

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aslıhan GÜNEYLİ

**ADANA VE ÇEVRESİNDE ÜRETİLEN AGREGALARIN
BETON ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİKLERİ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ADANA VE ÇEVRESİNDE ÜRETİLEN AGREGALARIN
BETON ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİKLERİ**

Aslıhan GÜNEYLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez/...../..... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

.....
Doç.Dr. Sedat TÜRKMEN
DANIŞMAN

.....
Doç.Dr. Altay ACAR
ÜYE

.....
Yrd. Doç.Dr. Kıvanç ZORLU
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ADANA ve ÇEVRESİNDE ÜRETİLEN AGREGALARIN BETON
ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİKLERİ**

Aslıhan GÜNEYLİ

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç. Dr. Sedat TÜRKMEN
Yıl :2010, Sayfa: 69
Jüri : Doç. Dr. Sedat TÜRKMEN
: Doç. Dr. Altay ACAR
: Yrd. Doç.Dr. Kıvanç ZORLU

Bu tez çalışmasında Adana bölgesinde 5 agrega işletmesinin ürettiği agregalar fiziksel ve mekanik özellikleri Beton Agregaları Standardı (TS 706 EN 12620 +A1) açısından incelenmiştir. Bu agregalar üzerinde yapılan deneylerle fiziksel ve mekanik özellikler belirlenmiştir. Böylece agregaların fiziksel özellikleri ile üretim yöntemi ve teknik donanım karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak beton için üretilen sonuç agrega üzerinde yöntem ve teknik donanımın etkileri ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: agrega, beton, Beton Agregaları Standardı (TS 706 EN 12620 +A1)

ABSTRACT

MSc THESIS

THE USABILITY OF AGGREGATES PRODUCED IN ADANA REGION ON CONCRETE PRODUCTION

Aslıhan GÜNEYLİ

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Sedat TÜRKMEN
Year: 2010, Pages: 69
Jury : Assoc. Prof. Sedat TÜRKMEN
: Assoc. Prof. Altay ACAR
: Asst. Prof. Dr. Kıvanç ZORLU

In this thesis study, five aggregate establishments in Adana region producing aggregates were examined in terms of Turkish Concrete Aggregate Standard (TS 706 EN 12620 +A1) of physical and mechanical properties of concrete. Physical and mechanical and properties were determined by means of the experiments conducted on the aggregates. Thus, the physical and mechanical properties of aggregates were compared with the production method and technical equipment. As a result, the effects of the methods and technical equipment on final (product) aggregate produced for concrete were revealed.

Key Words: aggregate, concrete beton, Turkish Concrete Aggregate Standard (TS 706 EN 12620 +A1)

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin hazırlanmasında yardımcı olan Sayın Danışman Hocam Doç. Dr. Sedat TÜRKMEN'e teşekkür ederim.

İş hayatına adım attığım ilk günden itibaren engin bilgilerinden faydalandığım her zaman yol gösterici olan Sayın Mak. Müh. Osman YÜCE'ye ve mesai arkadaşım Mustafa AK'a yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Şantiye hayatını öğreten, disiplinli çalışmasıyla örnek olan bildiklerini paylaşmaktan çekinmeyen Sayın Mehmet BORAN'a teşekkür ederim.

Çukurova Üniversitesi'nde yapılan deneylerde bilgi ve hoşgörüsü ile yardımcı olan Sayın Ertuğrul ÇANAKÇI'ya teşekkür ederim.

Adana TSE Bölge Müdürlüğü denetçileri Sayın İnş. Müh. Kürşat ONUR'a ve Sayın Kim. Müh. Güzide GİRGİN'e çalışmalarında yol gösterici oldukları için teşekkür ederim.

Çimko Çimento laboratuvar şefi Sayın Jeo. Müh. Ali Kral DÖNMEZER'e yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezimin hazırlanmasında yardımcı olan sevgili arkadaşlarım Zeynep DEMİRAY'a, Tolga RÜŞEN'e ve Senem TEKİN'e teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen, tez yazımında ve çizimlerimde yardımcı olan değerli meslektaşım ve sevgili eşim Yrd. Doç. Dr. Hakan GÜNEYLİ'ye teşekkür ederim.

Hayatım boyunca yanımda olan, maddi manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, sevgili annem Ayşe KISACIK'a; sevgili babam Şükrü KISACIK'a ve biricik kardeşim Melike KISACIK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGE DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
EKLER DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL VE METOD.....	9
3.1.MATERYAL.....	9
3.2.1. Taş ocaklarının formasyon özellikleri.....	13
3.2.1.1. Çakıt Çayı Alüvyonu (Kuvaterner).....	13
3.2.1.2. Karaisalı Formasyonu (Tka) (Alt Miyosen).....	14
3.2.1.3. Karahamzauşağı Formasyonu (PKbk) (Permo-Karbonifer).....	15
3.2.METOD.....	17
3.2.1.Laboratuar Çalışmaları;.....	17
3.2.2.1. Tane Büyüklüğü Dağılımı Saptama (Elek Analizi).....	20
3.2.2.2. Metilen Mavisi Deneyi.....	26
3.2.2.3. Yassılık İndeksi Deneyi.....	27
3.2.2.4. Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deneyi.....	28
3.2.2.5 Petrografik Analiz.....	30
3.2.2.6. Los Angeles Deneyi.....	32
3.2.2.7. Alkali-Silika Reaktifliği.....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	37
4.1 Agregat Ocaklarının Elek Analizi Sonuçları ve Karşılaştırılması.....	37
4.2 Agregat Ocaklarının Metilen Mavisi Deney Sonuçları.....	46
4.3 Agregat Ocaklarının Yassılık İndeksi Sonuçları.....	49
4.4 Agregat Ocaklarının Tane Yoğunluğu ve Su Emme Sonuçları.....	52

4.5 Alkali-Silika Reaktifliği Sonuçları	55
4.6. Petrografik Analiz Sonuçları	55
4.7. Los Angeles Deneş Sonuçları	56
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR.....	63
ÖZGEÇMİŞ	65
EKLER.....	66

ÇİZELGE DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1. Agregta ocaklarının formasyon adları.....	17
Çizelge 2. Sonuç Ürün Kalite Planı.....	19
Çizelge 3. Agregta tane sınıflarının belirtilmesinde kullanılan elek göz açıklıkları (TS 706 EN 12620 +A1)	21
Çizelge 4. Tane büyüklüğü dağılımı için genel şartlar (TS 706 EN 12620 +A1).....	22
Çizelge 5. Genel kullanım amaçlı ince agregalar için üreticinin beyan ettiği tipik tane büyüklüğü dağılımı ile ilgili toleranslar (TS 706 EN 12620 +A1)	23
Çizelge 6. Karışık agregaların tane büyüklüğü dağılımı özellikleri (TS 706 EN 12620).....	24
Çizelge 7. Çok İnce Malzeme İçeriği (TS 706 EN 12620 +A1)	25
Çizelge 8. Silindirik çubuklu elekler (TS 706 EN 12620 +A1).....	27
Çizelge 9. En büyük yassılık indeksi değerlerine göre kategoriler (TS 706 EN 12620 +A1).....	28
Çizelge 10. En az örnek kütlesi (Q), en büyük parça büyüklüğü (D) arasındaki ilişki (TS 706 EN 12620 +A1)	31
Çizelge 11. En Büyük Los Angeles değerine göre kategoriler (TS 706 EN 12620 +A1).....	34
Çizelge 12. Agregaların beton kalite değerlendirmede kullanılan aralıkları (CIRIA/CUR, 1991: 2007)	34
Çizelge 13. A1 Agregta Ocağının Elek Analizi	38
Çizelge 14. A2 Agregta Ocağının Elek Analizi	39
Çizelge 15. B Agregta Ocağının Elek Analizi	40
Çizelge 16. C1 Agregta Ocağının Elek Analizi	41
Çizelge 17. C2 Agregta Ocağının Elek Analizi	42
Çizelge 18. Metilen Mavisi (Methilene Blue) deney sonuçları	46
Çizelge 19. İnceleme alanındaki agregta örneklerinin yassılık indeksi değerleri.....	49
Çizelge 20. A1 Ocağının Tane Yoğunluğu ve Su Emme deney Sonuçları	53
Çizelge 21. A2 Ocağının Tane Yoğunluğu ve Su Emme deney Sonuçları	53
Çizelge 22. B Ocağının Tane Yoğunluğu ve Su Emme Sonuçları.....	54

Çizelge 23. C1 Ocağının Tane Yoğunluğu ve Su Emme Sonuçları.....	54
Çizelge 24. C2 Ocağının Tane Yoğunluğu ve Su Emme Sonuçları.....	55
Çizelge 25. Petrografik Analiz Sonuçları	56
Çizelge 26. Los Angeles Deney Sonuçları	56
Çizelge 27. Agregaların kalite değerlendirmesi (CIRIA/CUR, 1991; 2007).....	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası	4
Şekil 2. A1 ve A1 agrega üretim sahalarını içine alan bölgenin jeoloji haritası.....	10
Şekil 3. B agrega üretim sahalarını içine alan bölgenin jeoloji haritası.....	11
Şekil 4. C1 ve C2 agrega üretim sahalarını içine alan bölgenin jeoloji haritası.....	12
Şekil 5. Çakıt Çayı alüvyal (tuvenan) malzemesi.....	13
Şekil 6. Karaisalı formasyonu kireçtaşlarında açılmış B ocağının görünümü.....	15
Şekil 7. Karhamzauşağı formasyonuna ait kil aratabakaları içeren kireçtaşlarının görünümü (A1 ve A2 ocaklarını yer aldığı seviye).....	16
Şekil 8. Los Angeles aşınma dayanım deney aleti.....	34
Şekil 9. A1 ocağında üretilen agregaların taneboyu dağılım eğrileri.....	43
Şekil 10. A2 ocağında üretilen agregaların taneboyu dağılım eğrileri.....	43
Şekil 11. B ocağında üretilen agregaların taneboyu dağılım eğrileri.....	44
Şekil 12. C1 ocağında üretilen agregaların taneboyu dağılım eğrileri.....	44
Şekil 13. C2 ocağında üretilen agregaların taneboyu dağılım eğrileri.....	45
Şekil 14. By-Pass uygulaması.....	48
Şekil 15. Patlatmadan gelen malzemenin ilk döküm yeri (Bunker).....	48
Şekil 16. Agrega sonuç ürün görünümü.....	48
Şekil 17. Kireçtaşın malzemenin kırmataş haline getirilmiş sonuç durumu.....	50
Şekil 18. Doğal dere agregası.....	51
Şekil 19. Doğal dere agregasının kırma-öğütme işlemi sonrasında kırmataş haline getirilmiş durumu.....	51

EKLER DİZİNİ**SAYFA**

Ek 1. A1 örneğinin Alkali-Silika reaksiyonu analizi.....	67
Ek 2. A2 örneğinin Alkali-Silika reaksiyonu analizi.....	67
Ek 3. B örneğinin Alkali-Silika reaksiyonu analizi	68
Ek 4. C1 örneğinin Alkali-Silika reaksiyonu analizi.....	68
Ek 5. C2 örneğinin Alkali-Silika reaksiyonu analizi.....	69
Ek 6. Basitleştirilmiş petrografik tanımlama için işlem ve terminoloji (TS 10088 EN 932-3).....	69

1. GİRİŞ

Günümüzde beton en yaygın kullanılan yapı malzemesidir, bu yüzden beton kalitesi büyük önem taşımakta ve kalıcılığı sağlamak amacı ile daha kaliteli betonlar üretilmeye çalışılmaktadır.

Agrega; hacimsel olarak betonun yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır. Betonun hem genel performansını hem de diğer girdilerin performansını etkileyen ve belirleyen bir malzemedir. Beton sınıfı yükseldikçe agreganın kalitesinin ve stabilitesinin önemi artmaktadır.

Beton agregası, “beton veya harç yapımında”, çimento ve su karışımından oluşan bağlayıcı malzeme ile birlikte bir araya getirilen, organik olmayan doğal ve yapay malzemenin genellikle taneboyutu 63 mm'yi geçmeyen kırılmış veya kırılmamış kaya taneler olarak tanımlanabilir (agub.org.). Ülkemizde agrega üretim ve kullanım ölçütlerini belirleyen Türk Standartları Enstitüsü'nün, ilgili TS 706 EN 12620 +A1 standardına göre agrega ile ilgili tanımlama ve açıklamalar aşağıdaki şekilde özetlenmiştir;

- **Agrega:** Yapılarda kullanılan taneli malzemedir ve doğal, yapay veya geri kazanılmış tipte olabilir.
- **Doğal Agrega:** Mekanik işlem dışında herhangi bir işlemde geçmemiş, mineral kaynaklardan elde edilen agregadır.
- **Karışık (tuvenan) agrega:** İri ve ince agregaların karışımından oluşur.
- **Yapay agrega:** Isıl veya diğer uygulamaları ihtiva eden bir endüstriyel işlem sonucunda elde edilen mineral kökenli bir malzemedir.
- **Geri kazanılmış agrega:** Önceden yapılarda kullanılmış olan inorganik malzemelerin işlemde geçirilmesi sonucunda elde edilir.
- **Dolgu agregası:** Çoğunluğu 0.063 mm göz açıklıklı elekten geçen ve yapı malzemelerine belirli özellikler kazandırmak amacıyla eklenen malzemedir.
- **İnce agrega:** $D^{(*)}$ değerinin 4 mm'den küçük veya eşit olduğu tane büyüklüğündeki agregaya verilen isimdir.

- **İri agregaya:** "D" değerinin 4 mm'den büyük veya 4 mm'ye eşit, 'd^(*)' değerinin ise 2 mm'den büyük veya 2 mm'ye eşit olduğu tane büyüklüklerindeki agregaya verilen isimdir.
- **Doğal olarak sınıflandırılmış 0-8 mm'lik agregaya:** 'D' değerinin 8 mm'den küçük veya 8 mm'ye eşit olduğu akarsu kökenli doğal agregalara verilen isim. (*:D en büyük tane boyu, d en küçük tane boyu)

Günümüzde agregaya gereksinimindeki artış nedeni ile çakıl ve alüvyon kumu ocakları yetersiz kalmış; böylece taş ocaklarında kırmataş üretimine başlanmış ve kısa bir süreçte hızla yaygınlaşmıştır. Kaynak kaya ve üretim yöntemi değişse bile beton üreticisi tarafından daima kaliteli ve ekonomik agregaya tercih edilmektedir.

Betonda kullanmadan önce tüm agregaya ve beton deneyleri yapılarak sertleşmiş betonun 7–28 günlük basınç dayanımları belirlendikten sonra agregaya alınmasına karar verilir. Agregalarda aranan en önemli özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Dayanıklı ve boşluksuz olma,
- Zayıf taneler ve yabancı maddeler içermeme,
- Basınca ve aşınmaya karşı dayanım,
- Toz, toprak, kil ve betona zarar verecek bir içeriğe sahip olmama,
- Yassı taneler içermeme,
- Çimento ile beton içerisinde zararlı tepkime vermeme (agub.org)

Ülkemizde artan nüfusla birlikte yapılaşmada büyük bir büyüme sürecine girilmiştir. Yoğunlaşan yapılaşma ve deprem, heyelan ve su baskını gibi etkenlerin değerlendirmeye alınması zorunluluğu ile birlikte yüksek dayanımlı beton üretimi ilerleyen süreç içerisinde önem kazanmıştır. Beton santralleri tarafından agregaya sağlanan agregaya ocaklarında standartlara uygun üretim yapılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Ülkemizde son dönemlerde yürürlükte olan beton agregaları standardı (TS 706 EN 12620 +A1), agreganın beton için uygunluğunu belirlemek üzere uygulanmaktadır. Agregaya üreticileri ürettiği agreganın standartta belirtilen, başlangıç tip deneyleri yapıldıktan sonra sonuçları beyan ederek beton üreticisine satışı gerçekleştirmektedir. Beton üreticileri söz konusu agregaya deney sonuçlarına

göre beton tasarımını gerçekleştirmektedir. “TS 706 EN 12620 +A1” standardının en önemli özelliği ürünün belli bir sınıfa girme zorunluluğunun olmamasıdır.

Beton üretimine başlamadan önce beton bileşenlerinin uygunluğunu belirlemek üzere birçok deney yapılır. Betonun %70’ini oluşturan agregada, kalite bakımından belirleyici olan bu deneyler en önemli ölçütlerdir. Betonda kullanılan agregalar, agrega üretim yerine kurulan laboratuvarlarda yapılan kontroller; elek analizi, 0.063 mm elekten geçen malzeme (%) miktarı, tane yoğunluğu, yassılık indeksi ve metilen mavisi deneyleridir. Bu deneylerle, sonuç ürün kontrolü yapılmaktadır, ancak üretici sorumluluğu agreganın beton santraline teslim edilmesine kadar devam etmektedir. Bu nedenle depolama ve nakliyede de dikkat edilmesi gereken konular vardır. Söz gelimi bantlardan yan yana akan farklı boyutlardaki agreganın birbirine karışmasını engellenmek için üretim sahasının sürekli denetimi, agrega içerisine yabancı madde karışmasını ve kirlenmeyi önlemek amacıyla stok sahasının uygun bir alanda seçimi ve nakliye aracı içerisinde önceden taşınmış malzeme kalmamış olmasını sağlama büyük önem taşır. Aksi takdirde kirli, tane boyu dağılımı bozulmuş yığınlar beton üreticisine ulaşacak ve beton üretiminde birçok sorun ile karşılaşılacaktır.

