

T.C.

ANTALYA BİLİM ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ŞANLIURFA TAŞ OCAKLARINDAN ELDE EDİLEN
AGREGALARIN BETON ÜRETİMİNDE
KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

TEZ

HAZIRLAYAN

EMRE DANIŞMAN

ANTALYA – 2022

T.C.

ANTALYA BİLİM ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ŞANLIURFA TAŞ OCAKLARINDAN ELDE EDİLEN
AGREGALARIN BETON ÜRETİMİNDE
KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

TEZ

HAZIRLAYAN

EMRE DANIŞMAN

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ HAMİD FARROKH GHATTE

ANTALYA-2022

ONAY/BİLDİRİM FORMU

ANTALYA BİLİM ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Emre DANIŞMAN' a ait “ Şanlıurfa Taş Ocaklarından Elde Edilen Agregaların Beton Üretiminde Kullanabilirliğinin Araştırılması ” adlı bu tez çalışması Tez Kurulumuz tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı İnşaat Mühendisliği Programı tezi olarak (oybirliği / oyçokluğu) ile kabul edilmiştir.

Akademik Ünvanı, Adı ve Soyadı İmzası

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Hamid Farrokh GHATTE

Üye :

Üye :

Enstitü Müdürü :

Tez Sınavı Tarihi :

Tez Teslim Tarihi:

ÖNSÖZ

Antalya Bilim Üniversitesi tez projem olan Şanlıurfa taş ocaklarından elde edilen agregaların beton üretiminde kullanılabilirliğini araştırdığım tezimi yöneten, çalışmamda ve hazırlamamda her zaman bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, zor zamanlarımda bize sabır ile yol gösteren danışman hocamız Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hamid Farrokh GHATTE'ye; çalışmam sırasında yanımda olduklarını hissettiğim arkadaşlarıma ve beni her konuda destekleyen, yanımda olan çok değerli canım aileme sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

.... / / 2022

Emre DANIŞMAN

ÖZET

ŞANLIURFA TAŞ OCAKLARINDAN ELDE EDİLEN AGREGALARIN BETON ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmanın konusunu, Türkiye’de sektörüyle birlikte beton üretimi de son yıllarda etkin bir şekilde artış göstermiştir. Türkiye 2009 yılıyla beraber Avrupa’da beton üretimi yapan ülkeler sıralamasında lider konuma gelmiştir. Beton; çimento, su ve agrega karışımıyla birlikte istenilen durumda kimyasal ve mineral katkı maddeleri ilave edilerek oluşan, başlangıçta şekil verilecek kıvamda olup, zamanla sertleşen, dayanım ve direniş kazanan muazzam bir yapı malzemesidir. Beton bileşim malzemesi olarak agrega önemli yere sahiptir. Agregalar beton birleşiminde su ve çimento ile birlikte karıştırılarak kullanılan, kırmataş, çakıl, kum gibi daneli malzemelerdir. Bu çalışmada Şanlıurfa ilinde bulunan Seferoğlu Taş Ocağı ve Madencilik ve Yetimoğlu Mucur ocaklarından elde edilen agregaların beton üretiminde kullanımı ve uygunluğu araştırılmıştır. Beton üretiminde kullanılan en pahalı malzeme çimento olmasına rağmen en ucuz malzeme ise agregadır. Bundan dolayı, beton karışımında olabildiğince agrega kullanmak ekonomik olmaktadır. Bu çalışmada beton üretiminde kullanılmak üzere Şanlıurfa yöresinde bazı taş ocaklarından alınan agrega numunelerine elek analizi deneyi yapılarak grolölometrisi belirlenmiştir. Ayrıca birim özgül ağırlık, hacim ağırlık, organik madde tayini, alkali-silika reaksiyonu, donma ve çözölmeye karşı direnç Los Angeles aşınma, yüksek sıcaklık deneyi, kılcal su geçirimliliği, ultrasonik ses hızı ölçümü ve basınç deneyi yapılarak fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Standartlara göre beton karışım hesabı yapılarak 15x15x15 cm toplam 12 adet beton küp numune üretildi. 7 ve 28 günlük betonların basınç dayanım sonuçları elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Agrega, Beton, Taş Ocakları

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE USABILITY OF AGGREGATE OBTAINED FROM SANLIURFA QUARRIES IN CONCRETE PRODUCTION

The theme of this study is that concrete production in Turkey, along with its sector, has effectively increased in recent years. With the year 2009, Turkey has become the leader among concrete producing countries in Europe. Concrete is an important building material that initially has a plastic consistency and is produced by homogeneously mixing aggregates, cement and water according to the production technology with or without the addition of chemical and mineral additives and gains strength through consolidation and hardening over time. Aggregates play an important role in the composition of concrete. Aggregates are granular materials such as sand, gravel, crushed stone, which are used together with cement and water in concrete production. In this study, the use and suitability of aggregates from Seferoğlu quarry and Yetimoğlu quarry in Şanlıurfa province were investigated. The most expensive material used in concrete production is cement, but the cheapest material is aggregate. Therefore, it is economical to use as many aggregates as possible in a concrete mix. In this study, the granulometry of rock samples from some quarries in Şanlıurfa region for use in concrete production was determined by sieve analysis. In addition, physical properties were determined by specific gravity, volumetric weight, organic matter determination, alkali-silica rectification, freeze-thaw resistance, Los Angeles abrasion, high temperature experiment, capillary water permeability, ultrasonic velocity measurement, and pressure test. A total of 12 cubic concrete specimens of 15x15x15 cm were prepared by calculating the concrete mix according to the standards. The results of compressive strength of 7 and 28 days concrete were obtained.

Keywords: Aggregate, Concrete, Quarries

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLOLAR LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Agrega Hakkında Genel Bilgiler.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı	5
1.3. Şanlıurfa İli Jeolojisi.....	5
1.4. Şanlıurfa İli Depremselliği	5
1.5. Şanlıurfa İli Kaya Düşmesi Durumu.....	8
1.6. Şanlıurfa İli Maden ve Enerji Kaynakları.....	9
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM	24
3.1. Materyal	24
3.1.1. Taş Ocaklarının Jeolojik Konumu	26
3.1.2. Agrega	26
3.1.3. Çimento.....	30
3.1.4. Su	32
3.1.5. Kum.....	32
3.1.6. Çalışmada Kullanılan Cihazlar	32
3.2. Yöntem	33
3.2.1. Agrega Numunelerinin Alınması.....	33
3.2.2. Agregalara Uygulanan Deneyler	34
3.2.2.1. <i>Los Angeles Deneyi</i>	34
3.2.2.2. <i>Agregalarda Kırılmışlık Deneyi</i>	36
3.2.2.3. <i>Elek Analizi Deneyi</i>	37

3.2.2.4.	<i>Deney Agregalarının Granülometrileri</i>	37
3.2.2.5.	<i>Donma ve Çözölmeye Karşı Direnç</i>	38
3.2.2.6.	<i>Organik Madde Tayini</i>	38
3.2.2.7.	<i>Alkali-Silika Reaksiyonu</i>	40
3.2.3.	Beton Numunelerin Hazırlanması	41
3.2.3.1.	<i>Beton Slump Deneyi</i>	44
3.2.3.2.	<i>Taze Betonun Kalıplara Konulması</i>	45
3.2.3.3.	<i>Beton Numunelerinin Kür Havuzuna Konulması</i>	46
3.2.4.	Beton Basınç Dayanımı Deneyi	47
3.2.5.	Yüksek Sıcaklığa Maruz Kalan Betonun Davranışı	51
3.2.6.	Kılcal Su Geçirirnililiği Deneyi	51
3.2.7.	Ultrasonik Ses Hızı Ölçümü	52
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	55
4.1.	Taze Betonun Mekanik Özellikleri	55
4.2.	Agrega Deneylerinden Elde Edilen Araştırma Bulguları	56
4.2.1.	Los Angeles Deneyi	56
4.2.2.	Elek Analizi Deneyi	56
4.2.3.	Agregaların Granülometrileri	57
4.2.4.	Donma ve Çözölmeye Karşı Direnç	59
4.2.5.	Organik Madde Tayini	59
4.2.6.	Alkali-Silika Reaksiyonu	60
4.3.	Sertleşmiş Beton Deneylerinden Elde Edilen Araştırma Bulguları	61
4.3.1.	Yüksek Sıcaklığa Maruz Kalan Betonun Davranışı	62
4.3.2.	Kılcal Su Geçirirnililiği Deneyi	64
4.3.3.	Ultrasonik Ses Hızı Ölçümü	67
4.3.4.	Basınç Deneyi Bulguları	69
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	73
6.	KAYNAKÇA	76

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Şanlıurfa ve Çevresinde Şubat Ayında Meydana Gelen Depremler.....	6
Tablo 3.1. Portland Çimentosunun Temel Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	31
Tablo 3.2. Çözeltinin Rengine Göre Organik Madde Tayini ve Kullanılabilirliği	39
Tablo 3.3. Hızlandırılmış Harç Çubuk Yöntemi Limit Değerleri	41
Tablo 3.4. Beton Karışım 1 Miktarları.....	42
Tablo 3.5. Beton Karışım 2 Miktarları.....	42
Tablo 3.6. Ultrasonik ses ile beton kalitesi ilişkisi.....	54
Tablo 4.1. Elek Analizi Deneyi Sonuçları	57
Tablo 4.2. Donmaya Karşı Dayanıklılık Deneyi Sonucu.....	59
Tablo 4.3. Organik Madde Tayini Deneyi Sonucu	60
Tablo 4.4. Seferoğlu Madencilik Alkali Silika Deneyi Sonuçları	61
Tablo 4.5. Yetimoğlu Madencilik Alkali Silika Deneyi Sonuçları.....	61
Tablo 4.6. Farklı Sıcaklıklardaki Betonun Dayanım Sonuçları	62
Tablo 4.7. Kılcal Su Geçirirliiği Deneyi Sonuçları.....	66
Tablo 4.8. Ultrasonik Ses Hızı Ölçümü Sonuçları.....	68
Tablo 4.9. Betonun 7 ve 28 Günlük Basınç Deneyi Sonuçları	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Şanlıurfa İli Deprem Bölgeleri Haritası	7
Şekil 1.2. Şanlıurfa İli Kaya Düşmesi Haritası.....	8
Şekil 1.3. Şanlıurfa İline Ait Maden Yatakları Haritası	10
Şekil 3.1. Yetimoğlu Madencilik Taş Ocağı	24
Şekil 3.2. Yetimoğlu Madencilik Taş Ocağı	25
Şekil 3.3. Seferoğlu Madencilik Taş Ocağı.....	25
Şekil 3.4. Taş Ocaklarının Harita Üzerinde Konumları	26
Şekil 3.5. Dört Eşit Parçaya Bölerek Numune Alma	33
Şekil 3.6. Los Angeles Aşındırma Cihazı.....	34
Şekil 3.7. Los Angeles Aşındırma Cihazı Tamburu.....	35
Şekil 3.8. Los Angeles Aşındırma Cihazı Tepsisi	36
Şekil 3.9. Agregaların Beton Karıştırıcıya Konulması ve Karıştırılması	43
Şekil 3.10. Beton Slump (Çökme) Deneyi	44
Şekil 3.11. Beton Slump (Çökme) Deneyi Sonuç	45
Şekil 3.12. Beton Harcının Kalıplara Konulması	46
Şekil 3.13. Kür Havuzuna Yerleştirilmiş Beton Numuneleri.....	46
Şekil 3.14. Kür Havuzundan Çıkarılan Sertleşmiş Beton Numuneleri	47
Şekil 3.15. Beton Basınç Presi.....	49
Şekil 3.16. Beton Basınç Presi.....	50
Şekil 3.17. Tek Eksenli Basınç Aleti ile Kırma İşlemi.....	50
Şekil 3.18. Titreşim hızı test devresinin şematik diyagramı.....	53
Şekil 4.1. Yetimoğlu Taş Ocağına Ait Granülometre Eğrisi.....	58
Şekil 4.2. Seferoğlu Taş Ocağı Ait Granülometre Eğrisi	58
Şekil 4.3. Yetimoğlu Madencilik Kılcallık Yüzde-Zaman Grafiği	65
Şekil 4.4. Şekil 4.4. Seferoğlu Madencilik Kılcallık Yüzdesi-Zaman Grafiği.....	65
Şekil 4.5. Tek Eksenli Basınç Aleti İle Kırma İşlemi Sonucu	70
Şekil 4.6. Yetimoğlu 7 Günlük Basınç Dayanımı Sonuçları Grafiği	71
Şekil 4.7. 28 Günlük Basınç Dayanımı Sonuçları Grafiği	71

KISALTMALAR

Ac	: Numunenin, üzerine basınç yükünün uygulandığı en kesit alanı, mm ² .
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
F	: Kırılma Esnasında Ulaşılan En Büyük Yük, N,
Fc	: Basınç Dayanımı, MPa (N/mm ²),
KYB	: Kendiliğinden Yerleşen Beton
MKA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
ŞBB	: Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi
TÜBA-KED	: Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi

1. GİRİŞ

Son yıllarda nüfus artışıyla beraber insanların barınma ihtiyacını karşılamak amacıyla inşaat sektöründe hızlı bir yükseliş gözlenmektedir ve betonarme yapı sistemleri kullanılmaktadır. Betonarme yapılarda kullanılan beton, su, çimento doğal veya yapay ince agregalar ve yapay kaba agregalar, çimentonun hidrasyon özelliklerinin önemli bir parçası olan, gerektiğinde kimyasal mineral katkıları ilave edilmeden elde edilen malzemelerdir.

Beton; bileşenleri hızlı ve uygun bir şekilde temin edilebilir. İstenilen formda kolay bir şekilde üretilebilmesi, bakımı ve oluşabilecek deformasyonları düzeltmek açısından maliyetinin diğer malzeme/malzemelere göre daha ekonomik şekilde onarılması ve bulunduğu konumdaki zararlı maddelere karşı performansının yüksek olmasından dolayı günümüzde tercih edilen yapı malzemesi olmuştur. Betonun içerisinde yaklaşık %70 oranında mineral yapılı küçük danelerden oluşan agregalar bulunmaktadır. Beton için önemli olan agrega; geçirgenlik, işlenebilirlik ve betonun dayanımı gibi değerleri üzerinde önem arz etmektedir.

1.1. Agrega Hakkında Genel Bilgiler

Cüruf, kırma taş, kum ve çakıl gibi farklı boyutlardaki daneli malzemelere agrega denir. Agregalar, doğadaki ortamından elde edildiği gibi konkasör adı verilen taş kırma makineleri yardımıyla iri taş parçalarının kaya kırıcı yardımıyla parçalanmasıyla elde edilmektedir. Konkasör yardımıyla edilen agreganın incesine kırma kum ve irisine kırma taş denir. Kırma kuma ve kırma taşa mıcır denilmektedir. Beton üretimi sırasında en çok kullanılan agrega ince ve iri olmak üzere iki çeşitten oluşmaktadır. İri agrega 4-63 mm boyutlarındaki eleklerden geçen mıcır ve çakıldır. İnce agrega ise 0-4 mm boyutlarındaki eleklerden geçen kum ve kırma kum (taş tozu)'dur (TS 706). Doğal agrega, kum ocaklarından, deniz kıyısından veya dere

yataklarından elde edilir. Yapay agregâ, konkasör ile kırılmasıyla üretilir. Doğal agregâ, denizlerden, nehirlerden, göllerden, taş ocaklarından ve teraslardan elde edilmiş bütün veya parçalanmış şekildeki agregâdır. Öte yandan yapay agregalar, yüksek fırın cürufu gibi endüstriyel ürünlerden elde edilen bütün veya parçalanmış agregâlardır. Agregâ'nın porozitesi, agregâ danelerinin içerisinde boşluklar olması doğaldır. Agregâ danelerindeki boşluklar su emme deneyleri yapılarak belirlenir.

İri agregâ danelerinin porozitesinin küçük olması ile bu danelerin mukavemetinin yüksek bir değeri alması sağlanır. Yüksek mukavemet sağlayan agregâ daneleri kullanarak üretilen betonların mekanik mukavemeti de artırılabilir.

Agregâ - Su Bağıntısı; Agregâ tarafından emilen su miktarı agregânın birim ağırlığına ve özgül ağırlığına etki eder. Agregâda bulunan boşluk fazla olması agregâ için istenmeyen bir durumdur. Agregâ'da boşluk bulunması durumunda çevresel etkilere ve donmaya karşı direncini azaltmaktadır. Agregânın su emme yüzdesi çakıl ve limiti kum için % 1'dir. Su emme yüzdesi yüksek olan agregâ kullanılması betonun dayanıklılığını ve dayanımını azaltmaktadır. Agregaların emdiği su miktarları danelerin granülometri bileşimine, yapısına ve kökenine bağlıdır.

Türkiye'deki agregâ standartları, TS EN 1097-3 (boşluk hacmini ve gevşek yığın yoğunluğunun tayini), TS 706 EN 12620 +A1 (bu standard, doğal, suni veya geri dönüştürülmüş agregaların, dolgu malzemesi olarak kullanılan agregaların ve bu malzemelerin beton yapımında kullanılan karışımlarının özelliklerini kapsar. Betonarme inşaat projelerinde dolgu malzemesi olarak kullanılan malzemeyi kapsar).

Agregalar kullanım yerlerine ve amaçlarına göre, dane dayanımı, dane şekli, granülometrik bileşim, , dona karşı dayanıklılığı, aşınma direnci ve zararlı maddeler bakımından "TS 706" standardı gereklerini yerine getirmelidir. Ayrıca, maruz kaldığı su etkisi altında dağılmamalı, yumuşamamalı, çimentonun birleşenleriyle hasarlı bir durum ortaya getirmemelidir. Donatının korozyona olan korunması tehlikeye düşürülmeyecek şekilde yapılmalıdır. Beton üretiminde kullanılacak olan agregâ TS 706 EN 12620'ye göre uygun tercih edilmelidir.

Agregaların dane dağılımı, granülometri eğrilerine ve gerektiğinde bu eğrilerle tayin edilen özgül yüzey, su istek katsayıları ve incelik modülü belirtilmiştir. Kullanılan agregaya ait dane dağılımları uygun değerlere göre olmalıdır.

Agregaların dane şekli, mümkün olduğu kadar kübik ve küresel seçilmelidir. En büyük boyutun en küçük boyuta oranı 3'ten büyük olan danelere şekli bozuk (kusurlu) taneler denir. 8 mm'den büyük agregalar için şekil kusurlu tanelerin (yassı veya uzun taneler) oranı ağırlıkça % 50'den fazla olmamalıdır.

Agregalardan beklenen özellikler beton yapımında koşulları sağlayacak kadar dayanıklı olmasıdır. Bu özellikler, doğada oluşmuş çakıl ve kum veya kırılarak üretilen agregalarda, doğada maruz kaldıkları ayıklama durumu ile sağlanmaktadır.

Agregaların donma dayanıklılığı kullanma amaç için yeterli düzeyde olmalıdır. Doğal çakıl ve kum ya da parçalanarak elde edilen agregalar, doğal olarak ayıklandıktan sonra genellikle bir miktar donmaya duyarlı daneleri barındırır. Genellikle donma olayı yaşanmayan bölgelerde bu tür özellikler göz ardı edilebilir.

Yıkılabilir madde, agrega yayılmış ya da bütün şekilde agrega üzerine yapışmış olarak bulunabilir. Bu maddeler genellikle silt, kil ve çok ince boyutlardaki taş unu adı verilen maddelerdir.

Kükürtlü bileşik, bulundukları ortama bağlı olarak, beton üzerinde zararlı değişikliklere neden olmaktadır. Kükürtlü bileşiklerin dağılışı ve cinsi önemlidir, örnek verecek olursak hava akımı, iyi sıkıştırılmamış betonlarda ve rutubet sebebiyle oksitlenen sülfürler ve sülfatlar zarar verebilmektedir. Sülfatlar betonda bulunan alüminyum ve kireç bileşikleriyle reaksiyona girer ve ilerleyen zamanda büyüyen kristaller meydana gelir. Bu kristaller betonun tahrip olmasına neden olurlar.

Çelik için zararlı olan maddeler, donatı bulunan betonda kullanılacak agregalar, donatıyı korozyona karşı savunmasız bırakabilir, örneğin halojenürler (florür hariç) ve nitratlar gibi tuzlar aşırı miktarda bulunmamalıdır. Agregalar, suda çözünür klorürler ve klor olarak hesaplandığında ağırlıkça %0,2'den fazla olmamalıdır.

Agregalarda aranan en önemli özelliklerden biri yüksek basınç dayanımı olmalıdır. Betonun çabuk kırılmalarına karşı dayanıklı olmasında, üretim sırasında kullanılan agregaya önem arz etmektedir. Bu nedenle Los Angeles deneyi yapılmadan kullanılmamalıdır.

Agreganın fiziksel özellikleri, kimyasal yapısı, karakteristik, kompozisyonu ve granülometrisi, beton üretimi esnasında bu özelliklerini betona ilettiğinden dolayı önem arz etmektedir. Bu yüzden beton üreten tesislerin, üretim esnasında ekonomik kazançtan önce kaliteye önem vererek beton üretimi için önemli bir malzeme olan agreganın kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir. Temin ettikleri agregaya ocaklarını sıklıkla inceleyip kontrollerini yapmaları gerekmektedir (Kahveci, A. 2013).

Agregada istenilen özellikler dayanıklı ve sert, boşluksuz ve zayıf partiküllerden (kömür, odun, deniz kabuğu vb.) arındırılmış olmalıdır. Agregaya ayrıca aşınmaya ve basınca karşı dayanıklı olmalıdır. Toprak, toz ve betona zararlı olabilecek maddeler içermemeleridir. Yassı pürüzsüz ve uzun daneler kullanılmamalıdır.

Beton agregası olarak kullanılabilecek kayalar, Granit, Siyenit, Gabro, Peridotit, Bazalt, Arkoz, Gnays, Diyorit, Grovak, Perlit, Kuvarsit, Mermer ve Andezittir (Esenli, V. 1996).

Türkiye’de bulunan başlıca beton agregaya ocakları; Düzce’de Dostaş Madencilik, Konya’da Darbazlar Madencilik, Çanakkale’de Biga Maden ve Kansu Madencilik, Balıkesir’de MTK Madencilik ve Uysal İnşaat & Kırmataş Tesisleri, İzmir’de Ünite Madencilik ve Dere Madencilik, Ankara’da Dağıstan Maden Agregası, Onpo Madencilik ve Tamtaş Yapı Malzemeleri, Mersin’de Aytaş Ayhanlar Madencilik, Antalya’da Albayrak Hazır beton, Sakarya’da İnci Grup Maden, Sakarya Öztaş İnşaat ve Meva Madencilik, İstanbul (Avrupa Yakası) Danış Madencilik, Akdağlar Madencilik, SUTTAŞ Madencilik, Özyurt Madencilik ve Tekkoç Madencilik, İstanbul (Anadolu Yakası) Koç Hafriyat Madencilik, Alyans İnşaat ve Ticaret, Madkim Maden ve Kimya, Alton Beton ve Yazlar İnşaat.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada; Şanlıurfa İli'nin agrega olarak kullandığı kayaların özelliklerini incelemek ve üretim amacına göre değerlendirmek beton üretimindeki kullanılabilirliği araştırılmıştır. Şanlıurfa'da bulunan hazır beton firmalarının birçoğu beton üretiminde kullandıkları agregaları Seferoğlu Taş Ocağı ve Madencilik ile Yetimoğlu Mucur Ocaklarından temin edilmektedir. Bu ocaklardan alınan agrega numunelerinin çeşitli özelliklerinin belirlenmesi, C35/45 beton bileşimindeki kantite ve kalite niteliklerinin belirlenmesi ve yörede bulunan beton üreticilerine betonlarında kullanacakları bileşim detaylarının elde edilir verilerle raporlanması amaçlanmıştır.

