştir (Şekil 5.27).



Şekil 5.27 Beton örneklerinin preste kırılması.

Beş farklı sahadan alınan agregalar ile hazırlanan C 25, C 30 ve C 35 sınıfındaki beton örneklerinin 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük ortalama basınç dayanımlarının ortalamaları Çizelge 5.41, Çizelge 5.42 ve Çizelge 5.43'de verilmiştir.

Beş farklı sahadan alınan agregalar ile hazırlanan beton örneklerinin 3 günlük basınç dayanımlarının ortalamaları; Kavukkavla sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 306kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 317kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 370kg/cm^2, Başören sahası alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 299kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 338kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 365kg/cm^2, Öküşne sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 302kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 328kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 362kg/cm^2, Dorasan Tepe sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 303kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 327kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 364kg/cm^2 ve Kapısuyu sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 299kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 320kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 365kg/cm^2, olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.41).

Çizelge 5.41 Beş farklı sahanın sınıfına göre 3 günlük beton basınç değerleri.

Örnekleme sahaları	Sertleşmiş Beton Basınç Dayanımı Değerleri (f_3) (kg/cm^2)		
	C 25 sınıfı beton	**C 30 sınıfı beton**	**C 35 sınıfı beton**
Kavukkavla sahası	306	317	370
Başören sahası	299	338	365
Öküşne sahası	302	328	362
Dorasan Tepe sahası	303	327	364
Kapısuyu sahası	299	320	365

Beş farklı bölgeden alınan agregalar ile hazırlanan beton örneklerinin 7 günlük basınç dayanımlarının ortalamaları; Kavukkavla sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 351kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 367kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 431kg/cm^2, Başören sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 351kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 374kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 430kg/cm^2, Öküşne sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 350kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 371kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 433kg/cm^2, Dorasan Tepe sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 352kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 370kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 433kg/cm^2, Kapısuyu sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 351kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 373kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 434kg/cm^2, olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.42).

Çizelge 5.42 Beş farklı sahanın sınıfına göre 7 günlük beton basınç değerleri.

Örnekleme sahaları	Sertleşmiş Beton Basınç Dayanımı Değerleri (f_7) (kg/cm^2)		
	C 25 sınıfı beton	**C 30 sınıfı beton**	**C 35 sınıfı beton**
Kavukkavla sahası	351	367	431
Başören sahası	351	374	430
Öküşne sahası	350	371	433
Dorasan T. sahası	352	370	433
Kapısuyu sahası	351	373	434

Beş farklı bölgeden alınan agregalar ile hazırlanan beton örneklerinin 28 günlük basınç dayanımlarının ortalamaları; Kavukkavla sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 424kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 443kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 487kg/cm^2, Başören sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 420kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 439kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 480kg/cm^2, Öküşne sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 421kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 442kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 484kg/cm^2, Dorasan Tepe sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 423kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 440kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 486kg/cm^2, Kapısuyu sahasından alınan agregalar ile üretilen C 25 sınıfı beton dayanımı 423kg/cm^2, C 30 sınıfı beton dayanımı 441kg/cm^2, C 35 sınıfı beton dayanımı 487kg/cm^2, olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.43).

Çizelge 5.43 Beş farklı sahanın sınıfına göre 28 günlük beton basınç değerleri.

Örnekleme sahaları	Sertleşmiş Beton Basınç Dayanımı Değerleri (f_{28}) (kg/cm^2)		
	C25	**C30**	**C35**
Kavukkavla sahası	424	443	487
Başören sahası	420	439	480
Öküşne sahası	421	442	484
Dorasan T. sahası	423	440	486
Kapısuyu sahası	423	441	487

TS EN 206-1 standardına göre üretilen C 25,C 30 ve C 35 sınıfı betonların 28 günlük en küçük karakteristik küp basınç dayanımları sırasıyla (kg/cm²); 300, 370 ve 450 olması istenmektedir. Beş farklı sahadan alınan Devoniyen-Alt Korbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonuna ait agregalar ile üretilen farkı sınıftaki betonların 28 günlük basınç dayanımları standarda belirtilen limitin üzerinde olduğu belirlenmektedir.

BÖLÜM 6

ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ

Batı Karadeniz Bölgesinde yayılım gösteren Zonguldak-Bartın illeri arasındaki Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşından elde edilen agregaların özelliklerini araştırmak amacıyla yapılan bu çalışmada, formasyonun mostra verdiği Kavukkavla (Alaplı), Başören (Ormanlı), Öküşne (Kozlu), Dorasan Tepe (Zonguldak, Merkez) ve Kapısuyu (Bartın) sahalarından standartlara göre agrega örnekleri alınmış ve bu örnekler üzerinde TSE standartlarına göre beton agrega deneyleri yapılmıştır. Her bir bölgeden alınan agrega örneklerin deney sonuçları her bir bölge için karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçları ilgili bölümlerinde verilmektedir.

6.1 AGREGA DENEYLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ

Zonguldak-Bartın illerinde yer alan Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonunun mostra verdiği 5 ayrı sahadan alınan agrega örneklerinin beton agregası olarak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla agrega örnekleri üzerinde fiziksel ve kimyasal deneyler yapılmış ve sonuçları Bölüm 5.2.1'de verilmektedir.

6.1.1 Agregaların Özgül Ağırlık ve Su emme Oranı Tayini

Beş ayrı sahadan alınan agrega örneklerinin özgül ağırlık ve su emme deneyi TS 3526 standardına göre yapılmış ve sonuçları Bölüm 5.2.1.2'de verilmiştir.

6.1.1.1 Agregaların Özgül Ağırlık Değerleri

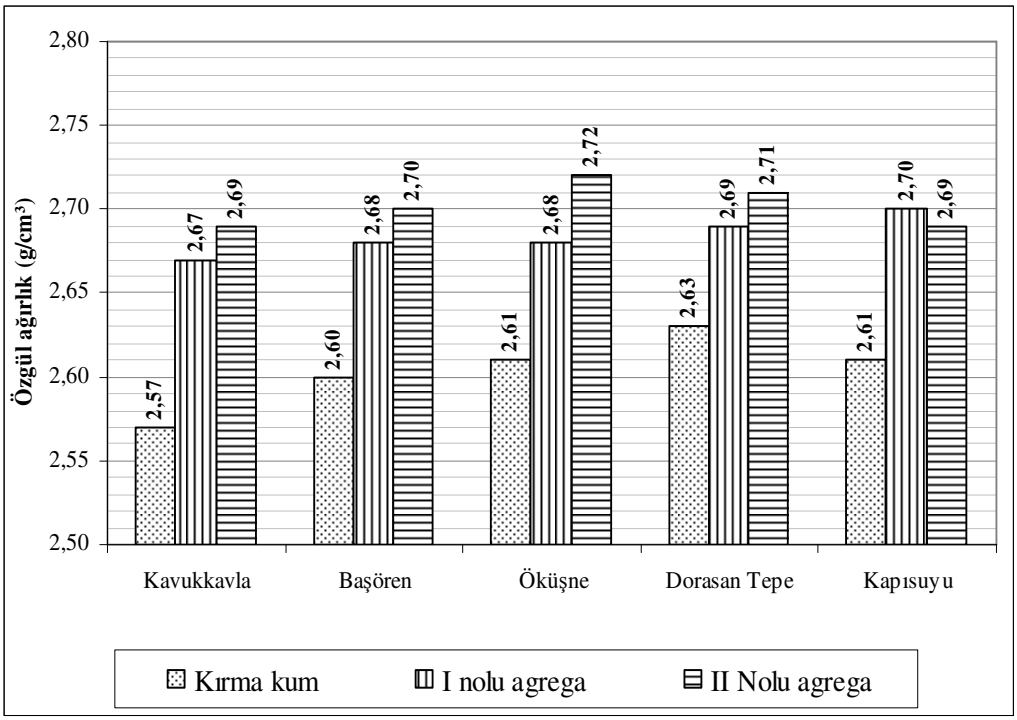
Kırma kum agregalarda en düşük özgül ağırlık değeri Kavukkavla sahasına ait agregalarda 2,57g/cm^3 iken en yüksek özgül ağırlık değeri Dorasan Tepe sahasından alınan agregalarda 2,63g/cm^3 olarak bulunmuştur. I nolu agregalarda en düşük özgül ağırlık değeri Kavukkavla

sahasına ait agregalarda 2,67g/cm^3, en yüksek özgül ağırlık değeri Kapısuyu sahasından alınan agregalarda 2,70g/cm^3 olarak bulunmuştur.

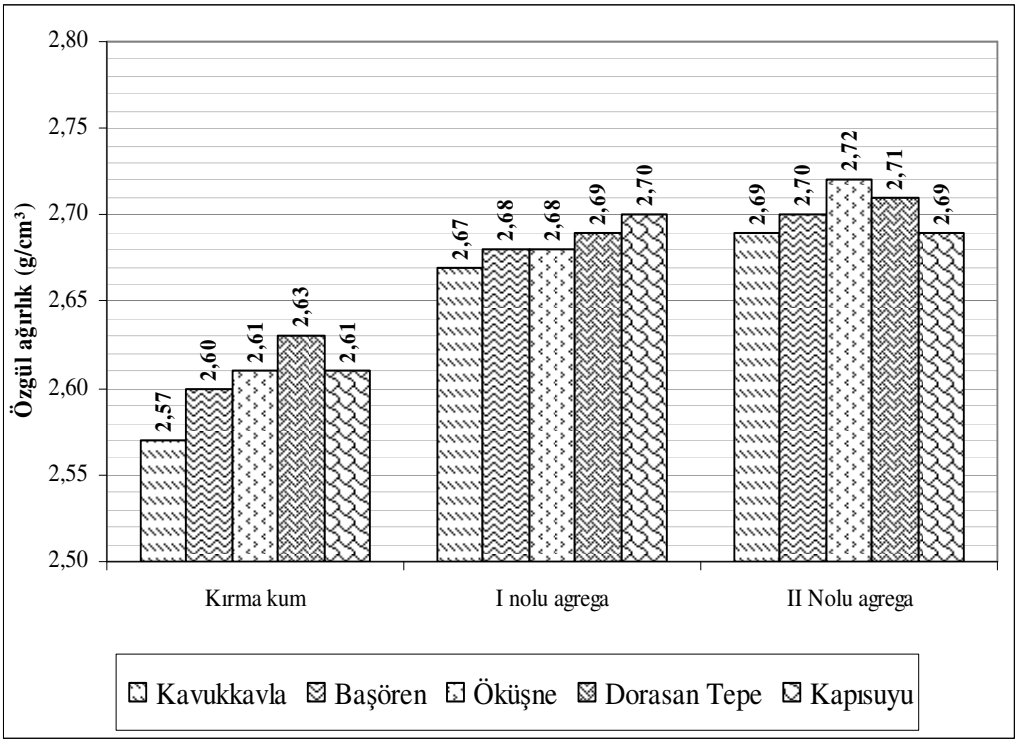
II nolu agregalarda en düşük özgül ağırlık değeri Kavukkavla ve Kapısuyu sahalarına ait agregalarda 2,69g/cm^3 iken en yüksek özgül ağırlık değeri Öküşne sahasından alınan agregalarda 2,7 g/cm^3 olarak bulunmuştur (Şekil 6.1).

Beton agregalarında özgül ağırlık değeri 2,20-2,70g/cm³ arasında olması istenmektedir. Beş farklı sahadan alınan kırma kum agregalarında özgül ağırlık değeri 2,63g/cm³ ila 2, 57g/cm³ arasında, I nolu agregaların özgül ağırlıkları 2,67g/cm³ ila 2,70g/cm³ arasında ve II nolu agregaların özgül ağırlığı 2,69g/cm³ ila 2,72g/cm³ arasında değişmektedir (Şekil 6.2).

Sonuç olarak beş bölgeden alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından üretilen agregaların özgül ağırlıkları beton agregası olarak uygundur.



Şekil 6.1 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre özgül ağırlık değerleri.

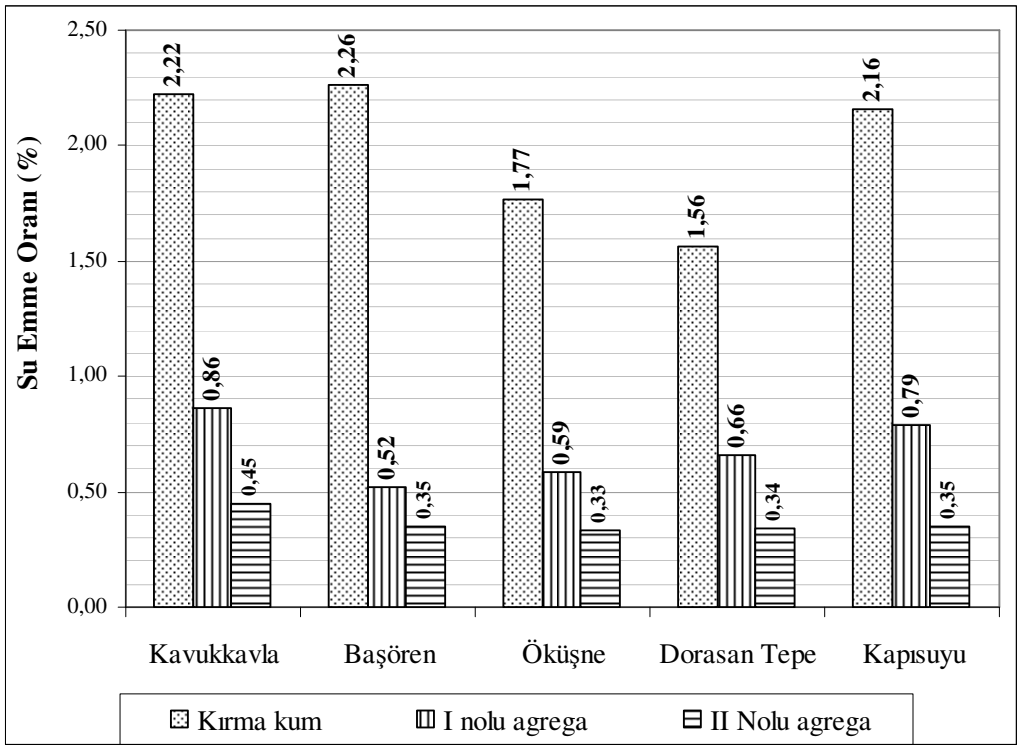


Şekil 6.2 Agrega örneklerinin boyutlarına göre özgül ağırlık değerleri.

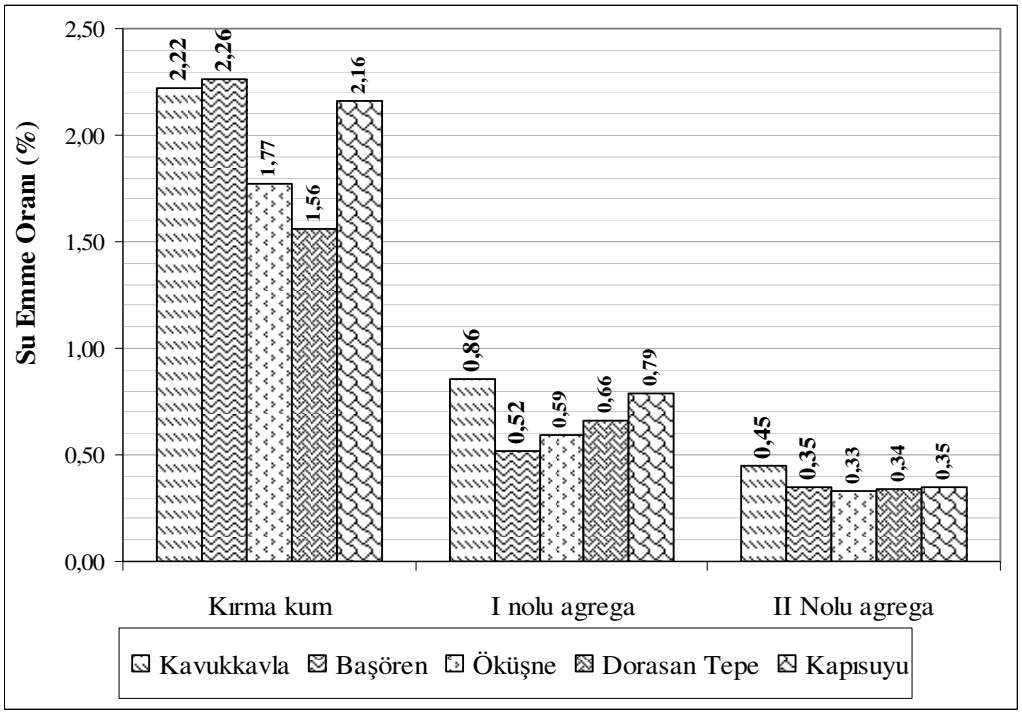
6.1.1.2 Agregaların Su Emme Oranları

Kırma kum agregalarda en düşük su emme oranı Dorasan Tepe sahasına ait agregalarda %1,56 olup en yüksek su emme oranı Başören sahasından alınan agregalarda %2,26 olarak bulunmuştur. I nolu agregalarda en düşük su emme oranı Başören sahasına ait agregalarda %0,52 iken en yüksek su emme oranı Kavukkavla sahasından alınan agregalarda %0,86 olarak bulunmuştur. II nolu agregalarda en düşük su emme oranı Öküşne sahasına ait agregalarda %0,33 iken en yüksek su emme oranı Kavukkavla sahasından alınan agregalarda %0,45 olarak bulunmuştur (Şekil 6.3).