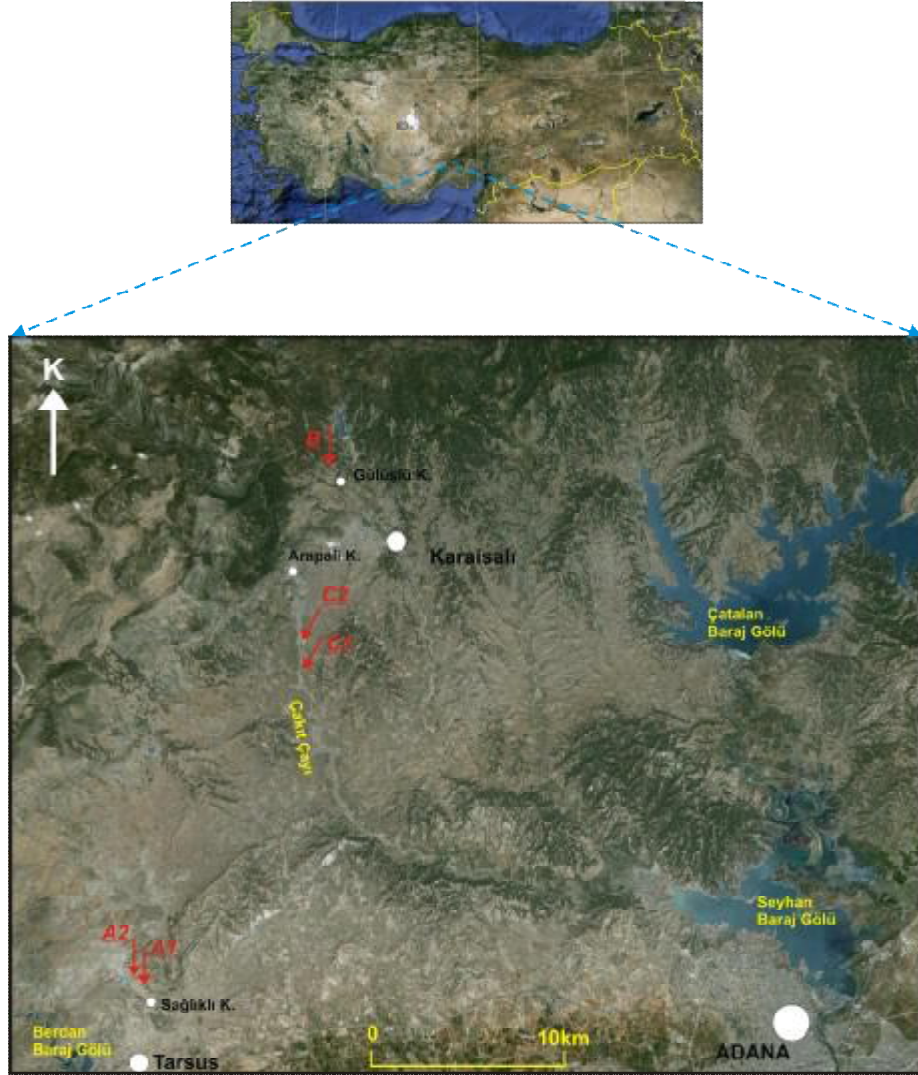
Agrega ocaklarında, formasyon içerisinde agrega olarak kullanılacak birimin (kaynak kayanın) petrografik ve kimyasal özellikleri doğrudan kaliteyi etkilerken, birim ile temas halinde olan kil bantlarının varlığı ve malzemenin sertliği, kırma-eleme işlemini etkilemektedir.

Formasyonun (kaynak kayanın) yerel özellikleri ve ocak özelliklerine uygun donanım seçimi agreganın mühendislik özelliklerinde temel belirleyicilerdir. İşletmelerde üretimin her aşamasında standartlara uyulmasına karşın, aynı kaynak kayadan malzeme alımı gerçekleştiren iki farklı agrega üretim işletmesinin sonuç ürünü aynı özellikte ve kalitede olmayabilmektedir.

Adana ve yakın çevresinde (Karaisalı ve Tarsus) üretilen agregalar kaya ve dere malzemesi olmak üzere farklı kaynaklardan, değişik yöntemlerle üretilmektedir. Bu farklılıklar bölgede üretilen agregalara tür, kalite ve beton kullanılabilirliği açısından değişik özellikler kazandırmaktadır.

Tez kapsamında, Adana ve çevresinde üretilen agregaların beton standartlarına uygunluğu araştırılmıştır. Bu amaçla belirli kaynak kayalarda üretim yapan alanlardan alınan agregaların betonda kullanılabilirliğinin ortaya konması amacıyla mühendislik özelliklerini yansıtan standart deneyler yapılmıştır. Agregasyon sahası seçiminde yaygın üretim yapılan kaynak alanlar (Karaisalı ve Karahamzaşağı formasyonlarına ait kireçtaşları ve Çakıt Çayı alüvyonları) seçilmiştir (Şekil 1-4).

Ayrıca Adana Bölgesinde, aynı formasyondan (kaynak kayadan) üretim yapan ancak farklı özellikte agrega üreten işletmelerde ortaya çıkan farklılıkların nedenleri, teknik donanım ve uygulama yöntemi açısından karşılaştırılmıştır.



Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Uğurlu (1996), agrega üretiminde ortaya çıkan taşununun beton özellikleri üzerine etkisini belirlenmiştir. Su-çimento oranı yüksek olan betonların taşunu eklenmesi ile özelliklerinin iyileştiği belirlenmiştir. Ayrıca taşunu fazla olan beton karışımlarında beton geçirgenliğinin, su emme oranının ve porozitesinin azaldığı, basınç dayanımının arttığı saptanmıştır. İnce agrega içerisindeki ince malzemenin (kil hariç) yıkatılmadan beton tasarımda kullanılması gerektiği belirtilmiştir.

Halili (2003), kırma-eleme tesis tasarımlarını incelemiş ve kaliteli agrega üretimi için uygun tesis donanımları belirlemiştir. Agrega kalitesini etkileyen faktörlerin başında taşın kırılma (sıkıştırarak kırma, çarptırılarak kırma) ile ocak malzemesinin litolojik, yapısal ve fiziksel özellikleri geldiğini belirlemiştir. Kaliteli ve kübik malzeme üretimi için çarptırma özellikli düşey milli kırıcıların kullanılmasının verimi artırdığı sonucuna varmıştır. Kırma tesislerindeki kırıcı bıçaklarının dökümünde kullanılan kimyasal karışımın, taşın litolojisine ve çalışma ortamının hidrojeolojik ve hidrolojik durumuna göre ayarlanması gerektiğini belirtmiştir. Böylece bıçak ve astardaki aşınma en aza indirilmektedir. Kireçtaşı, kumtaşı, bazalt gibi farklı kayalarda ayrı özellikte kırıcı geliştirilmesi, kırma-eleme kalite ve verimini artırarak üretim maliyetini düşürdüğü sonucu bulunmuştur.

Uluöz ve diğ. (2004) kırma-eleme tesislerinde inceleme yaparak kırma kum içerisindeki taş unu miktarı artışıyla, kilin kırma kum içerisine giriş nedenleri incelemiştir. Kırma-eleme tesislerinden alınan örnekler üzerinde laboratuvar deneyleri yapılarak taş ocağının, kırma tesisinde üretilen agregaların karakteristik özellikleri belirlenmiştir. Kırma kum içerisindeki taşunu ve kil miktarlarındaki değişimler dikkate alınarak beton tasarımları yapılmış bu sırada alınan örnekler üzerinde yapılan deneyler, beton kalitesi karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir. Bileşiminde taşunu ve kil bulunduran kırma kumun beton üretiminde kullanılması durumunda karşılaşılabilecek kalite sorunları belirlenmesi amacı ile deneme üretimleri yapılmıştır. Araştırmacılar, kırma kumda bulunan ince madde miktarının ve özelliklerinin bu agregayla üretilecek betonun kalitesini doğrudan etkilediğini belirlemişlerdir. Kırma kum içerisindeki taşunun, beton kalitesine belli bir ölçüde katkıda bulunduğu fakat

oranın artmasıyla birlikte kalite sorunlarına neden olduğu saptanmıştır. Kırma kumda bulunan kilin ise beton için önemli kalite sorunlarına neden olduğu bulunmuştur.

Çavuşoğlu ve diğ. (2005) Harşit çayından elde edilen ve Kuşkayası kırma-eleme tesisinde üretilen kırılmış dere agregasının beton dayanımına etkisi araştırmıştır. Yüksek ince madde miktarının özgül yüzey alanında bir artış meydana getirerek beton karışımının su ihtiyacını önemli ölçüde arttırdığı ve beton basınç dayanımını olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan kırılmış dere agregasının, yapılan çalışma sonrasında beton agregası olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Topçu ve diğ. (2006), Eskişehir bölgesinde farklı agrega ocaklarından alınan ve hazır beton santrallerinde ince malzeme olarak kullanılan ince agregaların metilen mavisi değerleri belirlemiştir. Bu agregalarla üretilen beton örneklerinin metilen mavisi değerleri ile fiziksel ve mekanik özellikler arasında ilişki kurulmaya çalışılmıştır. Çok ince malzeme içeriği, ince agreganın beton üzerine olumlu etkisini tek başına yansıtmadığı saptanmıştır. Bu yüzden çok ince malzeme kalitesini belirlemek için metilen mavisi deneyi yapılması ve çok ince malzeme içeriği ile metilen mavisi deney sonuçları birlikte incelenmesi gerektiği belirtilmiştir.

Arslan ve diğ. (2006), Kırşehir yöresi taş ocaklarından sağlanan kırmataşların beton agregası olarak kullanılabilirliği incelenmiştir. Standartlara uygun olarak üretilen sertleşmiş beton grupları üzerinde gerçekleştirilen beton deneyleri sonuçlarına göre; basınç dayanımı, özgül ağırlık, yarmada çekme dayanımı, elastisite modülü yüksek betonların, agrega özgül ağırlık ve birim ağırlığının yüksek, aşınma ve kusurlu tane oranının düşük olduğu bulunmuştur. Beton basınç dayanımı düşük olanlarsa, agrega özgül ağırlık ve birim ağırlığının düşük, aşınma ve kusurlu tane oranının yüksek olduğu belirlenmiştir.

Özgan (2005), kırmataş içerisinde bulunan taşunun beton basınç dayanımına olan etkisi araştırmıştır. Çalışmada, %0, %5, %10, %15 oranlarında taşınu içeren beton örneklerinin basınç dayanımları arasında önemli ölçüde fark olduğu, taşınu miktarı arttıkça beton basınç dayanımının arttığı saptanmıştır.

Uçar (2008), agrega üretiminde amaçlanan kalitenin sağlanabilmesi için ocak işletmeciliğinden başlayarak gerekli en küçük işlemler ayrıntılı olarak incelenmiştir.

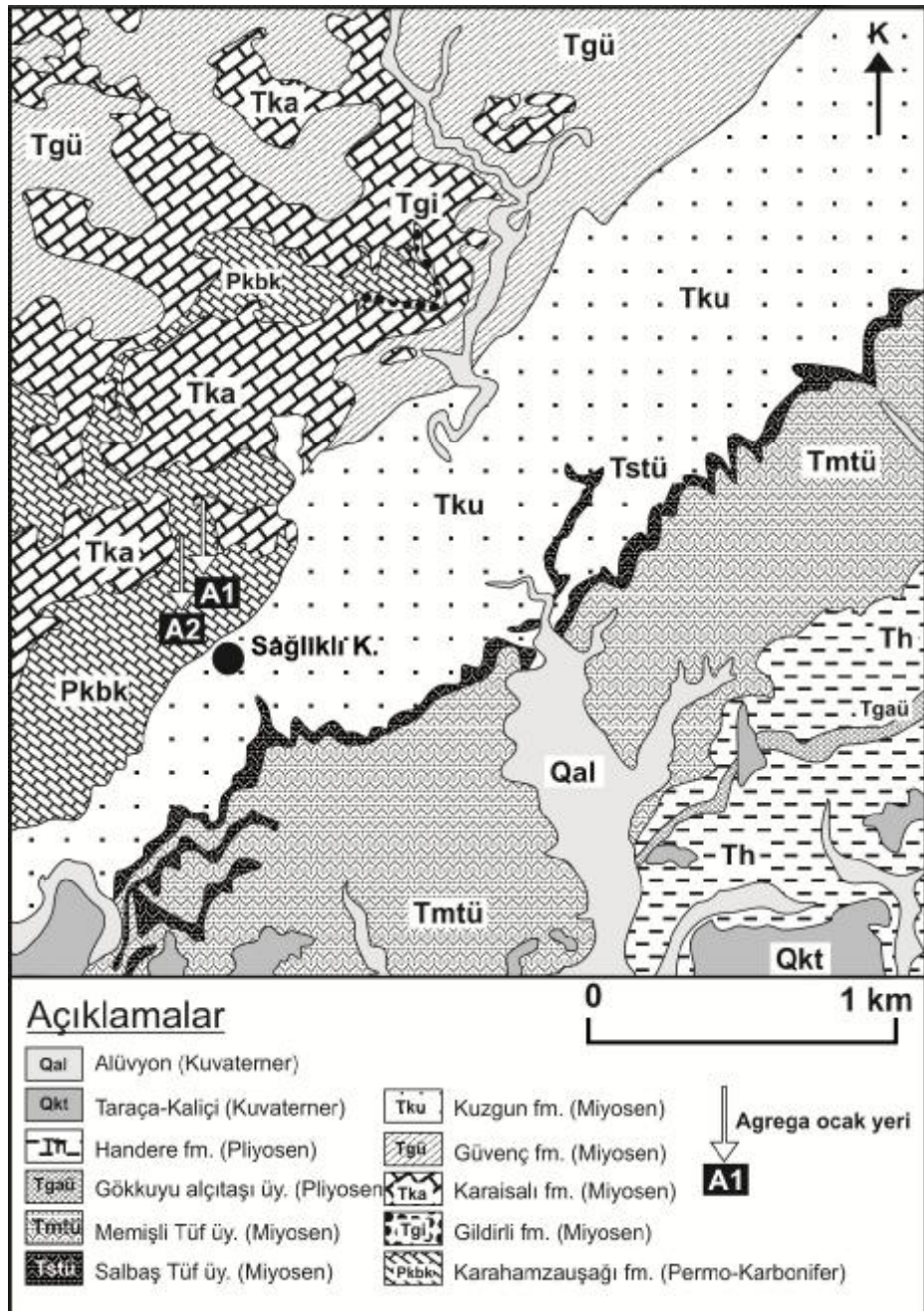
Mersin ili Tarsus ilçesinde yer alan kırma-eleme tesisinde üretilen kırma taşların TS 706 EN 12620 standardına uygunluğu araştırılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda kırma-eleme tesisinde üretilen kırma taşların standarda uygun olduğu ve beton santrallerinde kullanılabileceği görülmüştür.

Kısacık (2009), Bu çalışmada Adana çevresinde altı farklı agrega ocağından alınan ve hazır beton santrallerinde kullanılan ince agregaların alındığı ocakların formasyon özellikleri (özellikle kil içeriği), kırma-eleme tesis donanımları ile 0.063 mm'lik kare göz elekten geçen ince madde miktarı ve metilen mavisi değerleri belirlenmiştir. İnce agregaların alındığı ocakların formasyon özellikleri, kırma-eleme tesis donanımı ile ince madde miktarı ve metilen mavisi değerleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Ayrıca söz konusu taş ocaklarında, kırma-eleme tesis donanımının ince agrega içerisindeki kil oranının azaltılmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda aynı formasyondan alım yapan fakat aynı donanımı kullanmayan ocakların ince agregadaki çok ince malzeme içeriği ve metilen mavisi değerleri farklılıklar gösterdiği, kil içeriği çok fazla olan bir ocakta uygun donanım seçimi yapıldığında sonuç üründe kil içeriği büyük oranda azaldığı ve taşunu miktarının artmış olduğu saptanmıştır. İnce agregalardaki çok ince malzeme içeriği, agreganın beton için uygunluğunu tek başına yansıtmamaktadır. Çok ince malzeme kalitesini belirlemede yardımcı olan metilen mavisi deneyinin yapılması gerekmektedir. Hazır beton santrallerinde agrega kabulünde çok ince malzeme içeriği ve aynı malzemenin metilen mavisi değerleri incelenerek karar verilmelidir.