1.3. Şanlıurfa İli Jeolojisi

Şanlıurfa ise jeolojik yapı bakımından üçüncü jeolojik zamanın karakterini göstermektedir. Kaya yapısına baktığımızda hafif kıvrımlı ve kısmen faylı bir jeolojik yapıya sahip olduğunu görebiliriz. Yaygın volkanik tabakalar, Suriye-Arap Masifi arasındaki sınır kıvrımlarından ve büyük tektonik faylardan doğal bazalt çıkışına tanık olur (Yalçın, M.N 2004).

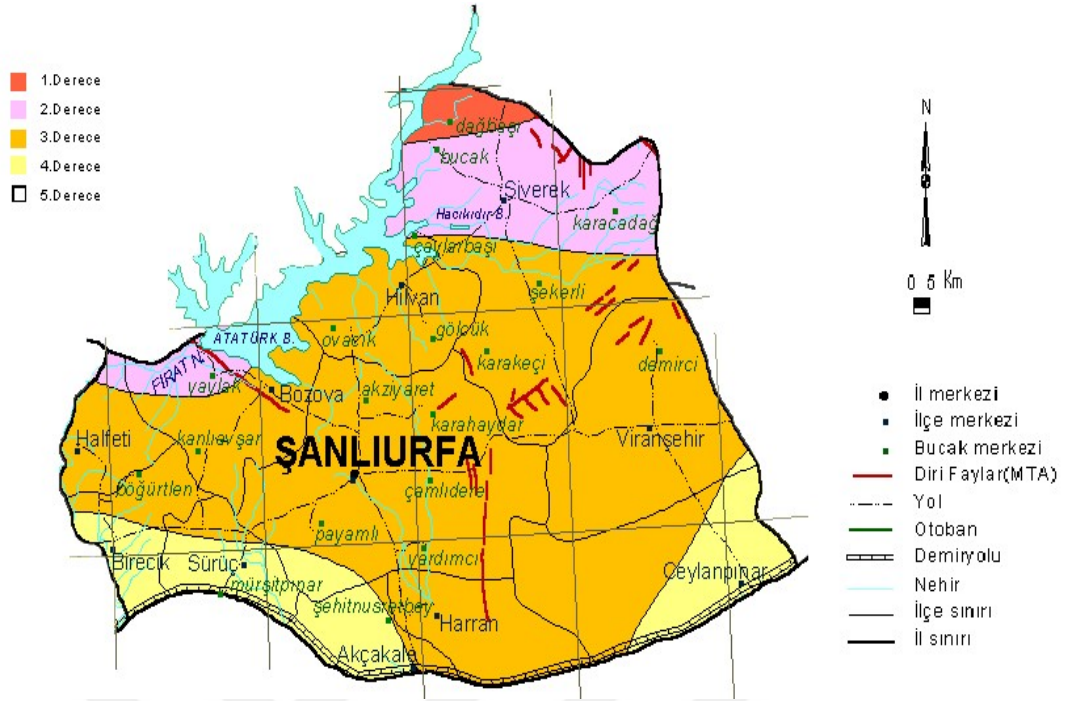
1.4. Şanlıurfa İli Depremselliği

Şanlıurfa 3. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Kentin kuzeyinde yer alan ve 1. derece deprem bölgesi olarak kabul edilen ‘ Bitlis Bindirme Zonu ‘ bölgesinde bulunan illere yakınlığı, Şanlıurfa'yı deprem riski altına sokabilir. Tablo 1.1.'de Şanlıurfa iline ait 2022 yılı şubat ayında olan deprem verileri gösterilmiştir ve AFAD deprem detay verileri baz alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 1.1 Şanlıurfa ve Çevresinde Şubat Ayında Meydana Gelen Depremler(Şanlıurfa ili AFAD, 2022)

Deprem Tarih ve Saati	Büyüklik (Richter Ölçeği ML)	Derinlik (km)	Deprem Bölgesi
27.02.2022 19:46:16	2.9	7.00	Halfeti
26.02.2022 11:59:50	1.5	7.09	Haliliye
24.02.2022 06:08:22	2.0	7.01	Hilvan
21.02.2022 18:58:23	1.2	7.00	Karaköprü
20.02.2022 18:09:55	2.6	7.14	Akçakale
17.02.2022 15:30:14	2.2	7.00	Karaköprü
16.02.2022 12:06:18	1.4	6.19	Haliliye
12.02.2022 19:24:07	2.2	3.24	Haliliye
11.02.2022 00:14:40	1.0	7.00	Birecik
09.02.2022 12:04:20	1.2	7.03	Haliliye
09.02.2022 10:20:17	1.6	7.00	Karaköprü
03.02.2022 01:45:12	1.5	7.08	Suruç

Şanlıurfa İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nden alınan bilgiye göre; Şanlıurfa ilinin tamamında 8'i AFAD Başkanlığı'na ait, 1'i Kandilli Rasathanesi'ne bağlı olmak üzere 9 adet sismik istasyon bulunuyor. Bu istasyonlar sayesinde depremler anında tespit edilebilmektedir. Şekil 1.1.'de Şanlıurfa iline ait sismik aktivite riskini haritada gösterilmiştir.

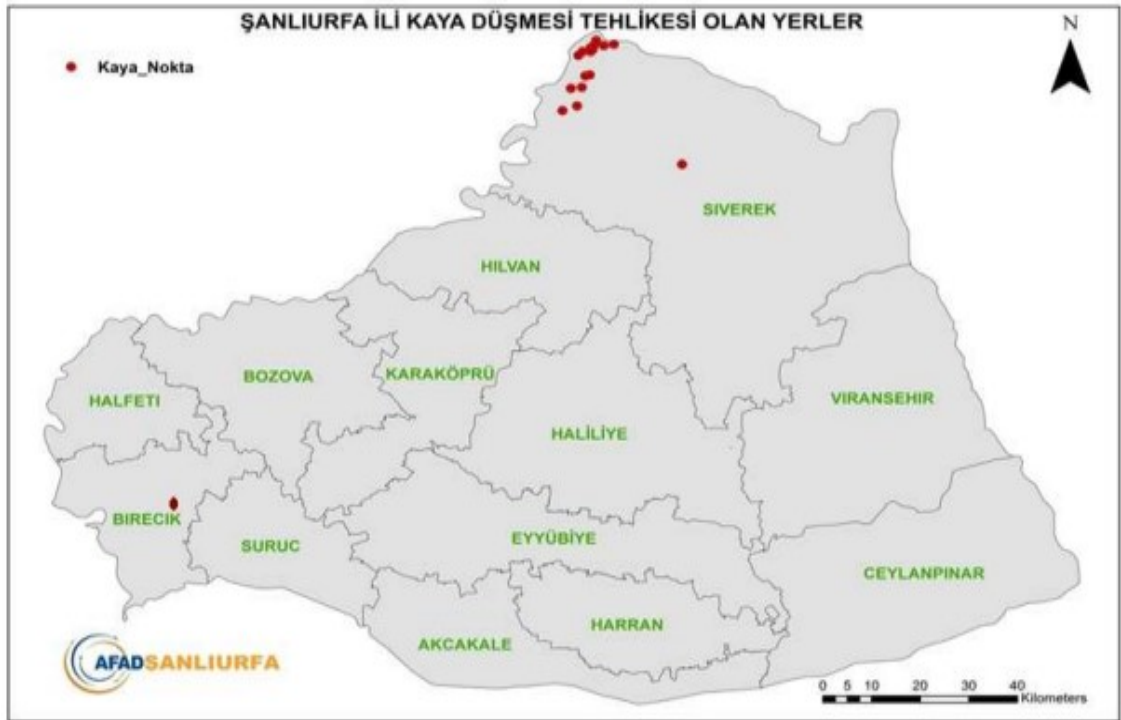


Şekil 1.1. Şanlıurfa İli Deprem Bölgeleri Haritası (Şanlıurfa ili AFAD, 2020)

Deprem risk haritasına bakıldığında kuzeyde riskin daha yüksek olduğu görülmektedir. Atatürk Barajı'nın ikinci derece deprem kuşağında olması olası bir depremden etkilenme olasılığını artırmaktadır. Şanlıurfa deprem bölgesinde yer almazken, komşu illerde Adıyaman, Bingöl, Malatya ve Elazığ'da meydana gelen depremler halkı tedirgin etti. Deprem meydana geldiğinde, insanlar panik içinde sokaklara döküldü, kontrolsüz bir şekilde kokuşturdular. Depremlerin meydana geldiği bölgelerde, depremlerin zarar verici etkilerini azaltmak için deprem risk seviyelerinin yanı sıra yerleşimlerin planlanması ve depreme dayanıklı olarak binaların inşa edilmesi önemlidir. Deprem olduğunda insanlar panik içinde sokaklara döküldü, kontrolsüz bir şekilde kokuşması yetkili birimlerin müdahalesi zorlaştırdı. Bu kapsamda, olası bir afet durumunda sürecin sağlıklı yönetilmesine yardımcı olmak için şehrin belirli noktalarında kriz masaları kurulması afet anında sürecin sağlıklı yönetilmesini sağlayacaktır (Bilbay ve Bozkaya 2021).

1.5. Şanlıurfa İli Kaya Düşmesi Durumu

Şanlıurfa'daki kaya düşmesi aşağıdaki Şekil 3'te gösterilmektedir. Tehlikeli kısımlar Birecik ve Siverek bölgelerinde bulunmaktadır. Nitekim Birecik ilçesinde meydana gelen kaya düşmesi maddi hasara neden oldu ve Birecik-Halfeti yolu uzun süre trafiğe kapatıldı. Bu dönemde komşu illerden meyve ve sebze ithalatına izin verilmemektedir. Kayaların bir risk faktörü oluşturmalarına rağmen, önleyici tedbirler ve uzun vadeli çözümlerin olmaması nedeniyle ikinci ve üçüncü kez kaya düşmeleri meydana gelmiştir (Darıcı, 2021). Doğal afetlerden önce meydana gelen kaya düşmeleri dikkate alındığında, olası bir deprem durumunda kaya düşmesi olaylarının etkisi ve ölçeği kaçınılmaz olarak daha büyük olacaktır (Bilbay ve Bozkaya, 2021). Şekil 1.2.'de Şanlıurfa iline ait kaya düşmesi tehlikesi olan yerlerin harita üzerinde işaretlenerek gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Şanlıurfa İli Kaya Düşmesi Haritası (Şanlıurfa ili AFAD, 2020)

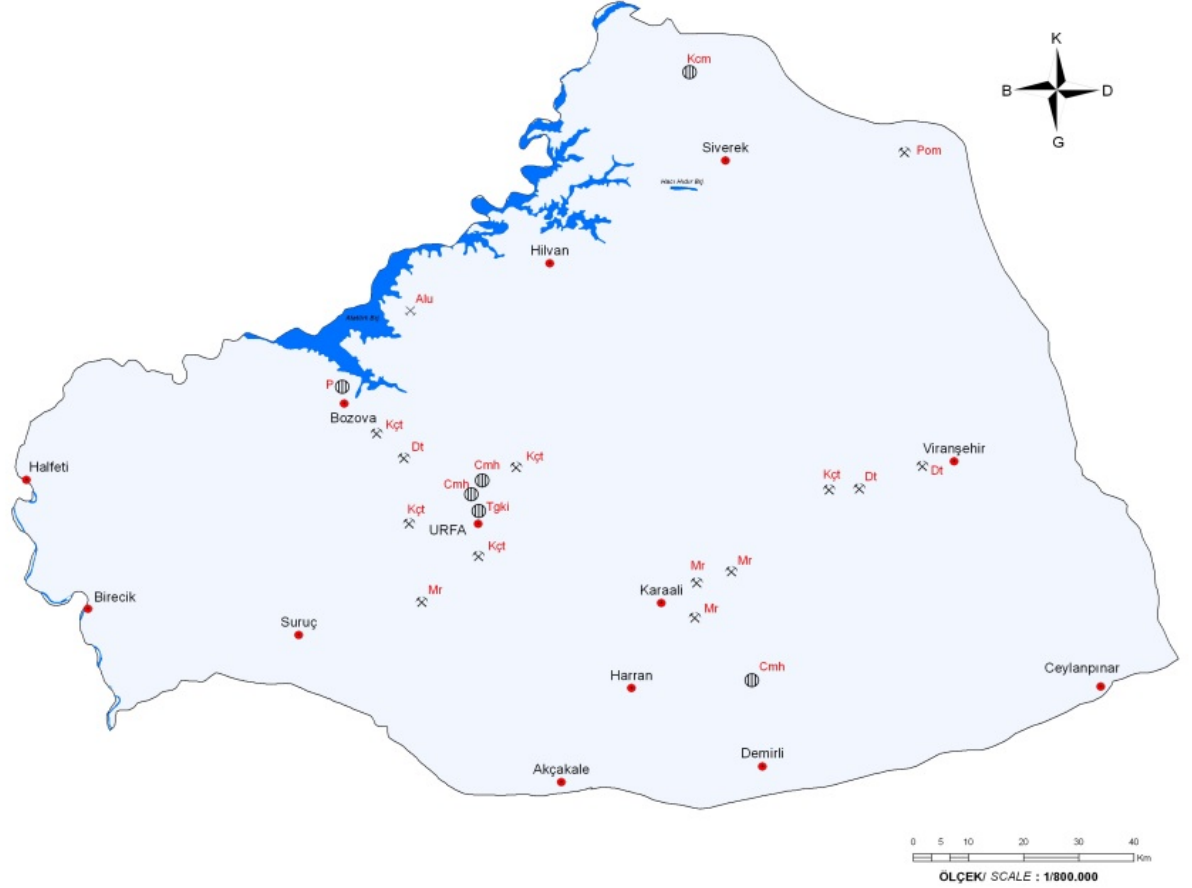
1.6. Şanlıurfa İli Maden ve Enerji Kaynakları

Şanlıurfa İli, Güneydoğu Anadolu'da Fırat Nehri'nin orta kesiminde, Orta Güneydoğu Toros Dağları'nın güney ucunda yer almaktadır. Şehir'in güneyi Suriye topraklarıyla sınır komşusudur. Şanlıurfa ilinin çoğu hafif dalgalı platolarla kaplıdır. Kuzeydoğuda yükselen Calacatta, ilin en yüksek noktasıdır. İl toprakları Karakadağ'dan güneye ve güneybatıya inerek Harran Ovası gibi ovalarla karşılaşır. Şanlıurfa İli, Doğu ile Batı'yı birbirine bağlayan önemli tarihi, askeri ve ticari yol üzerinde bulunması nedeniyle değerli bir il olmuştur ve olmaya da devam etmektedir. İl, dünyadaki ve Türkiye'deki ehemmiyetli bölgesel kalkınma plan ve programı GAP'ın (Güneydoğu Anadolu Projesi) merkezidir. Şanlıurfa, yer altı kaynakları açısından çok sınırlı çeşitlilik ve potansiyele sahiptir. Şanlıurfa ve çevresinde yapılan araştırmalar sonucunda Merkez ilçede tuğla ve çimento hammaddeleri, Bozova ilçesinde ise fosfat yatakları tespit edilmiştir. Bozova ilçesi Bostancık köyü çevresinde gözlenen fosfat cevherleşmesinde %3-5 P₂O₅ içerikli, 40.000 ton görünür, 31.260 ton olası ve 1.400.000 ton olası toplam 1.471.260 ton rezerv tespit edilmiştir. Merkez bölge 40 milyon ton tuğla ve kiremit, 24 milyon ton kil kalker ve 62 milyon ton kalker tespit etmiştir. Orta ve kaliteli tuğla ve kiremit ile çimento hammaddelerinin bulunduğu bölgedir.

Şanlıurfa ilinde 1993 yılından bu yana Karaali jeotermal sahasında MTA projesi olarak 15 adet sondaj çalışması ve toplam 3480 m derinliğe ulaşan ücretli çalışma yapılmıştır.

Bu sondaj çalışmalarından, ortalama 44°C sıcaklıkta toplam 118 litre/saniye jeotermal akışkan görülmüştür. 4.5 megawatt termal güce sahip jeotermal enerji, araştırmalar ilerledikçe ülkenin potansiyelinden yararlanıldı. Şanlıurfa ilinde Kalalı jeotermal alanında sıcak su kuyusu bulunmamaktadır (Bilbay, Ö. F., ve Çelik Bozkaya, G. 2021). Şekil 1.3.'de Şanlıurfa iline ait madenler harita üzerinde işaretlenerek belirtilmiş bulunmaktadır.

ŞANLIURFA İLİ MADEN HARİTASI / MINERAL MAP OF ŞANLIURFA



AÇIKLAMALAR / EXPLANATIONS

YATAK / ORE DEPOSIT

İŞLETME / MINE

ESKİ İŞLETME / OLD MINE

Yerleşim merkezi
Urban center

ENDÜSTRİYEL HAMMADELER
INDUSTRIAL RAW MATERIALS

Alu	Alunit Alunite
Cmh	Çimento Hammaddeleri Cement Raw Materials
Dt	Doğal Taş (Andezit, Bazalt, vb) Natural Stone (Andesite, Basalt, etc)
Kcm	Kum-Çakıl Sand-Gravel
Kçt	Kireçtaşı Limestone
Mr	Mermer Marble
P	Fosfat Phosphate
Pom	Pomza Pumice
Tgki	Tuğla-Kiremit Brick-Tile Building Stone

Şekil 1.3. Şanlıurfa İline Ait Maden Yatakları Haritası (MTA, 2010)

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Agrawal, Gupta ve Sharma (2021) Bu çalışma, sürdürülebilir ve temiz beton üretimi için stoklanmış dolomit ocağı atıklarının kullanılmasına odaklanmaktadır. Beton karışımlarında doğal nehir kumu 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ve %100 dolomit ocağı atıkları ile değiştirilir. Deney bulguları, %10 dolomit ocağı atıklarından yapılan beton karışımlarının, beton karışımlarını kontrol etmek için karşılaştırılabilir mekanik dayanım olduğunu göstermiştir. Doğal nehir kumunun %10'u değiştirildiğinde, betonun basınç dayanımı ve elastik modülü sırasıyla %3,30 ve %2,40 oranında biraz azalmıştır. Çalışmada ayrıca betonun basınç dayanımı, elastiklik modülü vb. özelliklerini tahmin etmek için matematiksel bir model kurulmuştur. %10 dolomit atığı ile betonun su emme, su emme katsayısı ve karbonizasyon derinliği sırasıyla %2,90, %4,16 ve %5,80 artarken, ultrasonik darbe hızı ve yüzey özdirenci sırasıyla %0,76 ve %6,25 azalmıştır. Tüm ikame seviyelerinde dolomit ocağı atığı içeren modifiye beton, sülfürik asit saldırısına karşı daha yüksek direnç göstermiştir. Ayrıca, çalışmanın genel sonuçları, dolomit ocağı atığının geleneksel betondan daha düşük çevresel etki ile iyi bir sürdürülebilirlik performansına sahip olduğunu belirlemiştir.

Kolo ve Enwongulu (2022) Bu çalışma, beton üretiminde en sık kullanılan ince agrega nehir kenarlarından elde edilmektedir. Bu nehirden çıkarılan agreganın sürekli kullanımı, hızlı altyapı gelişimi nedeniyle gittikçe daha az çıkarılmaya ve maliyetli hale gelmektedir. Bu makale, beton üretiminde ince agrega yerine kısmen taş ocağı tozu (QD) kullanmanın uygunluğunu araştırmaktadır. Agreganın beton üretimine uygunluğunu belirlemek için yapılan ön testler (özellik ağırlık) yapılmıştır. 5, 10, 15, 20 ve %25 QD – ince agregalı beton 1:2:4 karışım oranında dökülür. Taze hazırlanmış ocak toz betonu (QDC), 150 x 150 x 150 mm ölçülerindeki kalıplara dökülerek havuzlama yöntemiyle kürlenmiştir. Basınç dayanımı sonuçları, ince agregaların QD'lerle değiştirilmesinin betonun basınç dayanımında genel bir artışa yol açtığını göstermektedir. Sosyal Bilimler için İstatistiksel Paket (SPSS) sürüm 21, QDC'lerin 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımı için doğrusal bir regresyon modeli geliştirmek için kullanıldı. Geliştirilen modelin sırasıyla %98,9 ve %95,2 R² değerleri ile 7 ve 28 günlük basınç dayanımını için yeterli olduğu tespit edilmiştir.

Alhamad (2022) bu çalışmada, Sivas serpantinli bir termik santralden Erzincan Elmaköy kırmataş ve uçucu kül kullanılarak yüksek dayanımlı beton üretimi araştırılmıştır. Çalışmada farklı su/bağlayıcı oranı, dozaj ve uçucu kül kullanılmış ve parametrelerin sonuçlara etkisi araştırılmıştır. Doymuş kireçli su ile kür tankında tutulan numuneler 7, 28, 56 ve 90 gün basınç dayanımı testlerine tabi tutulmuş, numunelere 90 gün süreyle su emme ve kılcal su emme testleri yapılmıştır. Su emme geçerli parametrelerdir. Bu çalışmada 0.30 ile 0.4 arasında değişen üç farklı su-bağlayıcı oranı kullanılmış ve bazı çimentolar %5, %10 ve %15 oranında uçucu kül ile değiştirilmiştir. Uçucu kül oranı arttıkça mukavemet azalır ve mukavemet farkı %5 civarında kalır. Maksimum basınç dayanımına 61 MPa ve 600 kg/m³ dozda ulaşılır. Betonun kırılma yüzeyi incelendiğinde, kırılmanın agreganın kırılması ile gerçekleştiği görülmektedir.

Özsu (2019) bu çalışmada, İzmir-Ankara bölgesinde Baleksir ve Manisa illeri arasındaki Triyas kalker kırma ocaklarından üretilen agregalar kullanılarak beton kalitesi ve dayanım üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu bölgedeki kalker, düşük gözenekli, orta mukavemetli kalker ve normal yoğunluklu agregadır. Bu agregalar 0,58 S/Ç oranında karıştırıldığında hedeflenen beton dayanım sınıfına (C25/30) daha önce bir aşamada ulaşılabilir. Beton üretimi için bu bölgeden alkali-silikon reaksiyonlu inert kireçtaşı kullanıldığında, 40 MPa (28 gün) basınç dayanımı olan beton elde edilebilir.

Kürüm (2019) bu çalışmada, Elazığ ve çevresinde yüzeylenen kayaçların beton agregasının yapılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla Keban Metamorfikleri, Kömürhan Ofiyolitleri, Elazığ Magmatitler ve Harami Formasyonu'ndan blok örnekleri alınmıştır. Analizi yapılan agregalar kullanılarak beton tasarımları yapılmış ve üretilen beton numunelerinin 28 günlük serbest basınç dayanımları belirlenmiştir. Deneylerden elde edilen sonuçlar, standartlarda verilen sınır değerler ile karşılaştırılmış ve incelenen kayaçların agrega fizibilitesi ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlara göre Kömürhan Ofiyolitlerinin gabroları, Elazığ Magmatitlerinin granitleri ve Seske Formasyonu kireçtaşlarının agrega olarak kullanılması sakıncalıdır. Diğer kayaçların özellikleri agrega olarak kullanıma uygundur.

Çeviren (2021) bu çalışmada, birçok gelişmiş ülkede olduğu gibi ülkemizde de geri dönüşüm önemli bir faktördür. Fabrikalarda oluşan atık malzemelerin geri dönüşümü sadece ekonomiye katkı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda çevre kirliliğinin önlenmesinde de olumlu rol oynar. Mermerler, sanat alanları ve eşya yapımı dışında inşaat sektöründe de büyük bir yere sahiptir. Tokat ilindeki mermer işleme tesislerinde üretilen atık mermerlerin ince agrega olarak beton parke taşlarında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Hem kontrol grubu hem de atık mermer karışık karışım grupları için gerekli deneyler yapılmıştır. Sonuçlar boyut ve görünüm, mukavemet, su emme oranı, aşınma direnci ve donma/çözülme direnci açısından incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; Mermer atıklarının %50'ye kadar kullanılabileceği belirlenmiştir.

