T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞANLIURFA YÖRESİNDE BULUNAN KALKER OCAKLARINDA ATIL DURUMDAKİ ELENMİŞ MALZEMELERİN (TAŞ UNU) TAZE VE SERTLEŞMİŞ BETONA ETKİSİ

Abdulgafur HOROZ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iiv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
3. MATERYAL ve YÖNTEM 13
3.1. Materyal 13
3.1.1. Çimento *13*
3.1.2. Agrega *14*
3.1.3. Su *14*
3.1.4. Kimyasal katkı *14*
3.1.5. Taş unu *15*
3.2. Deneysel çalışmalar 17
3.2.1. Elek analizi deneyi *17*
3.2.2. Karışımın hazırlanması *23*
3.2.3. Taze beton deneyleri *25*
3.2.3.1. Birim hacim ağırlık deneyi 25
3.2.3.2. Slump (Çökme) deneyi 27
3.2.4. Sertleşmiş beton deneyleri *29*
3.2.4.1. Basınç dayanımı deneyi 29
3.2.4.2. Ultra ses – hızı deneyi 30
3.2.4.3. Eğilme dayanımı deneyi 32
3.2..3. Kapiler su emme deneyi 34
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 36
4.1.Taze beton deney sonuçları 36
4.1.1. Birim hacim ağırlık deneyi sonuçları ve değerlendirilmesi *36*
4.1.2. Slump deneyi sonuçları ve değerlendirilmesi *37*
4.2. Sertleşmiş beton deney sonuçları 39
4.2.1. Basınç dayanımı deneyi sonuçları ve değerlendirilmesi *39*
4.2.2. Ultra ses hızı deneyi sonuçları ve değerlendirilmesi *41*
4.2.3. Kapiler su emme deneyi sonuçları ve değerlenirilmesi *42*
4.3.1. Eğilmede çekme dayanımı sonuçları ve değerlendirilmesi *44*
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 46
KAYNAKLAR 47
ÖZGEÇMİŞ 50

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ŞANLIURFA YÖRESİNDE BULUNAN KALKER OCAKLARINDA ATIL DURUMDAKİ ELENMİŞ MALZEMELERİN (TAŞ UNU) TAZE VE SERTLEŞMİŞ BETONA ETKİSİ

Abdulgafur HOROZ

Harran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Fatma Şebnem KULOĞLU YÜKSEL

Yıl: 2020, Sayfa:50

Bu tez çalışmasında, kalker ocaklarında atıl durumdaki taş ununun değerlendirilmesi açısından araştırılmalar yapılmıştır. Çünkü Şanlıurfa da çok sayıda kalker ocakları bulunmaktadır. Bu ocaklardan elde edilen belli granüldeki malzemeler, beton yapımında ve alt yapı çalışmalarında kullanılmaktadır. Yığın halindeki malzemeler belli dane çaplarına ayrılması sırasında parçalama işlemlerini yapan konkasör makinalarının aşındırması sonucu taş unu oluşmaktadır. Bu taş ununun kullanım alanı kısıtlı olduğu için atılması veya depolanması büyük külfetler oluşturmaktadır. Ayrıca kalker tozları çevreye de büyük zararlar vermektedir. Ocak çevresinde bulunan yerleşim yerleri, kalker tozlarının kimyasal yapısından dolayı insan ve bitki sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple ocaklardan çıkan atık taş ununun geri dönüşümü ile ilgili bir çalışma ihtiyacı oluşturmuştur. Bu çalışmada ocaklardan çıkan atık malzemelerin betonda kullanılabilirliği araştırılmak istenmiştir. Yapılan çalışmada tanık beton için oluşturulan reçetede kullanılan ince agrega ile taş ununun yer değiştirilmesinin kullanabilirliği incelenmiştir. Taş unu ince agrega ile %0, %5, %10, %15 ile %20 oranında yer değiştirilmiş ve birim hacim ağırlık, slump (çökme) deneyi, basınç dayanımı, eğilmede çekme dayanımı, kapiler su emme ve ultra ses geçiş hızı testlerine tabi tutulmuştur. Bu çalışmanın en önemli unsurlardan biri olan basınç dayanımında sürekli bir artış, eğilmede çekme dayanımında ise % 10'a kadar bir artış olduğu gözlemlenmiştir.

ANAHTAR KELİME: Taş unu, kapiler su emme, basınç dayanımı, eğilmede çekme dayanımı

ABSTRACT

MScThesis

THE EFFECT OF DISPOSED MATERIALS (STONE FLOUR) ON FRESH AND HARDENED CONCRETE IN LİMESTONE QUARRIES IN ŞANLIURFA REGION

Abdulgafur HOROZ

Harran University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

Supervisor: Assoc. Dr. Fatma Şebnem KULOĞLU YÜKSEL

Year: 2020, Page:50

In this thesis, researches have been made to evaluate the idle stone flour in limestone quarries. Because there are many limestone quarries in Şanlıurfa. The materials in certain granules obtained from these quarries are used in concrete construction and infrastructure works. Stone flour is formed as a result of the abrasion of the crusher machines that perform the shredding processes during the separation of the bulk materials into certain grain diameters. Disposal or storage of this stone flour is a big burden since its usage is limited. Also, limestone dusts cause great damage to the environment. Settlements around the quarry negatively affect human and plant health due to the chemical structure of limestone powders. For this reason, it has created a need to work on the recycling of waste stone flour from the quarries. In this study, it was aimed to investigate the usability of waste materials from quarries in concrete. In the study, the usability of replacing the fine aggregate and stone flour used in the recipe created for witness concrete was investigated. Stone flour was replaced with fine aggregate at 0%, 5%, 10%, 15% and 20% and subjected to unit volume weight, slump test, compressive strength, bending tensile strength, capillary water absorption and ultra sound transition speed tests. It was maintained. It has been observed that there is a continuous increase in compressive strength, one of the most important elements of this study, and an increase in tensile strength up to 10%.

KEYWORDS: flourstone, capillarywaterabsorptioncompressivestrength, bending tensile strength

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bana her zaman güvenen ve hep yanımda olan çok değerli danışman hocam Dr. Fatma Şebnem KULOĞLU YÜKSEL'e sabrından ve anlayışından dolayı çok teşekkür ederim.

Ayrıca laboratuar çalışmalarımda bana yardımcı olan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3. 1. Taş ununun alındığı kalker ocağının haritadaki yeri....16
Şekil 3. 2. Taş ununun alındığı kalker ocağı....16
Şekil 3. 3. Elek analizi düzeneği....17
Şekil 3. 4. %0 taş unu katkılımalzemenin tane dağılımı....18
Şekil 3. 5. %5 taş unu katkılımalzemenin tane dağılımı....19
Şekil 3. 6. %10 taş unu katkılımalzemenin tane dağılımı....20
Şekil 3. 7. %15 taş unu katkılımalzemenin tane dağılımı....21
Şekil 3. 8. %20 taş unu katkılımalzemenin tane dağılımı....22
Şekil 3. 9. Beton karışımına taş unu eklenmesi....23
Şekil 3. 10. Karışımların hazırlanmasında kullanılan beton karıştırıcı....24
Şekil 3. 11. Kür havuzu....24
Şekil 3. 12. Numune kabı yağlama işlemi....25
Şekil 3. 13. Sıkıştırılma işleminde kullanılan titreşim masası....26
Şekil 3. 14. Numune tartım işlemi....26
Şekil 3. 15. Slump deneyinde kullanılan koni kalıp....27
Şekil 3. 16. Kalıbın üst seviyesinde fazla taşan betonun mala ile tesviyesi....28
Şekil 3. 17. Çökme değerinin belirlenmesi....28
Şekil 3. 18. Basınç test cihazı yükleme başlığı....29
Şekil 3. 19. Ultra ses hızı deneyi....30
Şekil 3. 20. Ultra ses cihazı....31
Şekil 3. 21. Üç eksenli eğilme dayanımı deney düzeneği....32
Şekil 3. 22. Üç eksenli eğilme dayanımı cihazı....33
Şekil 3. 23. Kapiler su emme deneyi düzeneği....34
Şekil 3. 24. Kapiler su emme deneyi....35
Şekil 4. 1. Birim hacim ağırlık grafiği....37
Şekil 4. 2. Çökme değerlerinin grafiksel gösterimi....39
Şekil 4. 3. Basınç dayanımı ile taş unu arasındaki ilişkisi....40
Şekil 4. 4. Farklı oranlardaki taş ununun ultra ses hızlarının karşılaştırılması....42
Şekil 4. 5. Kapiler su emme miktarlarının değişimi....42
Şekil 4. 6. Eğilme dayanımı ile taş unu arasındaki ilişki....44
Şekil 4. 7. Eğilme dayanımı kuvvet şekil değişimi ilişkisi....45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3. 1. Çimento kimyasal kompozisyonları 13
Çizelge 3. 2. Agregalara ait özgül ağırlık ve su emme değerleri 14
Çizelge 3. 3. Katkı maddesi teknik özellikler 15
Çizelge 3. 4. %0 taş unu katkılı elek analizi sonuçları 18
Çizelge 3. 5. %5 taş unu katkılı elek analizi sonuçları 19
Çizelge 3. 6. %10 taş unu katkılı elek analizi sonuçları 20
Çizelge 3. 7. %15 taş unu katkılı elek analizi sonuçları 21
Çizelge 3. 8. %20 taş unu katkılı elek analizi sonuçları 22
Çizelge 3. 9. 1 m^3 beton için karışım miktarı 23
Çizelge 3. 10. Ses geçiş ölçülerine göre beton kalitesi.....31
Çizelge 4. 1. Taze beton numunelerin birim hacim ağırlıkları.....36
Çizelge 4. 2. Taş unu kullanılarak elde edilen çökme değerleri.....37
Çizelge 4. 3. Taze beton için çökme sınıfları 38
Çizelge 4. 4. Farklı oranlardaki taş unu katkılı beton numunelerin basınç dayanımları.....40
Çizelge 4. 5. Ultra ses geçiş hızı sonuçları.....41
Çizelge 4. 6. Numunenin emdiği su miktarları 43
Çizelge 4. 7. Kapiler su emme katsayıları.....43
Çizelge 4. 8. Farklı oranlardaki taş unu katkılı beton numunelerin eğilme dayanımları 44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