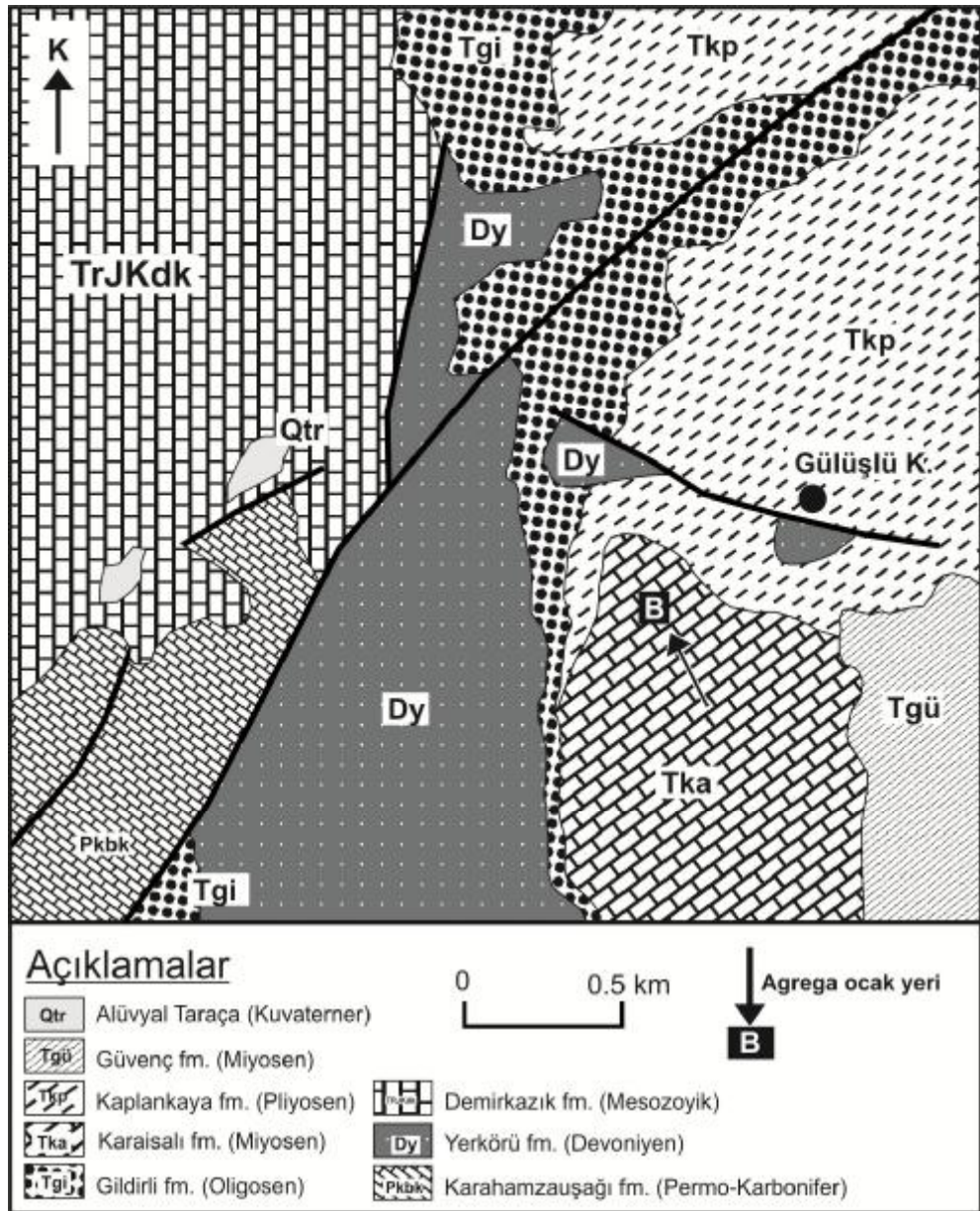
3. MATERYAL VE METOD

3.1.MATERYAL

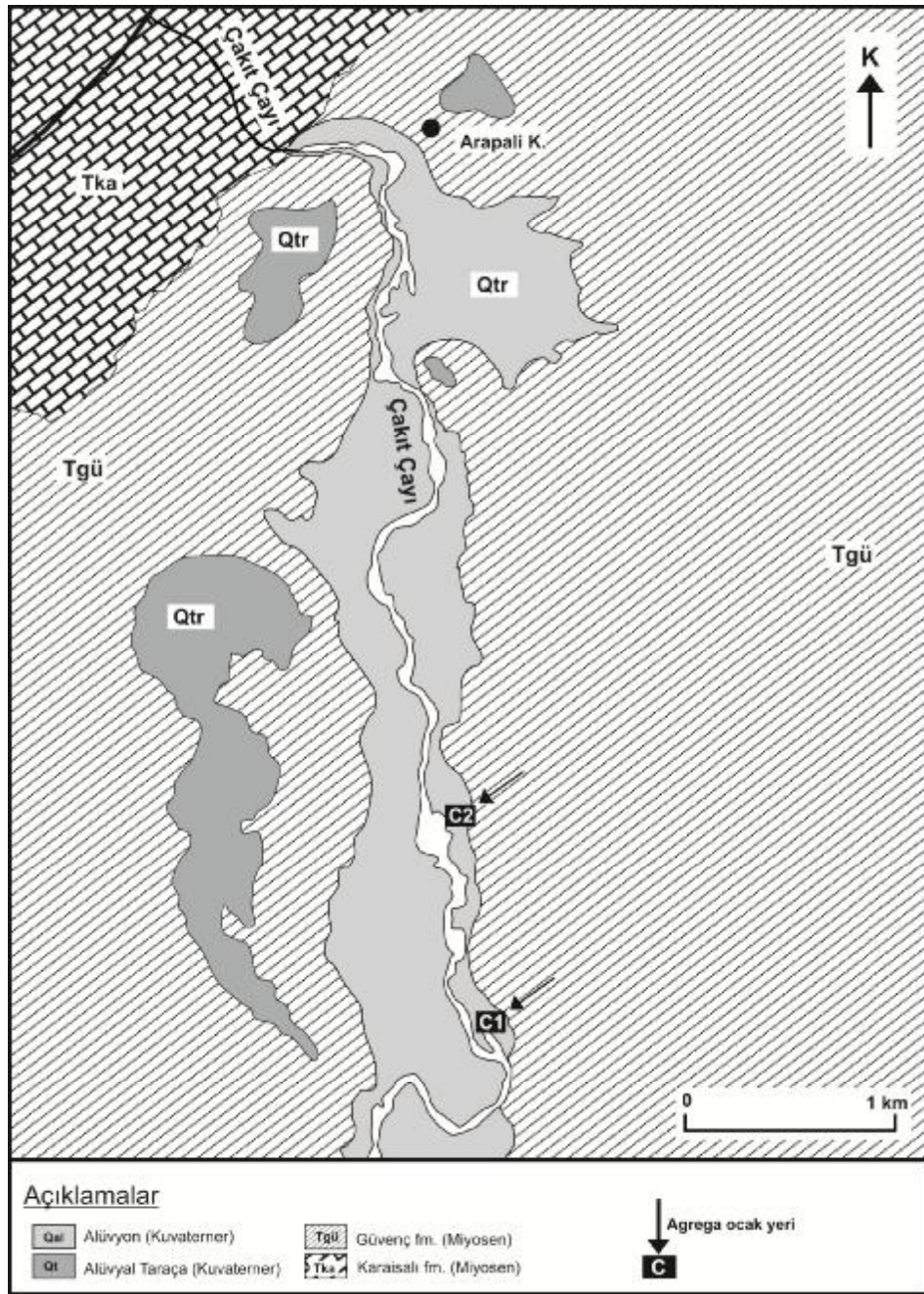
Bu araştırmada kırmataş agregası ve dere agregası kullanılmıştır. Kıрма agregası, patlatma ile elde edilen kayaların yıkama yapılmadan kıрма ve eleme işlemi ile dere agregası ise derelerden kepçe ile alınan malzemenin kıрма, yıkama ve eleme işlemi ile üretimiyle elde edilir. Materyal olarak araştırılan kırmataş agregaları Karaisalı formasyonu (Alt Miyosen) ve Karahamzauşağı (Permo-Karbonifer) formasyonu kireçtaşı seviyelerinden; dere agregası ise Seyhan nehrinin ana kollarından biri olan Çakıt çayı alüvyon yataklarından elde edilmiştir (şekil 1-4 ve Çizelge 1).



Şekil 2. A1 ve A1 agrega üretim sahalarını içine alan bölgenin jeoloji haritası (Uçar, 2008)



Şekil 3. B agregası üretim sahalarını içine alan bölgenin jeolojik haritası (Usta, 1993)



Şekil 4. C1 ve C2 agrega üretim sahalarını içine alan bölgenin jeoloji haritası (Yetiş ve Demirkol, 1988)

3.2.1. Taş ocaklarının formasyon özellikleri

3.2.1.1. Çakıt Çayı Alüvyonu (Kuvaterner)

Tüm yıl boyunca akış halinde olan nehir Niğde ilinden başlayıp Pozantı kasabasından geçer ve yaklaşık 380 km. yol kat ederek Seyhan Baraj Gölüne dökülür (Şekil 1). Membadan Seyhan Baraj Gölüne kadar olan akışı boyunca büyük bir yükselti farkına sahiptir. Bu nedenle yüksek enerjili bir akış rejimi sunar. Bu yüksek eğimli akış, beraberinde çok iri malzeme (blok) de içeren çok değişken tane boyuna sahip tuvenan malzeme taşımaktadır. Çökel alanlarda biriken taneler çok farklı kökene sahip kaya türlerinden oluşmaktadır (Şekil 5). Alüvyal malzeme kullanan agrega ocakları nehrinin genişlediği alanlarda, özellikle enerjinin en aza düştüğü menderesli kesimlerde, tuvenan malzemenin rahatça çökelebildiği kesimlerde kurulmuştur.



Şekil 5. Çakıt Çayı alüvyal (tuvenan) malzemesi

3.2.1.2. Karaisalı Formasyonu (Tka) (Alt Miyosen)

Karaisalı formasyonu ilk kez Schmidt (1961) tarafından litostratigrafik birim ayırılmasına dayalı olarak “Karaisalı kalkerli” olarak adlandırılmıştır. Daha sonra birime; Ergene (1972), İlker (1975), Görür (1979, 1980) ile Yetiş ve Demirkol (1984) tarafından “Karaisalı kireçtaşı”; Yalçın ve Görür (1984) ile Yetiş ve Demirkol (1986) tarafından ise Karaisalı formasyonu adlanması uygulanmıştır. Karaisalı formasyonu adını, çalışma alanının doğu sınırında bulunan Karaisalı ilçesinden almakta olup, tip yeri ve kesiti de burada yer almaktadır.

Karaisalı formasyonu özellikle inceleme alanının doğu ve güney kesimlerinde oldukça geniş yüzleklere sahiptir. Birim genel olarak çalışma alanındaki topografik yükseltileri oluşturmaktadır. Bu yükseltiler; Kale Tepe, Kesek Tepe, Alaca Tepe dolayları, Kırılan köyü kuzeyi ve kuzeybatısı, Kuşçular köyü güneybatısı ve kuzeyi dolaylarıdır. İnceleme alanında birim başlıca resifal kireçtaşından oluşmaktadır (Şekil 6). Açık sarı-açık gri-kirli beyaz-bej renkli, seyrek killi biyoklastik kireçtaşı arakatmanlı, resif kenarları dışında belirgin katmansız, yer yer belirgin orta-kalın veya som katmanlı birim; sert, sağlam, sıkı dokulu, keskin köşeli, kırıklı, yer yer bol alg, gastropod, ekinid, mercan, lamellibrans kapsayan erime boşluklu kireçtaşı yapılıdır. Birim bölgede çoğunlukla dik şevler oluşturmaktadır Karaisalı formasyonu tabanındaki birimlerle hızlı, yanal ve düşey fasiyes değişimleri sunmaktadır. Bunun sebeplerini değerlendirecek olursak; inceleme alanı sınırları içerisinde deniz seviyesindeki alçalıp yükselmeler, bölgenin paleotopografik düzensizlikleri ve havzaya taşınan çökel oranındaki değişimler bu fasiyes değişimlerini etkileyen faktörlerdir. Karaisalı kireçtaşı tabanda değişik formasyonlar üzerine gelmektedir. Birim tabandaki Yellikaya sırtı dolayında ve kuzey kesiminde Paleozoyik'e ait Karahamzaşağı ve Kesek tepede Mesozoyik'e ait Demirkazık formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmekte olan birim, Kale Tepe güneyinde Gildirli formasyonu üzerinde uyumludur. Birimin Kırılan-Yerköprü arasında ise Alt-Orta Miyosen yaşlı Kaplankaya formasyonu ile olan yanal ve düşey fasiyes değişimleri arazide oldukça belirgindir. Kaplankaya formasyonu, Karaisalı formasyonunun resif gerisi-lagün fasiyesini karakterize etmektedir. Kaplankaya

formasyonunun üzerine gelen Langiyen-Serrevaliyen yaşlı Güvenç formasyonu ile olan dokanağı da genellikle geçişlidir. Keştepe Mahallesi ve Arapali köyü civarı dolayında belirtilen geçişli dokanak ilişkisi oldukça belirgindir (Şekil 4).



Şekil 6. Karaisalı formasyonu kireçtaşlarında açılmış B ocağının görünümü

3.2.1.3. Karahamzauşağı Formasyonu (PKbk) (Permo-Karbonifer)

İnceleme alanında ilk kez birime tipik lokaliteyi oluşturan Yellikaya Sırtından yararlanarak Lagap (1985) tarafından Yellikaya formasyonu adı uygulanmıştır. Daha sonra Ünlügenç (1986) birimi en belirgin bir şekilde Karahamzauşağı mahallesi ve yakın dolaylarında ayırtlamış, bunun sonucu olarak da birime Karahamzauşağı formasyonu adını uygulamıştır. Birim çalışma alanının güneydoğusunda ve kuzeyinde, kuzeydoğu-güneybatı uzanımlıdır. İnceleme alanında Karahamzauşağı formasyonunun en belirgin olarak gözlendiği yerler; Yellikaya sırtı, Yerköprü dolayı ve Çebiçyatağı dolayının doğu kesimleridir.

Karahamzauşağı formasyonunun Yerköprü formasyonu ile olan taban, Demirkazık formasyonu ile olan tavan dokanağı faylıdır (Şekil 3). Birimin Yellikaya sırtında Tersiyer birimlerinden Gildirli, Kaplankaya ve Karaisalı formasyonları ile olan tavan dokanağı faylıdır. Formasyon, çalışma alanında değişik kalınlıklar

sunmakta olup jeoloji enine kesitlerde ölçülebilen kalınlığı 240–1400 m kadardır (Usta, 1993). Karahamzaşağı formasyonu; dolomit, dolomitik kireçtaşı ve killi kireçtaşından oluşmaktadır. Yer yer ince şeyl ve kil bantları içermektedir (Şekil 7). Birim tabanda siyah, siyahımsı-gri, koyu mavimsi-gri, gri renkli orta-kalın tabakalı, kil ve şeyl bantlı, yer yer fusulinli kireçtaşı ile başlayarak, yukarıya doğru tabaka kalınlığının arttığı biyomikritik kireçtaşına geçiş yapmaktadır. Bu seviyeler koyu-gri, sarımsı-gri, kirli beyaz renkli olup, mikrit hamurlu, lamellibranslı, bol fusulinli, yer yer limonitleşmelidir. Deformasyon sonucu oluşmuş çatlak ve yarıklar kalsit spar ile doldurulmuştur. Dolomitli seviyeye yakın olan kısımlarda siyah, siyahımsı-gri renkli, çok ince bitümlü şeyl-kil arakatmanlı kireçtaşı gözlenmektedir. Birim tavanda koyu gri, sarısı, beyaz ve kirli beyaz renklidir. Birim kalın-çok kalın tabakalı, fosilsiz, keskin köşeli kırık içeren, yer yer kalsit dolgulu dolomitik kireçtaşı ile başlar. Daha sonra boz, yeşilimsi-gri, kirli beyaz renkli, kalın-çok kalın katmanlı, sert, sağlam, fosilsiz, son derece kristalize, yer yer elle ufalanabilen dolomit ile son bulur. Karakeh tepe civarında birimin Karaisalı formasyonu ile olan üst dokanağında kırmızı, pembemsi kırmızı renkli, som katmanlı dolomitik kireçtaşı gözlenmiştir.



Şekil 7. Karhamzaşağı formasyonuna ait kil aratabakaları içeren kireçtaşları görünümü (A1 ve A2 ocaklarının yer aldığı seviye)

Çizelge 1. Agrega ocaklarının formasyon adları

Agrega Ocağı	Formasyon (Kaynak kaya)
A1	Karahamzauşağı Formasyonu (Kireçtaşı)
A2	Karahamzauşağı Formasyonu (Kireçtaşı)
B	Karaisalı Formasyonu (Kireçtaşı)
C1	Çakıt Çayı (Tuvenan malzeme)
C2	Çakıt Çayı (Tuvenan malzeme)

3.2.METOD

Bu çalışmada öncelikle çalışma araştırılacak agrega ocaklarının üretim yaptığı kaynak kayaların formasyonları belirlenmiştir. Daha sonra, üretilen agregaların son dönemde ülkemizde yürürlükte olan TS 706 EN 12620 +A1 standardında öngörülen agrega deneyleri olan elek analizi, metilen mavisi, yassılık indeksi, tane yoğunluğu, su emme, Los Angeles (aşınmaya dayanımı), petrografik analiz ve alkali silika reaktivite deneyleri yapılmıştır. Yapılan bu deney sonuçları değerlendirilerek her bir agrega örneğinin betonda uygunluk durumu irdelenmiştir.

Ayrıca aynı kayadan üretim yapan agrega üretim işletmelerinde ortaya çıkan ürün farklılıkları teknik donanım ve uygulama yöntemleri açısından karşılaştırılmış ve ürün farklılıklarına neden olan etkenler irdelenmiştir.

3.2.1.Laboratuvar Çalışmaları;

Günümüzde beton santrallerine agrega sağlayan ocakların TS 706 EN 12620 +A1 standardına uygun olarak agrega üretimi yapması gerekmektedir. Standardın koşulları: “Agrega üreticisinin sonuç ürün kontrolü için gereken deneyleri kendi üretim işletmesinde yapabileceği kapasitede bir laboratuvarı olması, laboratuvar aletlerinin kalibrasyonunun düzenli yapılması, standartta belirtilen sonuç ürün deney planına uyarak deneylerin yapılması ve kayıtların tutulması, standartta istenilen ve

üretici tarafından yapılması şartı olmayan deneyleri yetkili laboratuarda düzenli olarak yaptırması ve deney sonuçlarının beton üreticisine yazılı olarak bildirilmesidir.” Bu tez çalışmasında, deneysel çalışmalar agrega üreticilerinin laboratuvarlarında TS 706 EN 12620 +A1 standardına ve bu standartta atıf yapılan standartlara uygun olarak yapılmıştır.

Deney sıklıkları Çizelge 2’de belirtildiği gibidir. Agreg a üreticisi, işletme içerisinde kurduğ u laboratuarda elek analizi, metilen mavisi, yassılık indeksi, tane yoğunluğu ve su emme oranı deneylerini standartta belirtilen sıklıkta yapmalıdır. Donma-çözünme, klorür içeriğ i, petrografik tanımlama, alkali silika reaktifliğ i deneylerini ise yetkili laboratuarda belirtilen sıklıklarda yaptırmalıdır.

Çizelge 2. Sonuç Ürün Kalite Planı

Deneş Adı	Standart Adı	Deneş Sıklığı	Kabul şartları ve Toleranslar
1. Tane Büyüklüğü Dağılımı (Elek Analizi)	TS EN 933-1 TS EN 933-10	Haftada Bir	TS 706 EN 12620 +A1 Madde: 4.3
2. Çok İnce Malzemenin Kalitesi (Metilen Mavisini Deneşini)	TS EN 933-9	Haftada Bir	TS 706 EN 12620 +A1 Madde: 4.6
3. İri Agreganın Tane Şekli (Yassılık Deneşini)	TS EN 933-3	Ayda Bir	TS 706 EN 12620 +A1 Madde: 4.4
4. Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranı	TS EN 1097-6	Yılda Bir	TS 706 EN 12620 +A1 Madde: 5.5
5. Donma Çözünme (NOSO ₄) Deneşini	TS EN 1367-1 veya TS EN 1367-2	İki Yılda Bir	TS EN 1367-1 veya TS EN 1367-2
6. Klorür İçeriğı	TS EN 1744	İki Yılda Bir	TS EN 1744 Madde 7
7. Petrografik Tanımlama	TS EN 932-3	Üç Yılda Bir	TS 706 EN 12620 +A1 Madde: 8.1
8. Alkali-Silikat Reaktivitiğı	-	Şüpheli Olursa	TS 706 EN 12620 +A1 Madde: 5.7.3
9. Parçalanma Direnci (Los Angeles)	TS EN 1097-2	Altı Ayda Bir	TS EN 1097-2

3.2.2.1. Tane Büyüklüğü Dağılımı Saptama (Elek Analizi)

TS 706 EN 12620 +A1 standardında elek analizi için TS 3530 EN 933-1 standardına atıf yapılmıştır. Dolgu malzemesi olarak kullanılan agregalar dışındaki tüm agregalar, d/D (d: en küçük tane boyu; D: en büyük tane boyu) gösterilişi kullanılarak agrega tane sınıfı, cinsinden belirtilmelidir.