Kocabay (1991) bu çalışmasında, Sivas ve havalisinde yapılan inşaatlarda kullanılan agreganın % 80' ini karşılayan ocağın beton yapımında uygunluğu araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan deney metotları, Türk Standartları Enstitüsü tarafından kabul edilen agreganın granülometrisi, özgül ağırlığı, su emme oranı, ince madde oranı, hafif madde oranı, birim ağırlık tayini, kil topakları tayini, organik madde tayini, hava tesirlerine ve aşınmaya karşı duyarlılık deneyleri yapılmıştır. Deney sonuçlarının standart değerlere uygun olduğu gözlenmiştir. Bu değerlere göre beton üretiminde kullanılabilir özelliktedir.

Özgan (2010) Bu çalışmada Düzce agregalarının fiziksel ve mekanik özellikleri ile beton üretiminde kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Agregadaki partikül dağılımı, gevşek ve yoğun birim ağırlık, organik madde içeriği, ince madde oranı, yüzey nem içeriği, partikül yoğunluğu, su emme, donma-çözülme direnci, LA aşınma direnci, darbe direnci, kırılma mukavemeti ve Mohs A sertlik ölçeği kullanılmaktadır.

Temizel (1998) tarafından yapılan tez çalışmasında, Kızılırmak havzasından alınan agregalar Bafra ilçesi ile çevre il, ilçe ve diğer, küçük yerleşim birimlerindeki inşaatlarda yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Bölgedeki doğal agrega ocaklarından yüksek dayanımlı beton üretimi için elde edilen agregaların özellikleri araştırılmıştır. Agreganın temizliğinin (yıkama uygulaması) beton basınç dayanımı üzerindeki olumlu etkisi göz ardı edilmemelidir. Sonuç olarak bu agrega ocaklarından elde edilen

malzemelerle kaliteli ve dayanıklı beton üretebilmek için granülometrik kompozisyon ayarlandıktan sonra beton üretiminde kullanılması gerekmektedir.

Güneyli (2010) tarafından yapılan tez çalışmasında, Adana bölgesindeki 5 agrega işletmesinin ürettiği agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri Beton Agregalar Standardına (TS 706 EN 12620 + A1) göre kontrol edilmiştir. Bu agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri deneysel olarak belirlenmiştir. Agregaların fiziksel özellikleri, üretim yönetimi ve teknik donanımı karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, yöntem ve ekipmanın nihai üretilen beton agrega üzerindeki etkisi ortaya çıkar. Deneysel sonuçlar Beton dergisinde yayınlandı.

Tutmaz (2009) tarafından yapılan tez çalışmasında, Yeşilırmak nehrinden temin edilen 3 ocaktan elde edilen agregaların uygunluğu araştırılmıştır. Çalışmada Türk Standartları Enstitüsü tarafından kabul edilen agrega test yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma, Türkiye'nin Tokat ili merkez ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Agrega ocaklarından standartlara uygun olarak alınan agrega numunelerinde, granülometri, birim ağırlık, özgül ağırlık ve su emme oranı, donma dayanımı, aşınma direnci, ince madde oranı ve organik madde miktarı, mineralojik analizler ve basınç dayanımı testleri yapılmıştır. Bu agregalarla üretilen betonlar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlardan agregaların granülometrik dağılımının uygun olmadığı görülmüştür.

Batmaz (2006) tarafından yapılan çalışmada, Rize ili İyidere ilçesindeki nehirde elde edilen malzemenin kalitesinin belirlenmesi ve hazır betonda kullanılabilirliğinin belirlenmesidir. Bu çalışmada, İyidere Çayı'ndaki üç agrega ocağından alınan doğal agrega numuneleri üzerinde TSE standartlarına göre aşağıdaki agrega ve beton testleri yapılmıştır. Agrega ocaklarından alınan agrega numuneleri, tane boyutu, özgül ağırlık, su emme, ince kütle oranı, ışık kütle oranı, birim hacim başına gevşek ve sıkıştırılmış ağırlık, organik madde tayini, yüzey nemli açısından TS 707'ye göre test edilmiştir. Donma-çözülme direnci, aşınma direnci, düzlük indeksi testi. Gözlemden sonra test sonuçları standart değeri karşılar. Ölçülen değerlere göre agrega hazır beton üretiminde kullanılabilir.

Caymaz (2009) tarafından yapılan çalışmada, Baritin, beton agregası olarak kullanılan kalker ve akarsu malzemelerine alternatif olarak kullanılabilirliği

araştırılmıştır. Kireçtaşı, dere malzemesi ve baritin çeşitli özellikleri incelenmiş ve bu agregalardan üretilen betonun avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiştir. Araştırma sonucunda üretilen betonun dayanımları incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Kara (2000) tarafından yapılan çalışmada Kahramanmaraş kum ocağında agregaların beton dayanımına etkisi, bu çalışma Aksu Çayı ve Erkenez Çayı'ndan elde edilen malzemenin kalitesini belirlemek, tartışmayı sonuçlandırmak ve yanlış uygulamanın önlenmesini amaçlamaktadır. Bazı parçacıkların alkaliye, alkali agrega reaktivitesinin kontrolünü gerektiren bir seviyeye kadar duyarlı olabileceği takdir edilecektir.

Uçar (2008) tarafından yapılan çalışmada, agrega üretiminde hedeflenen kaliteye ulaşmak için taş ocağı işletmeciliğinden başlayarak gerekli minimum işlemler detaylı olarak incelenmiştir. Kırma-eleme tesisinde üretilen kırmataşlardan TS 706 EN 12620'ye göre alınan agrega numuneleri deneyler yapılarak incelenmiştir. Kalker ocağından alınan numunelerin fiziksel, mekanik ve petrografik özellikleri incelenmiştir. Bu ocaklardan elde edilen kırmataşların hazır beton ve beton agregası olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Analiz ve testlerden elde edilen değerler TS 706 EN 12620 "Beton Agregalar" da aranan şartlara uygundur.

Özdemir (2006) tarafından yapılan çalışmada, Gabro, bazalt, kuvarsit, kalker ve kumtaşı kullanılarak yüksek dayanımlı beton üretilmiştir. S/Ç oranı 0,35'tir ve silis dumanının çimentoya oranı yaklaşık %4'tür. Silis dumanı yüksek mukavemetli beton yapmak için kullanılır. Gabro ile üretilen beton en yüksek basınç dayanımı, eğilme dayanımı ve aşınma direncine sahipken, daha az aşınan dayanıklı agregaların betonumuzda daha az aşındığı gözlemlenmiştir. Çalışmalar, agrega mukavemetinin betonun basınç ve eğilme mukavemetini etkilediğini göstermiştir. Çalışmalar, agrega mukavemetinin betonun basınç ve eğilme mukavemetini etkilediğini göstermiştir. Agrega-çimento ara yüzey bağlanmasının gücü nasıl etkilediği ve agrega tipinin beton aşınma direncini nasıl etkilediği. Bulgular, doğru karışımı hazırlamanın betonu oluşturan agregaların potansiyel gücünü ortaya çıkarabileceğini göstermektedir.

Çomak (2007) tarafından yapılan çalışmada, Isparta bölgesindeki beş farklı agrega ocağından numuneler alınmıştır. Agregaların fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için bu numuneler üzerinde agrega yeterlilik testleri yapılmış ve beş farklı ocaktan agregalar karşılaştırılmıştır. Beton, bu agrega ocaklarından getirilen agregalar kullanılarak laboratuvar ortamında üretilir. Beton üretirken S/Ç sabitini (0,53) alın ve ortaya çıkan betonun basınç dayanımı değerlerini karşılaştırın. Bu çalışmada, değişen çimento miktarının beton numuneler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Isparta bölgesinde pomza ile yapılan agrega deneylerinde pomzanın hafif agrega kategorisine ait olduğu görülmektedir. Birim hacim başına ağırlık, özgül ağırlık ve su emme değerleri diğer dört agrega ocağından toplanan numune değerlerinden önemli ölçüde farklıydı.

Çivioğlu (2020) tez çalışmasında geri dönüştürülmüş kendiliğinden yerleşen beton (KYB) ürünleri, beton agregasından (GDBA) yapılır. Bu çalışmada, kireçtaşı esaslı kırmataş agregalar (4-11,2 mm) yerine 0, 20, 40, 60, 80 ve 100 hacim oranları (GDBA) kullanılmıştır. GDBA'lar atık koşullarda C25 ve C30 sınıfı beton numunelerinden üretilmiştir. GDBA kullanılarak üretilen KYB'nin tazelik, fiziksel, mekanik ve dayanıklılık özelliklerindeki değişimler araştırıldı. KYB serisi, Ø100x200 mm silindirik numuneler ve 150x150x150 mm küpler halinde üretmektedir. Üretilen numuneler, 28 gün süreyle 20 ± 2 °C'de kire doymun havuzlarda standart küre tabi tutulmuştur. Kür süresinin sonunda, difüzyon, V-hunisi akış süresi, birim ağırlık, ultrasonik iletim, basınç mukavemeti, Schmidt yüzey sertliği, ayırık çekme mukavemeti, hızlı klorür geçirgenliği, elektrik direnci, görünür gözeneklilik, Suda önemli farklılıklar vardı. absorpsiyon ve numuneler test edilmiştir. Dolayısıyla bu agregaların KYB üretimi için kullanılabileceği görülmektedir. Bu atık betonların KYB üretiminde agrega olarak kullanılmasıyla çevresel ve ekonomik olarak katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

Doğan (2008) tarafından yapılan çalışmada, Tekirdağ bölgesinde bulunan hazır beton fabrikalarının tercih ettiği beş farklı agrega ocaklarından agrega numuneleri alınmıştır. Bu numunelerin agrega yeterlilik testleri yapılmış, agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiş ve karşılaştırma yapılmıştır. Bu agrega ocaklarından getirilen agregalar ile laboratuvar ortamında beton üretimi gerçekleştirilmiştir. Su/çimento sabiti (0,60) alınmış ve 300, 400 ve 500 çimento dozajlarında elde edilen

betonların basınç dayanım değerleri karşılaştırılmıştır. Agregas ve beton test değeri sonuçlarına göre beton üretimi için en uygun değerlerin Karatepe Bazalt agregasına ait olduğu görülmüştür.

Yörük (2015) beton, gıda endüstrisinden sonra bu yüzyılda en çok kullanılan üründür. Agregas geometrisi ve yönünün yüksek dayanımlı betonun kırılma mekanizması üzerindeki etkisi araştırılmıştır. 4 farklı geometri, 3 farklı yön ve 2 farklı petrografik tipte toplam 20 farklı agregas ile 20 çentikli kiriş numunesi üretilmiştir. Çatlak yörüngeleri ve yük-deplasman grafikleri üç nokta eğilme testi altında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Son zamanlarda uygulamalarda yüksek dayanımlı/performanslı beton kullanımı artmıştır. Bu tip betonlarda petrografik özelliklerin ve agregas geometrisinin normal betona göre daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, bu parametreler karışım tasarımında anahtar özellikler olarak düşünülmelidir.

Korkanç, Tuğrul (2016) tarafından yapılan çalışmada, Niğde ve çevresinde kullanılan agregas kaynakları, agregas özelliklerinin ve bu kaynaklarda karşılaşılan problemler tespit edilmiştir. Kızılırmak kumu, Kırüstü yatağı, Başmakçı kireçtaşı ve Melendiz volkanik kayalarında gözlenen andezit ve bazaltik lav seçilmiştir. Sedimentlerden elde edilen agregaların kendileri bir grup olarak tanımlandı. Başmakçı kireçtaşı ve volkanik agregalar birlikte incelenmiştir. Agregaların verilerinin elde edildiği gözlemlenmiştir. Bazaltik kökenli kayaçlardan elde edilen verilerden oldukça yüksek dayanım değerleri sunmaktadır. Sedimentlerden elde edilen agregasyon.Melendiz volkanitlerinin düşük gözenekli, daha az mikro çatlaklı, sert ve yüksek dayanımlı örnekleri birçok alanda kullanıma uygundur. Öte yandan Kızılırmak kumlarının SiO₂ içerikli numuneleri alkali-silika reaksiyonu açısından riskli olduğundan asfalt agregası, dolgu ve demiryolu balast malzemesi olarak kullanılması teşvik edilmelidir.

Kula (2008) tarafından yapılan çalışmada, Edirne bölgesindeki taş ocağından alınan numunelerden beton ve beton-asfalt malzeme üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Ocaklardan alınan numunelerde standartların öngördüğü malzemelerin uygunluğunun yanı sıra numunelerin kalitesi de incelenmiştir. Bu numunelerle üretilen

beton ve yol yapım malzemelerinin dayanım ve dayanıklılığını doğrudan etkileyen agreganın mühendislik özellikleri mevcut ocaklar için belirlenmiştir. Elde edilen test sonuçları karşılaştırılarak en uygun malzeme seçimi amaçlanır.

Altun (2014) tarafından yapılan çalışmada, beton bileşenlerinde büyük paya sahip doğal kaynaklar olan agregaların yeniden kullanılması hedeflenmektedir. Bu durumda %5 silis dumanlı betonda kaba agregaya yerine %0, %30 ve %50 geri dönüştürülmüş agregaya kullanılmıştır. Su/bağlayıcı oranı 0,50 ve maksimum agregaya tane boyutu 16 mm olarak belirlenmiştir. Ayrıca amaç, farklı oranlarda lifler kullanarak geri dönüştürülmüş agregalı betonun mekanik özelliklerini iyileştirmektir. Bu amaçla %0,1 polipropilen elyaf %1,0 ve %2,0 çelik fiber kullanıldı. Ayrıca polipropilen ve çelik lif karışımları kullanılarak üretilen betonun mekanik dayanımı ve darbe dayanımı araştırılmıştır. Deneysel sonuçlar, geri dönüştürülmüş agregaya oranının artmasıyla betonun basınç, eğilme ve darbe dayanımlarının azaldığını göstermektedir. Polipropilen liflerin kullanılması betonun mekanik mukavemetini bir miktar artırır. Öte yandan çelik liflerin kullanılması %1,0'a varan oranda olumlu katkı sağlamaktadır. Yapılan eğilme ve darbe testleri sonucunda lif içeriğindeki artışa bağlı olarak betonun darbe ve eğilme dayanımları artmıştır. Betonun mekanik dayanımı ve darbe dayanımı konusunda en iyi sonuçları karma elyaf kullanımı vermiştir.

Mayrhofer (2001) tarafından yapılan çalışmada amaç, yığma duvarların derz boşluklarındaki gevreklik (gevreklik) ve esneklik artışının donatı ile değiştiğini vurgulamaktır. Güçlendirilmemiş tuğla ile karşılaştırıldığında, dinamik dayanım artışına 4 faktörden biri neden olur. Donatılı yığma duvarların yük uygulama koşulları altında kullanılabilirliği, deneysel test sonuçları ve tasarım kuralları kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Yığma duvarların yük uygulama koşulları altındaki dinamik davranışı hakkında neredeyse hiçbir bilgi mevcut değildi. Patlamalar meydana gelirse, yumuşak malzeme davranışı gereklidir. Güçlendirilmiş yığma duvarlar için geçerli sonuçlar, statik yükleme koşullarına odaklanmıştır. Yığma yapıların eğilme koşulları altındaki gevrek davranışı, çelik donatıların eklenmesiyle iyileştirilebilir. Analiz için sadece yatay derzde donatı uygulanmıştır. Farklı tuğla malzemelerinin, çelik donatı miktarının dayanıklılık ve yük taşıma kapasitesine etkisi test edilmiştir.

Yokel (1976) tarafından yapılan çalışmada amaç, yığma yapıların depreme karşı davranışlarını bilmek ve dayanıklılıklarının artırılması gerekliliğini ortaya koymaktır. Depremde zarar gören masif yapıların ve özellikle tarihi eserlerin onarılması ve güçlendirilmesi önemlidir. Mevcut yığma yapı ve yeni yapılar dikkate alınmalıdır. Yığma yapıların dikey taşıyıcı elemanları duvarlardır. Düşey yüklere ek olarak, deprem, rüzgar veya diğer nedenlerle duvarlara yatay yükler de etki edebilir. Kompozit bir malzeme olan duvarın çift eksenli gerilme altındaki davranışının bilinmesi, yapının üzerindeki yükleri güvenli bir şekilde taşıyabilmesi için büyük önem taşımaktadır.

Kızıltepe (2021) tarafından yapılan çalışmada beton, günümüzün devasa inşaat endüstrisinde tartışmasız en yaygın kullanılan malzemedir. Bu çalışmada çevresel bir atık olan traverten taşlarının kesim sonrası kullanımı araştırılmıştır. Bu büyük endüstrinin en sık kullanılan malzemesi beton, ikinci en yaygın kullanılan malzeme ise agregadır. Traverten atık sahalarından alınan bu parçalar ocakta kırılarak betonda kullanılabilir boyutlara getirilmiştir. Elde edilen traverten atık agregalar üzerinde beton agregalara uygulanan geleneksel testler yapılmıştır. Traverten, kalker ve bazalt agregaları olmak üzere 3 farklı dayanıma sahip betonlar üretilmiştir.

Bu betonlar üzerinde basınç dayanımı, elastisite modülü ölçümü, yarma çekme dayanımı, aşınma direnci ve kılcal geçirgenlik testleri yapılmıştır. Deneyler sonucunda traverten atıkları ile sadece normal dayanımlı beton elde edilemeyeceği görülmüştür.

Çakoğlu (2021) bu çalışmada, 5 kalker ve 3 bazalttan toplam 8 adet taş ocağından numuneler alınmış ve üretilen C30/37, C40/50, C50/60 ve C60/75 beton numuneleri üzerinde küp ve silindir basınç deneyleri yapılmıştır. Beş ildeki ocaklardan elde edilen toplamlar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirli konumlardaki agregaların aynı tasarım bileşimiyle betonun özelliklerini nasıl değiştirdiğini araştırdı. Numuneler plastifiyan dışında herhangi bir katkı maddesi kullanılmadan üretilmiştir. Belirtilen konumlardaki agregaların aynı tasarım bileşimiyle betonun özelliklerini nasıl değiştirdiğini araştırdı. Bükme ve yarma çekme testi sonuçları beklendiği gibi. Bafra ve Amasya'nın ürettiği C60/75, en düşük fırın malzemesine yakın olmasına rağmen silindir ve küp basınç testlerinde daha düşük sonuç veriyor. Betonun kalıpta iyi sıkıştırılmasının iyi ultrasonik ölçümler için önemli

bir faktör olduğu sonucuna varılmıştır. Deneysel elastik sonuçlarda Atakum, Fatsa ve Çarşamba ocaklarından elde edilen malzemeler kullanılarak üretilen malzemelerin daha az elastik olduğu tespit edilmiştir. Uygun tane boyutu verilerine sahip yüksek dayanımlı betonun katkı maddesi kullanılmadan elde edilebileceğine inanılmaktadır.

Akyıldırım (2022) bu çalışmada, Kocaeli'nin Gebze Tavşanlı mevkiinde bulunan kireçtaşı ile Kandıra Babaköy mevkiinde bulunan bazaltın jeolojik ve petrografik özelliklerinin yanı sıra, normal ve yüksek dayanımlı betonda standart agrega deneyleri ve beton deneyleri yapılmış ve karşılaştırılmıştır. Gebze ve Kandıra yörelerindeki çakıl ocaklarının mostralarından alınan kayaç örneklerinin jeolojik ve petrografik özellikleri incelenmiş, kimyasal analiz (XRF) ve XRD analizi ile birlikte detaylı kaya analizleri yapılmıştır. Kireçtaşı ve bazalt agregalarının alkali-agrega reaksiyonunu değerlendirmek için kireçtaşı agregaları için hızlandırılmış harç çubuğu yöntemi, bazalt agregaları için kimyasal analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada, kalker agregaların ince ve iri agregaları ile bazalt agregalarının iri agregaları kullanılarak hazırlanan beton numuneleri üzerinde taze ve sertleşmiş beton deneyleri yapılmıştır. Test sonuçlarına göre üretilen betonun 28 günlük basınç dayanımı karşılaştırıldığında, normal dayanımlı betonlar arasında en yüksek dayanıma sahip olan Gebze kalker agrega betonu, yüksek dayanımlı betonlar arasında ise en yüksek dayanıma sahip olan Kandıra bazalt agrega betonu görülmektedir. Normal ve yüksek dayanımlı betondaki agregaların petrografik özellikleri ile agrega özellikleri ve beton deney sonuçları değerlendirilip analiz edildiğinde; Gebze kalker agregalarının ince ve iri agrega olarak, Kandıra bazalt agregalarının ise kaba agrega olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Dalkılıç (2019) bu yüksek lisans tezi ile Batman İli sınırları içerisinde agrega olarak kullanılan kayaçların genel özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede, daha önce üretilmiş 1/100 000 ölçekli jeolojik harita kullanılarak Batman İli jeolojik haritası geliştirilmiş ve jeolojik görünümü derlenmiştir. Çalışma kapsamında taş ocaklarından ve kırıcılardan alınan numuneler jeolojik haritalara işlenerek fiziksel, kimyasal ve mineral petrolojik analizlere tabi tutulmuştur. Sonuçlar belirli teknik özelliklerle karşılaştırılır ve kullanım amaçlarına göre değerlendirilir. Çalışma sonunda gevşek şekilde sabitlenmiş Germik Formasyonu kireçtaşından alınan numunelerin parçalanma direncinin daha düşük olduğu; farklılaşmamış Midyat Formasyonu

kireçtaşıdan alınan bazı örneklerin kontaminasyon oranlarının daha yüksek olması nedeniyle kullanım alanlarına uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. %4'ten fazla. Mevcut dere çakılının bazı örneklerinin kırılma oranı %95'in altında olması nedeniyle kullanım alanı açısından şartnameye uymadığı, diğer dere çakılının diğer agrega örneklerinin ise kullanıma uygun olduğu görülmektedir. Bu nedenle Batman İli ve çevresinde agrega üretimi için en uygun birimlerin Midyat grubuna ait bazı kalker ve bazı dere çakılları olduğu görülmektedir.

Uko vd. (2021) Kaba çakıllı kum, taze ve sertleştirilmiş betonun özelliklerinin belirlenmesinde çok önemli rol oynar. Zayıf kayalardan elde edilen kaba agregalar, istenilen bir sıkıştırma mukavemetine sahip beton üretmemektedir. Kaba bir agregada çok fazla ince parçacıkların bulunması su ihtiyacının artmasına ve güç kaybına yol açmaktadır. Agregada tesviye, beton karışımında bulunan farklı parçacık boyutlarının oranını belirlemesi açısından önemli taşımaktadır. Akwa Ibom Nijerya Eyaleti'nde inşaat için kullanılan hemen hemen tüm agregalar, Akamkpa'da Cross River State'te bulunan taş ocaklarından çıkarılmaktadır. Bu çalışma, Akamkpa Cross River Eyaleti Yerel İdare alanından somut olarak elde edilebilir kaba agrega kalitesini araştırmak için yapılmıştır. Bu proje için kullanılan kaba agregalar, ticari olarak 5 mm ile 20 mm arasında satışa sunulmaktadır. Agregada numuneleri yedi taş ocağından elde edilmiş ve elek analizine tabi tutulmuştur ve sonuçlar kaba agregalar için BS882:1992'lik sınırlar üzerine bindirilmiş olan eğrilerin elenmesiyle çizilmiştir. Bundan sonra numuneler, yeni betonun kullanılabilirlik ve sıkıştırma mukavemeti testlerine hazırlanmasında kullanılmıştır. Elek analizinin sonuçları, agregalarından birinin 6 mm eleği geçerken %26'ya kadar ince olduğunu, diğerlerinin 6 mm eleği yaklaşık %2 oranında geçtiğini göstermiştir. G örneğinin incelik modülü 5.91 iken, G örneğinin 6.24 ve G örneğinin kullanıldığı slump testlerinin sonuçları, G örneğinin A örneğinden daha düşük slump değerleri ürettiğini göstermiştir. Su/çimento oranları 0.54'in altında olduğunda, 6.97 G örneği sıfır slump üretmiştir. 28 günde 150 mm'lik küpler üzerinde gerçekleştirilen sıkıştırma dayanımı testleri, sayılan tüm su/çimento oranları için örnek A'nın G örneğinden daha yüksek değerler ürettiğini göstermiştir. İnşaat mühendisleri, agregalar aynı coğrafi konumdan elde edildiği için aynı özelliklere sahip olacağını asla varsaymamalıdır. Bu nedenle beton işleri için kaba çakıllı kum seçimi konusunda dikkatli olunmalıdır.