Beton agregası olarak kullanılacak agregaların su emme oranı arasında %3'den daha az olması istenmektedir. Beş farklı sahadan alınan kırma kum agregalarının su emme oranı %1,56 ila %2,26 arasında değişmekte, I nolu agregaların su emme oranı %0,52 ile %0,86 arasında değişmekte ve II nolu agregaların su emme oranı ise %0,33 ila %0,45 arasında değişmektedir (Şekil 6.4). Sonuç olarak beş bölgeden alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından üretilen agregaların su emme oranları limit değerin altında olup beton agregası olarak uygundur.



Şekil 6.3 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre su emme oranları.



Şekil 6.4 Agrega örneklerinin boyutlarına göre su emme oranları.

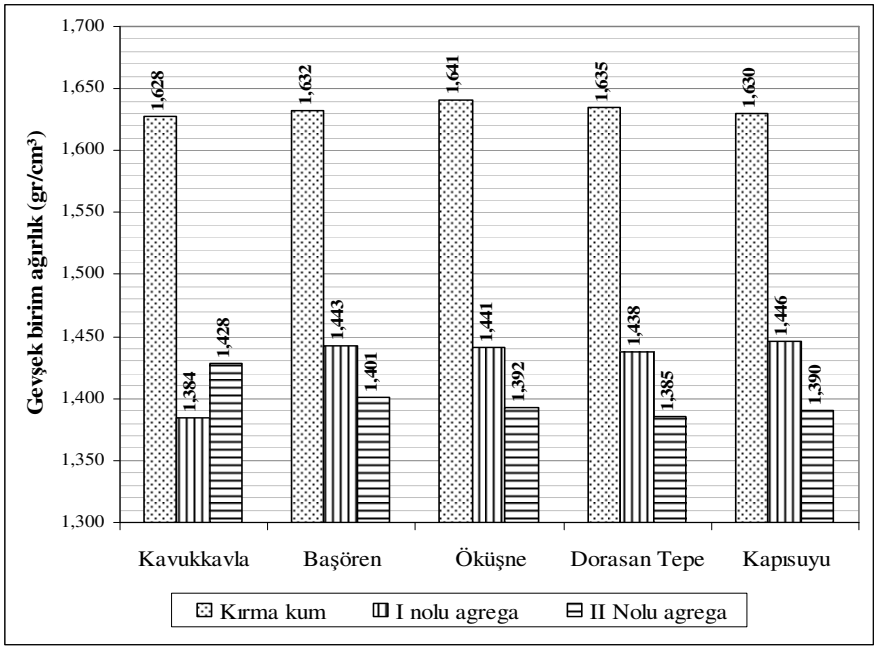
6.1.2 Agregaların Birim Ağırlık Değerleri

Beş farklı bölgeden alınan agrega örneklerinin gevşek ve sıkı birim ağırlık değerleri TS 3529 standardına göre yapılmış ve sonuçları Bölüm 5.2.1.3'de verilmiştir.

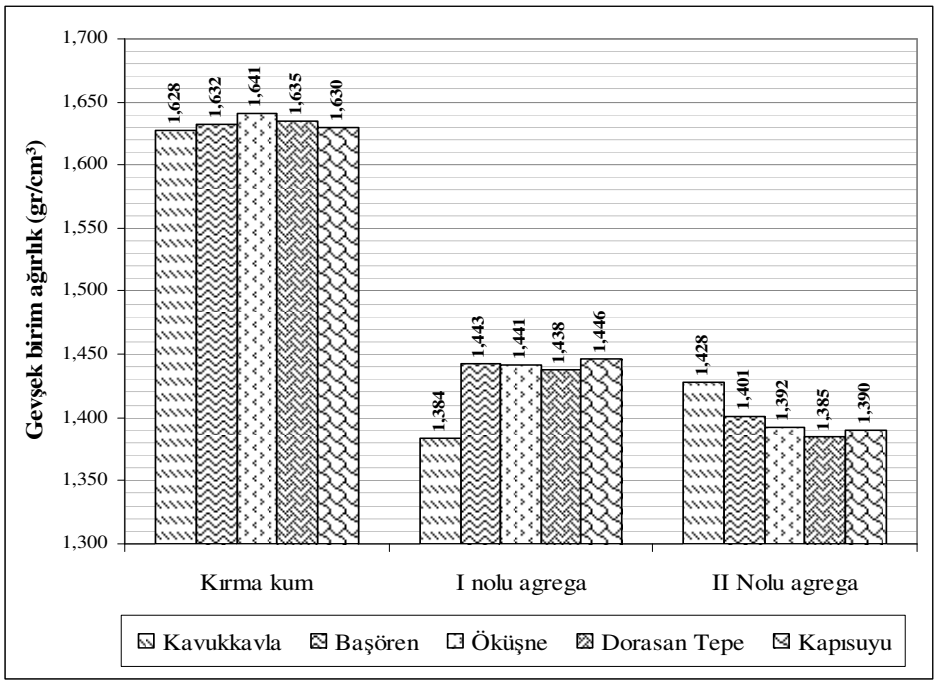
6.1.2.1 Agregaların Gevşek Birim Ağırlık Değerleri

En düşük gevşek birim ağırlık; kırma kum ve I nolu agregada Kavukkavla sahasında, II nolu agregada Dorasan Tepe sahasına ait agregalarda bulunmuştur. En yüksek gevşek birim ağırlık; kırma kum agregada Öküşne sahasına, I nolu agregada Kapısuyu sahasına ve II nolu agregada Kavukkavla sahasınaait agregalarda bulunmuştur (Şekil 6.5).

Genel olarak, beton agregalarının birim ağırlığı 1,300-1,850g/cm³ arasında olması istenmektedir. Beş farklı sahadan alınan agregaların gevşek birim ağırlıkları; kırma kum agregalarında 1,628g/cm³ ila 1,641g/cm³ arasında, I nolu agregalarda 1,384g/cm³ ila 1,446g/cm³ arasında ve II nolu agregalarda 1,385g/cm³ ila 1,428g/cm³ arasında değişmektedir (Şekil 6.6). Sonuç olarak; beş farklı sahadan alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından üretilen agregaların gevşek birim ağırlık değerleri limit değerin arasında olup beton agregası olarak kullanılması uygundur.



Şekil 6.5 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarıan göre gevşek birim ağırlık değerleri.

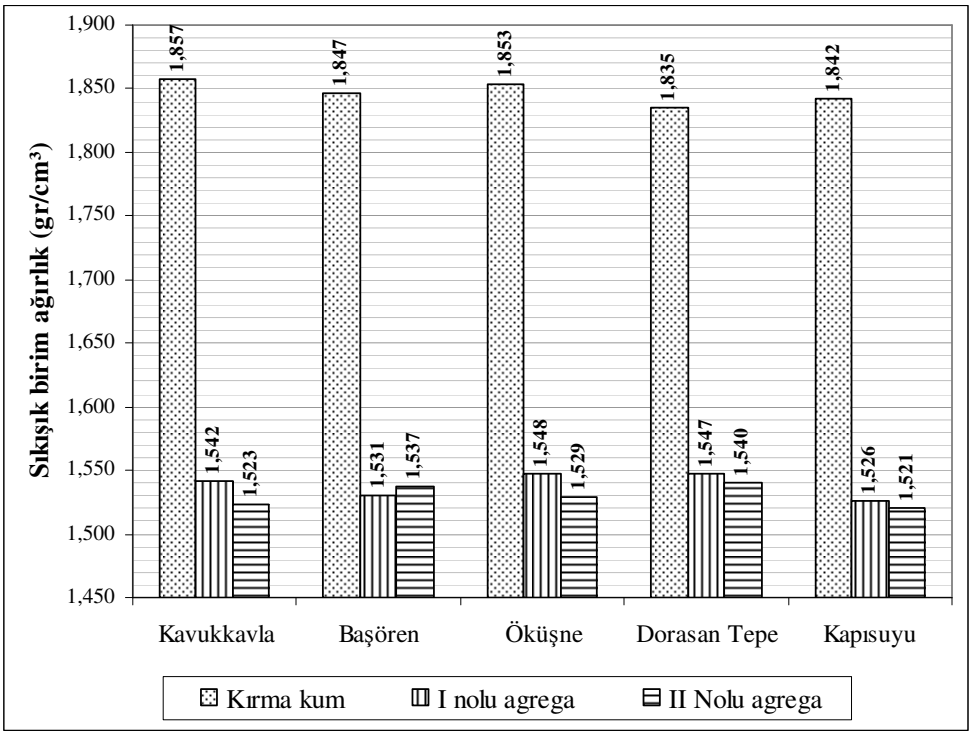


Şekil 6.6 Agrega örneklerinin boyutlarına göre gevşek birim ağırlık değerleri.

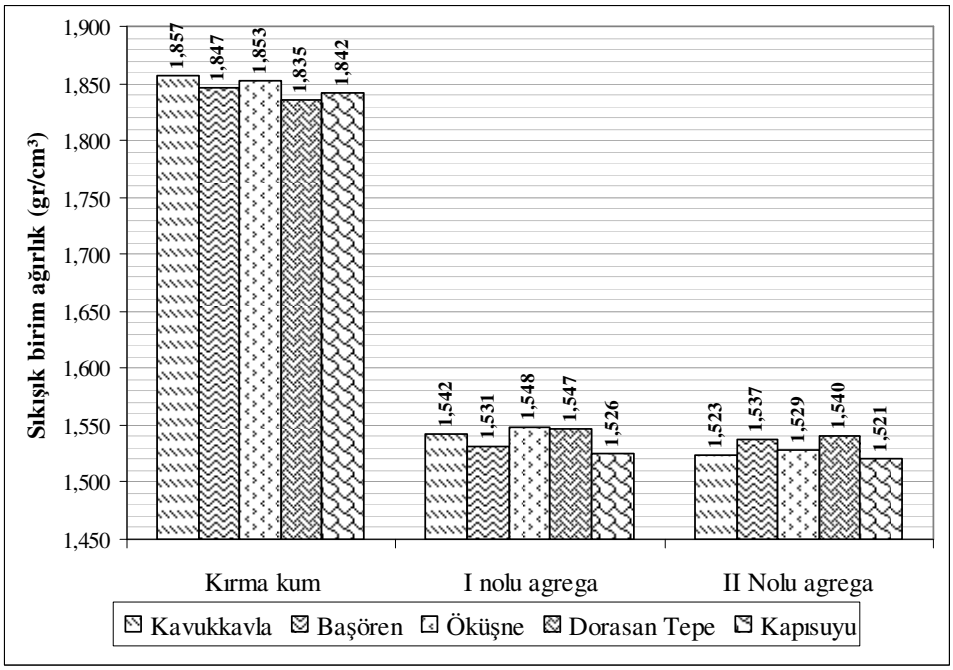
6.1.2.2 Agregaların Sıkışık Birim Ağırlık Değerleri

En düşük sıkışık birim ağırlık; kırma kum agregada Dorasan Tepe sahasında, I ve II nolu agregada Kapısuyu sahasında bulunmuştur. En yüksek sıkışık birim ağırlık; kırma kum agregada Kavukkavla sahasına, I nolu agregada Öküşne sahasına ve II nolu agregada Dorasan Tepe sahasına ait agregalarda bulunmuştur (Şekil 6.7).

Genel olarak, beton agregalarının birim ağırlığı 1,300-1,850g/cm³ arasında olması istenmektedir. Beş farklı sahadan alınan agregaların sıkışık birim ağırlıkları; kırma kum agregalarında 1,835g/cm³ ila 1,857g/cm³ arasında, I nolu agregalarda 1,526g/cm³ ila 1,548g/cm³ arasında ve II nolu agregalarda 1,521g/cm³ ila 1,540g/cm³ arasında değişmektedir (Şekil 6.8). Sonuç olarak; beş farklı sahadan alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından üretilen agregaların sıkışık birim ağırlık değerleri limit değerin arasında olup beton agregası olarak kullanılması uygundur.



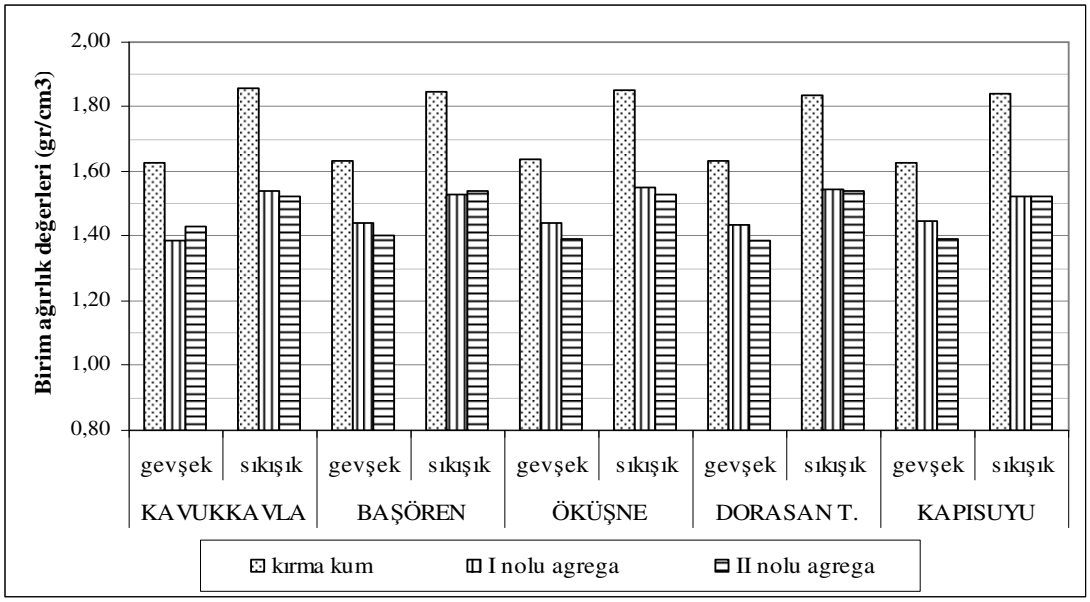
Şekil 6.7 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre sıkışık birim ağırlık değerleri.



Şekil 6.8 Agrega örneklerinin boyutlarına göre sıkışık birim ağırlık değerleri.

Beton agregalarının sıkışık ve gevşek birim ağırlıkları arasında farkın büyük olması durumunda agregaların arasında büyük boşluklar oluşacaktır ve bu durumda betonun işlenebilirlilik

özelliğinde olumsuz etkiler oluşmaktadır (Manzak vd. 1996). Beş farklı bölgeden alınan agregaların gevşek ve sıkışık birim ağırlıkları arasında büyük farklılık yoktur (Şekil 6.9).