TB	Tanık Beton
KTT	Kireç Taşı Tozu
KYH	Kendiliğinden Yerleşen Harç
KYB	Kendinden Yerleşen Beton
TUK	Taş Unu Katkılı
AMT	Atık Mermer Tozu
CEM	Çimento
TS	Türk Standartları
EN	Europeane Norm,Avrupa Standartları
PÇ	Portland Çimentosu
ASTM	Amerikan Test ve Standart Oluşturma Birliği
F	Beton basınç deneyinde kırılma anında ulaşılan en büyük yük
f_c	Beton Basınç Dayanımı
g	Kütle Birimi,gram
S	Taze beton çökme sınıfı
V	Beton Numunesi Hacmi

1. Giriş

İlk olarak 1800'lü yılların sonunda yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlanan beton, o yıllardan günümüze en yaygın kullanılan yapı malzemesidir. Betonu oluşturan ana bileşenler agrega, kum, çimento ve sudur. Betonun hacimce %75 kadarını oluşturan agregalar doğal deniz ya da dere agregası olabildiği gibi, büyük taşların taş kırıcılarda (konkasör) kırılmasıyla elde edilen kırma taşlardan da kullanılabilmektedir. Bunlar da boyutlarına göre kaba agrega ve ince agrega olarak ayrılırlar. Betonun boşluksuz, kompakt olabilmesi için kaba ve ince agrega belli bir gradasyonla beton karışımına girerler.

Betonun bu kadar yaygın olarak inşaat sektöründe kullanılması bu malzemelerle ilgili de kaynak sıkıntısını gündeme getirmiştir. Betonun boşluk yapısını değiştirerek daha dolu bünyeli olmasını sağlayacak, böylece betonun hem mekanik,hem fiziksel, hem de durabilite özelliklerini iyileştirecek malzeme alternatifi olarak, betondaki ince agrega (kum) miktarını azaltarak, onun yerine taş ocaklarında artık ürün olarak oluşan taş tozunun betona katkı olarak kullanılması konusu uzun zamandır araştırılmaktadır. Yapı malzemesi olarak tras, uçucu kül, silis tozu, taş tozu vb katkıların kullanımı çok eskilere dayanmakla beraber, beraberinde getirdiği bir takım olumsuz etkilerden dolayı bu konuda kısıtlamalar da vardır.

ASTM C 33'e göre 0.075 mm elekten geçen malzeme miktarının ince agrega içerisinde en fazla %7, iri agrega içerisinde en fazla %1 oranında bulunmasına izin verilmektedir. TS706 EN 12620/AC 'de ise ince agrega genel olarak 63µm açıklıklı elekten geçen kil, silt ve taş unu gibi yıkanabilir maddeler olarak sınıflandırılmakta ve bunların ince agrega içerisinde maksimum %4 oranında bulunmasına müsaade edilmektedir. [12]

Beton içerisinde filler malzemesi olarak adlandırılan taş tozunun miktarının artması, betonun işlenebilirliğini azaltıp, toplam agrega yüzey alanını arttırdığı için su ihtiyacını arttırır. Su ihtiyacının artması betonun mekanik özellikleri için çok önemli olan su/çimento oranını değiştirir.

Betonun mukavemetini etkileyen başka bir konu çimento hamuru ile agregalar arasındaki aderanstır. Agregaların şekilleri, yüzey özellikleri, temiz olup olmadıkları, gradasyonlarının düzenli olması ve içerdikleri mineraller bu aderansı belirler. 200 numaralı (0.075 mm) elekten geçen, kil olduğu düşünülen çok ince malzemenin verilen değerlerin üstünde olması durumunda agrega ile çimento hamuru arasındaki aderansın zayıflatacak olduğu bilindiğinden, agrega yıkandıktan sonra kullanılması istenir.

Tüm bu sebeplerden karışıma eklenecek taş tozu miktarında optimum oranın yakalanması önemlidir. Yapılan araştırmalar da bu yönde devam etmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

N.Temzibaşioğlu (1996), yaptığı çalışmada ince agrega olarak kireç taşından üretilen kırma taş tozdan beton üretiminde kullanabilirliği beton özelliklerine olan etkileri ve doğal kuma göre üstünlükleri karşılaştırılma yapılarak araştırılmıştır. Doğal kum yerine kırma taş tozu kullanılarak hazırlanan betonun priz süresi, taze betonun işlenebilirliği, kıvamı, sıcaklığı, birim hacim ağırlığı ve sertleşmiş betonun 7 ile 28 günlük basınç dayanımı karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak kırma taş tozu miktarı arttıkça çökme değerinin aynı olduğu halde işlenebilirliğinin büyük oranda azaldığı, priz süresinin kısaldığı birim hacim ağırlığının arttığı ve 7 ile 28 günlük basınç dayanımlarının da arttığı sonucuna varılmıştır.[20]

C.Taşdemir, H.Atahan (1996), bu çalışmada betona kalker filleri ile silis dumanın çimento ağırlığına göre %10 oranınca eklenip su/(çimento+filler) oranı %40 sabit tutulmuş olup 3 farklı beton numunesi dizayn edilmiştir. 3 farklı beton numunelerine aynı oranda süper akışkanlaştırıcı eklenmiştir. Bunun sonucunda filler malzemesi betonda kullanabilirliği ve mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Kalker fillerin betonda kullanılması tanık beton referans alındığında 90. günde betonun mekanik özelliklerine olan etkisi görülmediği tespit edilmiştir. Kalker fillerinin çevreye olan biyolojik ve kimyasal zararlarından dolayı ve enerji harcamasının az olması nedeniyle betonda kullanılması avantaj sağlamaktadır. Bununla beraber kalker fillerinin çimentonun bağlayıcılık özelliklerini taşımadığı görülmüştür.[21]

M. Hürbaş, Ş. Koruç, R. Sönmez (2003), yaptıkları araştırmada kırma taş malzemeden elde edilen ince agreganın, beton karışımında doğal agrega olarak nasıl ikame edilebileceğini araştırmışlardır. Çalışmada İstanbul Çatalca Bölgesi beyaz kalker kullanılmıştır. Farklı kırma yöntemleriyle çalışan kırıcılarda üretilen kırma kumlar ve doğal agregalar olarak beton karışımında kullanılan deniz kumu numunelerinin ince kesitleri, laboratuvarda incelenmiş ve şekilsel özellikleri belirlenmiştir. Üretilen kırma kumlar, deniz kum agregası ve yine Çatalca da bulunan

beyaz kalkerden üretilen taş tozu (unu) ile uygulamada santrallerde üretilen beton karışımı esas alınmış ve aynı tumbadan alınan agregalar kullanılarak ve s/ç oranı ile çimentonun dozajı sabit tutulmuştur. Toplamda 24 adet beton denemesi yapılmıştır. Betonların üretimi sırasında işlenebilirliği ölçmek için çökme deneyi yapılmıştır. Ayrıca beton basınç dayanımları 3, 7 ve 28 günlük olmak üzere deneyler yapılmıştır. Böylelikle tanık beton karışımının işlenebilirliği ve basınç mukavemetleri ile üretilen diğer beton numuneleri ile karşılaştırılmıştır. Değişik kırma prensipleriyle çalışan kırıcılarda üretilen kırma kumların, aynı oranda köşeli, yassı ve kübik taneler içerdiği ve bu kırma kumların beton içerisinde de farklı sonuçlara yol açmadıkları belirlenmiş taş unu ve kırma kum daneleri arasında bulunan şekil farklılığı, betonun işlenebilirliğine olumsuz bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Yapılan çalışmada, betonda taş unu kullanım oranının artmasıyla birlikte diğer beton karışımlarına oranla betonun suya olan gereksinimi arttığı tespit edilmiştir. Ancak bu duruma rağmen referans beton karışımına göre betonun dayanım mukavemetlerinin arttığı belirlenmiş.[1]

E. Özgan (2008), çalışmasında yan ürün olarak bulunan kırma taş agrega içerisindeki taş tozunun betonun basınç dayanımını ne yönde etkilediğini araştırmıştır. Bunun için kırma taş agregadan elde edilen dozajı 200 olan beton örneklerine, içerisindeki ince agregayı verilen sıra ile ağırlıkça %0, %5 ,%10, %15 oranlarında azaltarak yerine taş tozu ilave edilmiştir. Bu yeni oranlarla hazırlanan beton örneklerinin mekanik özellikleri test edilmiştir. Deney sonuçlarına göre, eklenen taş unu, kırma taş agregası ile üretilen betonların basınç dayanım mukavemetini belli bir orana kadar arttırdığı, belli bir orandan sonra ise basınç dayanımındaki artış doğrultusundaki değişimin azaldığı görülmüştür. Bu çalışmada ayrıca, bir tahmin modeli oluşturulmuştur, deneylerle belirlenmemiş olan basınç mukavemetinin taş unu miktarına bağlı olarak tahmin edilebilmesi için Bulanık Mantık Metoduyla oluşturulan modelin kullanılabilirliğini göstermiştir.[2, 11]