Harmancı (2022) bu çalışmada amaç, atıklardan yeni ürünler elde etmek veya katkı maddesi olarak kullanmaktır. Atıkların yeniden kullanılması veya geri dönüştürülmesi; sınırlı doğal kaynakların kullanımını azaltarak, doğaya verilen zararı önler, üretim verimliliğini artırır ve atık depolamadan kaynaklanabilecek çevre sorunlarını en aza indirir. Endüstriyel atıkların beton bileşimlerinde kullanımı, daha az doğal kaynak tüketmek, çevre kirliliğini azaltmak ve enerji maliyetlerini azaltmak için artan bir endişe kaynağıdır. Beton üretiminde kullanılan agregalar olarak, bu agregaların tedarikinde doğal kaynaklara verilen zararı azaltmayı amaçlayan, önemli çevre sorunları olarak atık dökümhane kumu ve atık vermikülitin değerlendirilmesinin yeni alanlarını incelemek mümkündür. Bu amaçla önemli bir yapı malzemesi olan betonda saf ve atık kum ve vermikülitin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu atıklar betonda %5, %10 ve %20 oranında agregaya ile yer değiştirir. Betonun işlenebilirliği, Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM), FTIR (Fourier Transform Kızılötesi) Spektrofotometre, Termogravimetrik Analiz (TGA), X-ışını kırınımı (XRD) ve basınç yoğunluk analizi yapıldı. Çalışma sonunda, üç katkı türünde betonun işlenebilirliğini ve betonun termal özelliklerini olumlu yönde geliştirdiği, minerajik yapı tespiti için yapılan XRD analizi bulgularına göre saf ve atık döküm kumu katkısının betonun hidrasyonunu olumlu yönde etkilediği sonucu elde edilmiştir.

Goel ve Sachdeva (2022) Bu çalışmada, dünyadaki çoğu çalışma yol yüzeyinde nem birikmesinin yol başarısızlığı üzerinde büyük bir etkisi olduğu sonucuna varmıştır. Asfalt kaplamalar nem hasarına karşı son derece hassastır. Nemin varlığı, iri çakıl-çakıl dökülmesi olarak düşünülmeye başlanan asfalt ile agregaya arasındaki yapışmanın kaybolmasına neden olur. 6241-1971, Hindistan'da iri agregaların değeri üzerindeki sıyırma etkisini belirlemek için kullanılan standart yöntemdir. Bununla birlikte, testin gerçek saha performansıyla ilişkisinin sorunlu olduğuna yaygın olarak inanılmaktadır. Bu, bu testin yalnızca nemin kabuk miktarı üzerindeki etkisini yakalamasına bağlanabilir. Bununla birlikte, nem dışında, kabuğun yeri önemli ölçüde etkilenebilir. Standart koşullar altında, iri agregadaki bağların ayrılması ihmal edilebilir düzeydedir. Bununla birlikte, iri agregaya farklı koşullar altında test edildiğinde, iri agregaya soyulması önemli ölçüde artmıştır. Yoğun çakıl kumu, uzun süreli nem koşulları, trafiğin etkileri ve değişken sıcaklıklar gibi çeşitli koşullar altında test edilmiştir. Soyulma direnci üzerindeki etkisini kontrol etmek için kabuklanma önleyici madde (ASA) olarak sıvı

limon otu ve organik bazlı yapıştırıcı (OSAP) kullanıldı. Standart ve değişken koşullar altında kayma değerlerini tahmin etmek için polinom sırt regresyon modelleme tekniği kullanılarak bir denklem de oluşturulmuştur. Sonuçlar, saha koşullarını daha gerçekçi bir şekilde simüle edebilmek için farklı koşullar altında soyulma değerlerinin de belirlenmesi gerektiğini göstermektedir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde hazırlanan çalışma ile ilgili bilgiler verilmiştir.

3.1. Materyal

Bu çalışmada Şanlıurfa ve çevresindeki kırmataş tesislerinden alınan agregalar malzeme incelenmiştir. Bu agregalar Şanlıurfa'nın, Yetimoğlu madencilik ve Seferoğlu Taş Ocağı ve Madencilik tarafından üretilen agregalardır. Bu alanda çıkarılan doğal agregalar, hazır beton için ince malzeme olarak veya harç betonu ve harç betonu gibi taşıyıcı olmayan beton olarak kullanılmaktadır. Beton yapımında, bağlayıcı olarak Şanlıurfa Harran hazır beton fabrikasından alınan Portland çimentosu (TS-EN 197-1 CEM 142,5) karışımında ince malzeme olarak ekstra Şanlıurfa'nın Yetimoğlu taş ocağından çıkarılan kum, karışım suyu olarak ise Şanlıurfa içme suyu kullanılmıştır. Deneysel çalışmaların tamamında agrega beton testleri için Türk Standartları Enstitüsü'nün belirlediği standartlar kullanılmıştır. Şekil 3.1. ve Şekil 3.2'de Şanlıurfa'da bulunan Yetimoğlu Taş Ocağına ait görüntüye yer verilmiştir. Şekil 3.3'de Seferoğlu Taş Ocağı ve Madencilik'e ait görsele yer verilmiştir.



Şekil 3.1. Yetimoğlu Madencilik Taş Ocağı (Yetimoğlu, 2020)



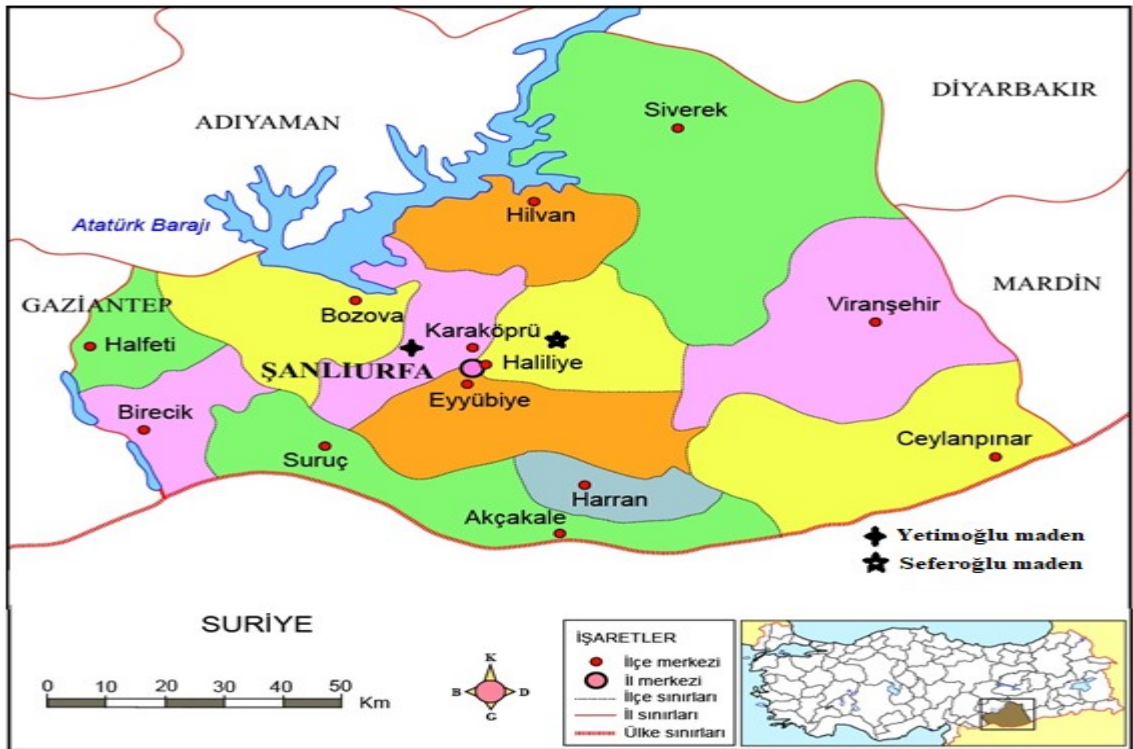
Şekil 3.2. Yetimoğlu Madencilik Taş Ocağı (Yetimoğlu, 2020)



Şekil 3.3. Seferoğlu Madencilik Taş Ocağı (Seferoğlu, 2019)

3.1.1. Taş Ocaklarının Jeolojik Konumu

Seferoğlu taş ocağı Haliliye ilçesinde bulunurken, Yetimoğlu taş ocağı Karaköprü ilçesinde yer almaktadır. Agregatemin edilen taş ocaklarının bulundukları konumlar Şekil 3.4.'de taşocaklarının jeolojik konumları harita üzerinde işaretlenerek gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Taş Ocaklarının Harita Üzerinde Konumları (Saygılı, R. 2015)

3.1.2. Agregat

Agregalar, en önemli inşaat ekipmanlarından biri olan beton hacminin yüzde 60 ila 70'ini oluşturur. Agregat, asfalt kaplamanın kütlesinin %90'ını ve hacminin %75'ini

oluşturur. Mineral bazlı ve sert tanelerden gelirler. Agregalar da otoyol gibi yapılarda ana araçlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Agrega yapısı bir bağlayıcı ile karıştırılarak harç veya beton oluşturulabileceği gibi temel katmanlarında, demiryolu balastlarında vb. de kullanılabilir. Kum, çakıl, deniz kabuğu, cüruf veya kırmataş gibi mineral bileşimli granüller (daneli) bir malzeme olarak tanımlanır.

Asfalt yüzey kaplama için kullanılan aletlerin yaklaşık %90'ı agrega şeklindedir. Agregası, yol tasarım süresinde hayati bir rol oynar. Bu nedenle kullanılan agregalarda bazı temel niteliklerin bulunması gerekir. Devam eden tasarımın niteliğine bağlı olarak, agregaya dâhil edilmesi gereken kütle de değişecektir. Yol katmanı, farklı kalınlıklarda ve farklı işlevlerde birçok katmandan oluşur. Aşınma tabakası en üsttedir ve en önemli tabakalardan biridir ve yol güvenliği için önemli olan parametrelerden birini göstermez. Yol kullanımına yönelik agregaların hizmet süresini güvenli bir şekilde tamamlaması ve uzun vadede istenilen kaliteyi koruması, yüksek sürtünme katsayısına sahip olması ve hizmet ömrü boyunca cilaya karşı yüksek direnç göstermesi beklenir.

Ancak yüzey kayma tabakaları için Türkiye'de bol miktarda bulunan kalker mineralleri kullanılmaktadır. Agregalar, beton üretiminde çimento ve su karışımında oluşan bağlayıcı malzeme ile bir bütün haline getirilen inorganik, kum, çakıl vb. maddelerdir. Doğal kaynaklar veya yüksek fırın cürufu, genişletilmiş perlit, genişletilmiş kil vb. Elle satın alınan granüller aletlerdir. Doğal ve insan yapımı endüstriyel mineraller ve yapı malzemelerinde kullanılan kayalara mineral agregalar denir. Doğal mineral agregalarının bileşenleri kayalar ve minerallerdir. Mineraller, kimyasal bileşimi açıklanan ve özel kristal yapıya sahip doğal maddelerdir. Bu mineraller bir bütün olarak bir araya geldiğinde kayalar oluşur. Doğal agregalar olarak görünen molozları oluşturan kayalar kökenlerine göre magmatik, metamorfik ve tortul olmak üzere üç kategoriye ayrılır (Çomak, B. 2007).

Agrega Çeşitleri

Agregaların çeşitlerinin belirlenmesi için yapılan üç değişken bulunmaktadır. Bunlar;

a)Doğal agregâ: Akarsular, denizler, çöller, eski göl ve akarsu girişlerinden ve taş ocaklarından elde edilen kırılmamış veya kırık agregâlardır. Bu agregâ türleri arasında en yaygın kullanılanı dere yatağından elde edilmektedir. Çünkü temiz ve pürüzsüz tanelerden oluşmaktadır.

b)Yapay agregâ: Ocaklardan çıkarılan taşların bir kırıcı yardımıyla kırılması veya malzeme atığı olarak elde edilen agregâlardır. Örneğin; kırma taş, genişletilmiş perlit, cüruf gibi. En yaygın yapay agregâ türü granittir.

Agregâ, çakıl, kum, kırmataş birleşimi olarak adlandırılmaktadır. Bu birleşimde eleklerin 1 – 4 mm dane çapından geçen kum, 8-31.5mm arasından geçen çakıldır. Bu belirtilen dane çapı büyüklükleri arasında ki malzemelerin karıştırılmasıyla oluşur.

Binalarda beton oluşturmak için bazı malzemelerle birlikte kullanılan bir elementtir. Ayrıca dolgu malzemesi vb. işlemin bir parçası olarak da kullanılır. Aynı şekilde diğer malzemeler için de dolgu maddesi olarak kullanılabilir. Dünyada birçok binanın yapımında kullanılmaktadır.

Agregâ Gradasyonu

Derecelendirme, agregâ karışımlarındaki agregâ parçacıklarının boyutu dikkate alınarak toplam ağırlığın yüzdesi olarak ifade edilen parçacık boyutu dağılımıdır. Elek seti kullanılarak yapılır. Bu tanıma granülometri denir. Agregâ tanelerini boyutlarına göre belirli boyut gruplarına ayırarak her bir boyut grubunda ne kadar agregâ bulunduğunu ifade eder (Batmaz, A. 2006).

Bir agregâ yığınınındaki tanelerin boyutuna göre tane dağılım oranına gradasyon (granülometri) denir. Agregâ taneleri boyutlarına göre belirli gruplara ayrılır. Her boyut grubundaki agregâ tanelerinin toplam ağırlığı bulunarak tüm agregâ yığınının toplam ağırlığına ne kadar dâhil olduğu belirlenir.

Gradasyon çeşitleri Bitümlü kaplamalarda kullanılan agregalar şu şekilde çeşitlere ayrılmaktadır:

a) İri agreg: No.4 (4.75mm) elek üzerinde agreg karışımının kalan kısmıdır.

b)İnce agreg: Agreg karışımlarının No.4-No.200 (4.75-0.075mm) elekler arasında kalan kısmıdır.

c) Mineral fiiler: En az yüzde 65'i No.200 (0.075mm) eleği geçen agregalardır.

Gradasyon: Toplam ağırlığın yüzdesi olarak ifade edilen parçacık boyutu dağılımıdır. Agreg karışımlarındaki agreg tanelerinin boyutunu dikkate alır. Agregalar derecelendirme açısından aşağıdaki gibi sınıflandırılır;

Yoğun gradasyonlu agreg: Düşük boşluklar ve yüksek stabilite sağlar. Kabadan dolguya kadar her boyutta tane içerir. Bitümlü karışımlarda kullanıldığında yüksek stabilite ve tüm karışımlar için yeterli tanecik verir. Diğer malzemelerin bir karışımında dolgu maddesi olarak da kullanılabilir.

Kesikli gradasyonlu agreg: Gradasyonunda ara boyut agregaya hiç yada çok az içeren agregalardır.

Açık gradasyonlu agreg: Çok az fiil veya ince tane içeren agreg karışımlarıdır.

Tek boyutlu (üniform) agreg: Danelerin çoğu yaklaşık olarak aynı boyutta olan agreg karışımlarıdır.

Şartnamelerle belirlenen agreg gradasyonu gerekli kayma sürtünme direncini ve agregaların yüzeye homojen şekilde yayılı yüzey dokusunu sağlayabilmelidir. Gradasyon agreg karışımını oluşturan parçacıkların boyutlarına göre dağılımını ifade eder. Maksimum tane boyutu arttıkça işlenebilirlik ve sıkıştırma zorlaşmakta, segregasyon artmakta, boşluk miktarı azalmakta, agreg tanelerinin toplam yüzeyi küçülmekte, yoğunluk ve stabilite artmaktadır (Orhan, F. 2012).

Çalışmada iki farklı agrega ocağından hazırlanan üç agrega numunesi çalışılmıştır. İlk agrega malzemesi Şanlıurfa'daki Yetimoğlu maden ocağından elde edilen bazalt esaslı kırmataş agregasıdır.

İkinci agrega malzemesi Şanlıurfa'nın Seferoğlu taş ocağından elde edilen bazalt kökenli kırmataş agregasıdır. Agrega deneyleri için gerekli miktarlar alınarak beton laboratuvarına götürülerek beton basınç deneyleri yapılmıştır.

3.1.3. Çimento

Çimento, ana bileşenleri kalsine kireç ve kilden yapılmış toz halinde bir maddedir. Kullanılan kil silika, alümina ve demir oksit sağlarken, kalsine kireç kalsiyum oksidi sağlar. Kalsinasyon işlemi sırasında fırında yüksek sıcaklıklarda, malzeme içerisindeki oksitler reaksiyona girerek daha karmaşık bileşikler oluşturur (Elimbi, A. ve diğerleri 2011).

Çimento, toplam beton karışımı hacminin sadece %20'sini oluşturur. Çimento, bağlayıcı ortamın aktif kısmıdır. Beton karışımının bilimsel olarak kontrol edilen tek bileşenidir ve genellikle zincirin en hassas halkasıdır. Çimentonun işlevi, her şeyden önce kum ve taşı birbirine bağlamak ve ikinci olarak boşlukları doldurmaktır. Sıradan Portland Çimentosu, klinkerin öğütülmesiyle elde edilen ince bir tozdur ve en önemli çimento türüdür. Çimento kalitesini iyileştirmek, daha iyi tane boyutu dağılımı ve daha ince öğütme sağlamak için modern ekipmanlar kullanılarak yüksek kaliteli kireçtaşı mümkün olmuştur (Dunuweera, S. P., ve Rajapakse, R. M. G. 2018). Çimento hem mukavemeti artırıcı hem de boşluk yüzdesini azaltıcı etkiye sahiptir. Öte yandan çimento dozajı ekonomik nedenlerle istenildiği kadar artırılmamaktadır.

Yüksek çimento dozajı sadece betonun mekanik mukavemetini arttırmakla kalmaz, aynı zamanda beton yapıyı daha homojen hale getirir ve böylece kılcallığın neden olduğu geçirgenliği azaltır (Dhir, R. K. ve diğerleri 2004). Bu çalışmada portland çimentosu (TS-EN 197-1 CEM 1 42.5 R) kullanılmıştır. Bu çimento hakkında her türlü fiziksel-

mekanik testler ve kimyasal analiz sonuçları kalite kontrol laboratuvarında yapılmıştır. Çimento ile ilgili herhangi bir sorun tespit edilmemiştir. Tablo 3.1.'de Portland çimentosuna (TS-EN 197-1 CEM 1 42,5 R) ait temel fiziksel ve kimyasal özellikleri belirtilerek gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Portland Çimentosunun Temel Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Görünüm	Gri veya beyaz granül toz	Bağıl Yoğunluk (Özgül Ağırlık) (g/cm ³)	2,75 - 3,20
Koku	Yok	Görünür Yoğunluk (g/cm ³)	0,9 - 1,5
pH (Suda) 20 °C	9 - 14	Viskozite cPs 25 °C	Uygulaması yok.
Kaynama Noktası (°C) 760 mmHg	Uygulaması yok.	Buhar Basıncı hPa 20°C	Uygulaması yok.
Erime Noktası (°C)	>1200 °C	Patlama Tehlikesi	Ürünün patlama tehlikesi yoktur.
Parlama Noktası (°C) 760 m	Uygulanması yok.	Oksidasyon Özellikleri	Uygulaması yok.
Kendiliğinden Alevlenme Sıcaklığı (°C)	Uygulanması yok.	Ortalama dane iriliği (micron)	1 - 30
Ayrışma Sıcaklığı (°C)	Uygulanması yok.	Suda çözünübilirlik (%)	0,1 - 1,5

3.1.4. Su

Beton karışım suyu, çimentonun kimyasal reaksiyonu için gerekli suyun, uygun kıvama erişebilmesi için artırılmış miktarıdır. Agregada yapısındaki nem miktarı karışım yapılması sırasında istenilen kıvama getirilebilmesi için yeterli değildir ancak belirli bir süre sonra kimyasal reaksiyon için faydası olur (Birinci, F. 2019). Beton üretiminde kullanılan suyun içerisinde çok miktarda yabancı madde bulunması hidrasyon ürünlerinin oranını ve miktarını etkileyebilmektedir.

Beton üretiminde kullanılacak suyun temiz olması ve betona olumsuz etkisi olmaması önemlidir (Erdoğan, Y. T. 1997). Beton karışımında Şanlıurfa içme suyu kullanılmıştır.

3.1.5. Kum

Şanlıurfa'nın Haliliye ilçesi çevresinden elekten geçirilip yıkanarak üretilen kum, ince malzemeye katkı sağlamak için kullanıldı. Beton numunelerinde taş ocaklarından alınan kalker esaslı kırma kum (0-4 mm) agregaların %10, %15 ve %20'sini oluşturmaktadır.

3.1.6. Çalışmada Kullanılan Cihazlar

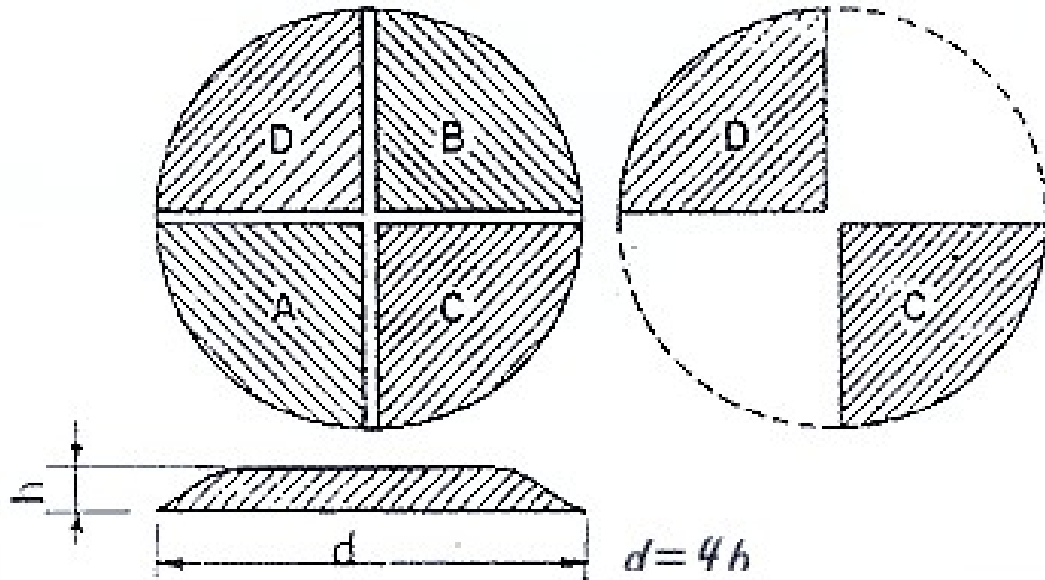
Çalışmanın yapıldığı laboratuarda deneylerde kullanılan tüm deneyler. Araç, gereç ve makinelerin standartlara uygun olduğu belgelenir. Beton numunesi için hassas terazi, mala, spatula, plastik küp kalıplar ve Los Angeles aleti kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Çalışmada agregada deneyleri ve bu agregalarla yapılan beton numuneleri üzerinde gerçekleştirilen beton deneylerine ilişkin yöntemler anlatılmıştır. Agregada testleri, agregalarla hazırlanmış bir beton numunesi üzerinde yapılır. Kuru özgül ağırlık, doymuş özgül ağırlık ve görünür özgül ağırlık belirlenmiştir. Agreganın su emme oranları TS EN1097-6'ya yapılmıştır.