Şekil 6.9 Beş farklı sahadan alınan agregaların gevşek ve sıkışık birim ağırlık değerleri.

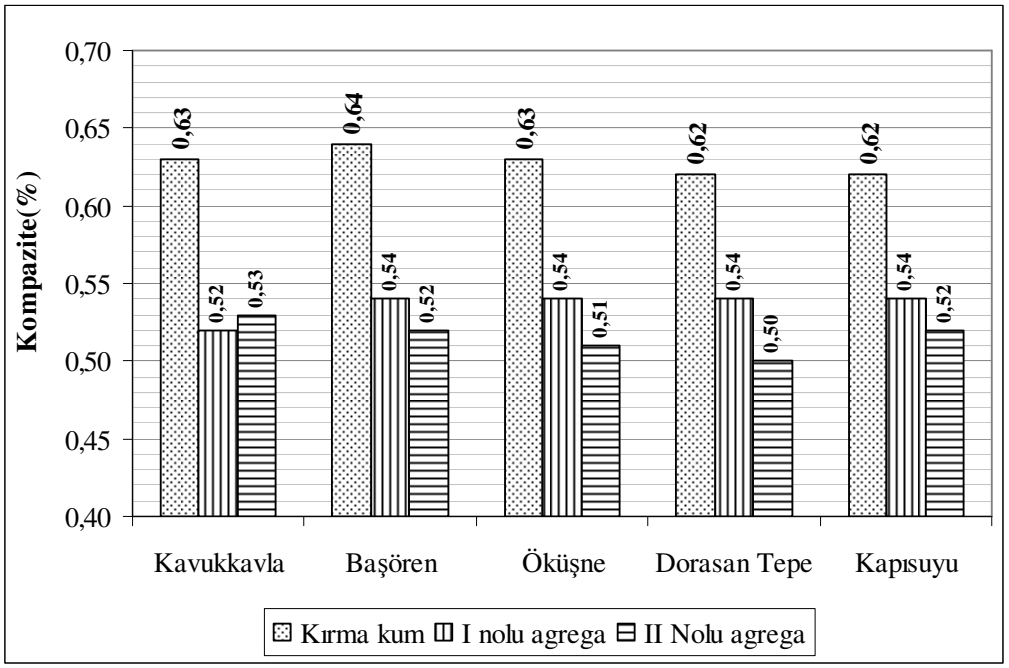
6.1.3 Agregaların Kompazite Değerleri

Beş ayrı sahadan alınan agrega örneklerinin birim ağırlık ve özgül ağırlık değerlerine göre kompazite oranları belirlenmiş ve sonuçları Bölüm 5.2.1.4'de verilmiştir.

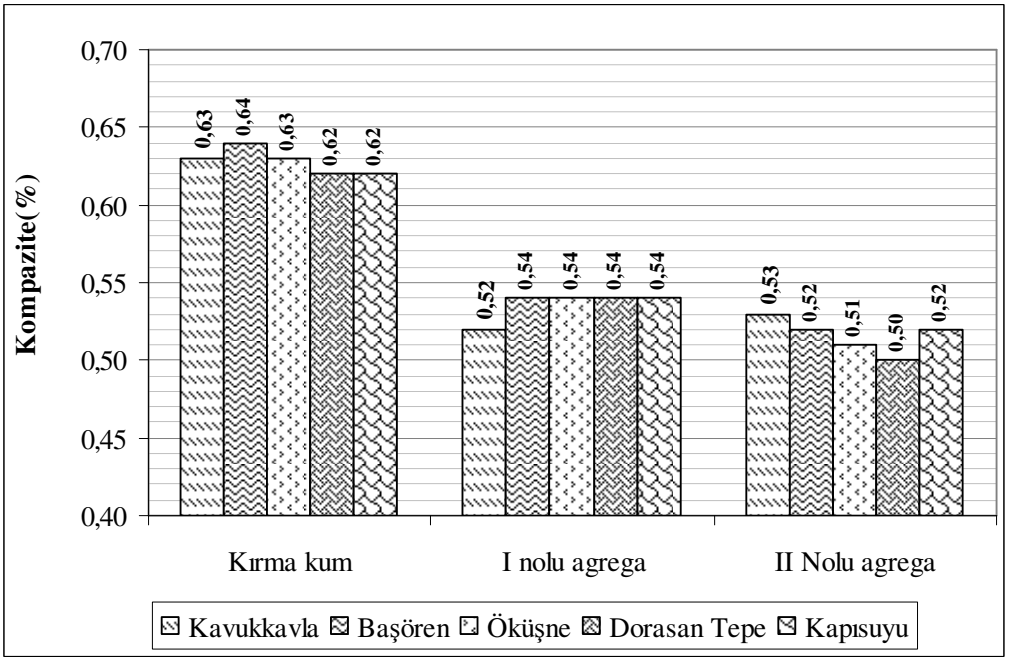
En düşük kompazite yüzdesi; kırma kum agregada Dorasan Tepe ve Kapısuyu sahalarında, I nolu agregada Kavukkavla sahasında ve II nolu agregada Dorasan Tepe sahasında bulunmuştur. En yüksek kompazite yüzdesi; kırma kum agregada Başören sahasına, I nolu agregada Başören, Öküşne, Dorasan Tepe ve Kapısuyu sahalarına ve II nolu agregada Kavukkavla sahasına ait agregalarda bulunmuştur (Şekil 6.10).

Agreganın sıkıştırma işlemine tabi tutulmadan yerleştirilmesi sonucunda kompasite 0,40 – 0,70 arasında olması istenmektedir. Beş farklı sahadan alınan agregaların kompazite oranları; kırma kum agregalarında %0,62 ila %0,64 arasında, I nolu agregalarda %0,52 ila %0,54 arasında ve II nolu agregalarda ise %0,50 ila %0,53 arasında değişmektedir (Şekil 6.11). Sonuç olarak; beş farklı bölgeden alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından

üretilen agregaların birim ağırlık ve özgül ağırlık değerlerine göre tespit edilen kompazite oranları limit değerin arasında olup beton agregası olarak kullanılması uygundur.



Şekil 6.10 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre kompazite yüzdeleri.



Şekil 6.11 Agrega örneklerinin boyutlarına göre kompazite yüzdeleri.

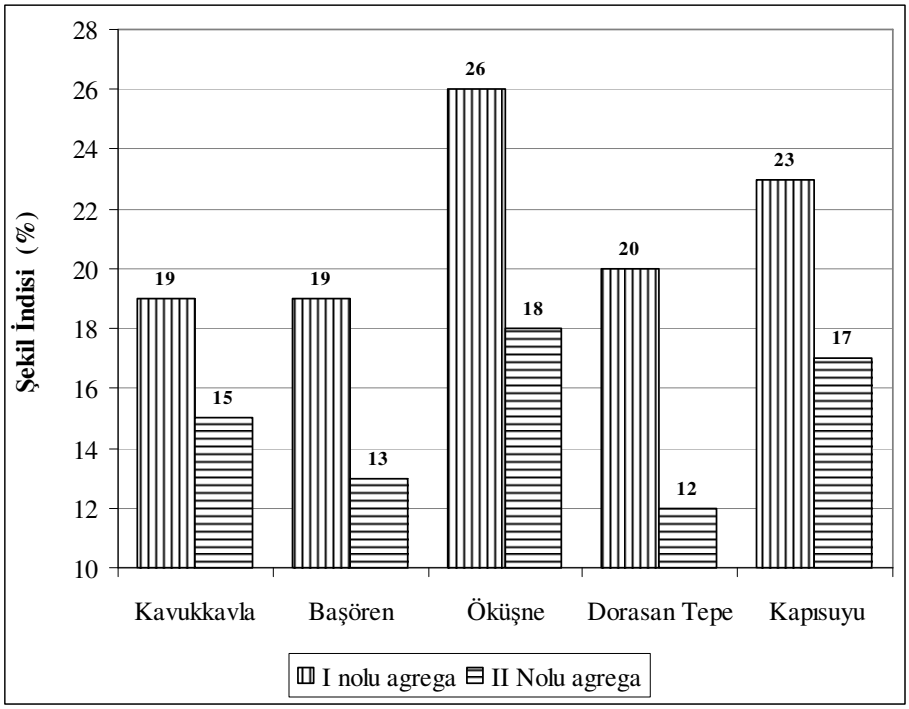
6.1.4 Agregaların Tane Şekli

Beş farklı sahadan alınan I nolu ve II nolu agrega örneklerinin tane şeklini belirlenmek için, şekil indeksi TS 3814 EN 933-4 standardına göre, yassılık indeksi ise TS 3814 EN 933-3 standardına göre yapılmış ve sonuçları Bölüm 5.2.1.5'de verilmiştir.

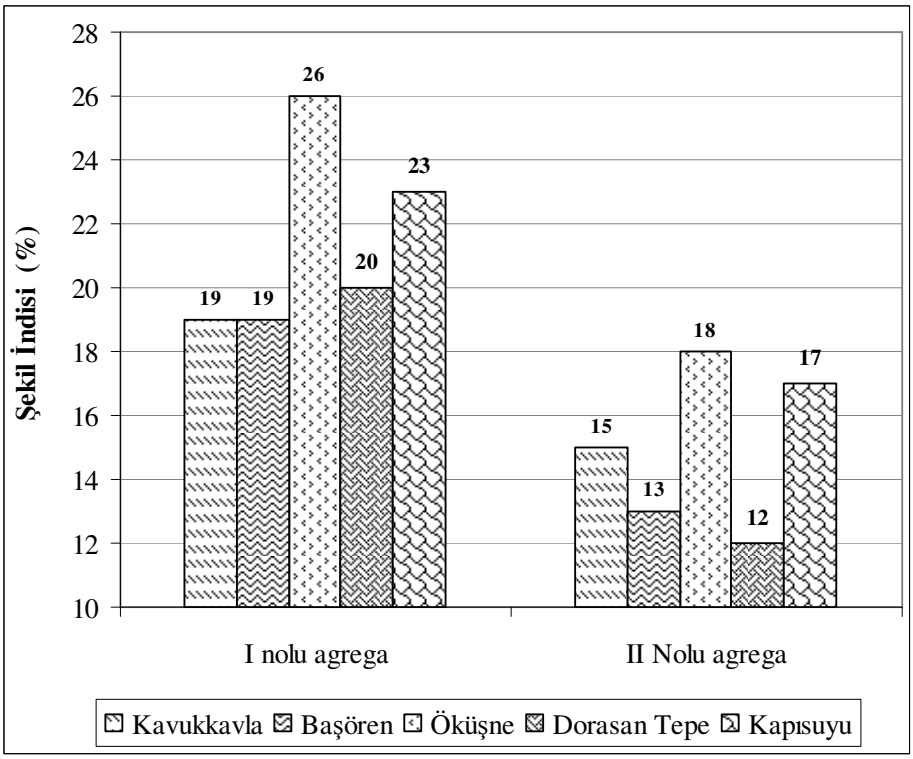
6.1.4.1 Agregaların Şekil İndeksi

En düşük şekil index değeri; I nolu agregada Başören sahasında ve II nolu agregada Dorasan Tepe sahasında bulunmuştur. En yüksek şekil index değeri; I nolu agregada Öküşne sahasına, II nolu agregada Dorasan Tepe sahasına ait agregalarda bulunmuştur (Şekil 6.12).

TS 706 EN 12620 standardına göre iri agregalarda şekil indisinin %55'den daha az olması istenmektedir. Beş farklı sahadan alınan iri agregaların şekil indeks yüzdeleri; I nolu agregalarda %19 ila %26 arasında ve II nolu agregalarda ise %12 ila %18 arasında değişmektedir (Şekil 6.13). Sonuç olarak; beş farklı sahadan alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından üretilen iri agregaların şekil index değerleri limit değerin altında olup beton agregası olarak kullanılması uygundur.



Şekil 6.12 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre şekil indeks yüzdeleri.



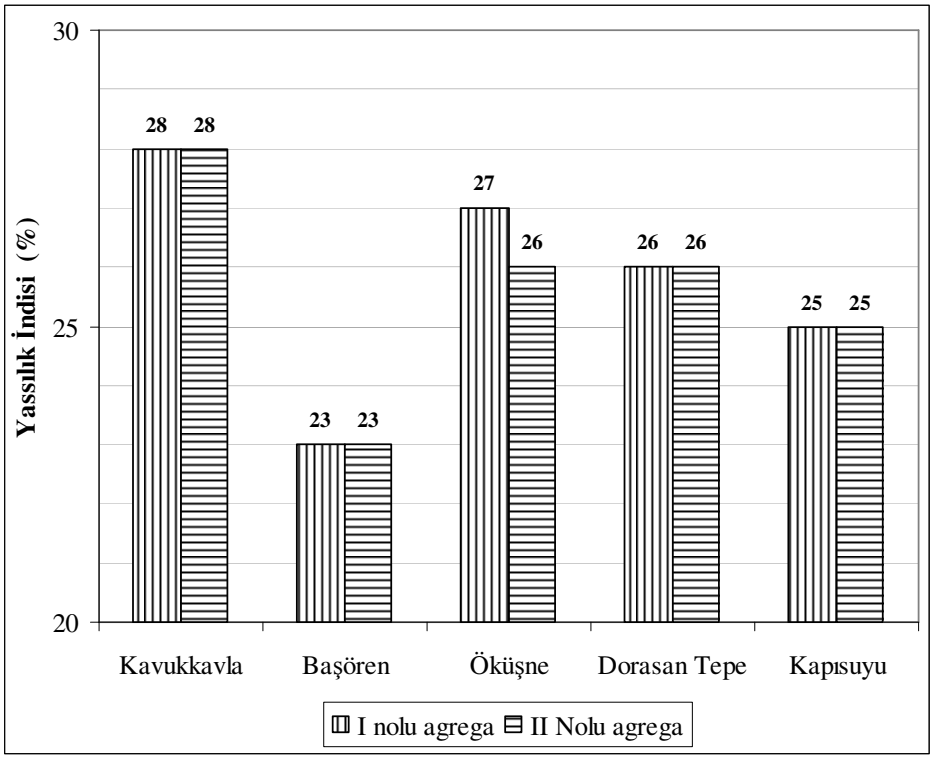
Şekil 6.13 Agrega örneklerinin boyutlarına göre şekil index yüzdeleri.

6.1.4.2 Agregaların Yassılık İndeksi

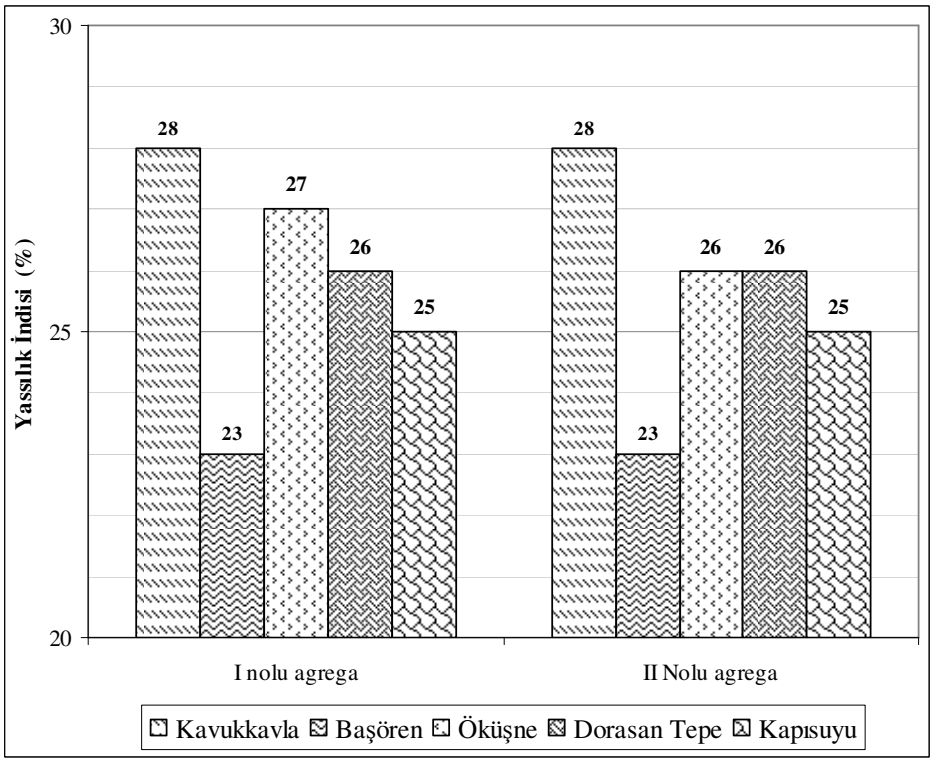
En düşük yassılık index değeri; I ve II nolu agregada Başören sahasına, en yüksek yassılık index değeri; I ve II nolu agregada Kavukkavla sahasına ait agregalarda bulunmuştur (Şekil 6.14).