A.Özdemir (2009), çalışmasında mukavemeti az ve çok olan betonları araştırmak üzere, farklı iki beton karışımı su/bağlayıcı oranı 0,40 ile 0,65 tasarlamıştır. Tüm karışımda beton reçetesi hazırlarken 0-5 mm boyutlu kum ve çimento yerine kalker esaslı kırma taş filler malzemesi kullanarak betonun fiziksel özellikleri test edilmiştir. Elek analizi yöntemi ile çalışmada kullanılan agregaların filler içeriği ayrıştırılmıştır. Beton karışımlarında kullanılan filler malzemesi sonradan eklenmiştir. Bu çalışma sonucunda beton içerisine belirli oranlarda filler malzemesi eklenerek betonun boşluksuz bir yapıya bürünmesi, bu nedenle betonun fiziksel özellikleri iyileştirilmiş ve kullanılan çimento miktarını azaltarak maliyeti düşürmek hedeflenmiştir. Burada %12 oranı kritik değere kadar filler malzemesinin yer değiştirmesi ile beton örneklerinin basınç mukavemetlerini arttırmıştır. Ancak filler miktarı %12'yi geçtiği zaman beton numunelerinin basınç dayanımlarının düştüğü görülmüştür. Aynı durum filler malzemesinin çimento miktarının%8 oranı ile değiştirmesi için de geçerlidir. Filler miktarındaki artış ile birlikte taze beton içerisindeki hava miktarının düştüğü, birim hacim ağırlığının yükselerek, fillerin betonun boşluklarını doldurduğu görülmüştür. Boşlukların kapanması ile beton geçirimsiz ve daha dolu hale gelmektedir. Birtakım kimyasallar kullanılarak oluşan su gereksinimi yüksek mukavemetli betonlarda giderilebilir. Ancak islenebilirlilik düşeceği için betonda segregasyon oluşabilir. Düşük dayanıma sahip betonlar hedeflenerek hazırlanan, su/bağlayıcı oranı 0,65 olan numunelerde, filler malzemesinin kullanımı betonda islenebilirlik ve ayrışma için uygulanabilir.

Filler malzemesi ile çimentonun yer değiştirdiği C serisi numuneleri ile fillerin 0-5 mm boyutlu agrega ile yer değiştirdiği A sınıfı beton örnekleri kıyaslandığında, kırma-tas kalker kökenli filler malzemenin, betonda bağlayıcı ile belirli oranda yer değiştirebildiği görülmüştür. İçerdiği filler oranı düşük olan beton örnekler,filler oranı daha yüksek olan beton örneklere göre, 28. gündeki basınç dayanımının daha düşük bir bölümünü 7. günde karşılamaktadır.

Deney sonuçlarına bakılınca ince agreganın bir kısmını, kırma taştan elde edilen fillerden alarak karışımın oluşturulabileceği görülmüştür.Betonun özelliklerini araştırırken karşımıza çıkan ve en önemli kriterlerden biri olan agrega-harç ara yüzeyindeki boşlukların kırma taş filleri ile kapatılması olumlu sonuç vermiştir. Betona eklenen fillerin artışı, taze betonun birim hacim ağırlığını da arttırmaktadır.

Bu durumda, fillerin, betonu daha boşluksuz, daha az geçirgen hale getirdiği görülmektedir. Böylece betonun geçirimliliği azalırken, durabilitesi yani dayanıklılığı artar. Optimum değerden fazla ilave edilen fillerin hem 0-5 mm boyutlu agrega ile hem de çimento ile yer değiştirmesi durumunda agrega ile beton matrisinin aderansı kötü yönde etkilenecektir.Oluşabilecek kimyasal reaksiyonlar da düşünülerek yapılan çalışmalarda, kırma taş filler malzemesinin içerdiği CaCO3'ın çimento, silis ve alkali ile etkileşimi görülmüştür.[5]

Mahzuz, H.M.A., Ahmed, A.A.M., Yusuf, M.A (2011), tarafından yapılan çalışmada, laboratuvar deneylerinden, taş tozu ve taş kırıkları ile üretilmiş betonun, normal kum ve tuğla kırıkları ile üretilmiş betondan yaklaşık %15 daha fazla mukavemet kazandığı görülmüştür. Taş tozu ve tuğla kırıklı beton, normal kum ve taş kırıklı betondan %10 daha fazla mukavemet kazanmıştır.Taş tozundan elde edilen harcın 33.02 Mpa olan en yüksek basınç dayanımını kazanması ile taş tozunun harçlarda daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Taş tozundan üretilmiş beton, normal kumdan üretilmiş betona göre %14,6 daha yüksek basınç dayanımı değerini vermiştir. Öte yandan tuğla kırığı ve taş tozu ile üretilmiş olan beton tuğla kırığı ve normal kumdan üretilmiş olan betondan daha yüksek basınç değerleri almıştır.[8]

M.Dayı, R.Birgül, O.Şimşek, H.Yaruntaş, İ.Tekin (2011), yaptıkları çalışmada atık mermer tozunun (AMT) kendiliğinden yerleşen betonun (KYB) özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Dökülen betonların karışım hesabı TS 802'ye göre yapılmıştır. Kendiliğinden yerleşen beton (KYB) karışımlarında su/çimento oranı,hiper akışkanlaştırıcı miktarı ile bağlayıcı miktarı değiştirilmemiştir. Hiper akışkanlaştırıcı, karışımdaki çimento miktarının (ağırlıkça) %1,5 oranında eklenmiştir. Atık mermer tozu, çimento miktarının (ağırlıkça) %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında ekleyerek kendiliğinden yerleşen beton (KYB) içinde kullanılmıştır. Elde edilen numuneler 15*15*15 cm3 boyutlarındadır. Küp numuneler üzerinden 3, 7 ve 28 günlük iken laboratuvarda basınç dayanımı deneyi yapılmıştır. Atık mermer tozu (AMT) katkılı kendiliğinden yerleşen betonların mekanik ile fiziksel özellikleri bakımından hem kontrol betonu ile hem de

birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Kendiliğinden yerleşen betonlarda yapılan basınç deneyinde en yüksek basınç dayanımı % 20AMT katkılı betonda elde edilmiştir. Deney sonuçları atık mermer tozu'nun kendiliğinden yerleşen beton içinde uygulanabileceğini göstermektedir.[15]

C.Özel, O.Soykan, B.Zengin (2012), yaptıkları çalışmada filler olarak mermer tozu içeren beton özelliklerinin bulanık mantık kullanılarak belirlenmesini incelemişlerdir. Çalışmada sabit çimento dozajında (400 kg/m^3) iki farklı su/çimento oranı (0.50 ve 0.55) ve çimento tipi CEM I 42.5 R ve CEM II/B-M 32.5 N kullanılarak üretilen betonların içene farklı oranlarda filler olarak kullanılan mermer tozu eklenerek taze betonda çökme, sertleşmiş betonda ise basınç dayanımı, yarma dayanımı, aşınma ve donma çözünme sonrası basınç dayanımı ve elastisite modülü deneyleri üzerinde özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Mermer tozu oranı, s/ç oranı, çimentonun mukavemeti ve çökme değerinin girdi olarak kullanıldığı sertleşmiş özelliklerinin tahmin edildiği bulanık mantık modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen model ile deneysel sonuçlar arasında yüksek belirleyici katsayıları (0.9903-0.9995) elde edilmiştir. Filler oranı ve bazı temel parametreler kullanılarak sertleşmiş beton özelliklerinin bulunması için bulanık mantığın kullanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.[18]

Cemalgil, S., Tuğla, R., Demirel, C. (2015), yaptıkları çalışmada betonun özelliklerini zayıflatan etmenlerden biri ilave edilen taş unun ne oranda eklendiğidir. Kalker türlerinin konkasör tesislerinde hazırlanması sırasında kalker agregası içerisine değişik oranlarda giren kristalli kalsit tanecikleri kırılgandır, dış yüzeyi parlaktır, bir bölümü de dikdörtgen prizma ve küp şeklindedir. Taş ununun bu özellikleri betonun sürdürülebilirliği açısından çok önemli olduğu birçok araştırmacı tarafından vurgulanmaktadır. Yapılan çalışmada kırma taş agregalarla üretilen betonlarda ince agrega miktarı belirli oranlarda azaltılıp yerine filler malzeme (kireçtaşı unu) yerleştirilmesinin sabit su/çimento oranına sahip farklı yaşlardaki betonların mekanik ve fiziksel özeliklerine etkisi incelenmiştir. Beton karışımında CEM I 32.5 N tipi çimento kullanılarak, ince agrega (0-4) %0, 5, 7.5, 10, 12.5 ve 15 oranlarında ağırlıkça azaltılarak filler(0-0,25) malzeme ikame edilmiştir ve her bir

özellik için 15x15x15 cm lik örneklerden 9'ar adet beton numunesi üretilmiştir. Üretilen betonların taze beton özelikleri incelenerek sertleşmiş betonun 7, 28 ve 90 günlük iken yapılan deney sonucunda basınç dayanım mukavemeti, su emme aşınma, birim hacim ağırlık, ve su işleme derinliği özelikleri belirlenmiştir.[4]