3.2.1. Agregada Numunelerinin Alınması

Elek analizleri yapıldıktan sonra agregada yığınının belirli kısımlarından 0 – 5 mm ince kum, 5 – 15 mm çakıl ve 15 – 25 mm çakıl numuneleri alınmıştır. Numuneler çeyrekleme yöntemiyle yaklaşık 10 kg'a düşürülmüştür. Malzeme, agregada testleri için alınmış ve saklanmıştır. Şekil 3.5.'de çeyrekleme yöntemi ile dört eşit parçaya bölerek numune almaya ait görsel gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Dört Eşit Parçaya Bölerek Numune Alma (Duman, 2016)

3.2.2. Agregalara Uygulanan Deneyler

Agregaların aşınma ve donmaya karşı direncini, özgül ağırlığını, su emmesini, soyulma değerlerini, elek analizlerini ve tane şekillerini bilmek yeterlidir. Sürtünme etkilerinden dolayı oluşacak cilaya karşı dirençlerini de bilmek gerekir.

Agregaların değerlendirilmesinde bahsedilen tüm testlerin güvenilir olması için test edilecek numunelerin çok dikkatli temsili numuneler olması gerekir. Aksi takdirde, o numune için yanlış sonuçlar elde edilecektir.

3.2.2.1. Los Angeles Deneyi

Los Angeles aşınma testi, kaya malzemelerinin darbe ve aşınma gibi etkilere karşı direncini belirlemek için kullanılan test yöntemlerinden biridir. Agreg numuneleri, Los Angeles test cihazının gövdesinde toplanla yuvarlanır. Haddeme tamamlandıktan sonra TS EN 1097-2 standardına göre 1,6 mm elekte kalan miktar belirlenir. Şekil 3.6.'da Los Angeles aşındırma cihazına ait görsel yer almaktadır.



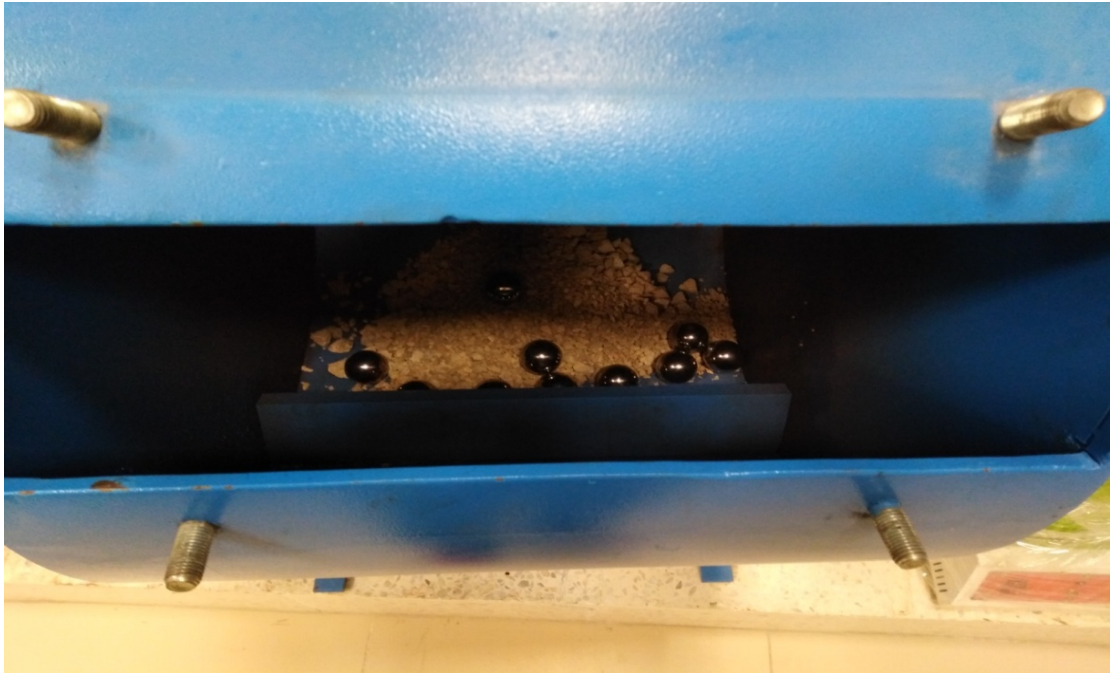
Şekil 3.6. Los Angeles Aşındırma Cihazı

Los Angeles Aşınma Test Cihazı, her iki tarafta kapalı çelik içi boş bir silindirden oluşmaktadır. Silindir, dakikada 30 ila 33 devire ayarlanır ve 500 devirde durdurulur. Çelik bilyeler, agrega numuneleri ile birlikte silindirik bir odaya yerleştirilir. (ASTM C 597, 1994) 500. Deney sonuçları hesaplanırken (3.1) denklemi ile hesaplamalar yapılmıştır.

$$LA = (5000 - m) / 5000 \quad (3.1)$$

m: 1,6 mm elek üzerinde kalan numune

Şekil 3.7.'da Los Angeles aşındırma cihazının tamburuna yerleştirilen numunelere ait görsel yer almaktadır. Şekil 3.8.'da Los Angeles aşındırma deneyi işlemi bittikten sonra tambur içerisindeki agregaları döktüğümüz cihazın tepsisine ait görsel yer almaktadır.



Şekil 3.7. Los Angeles Aşındırma Cihazı Tamburu



Şekil 3.8. Los Angeles Aşındırma Cihazı Tepsisi

3.2.2.2. Agregalarda Kırılmışlık Deneyi

Bu deney, doğal iri agrega numunesindeki kırık ve kırık yüzey parçacıklarının yüzdesinin analizini içeren bir deneydir. TS EN 933- 5 standardına göre uygulanmalıdır. Çakıl veya çakıl içeren karışık agregalar için geçerlidir. Bu deney, iri agregadan oluşan bir numunenin, tamamen ufalanmış veya ufalanmış partiküller dâhil olmak üzere ufalanmış veya ufalanmış partiküller içerip içermediğini belirlemek için tasarlanmıştır; tamamen yuvarlak taneler dâhil olmak üzere yuvarlak tanelerin manüel sınıflandırmasını açıklamaktadır. Bu grupların her birinin kütlesi belirlendi ve test numunesinin kütlesinin yüzdesi olarak ifade edilmektedir. Tamamen ufalanmış veya kırılmış ve tamamen yuvarlak parçacıklar daha sonra kırılmış veya kırılmış ve yuvarlak parçacıklardan manüel olarak ayrılır ve bu grupların kütlesi belirlenir ve test numunesinin kütlesinin yüzdesi olarak ifade edilmektedir.

3.2.2.3. Elek Analizi Deneyi

Agregaların betonda uygun miktarlarda kullanımını belirlemek için elek analiz testi yapılmaktadır. Elek analizi, açıklıkları giderek azalan eleklerin üst üste konulmasıyla ile başlar. En küçük açıklığı bulunan elek alttadır. Numuneler, en üstte bulunan eleğin üzerine konulduktan 15 dakika arayla elek analizi makinesi yardımıyla çalkalanır. Oluşan bu titreşimden sonra, her boyuttaki eleğin üzerinde kalan numuneler tartılarak hesaplanır. Deneyler TS EN 933-1 standardına göre yapılmaktadır. Taş ocaklarından alınan numuneler üzerinde yapılan elek analiz sonuçları Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

3.2.2.4. Deney Agregalarının Granülometrileri

Büyük agregalar parçacıklarına sahip beton karışımları, daha küçük agregalı beton karışımlarına göre daha az karıştırma suyu gerektirir. Daha küçük agregalar parçacıklarına sahip beton karışımları, daha güçlü ve daha homojen bir karışım elde etmek için daha fazla karışım suyu gerektirir. Genel olarak maksimum agregalar boyutu küçüldükçe betonun basınç dayanımında artış eğiliminde olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum agregalar boyutunun beton dayanımı üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Maksimum agregalar boyutu azaldıkça betonun basınç dayanımının arttığı kaydedilmiştir. Yetimoğlu ve Seferoğlu taş ocaklarından alınan agregalar belirlenirken beton üretiminde kullanılacak malzeme miktarı kullanılmıştır. Ocaklardan alınacak agregalar miktarlarının belirlenmesinde TS 706 EN 12620 standardına göre yapılmıştır. Deney sonuçları hesaplanırken (3.2) denklemi ile hesaplama yapılmıştır.

$$P = \sqrt{d / D_{\max}} \times 100 \quad (3.2)$$

Burada;

P = Kümülatif geçen, %

d = Hesap elek boyutu, mm

dmax = En büyük tane boyutu, mm

3.2.2.5. Donma ve Çözölmeye Karşı Direnç (Magnezyum Sülfat Deneyi)

Bu deney, TS EN 1367-2 standardına uygun olarak Magnezyum Sülfat (MgSO₄) çözeltisinde agregaların donma hasarının belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. 1 Litre suya 350 gr. MgSO₄ tuzu karıştırılarak çözelti elde edilir. Numuneler 8 mm ile 16 mm boyutundaki agregalar, doymuş Magnezyum Sülfat çözeltisine batırılıp sonra 110 ± 5 °C'de bir fırında kurutulur. Bu işlem 5 kez tekrar edilir.

Kireçtaşı agrega, düşük su emilimi nedeniyle dona dayanıklı olarak kabul edilir. Kireçtaşının bu dayanıklılığı nedeniyle çimentoya yüksek yapışma oluşturarak betonun mukavemetini de artırır. Agrega parçacıkları çok fazla su emerse, bu agregalarla yapılan beton, donma sırasında gözenekler hacim değişimini telafi edemediğinden başarısız olacaktır. Bu nedenle iri agregalara magnezyum sülfat testi uygulandığında TS 706 EN 12620'a göre donma direnci değerinin %35'in altında olması beklenilmektedir.

3.2.2.6. Organik Madde Tayini

Beton yapımında kullanılan agregaların humus içeriğini değerlendirmek için TS EN 1744-1 standardı kullanılmaktadır. Beton bileşenlerinde organik maddelerin bulunması, betonun sertleşmesini etkileyeceği için istenmeyen bir durumdur. Agregaları test etmek için kullanılan yöntem, alkali karışımı agreganın 0-5 mm'lik kısmında

bulunan organik madde ile reaksiyona girdiğinde meydana gelen renk değişimine dayanır. Sıvının rengi ne kadar koyu olursa, agregada içinde o kadar fazla organik madde bulunduğunu bize göstermiş olmaktadır. Çözeltideki büyük bir renk değişikliği, agregada bulunan çok fazla organik madde olduğunu gösterebilir. Küçük bir renk değişikliği, kumda çok az organik madde olduğunu gösterir. Bununla birlikte, renk değişiminden başka faktörler sorumlu olabileceğinden, deney agregada organik madde olup olmadığını kesin olarak belirlemek amacıyla kullanılmamaktadır.

TS En 1744-1 ve A1'e (TS, 2013c) göre 0-5 mm arası numuneler etüvde kurutularak 4 mm elekten elenmektedir. Elekten geçen numune, elekten geçmeyen numune ile birleştirilip, bir cam şişeye 80 mm yüksekliğe kadar %3'lük bir NaOH çözeltisi ilave edilerek agregada numunesinin yüksekliği 120 mm olana kadar çözeltinin içerisine ilave edilmektedir. Şişe sıkıca kapatıldıktan sonra 1 dakikalık çalkalama işlemi yapılıyor. Tablo 3.2.'ye göre agregada numuneleri 24 saat bu çözeltinin içerisinde bekletildikten sonra çözeltinin rengine göre organik madde tayini göre analiz edilmektedir.

Tablo 3.2. Çözeltinin Rengine Göre Organik Madde Tayini ve Kullanılabilirliği (Baradan, 2006).

Çözeltinin Renk Durumu	Organik Madde Tayini	Agreganın Kullanımı Durumu
Renksiz ya da Çok Hafif Sarı	Hiç Yok ya da Çok Az Var	Kaliteli Beton Üretiminde Kullanılabilir
Safran Sarısı	Az Miktarda Var	Normal İşler İçin Uygun
Belirgin Kırmızı	Var	Önemsiz işlerde kullanılabilir.
Belirgin Kahverengi	Çok var	Kullanılmaya Uygun Değildir.

Beton agregalarının organik madde içeriğinin çok yüksek olması durumunda betonun dayanımının düşeceği ve bunun da betonda renk değişimlerine neden olabilmektedir. TS 706 EN 12620 standardı ayrıca, ocak agregasının 0-5 mm dereceli numunelerinin

renksiz olması durumunda, agregalarda beton priz süresini etkileyecek önemli miktarda organik madde bulunmadığı sonucuna ulaşılabilmektedir (Baradan, 2006).

3.2.2.7. Alkali-Silika Reaksiyonu (Hızlandırılmış Harç Çubuk Yöntemi)

Bazı çimentolar, beton gözeneklerinde bulunan suda çözündüğünde sodyum hidroksit ve potasyum hidroksit oluşturan alkali oksitler (sodyum oksit ve potasyum oksit) içerir. Bu kimyasal reaksiyon, reaktif silika içeren beton agregaları ile meydana gelir ve betonu çatlatabilecek bir jel oluşturur. Reaksiyon betonun içinde gerçekleşir ve betonun boyutunu çok fazla arttırırsa beton yapı için tehlikeli olabilir.

Reaksiyon, içinde çok fazla su içerebilen yarı katı bir jel oluşumu nedeniyle iç streslere neden olur. Jel oluşumunun anında meydana geldiği düşünülmez, ancak jel daha sonra çimento hamurundan (betonun orta tabakası) suyu emebilir ve çimento ve agrega içinde küçük çatlaklara neden olabilir. Jel daha sonra mikro çatlaklar arasında yavaşça yayılarak onları genişletebilir ve bu da betonda malzemenin gücünü zayıflatan çatlaklara neden olur.

Ocaktan alınan agrega numuneleri, 5 mm ile 0.16 mm arasında değişen malzeme elde etmek için bir kırıcıda kırılarak öğütülür. Alkali silika reaksiyon deneyleri ASTM 1260-07' ye göre kalıpların uç kısımlarına harç çubuklarının boy değişimlerini ölçmek için 32 mm boyundaki ve 7 mm çapında pimler kalplarda açılan deliklere yerleştirilmektedir. 25 x 25 x 285 mm boyutlarında her taş ocağı için 3 er adet harç çubukları dökülmüştür, çubuklar 24 saat geçtikten sonra kalıptan çıkarılarak saf suda bekletilmiştir. 24 saat suda bekletilen çubukların ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra Sodyum hidroksit çözeltisi, 900 ml saf damıtılmış suya 40 gram sodyum hidroksit eklenerek hazırlanır. 80 ± 2.0 °C sıcaklıktaki sodyum hidroksit çözeltisine maruz bırakılan çubukların 3 gün, 7 gün ve 14 günlük boy ölçümleri alınarak (3,7,14) günlük genleşme değerleri hesaplanmıştır. Çubukların boyları 0.002 mm hassasiyeti olan dijital komparatör yardımıyla ölçülmektedir. Hesaplamalarda (3.3) denklemi kullanılarak hesaplama yapılmıştır.

Tablo 3.3.'de ASTM C 1260-07'ye göre hızlandırılmış harç çubuk yöntemi limit değerleri açıklamalarıyla birlikte verilmiştir.

$$G = [(L_{3,7,14} - L_0) / L_i] \times 100 \quad (3.3)$$

L_i : Kalıptan çıkarıldıktan sonra ölçülen harç çubuklarının boyları.

L_0 : Saf sudan çıkarılan harç çubuklarının boyları.

Tablo 3.3. Hızlandırılmış Harç Çubuk Yöntemi Limit Değerleri (ASTM C -1260)

Boy değişimi (%)	< 0,1	0,1-0,2	>0,2
14 gün sonra ölçülen boy değişimi yöntemi ile alkali-silika reaksiyonu	Zararsız	(Zararlı-Zararsız Bölge) Kontrollü Bölge (28. gün sonunda tekrar okuma yapılmalıdır)	Potansiyel olarak zararlı

3.2.3. Beton Numunelerin Hazırlanması

Bu çalışmada agregaların beton basınç deneyindeki dayanımı karşılaştırılacağından beton karışım hesabı S/Ç oranı sabit tutularak C30/37 beton sınıfı karışım değerine göre harç hazırlanmıştır. Tablo 3.4. ve Beton karışım 1’de kullanılan malzeme miktarları ve Tablo 3.5.’de ise beton karışım hesabı 2’de kullanılan malzeme miktarları gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Beton Karışım 1 Miktarları

Malzeme adı	Miktarları (g)
Agrega	25520
Kum	18290
Çimento	7560
Su	3780

Tablo 3.5. Beton Karışım 2 Miktarları

Malzeme adı	Miktarları (g)
Agrega	24650
Kum	19150
Çimento	7560
Su	3780

2 farklı taş ocaklarından alınan agregaların elek çapları ayrı (0-5mm,5-15mm,15-25mm) olan numuneler beton harcı için kullanılmıştır. Numuneler şu şekilde karşılaştırılmıştır;

Numuneler şu şekilde karştırılmıştır:

Agreganın tane boyutu dağılımı, su/imento (s/c) oranı, su, imento, hava ve katkı maddeleri miktarları TS 802 standardına göre belirlenmiştir.

Öncelikle tartılan 0-5 mm, 5-15mm, 15-25mm ebatlarındaki agrega numuneleri beton karştırma cihazına kullanılarak 5 dakika süreyle karştırılmıştır. şekil 3.9.'da beton üretimi için kullanılan malzemelerin karştırılması için kullanılan Drum tipi beton karştırıcısı gösterilmiştir.



şekil 3.9. Agregaların Beton Karştırıcıya Konulması ve Karştırılması

3.2.3.1. Beton Slump (Çökme) Deneyi

Deney numunesi TS EN 12350-1'e uygun olarak alınmalıdır. Kare ağızlı bir kürek kullanılarak yeniden karıştırma kabında yeniden karıştırılmalıdır. Kalıp, Tabana sıkıştırılarak veya iki temele bastırılarak taban plakasına/yüzeye sıkıca sabitlenir. Taze beton, kalıba eşit kalınlıkta üç kat halinde doldurulur. Doldurma sırasında her katman bir sıkıştırma çubuğu ile 25 kez şişirilir. Sıkıştırma çubuğu darbeleri, her katmanın yüzey alanına eşit olarak dağıtılmalıdır. Her katmanın sıkıştırılmış kalınlığı, kalıp yüksekliğinin yaklaşık 1/3'ü kadar olmalıdır. Şekil 3.10.'de Slump (çökme) deneyi için doldurma işleminin tamamlanmasına ait görsel yer almaktadır.



Şekil 3.10. Beton Slump (Çökme) Deneyi

Taban plakasına/yüzeyine dökülen beton temizlenir. El kulplarından tutulup dikey olarak yukarı doğru çekilerek kalıp alınır. Kalıbın çizim işlemi 5 saniye - 10 saniye arasında tamamlanmalıdır.

Beton kütlesi üzerinde herhangi bir yanal veya burulma hareketi yapılmamalıdır. Kalıp alındıktan hemen sonra kalıp yüzey seviyesi ile çöken beton kütlesinin en yüksek noktası arasındaki çökme mesafesi ölçülerek kaydedilmelidir. Şekil 3.11.'de Slump deneyini belirlemek amaçlı ne kadar bir çökme gerçekleştiğini ölçme işlemine ait görsel yer almaktadır.



Şekil 3.11. Beton Slump (Çökme) Deneyi Sonuç

3.2.3.2. Taze Betonun Kalıplara Konulması

Beton yerleştirilme işlemi TS EN 12350-1 ve TS EN 12380-1 standartlarına göre yapılmalıdır. Taze betonu kalıba yerleştirmeden önce kalıbın içi kontrol edilmeli ve gerekirse temizlenmelidir. Betonun kalıba yapışmasını önlemek için, kalıbın iç yüzeyi, doldurmadan önce kalıpların içerisi yağlanmalıdır ya da çimento ile etkileşime girmeyen ince bir ayırıcı malzeme tabakası ile kaplanmalıdır. Numuneler yağlanmamış kalıplardan çıkarıldığında hasar meydana gelebilmektedir. Ayrıca kalıp aşınmasına neden olmaktadır. Şekil 3.12.'de taze betonun kalıplara yerleştirilme işleminin tamamlanmasından sonra çekilen görüntüsüne yer verilmiştir.



Şekil 3.12. Beton Harcının Kalıplara Konulması

3.2.3.3. Beton Numunelerinin Kür Havuzuna Konulması

Numunelerin kür havuzuna TS EN 12380-2 standardına göre yerleştirilmelidir. Beton numuneleri ertesi gün kalıplardan çıkartılarak $20\pm1^{\circ}\text{C}$ su havuzuna konulmuştur. Numuneler havuza gelişigüzel bir şekilde konulmamalıdır. Bu sayede test zamanı gelen numuneler kolaylıkla tespit edilebilmektedir. Şekil 3.13.'de kalıptan çıkarılan beton numunelerinin kür havuzuna yerleşimine ait görsel yer almaktadır.



Şekil 3.13. Kür Havuzuna Yerleştirilmiş Beton Numuneleri

3.2.4. Beton Basınç Dayanımı Deneyi

Bu bölümde deney için numunelerin hazırlanması, bakımı, uygulanacak fizikler ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan deney metotları ve deneylerin yapılması üzerinde durulacaktır.

Sertleşmiş betonun birim ağırlığı ve su emme oranları ASTM C567'ye göre belirlenir. Numuneler etüvde $105 \pm 5^\circ\text{C}$ sabit ağırlığa kadar kurutulmuştur. Numuneler terazide tartıldıktan sonra boşlukları suyla doldurmak için 48 saat suda bekletilmiştir. Daha sonra doymuş kuru yüzey numuneleri suda tartılarak sudaki ağırlıkları belirlenmiş ve betonun birim ağırlıkları ve su emme oranları ASTM C567 / C567M-19'a göre hesaplanmıştır. Elde edilen veriler göre beton birim ağırlığı hesaplanmıştır. Şekil 3.14.'de deneye tabi tutulmadan önce kür havuzundan çıkarılan ve yüzeyleri kurulan beton numunelerine ait görsel yer almaktadır.



Şekil 3.14. Kür Havuzundan Çıkarılan Sertleşmiş Beton Numuneleri

15*15*15 cm ölçülerinde 7 günlük ve daha sonra 28 günlük her bir taş ocağı için 3'er adet küp numunelerin basınç dayanım testleri yükleme hızı, küp numuneler için 1.0 MPa/sn olarak sabitlenmiştir.

Bu deney belirli yaşlardaki beton numunelerin birim alanının taşıyabileceği yük miktarı hakkında fikir vermek için kullanılır. Basınç dayanımı TS EN 12380-3'e göre yapılır ve farklı yaşlardaki beton numunelerin karışımı esas alınır.

Deney numunesi deney makinesine yerleştirilmeden önce yüzeydeki fazla su kurutulur. Numunenin yüzeylerindeki kafalarla temas edecek gevşek çıkıntılar veya taneler çıkarılır. TS EN 12380-3'e göre yapılan test numunesi daha sonra makineye yerleştirilir. Test numunesi ile test makinesinin yükleme kafası arasında boşluk ayar bloğu ve ek plakaya ek olarak başka hiçbir aksesuar kullanılmamalıdır. Kübik numuneler, yük uygulama yönü dökme yönüne dik olacak şekilde yerleştirilmelidir. Numune, alt yükleme kafasının ortasına yerleştirilmelidir. Küp numunesi, belirtilen boyut veya çaptaki silindirik numunenin merkezine %1 doğrulukla yerleştirilmelidir. Ek yükleme plakaları kullanılıyorsa, bunlar numunenin üst ve alt yüzeylerine göre ayarlanmalıdır. Kullanılan test makinesi iki direkli tip ise, küp numune mantar tarafı çubuğa bakacak şekilde yerleştirilmelidir.