TS706 EN 12620 standardına göre iri agregaların yassılık endeksleri %50'den daha az olması istenmektedir. Beş farklı sahadan alınan iri agregaların yassılık endeks yüzdeleri; I ve II nolu agregalarda %23 ila %28 arasında değişmektedir (Şekil 6.15).

Sonuç olarak; beş farklı sahadan alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından üretilen iri agregaların yassılık indeks değerleri limit değerin altında olup beton agregası olarak kullanılması uygundur.



Şekil 6.14 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre yassılık indeks yüzdeleri.



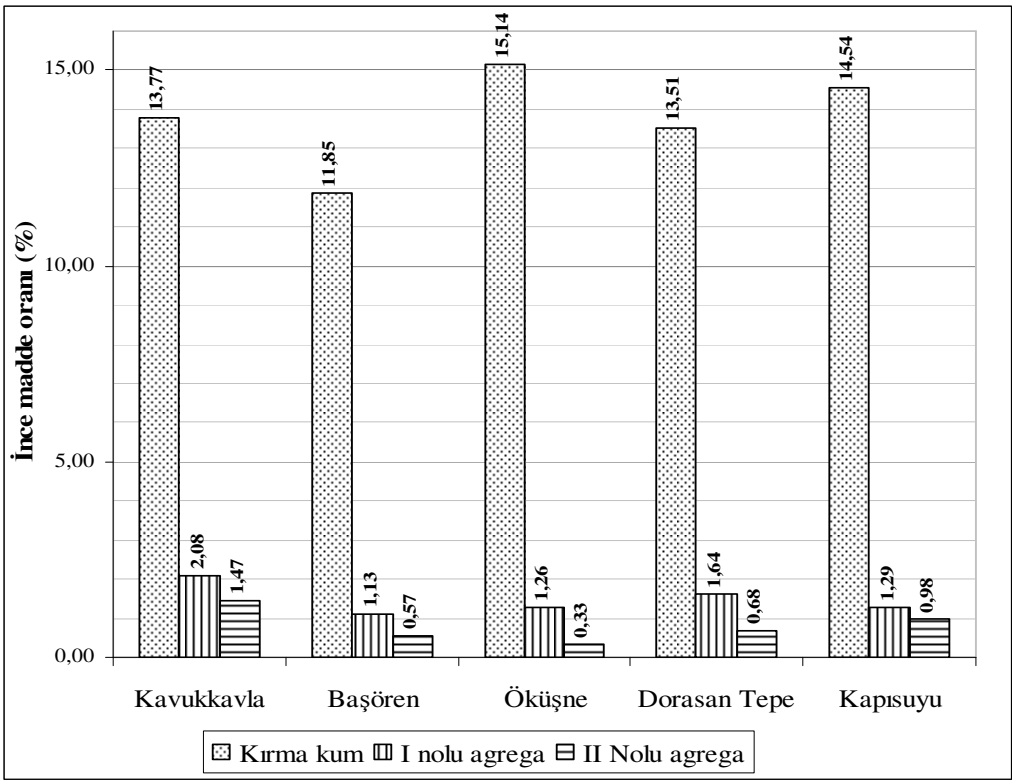
Şekil 6.15 Agrega örneklerinin boyutlarına göre yassılık index yüzdeleri.

6.1.5 Agregaların İnce Madde Oranı

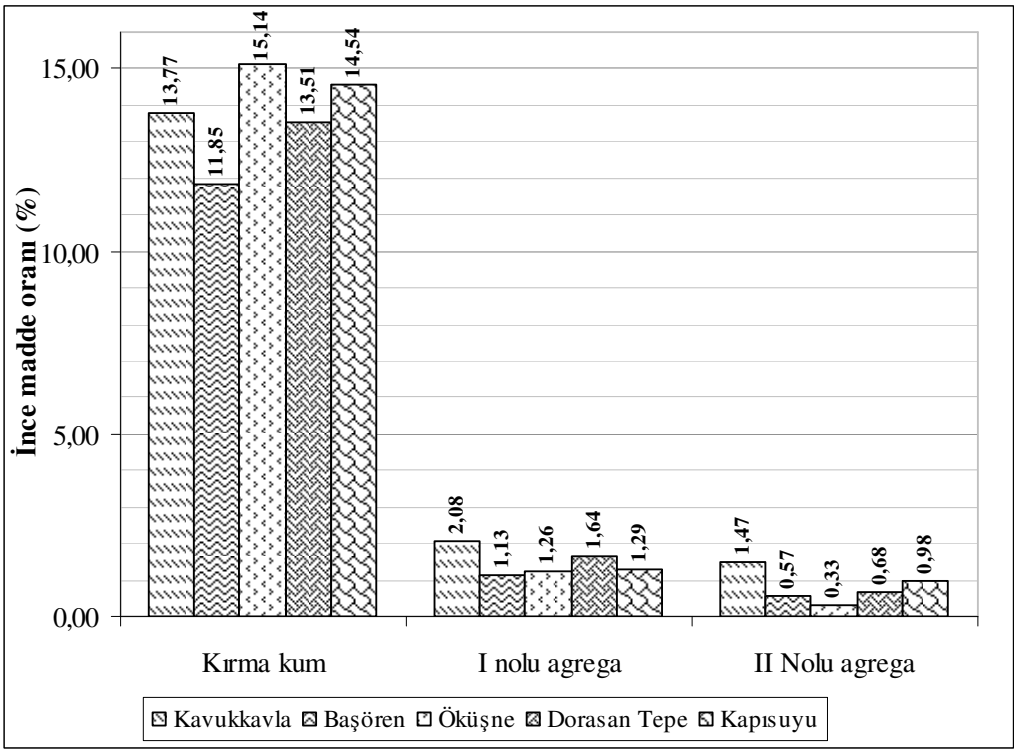
Beş ayrı sahadan alınan agrega örneklerinin ince madde oranını tayini TS 3527 standardına göre yapılmış ve sonuçları Bölüm 5.2.1.6'da verilmiştir.

En düşük ince madde oranı yüzdesi; kırma kum ve I nolu agregada Başören sahasında, II nolu agregada Öküşne sahasında bulunmuştur. En yüksek ince madde oranı yüzdesi; kırma kum agregada Öküşne sahasına, I ve II nolu agregada Kavukkavla sahasına ait agregalarda bulunmuştur (Şekil 6.16).

TS 3527'ye göre 0,063 (200 nolu) mm elek üstünde yıkama metoduyla yapılan test sonucuna göre ağırlıkça %maksimum.; 0/4mm tane sınıfı için %4, 2/8mm tane sınıfı için %2 ve 4/16mm tane sınıfı için %0,5 olması gerekmektedir. Beş farklı sahadan alınan agregaların ince madde oranı yüzdeleri; kırma kum agregalarında %11,85 ila %15,14 arasında, I nolu agregalarda %1,13 ila %2,08 arasında ve II nolu agregalarda ise %0,33 ila %1,47 arasında değişmektedir (Şekil 6.17).



Şekil 6.16 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre ince madde oranı yüzdeleri.



Şekil 6.17 Agrega örneklerinin boyutlarına göre ince madde oranı yüzdeleri.

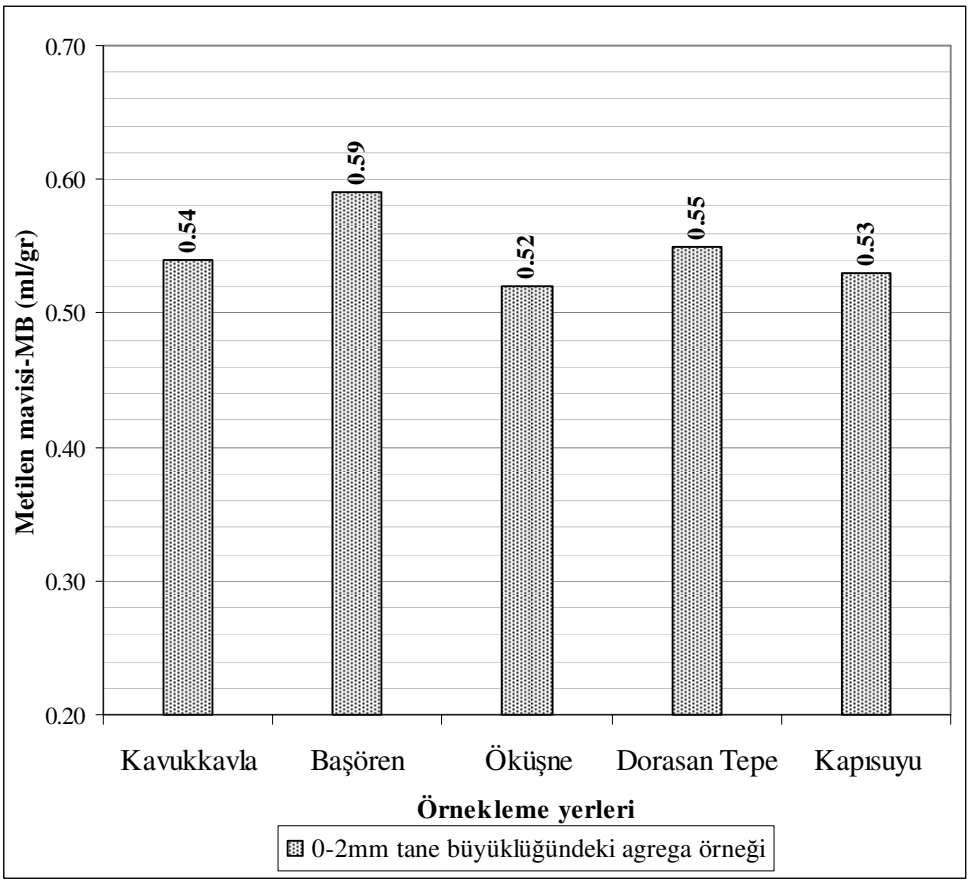
Beş ayrı sahadan alınan agrega örneklerinden kırma kum agrega sınır değerler üzerindedir. I nolu agregaların ince madde oranı limit değerin altında, II nolu agrega ince madde oranı Öküşne sahası hariç limit değerin üzerinde çıkmıştır. Özellikle kırma kum agrega limit değerin çok üzerinde ince madde oranına sahiptir bunun nedeni; kırma kum agregalarında malzemenin hazırlanmasında esnasında kırma aşamasında fazla kalması, eleklerin durumu ve malzemenin gevrekliğine bağlı olarak taş unu aralığı artmakta ve ince madde oranının da yükselmektedir.

6.1.6 Agregaların İnce Tanelerinin Tayini- Metilen Mavisi Deneyi

Beş farklı sahadan alınan agregalardan özellikle kırma kum agregada ince madde oranı limit değerin üzerinde çıkmıştır. İnce agrega içerisinde 0,063mm altı malzeme içerisinde bulunan kil içeriklerinin belirlenmesi için TS EN 933-9 standardına göre Metilen Mavisi Deneyi yapılmış ve sonuçları Bölüm 5.2.1.7'de verilmiştir.

Düşük metilen mavisi değeri şişen kil miktarının önemli miktarda olmadığını gösterir. En düşük metilen mavisi değeri 0,52 ml/g ile Öküşne sahası agregalarında; en yüksek metilen mavisi değerini ise 0,59 ml/g ile Başören sahası agregalarında bulunmuştur (Şekil 6.18). Her bir

sahaya ait metilen mavisi deney sonuçları 1 değerinden düşük olması ince agrega içerisinde şişen kil minerallerinin önemli miktarda olmadığını göstermekte olup beton agregası olarak kullanılmaya uygun olduklarını göstermektedir.



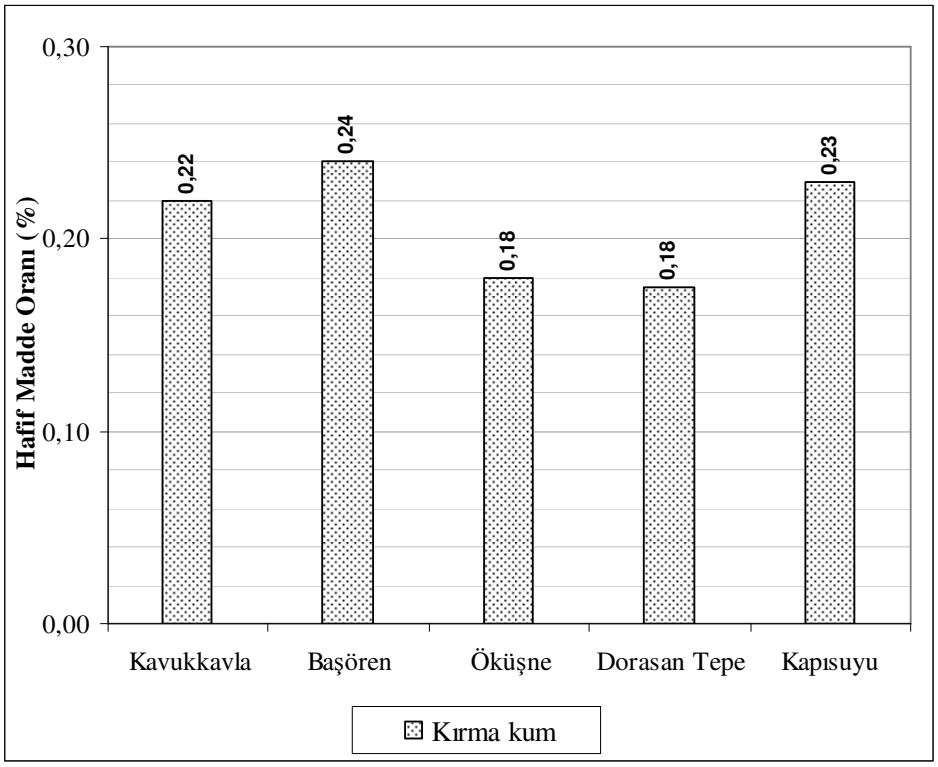
Şekil 6.18 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre metilen mavisi değerleri.

6.1.7 Agregaların Hafif Madde Oranı Değerleri

Beş farklı sahadan alınan agrega içinde hafif madde oranı deneyi TS 3528 standardına göre yapılmış ve sonuçları Bölüm 5.2.1.8'de verilmiştir.

En düşük hafif madde oranı %0,18 değeri ile Dorasan Tepe ve Kapısuyu sahalarına ait agregalarda, en yüksek hafif madde oranı %0,24 değeri ile Başören sahası agregalarında belirlenmiştir (Şekil 19).

Önemli yapılarda kullanılacak beton agregalarında hafif madde oranı agrega ağırlığının %0,5'den, normal beton agregalarının ağırlığının %1'den fazla olmaması istenmektedir. Beş farklı sahadan alınan agregaların hafif madde oranları %0,5 limit değerinin altında olup beton agregası olarak kullanılması uygundur.