Deney için yığından veya bant üzerinden malzeme homojen olarak alınmalıdır. Alınan malzeme etüvde 110 C⁰ (±5) sıcaklıkta değişmez ağırlığa gelene dek kurutulmalıdır. Kurutma işlemi bittikten sonra malzeme 1mm göz açıklığı olan elek koruma eleği olarak kullanılarak 0.063 mm göz açıklıklı elekten yıkanarak elenmelidir. 0.063 mm elek üzerinde kalan malzeme tekrar etüve konularak değişmez ağırlığa gelene dek kurutulmalıdır. Çizelge 3'de belirtilen temel elek serilerinden seçilen elek serilerinden bir tanesi kullanılmalıdır. Elek serileri karıştırılarak kullanılamaz aksi halde isimlendirme yapılamaz. Deney elekleri aşağıdan yukarıya doğru göz açıklıkları büyüyecek şekilde üst üste yerleştirilerek elek sarsma cihazına konur. Tartılan malzeme en üst elekten boşaltılarak yeterli bir süre sarsılarak eleme işlemi sürdürülür. Sarsma işlemi bitince, üst elekten başlayarak elek üzerinde kalan malzemeleri yığılımlı olarak en küçük boyutlu eleğe kadar tartılır (**W_n**).

Elek analizi deneyi sonunda eleklerin üstünde kalan malzeme oranı, tüm deney örneğinin ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanır.

$$S_n = \frac{W_n}{W_0} \times 100(\%)$$

S_n : Herhangi bir (n) göz açıklığındaki elek üstünde kalan malzeme oranı (%)

W_n : Göz açıklığı (n) olan elek üzerinde kalan malzeme ağırlığı (gr)

W₀ : Deney örneğinin ağırlığı (gr)' dir.

Çizelge 3. Agrega tane sınıflarının belirtilmesinde kullanılan elek göz açıklıkları (TS 706 EN 12620 +A1)

Temel Elek Serisi (mm)	Temel Elek Serisi + Seri 1 (mm)	Temel Elek Serisi + Seri 2 (mm)
0	0	0
1	1	1
2	2	2
4	4	4
-	5,6	-
-	-	6,3
8	8	8
-	-	10
-	11,2	-
-	-	12,5
-	-	14
16	16	16
-	-	20
-	22,4	-
31,5	31,5	31,5
-	-	40
-	45	-
63	63	63

Elek analizi sonuçları Çizelge 4’de belirtilen koşullara göre irdelenmelidir. Kullandığımız elek serisine göre (D) ve (d) eleklerle göre agreganın iri, ince, doğal veya karışık olduğuna karar verdikten sonra tüm seride bulunan eleklerden geçen kütlece yüzdelere göre malzemenin kendi sınıfındaki isimlendirmesi yapılır.

Çizelge 4. Tane büyüklüğü dağılımı için genel şartlar (TS 706 EN 12620 +A1)

AGREGA	TANE BÜYÜKLÜĞÜ	ELEKTEN GEÇEN KÜTLECE YÜZDE							KATEGORİ
		2D	1,4 D	D	d	d/2	G		
İri	D/d ≤ 2 veya	100	98-100	85-99	0-20	0-5	Gc 85/20		
	D ≤ 11,2 mm	100	98-100	80-99	0-20	0-5			
	D/d > 2 ve D > 11,2 mm	100	98-100	90-99	0-15	0-5		Gc 80/20	
İnce	D ≤ 4 mm ve d = 0	100	95-100	85-99	-	.	GF 85		
Doğal olarak sınıflandırılmış 0/8	D = 8 mm ve d = 0	100	98-100	90-99	-	.	GNG 90		
	D ≤ 45 mm ve d = 0	100	98-100	90-99	-	.	GA 90		
Karışık	D ≤ 45 mm ve d = 0	100	98-100	85-99	-	.	GA 85		
		100	98-100	85-99	-	.	GA 85		

Elek analizi sonuçlarına göre isimlendirilen ince ve karışık agregaların, analiz sonuçları üretici tarafından satış yaptıkları beton santraline beyan edilmelidir. Çizelge 5 ve 6'da ince ve karışık agregaların elek analizinde kullanılan her elek için elekten geçen malzeme yüzdesi için belirli toleranslar verilmiştir, agrega üreticisinin bu toleranslara uygun şekilde seri üretimini gerçekleşmesi gerekmektedir. Bunun en önemli sebebi agrega üreticisinin her zaman aynı özellikte malzeme üretmesi ve beton santralinde uygunsuz ürün çıkışının engellenmesidir.

Çizelge 5. Genel kullanım amaçlı ince agregalar için üreticinin beyan ettiği tipik tane büyüklüğü dağılımı ile ilgili toleranslar (TS 706 EN 12620 +A1)

Elek göz açıklığı mm	Elekten geçen kütlece yüzdelerin toleransları		
	0/4	0/2	0/1
4	± 5	-	-
2	-	± 5	-
1	± 20	± 20	± 5
0,250	± 20	± 25	± 25
0,063	± 3	± 5	± 5

Çizelge 6. Karışık agregaların tane büyüklüğü dağılımı özellikleri (TS 706 EN 12620)

Agrega tane büyüklüğü mm		Aşağıda gösterilen eleklerin genel sınırları (Elekten geçen kütlece yüzde)	
Temel elek serisi + seri 1	Temel elek serisi + seri 2	40±20	70±20
		Elek için mm	
-	0/6,3	1	4
0/8	0/8	1	4
-	0/10	1	4
0/11,2	-	2	5.6
-	0/12,5	2	6,3
-	0/14	2	8
0/16	0/16	2	8
-	0/20	2	10
0/22,4	-	2	11.2
0/31,5	0/31,5	4	16
-	0/40	4	20
0/45	-	4	22.4

Elek analizi deneyinde 0.063 mm elekten yüzde geçen malzeme miktarı TS 706 EN 12620 +A1 standardına göre çok ince malzeme içeriği olarak tanımlanır ve ayrıca beyan edilmesi istenir. Çok ince malzeme içeriği, analiz sonucuna göre Çizelge 7’de belirtilen kategorilere göre isimlendirilmelidir.

Çizelge 7. Çok İnce Malzeme İçeriği (TS 706 EN 12620 +A1)

Agrega	0.063 mm göz açıklıklı elekten geçen kütlece yüzde (%)	Kategori f
İri Agregalar	≤15	f 1.5
	≤4	f 4
	>4	f beyan
	Serbest	f NR
Doğal olarak sınıflandırılmış 0-8 mm'lik agregalar	≤3	f 3
	≤10	f 10
	≤16	f 16
	>16	f beyan
	Serbest	f NR
Karışık Agregalar	≤3	f 3
	≤11	f 11
	>11	f beyan
	Serbest	f NR
İnce Agregalar	≤3	f 3
	≤10	f 10
	≤16	f 16
	≤22	f 22
	>22	f beyan
	Serbest	f NR

3.2.2.2. Metilen Mavisi Deneyi

TS 706 EN 12620 +A1 standardında metilen mavisi deneyi için TS 3530 EN 933-9 standardına atıf yapılmıştır. Metilen mavisi deneyi yalnızca ince ve karışık agregalara yapılmaktadır. Kil kökenli malzeme miktarı metilen mavisi değerini artırmaktadır. Katyon değiştirme yeteneğine sahip olan kil mineralleri sulu çözeltilerinden metilen mavisini soğurabilirler. Killerin bu boyayı aktif yüzeylerine alabilme yeteneği katyon değiştirme kapasitesiyle yüzey alanının ölçülmesi ve kil minerallerin varlığının ortaya çıkarılması için yapılan test yöntemlerinin temelini oluşturur. Metilen mavisi deneyi bu gerçeğe dayanır. Kili ortaya çıkarmak için kullanılan en basit yöntemlerden biri metilen mavisi deneyidir. Bu yöntem 1940'lerden beri kullanılmakta olup ve ilerleyen süreç içinde birçok şekilde geliştirilmiştir (Topçu ve Demir, 2006).

Deney örneği ve metilen mavisi tozu ile boya çözeltisi hazırlanır. Deney örneksi tartılır ve M_1 olarak kaydedilir. (500±5) ml'lik damıtık veya demineralize su behere koyulur ve kurutulmuş deney örneksi kısmı spatul ile iyice karıştırılarak behere ilave edilir. Boya çözeltisi çalkalanır ve iyice karıştırılır. Büret boya çözeltisi ile doldurulur. Karıştırıcı 600 devir/dakika hıza ayarlanır ve pervane, beher tabanından yaklaşık 10 mm yüksekte olacak şekilde yerleştirilir. Karıştırıcı çalıştırılır ve kronometreye basılarak beherdeki malzeme önce 5 dakika süreyle (600±60) devir/dakika karıştırılır. Deney örneğinde, bir hale oluşturmaya yetecek miktarda ince tane mevcut değilse, boya çözeltisiyle birlikte kaolinit ilave edilir. Kaolinitin MB_K değeri tayin edilir ve kaolinit tarafından adsorplanan boya çözeltisinin hacmi ($V'=30 MB_K$) hesaplanarak behere boya çözeltisi ilave edilir. Takiben deneyin geriye kalan kısmında sürekli olarak (400±40) devir/dakika hızda karıştırılır. Hale oluşturana kadar leke deneyi tekrarlanır ve 5 dakika süreyle varlığını sürdüren bir hale meydana getirmek için ilave edilen boya çözeltisinin toplam hacmi (V_1) belirlenir. Kilogram başına tüketilen boyanın gram cinsinden $MB=[(V-V')/M_1]*10$ "Metilen Mavisi Değeri" (MB) hesaplanır.

TS 706 EN 12620 +A1 standardında metilen mavisi deney sonucu ile ilgili herhangi bir şart verilmemiştir. Yalnızca deney sonucunun beton santraline bildirilmesi şartı vardır.

3.2.2.3. Yassılık İndeksi Deneyi

TS 706 EN 12620 +A1 standardında yassılık endeksi deneyi için TS 3530 EN 933-3 standardına atıf yapılmıştır. Yassılık endeksi deneyi yalnızca iri agregalara yapılmaktadır. Deneyde kullanılacak agrega sabit kütleyle gelinceye kadar ($110 \pm 5^\circ$) etüvde kurutulduktan sonra tartılır ve M_0 kütlesi olarak kaydedilir.

Çizelge 8’de belirtilen karegöz deney eleklerinden elenir, 4mm’lik elekten geçen ve 80mm’lik elekte kalan taneler tartılır ve işlem dışı malzeme olarak kaydedilir. 4 mm ve 80 mm arasındaki tüm elekler üzerinde kalan malzeme ayrı muhafaza edilir tek tek tartılır. Tüm tartımlar toplanarak M_1 kaydedilir.

Çizelge 8’de karegöz elek aralıklarına karşılık gelen silindirik çubuklu elekten elenir. Bu eleme işlemi elle gerçekleştirilmeli ve elek üzerinde kalan malzemenin kütlesi fazla değişmiyorsa işlem tamamlanmış olarak kabul edilir. Silindirik çubuklu eleklerden geçen malzeme her elek için ayrı olarak tartılır. Tüm tartımlar toplanarak M_2 kaydedilir.

Çizelge 8. Silindirik çubuklu elekler (TS 706 EN 12620 +A1)

d_i/D_i tane büyüklüğü (mm)	Silindirik çubuklu eleklerde çubuklar arası açıklık (mm)
163 / 80	40 \pm 0.3
50 / 63	31.5 \pm 0.3
40 / 50	25 \pm 0.2
31,5 / 40	20 \pm 0.2
25 / 31.5	16 \pm 0.2
20 / 25	12.5 \pm 0.2
16 / 20	10 \pm 0.1
12.5 / 16	8 \pm 0.1
10 / 12.5	6.3 \pm 0.1
8 / 10	5 \pm 0.1
6.3 / 8	4 \pm 0.1
0.35 / 6.3	3.15 \pm 0.1
4 / 5	2.5 \pm 0.1

Toplam yassılık indeksi (FI) aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$FI = \frac{M_2}{M_1} \times 100(\%)$$

Betonda kullanılacak agregalar için kabul gören yassılık indeksi en fazla %35 (CEN EN 933-3, 1997) ya da %40 (BS 812 P.105-1, 1985) olarak belirlenmiştir. Yassılık indeksi deney sonuçları Çizelge 9’da belirtilen kategorilere göre isimlendirilmelidir.

Çizelge 9. En büyük yassılık indeksi değerlerine göre kategoriler (TS 706 EN 12620 +A1)

Yassılık indeksi	Kategori (FI)
≤15	FI15
≤20	FI20
≤35	FI35
≤50	FI50
>50	FI beyan
Serbest	FINR

3.2.2.4. Tane Yoğunluğu ve Su Emme Deneyi

TS 706 EN 12620 +A1 standardında tane yoğunluğu ve su emme deneyi için TS EN 1097-6 standardına atıf yapılmıştır. Tane yoğunluğu ve su emme deneyi tüm agrega türlerine yapılmaktadır. Bu deney sonucuna göre beton tasarımında agrega ve su miktarı belirlenmektedir. Agreganın beton karışımı hazırlanırken bünyesinde ki su miktarı belirlenir ve deney sonuçları göz önüne alınarak ne kadar su ekleneceği bulunur. Bu işlem yapılmaz ise beton tasarımında su çimento oranı değişir, hedeflenen dayanım sonucuna ulaşılamaz ve slump değeri artış gösterir.

Deneye agregaların doygun yüzey kuru (DYK) hale getirilmesi ile başlanır. İri agregalarda ve ince agregalarda DYK haline farklı yöntemlerle getirilir.

İri agregalarda, agrega yığınının farklı noktalarından rastgele alınan deney örneği içinde $20\text{ C}^0 \pm 3\text{ C}^0$ 'de su bulunan bir kap içine konularak 24 saat bekletilir. Böylece su içinde tane üzerindeki kilden temizlenmiş olur. Daha sonra suyu süzülen malzeme, tanelerin üzerinde gözle görülebilen su tabakası (film) kalmayınca kadar kurutulur.

İnce agregalarda, agrega yığınının farklı noktalarından rastgele alınan deney örneği su içerisinde 24 saat bekletildikten sonra ince taneleri kaybolmayacak şekilde suyu süzülerek akıtılır ve bir tava içine yayılarak konur. Tava tabanlı ısıtıcı veya etüvde sık sık kontrol edilip doymun yüzey kuru hale gelinceye kadar (ince agregaların koyu (ıslak) renkten açık (kuru) renge değişmeye başladığı anın hemen sonrasına kadar bekletilir. Malzemenin çok kurumamasına özen gösterilmelidir.

DYK Haline erişilip erişilmediği göz ile muayene ederek karar verilemiyor ise kesik koni veya kesme yöntemlerinden biri uygulanır.

Kesik koni yöntemi; DYK haline geldiği düşünülen örnek geniş yüzeyi alta gelecek şekilde duran kesik koni biçimli metal kalıba gevşek olarak yerleştirilip üst yüzü tokmak ile 25 kes hafifçe tokmaklanır ve kalıp yukarı doğru düşey hareket ettirilerek çıkarılır. Kalıp çıkarıldığında örnek konikliğini devam ettiriyor ise serbest nem var demektir ve kurutmaya devam edilmesi gerekmektedir. Örnek konikliğinin serbestçe bozulduğunun görülmesi halinde DYK halinin sağlandığına karar verilir.

Kesme yönteminde; DYK haline geldiği düşünülen örnek ile yaklaşık yarım küre biçiminde bir yığın yapılır. Yığın mala ile düşey olarak ikiye bölündüğünde ortaya çıkan yüzey düzlemini koruyabiliyorsa kurutmaya devam edilir. Düşey yüzeyin kendini tutamayıp yıkıldığı saptandığı an DYK hali durumu oluşmuştur.

İri agregalarda DYK'e gelmiş malzeme tartılarak ağırlığı bulunur (W_2). DYK halindeki malzeme tartıldıktan sonra kafes örgülü tel sepete konarak su dolu kovanın içine su yüzeyinden en az 5 cm aşağıda kalacak şekilde daldırılır. Su yüzeyine çıkarılmadan kovanın içinde en az 10 kez daldırılıp çıkarılarak, sağa sola sallanarak taneler arasında kalabilecek hava kabarcıkları çıkarılır. Ardından sepetin kova kenarına dokunmamasına dikkat edilerek özel düzenle terazi kafesinin ortasına yerleştirilir ve doymun malzemenin sudaki ağırlığı bulunur (W_3). Bu işlemin ardından malzeme etüv kurusu haline getirilerek tartılır (W_1)

$$\text{İri Agreganın Doymun Yüzey Kuru Özgül Ağırlığı} = \frac{W_2}{W_2 - W_1}$$

$$\text{Su Emme Oranı} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 (\%)$$

İnce agregalarda doymun yüzeye getirilmiş örnek hemen tartılır ve doymun yüzey kuru ağırlığı kaydedilir (W_2).Malzeme bu işlemin ardından etüv kurusu haline getirilir ve tartılır (W_1).DYG halindeki malzeme balon jöjeye konur ve yarıya kadar su doldurarak yavaşça vurularak ve aynı zamanda döndürülerek hava kabarcıklarının çıkması sağlanır.En az 1 saat bekledikten sonra balon jöje $20\text{ C}^0 \pm 3\text{ C}^0$ 'deki su ile 1000 ml işaret çizgisine kadar doldurulur ve tartılır (W^3).Balon jöjenin daha önce saptanmış boş ve belirli seviyedeki su ($20\text{ C}^0 \pm 3\text{ C}^0$) dolu ağırlığı kaydedilir (W_4).

$$\text{İnce Agreganın Doymun Yüzey Kuru Özgül Ağırlığı} = \frac{W_2}{W_2 + W_4 - W_3}$$

$$\text{Su Emme Oranı} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 (\%)$$

Tane yoğunluğu ve su emme deney sonuçları için standartta herhangi bir kategori belirtilmemiş; yalnız beton santraline bildirme şartı verilmiştir.

3.2.2.5 Petrografik Analiz

TS 706 EN 12620 +A1 standardında petrografik analiz için TS 10088 EN 932–3 standardına atıf yapılmıştır.

İncelenecek örnek açık işletmelerde kazı yüzeylerinden, stok yığınlarındaki agregalardan veya sondaj karotlarında elde edilen malzemelerden oluşur. Örnek, kabul edilen bir örnek alma işlemine uygun olarak alınmalıdır.

Kayaç örneği olması durumunda; İnceleme için gerekli örneğin kütlesi 5 kg'dan az olmamalıdır.