Yük, seçilen hızdan 1.0 MPa/s (N/mm².s)'lik sabit bir yükleme hızı sapması ile darbe tekrarı olmadan numune üzerine yerleştirilmelidir. Maksimum yüke ulaşılan kadar sabit hızda %10'u geçmeyecek şekilde uygulanmalıdır.

Elle kontrollü deney makinelerinde numune kırılma aşamasına yaklaşıldığında yükleme hızının düşme eğilimi yük ayar vanası kullanılarak ayarlanır. Ekrandan okunan en büyük yük kaydedilir. Yükleme hızındaki artış eğilimi makine tarafından ayarlanır.

Basınç dayanımı, en yakın 0,5 MPa'ya (N/mm²) yuvarlanarak belirtilmelidir. Basınç dayanımı sonuçları hesaplanırken (3.4) denklemi ile hesaplama yapılmıştır.

$$f_c = F / A_c \quad (3.4)$$

Ac: Numunenin, üzerine basınç yükünün uygulandığı en kesit alanı, mm^2 ,

F: Kırılma Esnasında Ulaşılan En Büyük Yük, N,

f_c : Basınç Dayanımı, MPa (N/mm^2),

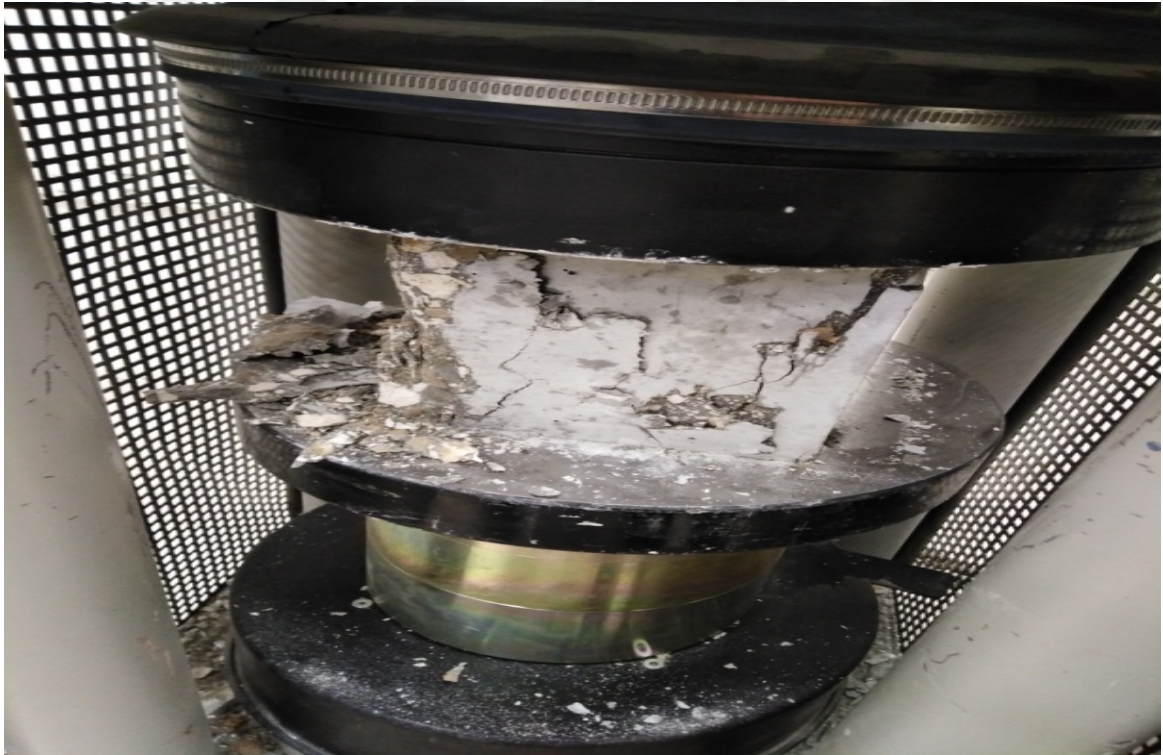
Bu alan, (TS EN 12380-1) numune üzerinde ölçülen gerçek boyutlar kullanılarak hesaplanır. Şekil 3.15. ve Şekil 3.16.'de görüldüğü gibi beton numunesinin tek eksenli test makinesine yerleştirilmiştir. Şekil 3.17.'de taşıyabileceği kapasite belirlenmiş olan beton numunesine uygulanan basınç sonucunda kırılmıştır.



Şekil 3.15. Beton Basınç Presi



Şekil 3.16. Beton Basınç Presi



Şekil 3.17. Tek Eksenli Basınç Aleti ile Kırma İşlemi

3.2.5. Yüksek Sıcaklığa Maruz Kalan Betonun Davranışı

7, 14 ve 28 günlük hava kütleme periyotlarının sonunda üretilen numuneler yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmıştır. Hedef sıcaklığa (100, 250, 500, 650 ve 850) maruz bırakılmıştır. Yüksek sıcaklıklara maruz bırakıldıktan sonra fırından alınan numuneler, havada soğutma şekli olarak kullanılmıştır. Numune yüzeyinde hava ile havada soğutun Temas sağlamak için fırından çıkarmak ve dışarıda soğutmak için soğutma işlemidir. Çalışmada yüksek sıcaklıklara maruz kalan tüm numuneler Havada soğutulduktan sonra deneyler yapıldı. Beton yüksek ısıya maruz kaldığında, malzemede oluşan büyük çatlaklar nedeniyle mukavemeti düşer. Beton yanıcı olmayan bir malzeme olmasına rağmen ısı sebebiyle büyük kırılmalar yaşayabilir. Beton ısıya karşı dayanıklıdır, ancak beton çok fazla mukavemet kaybederse ise yapı yıkılabilmektedir.

Beton rengindeki değişiklikler yüksek sıcaklıkları gösterebilir. Betona bakılarak yüksek sıcaklıklar görülebilmekte, nehirlerden taş ve silika ile üretilmektedir. Bu agregalarla üretilebilecek en yüksek sıcaklığın tahmin edilmesi mümkündür. Beton pembe veya kırmızı ise sıcaklık 300-600 °C ve gri renkte ise 600-900 °C'ye çıkıyor. (Neville, 2000 ve Cioni vd., 2001).

3.2.6. Kılcal Su Geçirimsizliği Deneyi

Betonun kapiler su emilimini belirlemek için ASTM C 1585 standardı kullanılmıştır. Deney için her iki farklı taş ocağından alınan numunelerle üretilen 2 adet 15x15x15 cm'lik küp beton hazırlanmış ve 28 gün (standart süre) su küründe bekletilmiş ve sonra kuruması için 100°C'de 24 saat fırında bekletilmiştir. Küpler daha sonra laboratuvar'da soğumaya bırakılmıştır. Küpler soğutulduktan sonra su ile temas edecek tarafının çevresi bant ile su geçirmez hale getirilmiştir. Bir malzeme numunesi tartıldı ve daha sonra metal desteklerle oluşturulmuş bir cihaza yerleştirildi. Numune 2 mm suya batırılmış ve ağırlık 0, 5, 10, 20, 30, 60, 240 ve 1440 dakikalık aralıklarla

ölçülmüştür. Kılcallık katsayısı $\text{cm} / \text{dk}0,5$ olarak hesaplanırken numunenin emdiği su miktarı dikkate alınmıştır.

Numunelerin kapiler su emme katsayıları sonuçları hesaplanırken (3.5) denklemi ile hesaplama yapılmıştır.

$$Q / A = k \sqrt{t} \quad (3.5)$$

Q = Emilmiş olan su miktarı (cm^3)

A = Suyu ile temas eden yüzeyin alanı (cm^2)

k = Kapiler su emme katsayısı ($\text{cm} / \text{s}_{1/2}$)

t = Zaman (s)

3.2.7. Ultrasonik Ses Hızı Ölçümü

Ultrasonik ses hızı deneyi, çok kalın numuneler üzerinde kullanılabilen, küçük kusurları tespit etmede yüksek doğruluğa sahip tahribatsız bir deney yöntemidir. Hata ve kusurları tespit etmek, bir ögenin içyapısını incelemek, bir ögenin takviye edilip edilmediğini tespit etmek ve hatta bir numunenin kalınlığını ölçmek için kullanılabilir. ultrasonik dalga hızı tek bir yüzeyde yapılabilmekte ve hızlı bir şekilde sonuç alınmaktadır. Çok küçük veya düzgün olmayan yüzeylere sahip numuneleri incelemek zordur. Ayrıca betonun dış yüzeyine yakın kusurları veya ilave takviyeyi tespit edememek. Bir kişinin testin sonuçlarını anlaması ve yorumlaması için bilgi ve deneyime sahip olması gerekmektedir. Betonun fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için ultrasonik dalga hızı kullanılmaktadır. Daha yoğun ortamlarda, dalga hızı daha hızlı hareket eder ve bazı mühendisler ve bilim adamları, malzemelerin hızını ve kalitesini de değerlendirmek için ultrasonik ses hızı yöntemini kullanmayı düşünmüşlerdir. Ultrasonik ses hızı yöntemi, ahşap ve beton üzerinde kullanılabilir ve

Sonuçları hesaplanırken (3.6) denklemi ile hesaplama yapılmıştır. Tablo 3.6.’de ultrasonik ses hızı belirlenen betonun kalitesini de belirlemek amacıyla oluşturulan limit değerlerine yer verilmiştir.

$$V_p = L / t_p \quad (3.6)$$

V_p = P Dalga hızı (km/s)

L = Ses üstü dalga yüzey arasındaki mesafe (km),

t_p = P Dalgası yayılma süresi (s)

Tablo 3.6. Ultrasonik ses ile beton kalitesi ilişkisi

Ultrasonik ses hızı (V, km/sn)	Beton kalitesi
>4,50	Mükemmel
3,50-4,50	İyi
3,00-3,50	Şüpheli
2,00-3,00	Zayıf
>2,00	Çok zayıf

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Şanlıurfa ilinde bulunan Seferoğlu Taş Ocağı ve Madencilik ve Yetimoğlu taş ocaklarından alınan agregaların kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla yaptığımız deneylerin sonuçları yer almaktadır. Sonuçlar tablolarda gösterilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. Verilerin analizinde değerlendirme sonuçları dikkate alınmıştır. Deneyler agrega ve hazır beton üzerinde gerçekleştirilmiştir.

4.1. Taze Betonun Mekanik Özellikleri

Taze betonun en önemli özelliklerinden biri kıvamdır. Tutarlılık, taze betonun işlenebilirliğini ve ayrılmasını belirlenmesinde rol oynar. Betonun kalitesi kullanılan betonun cinsine göre belirlenir. İşlenebilirlik; betonu bir kapta, ayırmadan kolayca karıştırabilme yeteneği olarak tanımlanır.

Betonun işlenebilirliği, ne kadar hızlı katılaştığı ile ilgilidir. Özellikle sıcak havalarda ve uzun taşımalarda betonun katılma süresi büyük önem taşımaktadır. Betonda işlenebilirliğin taze betonun katılmasından önceki durumuyla ilgili bir özellik olduğunu belirtirler (Kılınç, C. ve Akkaya, Y. 2007). Taze betonun işlenebilirliğini etkileyen parametreler arasında çimento miktarı, çimento özellikleri, agrega gradasyonu, maksimum agrega dane boyutu, ince agrega ve tane dağılım yer alır. Beton karışımının sıcaklığı ve hava sıcaklığı da betonun işlenebilirliğinde rol oynar. Betonun işlenebilir hale gelmesi için çökme değeri en az 180 mm olarak kabul edilmiştir (Neville, A. M. 1995).

4.2. Agrega Deneylerinden Elde Edilen Araştırma Bulguları

Bu bölümde alınan agregalar üzerinde yapılan deneyler ile ilgili bilgiler ve elde edilen sonuçlar hakkında bilgi verilmiştir.

4.2.1. Los Angeles Deneyi

Los Angeles aşınma deneyi, bir malzemenin aşınma hızını belirler. Los Angeles deneyi, analizi kırma taş numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Beton agregalar için TS EN 1097-2 Standardına göre Los Angeles deneyinin aşınma kaybı 500 devirden sonra %50'den fazla olamaz. LA deneyi, 500 döngüden sonra %17,1 ve %17,4 bir aşınma kaybı hesaplanmıştır.

4.2.2. Elek Analizi Deneyi

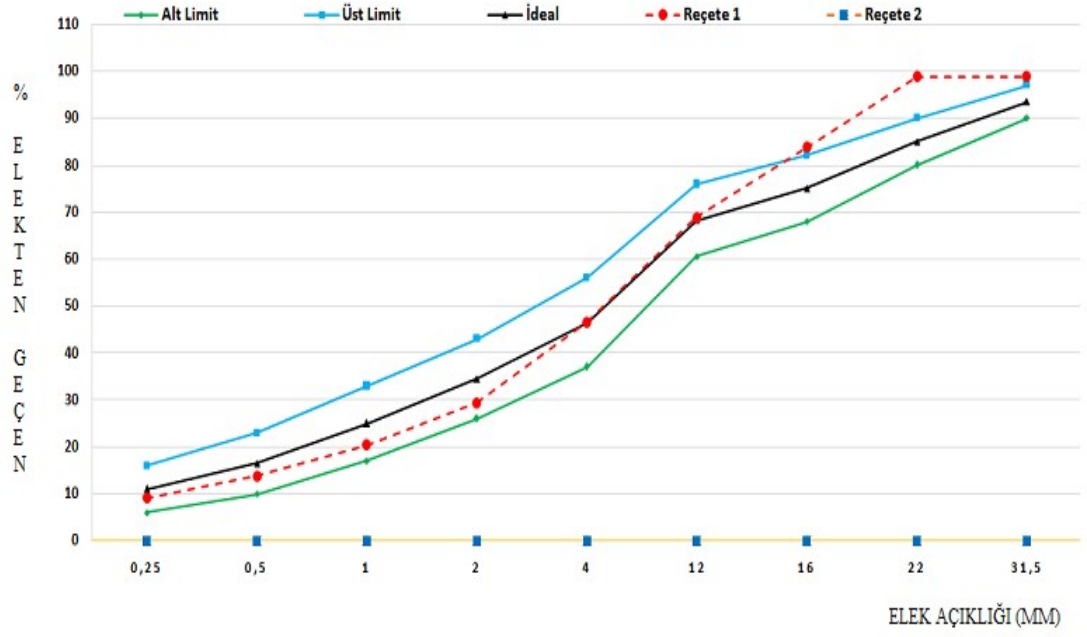
Deneyler TS 3530 EN 933-1 standardına göre yapılmıştır. Tablo 4.1.' de Taş ocaklarından alınan numuneler ile yapılan elek analizi sonuçlarına ait bilgi verilmiştir.

Tablo 4.1. Elek Analizi Deneyi Sonuçları

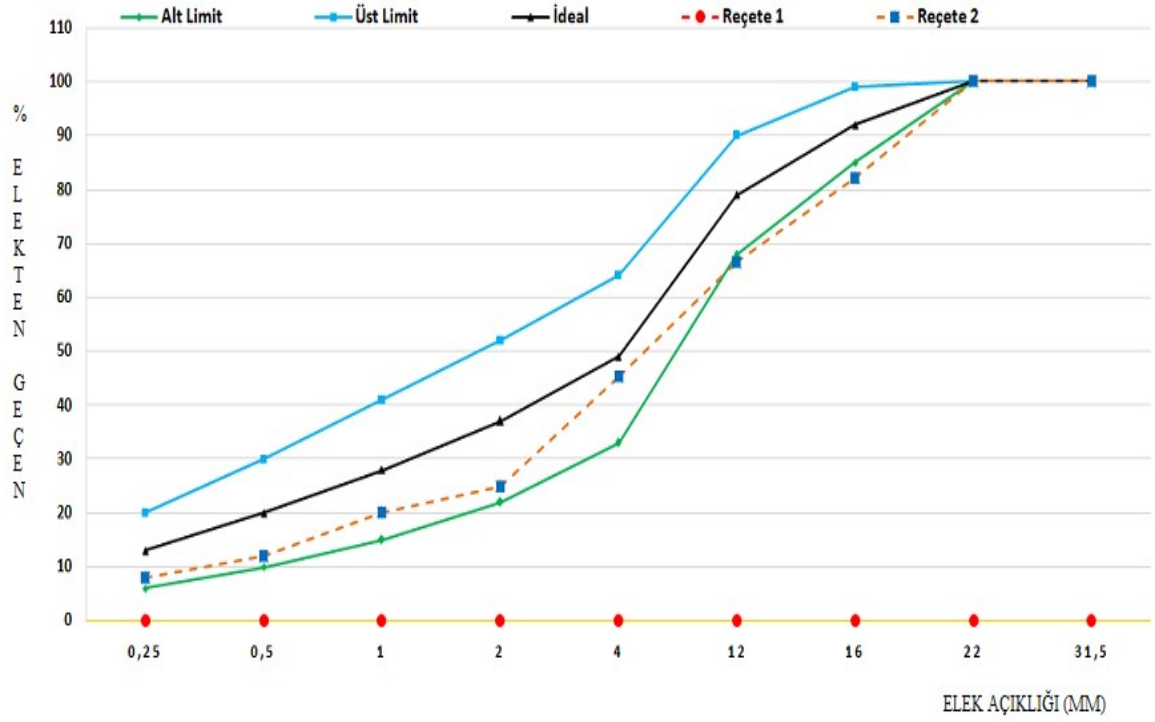
ELEK EBATI	SEFEROĞLU	YETİMOĞLU
	ELEKTEN GEÇEN MALZEME	
mm	%	%
31,5	98,8	100,0
22	98,8	100,0
16	83,8	82,2
12	68,9	66,5
8	57,8	58,0
4	46,6	45,3
2	29,4	25,0
1	20,4	20,2
0,5	13,9	12,0
0,25	9,1	8,0

4.2.3. Agregaların Granülometrileri

Şanlıurfanın Yetimoğlu madencilik ve Seferoğlu madencilikten alınan agregaların beton üretiminde kullanılabilirliğinin araştırmak amacıyla yapılan agregaların granülometrileri sonuçları, TS 706 EN 12620 standardında verilen sınır değerlere göre değerlendirilmiştir. Şekil 4.1.'de Yetimoğlu taş ocağından alınan agreganın ile yapılan elek analizi deneyi sonucunda oluşturulan granülometre eğrisine yer verilmiştir. 4.2.'de Seferoğlu taş ocağından alınan agreganın ile yapılan elek analizi deneyi sonucunda oluşturulan granülometre eğrisi gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Yetimoğlu Taş Ocağına Ait Granülometre Eğrisi



Şekil 4.2. Seferoğlu Taş Ocağı Ait Granülometre Eğrisi

4.2.4. Donma ve Çözölmeye Karşı Direnç (Magnezyum Sülfat)

Magnezyum Sülfat ($MgSO_4$) çözeltisi ile yapılan deneyde agregaların donma hasarının belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Yetimoğlu madencilikten alınan numunede %1,4, Seferoğlu madencilikten alınan numunede ise %1,6 kütle kaybı tespit edilmiştir. Elde edilen değerler beton agregaları için TS 706 EN 12620 standardına göre değerlendirildiğinde analiz edilen agregalar MS_{18} kategorisinde yer almaktadır. Bu kategorideki agregalar tüm hava koşullarında kullanılabilir. Tablo 4.2.'de yapılan deneyle ilgili numunenin başlangıçtaki ağırlı ve deney sonundaki ağırlı verilerek sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Donmaya Karşı Dayanıklılık Deneyi Sonucu

NUMUNE ADI	Başlangıç Ağırlığı (gr)	Deney Sonu Ağırlığı (gr)	Donma - Çözölme Kaybı (%)
YETİMOĞLU	500	493	1,4
SEFEROĞLU	500	492	1,6

4.2.5. Organik Madde Tayini

Agrega numunelerinin içerisinde betona zarar verebilecek kadar organik madde bulunup bulunmadığı, TS EN 1744-1 standartta belirtilen yöntemle araştırılmıştır. Agreg a numuneleri 24 saat bu çözeltinin içerisinde bekletildikten sonra çözeltinin rengine göre Tablo 3.2'de belirtilen durumlar neticesinde organik madde tayini deney sonucu yapılmıştır. Ocaklardan agrega numunelerde yapılan tayine göre, agrega numunelerinin bulunduğu çözelti sıvısının 24 saat sonunda "renksiz" olduğu görölmüştür ve organik madde tayini olarak "hiç yok ya da çok az var" olarak

belirlenmiştir. Tablo 4.3.'de organik madde tayini ve yapılan tayine göre agreganın kullanım durumunu belirtilerek gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Organik Madde Tayini Deneyi Sonucu

Numunenin Alındığı Taş Ocağı	Çözeltilinin Renk Durumu	Organik Madde Tayini	Agreganın Kullanımı Durumu
Yetimoğlu	Renksiz	Hiç Yok ya da Çok Az Var	Kaliteli Beton Üretiminde Kullanılabilir
Seferoğlu	Renksiz	Hiç Yok ya da Çok Az Var	Kaliteli Beton Üretiminde Kullanılabilir

4.2.6. Alkali-Silika Reaksiyonu (Hızlandırılmış Harç Çubuk Yöntemi)

ASTM 1260-07'ye göre hızlandırılmış harç çubuk yöntemiyle ocaklardan alınan agregaların alkali silika reaksiyon değerleri 14 gün sonunda 0-5 mm dereceli numuneler NaOH çözeltisinde bekleyen çubukların genleşme boy limiti %0,1'in altında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, her iki ocaktan elde edilen agregaların uygun bileşimle kullanılması durumunda beton üretimine olumsuz bir etkisinin olmadığını bizlere göstermektedir. Tablo 4.4.'de Seferoğlu Madenciliğe ait Alkali-Silika reaksiyon deneyi sonuçları 3,7 ve 14 gün olarak belirtilmiştir. 4.5.'de Yetimoğlu Madenciliğe ait Alkali-Silika reaksiyon deneyi sonuçları 3,7 ve 14 gün olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Seferoğlu Madencilik Alkali Silika Deneyi Sonuçları

Seferoğlu Numunesi	Numunelerin Tane Boyutu	Harç Çubukların Ortalama Genleşme Yüzdeleri (%)		
		3. Gün	7. Gün	14. Gün
1. Numune	0-5 mm	0,003	0,007	0,011
2. Numune	0-5 mm	0,004	0,007	0,013
3. Numune	0-5 mm	0,004	0,008	0,014
Art Ort. $\pm$ Std Sap.		0,004 $\pm$ 0,001	0,007 $\pm$ 0,001	0,013 $\pm$ 0,002

Tablo 4.5. Yetimoğlu Madencilik Alkali Silika Deneyi Sonuçları

Yetimoğlu Numunesi	Numunelerin Tane Boyutu	Harç Çubukların Ortalama Genleşme Yüzdeleri (%)		
		3. Gün	7. Gün	14. Gün
1. Numune	0-5 mm	0,005	0,009	0,015
2. Numune	0-5 mm	0,004	0,008	0,014
3. Numune	0-5 mm	0,004	0,007	0,014
Art Ort. $\pm$ Std Sap.		0,005 $\pm$ 0,001	0,008 $\pm$ 0,001	0,014 $\pm$ 0,001

4.3. Sertleşmiş Beton Deneylerinden Elde Edilen Araştırma Bulguları

Bu bölümde alınan agregalar kullanılarak yapılan beton numuneler üzerinde yapılan deneyler ve elde edilen sonuçlar hakkında bilgi verilmiştir.

4.3.1. Yüksek Sıcaklığa Maruz Kalan Betonun Davranışı

Betonun farklı sıcaklıklardaki basınç dayanımı ısıtılma işleminden sonra mukavemetteki değişimi daha iyi gözlemlemek için, numunenin ısıtmadan sonraki mukavemeti, ısıtmadan önceki mukavemetin (20 °C) yüzdesi olarak ifade edilmiştir.