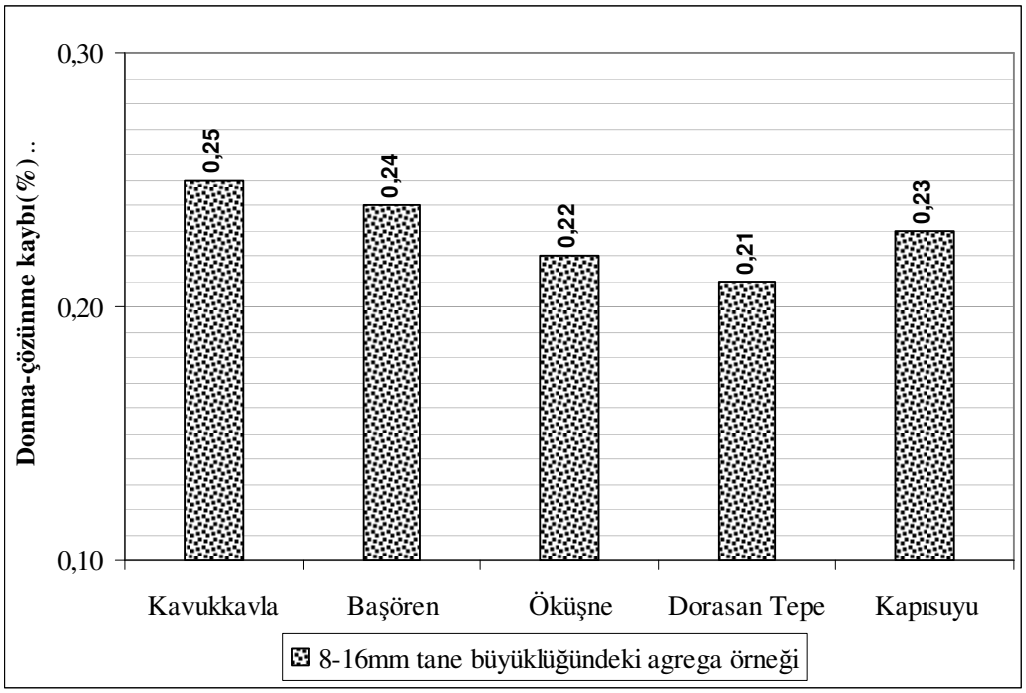


Şekil 6.19 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre hafif madde oranı yüzdeleri.

6.1.8 Agregaların Donma Çözülmeye Karşı Direnç Değerleri

Beş farklı sahadan alınan agregaların donma çözünmeye karşı direnci TS 1367-1 standardına göre yapılmış ve sonuçları Bölüm 5.2.1.10'da verilmiştir.

En düşük donma-çözünme sonucu kütlece yüzde kaybı %0,21 değeri ile Dorasan Tepe sahasına ait agregalarda, en yüksek donma-çözünme sonucu kütlece yüzde kaybı %0,25 değeri ile Kavukkavla sahası agregalarında belirlenmiştir (Şekil 20). Beş ayrı sahaya ait agrega örneklerin donma-çözünme sonucu kütlece yüzde kaybı limit değerlerin oldukça altında olup beton agregası olarak kullanılması uygundur.



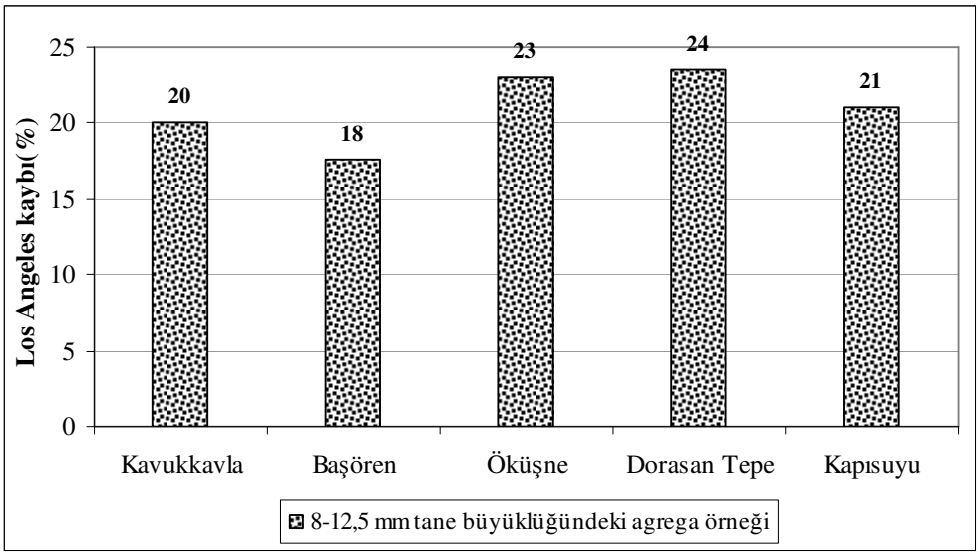
Şekil 6.20 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre donma-çözünme kaybı yüzdeleri.

6.1.9 Agregaların Aşınma Direnç (Los Angeles) Değerleri

Beş farklı sahadan alınan agregaların aşınma direnci tayini (Los Angeles) deneyi TS EN 1097-2 standardına göre yapılmış ve sonuçları Bölüm 5.2.1.11'de verilmiştir.

En küçük Los Angeles kaybı yüzde değeri %18 ile Başören sahası agregalarında, en yüksek Los Angeles kaybı yüzde değeri ise %24 ile Dorasan Tepe sahasına ait agregalarda belirlenmiştir (Şekil 6.21).

ASTM C 33 (1986)'de beton agregaları için 500 devir sonunda kaybın %30'dan az olması gerektiği belirtilmektedir. TS 706'da aşınma kaybı, 100 devir sonunda maksimum %10, 500 devir sonunda maksimum %50 olması durumunda uygun koşulları sağladığı belirtilmektedir. Beş farklı sahaya ait agregaların Los Angeles aşınma kaybı limit değerlerin altında olup beton agregası olarak kullanılması uygundur.

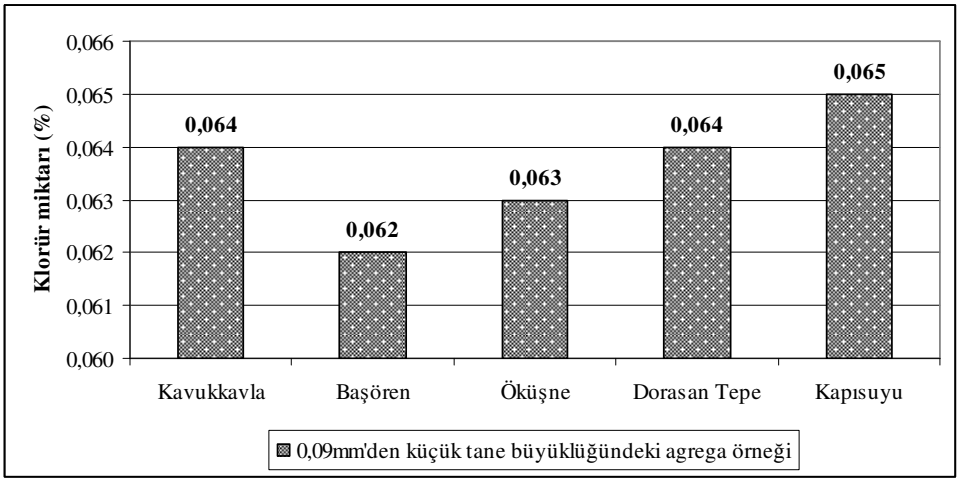


Şekil 6.21 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre Los Angeles kaybı yüzdeleri.

6.1.10 Agregaların Klorür Miktarları

Beş farklı sahadan alınan agregaların klorür miktarının tayini TS EN 1744-1 standardında göre yapılmış ve sonuçları Bölüm 5.2.1.12'de verilmiştir.

En düşük klorür %0,062 ile Başören sahası agregalarında en yüksek klorür %0,065 değeri ile Kapısuyu sahası agregalarında belirlenmiştir (Şekil 6.22). TS 706'ya göre agregalarda suda çözülen klorürü miktarı maksimum %0,2'den fazla bulunmamalıdır. Beş ayrı sahadan alınan agregaların klorür miktarları limit değerin oldukça altında olup beton agregası olarak uygundur.

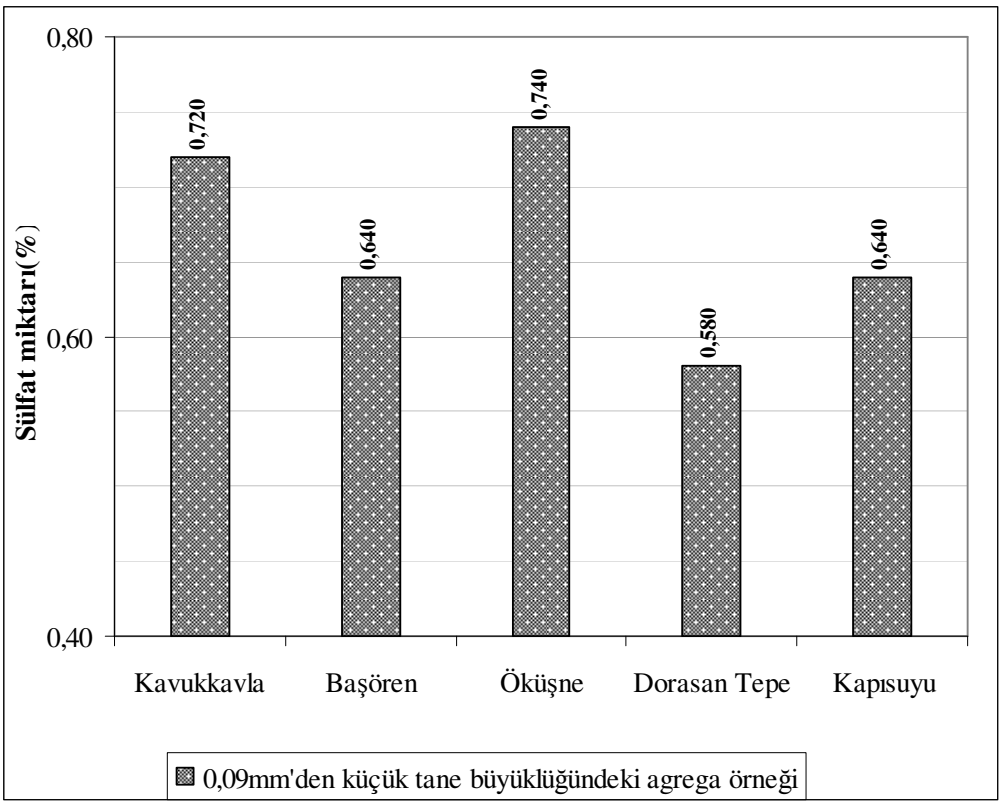


Şekil 6.22 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre klorür yüzdeleri.

6.1.11 Agregaların Sülfat Miktarları

Beş farklı sahadan alınan agregaların sülfat miktarının tayini TS EN 1744-1 standardında göre yapılmış ve sonuçları Bölüm 5.2.1.13'de verilmiştir.

En düşük sülfat miktarı %0,580 ile Dorasan sahası agregalarında en yüksek sülfat miktarı ise %0,740 değeri ile Öküşne sahasına ait agregalarda belirlenmiştir (Şekil 6.23). TS 706'ya göre agregalarda sülfat miktarı ağırlıkça %1'den fazla olmamalıdır. Beş ayrı sahadan alınan agregaların sülfat miktarları limit değerin oldukça altında olup beton agregası olarak uygundur.



Şekil 6.23 Agrega örneklerinin örnekleme sahalarına göre sülfat yüzdeleri.

6.2 BETON DENEYLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRMESİ

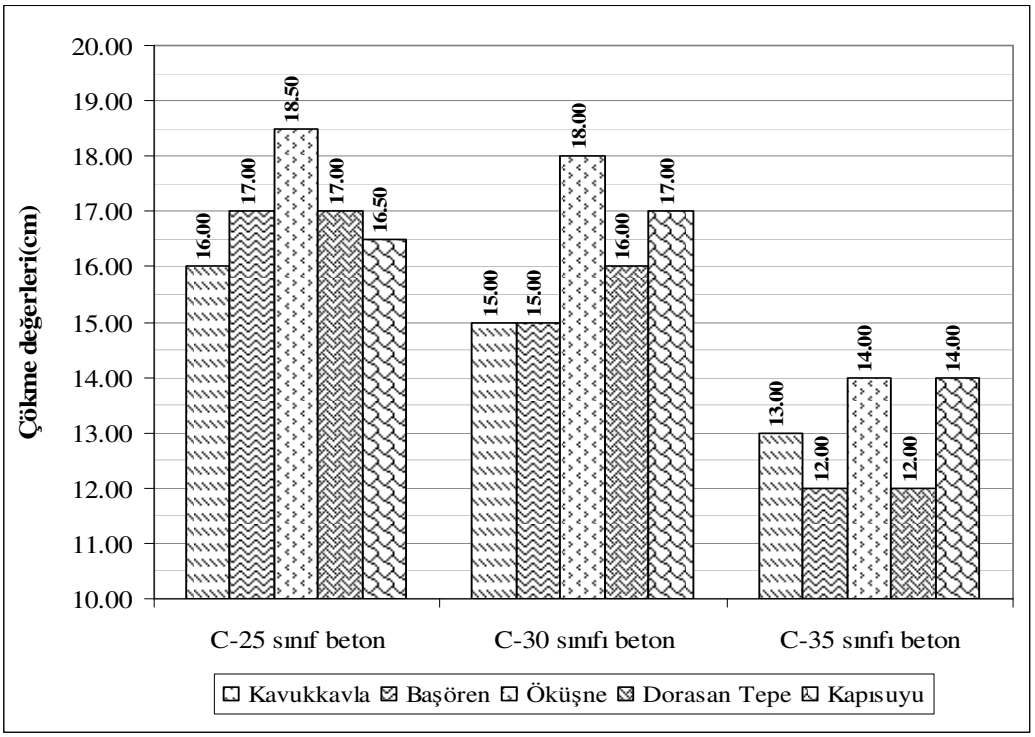
Beş farklı sahadan alınan ve TSE standartlarına göre beton agregası olarak uygunluğu belirlenen agregalar kullanılarak; çimento miktarı ve türü, kimyasal katkı miktarı ve türü, su/çim oranı sabit tutularak TS EN 206-1 standardına uygun olarak C 25,C 30 ve C 35

sınıfında betonlar üretilmiştir. Üretilen taze betonlarda kıvam deneyi yapılmış, sertleşmiş betonların basınç dayanımları belirlenmiş ve sonuçları Bölüm 5.2.3'de verilmektedir.

6.2.1 Slump (Çökme) Deneyi

Taze betonun işlenebilirliğinin saptanması için kıvam deneyi-çökme hunisi metodu TS EN 12350-2 standardına göre yapılmış ve sonuçları Bölüm 5.2.3.2'de verilmektedir.

C 25 dayanım sınıfına ait betonlarda en düşük çökme değeri Kavukkavla sahasından, en yüksek çökme değeri çökme değeri Öküşne sahasından; C 30 dayanım sınıfına ait betonlarda en düşük çökme değeri Kavukkavla ve Başören sahalarından, en yüksek çökme değeri çökme değeri Öküşne sahasından ve C 35 dayanım sınıfına ait betonlarda en düşük çökme değeri Başören ve Dorasan Tepe sahalarından, en yüksek çökme değeri çökme değeri Öküşne ve Kapısuyu sahalarından elde edilen agregalar ile üretilen betonlarda bulunmuştur (Şekil 6.24).