Agregalarda, deney için gerekli en az örnek kütlesi (Q), en büyük parça büyüklüğüne bağlı olup Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. En az örnek kütlesi (Q), en büyük parça büyüklüğü (D) arasındaki ilişki (TS 706 EN 12620 +A1)

En Büyük Parça Büyüklüğü D (mm)	En Az (Min.) Örnek Kütlesi
$31.5 < D \leq 63$	50
$16 < D \leq 31.5$	25
$8 < D \leq 16$	8
$4 < D \leq 8$	2
≤ 4	0.5

Deney örneği ilk önce, kayaç veya mineral türünü tespit etmek amacı ile gözle incelenmelidir. Örneğin yıkanması uygun olabilir.

Her kayaç tipi lup veya stereoskopik mikroskopla veya diğer uygun aletlerle dikkatlice incelenir. Gerekliğinde, ince kesitler polarize mikroskop kullanılarak incelenmelidir.(Kayaç, iri taneli veya heterojen ise birden fazla kesit gerekebilir.)Tanımlama aşağıda yer alan bilgileri içermelidir;

- a) Temel bileşenlerin tane büyüklüğü, doku, anizotropi, porozite, renk
- b) Mineralojik bileşimi (kuvars, feldispat, kalsit, dolomit vb.) ve bunların bağıl oranlarının yaklaşık belirlenmesi
- c) Ayrışma ve alterasyon durumu.

Tanımlama çok az da olsa özel hallerde önemli olan bazı bileşimlerle ilgili yorumları da içermelidir. Örneğin opal, mika ve fillitler, sülfatlar, demir sülfatlar ve organik malzemeleri).

Adlandırma; Mümkün ise tercihen EK-6'da verilen terimlerden seçilen uygun bir isim kayaya verilir.

Agrega örneği olması durumunda; Doğal yataklardan çıkarılan agregalar esas olarak, mineral ve kayaç parçalarından meydana gelir. Tanımlama 0.1 mm ve 63 mm arasında tane büyüklükleri için kullanılmalıdır. Örneğin yıkanması uygun olabilir.

Örneğin tanımlaması:

- a)Yüzeysel durumlar (pürüzlülük vb.) tanelerin yuvarlıklığı, şekle ait kısa bilgileri,
- b)Yeterli sayıdaki temsili tanelerin sayılması esasına dayalı petrografik tanımlamayı içerir.

4 mm gözaçıklıklı elek üstünde kalan tanelerin gözle veya tercihen lup ya da stereoskopik mikroskopla incelenebilir. Stereoskopik mikroskopta incelemek veya kalsiti tespit etmek için asit testi vb. gibi diğer yöntemlerin kullanılması gerekebilir. Tanelerin ayrışma derecesi ile tane yüzeylerinde alterasyon sıvamalarının varlığı belirtilmelidir.

Agregalardaki her bir tane aşağıdaki terimlerle tanımlanmalıdır.

Kayaçlar; Tercih edilen terimler için EK-6'ya bakılmalıdır. Bazı durumlarda, ön tanımlama seviyesinde, sınıflamalar çökel (silisli karbonatlı kayaç) derinlik, damar, volkanik, metamorfik gibi basitleştirilebilir.

Mineraller; Kuvars, feldispat, mika, kalsit vb.(TS 10088)

3.2.2.6. Los Angeles Deneyi

TS 706 EN 12620 +A1 standardında Los Angeles deneyi için TS EN 1097-2 standardına atıf yapılmıştır.

Deney örneği, dönen tanburda çelik bilyalar ile birlikte döndürülür (Şekil 8). Dönme işlemi tamamlandıktan sonra 1.6 mm açıklıklı elekte kalan malzemenin miktarı belirlenir. Deney örneğinin tane büyüklüğü 10 mm ile 14 mm arasında, kütlesi en az 15 kg olmalıdır.

Deney,14mm deney eleğinden geçen ve 10mm deney eleğinde kalan agregalara uygulanır. İlave olarak deney kısmının tane büyüklüğü dağılımı aşağıdaki şartlardan birine uygun olmalıdır.

- a) 12,5mm deney eleğinden geçen agregam miktarı % 60 ile % 70 arasında veya,
- b) 11,2mm deney eleğinden geçen agregam miktarı % 30 ile % 40 arasında olmalıdır.

Deney örneği 10mm–11.2 mm (veya 12.5 mm) ve 11.2 mm (12.5 mm) 14 mm arasındaki malzemeyi elde etmek için 10mm, 11.2 mm (veya 12.5 mm) ve 14mm’lik deney elekleriyle elenir. Her elek üstü malzeme yıkanır ve sabit kütleyle ulaşıncaya kadar etüvde kurutulur.

Yukarıda verilen tane büyüklüğü dağılımı ek özelliklere uygun 10 mm-14 mm aralığında malzeme karıştırılır. Karıştırılan malzeme uygun miktarda azaltılır. Deney örneğinin kütlesi (5000 kg) olmalıdır.

Deney örneği yüklemenden önce tamburun temiz olup olmadığı kontrol edilir. Makineye önce dikkatlice bilyeler, sonra deney kısmı konulur. Kapak kapatılır ve makine 31 devir/dakika ile 33 devir/dakika arasında sabit hızla 500 devir döndürülür. Agregaya kaybını önlemek için açıklık tepsinin tam üstüne getirilerek, agregalar tepsiye dökülür. Tambur temizlenir, ince tanelerin raf etrafında kalmamasına dikkat edilir.

Tepsideki malzeme, 1,6mm’lik elek kullanılarak yıkanır ve elenir.1.6 mm elekte kalan kısım, etüvde sabit kütleyle gelinceye kadar kurutulur.

Los Angeles katsayısı LA, aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$LA = \frac{500 - m}{50}$$

Burada;

m=1.6’lık elek üzerinde kalan malzemedir.

Sonuç en yakın tamsayıya yuvarlatılarak verilir.



Şekil 8. Los Angeles aşınma dayanım deney aleti

Çizelge 11. En Büyük Los Angeles değerine göre kategoriler (TS 706 EN 12620 +A1)

Los Angeles katsayısı	Kategori,LA	Los Angeles katsayısı
≤15	LA15	≤15
≤20	LA20	≤20
≤25	LA25	≤25
≤30	LA30	≤30
≤35	LA35	≤35
≤40	LA40	≤40
≤50	LA50	≤50
>50	LA beyan	>50
Serbest	LA NR	Serbest

Çizelge 12. Agregaların beton kalite değerlendirmede kullanılan aralıkları (CIRIA/CUR, 1991: 2007)

Yapılan Deneyler	Mükemmel	İyi	Orta	Zayıf
Tane Yoğunluğu (Mg/m ³)	>2.9	2.6–2.9	2.5–2.6	<2.5
Su Emme (%)	<0.5	0.5–2.0	2.0–6.0	>6.0
Los Angeles Aşınma (%)	<15	15–25	25–35	>35
Metilen Mavisi Absorbsiyonu (MBA) (g/100g)	≤0.4	0.4–0.7	0.7-0.1	≥0.1

Çizelge 12’de, CIRIA/CUR, 1991: 2007 ölçütlerine göre tane yoğunluğu, su emme, Los Angeles ve metilen mavisi deney sonuçlarının değerlendirilmesi verilmiştir.

3.2.2.7. Alkali-Silika Reaktifliği

Gerektiğinde agregaların alkali reaktifliği, kullanım yerinde geçerli olan mevzuata uygun olarak tayin edilmeli ve sonuçlar beyan edilmelidir. Standartta deney metodu için, TS 2511 Agregaların potansiyel Alkali Silis Reaktifliğinin Tayini-Kimyasal Yöntem standardına atıf yapılmıştır. Alkali-Silika reaksiyonuna, çimentodaki alkali ile agregalardaki aktif silis ve nem neden olur. Riyolit, opalit, tridimit vb. aktif silis içeren bazı minerallerdir. Aktif silis, alkali ve nemin bir araya gelmesiyle reaksiyona girerek jel kıvamında alkali silikat bileşikleri oluştururlar. Bu bileşikler beton içinde şişme yapar ve betonun çatlamasına neden olur (www.insaatmuhendisligi.net).

Mühendislik yapılarında büyük sorunlar yaratan çimento-reaktif agrega etkileşimi sorununa halen tam olarak kolay uygulanabilir ve ekonomik bir çözüm bulunamamıştır. Genelde beton üretiminde alkali agrega reaksiyonun meydana gelmemesi için silis içermeyen kireçtaşı agregaları tercih edilmektedir. Ancak agrega ocakların az bulunduğu veya beton santraline çok uzak olduğu bölgelerde kullanılacak agrega alkali silis içeriyor ise beton tasarımında kullanılan çimento, su ve kimyasal katkı tercihi beton içerisindeki toplam alkali silis içeriğini zararsız hale getirilecek kadar düşürülmeye çalışılmaktadır.

Bu araştırma kapsamında incelenen alkali-silika reaktifliği değerleri betonda kullanım için uygun bulunmuştur (Ek 1-5).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Agregalar Ocaklarının Elek Analizi Sonuçları ve Karşılaştırılması

TS 3530 EN 933-1 standardına uygun olarak elek analizi deneyleri her agregalar ocağının kendi işletmesinde bulunan laboratuarda yapılmıştır. A1, A2 ve B ocakları 0-4 mm 4-11.2 mm, 11.2-22.4 mm; C1 ve C2 ocakları 0-6.3 mm, 6.3-12.5mm, 11.2-22.4 mm boyutunda agregalar üretimi yapmaktadırlar. Deney sonuçları malzeme boyutlarına göre ifade edilmiştir. Yapılan elek analizi sonucunda agregalar Çizelge-4'e göre; çok ince malzeme içeriği ise Çizelge 7'ye göre sınıflandırılmıştır.

A1 ocağında, 0-4 mm ince agregalar G_F85 , 4-11.2mm $G_C85/20$, 11.2-22.4mm iri agregalar $G_C85/20$ olarak isimlendirilmiştir. Çok ince malzeme içeriği incelendiğinde, ince agreganın f_{16} , iri agregaların ise $f_{1,5}$ kategorisinde olduğu belirlenmiştir.

A2 ocağında, 0-4 mm ince agregalar G_F85 , 4-11.2 mm $G_C85/20$, 11.2-22.4 mm iri agregalar $G_C85/20$ olarak isimlendirilmiştir. Çok ince malzeme içeriği incelendiğinde, ince agreganın f_{10} , iri agregaların ise $f_{1,5}$ kategorisinde olduğu belirlenmiştir.

B ocağında, 0-4 mm ince agregalar G_F85 , 4-11.2 mm $G_C85/20$, 11.2-22.4 mm iri agregalar $G_C85/20$ olarak isimlendirilmiştir. Çok ince malzeme içeriği incelendiğinde, ince agreganın f_{10} , iri agregaların ise $f_{1,5}$ kategorisinde olduğu belirlenmiştir.

C1 ocağında, 0-6.3 mm karışık agregalar $G_A 90$, 6.3-12.5 mm $G_C80/20$, 11.2-22.4 mm iri agregalar $G_C85/20$ olarak isimlendirilmiştir. Çok ince malzeme içeriği incelendiğinde, ince agreganın f_3 , iri agregaların ise $f_{1,5}$ kategorisinde olduğu belirlenmiştir.

C2 ocağında, 0-6.3 mm karışık agregalar $G_A 90$, 6.3-12.5 mm $G_C80/20$, 11.2-22.4 mm iri agregalar $G_C85/20$ olarak isimlendirilmiştir. Çok ince malzeme içeriği incelendiğinde, ince agreganın f_3 , iri agregaların ise $f_{1,5}$ kategorisinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 13. A1 Agregası Ocağının Elek Analizi

ELEK ANALİZİ DENEY SONUÇLARI											
Elek Boyutu	0-4 mm İnce agrega KKA:6214 g			4-11.2 mm iri agrega KKA:5908 g			11.2-22.4 mm iri agrega KKA:7921 g				
	Küm. Kalan	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan	% Kalan	% Geçen		
22.4mm		0	100	0	100	0	0	100	0		
16.00mm		0	100	0	100	0	3127	39.5	60.5		
11.20mm		0	100	387	6.6	93.4	7864	98.4	1.6		
8mm		0	100	2125	36.0	64.0					
5.6mm		0	100	4332	73.3	26.7					
4mm	103	1.7	98.3	5453	92.3	7.7					
2mm	1365	22.0	78.0								
1mm	2680	43.1	56.9								
0.500mm	3539	57.0	43.0								
0.250mm	4145	66.7	33.3								
0.063mm	5271	84.8	15.2	5854	99.1	0.9	7864	99.3	0.7		
İnce malzeme içeriği %			15.2	0.9			0.7				

Çizelge 14. A2 Agregâ Ocağının Elek Analizi

ELEK ANALİZİ DENEY SONUÇLARI											
Elek Boyutu	0-4 mm İnce agrega KKA:2207 g			4mm-11.2 mm iri agrega KKA:3832 g			11.2 mm-22.4 mm iri agrega KKA:6707 g				
	Küm. Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan (g)	% Geçen
22,4mm		0	100	0	0	100	0	0	100	0	100
16,00mm		0	100	0	0	100	2657	39.6	60.4		
11,20mm		0	100	174	4.5	95.5	6599	98.4	1.6		
8mm		0	100	1762	46.0	54.0					
5,6mm	6.5	0.3	99.7	3146	82.1	17.9					
4mm	298	13.5	86.5	3598	93.9	6.1					
2mm	1016	46.0	54.0								
1mm	1424	64.5	35.5								
0,500mm	1700	77.0	23.0								
0,250mm	1798	81.5	18.5								
0,063mm	2015	91.3	8.7	3799	99.1	0.9	6670	99.4	0.6		
İnce malzeme içeriği %			8.7	0.9			0.6				

Çizelge 15. B Agregası Ocağının Elek Analizi

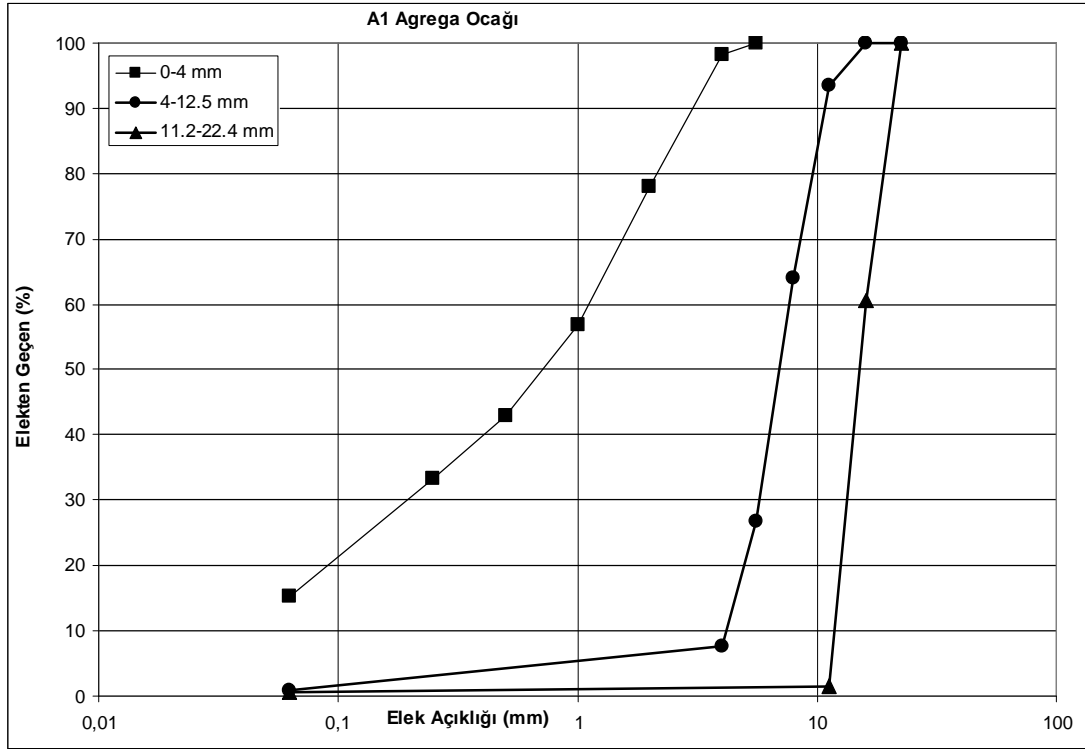
ELEK ANALİZİ DENEY SONUÇLARI											
Elek Boyutu	0-4 mm İnce agrega KKA:3333 g			4-11.2 mm iri agrega KKA:3851 g			11.2-22.4 mm iri agrega KKA:4173 g				
	Küm. Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan (g)	% Geçen
22,4mm	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	100
16,00mm	0	0	100	0	0	100	936	22.4	77.6		
11,20mm	0	0	100	61	1.6	98.4	3542	84.9	15.1		
8mm	0	0	100	913	23.7	76.3	4169	99.9	0.1		
5,6mm	0	0	100	2765	71.8	28.2					
4mm	77	2.3	97.7	3575	92.8	7.2					
2mm	1530	45.9	54.1	3837	99.6	0.4					
1mm	2253	67.6	32.4								
0,500mm	2648	79.4	20.6								
0,250mm	2892	86.8	13.2								
0,063mm	3106	93.2	6.8	3840	99.7	0.3	4170	99.9	0.1		
İnce malzeme içeriği %			6.8	0.3			0.1				