Genel olarak, artan sıcaklıkla birlikte basınç dayanımında belirli bir düşüş tespit edilmiştir. Beton 100 °C sıcaklığa maruz kaldığında basınç dayanımında bir düşüş gözlemlendi. Azalmanın nedeni; betondaki boşluklardaki nemin genleşmesi ve beton yüzeyinde çatlakların oluşmasından kaynaklanabilir. Boşluklarda bulunan su uyguladığı basınçtan dolayı betondaki genleşmenin başlamasına sebep olduğu düşünülmektedir. Oluşan genleşmeler ve çatlaklar betonun basınç dayanımının düşmesine neden olduğu düşünülmektedir. Betonun sıcaklığı 500 °C'ye ulaştığında içindeki agregalar genleşmeye başlar. Bu genleşmeler ile betonda çatlaklar oluşabilir. Bu çatlaklar su çatlakları ile birleşerek çatlakların büyümesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda betonun basınç dayanımı düşer ve 500-850 °C sıcaklıkta betondaki agregalar çatlamaya başlar. Genişledikçe, tüm çatlaklar birleşerek büyük çatlaklar oluşturur ve betonu ciddi şekilde deforme etmektedir. Bu sıcaklıkta betondaki çimento ve agrega malzemeleri artık bozulmakta ve mukavemetleri düştüğü düşünülmektedir. Tablo 4.6.'da farklı sıcaklıklara maruz kalan numunelerin basınç dayanım sonuçları belirtilerek gösterilmiştir.

Tablo 4.6. Farklı Sıcaklıklardaki Betonun Dayanım Sonuçları

Numune Alınan Firmalar	Belirtilen Sıcaklıklardaki Basınç Dayanımları					
	20° C	100° C	250° C	500° C	650° C	850° C
Seferoğlu	% 100 47.91 Mpa	% 98,1 47.00 Mpa	% 97,78 46.85 Mpa	% 78,6 37.50 Mpa	% 46,8 23.19 Mpa	% 28,3 13.50 Mpa
Yetimoğlu	% 100 50.17 Mpa	% 98,5 49.42 Mpa	% 97,89 49.11 Mpa	% 78,2 39.23 Mpa	% 47,1 23.63 Mpa	% 28,5 14.30 Mpa

Yaptığı çalışmasında 5 grup çimento esaslı malzeme (Portland kompozit çimento, kireç-Portland kompozit çimento, kalsiyum alüminat çimentosu, NaOH ve KOH alkali aktivatörleri ile aktifleştirilmiş yüksek fırın cürufu) sıvasız kontrol beton numuneleri ve kontrol betonu için alçı harcı olarak hazırlanmıştır. Üretilen numuneler üç farklı kür süresinde (7, 14 ve 28 gün) yüksek sıcaklığa (100, 300, 500 ve 700 °C) maruz bırakmıştır. Yüksek sıcaklığa maruz kalan sıvalı betonun alçısı kesilerek iç beton numuneleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yüksek sıcaklıkta alçı ile kaplanmış numunelerin basınç dayanımı, alçı içermeyen kontrol beton numunelerine göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir Gürkan (2021) .

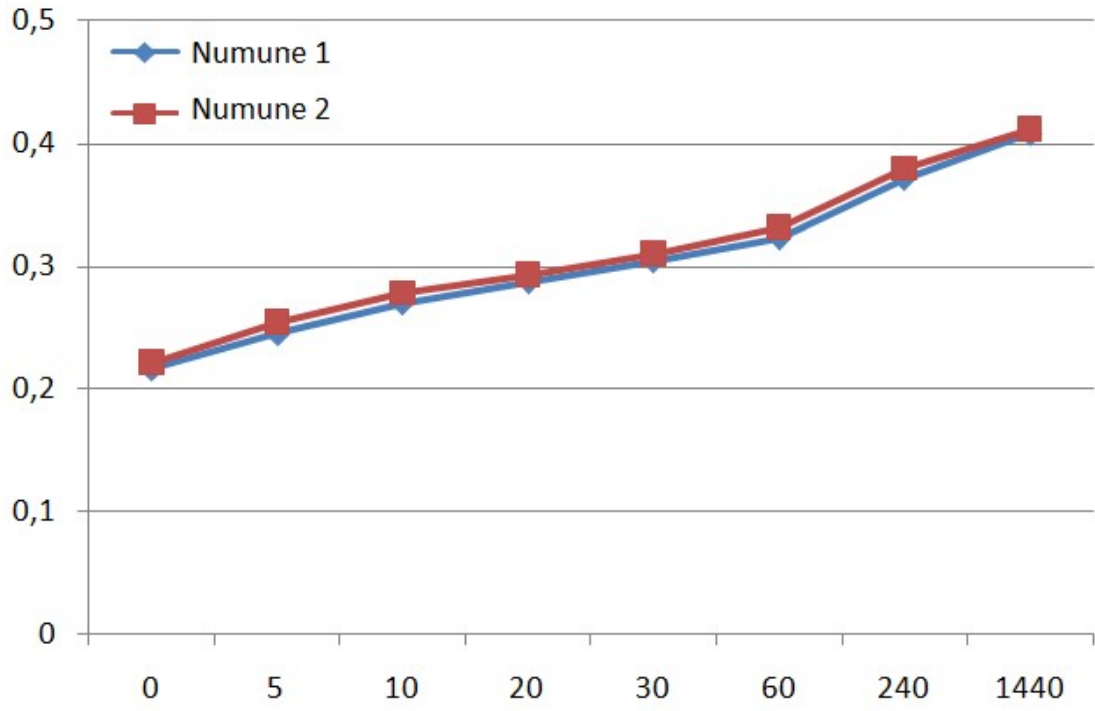
KYB karışımlarında kullanılan farklı oranlarda MT ve UK ile oluşturulan karışımlar yüksek sıcaklığa maruz bırakıldığında 300 °C'de basınç dayanımına etkisi; %0 UK ve %10 MT kullanılması yüksek sıcaklıktan sonra basınç dayanımında artışa neden olmuştur. MT miktarındaki artış, basınç dayanımını %10 oranında azaltmıştır. Birleşik Krallık'ta basınç dayanımında %30'luk bir azalmaya neden oldu ve MT'yi %0'dan %5'e yükseltti. MT'nin artan kullanımı, basınç mukavemeti değişken olmasına rağmen 300°C'de artan mukavemet ile sonuçlanmıştır. 400°C ve 500°C'de %20 UK ve %5 MT karışımı en yüksek basınç dayanımına sahipken, %20 UK ve %0 MT karışımı en düşük basınç dayanımına sahiptir. KYB'de UK ve MT yüzdesine bağlı olarak yüksek sıcaklığın basınç dayanımı ve kütle kaybı oranına etkisini gösterir. Yüksek sıcaklıkta en iyi karışımın %20 UK ve %3-6 MT üzerinde kullanılabileceği, diğer koşullarda kuvvetli olmasına rağmen kütle kaybından dolayı ideal bir KYB karışımı olmadığını belirlemiştir Zarrog (2020).

Oda sıcaklığında bentonit içeren numunelerin kontrol karışımından daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu farklılığın temel nedenleri, çimentonun hidrasyonundan daha yavaş gerçekleşen puzolanik reaksiyon ve bentonitin karışım üzerindeki dolgu etkisi olabilir. Test sonuçları ayrıca bentonit betonun artık basınç dayanımının önemli ölçüde iyileştiğini göstermektedir. %10 bentonit içeren beton, ısıtmadan sonra kalan basınç dayanımı açısından mükemmel performans sergilemiştir.

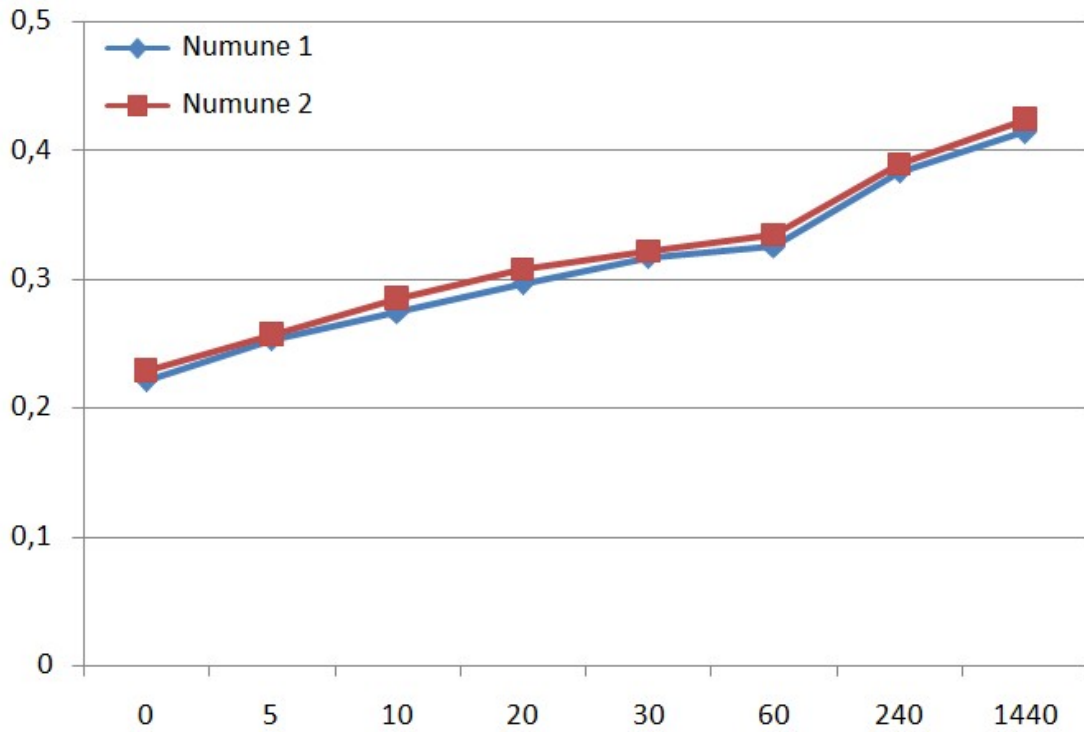
Bunun nedeni, bentonit içeren karışımın ısı kapasitesinin kontrol karışımınınkinden daha iyi olması ve bentonit içeren karışımın ısı iletkenliğinin daha düşük olmasıdır, bu da alt panelde gösterildiği gibi gelişmiş mikro yapı ve azaltılmış mikro çatlak yayılımı ile sonuçlanır. Ayrıca 400 °C'nin altında basınç dayanımı kaybının çok düşük olduğu gözlemlenebilir Mushtaq ve diğ. (2022).

4.3.2. Kılcal Su Geçirirliiği Deneyi

Beton numuneler üzerinde yapılan kılcal su geçirirliiği deneyi TS EN 1925 standartlarına göre yapılmıştır. Numuneler 0, 5, 10, 20, 30, 60, 240 ve 1440 dakikalık deney yapılmıştır. Her bir taş ocağı için kapiler hareketle emilen su miktarı hesaplanmıştır. Bu verilere dayanarak, her numunenin boşluk oranları belirlenmiştir. Yapılan incelemeler neticesinde Seferoğlu madencilikten tarafından üretilen agregalar kullanılarak yapılan beton numunesi, Yetimoğlu madencilik tarafından üretilen agregalar ile yapılan beton numunesinden daha fazla su emme gösterdiğinden dolayı boşluk oranı daha yüksek olarak hesaplandığı düşünülmektedir. Elek analizi sonuçlarına göre Seferoğlu madencilikten alınan agregalar numunelerinin Yetimoğlu madencilik tarafından üretilen agregalar numunelerine göre daha küçük taneli olduğu belirlenmiştir. Küçük taneli agregalar kullanımı beton içerisindeki boşluğu azalttığından dolayı sonuçlar ne kadar birbirine yakın olsa da ufak bir etkisinin bulunduğu düşünülmektedir. Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'de yapılan deney sonucunda iki farklı taş ocağından alınan kılcallık yüzdesi - zaman grafiği ayrı ayrı olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Yetimoğlu Madencilik Kılcallık Yüzde-Zaman Grafiği



Şekil 4.4. Şekil 4.4. Seferoğlu Madencilik Kılcallık Yüzdesi-Zaman Grafiği

Tablo 4.7.'de kılcal su geçirimsizliği deneyinin iki farklı taşıdığı için sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Kılcal Su Geçirimsizliği Deneyi Sonuçları

Numune Alınan Firma	SEFEROĞLU		YETİMOĞLU	
Dakika	K (kılcal su emme katsayısı 10^{-5}) cm^2/sn		K (kılcal su emme katsayısı 10^{-5}) cm^2/sn	
5	25,40	25,70	24,50	25,30
10	27,30	27,50	27,00	27,10
20	29,50	29,70	28,70	29,10
30	31,00	31,10	30,40	31,70
60	32,70	33,40	32,30	32,50
240	37,30	37,60	37,10	38,30
1440	41,10	42,40	40,80	41,40

Silis dumanı ikame betonunda, silis dumanı ikame hızının artmasıyla kılcal katsayı azalır. Silis dumanı ile değiştirilen betondaki kılcal katsayı düşüştü, uçucu kül ikamesinden önemli ölçüde daha yüksektir. Örneğin, toplam bağlayıcı içeriği 340 kg/m^3 olan beton için, %30 uçucu kül içeren betonun kılcal katsayısı, sadece %5 silis dumanı ile bile, tanık betona göre %32 oranında azaltılır. Silis dumanı kullanımı, küçük miktarda çimento ikamesi ile bile, uçucu kül kullanan betona kıyasla her iki doz için kılcal katsayısını azaltmada çok iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir Kandil (2014).

Çatlak hasarlı çimento harcı test bloğunun penetrasyon derinliği testi, farklı aşınma derinlikleri altında kılcal su emme testi, kılcal su emme ve diğer yöntemlerle, aşınma veya çatlama için yeni bir tip grafen oksit/silan kompoziti incelemişlerdir. Farklı çatlak genişlikleri altında farklı su yalıtım malzemeleri ile kaplanmış çimento harcı deney bloklarının kılcal su emme katsayıları elde edilmiştir. Çatlak genişliği 0.1, 0.3 ve 0.5 mm olduğunda, kompozit emülsiyonla kaplanmış çimento harcı test bloğunun kılcal su emme katsayısı sırasıyla %93,6, %93,1 ve %91,4 azalmıştır. Test sonuçları, kompozit

emülsiyonun nüfuz derinliğinin 9 mm'den fazla olduğunu ve su geçirmezlik etkisinin iyi olduğunu göstermektedir; beton çatladığında veya aşındığında, kompozit emülsiyonun hala stabil su geçirmezlik performansı tespit edilmiştir Chen, X. vd. (2021) .

Yapılan çalışmada S/Ç oranı azaldıkça kılcal geçirimsizlik değerleri azalmıştır. Kılcal geçirimsizlik deney sonuçlarında 0,63 S/Ç oranındaki beton karışımlarında agrega türüne göre farklılıklar oluştuğu gözlemlenmiştir. S/Ç oranı 0,50 ve 0,35 olan karışımlarda ise agrega türünün bir etkisi olmadığı ve değerlerin yaklaşık olarak aynı olduğu belirlenmiştir. Yüksek S/Ç oranına sahip betonlarda kılcal geçirimsizlik değerleri belirgin olarak daha yüksek elde edilmiştir. Bununla beraber, traverten atığı agregalar ile üretilen betonların daha yüksek geçirimsizlik değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuç üzerinde traverten agregasının yoğunluğunun düşük olmasının ve dolayısıyla boşluk oranının yüksek olmasının etkili olduğu düşünülmektedir Kızıltepe (2021).

4.3.3. Ultrasonik Ses Hızı Ölçümü

Ultrasonik ses hızı deneyi TS EN 12504-4; ASTM C 597'e göre yapılmıştır. Agregalarının ultrasonik geçiş süreleri ortalama olarak Seferoglu madencilik için 4.85 km/sn iken Yetimoğlu madencilik için ise 4.89 km/sn olarak hesaplanmıştır. Numunelerde, betonun kalıba dökülürken iyi sıkıştırılması ve içerisinde bulunan boşlukların az olmasından dolayı sonuçlar mükemmel beton kalitesi seviyesinde çıkmıştır. Karışımların ultrasonik hız ölçümü sonuçları incelendiğinde iki taş ocağından alınan agrega kullanımının ultrasonik hız ölçümü sonuçlarının birbirine yakınlıkları gözlenmektedir. Aralarındaki oluşan bu farkın iki farklı taş ocağı için iki farklı beton karışım hesabı yapılmış olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Kullanılan agrega tane çaplarının farklılığının bu farkları oluşturabileceği düşünülmektedir. Bilindiği üzere yoğunluğu ultrasonik dalgalar daha yoğun betonda daha hızlı hareket eder. Yapmış olduğumuz ultrasonik hız ölçümü nihai sonucu bizlere vermemektedir sadece bizlere beton hakkında bir ön fikir sunmaktadır. Birçok çalışma, betondan inşa edilen binaların iyi yüksek ses hızına ulaşamaması birkaç faktörden kaynaklandığına işaret ediyor. Bu faktörler, kalıplara yerleştirildiğinde sıkıştırma eksikliği, kür eksikliği

ve betonun üretilip yapıya dökülmesi için geçen süreyi içerir. Tablo 4.8.'de ultrasonik ses hızı ölçümü deneyine göre elde edilen sonuçlar gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Ultrasonik Ses Hızı Ölçümü Sonuçları

Taş Ocağı	Beton Sınıfı	Birim Ağırlığı (gr/cm ³)	Ultrasonik Dalga Hızı Ortalama (km/s)
Seferoğlu	C35/45	2441	4,85
Yetimoğlu	C35/45	2489	4,89

Farklı agrega yerleri kullanılarak aynı bileşenlerden yapılan betonun özellikleri üzerinde yapmış olduğu çalışmasında, Samsun ve çevre illerden beş adet kalker ve üç adet bazalt toplamda sekiz taş ocağı incelenmiştir. Numunede, beton kalıba döküldüğünde kolayca sıkıştırıldığı için sonuçlar "oldukça iyi" beton seviyesinde olduğu gözlemlenmiştir. Piyasada üretilen binaların bu kadar yüksek ses hızına ulaşamaması, betonun kalıplarda iyi sıkışmaması, kürünün olmaması ve betonun üretildiği yerden döküm süresine kadar geçen süre vb. Faktörlere bağlıdır Çakoğlu (2021).

Puzolanik bir malzeme olan silis dumanının ağır betonun performansını nasıl etkilediğini araştırmıştır. Hazırlanan beton numunelerinde 0-4 mm elekler arasında %40 ince barit agrega, 4-16 mm elekler arasında %60 iri barit agrega kullanılmıştır. Su/bağlayıcı oranı sabit tutularak hazırlanan ağır betonda ağırlıkça %0,5, %10, %20, %30 PÇ 42,5 R çimento karışıma ağırlıkça eklenmiştir. Silis dumanının artmasıyla taze betonun işlenebilirliği ve içindeki boşluk miktarının azaldığı, beton dayanımının en fazla 28. günde arttığı ve ultrasonik geçirgenliğin de arttığı sonucuna varılmıştır.

Ultrasonik ses geçiş hızı sonuçlarına bakacak olursak, %10 Silis Dumanı bulunan numunede 4.68 km/sn, % 20’de 4.75 km/sn ve %30 bulunan numunede ise 4.81 km/sn sonuçlarını elde etmiştir Esen (2013).

UPV testinin yapılacak olan yönünün önemine vurgu yapmıştır. Çünkü iç genleşmesini nasıl etkilediğini göstermektedir. Sınırlandırılmamış numune gözlemlenen her iki yönde de çok benzer dalga hızları gösterirken, sınırlandırılmış numune daha büyük bir fark göstermektedir. Bu daha büyük fark, sınırlama nedeniyle meydana gelen etkiyi göstermektedir. UPV sonuçları, sınırlandırılmamış ve sınırlandırılmış numuneleri karşılaştırırken çok benzer olduğundan, bu tezin hipotezi daha da sağlamlaştırılmıştır. UPV testinden kaynaklanabilecek hatalara rağmen, hapsetmenin genleşme ve bozulmaya verdiği önemi gösteren net bir eğilim olduğu gözlenmiştir Bianco (2018).

4.3.4. Basınç Deneyi Bulguları

15x15x15 cm’lik C35/45 beton küp numuneler üzerinde 7 ve 28 günlük beton basınç deneyi yapılmıştır. 7 günlük en düşük değeri 41.93 Mpa, en yüksek değeri ise 45.52 Mpa olarak ölçülmüştür. 28 günlük en düşük basınç dayanım değeri 46.61 Mpa iken en yüksek 52.37 Mpa ölçülmüştür. Şekil 4.5.’de kullanılan 2000 kN kapasiteli UTEST markalı basınç dayanım deney presine ait görsel yer almaktadır.



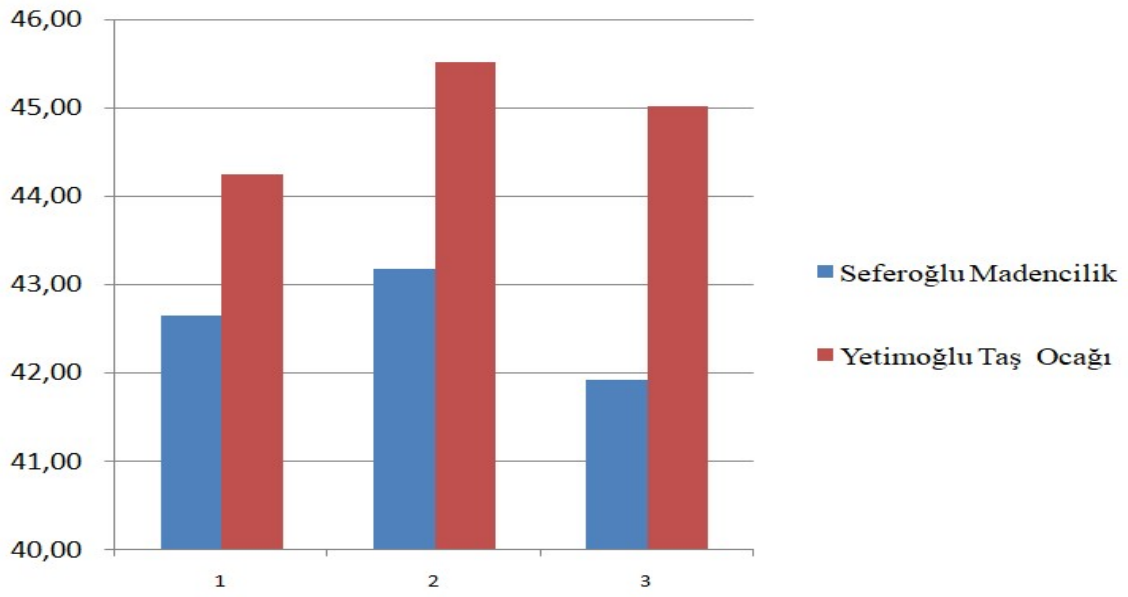
Şekil 4.5. Tek Eksenli Basınç Aleti İle Kırma İşlemi Sonucu

Hazır betonda kullanılan agregalar, fiziksel etkilerden dolayı belirli yükler altında kırılma ve çatlamaya maruz kalmaktadır. Agregaların kullanım alanlarına göre beton basınç sınır değerlerinde olması gerekmektedir. Tablo 4.9.'da iki maden ocağının agregalarıyla üretilmiş betonların 7 ve 28 günlük basınç deneyi sonuçları verilmiştir.