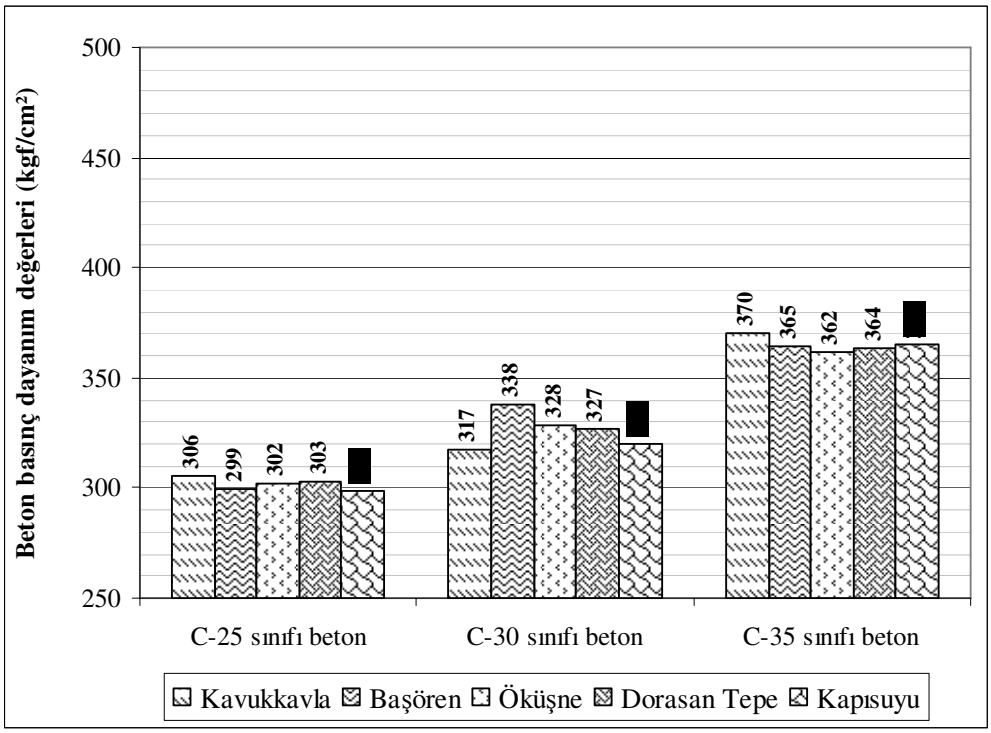


Şekil 6.24 Beş farklı sahadan alınan agregalar ile üretilen betonların çökme değerleri.

6.2.1 Beton Örneklerinin Dayanım Sonuçları

Beş farklı sahadan elde edilen agregalarından C25, C30 ve C35 sınıfında üretilen küp beton örneklerinde, 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımları laboratuvarda TS EN 12390-4 standardına uygun pres kullanılarak TS EN 12504-2 standardına göre belirlenmiş ve sonuçları Bölüm 5.2.3.4'de verilmektedir.

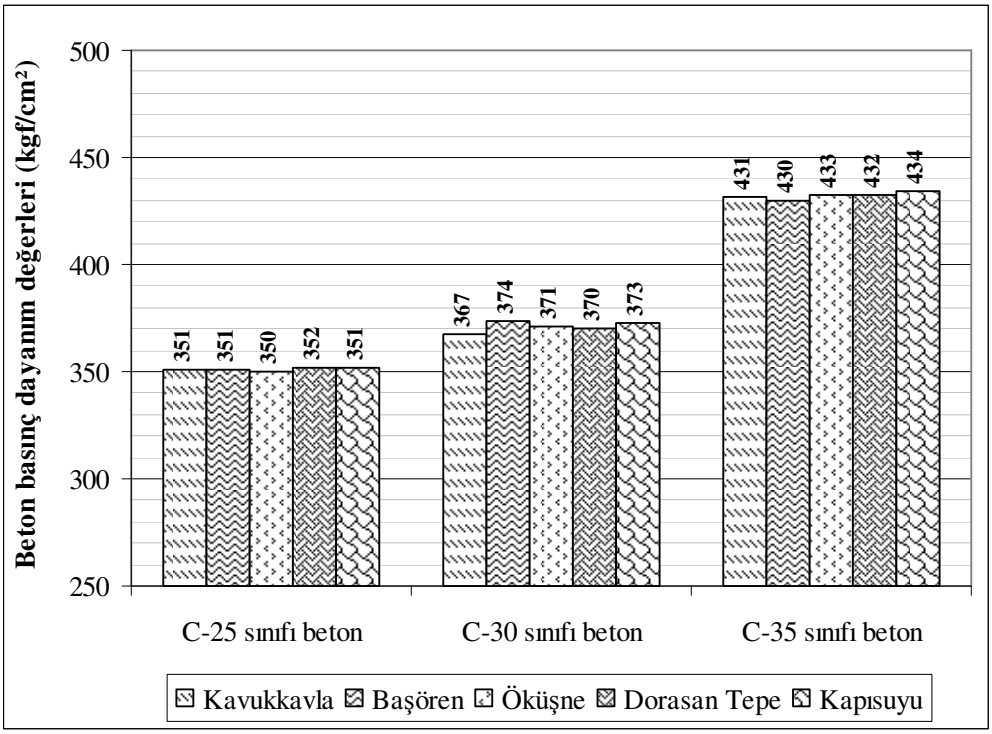
C 25 sınıfı betonların 3 günlük basınç dayanımları 299kg/cm² ila 306kg/cm² arasında değişmekte olup minimum değer Öküşne ve Kapısuyu sahalarında maksimum değer ise Kavukkavla sahasında; C 30 sınıfı betonların 3 günlük basınç dayanımları 318kgfcm² ila 338kg/cm² arasında değişmekte olup minimum değer Kavukkavla sahasında maksimum değer ise Başören sahasında; C 35 sınıfı betonların 3 günlük basınç dayanımları 362kg/cm² ila 370kg/cm² arasında değişmekte olup minimum değer Dorasan Tepe sahasında maksimum değer ise Kavukkavla sahasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.25).



Şekil 6.25 Üç farklı beton sınıfına ait 3 günlük beton basınç dayanım değerleri.

C 25 sınıfı betonların 7 günlük basınç dayanımları 350kg/cm² ila 352kg/cm² arasında değişmekte olup minimum değer Öküşne sahasında maksimum değer ise Dorasan Tepe

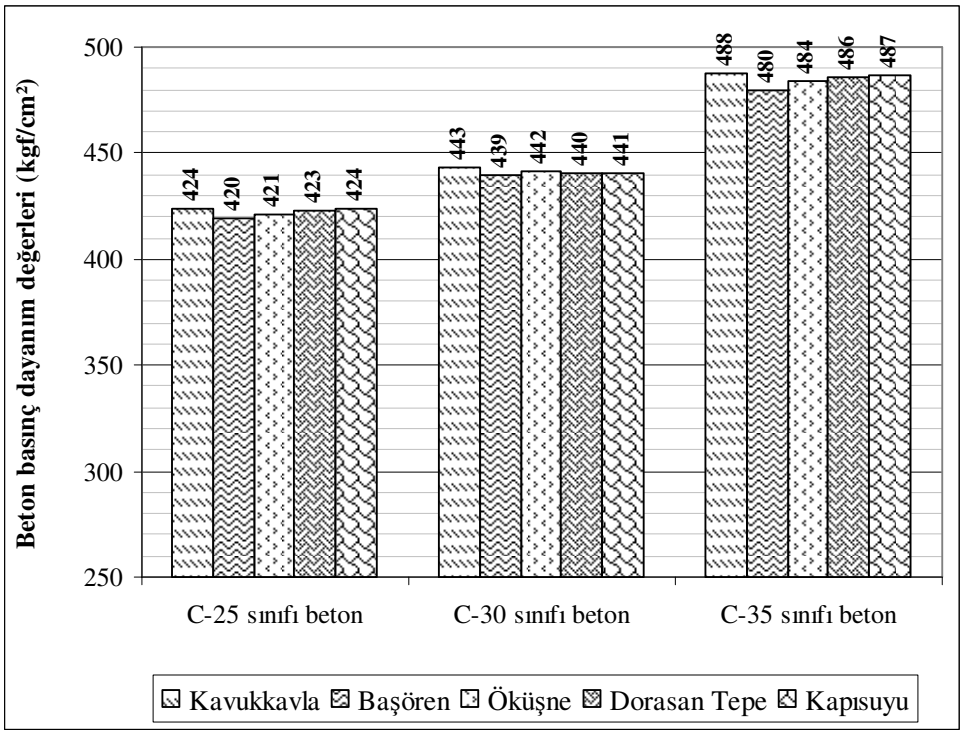
sahasında; C 30 sınıfı betonların 7 günlük basınç dayanımları 367kg/cm² ila 374kg/cm² arasında değişmekte olup minimum değer Kavukkavla sahasında maksimum değer ise Başören sahasında; C 35 sınıfı betonların 7 günlük basınç dayanımları 430kg/cm² ila 434kg/cm² arasında değişmekte olup minimum değer Başören sahasında maksimum değer ise Kapısuyu sahasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.26).



Şekil 6.26 Üç farklı beton sınıfına ait 7 günlük beton basınç dayanım değerleri.

C 25 sınıfı betonların 28 günlük basınç dayanımları 420kg/cm² ila 424kg/cm² arasında değişmekte olup minimum değer Başören sahasında maksimum değer ise Kavukkavla ve Kapısuyu sahalarında; C 30 sınıfı betonların 28 günlük basınç dayanımları 439kg/cm² ila 443kg/cm² arasında değişmekte olup minimum değer Başören sahasında maksimum değer ise Kavukkavla sahasında; C 35 sınıfı betonların 28 günlük basınç dayanımları 480kg/cm² ila 488kg/cm² arasında değişmekte olup minimum değer Başören sahasında maksimum değer ise Kavukkavla sahasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 6.27).

Sertleşmiş betonun TS 206-1 standardı Çizelge7'ye göre 28 günlük en düşük karakteristik küp dayanımları C 25 sınıfı için 300kg/cm², C 30 sınıfı için 370kg/cm² ve C 35 sınıfı için 450kg/cm² olması istenmektedir.



Şekil 6.27 Üç farklı beton sınıfına ait 28 günlük beton basınç dayanım değerleri.

Bu çalışmada Zonguldak-Bartın bölgesinde Devoniyen-Alt Korbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonuna ait 5 farklı mostra veren sahalardan alınan kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı agregalarından üretilen farklı sınıftaki betonların 28 günlük basınç dayanımları standarda belirtilen limitin üzerinde çıkmıştır.

BÖLÜM 7

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında; Batı Karadeniz Bölgesinde yayılım gösteren Zonguldak-Bartın illeri arasındaki Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonu dolomitik kireçtaşlarının agrega olma özellikleri ve beton üretiminde kullanılabilirliliği araştırılmıştır. Çalışmanın sonunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşından elde edilen agregaların özelliklerini araştırmak amacıyla, formasyonun mostra verdiği Kavukkavla (Alaplı), Başören (Ormanlı), Öküşne (Kozlu), Dorasan Tepe (Zonguldak, Merkez) ve Kapısuyu (Bartın) sahalarından standartlara göre kayaç örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler kırma eleme tesisinde 0-7mm (kırma kum), 7-12mm (I nolu agrega) ve 12-22mm (II nolu agrega) olarak 3 ayrı sınıf boyut grubunda sınıflandırılmıştır. Beş farklı sahadan alınan bu malzemelerin beton agregası olarak değerlendirilmesi için, laboratuvarda ilgili standartlara göre tane büyüklüğü dağılımı, ince ve iri agregalarda özgül ağırlık ve su emme deneyi, gevşek ve sıkışık birim ağırlık deneyi, şekil ve yassılık indeksi tayini deneyi, ince madde oranı tayini deneyi, metilen mavisi deneyi, hafif madde oranı deneyi, organik madde tayini deneyi, don kabı deneyi, aşınma kaybı deneyi, klorür ve sülfat içeri tayini deneyleri yapılmıştır.

Kavukkavla bölgesine ait dolomitik kireçtaşlarında üretilen agrega örneklerinin, özgül ağırlıkları(g/cm^3); kırma kum için 2,57, I nolu agrega için 2,67, II nolu agrega için 2,69 olduğu, su emme oranları(%); kırma kum için 2,22, I nolu agrega için 0,88, II nolu agrega için 0,45 olduğu; gevşek birim ağılıkları (g/cm^3); kırma kum için 1,628, I nolu agrega için 1,384, II nolu agrega için 1,428 olduğu; sıkışık birim ağılıkları (g/cm^3); kırma kum için 1,857, I nolu agrega için 1,547, II nolu agrega için 1,523 olduğu; kompasitesinin; kırma kum için 0,63, I nolu agrega için 0,52, II nolu agrega için 0,53 olduğu; şekil indisi (%), I nolu agrega için 19, II nolu agrega için 15 olduğu; yassılık indexsi (%), I nolu ve II nolu agrega için 28 olduğu; ince madde oranının (%); kırma kum için 13,77, I nolu agrega için

2,08, II nolu agrega için 1,47 olduğu; metilen mavisi değerinin 0,54 ml/g olduğu; hafif madde oranı %0,22 olduğu; organik maddenin bulunmadığı; don kaybının %0,25 olduğu; aşınma (Los Angeles) oranının %20 olduğu, klorür içeriğinin %0,064 olduğu ve sülfat içeriğinin %0,7 olduğu belirlenmiştir.

Başören bölgesine ait dolomitik kireçtaşlarında üretilen agrega örneklerinin, özgül ağırlıkları(g/cm^3); kırma kum için 2,60, I nolu agrega için 2,68, II nolu agrega için 2,70 olduğu, su emme oranları(%); kırma kum için 2,26, I nolu agrega için 0,52, II nolu agrega için 0,35 olduğu; gevşek birim ağılıkları (g/cm^3); kırma kum için 1,632, I nolu agrega için 1,443, II nolu agrega için 1,401 olduğu; sıkışık birim ağılıkları (g/cm^3); kırma kum için 1,847, I nolu agrega için 1,531, II nolu agrega için 1,537 olduğu; kompasitesinin; kırma kum için 0,64, I nolu agrega için 0,54, II nolu agrega için 0,52 olduğu; şekil indisi (%), I nolu agrega için 19, II nolu agrega için 13 olduğu; yassılık indexsi (%), I nolu ve II nolu agrega için 23 olduğu; ince madde oranının (%); kırma kum için 11,85, I nolu agrega için 1,13, II nolu agrega için 0,57 olduğu; metilen mavisi değerinin 0,59ml/g olduğu; hafif madde oranı %0,24 olduğu; organik maddenin bulunmadığı; don kaybının %0,24 olduğu; aşınma (Los Angeles) oranının %18 olduğu, klorür içeriğinin %0,062 olduğu ve sülfat içeriğinin %0,6 olduğu belirlenmiştir.

Öküşne bölgesine ait dolomitik kireçtaşı-kireçtaşından üretilen agrega örneklerinin, özgül ağırlıkları(g/cm^3); kırma kum için 2,61, I nolu agrega için 2,68, II nolu agrega için 2,72 olduğu, su emme oranları(%); kırma kum için 1,77, I nolu agrega için 0,59, II nolu agrega için 0,33 olduğu; gevşek birim ağılıkları (g/cm^3); kırma kum için 1,641, I nolu agrega için 1,441, II nolu agrega için 1,392 olduğu; sıkışık birim ağılıkları (g/cm^3); kırma kum için 1,853, I nolu agrega için 1,548, II nolu agrega için 1,529 olduğu; kompasitesinin; kırma kum için 0,63, I nolu agrega için 0,54, II nolu agrega için 0,51 olduğu; şekil indisi (%), I nolu agrega için 26, II nolu agrega için 18 olduğu; yassılık indexsi (%), I nolu agrega için 27, II nolu agrega için 26 olduğu; ince madde oranının (%); kırma kum için 15,14, I nolu agrega için 1,26 , II nolu agrega için 0,33 olduğu; metilen mavisi değerinin 0,52ml/g olduğu; hafif madde oranı %0,18 olduğu; organik maddenin bulunmadığı; don kaybının %0,22 olduğu; aşınma (Los Angeles) oranının %23 olduğu, klorür içeriğinin %0,063 olduğu ve sülfat içeriğinin %0,7 olduğu belirlenmiştir.