MD.Nuruzzaman, MD.Saıfulıslam, M.Salauddın,(2015), yaptıkları çalışmada deneye tabi tutulan örnekler üç farklı karışım oranı ile üretilmişlerdir: 1:1.5:3, 1:2:4, 1:2.5:5 ve hepsine basınç ve çekme dayanımı deneyleri uygulanmıştır. Betonda bulunan doğal kum %0, %10, %20, %30, %40, %50 ve %60 oranlarında taş tozu ile yer değiştirilmiş olarak üretilen betonların temel dayanım deneyleri yapılmıştır. İncelenen farklı beton karışımları için basınç dayanımı değeri maksimum %30 taş tozu ilave edilen karışımda ulaşılmış, çekme dayanımı ise %20 taş tozu ilave edilen karışımda elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre referans beton (%0) ile kıyaslandığında, basınç ve çekme gerilmesindeki maksimum artış %15 ve %12 ile 1:1.5:3 olan karışımda görülmüştür.[7]

Singh,A.K.,Srivastava,V.,Agarwal, V.C. (2015), yaptığı bu araştırmada,%10-%100 aralığında ince agreganın kısmi olarak taş tozu ile yer değiştirilerek üretilen betonun işlenebilirliğini ve basınç dayanımını incelemek için deneysel bir program gerçekleştirilmiştir. M25 kalite beton, referans beton için Portland pozzolana çimentosu (PPC) kullanılarak tasarlanmıştır. Referans betonunun ve ince agrega oranının farklı değiştirme seviyelerindeki beton karışımlarının işlenebilirlik ve basınç mukavemeti değerleri ölçülmüş ve basınç mukavemetine göre optimum değiştirme seviyesi belirlenmiştir. Sonuçlar, ince agreganın %60 oranında taş tozu ile yer değiştirdiği karışımın, diğer tüm değiştirme seviyelerine kıyasla maksimum basınç mukavemetine sahip olduğunu göstermiştir.[9]

Z. Funda Türkmenoğlu, A. Mahmut Kılıç, Tolga Depci (2015), yaptıkları çalışmada, Van bölgesine ait olan pomza ve mineral katkılar olarak da mermer tozu eklenerek, kendiliğinden yerleşen hafif beton numunesi hazırlanmıştır. Deney kapsamında 5 farklı beton karışımı dizayn edilmiştir. Mermer tozu çimento oranının %0, %5, %10, %15 ve %20 ile değiştirilerek kullanılmıştır. Tüm karışım hesaplarında s/b oranı ve toplam bağlayıcı miktarı eşit alınmıştır. Öncelikle taze betonlar üzerinde, T50 süresi,çökme-yayılma, V hunisi ve L kutusu deneyleri yani kıvam deneyleri yapılarak elde edilen sonuçlar, mermer tozu eklenmeden dökülen betonlarla mukayese edilmiştir. Sonra 23°C olan su havuzunda küre bırakılan 7 ile 28 günlük küp numunelere yarmada çekme dayanımı,basınç dayanımı,birim hacim ağırlık ve ultrases geçiş hızı deneyleri yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda %15 oranındaki mermer tozu eklenmesinin kendiliğinden yerleşen beton numuneleri üzerinde olumlu etkisi olduğu gözlenmiştir. Ayrıca mermer tozunun kendiliğinden yerleşen hafif beton üretiminde değerlendirilmesi ile bu atıl durumdaki malzemelerin çevreye verilen olumsuz etkiler azaltılacak ve ekonomiye fayda sağlanacaktır.[14]

S.Yazıoğlu, C.Kara (2015), yaptıkları çalışmada çevre kirliliğinin azaltılabilmesi amacıyla atık malzemelerin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Atık malzemelerin yeniden kullanabilirliği sınırlı olan doğal kaynakların kullanımını azaltmakta ve atıkların depolanması sorununu da ortadan kaldırmaktadır. Mermer ocakları ve mermer işleme tesislerinde de her yıl tonlarca mermer tozu atığı ortaya çıkmaktadır. Atık mermer tozunun kullanabilir olduğu sektörlerden biri de hazır beton sektörüdür. Bu çalışmada atık mermer tozu kullanımının betonun sürdürebilirlik ölçütlerinden biri olan dayanıklığını nasıl etkilediği karbonatlaşma faktörü açısından araştırılmıştır. Farklı oranlarda çimento ile yer değiştirilerek atık mermer tozu katkılı betonların karbonatlaşma derinliklerinin belirlenmesi amaç edinilmiştir. Bu amaca yönelik olarak %0,%5,%10 ve %15 mermer tozu ikameli olmak üzere çökme miktarları aynı olan 4 farklı beton karışımı üretilmiştir. 28 gün standart kür uygulanan örnekler 56 gün boyunca karbonatlaşmaya maruz bırakılmıştır ve karbonatlaşma derinlikleri belirlenmiştir. Karbonatlaşmamış ve karbonatlaşmış numuneler schmidt çekici ile yüzey sertliği, ultra sonik test cihazı ile ultra ses geçiş hızı ölçümleri yapılmış ve kapilerite

katsayıları basınç ve aşınma dayanımları belirlenmiştir. Sonuç olarak karbonatlaşma en çok %15 mermer tozu içeren numunelerde görülmüştür. Karbonatlaşma deneyi sonrası mermer tozu miktarı arttıkça karbonatlaşma derinliğinin ve basınç dayanımını arttığı, kapilerite katsayısı ve aşınma dayanımının azaldığı görülmüştür. Ayrıca çevre kirliliğinin azaltılması amacıyla mermer tozunun beton üretiminde en uygun yer değiştirme oranının %5 olduğu maksimum mermer tozu kullanımının betonun sürdürülebilirliğini olumlu etkilediği sonucuna varılmıştır.[19]

Izquıerdo, I.S., Ramalho, M.A. (2016), yaptıkları çalışmada organik artık tozun kimyasal ve fiziksel özellikleri ilk önce elektron tarama mikroskobu (STEM) ve enerji dağıtıcı X-ışını spektroskopisi (EDS) kullanılarak incelenmiştir. Artık tozun ağırlıkça %0, %5, %10, %15 ve %20 oranlarında yer değiştirerek karışıma katılmıştır. Ayrıca,farklı oranlardaki artık toz katkılı beton numunelerinin, basınç mukavemeti, özgül ağırlık, su emme ve boşluk içeriği incelenmiştir. Sonuçlar, referans beton ile karşılaştırıldığında değiştirilmiş betonun özellikleri, %5 artık toz konsantrasyonunun daha iyi fiziksel ve mekanik sonuç verdiğini göstermiştir. Bu konsantrasyonda, artık toz eklenmesi betonda dolgu maddesi gibi, boşluk miktarını azaltır ve malzemede daha yüksek bir yoğunluğa neden olur.[10]

K.Ulugerger (2018), bu tez çalışmasında, kendiliğinden yerleşen betonun (KYB) mekanik, dayanıklılık ve özellikle işlenebilirlik özellikleri bakımından büyük önem arz eden toz malzemeye alternatif olarak kireçtaşı tozunun (KTT) kullanılabilirliği araştırılmıştır. Çünkü, Şanlıurfa'da yüksek rezerve sahip olan kireçtaşı kırma taş şeklinde beton agregası olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Konkasörle kırma işlemi esnasında, önemli miktarda kireçtaşı tozu ortaya çıktığı mevcut işletmelerde gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, kendiliğinden yerleşen harçta (KYH) kireçtaşından elde edilmiş olan tozun farklı oranlarda (%0, %15, %25 ve %35) çimento yerine kullanılmasının harcın taze ve sertleşmiş özelliklerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, farklı oranlarda kireç taşı tozu (KTT) içeren kendiliğinden yerleşen harç (KYH) karışımları için mini çökme-yayılma, V-hunisi ve rotasyonel viskozimetre deneyleri ile üretilen karışımların 3, 28 ve 56 günlük Ultra ses geçiş hızı (UPV), basınç ve yarmada çekme dayanımı testleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca,

karışımlara ait 28 günlük kapiler su emme ve karbonatlaşma derinliği gibi durabilite özellikleri de belirlenmiştir. Sonuçta, çimento yerine kireç taşı tozu (KTT) kullanılmasının, genelde karışımların işlenebilirlik ve reolojik özellikleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Ayrıca, kireç taşı tozu'nun %15 oranına kadar kullanılmasının kontrol karışımına kıyasla, mekanik ve durabilite özelliklerini tüm kür yaşları için fazla etkilemediği gözlemlenmiştir.[6]

F.Deşik ve İ.Ustabaş (2019), yaptıkları çalışmada, kireçtaşı kökenli agrega içerisinde bulunan ince madde oranının beton kıvamına ve dayanımına olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında iki farklı grupta onbeş tane beton tasarımı yapılmıştır. Birinci grupta 0.58-0.53-0.56 su/çimento oranına sahip, her farklı su/çimento oranından üçer tane olmak üzere dokuz adet beton üretilmiştir. İkinci gruptaki betonların ise çökmeleri eşit olacak şekilde su/çimento oranları ayarlanmıştır. Üretilen betonlarda kullanılan ince agreganın ASTM C 117'ye göre 0.075 mm elekten geçen kısmı %5, %10 ve %15 olmuştur. Bu çalışmada kullanılan agrega granülometrisine göre kil türü ince malzeme içermeyen kireçtaşı kökenli ince maddenin beton boşluklarında ince malzeme vazifesi görerek betonun çökme miktarını arttırdığı tespit edilmiştir. Çökmeler ve basınç dayanımları açısından değerlendiğinde betonda kullanılacak kireçtaşı kökenli ince agregada ince madde oranının %15 seviyesine kadar çıkarılabileceği belirlenmiştir.[3]