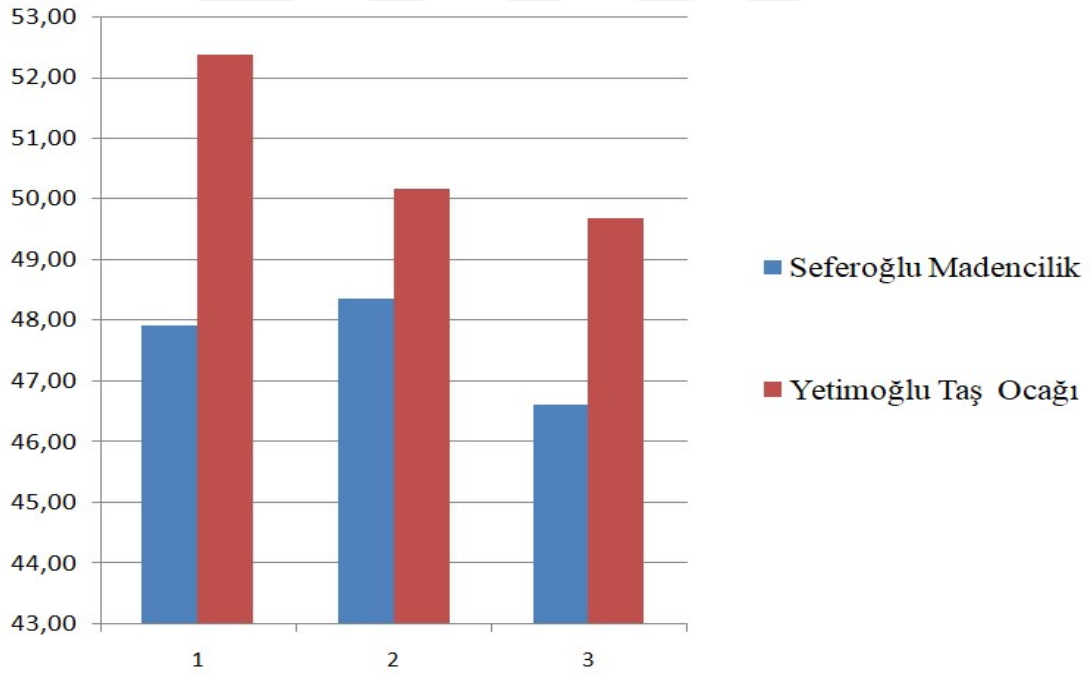
Tablo 4.9. Betonun 7 ve 28 Günlük Basınç Deneyi Sonuçları

Taş Ocağı	Seferoğlu Madencilik			Yetimoğlu Taş Ocağı		
Gün	7. Gün	28. Gün	Artış Miktarı (%)	7. Gün	28. Gün	Artış Miktarı (%)
Mpa	42.65	47.91	12,33	44.25	52.37	18,35
Mpa	43.18	48.36	12,00	45.52	50.17	10,21
Mpa	41.93	46.61	11,16	45.01	49.69	10,39
Ortalama Mpa	42.59	47.63	11,83	44.93	50.74	12,93

Şekil 4.6.'da taşocaklarından alınan numunelerle üretilen betonların 7 günlük basınç dayanımları gösterilmiştir. Şekil 4.7.'de taşocaklarından alınan numunelerle üretilen betonların 28 günlük basınç dayanımları gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Yetimoğlu 7 Günlük Basınç Dayanımı Sonuçları Grafiği



Şekil 4.7. 28 Günlük Basınç Dayanımı Sonuçları Grafiği

İki ocaktan alınan numune Kalker (Kireçtaşı) olmasına rağmen aralarındaki farkın yapılan deneyler sonucunda elde edilen veriler ile her bir taş ocağı için farklı beton karışım hesabı yapılmasından dolayı aradaki dayanım farkı ortaya çıktığı

düşünülmektedir. Artış oranı %18,35 olan numunenin yüksek artış göstermesinin nedeni kalıba konulurken iyi sıkışma göstermesi ve içerisinde ki boşlukların azalarak yoğun bir beton oluşmasından dolayı olduğu düşünülmektedir. Agregada numuneleri üzerinde yapılan deneylerde sonuçların birbirine yakın çıkmasından dolayı farkın oluşmasının tek kaynağının agregadan kaynaklı bir oluştuğu düşünülmemektedir.

Mineral katkı içermeyen betonun basınç dayanımı değerleri, mevcut çalışmaya göre yaklaşık %50 daha yüksek iken, dayanıklılık için benzer özellikler gözlemlenmiştir. Basınç dayanımındaki bu farklılığın, karşılaştırmalı çalışmada harç ve farklı su/çimento oranlarından kaynaklandığı düşünülmektedir Durmuş (2008).

Bir betona suni liflerin eklenmesi betonun basınç dayanımında azalmaya neden olmaktadır. Bu etki, düzgün bir şekilde dağıtılmadığında lifler arasında indüklenen stres nedeniyledir. Öte yandan, bir betona doğal liflerin eklenmesi, mukavemetinde önemli bir artışa neden olmaktadır. Bunun nedeni, bilyeli elyafın yüksek hacminin, eklendiğinde betonda bir stres topuna neden olmasıdır. Betona doğal lifler eklemek betonun işlenebilirliğini arttırmaktadır. Bu, doğal lifler lif takviyeli beton ile birleştirildiğinde mukavemette önemli değişikliklere neden olduğu düşünülmektedir. Doğal lifler içeren tüm karışımlarda daha iyi basınç dayanımı gözlemlenmiştir More F. vd. (2022).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Şanlıurfa ilinde beton üretiminde kullanılan Seferoğlu Madencilik ve Yetimoğlu Mucur taş ocağından alınan agregaların fiziksel özelliklerini belirlemek için ocaktan alınan agrega örnekleri incelenmiştir. Numuneler üzerinde Los Angeles (aşınma), elek analizi, organik madde tayini, alkali-silika reaksiyonu (hızlandırılmış harç çubuk yöntemi), donma ve çözölmeye karşı direnç (magnezyum sülfat), slump (çökme), yüksek sıcaklık deneyi, kılcal su geçirimsizliği, ultrasonik ses hızı ölçümü ve basınç deneyi yapılmıştır.

- Agregada üzerinde yapılan deneyler neticesinde, test için ocaktan alınan agregada numunelerinden elde edilen sonuçların standartta belirtilen sınırlar içinde kalıp kalmadığı belirlenmelidir.
- 15 °C suda kür yapılmış iki farklı numunelerden YO numunesinin 7 ve 28 günlük basınç dayanım değerleri numunelerin basınç dayanımının belirtilen değerlere uygun olduğu görölmektedir.
- Magnezyum sülfat (MgSO₄) çözeltisi ile yapılan donma ve çözölmeye karşı direnç deneyinde Yetimoğlu madencilikten alınan numunede %1,4 ve Seferoğlu madencilikten alınan numunede ise %1,6 kütle kaybı tespit edilmiştir.
- Ocaklardan agregada numunelerde yapılan organik madde tayine göre, agregada numunelerinin bulunduğu çözelti sıvısının 24 saat sonunda ‘renksiz’ olduğu görölmüştür. Bu durum organik madde tayini göz önünde bulundurulduğunda ‘hiç yok’ ya da ‘çok az var’ olarak belirlenmiştir.
- Genel olarak, artan sıcaklıkla basınç dayanımında belirli bir düşüş tespit edildi. Bunun nedeni, betonun 100 dereceye kadar sıcaklıklarda yüksek basınç dayanımına sahip olmasıdır. Sıcaklık arttıkça beton genişir ve mukavemeti

düşer, bu da kopma mukavemetinde bir artışa sebep olmaktadır. Sıcaklık arttıkça çatlaklar genişler ve betonda ciddi hasarlar meydana gelmektedir.

- Üretilen betonların küp basınç dayanımları 7 günlük en düşük değer 41.93 Mpa en yüksek değer ise 45.52 Mpa olarak ölçülmüştür. 28 günlük en düşük basınç dayanım değeri 46.61 Mpa iken en yüksek 52.37 Mpa ölçülmüştür.
- İki ocaktan alınan numune Kalker (Kireçtaşı) olmasına rağmen aralarındaki farkın yapılan deneyler sonucunda elde edilen veriler ile her bir taş ocağı için farklı beton karışım hesabı yapılmasından dolayı aradaki dayanım farkı ortaya çıkmıştır.
- Şanlıurfa'nın halen hazır beton ürettiği tesislerin çoğu Haliliye ilçesi ve çevresine yakın bulunuyor. Bu tesislerin tümü, ekonomik üretim için yakın olmaları nedeniyle tercih edilmektedir.
- Agregalarının ultrasonik geçiş süreleri ortalama olarak, Seferoğlu madencilik için 4.85 km/sn ve Yetimoğlu madencilik için ise 4.89 km/sn olarak hesaplanmıştır. Beton kalıba dökülürken iyi sıkıştırılması ve içerisinde bulunan boşlukların az olması her zaman istenilen bir durumdur. Bu durum sağlandığında betonun dayanımı artarken, geçirimsizliği azalmaktadır.
- Alkali-Silika Reaksiyonu deneyinde, 14 gün sonunda 0-5 mm dereceli numuneler NaOH çözeltisinde bekleyen çubukların genleşme boy limiti %0,1'in altında olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu değer her iki ocaktan alınan agrega numunelerinin uygun bileşimle kullanılması durumunda beton üretimine olumsuz bir etkisinin olmadığını bizlere göstermektedir.
- Şanlıurfa'da bulunan Seferoğlu Madencilik ve Yetimoğlu Mucur taş ocağından alınan agrega numuneleri detaylı bir araştırma sonucunda agrega olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.
- Şanlıurfa bölgesinde inşaat sektörü hızla gelişmektedir, bu nedenle bina inşaat hızı yüksektir, bu nedenle agrega testlerinin yeterli sıra ve hassasiyetle yapılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Ocağın katmanlı yapısının, üretim

yönteminin ve malzemenin parçacık boyutunun tümünün malzemenin özelliklerini etkilediği açıktır. Ayrıca üretimde kalite kontrolünün önemli bir mühendislik gereksinimi olduğu unutulmamalıdır.

- Şanlıurfa ilinde olası kireçtaşı potansiyeline sahip bölgelerin agrega ocakları olabilirliği yönünden araştırılması önerilmektedir.



6. KAYNAKÇA

Kitap

ASTM C 597, (1994). “*Standart Test Method For Pulse Velocity Throught Concrete Annual Book of ASTM Standarts*”

Erdoğan, Y. T. (1997) “*Admixtures for concrete*”. METU Press, 188, Ankara

Neville, A. M. (1995). “*Properties of concrete (Vol. 4). London: Longman*”.

Kurum

Orhan, F. (2012) “*Bitümlü Karışımlar Laboratuvarı Çalışmaları*”. Karayolları Müdürlüğü Araştırma Geliştirme Dairesi Başkanlığı

Sütçü, E. (2005) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara

Dergi

Agrawal Y., Gupta T. and Sharma, R.K. (2022) “*Strength and durability assessment of concrete containing dolomite quarry waste as fine aggregate* ” Journal of Material Cycles and Waste Management 24, 268–286

Bilbay, Ö. F. ve Çelik Bozkaya, G. (2021) “*Afet ve kriz yönetiminin Şanlıurfa ili açısından incelenmesi*”. Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(22), 594-612.

Baradan B., (2006) “*Yapı Malzemesi II*”, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 207(8), 71

Bogas, J. A., Gomes, M. G., and Gomes, A. (2013). "Compressive strength evaluation of structural lightweight concrete by non-destructive ultrasonic pulse velocity method". Ultrasonics, 53(5), 962-972.

Chen, X. vd. (2021), "Influence of a New Type of Graphene Oxide/Silane Composite Emulsion on the Permeability Resistance of Damaged Concrete", Qingdao University of Technology, China 11 (2), 208

Dhir, R. K., McCarthy, M. J., Zhou, S. and Tittle, P. A. J. (2004). "Role of cement content in specifications for concrete durability: cement type influences". Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Structures and Buildings, 157(2), 113-127.

Durmuş, G. (2008), "Farklı Beton Sınıflarının Su İşleme Derinliğinin Değerlendirilmesi", Politeknik Dergisi, 11(4) 379-383

Elimbi, A, Tchakoute, H. K. and Njopwouo, D. (2011). "Effects of calcination temperature of kaolinite clays on the properties of geopolymer cements". Construction and Building Materials, 25(6), 2805-2812.

Gourav Goel and S. N. Sachdeva "Effect of Varied Temperature Conditions on Stripping of Coarse Aggregate" Iranian Journal of Science and Technology, 46, 1937-1948

Kahveci, A. (2013) "Diyarbakır Yöresi Bazalt Taşının Yapısal Özelliklerinin İncelenmesi", Süleyman Demirel Üniversitesi Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi Cilt 5, Sayı 3, 56 – 69

More F., More D.S. and Subramanian S.S. (2022) "Impact of Fibres on the Mechanical and Durable Behaviour of Fibre-Reinforced Concrete ", SRMIST, 12(9), 1436

Mushtaq vd. (2022) "Effect of Bentonite as Partial Replacement of Cement on Residual Properties of Concrete Exposed to Elevated Temperatures", National University of Sciences and Technology (NUST), 14 (18), 11580

Yalçın, M.N ve diğerleri (2004) “*Şanlıurfa Yöresinin Temel Jeolojik Özellikleri ve Jeolojik Miras Envanteri*”, TUBA Kültür Envanteri Dergisi, 157-168

Tez

Akyıldırım, H. (2022) “*Gebze Tavşanlı Kireçtaşı İle Kandıra Babaköy Bazaltı Kırmataş Agregalarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin Karşılaştırılmasının İncelenmesi*”, Kocaeli Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Alhamad, M.Alhassn (2022) “*Erzincan Elma Köy Taş Ocağından Elde Edilen Agregası İle Kangal Termik Santrinde Elde Edilen Uçucu Külün Kullanımıyla Yüksek Dayanımlı Betonun Üretilebilirliğinin Araştırılması*”,Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Altun, M. (2014) “*Geri kazanılmış agrega ile üretilen betonların mekanik özelliklerinin lif kullanılarak iyileştirilmesi*”. Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans tezi

Batmaz, A. (2006) “*Rize ili ve çevresindeki derelerden elde edilen agreganın beton yapımına uygunluğunun araştırılması*”. Fırat Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Bianco, D. J.(2020) “*Investigating the Effects of Aggregate Size and Reinforcement on ASR Cracking in Concrete Structures Studied with Different Evaluation Methods*”, University of South Carolina, Yüksek Lisans Tezi

Caymaz, M. (2009) “*Baritin beton agregası olarak kullanılabilirliği ve kalker ile dere malzemesi agregasıyla karıştırılması*”. Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans tezi

Çakoğlu, A.Hikmet (2021) “*Samsun ve Çevresindeki İllerde Yer Alan Kaya Birimlerinden Elde Edilen Agregaların Beton Performansına Etkisinin İncelenmesi*”, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Doktora Tezi

Çeviren, E. (2021) “*Tokat Yöresine Ait Atık Mermerlerin Beton Parke Taşında İnce Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi*”,Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Çivioğlu, F.Sami (2020) “*Geri Dönüştürülmüş Beton Agregası İle Üretilen Kendiliğinden Yerleşen Betonların Fiziksel, Mekanik Ve Dayanıklılık Özelliklerinin Araştırılması*”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Çomak, B. (2007) “*Isparta Yöresinde Çıkarılan ve Beton Üretiminde Agregası Olarak Kullanılan Malzemelerin Özelliklerinin Belirlenmesi*”. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Dalkılıç, D. (2019) “*Batman ve çevresinde agrega olarak kullanılan kayaların özelliklerinin incelenmesi, Batman Üniversitesi*”, Yüksek Lisans Tezi

Dunuweera, S. P. and Rajapakse, R. M. G. (2018). “*Cement types, composition, uses and advantages of nanocement, environmental impact on cement production, and possible solutions*”. Advances in Materials Science and Engineering, University of Peradeniya, Peradeniya, Sri Lanka

Doğan, M. (2008) “*Tekirdağ yöresinde bulunan taş ocaklarından çıkarılan agreların beton üretiminde kullanılabilirlikleri*”. Namık Kemal Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Esen, S. (2013) “*Silis Dumanı Katkılı Ağır Betonların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri*”, Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi,

Güneyli, A. (2010) “*Adana bölgesinde 5 agrega işletmesinin ürettiği agregalar fiziksel ve mekanik özellikleri Beton Agregası Standardı (TS 706 EN 12620 +A1) açısından incelenmesi*”. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Gürkan, M.Ş. (2021), “*Farklı Tip Harçlarla Kaplama Yapılmış Betonlarda Yüksek Sıcaklık Etkisi*”, İnönü Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Harmancı, F.Nur (2022) “*Döküm ve Maden Endüstrisi Atıklarının Beton İçerisinde Agregası Yerine Kullanımının Araştırılması*”, Konya Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Kandil (2014) “*Uçucu Kül ve Silis Dumanı İçeren Betonların Geçirimlilik Özelliklerinin Araştırılması*” Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Kara, O. (2008) “*Kahramanmaraş Kum Ocaklarındaki Agregaların Beton Dayanımına Etkisi*”. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Kılınç, C. ve Akkaya, Y. (2007). “*Katkı Dozajı ve Taze Beton Sıcaklığının Kendiliğinden Yerleşen Beton Özelliklerine Etkisi*”. İTÜ, İstanbul, Türkiye, Yüksek Lisans Tezi

Kızıltepe, U. (2021) “*Traverten Atıklarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması*”, Yozgat Bozok Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Kocabay, N. (1991) “*Sivas ve Havalisinde Yapılan İnşaatlarda Kullanılan Agreganın %80’ini Karşılamanın Ocağın Beton Yapımında Uygunluğunun Araştırılması*”. Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Kolo, D. N. ve Enwongulu, J. O. (2022) “*Development of Statistical Models to Predict the Compressive Strength of Concrete Produced Using Quarry Dust as Partial Replacement for Fine Aggregate*”. Federal University of Technology Minna, Minna, Nijerya

Korkanç, M.Tuğrul A. (2016) “*Niğde Bölgesinde Kullanılan Agregaya Kaynakları ve Sorunları*”. Ömer Halisdemir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Kula, M. (2008) “*Edirne Yöresinde Bulunan Agregaya ve Taşocakları Malzemelerinin Beton ve Beton-Asfalt Malzemesi Üretiminde Kullanılabilirliklerinin Araştırılması*”. Namık kemal Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Kürüm, E.Burak (2019) “*Elazığ ve Yakın Çevresindeki Kayaçların Beton Agregası Olabilirliğinin İncelenmesi*”, Fırat Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Mayrhofer (2001) “*Yığma Yapılarının Yatay Derz Güçlendirme Yöntemiyle Güçlendirilmesi*”. Selçuk Üniversitesi, Doktora Tezi

Özdemir, M. (2006) “*Adana İlinde Yer Alan Kayaç Mukavemetinin Beton Dayanımına Etkisi*. Çukurova Üniversitesi”, Yüksek Lisans Tezi

Özgan, İ. (2010) “*Düzce Yöresi Agregalarının Mühendislik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Beton Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması*”. Düzce Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Özsu, Ö. (2019) “*Kırkağaç (Manisa), Kızılören (Soma-Manisa) ve Bakacak(Karesi-Balıkesir) Civarında Yüzeyleyen Kireçtaşlarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması*”, Balıkesir Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Temizel, K. (1998) “*Samsun İli Bafra İlçesi Kızılırmak Havzasındaki Doğal Agregacı Ocaklarından Alınan Agregaların ve Bu Agregalardan Üretilen Betonun Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi*”, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Tutmaz, Ş. (2009) “*Tokat İli Merkez İlçesindeki Doğal Agregacı Kaynaklarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi*”. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Uçar, H. (2008) “*Mersin İli Tarsus İlçesinde Yer Alan Kırma-Elleme Tesisinde Üretilen Kırma Taşların Beton Agregasında ve Hazır Beton Tesislerinde Kullanılma Kriterleri*”. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Uko, Ç. vd. (2021) “*Evaluation of Concreting Aggregates Obtainable From Quarries In Akampka, Cross River State*” University of Uyo, Uyo, Nijerya

Yokel, İ. (1976) “*Depreme Maruz Kalmış Yığma ve Kırsal Yapı Davranışlarının İncelenerek Yığma Yapı Yapımında Dikkat Edilmesi Gereken Kuralların Derlenmesi*”. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Yörük, O. (2015) “*Yüksek Dayanımlı Betonlarda Agregacı Geometrisinin ve Doğrultusunun Kırılma Mekanizmasına Etkisinin İncelenmesi*”. Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Zarrog M.H.T. (2020), “*Kendiliğinden Yerleşen Beton Üretiminde Uçucu Kül Ve Mermer Tozu Kullanımının Araştırılması*”, Kastamonu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi

Kongre ve Sempozyum

Birinci, F. (2019). “TS 802 Beton tasarımı ve hazır beton satışı hataları ve çözüm önerileri”. Uluslararası 10. Beton Kongresi, Bursa

Esenli, V. (1996) “Kırmataş hammaddeleri ve standartları,” İ.T.Ü. (Maden Fakültesi Maden Yatakları-Jeokimya Anabilim Dalı), I. Ulusal Kırmataş Sempozyum, 975-395-196-5

Standartlar

TS EN 1097-2:2020, Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler Bölüm 2: Parçalanma direncinin tayini için metotlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1097-3,1999 Agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri için deneyler- Bölüm3:Gevşek yığın yoğunluğunun ve boşluk hacminin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 706 EN 12620+A1 (2009). Beton Agregaları Deneyleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara,

TS EN 197-1. (2012). Çimento-Bölüm 1: Genel Çimentolar-Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 933-5 (2000). Agregaların geometrik özellikleri için deneyler - Bölüm 5: İri agregalarda ezilmiş ve kırılmış yüzeylerin yüzdesinin tayini

TS EN 933-1:2012. Agregaların geometrik özellikleri için deneyler bölüm 1: Tane büyüklüğü dağılımı tayini- Eleme metodu. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1367-2 (2011). Agregaların termal ve bozunma özellikleri için deneyler- Bölüm2: Magnezyum sülfat deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, .

TS EN 1744-1+A1(2013). Agregaların kimyasal özellikleri için deneyler-Bölüm 1: Kimyasal analiz, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, .

TS EN 12350-1 (2019). Taze Beton Deneyleri – Bölüm 1: Numune Alma ve Yaygın Kullanılan Aygıtlar. Ankara.

İnternet Kaynakları

Agrega Üreticileri Birliği. (2001). *"Türkiye'deki Agrega Üreten Tesisler"*. <http://agub.org.tr/uyeler.php> (Erişim Tarihi: 13.12.2021)

Geoset. (2006). *"Türkiye'nin Jeolojik Özellikleri"*. <http://geoset.com.tr/turkiyenin-jeolojik-ozellikleri.html> (Erişim Tarihi: 16.12.2021)

İstanbul-visit.com. (2004) *"Şanlıurfa Deprem Haritası"*. <https://www.istanbul-visit.com/carte/Sanliurfa-carte> (Erişim Tarihi: 02.01.2022)

İzmir Alternatif OSGB. (2013). *"Betonun Bilesenleri"*. <http://www.izmiralternatif.com.tr/haberdetay/betonun-bilesenleri/> (Erişim Tarihi: 11.12.2021)

KaliteKontrol.NET. (2018). *"Agrega Nedir? Çeşitleri Ve Özellikleri"*. <http://www.kalitekontrol.net/agrega/agrega-nedir-cesitleri-ve-ozellikleri.html> (Erişim Tarihi: 05.12.2021)

MTA Genel Müdürlüğü. (2010). *"Şanlıurfa İli Maden Haritası"*. https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgimerkezi/maden_potansiyel_2010/Sanliurfa_Madenler.pdf (Erişim Tarihi: 15.02.2022)

Sarpkaya, Ç. Necmiye. (2012). *"Agrega Nedir? Agreg Türleri Nedir? Beton İçin Agreg Neden Önemlidir?"*. <https://www.xing.com/communities/posts/agrega-nedir-agrega-tuerleri-nedir-beton-icin-agrega-neden-oenemlidir-1006975443>, (Erişim Tarihi: 24.11.2021)

Saygılı, R. (2015). *"Şanlıurfa İş Haritası"* <https://beykoz.bel.tr/sayfa/138/226/beykoz-hilvan-kardes-sehir-iliskileri> (Erişim Tarihi: 18.02.2022)