Dorasan Tepe bölgesine ait dolomitik kireçtaşı-kireçtaşından üretilen agrega örneklerinin, özgül ağırlıkları(g/cm^3); kırma kum için 2,63, I nolu agrega için 2,69, II nolu agrega için 2,71 olduğu, su emme oranları(%); kırma kum için 1,56, I nolu agrega için 0,66, II nolu agrega için 0,34 olduğu; gevşek birim ağılıkları (g/cm^3); kırma kum için 1,635, I nolu agrega için 1,438, II nolu agrega için 1,385 olduğu; sıkışık birim ağılıkları (g/cm^3); kırma kum için 1,853, I nolu agrega için 1,547, II nolu agrega için 1,540 olduğu; kompasitesinin; kırma kum için 0,62, I nolu agrega için 0,54, II nolu agrega için 0,50 olduğu; şekil indisi (%), I nolu agrega için 20, II nolu agrega için 12 olduğu; yassılık indexsi (%), I nolu ve II nolu agregalar için 26 olduğu; ince madde oranının (%); kırma kum için 13,51, I nolu agrega için 1,64, II nolu agrega için 0,68 olduğu; metilen mavisi değerinin 0,55ml/g olduğu; hafif madde oranı %0,18 olduğu; organik maddenin bulunmadığı; don kaybının %0,21 olduğu; aşınma (Los Angeles) oranının %24 olduğu, klorür içeriğinin %0,064 olduğu ve sülfat içeriğinin %0,5 olduğu belirlenmiştir.

Kapısuyu bölgesine ait dolomitik kireçtaşlarında üretilen agrega örneklerinin, özgül ağırlıkları(g/cm^3); kırma kum için 2,61, I nolu agrega için 2,70, II nolu agrega için 2,69 olduğu, su emme oranları(%); kırma kum için 2,16, I nolu agrega için 0,79, II nolu agrega için 0,35 olduğu; gevşek birim ağılıkları (g/cm^3); kırma kum için 1,630, I nolu agrega için 1,446, II nolu agrega için 1,390 olduğu; sıkışık birim ağılıkları (g/cm^3); kırma kum için 1,842, I nolu agrega için 1,526, II nolu agrega için 1,521 olduğu; kompasitesinin; kırma kum için 0,62, I nolu agrega için 0,54, II nolu agrega için 0,52 olduğu; şekil indisi (%), I nolu agrega için 23, II nolu agrega için 17 olduğu; yassılık indexsi (%), I nolu ve II nolu agregalar için 25 olduğu; ince madde oranının (%); kırma kum için 14,54, I nolu agrega için 1,29, II nolu agrega için 0,98 olduğu; metilen mavisi değerinin 0,53ml/g olduğu; hafif madde oranı %0,23 olduğu; organik maddenin bulunmadığı; don kaybının %0,23 olduğu; aşınma (Los Angeles) oranının %21 olduğu, klorür içeriğinin %0,065 olduğu ve sülfat içeriğinin %0,6 olduğu belirlenmiştir.

Beton agregalarında özgül ağırlık değeri 2,20-2,70g/cm³ arasında olması istenmektedir. Beş bölgeden alınan kırma kum agregalarında özgül ağırlık değeri 2,63g/cm³ ila 2,57g/cm³ arasında, I nolu agregaların özgül ağırlıkları 2,67g/cm³ ila 2,70g/cm³ arasında ve II nolu agregaların özgül ağırlığı 2,69g/cm³ ila 2,72g/cm³ arasında değişmektedir. Beş farklı bölgeden alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından üretilen agregaların özgül ağırlıkları limit değerlerin arasında kalmaktadır.

Beton agregası olarak kullanılacak agregaların su emme oranı arasında %3'den daha az olması istenmektedir. Beş bölgeden alınan kırma kum agregalarında su emme oranları minimum %1,56, maksimum %2,26 olduğu, I nolu agregalar için minimum %0,52, maksimum % 0,86 olduğu, II nolu agregalar için ise minimum %0,33, maksimum %0,45 olduğu belirlenmiştir. Beş farklı bölgeden alınan ince ve iri agregaların su emmeleri limit değerler arasında kalmaktadır. Öküşne ve Dorasan T.bölgesine ait ince agregaların su emme oranının düşük olması kayacın minerolojik ve petrografik özelliğine bağlıdır. Beş farklı bölgeden alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından üretilen agregaların su emme oranları limit değerin altında kalmaktadır.

Genel olarak, beton agregalarının birim ağırlığı 1,300-1,850gr/cm³ arasında olması istenmektedir. Beş farklı bölgeden alınan agregaların gevşek birim ağırlıkları; kırma kum agregalarında 1,628g/cm³ ila 1,641g/cm³ arasında, I nolu agregalarda 1,384g/cm³ ila 1,446g/cm³ arasında ve II nolu agregalarda 1,385g/cm³ ila 1,428g/cm³ arasında; sıkışık birim ağırlıkları; kırma kum agregalarında 1,835g/cm³ ila 1,857g/cm³ arasında, I nolu agregalarda 1,526g/cm³ ila 1,548g/cm³ arasında ve II nolu agregalarda 1,521g/cm³ ila 1,540g/cm³ arasında değişmektedir. Beş farklı bölgeden alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından üretilen agregaların gevşek ve sıkışık birim ağırlık değerleri limit değerin arasında kalmaktadır.

Beton agregalarının kompasite değerinin 0,40 – 0,70 arasında olması istenmektedir. Beş farklı bölgeden alınan agregaların kompazite oranları; kırma kum agregalarında %0,62 ila %0,64 arasında, I nolu agregalarda %0,52 ila %0,54 arasında ve II nolu agregalarda ise %0,50 ila %0,53 arasında değişmektedir. Beş farklı bölgeden alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından üretilen agregaların birim ağırlık ve özgül ağırlık değerlerine göre tespit edilen kompazite oranları limit değerin arasında kalmaktadır.

TS 706 EN 12620 standardına göre iri agregalarda şekil indisinin %55'den daha az olması istenmektedir. Beş farklı bölgeden alınan iri agregaların şekil indeks yüzdeleri; I nolu agregalarda %19 ila %26 arasında ve II nolu agregalarda ise %12 ila %18 arasında değişmektedir. Beş farklı bölgeden alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından üretilen iri agregaların şekil index değerleri limit değerin altında kalmaktadır.

TS706 EN 12620 standardına göre iri agregaların yassılık indeksleri %50'den daha az olması istenmektedir. Beş farklı bölgeden alınan iri agregaların yassılık indeks yüzdeleri; I ve II nolu agregalarda %23 ila %28 arasında değişmektedir. Beş farklı bölgeden alınan Yılanlı Formasyonuna ait kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından üretilen iri agregaların yasılık indeks değerleri limit değerin altında kalmaktadır.

TS 3527'ye göre 0,063 (200 nolu) mm elek üstünde yıkama metoduyla yapılan test sonucuna göre ağırlıkça %maksimum; 0/4mm tane sınıfı için %4, 2/8mm tane sınıfı için %2 ve 4/16mm tane sınıfı için %0,5 olması gerekmektedir. Beş farklı bölgeden alınan agregaların ince madde oranı yüzdeleri; kırma kum agregalarında %11,85 ila %15,14 arasında, I nolu agregalarda %1,13 ila %2,08 arasında ve II nolu agregalarda ise %0,33 ila %1,47 arasında değişmektedir. Beş ayrı sahadan alınan agrega örneklerinden kırma kum agrega sınır değerler üzerindedir. I nolu agregaların ince madde oranı limit değerin altında, II nolu agrega ince madde oranı Öküşne bölgesi hariç limit değerin üzerinde çıkmıştır. Özellikle kırma kum agrega limit değerin çok üzerinde ince madde oranına sahiptir bunun nedeni; kırma kum agregalarında malzemenin hazırlanmasında esnasında kırma aşamasında fazla kalması, eleklerin durumu ve malzemenin gevrekliğine bağlı olarak taş unu aralığı artmakta ve ince madde oranının da yükselmektedir.

Düşük metilen mavisi değeri şişen kil miktarının önemli miktarda olmadığını gösterir. En düşük metilen mavisi değeri 0,52ml/g ile Öküşne bölgesi agregalarında; en yüksek metilen mavisi değerini ise 0,59ml/g ile Başören bölgesi agregalarında bulunmuştur. Beş farklı bölgeye ait metilen mavisi deney sonuçları 1 değerinden düşük olması ince agrega içerisinde şişen kil minerallerinin önemli miktarda olmadığını belirlenmiştir.

Önemli yapılarda kullanılacak beton agregalarında hafif madde oranı agrega ağırlığının %0,5'den, normal beton agregalarının ağırlığının %1'den fazla olmaması istenir. En düşük hafif madde oranı %0,18 ile Öküşne ve Dorasan Tepe bölgeleri agregalarında; en yüksek hafif madde oranı %0,24 ile Başören bölgesi agregalarında bulunmuştur. Beş farklı bölgeden alınan agregaların hafif madde oranları %0,5 limit değerinin altında kalmaktadır.

En düşük donma-çözünme sonucu kütlece yüzde kaybı %0,21 değeri ile Dorasan Tepe bölgelerine ait agregalarda, en yüksek donma-çözünme sonucu kütlece yüzde kaybı %0,25 değeri ile Kavukkavla bölgesi agregalarında belirlenmiştir. Beş ayrı sahaya ait agrega örneklerin donma-çözünme sonucu kütlece yüzde kaybı %1 değerinin oldukça altında kalmaktadır.

ASTM C 33 (1986)'de beton agregaları için 500 devir sonunda kaybın %30'dan az olması gerektiği belirtilmektedir. TS 706'da aşınma kaybı, 100 devir sonunda maksimum %10, 500 devir sonunda maksimum %50 olması durumunda uygun koşulları sağladığı belirtilmektedir. En düşük kütlece yüzde aşınma kaybı %18 değeri ile Başören bölgelerine ait agregalarda, en yüksek kütlece yüzde aşınma kaybı %24 değeri ise Dorasan Tepe bölgesi agregalarında belirlenmiştir. Beş farklı bölgeye ait agregaların Los Angeles kaybı limit değerlerin altında kalmaktadır.

En düşük klorür %0,062 ile Başören bölgesi agregalarında en yüksek klorür %0,065 değeri ile Kapısuyu agregalarında belirlenmiştir. TS 706 standardına göre agregalarda suda çözülen klorürü miktarı maksimum %0,2'den fazla bulunmamalıdır. Beş ayrı bölgeden alınan agregaların klorür miktarları limit değerin oldukça altında olup beton agregası olarak uygundur.

TS 706 standardına göre agregalarda sülfat miktarı ağırlıkça %1'den fazla olmamalıdır. En düşük sülfat miktarı %0,5 ile Dorasan Tepe bölgesi agregalarında, en yüksek sülfat miktarı ise %0,7 değeri ile Öküşne bölgesine ait agregalarda belirlenmiştir. Beş ayrı bölgeden alınan agregaların sülfat miktarları limit değerin oldukça altında olduğu belirlenmiştir.

Devoniyen-Alt Kretase yaşlı Yılanlı Formasyonu kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarının ilgili standartlara göre beton agregası olma özellikleri yeterli olduğu anlaşılmaktadır.

Yılanlı Formasyonu kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarından alınan özellikleri belirlenmiş agrega örnekleri ile beton üretiminde, TS 802 standardındaki "B" eğrisi kullanılarak beton karışım hesabı Sika-Yapı Kimyasalları- Teknik servisi tarafından hazırlanan paket program kullanılarak yapılmış ve beton örnekleri manuel betoniyer ile üretilmiştir. Çalışmada 3 farklı beton sınıfı için 3'er adet küp beton örnekleri Yılanlı Formasyonu agregaları, CEM II sınıfında çimento, su ve süper akışkanlaştırıcı kimyasal katkı ile üretilmiştir. TS 206-1'e göre hazırlanan ve TS 802'ye göre karışımları hesaplanan C 25, C 30 ve C 35 sınıfındaki beton örnekleri, küp kalıplarda amacına göre deneysel çalışmalar için şekillendirilmiştir.

Hazırlanan beton karışım örneklerinde ölçülen slump değerleri; Kavukkavla bölgesinde, C 25 için 16cm, C 30 için 15cm, C 35 için 13cm; Başören bölgesinde, C 25 sınıfı beton için 17cm, C

30 sınıfı beton için 15cm, C 35 sınıfı beton için 12cm; Öküşne bölgesinde, C 25 sınıfı beton 18,5cm, C 30 sınıfı beton için 18cm, C 35 betonu sınıf için için 14cm; Dorasan Tepe bölgesinde, C 25 sınıfı beton için 17cm, C 30 sınıfı beton için 16cm, C 35 betonu sınıf için 12cm; Kapısuyu bölgesinde, C 25 sınıfı beton için 16,5cm, C 30 sınıfı beton için 17cm, C 35 sınıfı beton için 14cm'dir.

Kavukkavla bölgesinde yer alan dolomitik kireçtaşına ait agregalar ile üretilen betonların, 3 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 306, C 30 sınıfı için 317, C 35 sınıfı için 370 olduğu, 7 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 351, C 30 sınıfı için 367, C 35 sınıfı için 431 olduğu, 28 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 424, C 30 sınıfı için 443, C 35 sınıfı için 488 olduğu belirlenmiştir.

Başören bölgesinde yer alan dolomitik kireçtaşına ait agregalar ile üretilen betonların, 3 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 299, C 30 sınıfı için 338, C 35 sınıfı için 368 olduğu, 7 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 351, C 30 sınıfı için 374, C 35 sınıfı için 430 olduğu, 28 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 420, C 30 sınıfı için 439, C 35 sınıfı için 480 olduğu belirlenmiştir.

Öküşne bölgesinde yer alan dolomitik kireçtaşı-kireçtaşına ait agregalar ile üretilen betonların, 3 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 302, C 30 sınıfı için 328, C 35 sınıfı için 362 olduğu, 7 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 350, C 30 sınıfı için 371, C 35 sınıfı için 433 olduğu, 28 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 421, C 30 sınıfı için 442, C 35 sınıfı için 484 olduğu belirlenmiştir.

Dorasan Tepe bölgesinde yer alan dolomitik kireçtaşı-kireçtaşına ait agregalar ile üretilen betonların, 3 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 303, C 30 sınıfı için 327, C 35 sınıfı için 364 olduğu, 7 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 352, C 30 sınıfı için 370, C 35 sınıfı için 432 olduğu, 28 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 423, C 30 sınıfı için 440, C 35 sınıfı için 486 olduğu belirlenmiştir.

Kapısuyu bölgesinde yer alan dolomitik kireçtaşı ait agregalar ile üretilen betonların, 3 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 299, C 30 sınıfı için 320, C 35 sınıfı için 365 olduğu, 7 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 351, C 30 sınıfı için 373, C 35

sınıfı için 434 olduğu, 28 günlük basınç dayanımları (kg/cm^2); C 25 sınıfı için 424, C 30 sınıfı için 441, C 35 sınıfı için 487 olduğu belirlenmiştir.

TS EN 206-1 standardına göre C 25,C 30 ve C 35 sınıfı betonların 28 günlük en küçük karakteristik küp basınç dayanımları sırasıyla (kg/cm^2); 300, 370 ve 450 olmalıdır. C 25 sınıfı betonda en düşük dayanım 420 kg/cm^2 ile Başören bölgesi agregaları ile en yüksek dayanım ise 424 kg/cm^2 ile Kavukkavla ve Kapısuyu bölgelerine ait agrega ile üretilen betonda elde edilmiştir. C 30 sınıfı betonda en düşük dayanım 439 kg/cm^2 ile Başören bölgesi agregaları ile en yüksek dayanım ise 443 kg/cm^2 ile Kavukkavla bölgesine ait agregalar ile üretilen betonda elde edilmiştir. C 35 sınıfı betonda en düşük dayanım 480 kg/cm^2 ile Başören bölgesi agregaları ile en yüksek dayanım ise 488 kg/cm^2 ile Kavukkavla bölgesine ait agregalar ile üretilen betonda elde edilmiştir.