A.K. Boz (2019), tarafından yapılan tez çalışmasında ülkemizde betonun birçok alanda kullanılması ve rahatlıkla elde edilmesinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır ve bundan kaynaklı betonun kalitesinin artırılması ile birlikte maliyetinin düşürülmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmada granit malzemenin fiziksel ve kimyasal yapısı bozulmuş haldeki granit arenasının betonda filler olarak kullanılması araştırılmıştır. Beton numuneler doğal ve kırma agregalar kullanarak hazırlanmıştır. Su/çimento parametresi sabit tutulmuş olup CEM II/A-P52.5 N Portland çimentosu kullanılmıştır. Çimento miktarından %5,%10,%15'i ağırlıkça filler malzeme oranı belirlenip agrega ile ikame edilmiştir. Üretilen beton numuneler farklı kür sürelere tabi tutulmuş olup sertleşmiş ve taze beton deneyleri uygulanmıştır. Farklı miktarda eklenen fillerin beton üzerindeki etkileri

araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda fillerin oranı arttıkça işlenebilirliğinin azaldığı görülmüştür. En yüksek basınç dayanımı ile eğilme dayanımı %15'de elde edilmiş olup filler oranının artması ve kür süresinin uzaması sonucunda betonun fiziksel özelliklerin geliştiği görülmüştür.[13]

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Materyal

3.1.1.Çimento

Tez kapsamında yapılan tüm deneylerde LİMAK Şanlıurfa çimento fabrikası tarafından üretilen standart CEM I 52.5 N tipi Portland çimentosu (PÇ) kullanılmıştır. Çimento ile ilgili fabrikadan temin edilmiş kimyasal özellikler Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1.Çimento Kimyasal Kompozisyonları

Malzeme Kompozisyonu	Çimento
CaO (%)	64.70
SiO_2 (%)	18.82
Al_2O_3 (%)	5.09
Fe_2O_3 (%)	3.03
MgO (%)	1.53
SO_3 (%)	2.52
K_2O (%)	0.46
Na_2O (%)	0.19
Kızdırma Kaybı (%)	2.50

3.1.2. Agrega

Yapılan çalışmalarda en büyük tane çapı 16 mm olan Şanlıurfa yöresine ait agregalar kullanılmıştır. Kullanılan agregalar mevcut yerel mucur ocağından temin edilmiştir. Agregalara özgül ağırlık ve su emme değerleri Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.[22]

Çizelge 3.2. Agregalara ait özgül ağırlık ve su emme değerleri

Agrega sınıfları	Özgül ağırlık (gr/cm3)	Su emme (%)
Nehir kumu	2.58	1.88
Kırma bazalt kumu	2.63	2.56
5-12 kırma bazalt	2.75	1.77

3.1.3.Su

Çalışmada karışım suyu olarak Şanlıurfa İli şebeke suyu kullanılmıştır.

3.1.4.Kimyasal katkı

BasfTürk kimya firması tarafından üretilen polikarboksilik eter esaslı ikinci nesil süper akışkanlaştırıcı Master Glenium SKY 608 beton katkı malzemesi kullanılmıştır. Beton üretiminde kullanılan kimyasal katkı malzemesinin teknik özellikleri Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Katkı maddesi teknik özellikler

Malzeme Yapısı	Polikarboksilik Eter Esaslı
Görünüm	Kahverengi-Sıvı
Özgül ağırlık (20°C'de)	1.069-1.109 kg/lt
pH değeri	5-7
Alkali içeriği (%)	≤ 3.00 (Kütlece)
Klor iyon içeriği (%)	≤0.10 (Kütlece)
Korozyon davranışı	Sadece EN 934-1:2008,EK A.1 standartlarına uygun bileşenleri içerir.
Tehlikeli maddeler	Tamamen Ek-AZ'ye uygundur

3.1.5.Taş unu

Bu çalışmada kullanılan kalker taş unu Şanlıurfa İli Haliliye İlçesi Tek Tek Dağları mevkiinde (Şekil 3.1.) rezervi yüksek olan taş ocağından temin edilmiştir (Şekil 3.2.). Kullanılan taş unu karışımlarda ince agrega ile %0, %5, %10, %15, %20 oranlarında yer değiştirilerek kullanılmıştır. Taş ununun özgül ağırlığı 2.65 gr/cm^3 iken su emmesi 2,24 olarak belirlenmiştir.[22]



Şekil 3.1. Taş unun alındığı kalker ocağının haritadaki yeri



Şekil 3.2. Taş ununun alındığı kalker ocağı

3.2. Deneysel Çalışmalar

3.2.1. Elek Analizi Deneyi

Belli miktarda agrega yığını içerisinde çeşitli büyüklüklerde taneler olması ve bu agrega tanelerinin beton karışımında kullanılma oranlarının betonun özelliklerini etkilemesi, granülometri yoluyla bu agrega oranlarının tespit edilmesini gerektirmektedir. Bu anlamda belli standartlar kullanarak en uygun granülometriyi belirleyebilmemiz mümkündür. Agrega granülometrisi TS 706'da verilen eğriye uygun olarak seçilmiştir.[12]

Yapılan bu çalışma kapsamında ince agregadan %0, %5, %10, %15 ve %20 oranında ağırlıkça azaltılmak suretiyle yerine taş unu eklenerek elek analizi deneyleri yapılmıştır. Elek analizi için kullanılan düzenek Şekil 3.3'de gösterilmiştir.

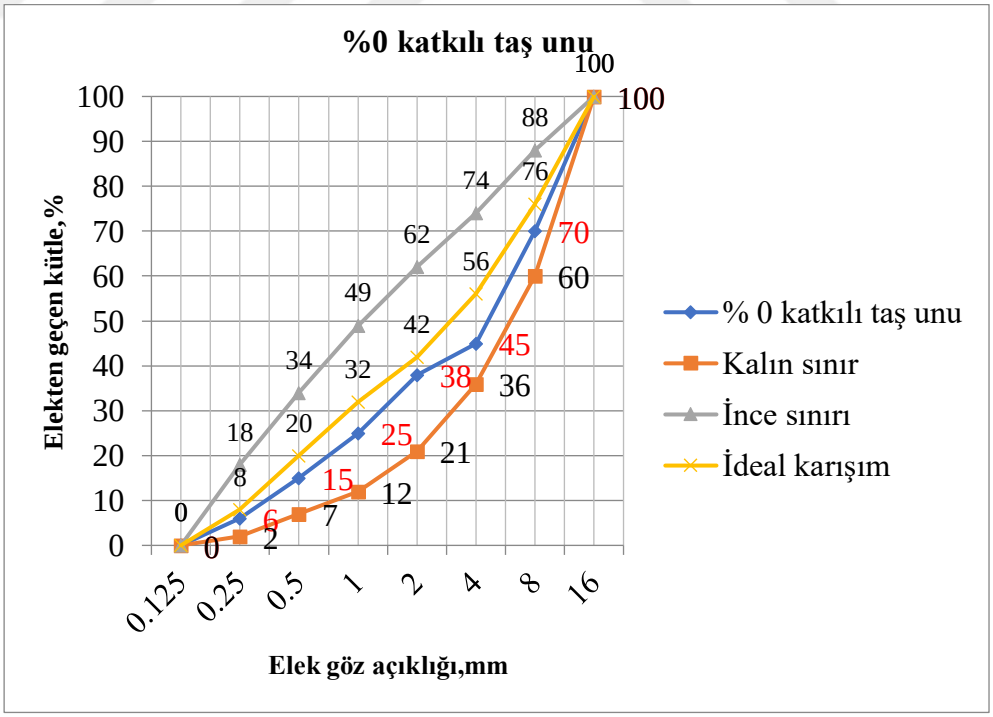


Şekil 3.3. Elek analizi düzeneği

Yapılan çalışma kapsamında kullanılan %0 katkılı taş ununa ait elek analizi sonuçları Çizelge 3.4'te tane dağılımını gösteren grafik ise Şekil3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. %0 taş unu katkılı elek analizi sonuçları

Numune miktarı: 1921,9 g.					
Elek açıklığı (mm)	Elekte kalan kütle, g	Elek üstünde kalan toplam kütle,g	Elekten geçen toplam kütle,g	Elekten geçen kütle oranı,%	Elekte kalan kütle oranı,%
16	0	0	1921.9	100	0
8	574.9	574.9	1347	70	30
4	442.2	1071.1	850.8	45	55
2	165.6	1182.7	739.2	38	62
1	263.9	1446.6	475.3	25	75
0.5	196.5	1643.1	278.8	15	85
0.25	168.5	1811.6	110.3	6	94
0.125	68.6	1880.2	41.7	2	98
Tava	41.7				