Çizelge 16. C1 Agrega Ocağının Elek Analizi

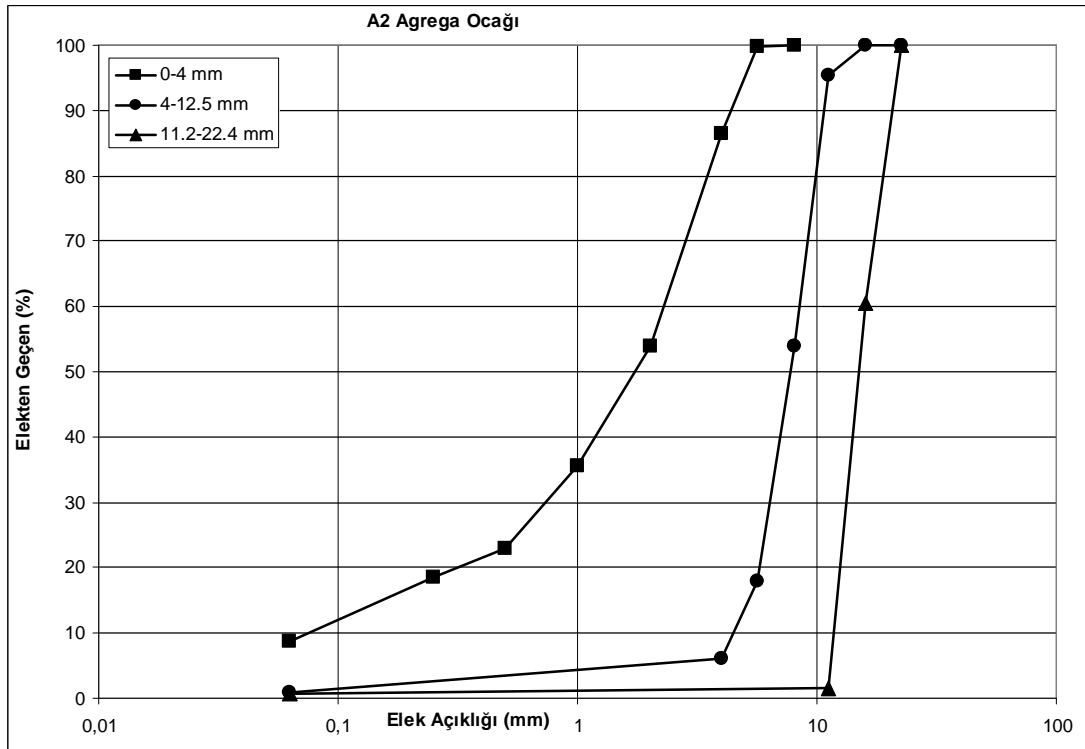
ELEK ANALİZİ DENEY SONUÇLARI											
Elek Boyutu	0-6.3 mm İnce agrega KKA:1951 g			6.3-12.5 mm karışık agrega KKA:3496 g			11.2-22.4 mm iri agrega KKA:3865 g				
	Küm. Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan (g)	% Geçen
22.4mm							0	0	100		
16.00mm							1736	44.9	55.1		
12.5mm				415	11.9	88.1					
11.20mm							3860	99.9	0.1		
10.00mm				1623	46.4	53.6					
8mm				2679	76.6	23.4					
6.3mm	28	1.4	98.6	3407	97.5	2.5					
5.6mm											
4mm	309	15.8	84.2	3477	99.5	0.5					
2mm	685	35.1	64.9								
1mm	1036	53.1	46.9								
0.500mm	1351	67.4	32.6								
0.250mm	1617	82.9	17.1								
0.063mm	1904	97.6	2.4	3486	99.7	0.3	3862	99.9	0.1		
İnce malzeme içeriği %			2.4	0.3			0.1				

Çizelge 17. C2 Agreganın Eleme Analizi

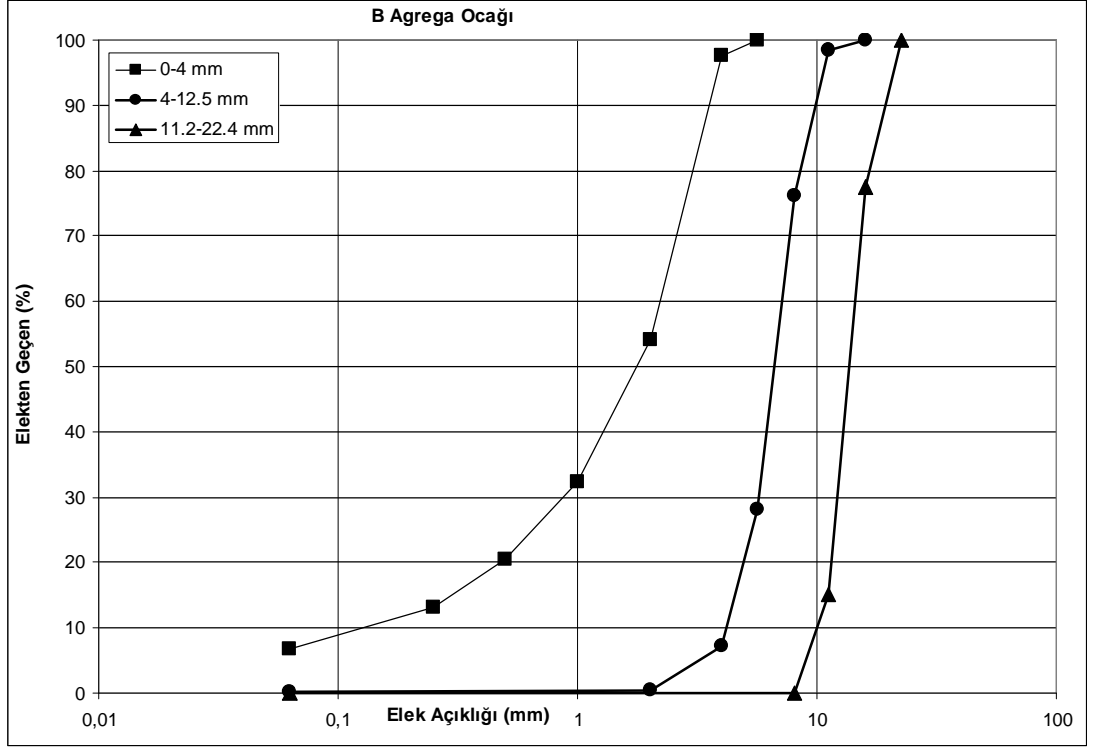
Eleme Boyutu	0-6.3 mm İnce agreganın eleme sonuçları			6.3-12.5 mm kırık agreganın eleme sonuçları			11.2-22.4 mm iri agreganın eleme sonuçları		
	Kümü Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Kümü Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Kümü Kalan (g)	% Kalan	% Geçen
22,4mm							64	1.5	98.5
16,00mm							3370	78.2	21.8
12,5mm				340	11.3	88.7			
11,20mm							4306	99.9	0.1
10,00mm				1454	48.0	52.0			
8mm				2847	93.9	6.1			
6,3mm	268	7.7	92.3	2965	97.8	2.2			
5,6mm									
4mm	682	19.5	80.5						
2mm	1920	54.9	45.1						
1mm	2545	72.7	27.3						
0,500mm	2971	84.9	15.1						
0,250mm	3258	93.1	6.9						
0,063mm	3467	99.0	1.0	3024	99.8	0.2	4307	100.0	0.0
İnce malzeme içeriği %			1.0	0.2			0		



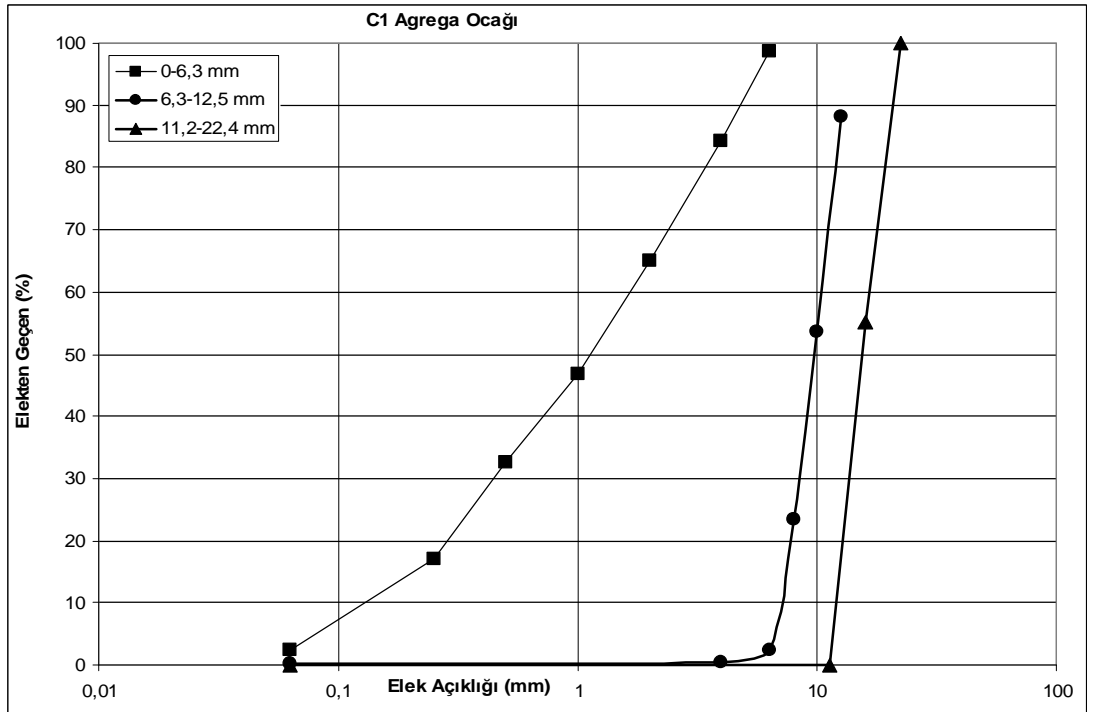
Şekil 9. A1 ocağında üretilen agregaların taneboyu dağılım eğrileri



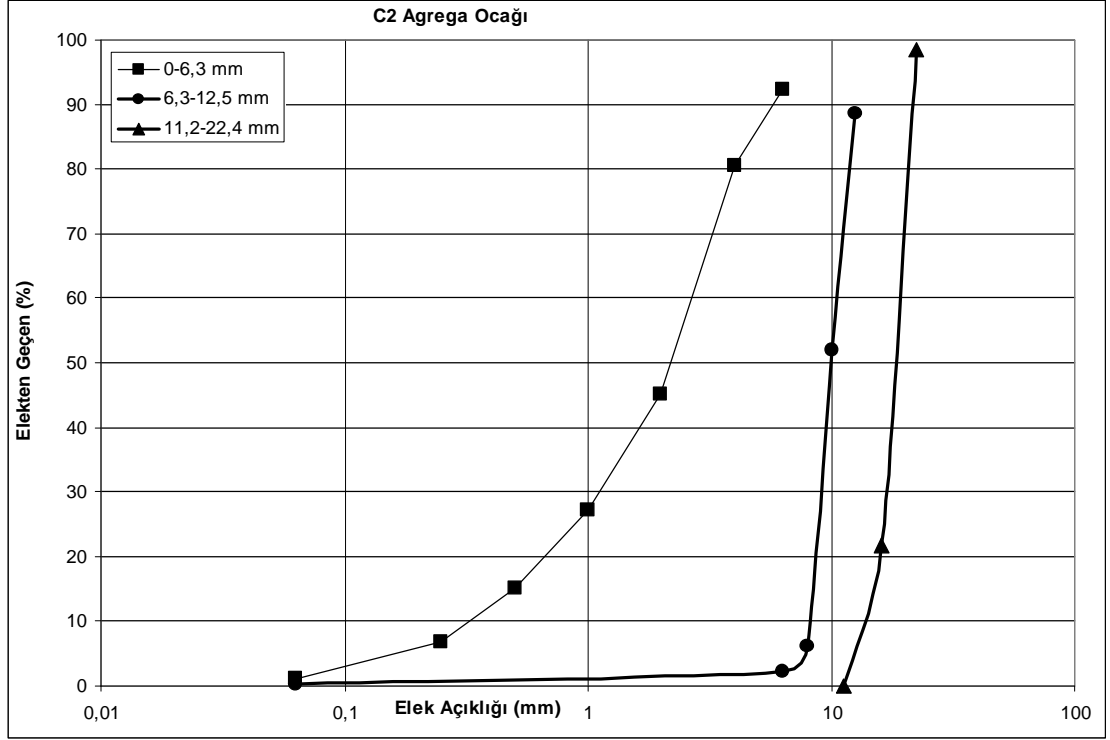
Şekil 10. A2 ocağında üretilen agregaların taneboyu dağılım eğrileri



Şekil 11. B ocağında üretilen agregaların taneboyu dağılım eğrileri



Şekil 12. C1 ocağında üretilen agregaların taneboyu dağılım eğrileri



Şekil 13. C2 ocağında üretilen agregaların taneboyu dağılım eğrileri

Agregaların elek analizi sonuçlarına göre, A1, A2, B, C1, C2 agregaları Çizelge 4'de belirtilen % geçen sınırları içinde kalmış ve isimlendirmeleri yapılmıştır.

A1, A2 ve B ocakları kırma ve eleme işlemi; C1 ve C2 ocakları ise kırma, yıkama ve eleme işlemi yapmaktadır. Bu iki sistem arasındaki en önemli fark, kaya parçalarını birinin kuru sistem; diğerinin sulu sistem agregaya çevirmesidir. Sulu sistemde malzeme temizlenirken kaya parçalarının çok ince malzeme içeriği (ince agreganın içerisindeki 0.063 mm elekten % geçen malzeme miktarı) yıkama ile atılır. Sulu sistemden çıkan agreganın çok ince malzeme içeriğinin kuru sistemden çıkan agregalara göre çok daha az olduğu saptanmıştır.

Beton içerisinde 0.063 mm elekten geçen malzeme, eğer mineralojik olarak kil değil; kaya parçalarının kırılmış tozu (taşunu) ise bu, beton için olumlu bir etkidir. Çünkü bu boyut agreganın tozu beton içerisindeki boşlukları doldurarak basınca karşı dayanıklılık sağlayacaktır.(Uluöz ve diğ., 2004).

4.2 Agregaların Metilen Mavisi Deney Sonuçları

TS 3530 EN 933-9 standardına uygun olarak metilen mavisi deneyleri her agreganın kendi işletmesinde bulunan laboratuarda yapılmıştır. A1, A2, ve B ocaklarında 0-4 mm, C1 ve C2 ocaklarında ise 0-6.3 mm boyutlarındaki agregalarda deney yapılmıştır.

Çizelge 18. Metilen Mavisi (Methylene Blue[MB]) deney sonuçları

Agrega Ocağı	Çok ince (<0.063mm) madde içeriği (%)	MB Değeri (g/100g)
A1	15.2	0,50
A2	8.7	1,25
B	6.8	1,50
C1	2.4	0,50
C2	1	1,00

Metilen mavisi deney sonuçlarının bütün ocak agregalarında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. TS 706 EN 12620 +A1 standardında MB deneyi için herhangi bir kategori belirtilmemiş ve bir koşul verilmemiştir. Standart, agreganın üreticisini bu deneyi yapmakla ve deney sonucunu beton santraline iletmekle sorumlu tutmuştur.

A1 ocağının malzeme alımı yaptığı formasyon kil bantları ve içerişi su ve kil ile dolu olan karstik boşluklar içermektedir (Şekil 5). Bu durumun patlatma sırasında uygulamayı tehlikeli ve zor bir hale getirdiği ve kaya parçalarının kırılıp elenmesi sırasında da sonuç ürünün kil içeriğini yükselttiği görülmüştür. A1 ocağının malzeme aldığı kaynak kayada kil içeriği yüksek olmasına rağmen sonuç ürünün kil içeriği MB değerine göre düşük olmuştur. Bunun nedeni işletmenin kil içeriğini önlemek amacıyla önlem almasıdır. Kuru sistemde yıkama yapılmadan malzeme içerisinde bulunan kil, ızgara ve ön elekler ile kaya parçalarından temizlenmektedir. Sistemde ilk olarak 0-100 cm boyutundaki malzeme bunkerlere dökülmektedir. Bunkerlerin önüne 4-12 mm açıklığında elekler yerleştirilmekte ve ilk olarak kaya parçaları üzerindeki kil, burada atılarak by-pass eleğine verilmektedir (Şekil 9-11). Burada

temizlenen kaya parçaları çeneli kırıcıya gönderilip 0–14 cm boyutuna getirilmektedir. Kaya parçaları çeneli kırıcı önüne yerleştirilen bir ön elek ile yeniden elenerek 2 cm boyutundan küçük olan malzeme tekrar by-pass eleğine verilmektedir. Böylelikle 2 kez kaya parçaları kilden temizlenmektedir. A1 ocak işletmesinin bu temizleme yöntemiyle, sonuç ürünün MB değerini düşürdüğü belirlenmiştir.

A1 ve A2 ocakları aynı formasyondan malzeme sağlamaktadır. Metilen mavisi deney sonuçlarına göre A1 ocağının MB değeri A2 ocağından düşüktür. Bu sonuç A2 ocak malzemesinin A1 ocak malzemesine göre daha fazla kil içerdiğini göstermektedir. A2 ocak işletmesi, kaya parçalarını kilden ayırmak için A1 ocağında kullanılan ön elek sistemini kullanmamakta, yalnız bunkerlerin önüne yerleştirilen ızgaralar ile kaya parçalarını temizlemektedir. Bu yöntemin A2 ocak malzemesini yeteri kadar temizlemeye yetmediği belirlenmiştir.

B ocağı, A1 ve A2 ocaklarından (Karahamzauşağı fm kireçtaşı) farklı bir formasyondan agrega sağlamaktadır. B ocağının malzeme alımı yaptığı kaynak kayanın (Karaisalı fm kireçtaşı) kil oranı A1 ve A2 ocaklarının malzeme alımı yaptığı kaynak kayadan daha düşüktür. Buna rağmen B ocağının MB değeri A1 ocağına göre daha fazladır. B ocak işletmesi, kaya parçalarını kilden ayırmak için A1 ocağında kullanılan ön elek sistemini kullanmamakta, sadece bunkerlerin önüne yerleştirilen ızgaralarla kaya parçalarını temizlemektedir. Bu yöntemin B ocak malzemesini yeterince temizleyemediği belirlenmiştir.

C1 ve C2 ocakları aynı dere yatağından malzeme sağlamaktadır. MB deney sonuçlarına göre C1 ocağının MB değeri C2 ocağından daha düşüktür. C1 ocağı kaya parçalarını hem kırmadan önce hem de kırdıktan sonra yıkamakta ve ikinci yıkamayı yüksek basınçlı su ile yapmaktadır. C2 işletmesi kaya parçalarını sadece kırmadan önce yıkamaktadır. Sonuç ürün MB değerlerine göre, C1 ocak işletmesinin kaya parçalarını temizlemek için kullandığı yıkama sisteminin yeterli; C2 ocak işletmesinin kullandığı yıkama sisteminin ise yetersiz olduğu belirlenmiştir.



Şekil 14. By-Pass uygulaması



Şekil 15. Patlatmadan gelen malzemenin ilk döküm yeri (Bunker)



Şekil 16. Agrega sonuç ürün görünümü

4.3 Agreganın Yassılık İndeksi Sonuçları

TS 3530 EN 933-3 standardına uygun olarak MB deneyleri her agreganın kendi içinde bulunan laboratuarda yapılmıştır. A1, A2, ve B ocaklarında 4-11.2 mm ve 11.2-22.4 mm, C1 ve C2 ocaklarında ise 6.3-12.5 mm ve 12.5-22.4 mm boyutlarındaki agregalarda deney yapılmıştır.