Bu çalışmada Zonguldak-Bartın bölgesindeki Devoniyen-Alt Korbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonuna ait 5 faklı mostra veren sahalardan alınan kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı agregalarında üretilen farklı sınıftaki betonların 28 günlük basınç dayanımları standartta belirtilen limitin üzerinde çıkmıştır.

Batı Karadeniz Bölgesi içerisinde Zonguldak-Bartın illeri arasındaki Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonu kireçtaşı-dolomitik kireçtaşlarının ilgili standartlara göre agrega olma özellikleri yeterli olup, beton üretiminde kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

Zonguldak-Bartın illerinde mostro vermiş olan devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Yılanlı Formasyonundan beton agregası üretimi amaçlı alınan örneklerdeki değerler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle zaman zaman üretilen agregaların amacına uygun alanizleri yapılarak kontrolleri gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Akpınar A, Koçak G ve Pamukçu Ç (2004) Değişik Kökenli Agregaların Beton Kalitesi Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, *5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, İzmir.

Akpınar A (2002)Değişik Kaynaklı Agregaların Beton Kalitesini Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta

Altıntepe A (2004) Değişik Kaya Birimlerinden Üretilmiş Sert Kırmataşın Beton Dayanımına Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Aydın M, Serdar H S, Şahintürk Ö, Yazman M, Çokuğraş R, Demir O ve Özçelik Y (1987) Çamdağ(Sakarya)-Sünnicedağ(Bolu) Yöresinin Jeolojisi, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 30,l, s. 1-14

Arıoğlu E, Arıoğlu N ve Yılmaz A O (1999) *Çözümlü Beton Agregaları Problemleri*, Evrim Yayınevi, İstanbul

Baradan B (1991) *Yapı malzemesi II* (Bağlayıcı Maddeler, Agrega, Beton), Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi yayınları, No:207, s. 204.

Batmaz A (2006) Rize İli Ve Çevresindeki Derelerden Elde Edilen Agregaların Beton Yapımına Uygunluğunun Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ

Bayazıt Ö L (1988) *Beton ve Deneyleri*, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı D.S.İ. Genel Müdürlüğü, Ankara, 5-43

Buzkan İ (1996) Zonguldak Bölgesi Kum-Çakıl-Kırmataş Yatklarının Etüdü, 1. *Ulusal Kırmataş Sempozyumu '96* İstanbul

Buzkan İ (1997) Relationships Between petrographic and coking features of coals in Zonguldak Basin, *European Coal Geology, 3th European Coal Conference*, 1997, pp. 101-114

Buzkan İ (2007) Mineroloji ve Petrografi Ders Notları (Yayımlanmamış), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Zonguldak

Büyüktaş K, Alagöz T ve Kumova Y (2005) Arazi Koşullarında Farklı Çimento Çeşitleri İle Üretilen Betonların Basın. Dayanımlarının ve Elastisite Modüllerinin Belirlenmesi, *Akdeniz Ünv, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(5),sy:365-376

Can E ve Yalçın M N (1994) Armutçuk Yöresinde Karbonifer İstifinin Jeolojik Evrimi ve Modellenmesi, *Türkiye 8. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, s. 367-380

Can Y (2000) Velibey Formasyonunun Yayılımı ve Rezervuar Kaya Özellikleri Zonguldak Güneyi), Diploma Çalışması (Yayımlanmamış), İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Çomak B (2007) Isparta Yöresinde Çıkarılan Ve Beton Üretiminde Agrega Olarak Kullanılan Malzemelerin Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta

Dursun G (2001) Agregalar, Yapı Gereçleri Dersi Seminer Çalışması, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul

Dursun G (2004) İstanbul Anadolu Yakasındaki Kireçtaşlarının Agrega Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Erdoğan T Y (1995 a) *Betonu Oluşturan Malzemeler-Agrega*, Türkiye Hazır Beton Birliği

Erdoğan T Y (1995 b) *Betonu Oluşturan Malzemeler-Çimento*, Türkiye Hazır Beton Birliği

Erdoğan T Y (1995 c) *Betonu Oluşturan Malzemeler-Karışım Ve Bakım Suları*, Türkiye Hazır Beton Birliği

Erdoğan T Y (2004) *Beton*, METU Pres, Ankara, s.208-240,450-510,652-691

Finetti I, Bricchi G, DelBer A, Pipan M and Xuan Z (1988) Black Sea, *Bulletino di Geofısics Teorics edApplicata*, 30, p. 197-324

Güler B (2006) İstanbul Ayazağa-Cebeci-Çatalca Bölgelerindeki Agrega Kaynaklarının Yüksek Dayanımlı Betonda Kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Gürbüz G (1998) Amasya Bölgesi Agrega Rezervlerinin Hazır Beton Agregası Olarak Kullanım imkanlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Güner M S (1999) *Malzeme Bilimi- Yapı Malzemesi ve Beton Teknolojisi*, Bakanlar Medya, İstanbul, s.18-65

Güner M S ve Süme V (2000) *Yapı Malzemesi ve Beton*, Aktif Yayınevi,İstanbul, 25-82,

Görür N, Tüysüz O, Okay A, Sarkınç M, Yiğitbaş E ve Akkök R (1993) Cretacaous Red Pelagic Carbonates of Northern Turkey: Their Place in the Oppening History of the Black Sea, *Eclagae Geol. Helv.,* 86/3, p. 819-838

Greensmith J T(1989) *Petrology of the Sedimentary Rocks*, Unwin Hyman, London

Haktanır T and Yurtal R (1991) Computer Aided Agregates Proportioning for Concrete Mixes, *Doğa Türk Mühendislik ve Çevre Dergisi* Cilt:15, Sayı:2, s.159-178

Keskin H (1993) Atabey Kum-Çakıl Ocağı Özelliklerinin İncelenmesi ve Bu Özelliklerinin Beton Dayanımına Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta

Kaya O ve Dizer A (1983) Ereğli (Zonguldak) Alanının Kretase Stratigrafisi, *MTA Dergisi*, Sayı 99/100

Kerey İ E (1985) Facies and Tectonics Setting of the Upper Cretaceus Rocks of Northwestern, Turkey, in Dixon, J.E. and Robertsen, A.H.F. (Eds); The *Geolocical Society Special Publication*, No: 17, p. 123-128

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Kocataşkın F (1991) Betonun Dünü, Bugünü, Yarını, *II. Ulusal Beton Kongresi*, Mayıs, Istanbul,

Muratoğlu Ö (2006) Batı Karadeniz Bölgesindeki Taş Ocağı Agregalarının Durabilite Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak

MTA (1994) Batı Karadeniz Karbonifer Havzası Hakkında Özet Bilgi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Zonguldak

MTA (2002 a) 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Ereğli-F26 Paftası, no.27, Ankara

MTA (2002 b) 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Zonguldak-E27 ve F27 Paftaları, no.28, Ankara

MTA (2002 c) 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Zonguldak-E29 Paftası, no.25, Ankara

MTA (2004) Batı Karadeniz Bölgesi Litostratigrafi Birimleri, Stratigrafi Komitesi Litostratigrafi Birimleri Serisi-1, Ankara

MEGEP (2006) Agrega Deneyleri-1,2,3,4,5., İnşaat Teknolojisi, Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara

Orhan E ve Canca N (1989) Zonguldak ili Kandilli-Değirmenağzı Arasındaki Alanın Jeolojisi ve Kömür Varlığı, MTA Raporu No: 8549

Orhan E (1992) Zonguldak Taşkömürü Havzası Genel Jeolojisi ve Kozlu K/20G Sondaj Kuyusu Stratigrafisi, *Kozlu-K/20G Araştırma Kuyusu Workshop*, Program ve Özler, p.8, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Yer Bilimleri Bölümü, Gebze

Orhan E (1995) Zonguldak Taşkömür Havzası Genel Jeolojisi ve Kozlu-K/20G Sondaj Kuyusu Stratigrafisi, MTA Raporu, Zonguldak

Oktu G, Erduran B, Kır N ve Alkılıç Ç (1994) Zonguldak İlinde yer Alan Gelik-İnağzı, Bağlık-Kozlu Kömür Sahalarının Hidrojeolojik Etüdü, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

Özen F (2000) Velibey Formasyonunun Yayılımı ve Rezervuar Kaya Özellikleri (Gelik Güneydoğusu-Zonguldak), Diploma Çalışması (Yayımlanmamış), İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Özdemir M (2006) Kayaç Mukavemetinin Beton Dayanımına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana

Özdoğanlar O (1979) *Şantiyeler İçin Beton Teknolojisi*, Bayındırlık Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, s.19-46

Özkoçak O, Konyalı Y ve Şentürk I (1978) Kuzeybatı Anadolu Taşkömür Havzasına Genel Bakış, *l. Kömür Kongresi*, s. 167-202

Özler Y, Orhan E, Yaver Y, Canca N, Kır N ve Tongac O (1992) Zonguldak Değirmenağzı İle Göbü Arasındaki Alanın Jeolojisi ve Kömür Varlığı, MTA Raporu

Özkul H, Taşdemir M A, Tokyay M ve Uyan M (1999) *Her yönüyle BETON* , Türkiye Hazır Beton Birliği, İstanbul

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Pul S (1994) Agrega Petrografik Yapısının Beton Dayanım ve Akışkanlığı Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon

Postacıoğlu B (1987) *Bağlayıcı Maddeler, Agregalar, Beton Cilt II*, Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul, s.34-86

Reading H G (1986) *Sedimentary Environments and Facies*, Blackwell Scientific Publications, Oxford

Ralli G (1933) *Le Bassın Hauiller d'Heradee Et La Flöre Du Hamiler Moyer*, İstanbul

Saner S (1979) Batı Ponditlerin ve Komşu Havzaların Oluşuklarının Levha Tektoniği Kavramıyla Açıklanması, *MTA Dergisi* 93/94

Saner S, Siyako M, Aksoy Z, Burkan K ve Demir O (1981) Zonguldak Dolayının Jeolojisi, TPAO Grubu Başkanlığı Raporu

Siyako M, Aksoy Z, Burkan K A ve Demir O (1981) Zonguldak Dolayının Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları, TPAO Arama Grubu Arşivi (Unpublished report), No:1536

Şimşek O (2000) *Yapı Malzemesi Cilt II*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara

Şimşek O (2004 a) *Beton ve Beton Teknolojisi*, Seçkin Yayıncılık, Ankara

Şimşek O (2004 b) *Beton Bileşenleri ve Beton Deneyleri*, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği**,** Ankara

Taşdemir A M (2002) Betonun Dayanım ve Durabiliteye Göre Tasarımı ve Üretimi, *İMO İstanbul Şubesi*, Sürekli Eğitim Seminerleri, İstanbul

Tokay M (1949) Karadeniz Ereğlisi Alacaağzı-Deliler Köyü Bölgesi Örtüsü Jeolojik Etüdü, MTA Raporu, No: 1820

Tokay M (1952) Contribution AV etüde Geoloqiqoede La Region Comprise Entre Ereğli, Alaph, Kızıltepe Et Alacaağzı, *MTA Mecmuası*, Sayı 42-43, p.37-38

Tokay M (1955) Filyos Çayı Ağzı-Amasra-Bartın-Koscağız-Çaycuma Bölgesinin Jeolojisi, *MTA Dergisi*, Sayı: 46-47 ve MTA Derleme No: 2099

Topçu T H (2006) 'Zonguldak-Bartın Arasındaki Çangaza Bazaltlarının Agrega Olma Özellikleri ve Beton Üretiminde Kullanılabilirliği' Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak

Türkiye Hazır Beton Birliği (2004) Laboratuar Teknisyenleri Kursu Ders Notları, Türkiye Hazır Beton Birliği 23-25,

Türk Standardı (1980) TS 707 Beton Agregalarından Numune Alma ve Deney Numunesi Hazırlama, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara,

Türk Standardı (1980) TS 3526 Beton Agregalarında Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (1980) TS 3523 Beton Agregalarının Yüzey Nemi Oranının Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (1980) TS 3527 Beton Agregalarında İnce Madde Oranı Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Türk Standardı (1980) TS 3528 Beton Agregalarında Hafif Madde Oranı Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (1980) TS 3529 Beton Agregalarında Birim Ağırlık Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (1985) TS 802 Beton Karışım Hesapları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (1988) TS 5929 Beton Deneyleri - Boyutlar Toleranslar ve Deney Numunelerinin Uygunluğu, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (1997) TS EN 932-1 Agregaların Genel Özellikleri için Deneyler-Kısım 1-Numune Alma Metotları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (1997) TS EN 932-2 Agregaların Genel Özellikleri için Deneyler-Kısım 2-Laboratuvar Numunelerinin azaltılması Metotları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (1997) TS 3114 Beton Basınç Mukavemeti Tayini, *Türk standartları Enstitüsü* Ankara

Türk Standardı (1999) TS 3530 EN 933-1 Agregaların Geometrik Özellikleri için Deneyler Bölüm: 1 - Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini - Granülometrik Analiz (Eleme Metodu), *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (1999) TS 9582 EN 933-3 Agregaların Geometrik Özellikleri için Deneyler Bölüm 3: Tane Şekli Tayini Yassılık İndeksi, *Türk standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (2000) TS EN 1744 – 1 Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyler – Bölüm 1: Kimyasal Analiz, *Türk standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (2000) TS EN 1097-2 Beton Agregalarında Aşınmaya Dayanıklılık Aşınma Oranı Tayin Metodu, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (2001) TS 3814 EN 933-4 Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 3: Tane Şekli Tayini –Şekil İndeksi, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (2001) TS EN 1367-1 Beton Agregalarında Dona Dayanıklılık Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (2001) TS EN 933-9 Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler-Bölüm 9: İnce Tanelerin Tayini, Metilen Mavisi Deneyi, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (2002) TS EN 206-1 Beton, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (2002) TS EN 12350-1 Beton-Taze Beton Deneyleri- Bölüm 1: Numune Alma, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (2002) TS EN 12350-1 Beton-Taze Beton Deneyleri- Bölüm 2: Çökme (Slamp) Deneyi, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (2002) TS EN 12390-7 Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri Bölüm 7: Sertleşmiş Betonun Yoğunluğunun Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

Türk Standardı (2003) TS 706 EN 12620 Beton Agregaları, Türk standartları Enstitüsü, Ankara

Tüysüz O (1990) Tectonics Evulation of a Port of the Tethyside Orogenic Colloge: The Kargı Masif, Norther Turkey, *Tectonics* 9, p. 197-324

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Tunç A (2001) *Yol Malzemeleri ve Uygulamaları*, Atlas Yayıncılık, Ankara

Ün H (2007) Yapı malzemesi Ders Notları, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli

Ünal E (2005) Niğde ve Yöresinde İnşaat Sektöründe Kullanılan Agregaların Minerolojisi ve Bunların Beton Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde

Wedding H (1970) Bartın (Zonguldak) Doğusuna Doğru Enteresan Bir Dekroşman Hakkında, *MTA Dergisi*, Sayı 74

Yergök F A, Akman Ü, Tekin F, Karabahk N N, Akat U, Armağan F,Erdoğan K ve Kaymakçı H (1987) Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi, MTA Raporu, No:2818, Ankara

Yazıcı M (2006) Rize-İyideredeki Agregaların Hazır Beton Üretiminde Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

URL (2009) http://www.teknolojikarastirmalar.com/e-egitim/yapi_malzemesi/beton/6.HTM, 20.04.2009

ÖZGEÇMİŞ

İlke KELEŞ 1975 yılında Kdz.Ereğli'de doğdu. İlk Orta ve Lise tahsilini aynı şehirde tamamladı. 1991-1992 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümüne girdi. 1998 yılında mezun olduktan sonra, Kdz.Ereğli ilçesinde özel sektörde çalışmaya başladı. 2008 yılında girdiği Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans programı öğrencisidir. Evli ve 2 çocuk annesidir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Müftü Mahahallesi
Uğur Mumcu Cad. No:19/A
Kdz.Ereğli/Zonguldak

Tel: (372) 323 16 26
E-posta: ilke_jeo@hotmail.com

İlke KELEŞ