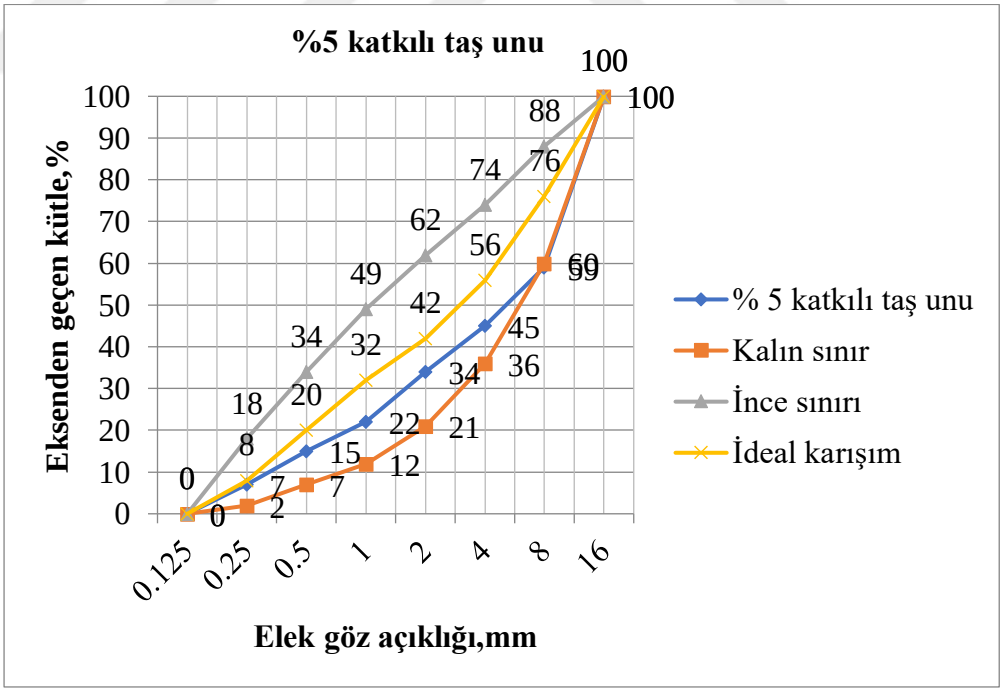


Şekil 3.4. %0 taş unu katkılı malzemenin tane dağılımı

Yapılan çalışma kapsamında kullanılan %5 katkılı taş ununa ait elek analizi sonuçları Çizelge3.5'de tane dağılımını gösteren grafik ise Şekil3.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.5.%5 taş unu katkılı elek analizi sonuçları

Numune miktarı: 1877.7 g.					
Elek açıklığı (mm)	Elekte kalan kütle, g	Elek üstünde kalan toplam kütle,g	Elekten geçen toplam kütle,g	Elekten geçen kütle oranı,%	Elekte kalan kütle oranı,%
16	0	0	1877.7	100	0
8	770.6	770.6	1107.1	59	41
4	258.9	1029.5	848.2	45	55
2	206.3	1235.8	641.9	34	66
1	221.6	1457.4	420.3	22	78
0.5	146	1603.4	274.3	15	85
0.25	147.2	1750.6	127.1	7	93
0.125	78.7	1829.3	48.4	3	97
Tava	48.4				

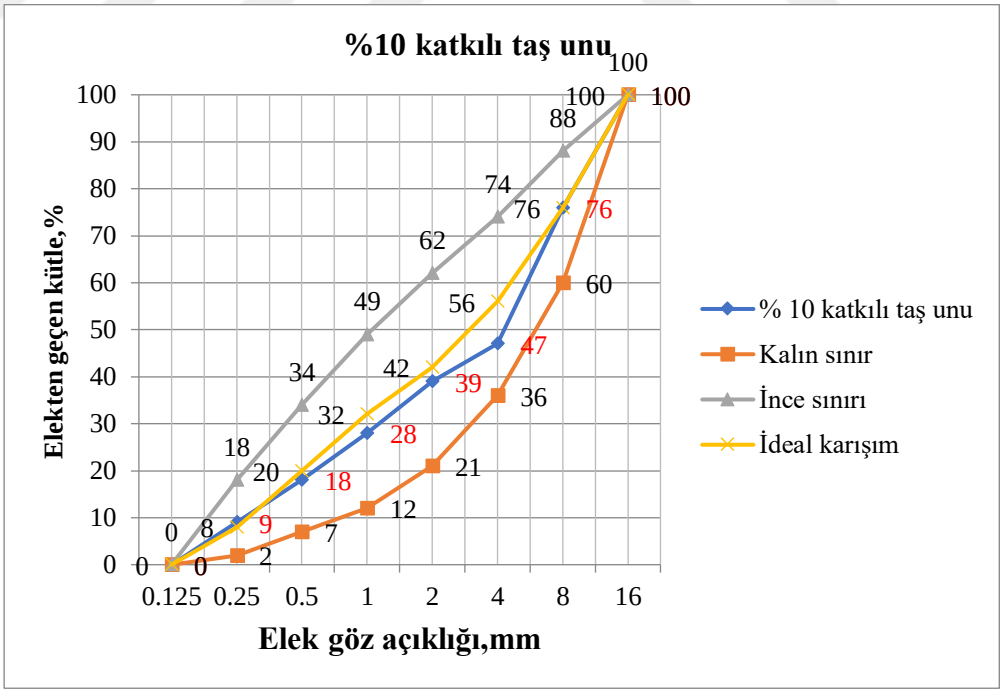


Şekil 3.5.%5 taş unu katkılı malzemenin tane dağılımı

Yapılan çalışma kapsamında kullanılan %10 katkılı taş ununa ait elek analizi sonuçları Çizelge 3.6'da tane dağılımını gösteren grafik ise Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.6.%10 taş unu katkılı elek analizi sonuçları

Numune miktarı: 1921.9 g.					
Elek açıklığı (mm)	Elekte kalan kütle, g	Elek üstünde kalan toplam kütle,g	Elekten geçen toplam kütle,g	Elekten geçen kütle oranı,%	Elekte kalan kütle oranı,%
16	0	0	1921.9	100	0
8	581.5	581.5	1322.4	69	31
4	439.7	1021.2	900.7	47	53
2	151.4	1172.6	749.3	39	61
1	234.4	1407	514.9	27	73
0.5	174.2	1581.2	340.7	18	82
0.25	176.2	1757.4	164.5	9	91
0.125	97.4	1854.8	67.1	4	96
Tava	67.1				

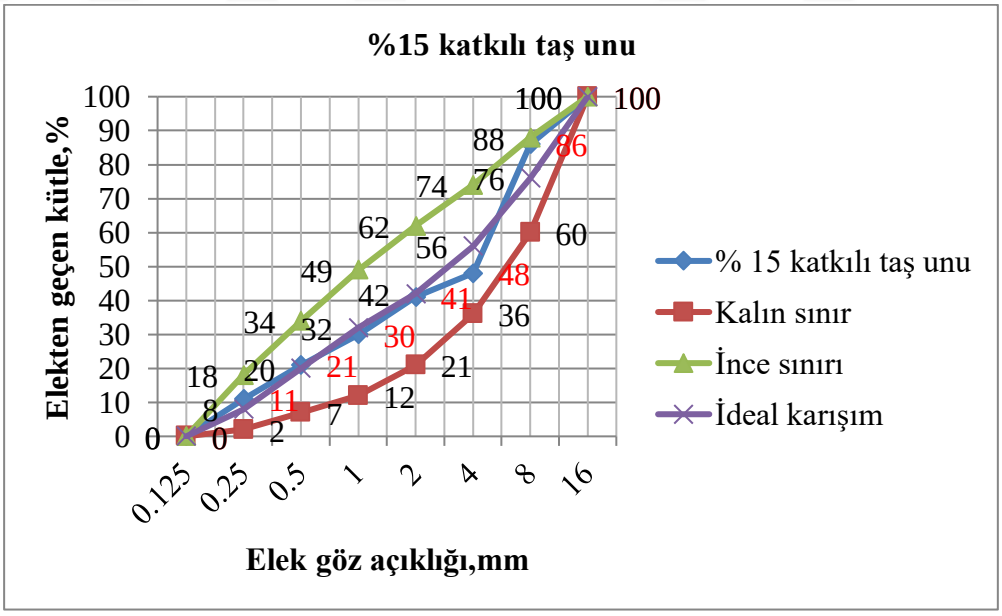


Şekil 3.6.%10 taş unu katkılı malzemenin tane dağılımı

Yapılan çalışma kapsamında kullanılan %15 katkılı taş ununa ait elek analizi sonuçları Çizelge 3.7'de tane dağılımını gösteren grafik ise Şekil 3.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7.%15 taş unu katkılı elek analizi sonuçları

Numune miktarı:1909.8 g.					
Elek açıklığı (mm)	Elekte kalan kütle, g	Elek üstünde kalan toplam kütle,g	Elekten geçen toplam kütle,g	Elekten geçen kütle oranı,%	Elekte kalan kütle oranı,%
16	0	0	1909.8	100	0
8	764.7	764.7	1145.1	60	40
4	259.7	1024.4	885.4	46	54
2	173.1	1197.5	712.3	37	63
1	225.7	1423.2	486.6	25	75
0.5	167	1590.2	319.6	17	73
0.25	147.1	1737.3	172.5	9	81
0.125	100.1	1837.4	72.4	4	96
Tava	72.4				