Çizelge 19. İnceleme alanındaki agreganın örneklerinin yassılık indeksi değerleri

Agrega Ocağı	Agrega Boyutu (mm)	Yassılık İndeksi (%)	Yassılık İndeksi Sınıfı
A1	4-11.2 mm	9.5 (Uygun)	FL ₁₅
	11.2-22.4 mm	9.7 (Uygun)	FL ₁₅
A2	4-11.2 mm	24.8 (Uygun)	FL ₂₅
	11.2 -22,4mm	21.0 (Uygun)	FL ₂₅
B	4-11.2 mm	10.2 (Uygun)	FL ₁₅
	11.2-22.4 mm	9.8 (Uygun)	FL ₁₅
C1	6.3-12.5 mm	12.3 (Uygun)	FL ₁₅
	11.2-22.4 mm	11.7 (Uygun)	FL ₁₅
C2	6.3-12.5 mm	10.5 (Uygun)	FL ₁₅
	11.2-22.4 mm	7.2 (Uygun)	FL ₁₅

Yassılık indeksi deney sonuçlarına göre A2 ocağı dışındaki, A1, B, C1, C2 ocaklarının kaynak kayaları farklı olmasına rağmen deney sonuçlarının aynı kategoriye girdiği görülmüştür (Çizelge 19).

A2 ve A1 ocakları aynı kayadan malzeme kullanmasına karşın Fl değerlerinin farklı olduğu belirlenmiştir. A1 ocak işletmesi, kaya parçalarının kırılması sırasında yapraksı-yassı malzemenin oluşmasını önlemek amacı ile devri yüksek darbeli (tersiyer) bir kırıcı kullanmaktadır, ayrıca ön elek sistemi ile yapraksı-yassı malzemeyi de agreganın içerisine karıştırmadan by-pass malzemesine ayırmaktadır. A2 ocağı kaynak kayaya uygun bir kırıcı kullanmamaktadır. A1 ocak işletmesinin yassı malzemeyi azaltmak için uygun kırıcı ve ön elek sistemi kullanmasının yassılığı düşürdüğü sonucuna varılmıştır.

Dere malzemesinde, alüvyal özellikten dolayı yassı malzeme miktarı, kırma kireçtaşından elde edilen agregalarınkine göre daha fazladır. C1 ve C2 ocaklarında alüvyal agreganın kırma işleme tabi tutularak yassılık derecesinin düşürülebildiği ve kırma kireçtaşı agregalarındaki yassılık indeksi değerlerinin sağlanabildiği saptanmıştır.



Şekil 17. Kireçtaşın malzemenin kırmataş haline getirilmiş sonuç durumu



Şekil 18. Doğal dere agregası



Şekil 19. Doğal dere agregasının kırma-öğütme işleminin sonrasında kırmataş haline getirilmiş durumu

4.4 Agrega Ocaklarının Tane Yoğunluğu ve Su Emme Sonuçları

TS 706 EN 12620 +A1 standardında tane yoğunluğu ve su emme deneyi için TS EN 1097-6 standardına atıf yapılmıştır. A1, A2 ve B ocaklarında 0-4 mm, 4-11.2 mm, 11.2-22.4 mm, C1 ve C2 ocaklarında 0-6.3 mm, 6.3-12.5 mm ve 11.2-22.4 mm boyutundaki agregalarda deney yapılmıştır.

Çizelge 20. A1 Ocağının Tane Yoğunluğu ve Su Emme deney Sonuçları

Agrega Boyutu	Tane Yoğunluğu (Mg/m ³)	Su Emme (%)
0-4 mm	Pa=2.70	0.80
	Prd=2.67	
	Pssd=2.68	
4-11.2 mm	Pa=2.70	0.53
	Prd=2.66	
	Pssd=2.68	
11.2-22.4 mm	Pa=2.71	0.56
	Prd=2.68	
	Pssd=2.69	

Çizelge 21. A2 Ocağının Tane Yoğunluğu ve Su Emme deney Sonuçları

Agrega Boyutu	Tane Yoğunluğu (Mg/m ³)	Su Emme (%)
0-4 mm	Pa=2.65	1.42
	Prd=2.56	
	Pssd=2.59	
4-11.2 mm	Pa=2.91	0.54
	Prd=2.87	
	Pssd=2.88	
11.2-22.4 mm	Pa=2.92	0.57
	Prd=2.88	
	Pssd=2.89	

Çizelge 22. B Ocağının Tane Yoğunluğu ve Su Emme Sonuçları

Agrega Boyutu	Tane Yoğunluğu (Mg/m ³)	Su Emme (%)
0-4 mm	Pa=2.74	1.1
	Prd=2.67	
	Pssd=2.70	
4-11.2 mm	Pa=2.71	0.54
	Prd=2.67	
	Pssd=2.69	
11.2-22.4 mm	Pa=2.71	0.49
	Prd=2.67	
	Pssd=2.68	

Çizelge 23. C1 Ocağının Tane Yoğunluğu ve Su Emme Sonuçları

Agrega Boyutu	Tane Yoğunluğu (Mg/m ³)	Su Emme (%)
0-6,3 mm	Pa=2.66	1,0
	Prd=2.60	
	Pssd=2.62	
6,3-12,5 mm	Pa=2.68	0,38
	Prd=2.60	
	Pssd=2.64	
11,2-22,4 mm	Pa=2.70	0,35
	Prd=2.66	
	Pssd=2.67	

Çizelge 24. C2 Ocağının Tane Yoğunluğu ve Su Emme Sonuçları

Agrega Boyutu	Tane Yoğunluğu	Su Emme
0-6.3 mm	Pa=2.68	1.2
	Prd=2.60	
	Pssd=2.63	
6.3-12.5 mm	Pa=2.67	0.92
	Prd=2.60	
	Pssd=2.63	
11.2-22.4 mm	Pa=2.73	0.51
	Prd=2.69	
	Pssd=2.71	

4.5 Alkali-Silika Reaktifliği Sonuçları

Alkali Silika Reaktifliği deneyleri Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yaptırılmıştır. Deney sonuçlarına göre A1, A2, B, C1, C2 ocaklarından alınan agregalarda alkali silis içeriğinin zararlı olmadığı belirlenmiştir. Sonuçlar Ek-1-5’de verilmiştir.

4.6. Petrografik Analiz Sonuçları

Agrega ocaklarının petrografik analizleri Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yaptırılmıştır. Sonuçlar Çizelge 25’te verilmiştir.

Çizelge 25. Petrografik Analiz Sonuçları

Agrega Ocağı	Petrografik Analiz
A1	Kireçtaşı Parçaları % 100
A2	Kireçtaşı Parçaları % 100
B	Kireçtaşı Parçaları % 100
C1	Mermer+KristalizeKireçtaşı+Kireçtaşı Parçaları.....%49.5 Spilit+Andezit+Bazalt Parçaları.....%43.0 Diyorit+Gabro Parçaları.....%5.0 Silis+Çört Parçaları.....%2.50 Çok Orjinli Magmatik ve Sedimanter Malzeme
C2	Mermer+KristalizeKireçtaşı+Kireçtaşı Parçaları.....%61.0 Spilit+Andezit+Bazalt Parçaları.....%31.0 Diyorit+Gabro Parçaları.....%7.0 Silis+Çört Parçaları.....%1.0 Çok Orjinli Magmatik ve Sedimanter Malzeme

4.7. Los Angeles Deney Sonuçları

Agrega ocaklarının Los Angeles deneyleri TSE Ankara İnşaat Laboratuvarında yaptırılmıştır. Deney sonuçları Çizelge 26'da verilmiştir.

Çizelge 26. Los Angeles Deney Sonuçları

Agrega Ocağı	Los Angeles Katsayısı %	Los Angeles Kategorisi
A1	22.5	LA 25
A2	18.05	LA 20
B	21	LA 25
C1	21.7	LA 25
C2	18.2	LA 20

Çizelge 27’de A1, A2, B, C1, C2 ocaklarının tane yoğunluğu (Prd), su emme, Los Angeles ve metilen mavisi deney sonuçları CIRIA/CUR ölçütlerine göre irdelenmiştir. Tane yoğunlu, su emme ve Los Angeles deney sonuçları A1, A2, B, C1, C2 ocak agregalarında ölçütlere göre iyi sonuç verdiği belirlenmiştir. Fakat metilen mavisi deney sonuçlarında ölçütlere göre A2, B ve C2 ocak agregalarının zayıf, A1 ve C1 ocak agregalarının iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Çizelge 27. Agregaların kalite değerlendirilmesi (CIRIA/CUR, 1991; 2007)

Özellikler	CIRIA/CUR Kriteri			A1 Ocağı		A2 Ocağı		B Ocağı		C1 Ocağı		C2 Ocağı	
	Mükemmel	İyi	Orta	Zayıf	0-4	4-12	11,2-22,4	0-4	4-12	11,2-22,4	0-4	4-12	11,2-22,4
Lama Yegünliği (Mg/m ³)	>2.9	2.6-2.9	2.5-2.6	<2.5	2.67	2.66	2.68	2.68	2.67	2.67	2.60	2.60	2.60
Su Emme (%)	<0.5	0.5-2.0	2.0-6.0	>6.0	0.80	0.53	0.56	1.42	0.54	0.57	1.00	0.38	0.35
Los Angeles Ayrma (%)	<15	15-25	25-35	>35	22.5			18.05			21.7		18.2
Metilen Mavi Absorbanansı (MSA) (g/100g)	≤0.4	0.4-0.7	0.7-1.0	≥1.0	0.5			1.25			0.5		1.00

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Araştırma kapsamında incelenen agregaların tamamı Türkiye’de yürürlükte olan TS 706 EN +A1 standardına göre betonda kullanılabilir özelliktedir. Buna karşın üretilen agregaların temel özellikleri arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır.

Farklı kaya birimlerinden üretilen agregalarda farklı mühendislik özelliklerin olması olağan bir durum olarak değerlendirilebilir. Ancak incelenen agregalarda aynı türdeki kayalardan; hatta aynı formasyonun aynı kesimlerinden üretilen agregalarda farklı özelliklerin ortaya çıktığı belirlenmiştir. Bunun yanında farklı formasyonlardan üretilen agregaların büyük benzerlik gösteren özellikler kazanabildiği de belirlenmiştir.

A1 ve A2 agrega ocakları aynı kireçtaşı seviyesi (Karahamzauşağı fm [Paleozoyik]) üzerindedir ve bu kireçtaşı yoğun kil aratabakaları içermektedir. Bu durum beton için üretilen agregalarda önemli bir olumsuzluktur. B agrega sahası farklı bir kireçtaşı (Karaisalı fm [Miyosen]) seviyesi üzerindedir. Karaisalı fm kireçtaşları killi kireçtaşı özelliğindedir. C1 ve C2 agrega sahaları ise Çakıt Çayı alüvyonları üzerinde ve birbirine oldukça yakın noktalardadır. Çakıt Çayı alüvyonları da kil içeriği fazla olan bir bileşime sahiptir.

A1 agregasının alkali-silika reaktifliği “zararsız”; Los Angeles aşınma, yassılık indeksi, tane yoğunluğu ve su emme değerlerinin “uygun” olduğu belirlenmiştir. A1 agregasının MB değeri “düşük” (0.5 g/100g) olup, çok ince (<0.063 mm) malzeme içerisindeki kil içeriği “az”dır.

A2 agregasının alkali-silika reaktifliği “zararsız”; Los Angeles, yassılık indeksi, tane yoğunluğu ve su emme değerleri “uygun”dur. MB değeri ise “yüksek” (1.25 g/100g)’dir. MD değerinin 1.25 g/100g gibi yüksek bir oranda olması çok ince malzeme içerisinde kil miktarının fazla olduğunu göstermektedir. A2 işletmesinin ürettiği agrega, formasyonun olumsuz (kil aratabakaları) şartlarından etkilenmektedir.

B agregasının alkali-silika reaktifliği “zararsız”; ve Los Angeles, yassılık indeksi, tane yoğunluğu ve su emme deney değerleri “uygun”dur. MB oranı

“yüksek” (1.00 g/100g)’dır. Dolayısıyla çok ince malzeme içerisinde kil miktarı fazladır. B ocağı formasyonun olumsuz şartlarından etkilenmektedir.

C1 agregasının alkali-silika reaktifliği “zararsız” ve Los Angeles, yassılık indeksi ve tane yoğunluğu su emme değerleri “uygun”dur. MB oranı “düşük” (0.50 g/100g); çok ince malzeme içerisinde ki kil içeriği “az”dır.

C2 agregasının alkali-silika reaktifliği “zararsız” ve Los Angeles, yassılık indeksi ve tane yoğunluğu su emme değerleri “uygun”dur. MB oranı “yüksek” (1.00 g/100g) olup çok ince malzeme içerisinde ki kil içeriğinin “fazla”dır.

Yukarıda görüldüğü üzere A2, B ve C2 agregalarında çok ince malzeme içindeki kil içeriği “yüksek”tir. Bununla birlikte A1 agregası A2 ile ve C1 agregası C2 ile aynı kaynaktan üretilmesine karşın “düşük” kil içeriklerine sahiptir. A1 ve A2 işletmelerinde kırma eleme yöntemi uygulanmakta, ancak A1 işletmesinde farklı olarak “ön eleme” işlemi yapılmaktadır. Fazladan ön eleme yönteminin uygulanması söz konusu agregada kil içeriğinin azalmasını sağlamaktadır. C1 ve C2 agrega üretim işletmelerinde yıkama sistemi uygulanmasına karşın, C2’de “ikili yıkama” C1’de “tekli yıkama” uygulanmaktadır. C1 agregasındaki kil içeriğinin C2 agregasından çok daha düşük olmasının nedeni ikili yıkama sistemi uygulanmasıdır.

Su emme özelliği açısından değerlendirildiğinde, yukarıda tartışılan donanım farklılıklarının yaratmış olduğu kil içeriği farkları, A1 agregasının A2’den; C1 agregasının C2’den daha düşük su emme kapasitesi kazanmasını sağlamıştır.

A1 ve C1 işletmeleri uygun donanım ve yöntem kullanarak, formasyonun (kaynak kayanın) beton agregasında olumsuz özelliklerini (yüksek kil içeriği) ortadan kaldırmışlardır.

A1 ve A2 işletmelerinde üretilen agregaların yassılık indeksleri kabul edilebilir ölçüde ($FL \leq 35\%$) olmasına karşın birbirinden farklı ($FL_{(A1)}=15\%$ ve $FL_{(A2)}=25\%$) oranlardadır. A1 agrega üretim işletmesinde düşey milli, ters döner tamburlardan oluşan (*tersiyer*) kırıcı donanımı kullanılmaktadır. Bu kırma sistemi agregada yassılık oluşturmaktadır. A2 agrega üretim işletmesinde ise çeneli kırıcı kullanılmakta olup bu sistem taşı sıkıştırarak kırıdığından tanelere yapraksı bir şekil kazandırması söz konusudur. Bu donanım farklılığı A1 agregasının yassılık indeksinin daha az olmasını sağlamıştır.

Araştırılan agregalar üzerinde yapılan deneyler sonuçları ile bu agregaların üretim yöntemi ve teknik donanımı karşılaştırıldığında, kaynak kayadan kaynaklanan (beton agregası için) olumsuz fiziksel özelliklerin uygun yöntem ve donanım kullanılarak büyük ölçüde ortadan kaldırılabildiği saptanmıştır.

Çok ince malzeme (<0.063 mm) içeriği ve metilen mavisi (MB) değerleri karşılaştırıldığında kayda değer bazı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Çok ince malzeme içeriğinin fazla olması MB değerini artırmamaktadır. Örneğin A1 agregası en fazla çok ince malzemeyi (% 15.2) içermesine rağmen en düşük MB oranına (0.5g/100g) sahiptir. MB değeri agrega içerisinde mineralojik kil içeriğini belirlerken, taneboyu dağılım (elek analizi) deneyi sadece boyut açısından bir sınıflama sunabilmektedir. Mineralojik olarak kil olmayan fakat çok ince malzeme sınıfına giren taneler “taşunu“ olarak tanımlanıp beton kalitesini artırırken, kil mineralleri beton kalitesini azaltmaktadır. Deney sonuçları, kil içeriği açısından MB değerlerinin göz önünde bulundurulmansın çok daha gerçekçi olduğunu göstermektedir.

Bilindiği üzere agreganın kil içermesi betonda birçok olumsuzluğa neden olmaktadır. Beton karışımı yapılırken agrega içerisindeki kil, su ihtiyacını arttırarak su-çimento oranının düşmesine ve çimento miktarının göreceli olarak azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca beton, priz aldıktan sonra içerisindeki kilden dolayı kılcal çatlaklar oluşmaktadır. Agregalarda çok ince malzeme, “eğer kil içermiyorsa” aderansı arttırıp, boşlukları dolduracağından basınç dayanımını olumlu etkileyecektir. Bu çalışma kapsamında yapılan araştırmalar sonucunda agrega kalitesini belirlemek için çok ince malzeme içeriği ve MB değerlerinin birlikte incelenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Bilindiği üzere yassılık indeksi fazla olan agregalar beton yapımında tercih edilmemektedir. Yassı agreganın özgül yüzeyi, kübik agreganın özgül yüzeyine oranla daha küçük olduğundan, betonda aderans düşük olacaktır. Dere malzemesinde, alüvyal özellikten dolayı yassı malzeme miktarı, kırma kireçtaşından elde edilen agregalarinkine göre daha fazladır. Alüvyal agreganın kırma işlemine tabi tutularak yassılık derecesinin düşürülebildiği ve kırma kireçtaşı agregalarındaki yassılık indeksi değerlerinin sağlanabildiği saptanmıştır.

Halen uygulamada olan TS 706 EN 12620 +A1 standardının asıl amacı her agreganın deney sonuçlarının aynı kategoride olması değil, sonuçların belirlenip beton üreticisine bildirmesidir. Standart, üreticinin ne ürettiğini, kullanıcının hangi nitelikte ürün aldığını bilmesi mantığına dayalıdır. Beton santralleri agreganın alımına karar verirken, en az maliyetle en kaliteli betonu üretebileceği agregayı seçer. Alkali-silika reaktivitesi zararlı, aşınmaya dayanıksız, yassılık indeksi ve su emmesi yüksek, kil içeriği fazla ve tane boyu dağılımı uygun olmayan agreganın ile yapılacak betonda çimento içeriği artacak ve farklı özellikte çimento ve kimyasal katkı arayışlarına girilecektir. Agreganın deney sonuçlarının uygun olmaması betonda riskleri ve maliyetleri arttıracaktır.