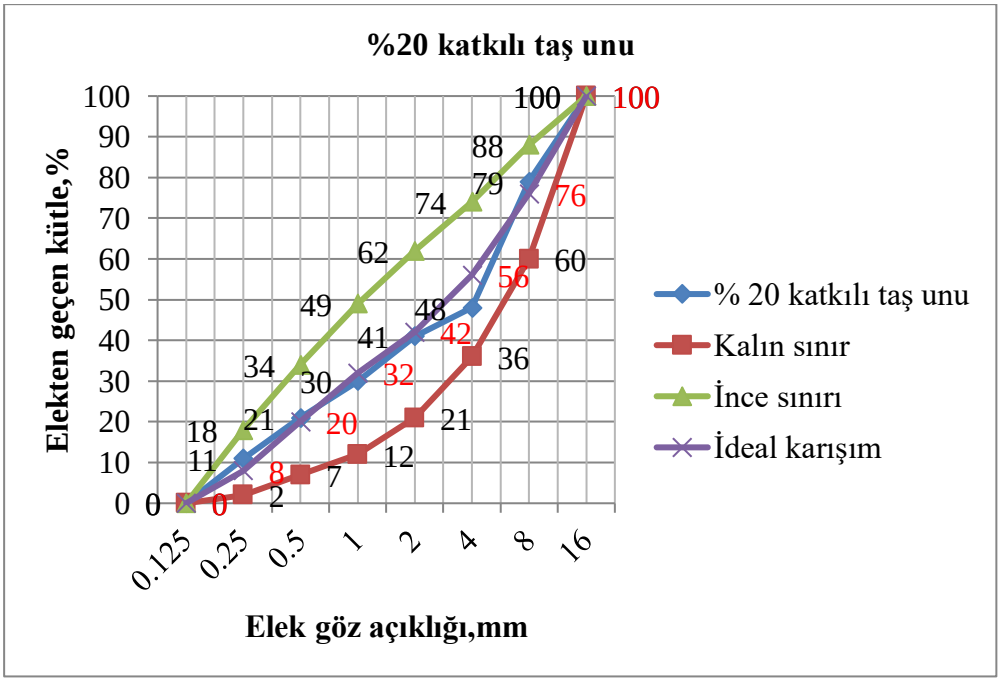


Şekil 3.7.%15 taş unu katkılı malzemenin tane dağılımı

Yapılan çalışma kapsamında kullanılan %20 katkılı taş ununa ait elek analizi sonuçları Çizelge 3.8'de tane dağılımını gösteren grafik ise Şekil 3.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8.%20 taş unu katkılı elek analizi sonuçları

Numune miktarı: 1922.9 g.					
Elek açıklığı (mm)	Elekte kalan kütle, g	Elek üstünde kalan toplam kütle,g	Elekten geçen toplam kütle,g	Elekten geçen kütle oranı,%	Elekte kalan kütle oranı,%
16	0	0	1922.9	100	0
8	480.5	480.5	1442.4	75	25
4	526.3	1006.8	916.1	48	52
2	124.9	1131.7	791.2	41	59
1	224	1355.7	567.2	30	70
0.5	172	1527.7	395.2	21	79
0.25	179.9	1707.6	215.3	11	89
0.125	138.4	1846	76.9	4	96
Tava	76.9				



Şekil 3.8.%20 taş unu katkılı malzemenin tane dağılımı

3.2.2. Karışımın hazırlanması

Bu çalışma kapsamında taş ununun betona etkisin araştırmak için öncelikle katkısız olarak tanık beton için numune üretimi yapıldı. Daha sonra ince agrega baz alınarak hacimce %0, %5, %10, %15, %20 oranında taş unu ile yer değiştirilerek her oran için ayrı ayrı beton üretimi yapıldı (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Beton karışımına taş unu eklenmesi

1 m^3 beton üretimi için karışım miktarları Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Çizelge 3.9. 1 m^3 beton için karışım miktarları

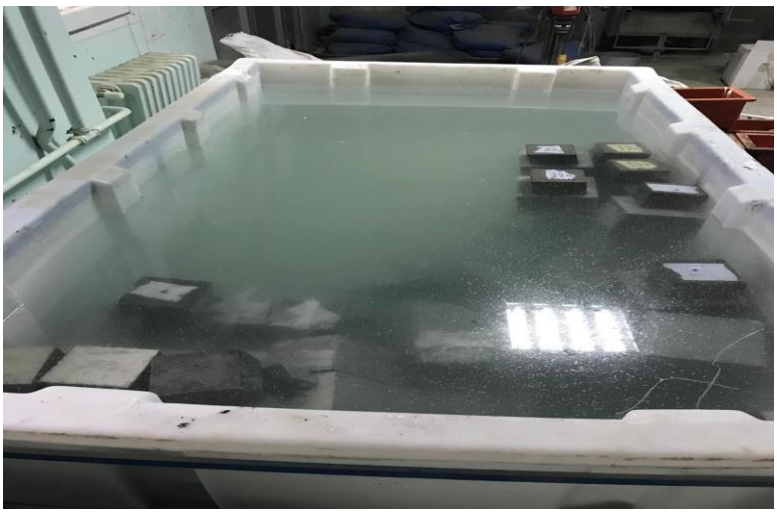
Karışım	Agregalar (kg)			Taş unu (kg)	Katkı	Su (kg)	Çimento (kg)
	Nehir kumu	Kırma bazalt	5-12 mm				
%0	446	446	966	0	8	172	400
%5	423.6	423.6	966	45.36	8	172	400
%10	404.6	404.6	966	90.72	8	172	400
%15	379	379	966	136	8	172	400
%20	356.7	356.7	966	181.44	8	172	400

5 farklı karışım hazırlandıktan sonra beton karıştırıcı Şekil (3.10.) yardımı ile beton üretimi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.10. Karışımların hazırlanmasında kullanılan beton karıştırıcı

28 gün küre tabi tutulacak (Şekil 3.11.) numuneler basınç dayanımı ve ultra ses geçiş hızı deneyi için her karışımdan 3 adet toplamda 15 adet 150x150x150 mm boyutlarında küp numunesi, eğilme dayanımı için her karışımdan 3 adet toplamda 15 adet 100x100x400 mm boyutlarında prizma numunesi ve kılcal su emme deneyi için her karışımdan 3 adet toplamda 15 adet 50x50x50 mm boyutlarında küp numune üretilmiştir.



Şekil 3.11. Kür havuzu

3.2.3. Taze Beton Deneyleri

3.2.3.1. Birim hacim ağırlık deneyi

Beton içerisindeki boşluk miktarı, betonu oluşturan malzemelerin özellikleri, beton üretiminde yapılan uygulamalar üretilecek olan taze betonun birim ağırlığını doğrudan etkileyebilecek durumlar arasında sayılabilir. Taze betonun birim ağırlığının bilinmesi beton hakkında bazı ön bilgilere sahip olabilmemiz açısından önemlidir.

Yapılan bu çalışmada beton numuneler TS EN 12350-1'e uygun olarak alınmıştır ve 15x15x15 cm boyutlarında küp kalıplar kullanılmıştır. Kap numunelerin darası daha önceden belirlenmiş ve gerekli yağlanma işlemleri yapılmıştır (Şekil 3.12.).[25]



Şekil.3.12. Numune kabı yağlama işlemi

Taze beton kapların içerisine homojen ve en az iki tabaka şeklinde yerleştirilerek sıkıştırılmıştır. Sıkıştırılma işlemi titreşim masasında tam sıkışma elde edilecek ancak ayrışma olmayacak ve yüzeye aşırı şerbet çıkmayacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.13.).



Şekil.3.13. Sıkıştırılma işleminde kullanılan titreşim masası

Sıkıştırılma işlemi tamamlandıktan sonra kalıbın üst yüzeyi çelik mala kullanılarak tesviyesi yapıldı. Daha sonra kap, içerisindeki taze betonla beraber tartılmış ve elde edilen değer kaydedilmiştir (Şekil 3.14.). Bu değerden kabın boş ağrılığı çıkarılmış ve bulunan taze beton ağırlığı kabın hacmine bölünerek taze beton birim ağırlığı belirlenmiştir.



Şekil.3.14. Numune tartım işlemi

3.2.3.2. Slump (Çökme) deneyi

Çökme deneyi olarak da bilinen taze betonun kıvam sınıfını belirlemek amacıyla yapılan bir deneydir. Bu çalışmada yapılan deneyler Türk Standartlarına uygun şekilde yapılmıştır. Deneyde alt taban çapı 20 cm, üst yüz çapı 10 cm ve yüksekliği 30 cm olan saçtan koni şeklinde kalıp kullanılmıştır (Şekil 3.15.) (TS 12350-2, Nisan 2002).[17]



Şekil.3.15.Slump deneyinde kullanılan koni kalıp

Deneye başlamadan önce koni şeklindeki kalıbın iç yüzeyi ile taban plakası, yüzeyde serbest su kalmayacak şekilde nemlendirildi. Deney kalıbının alt ve üst yüzünün birbirine paralel ve kalıp yüksekliği eksenine dik olması için düz sacdan yapılmış taban plakası kullanılmıştır. Kalıp yatay konumdaki taban plakası üzerine yerleştirildi. Kalıp taze beton ile doldurulunca kadar kenar tutanaklarına basılarak sıkı bir şekilde tutulmuştur.

Deney konisi 3 kademeli olarak dolduruldu. Her kademe 25 defa şişlenerek sıkıştırılmıştır. Sıkıştırma işlemi tamamlandıktan sonra kalıbın üst seviyesinden taşan fazla beton mala yardımı ile sıyrılıp alındı ve yüzey tesviyesi yapıldı (Şekil.3.16).