Beton santralleri agreganın alımında agreganın deney sonuçlarını inceleyerek karar vermelidir.

KAYNAKLAR

- ARSLAN, M., DEMİR. İ. (2006). Kırşehir Yöresi Kırmataşlarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakülte Dergisi.
- BS 5930 (1981) Code of Practice for Site Investigations. British Standards Institution, London.
- BS 5930 (1999) Code of Practice for Site Investigations. British Standards Institution, London.
- BS 812: Part 105-1, 1985, Testing aggregates, methods for determination of particle shape, Flakiness index, British Standards Institution.
- CEN, European Committee for Standardisation, EN 933-3: (1997). Tests for general properties of aggregates: Part 3, Determination of particle shape, Flakiness index, , pp 7. Brussels.
- CIRIA/CUR, 1991. Manual on the Use of Rock in Coastal and Shoreline Engineering. CIRIA Special Publication 83, Report:154, London, 607.
- CIRIA/CUR, CETMEF 2007. The Rock Manual. The use of rock in hydraulic engineering. 2nd edition. C683, CIRIA, London, 1234.
- ÇAVUŞOĞLU, İ., YILMAZ, A.O., ALP, İ. (2005) Kırılmış Dere Malzemesinin Beton Dayanımı Üzerine Etkisinin İncelenmesi. 19. Uluslararası Madencilik Kongre Kitabı.
- EKMEKYAPAR, A. (2003) Aşağı Beledelik (Kıralan-Hacıkırı) Dolaylarının Stratigrafik Özellikleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- HALİLİ, A. (2003). Agregada Üretiminde Kırma Eleme ve Taşın Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Önemi. 3. Uluslararası Kırmataş Sempozyum Kitabı.
- KISACIK, A. (2009) Kırma Agregadaki Taşunu ve Kil Miktarı Üzerinde Formasyon Özelliklerinin Etkisi ve Metilen Mavisini Deneyinin Önemi. 62. Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı.
- ÖZGAN, E. (2005). Kırmataş Agregada İçerisindeki Taşunu Miktarının Basınç Dayanımına Etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.

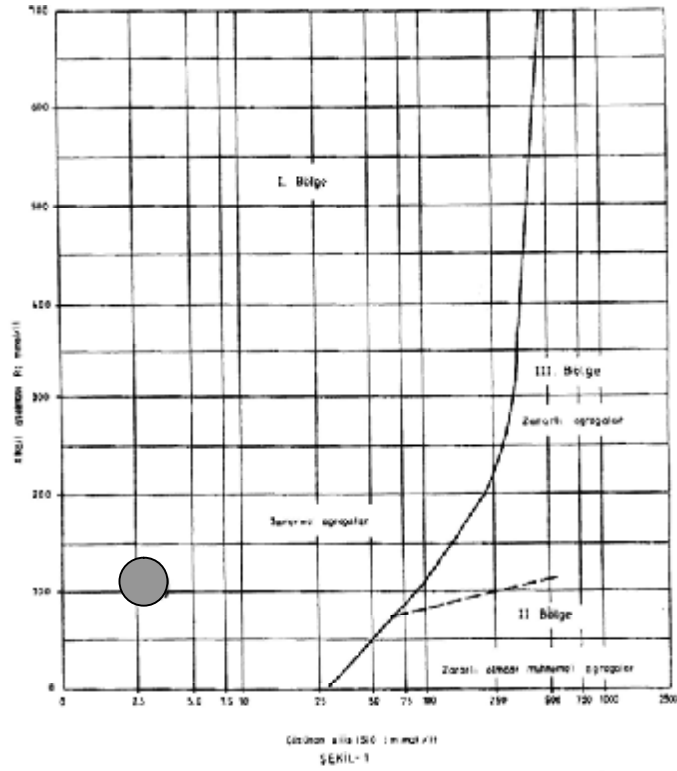
- ÖZGAN, E. (2008) . Taşunu Miktarının Beton Basınç Dayanımına Etkisinin Bulanık Mantıkla İncelenmesi. New World Sciences Academy.
- TOPÇU, İ. ve DEMİR, A. (2006) Metilen Mavisi Deneyi ile İnce Tanelerin Kil İçeriğinin Belirlenmesi.4. Uluslararası Kırmataş Sempozyumu
- TS 706 EN 12620 +A1 (2009). Beton Agregaları.
- TS 10088 EN 932-3 (1997). Agregaların Genel Özellikleri için Deneyler Kısım 3: Basitleştirilmiş Petrografik Tanımlama İçin İşlem ve Terminoloji.
- TS 3530 EN 933-1 (1999). Agregaların Geometrik Özellikleri için Deneyler Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini- Eleme Metodu.
- TS 9582 EN 933-3 (1999). Agregaların Geometrik Özellikleri için Deneyler Bölüm 3: Tane Şekli Tayini Yassılık Endeksi.
- TS EN 933-9 (2001). Agregaların Geometrik Özellikleri için Deneyler- Bölüm 9: İnce Tanelerin Tayini- Metilen Mavisi Deneyi.
- TS EN 1097-6 (2002). Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri için Deneyler Bölüm 6: Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranının Tayini.
- TS EN 1097-2 (2000). Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri için Deneyler Bölüm 2:Parçalanma Direncinin Tayini için Metodlar.
- UÇAR, H. (2008). Kırmataşların Beton Agregasında ve Hazır Beton Tesislerinde Kullanılma Kriterleri Örnek Uygulama: Sağlıklı Köyü Kalker Ocağı Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- UĞURLU, A. (1996). Taşunu Kullanımının Beton Özellikleri Üzerine Etkisi.1.Ulusal Kırmataş Sempozyum Kitabı.
- ULUÖZ, S., YAKIT, E., DÜZBASAN, S. (2004). Kıрма Agregadaki Taşunu ve Kil Miktarının Beton Kalitesine Etkisi. THBB Beton 2004 Kongre Kitabı.
- USTA, D., (1993). Kuşçular-Belemedik Alanının Stratigrafisi, Ç.Ü., F.B.E, Jeoloji Müh. Böl. Yüksek Lisans tezi, 103.
- YETİŞ C., DEMİRKOL C., (1988). Adana Baseni, Batı Kesiminin Detay Jeoloji Etüdü, MTA Rapor No. 8037, 187., Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

26 Kasım 1984'de Zürich/İsviçre'de doğdu. İlköğrenimini Ceyhan Remzi Oğuz Arık İlkokulu'nda; orta öğrenimini Ceyhan Yaltır Kardeşler Ortaokulu'nda ve Özel Çukurova Bilfen Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde tamamlayıp ara vermeden Yüksek Lisans eğitimine Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde başladı. Halen Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir.

2007 yılından beri Adana ve çevresindeki kırmataş üretim işletmelerinde ve beton santrallerine teknik ve sistem danışmanlığı yapmaktadır.

EKLER

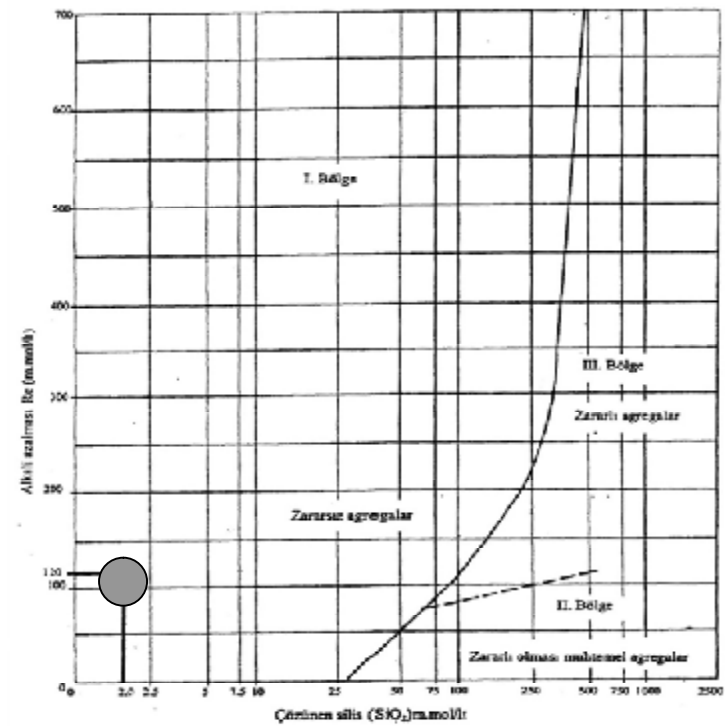


Alkali azalması Agregatların alkali agregat reaksiyonuna göre

İLİŞKİLERİ: 1974

TS 2517 (1977) 2517-1977

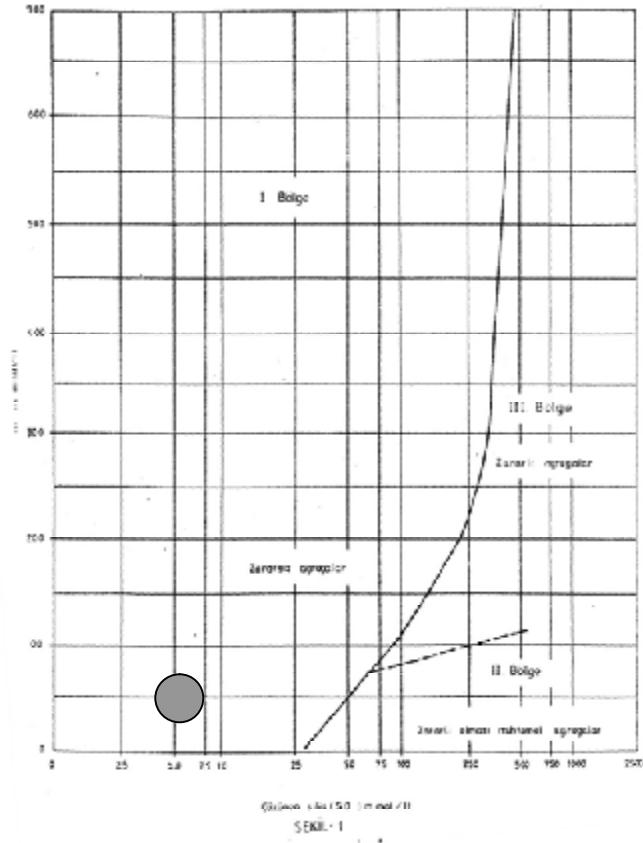
Ek 1. A1 örneğinin Alkali-Silika reaksiyonu analizi



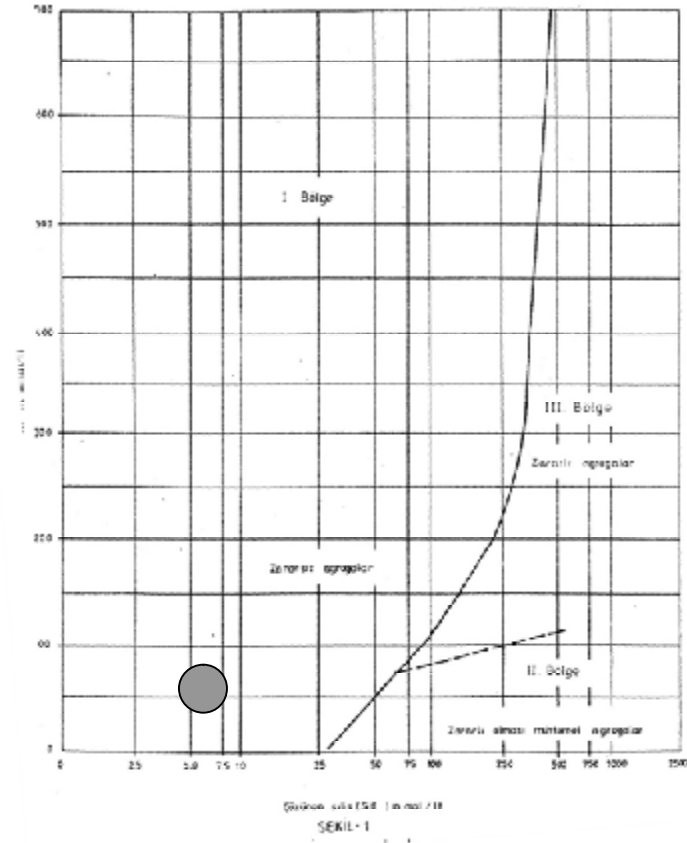
Şekil

Şil tarafından getirilen agrega örneğinin Alkali Azalması ile Çözünen Silis miktarı

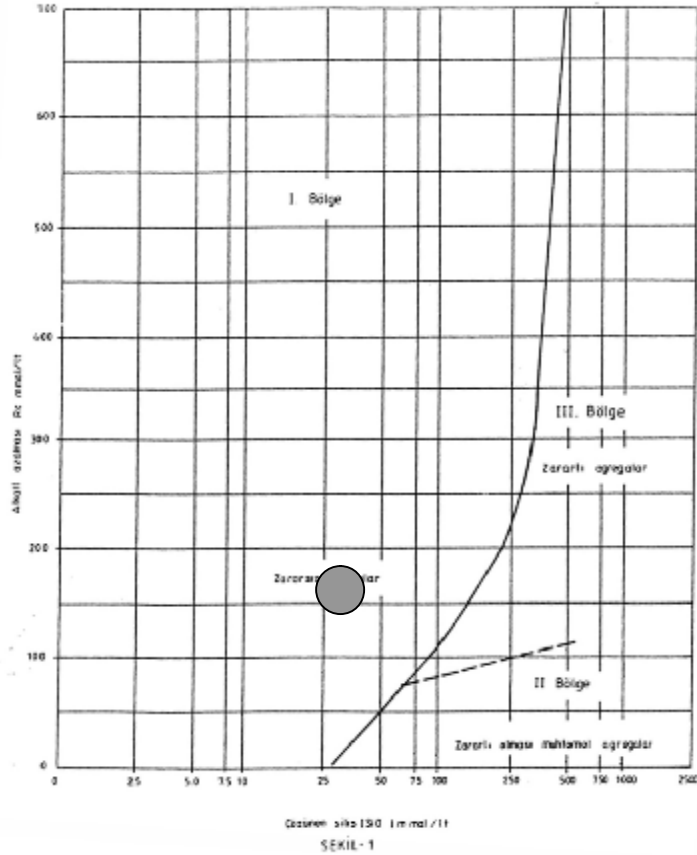
Ek 2. A2 örneğinin Alkali-Silika reaksiyonu analizi



Ek 3. B örneğinin Alkali-Silika reaksiyonu analizi



Ek 4. C1 örneğinin Alkali-Silika reaksiyonu analizi



Ek 5. C2 örneğinin Alkali-Silika reaksiyonu analizi

EK A
(Bilgi için)

ADLANDIRMA

Aşağıdaki terimler ve ifadeler için kullandığımız kavramlar için aşağıdaki terimlerin kullanılmasını öneririz.

Tanımlar sadece bilgilendirilmiştir.

A.1 - MAGMATİK KAYAÇLAR

A.1.1 - Plutonik (Derinlik) Kayaçları

A.1.1.1 - Granit, Mikro (Elyoz) ve/veya muskovitli (Elyoz) temel olarak alkali feldispat ve kuvars (Elyoz) eden alkali bazlı kayaçtır.

A.1.1.2 - Siyenit: An miktarı belirli veya belirsiz bir miktar alkali feldispat (Elyozdan fazla) ve demir-magnezyumlu mineraler (Elyoz) Elyoz eden kinyazal olarak granit ile aynı zamanda yer alan alkali bazlı kayaçtır.

A.1.1.3 - Granodiyorit: Bilimsel banyo granit ve diyorit arasında yer alan kayaç.

A.1.1.4 - Elyozit: Elyoz bazlı kayaçtır, homojenite ve homojeniteye yakın olan normal olarak kuvars bulunmayan kinyazal olarak granit ve gabbro arasında yer alan kayaçtır.

A.1.1.5 - Gabro: Elyoz bazlı kayaçtır, feldispat zengin ve yüksek bazlı alkali, Elyoz ve homojenite Elyoz eden alkali bazlı kayaçtır.

A.1.2 - Bazalt Kayaçları: Bazalt kayaçları, derinlik kayaçlarından daha ince taneli ve yüksek demirli kayaçlardır. Bazalt (bazalt) ve/veya bazaltik (bazalt) olarak adlandırılır. Bazaltik (bazalt) ve/veya bazaltik (bazalt) olarak adlandırılır. Bazalt (bazalt) ve/veya bazaltik (bazalt) olarak adlandırılır.

A.1.2.1 - Dolerit: Keskinle feldispat zengin, plajiyoz ve bazaltik olarak Elyoz eden gabbro bazlı ince taneli alkali bazlı kayaçtır. Kayaç taneli ve bazaltik.

A.1.2.2 - Diyarbaz: (Elyoz) mikroskobik kumulu, kilit, blok ve sementitli yer değiştirilmiş olan alkali bazlı kayaçtır.

A.1.3 - Yüzey (Volkanik) Kayaçları: Volkanik kayaçlar, tam olarak kristalleşmemiş olan ve bir miktar cam (Elyoz) eden kayaçlardır. Derinlik kayaçları kinyazal olarak Elyoz eden volkanik kayaçları aşağıdaki gibidir:

A.1.3.1 - Elyozit: Demir veya kinyazalın miktarı az olan alkali bazlı feldispat ve kuvars (Elyoz) eden alkali bazlı granit ve muskovitli Elyozit kayaçtır.

A.1.3.2 - Trakit: Siyenitli Elyozit olup genellikle açık renklidir.

A.1.3.3 - Andezit: Elyoz bazlı gabbro bazlı Elyozit ve/veya Elyozitli Elyozitli Elyozitli kayaçtır.

A.1.3.4 - Dazit: Gabbro bazlı Elyozit kayaçtır.

A.1.4 - Tuzaklı: Tuzaklı ve/veya tuzaklı Elyoz eden alkali bazlı gabbro ve doleritli Elyoz eden kayaçtır. Bazaltik (bazalt), Alkali bazlı (bazalt) ve/veya Alkali bazlı (bazalt) olarak adlandırılır.

NOT 1 - Tuzaklı (bazalt) ve/veya tuzaklı (bazalt) Elyoz eden alkali bazlı gabbro ve doleritli Elyoz eden kayaçtır.

1) Bazı illerinde Elyozit ve/veya tuzaklı (bazalt) olarak adlandırılır. Bu şekilde kullanılması tavsiye edilmez.

Ek 6. Basitleştirilmiş petrografik tanımlama için işlem ve terminoloji (TS 10088 EN 932-3)