Şekil 3.16.Kalıbın üst seviyesinde fazla taşan beton mala ile tesviyesi

Deney kalıbı sabit çekilme hızı ile yaklaşık olarak 5 sn içinde çıkarılmıştır. Çıkarılma işlemi tamamlandıktan sonra kendi ağırlığı ile betonda bir miktar çökme meydana geldi. Deney konisi bir miktar çöken betonun yanına konulmuştur. Deney konisinin üst seviyesi ile çöken betonun arasındaki mesafe çökme değerini vermiştir **(**Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. Çökme değerinin belirlenmesi

3.2.4. Sertleşmiş Beton Deneyleri

3.2.4.1. Basınç dayanımı deneyi

Yapılan basınç dayanımı deneyleri 28 günlük olan 15x15x15 mm boyutlarındaki küp numuneler üzerinde TS EN 12390-3 standartlarına uygun şekilde yapılmıştır. Küp numuneler deneyden 24 saat önce kür havuzundan çıkartılmış ve laboratuar ortamında kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra numuneler temizlenerek Şekil 3.18 görüldüğü gibi basınç test cihazına yükleme başlığını ortalayacak şekilde uygulanmıştır. Her deney için 3 adet numune kullanılmıştır. Basınç dayanımlarının hesaplanmasında 3.1' deki formül ile belirlenmiştir.[24]

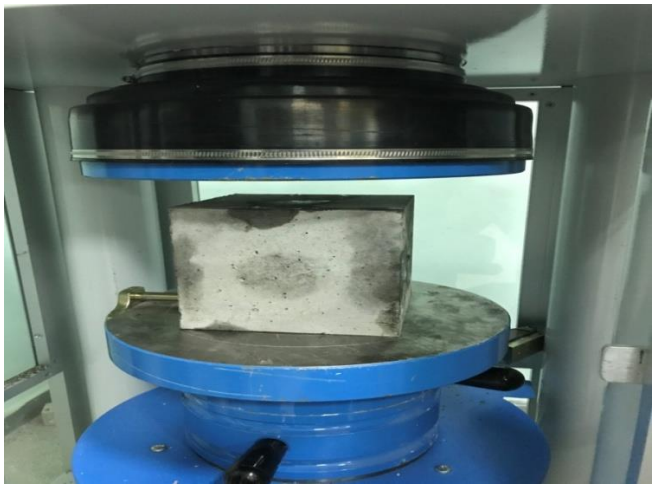
$$f_c=F/A_c \quad (3.1)$$

Burada;

f_c Basınç Dayanımı,MPA

F Kırılma anında ulaşılan en büyük yük değeri,N

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



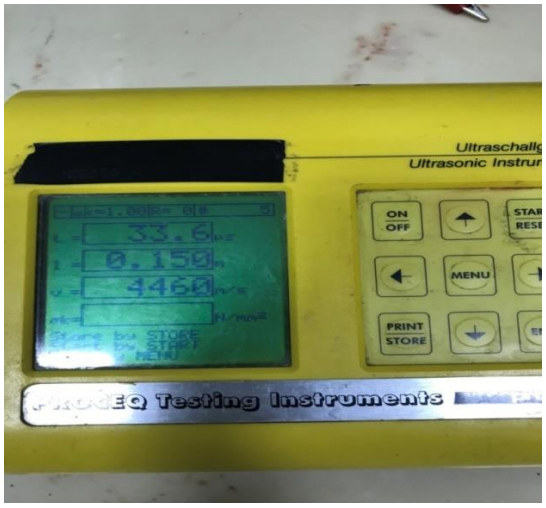
Şekil 3.18. Basınç test cihazı yükleme başlığı

3.2.4.2. Ultra ses hızı deneyi

Yapılan çalışmalarda ultra ses hızı deneyi 28 günlük 150x150x150 mm küp numunelere uygulanmıştır. Deneyler TS EN 12504-4 standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Ultra ses hızı deneyi ses dalgalarının beton numune içerisinden geçirilmesiyle sesin geçiş hızı ölçülmektedir. Belirlenen ölçümler sonucunda betonun yoğunluğuna bağlı olarak beton dayanımı hakkında fikir edinilmektedir. Ultra ses cihazının probları küp numunenin karşılıklı iki yüzeyine teması sağlanmış (Şekil 3.19.) ve ekranda ses geçiş süresi okunmuştur (Şekil 3.20.). Ses kaybını önlemek için proplara jel sürülmüştür.[26]



Şekil 3.19. Ultra ses hızı deneyi



Şekil 3.20. Ultra ses cihazı

Ses geçiş hızı; (V,mm/us) ses geçiş süresinin(t,us) problar arası mesafeye (L,mm) bölünmesiyle elde edilmiştir (3.2).

$$V=L/t \quad (3.2)$$

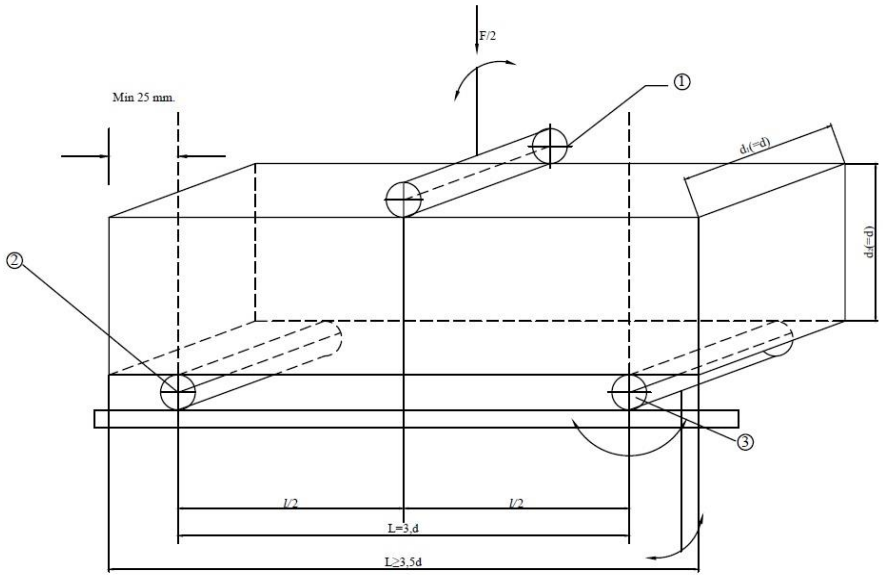
Ses geçiş hızı ölçümlerine göre beton kalite aralıkları Çizelge 10'da verilmiştir.[16]

Çizelge 3.10. Ses geçiş hızı ölçümlerine göre beton kalitesi

Ultra ses Geçiş Hızı (km/s)	**<2.0**	**2.0-3.0**	**3.0-3.5**	**3.5-4.5**	**>4.5**
Beton Kalitesi	Çok Zayıf	Zayıf	Şüpheli	İyi	Çok İyi

3.2.4.3. Eğilme dayanımı deneyi

Eğilme dayanımının tayini için 100x100x400 mm boyutlarındaki 28 gün kürde bekletilen kiriş numunelere TS EN 12390-5 standartlarına bağlı kalınacak şekilde uygulanmıştır. Eğilme dayanımı Şekil 3.21'de gösterildiği gibi üç eksenli eğilme deneyi metodu ile gerçekleştirilmiştir. Tüm numunelerde mesnet açıklığı 350 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. Yükleme esnasında 0.5 Mpa/s(N/mm2.s) sabit hızla tam orta noktadan yük verilerek numune kırılıncaya kadar yüklemeye devam edilmiştir.[23]



Şekil 3.21. Üç eksenli eğilme dayanımı deney düzeneği

Maksimum kırılma yük sonuçları cihazdan okunmuş ve eğilme dayanımı 3.3'de verilen eşitlik ile hesaplanmıştır (Şekil 3.22.).

$$f_{cf}=\frac{3.F.L}{2.d_1 d_2^2} \quad (3.3)$$

f_{cf} Eğilme dayanımı, Mpa (N/mm^2),

F En büyük yük, N,

L Mesnet silindirleri arasındaki açıklık mm,

d_1,d_2 Numunenin en kesit boyutları mm.

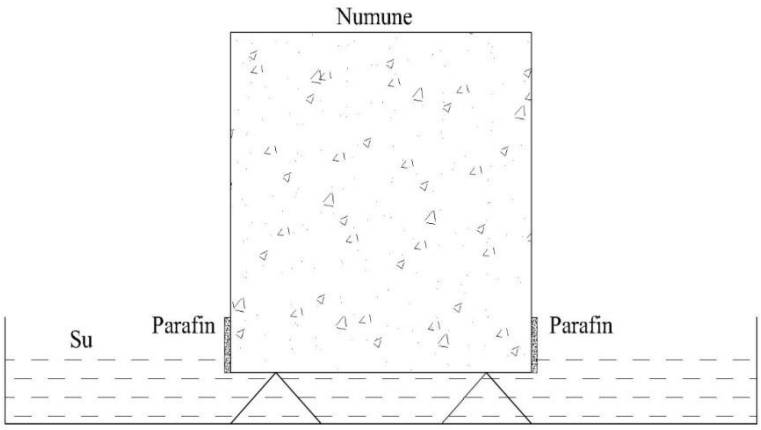


Şekil 3.22. Üç eksenli eğilme dayanımı deney cihazı

3.2.4.4. Kapiler su emme deneyi

Yapılan çalışmada kapiler su emmenin belirlenmesi 07x07x07 boyutlarındaki küp numuneler üzerinde TS EN 4045'e uygun olarak yapılmıştır. Numuneler 28 günlük kür süresi sonunda gerçekleştirilmiştir.

Kürde çıkarılan numuneler 24 saat boyunca 105°C etüvde bekletilerek etüv kurusu haline getirilmiştir. Etüv kurusu ağırlıkları tartıldıktan sonra yan yüzeyleri parafin ile kaplanarak sadece alt yüzeyinde su ile teması sağlanmıştır (Şekil 3.23.).



Şekil 3.23.Kapiler su emme deneyi düzeneği

Numuneler deney süresince saf su içerisine yaklaşık 5 mm batacak şekilde yerleştirilmiş ve 1,4,9,16,25,36,49 ve 64. dakikalık sürelerde tabandaki yüzeyleri sabit su nemli bez ile silinerek 0.01 g hassasiyet yaklaşım ile ağırlıkları tartılmıştır (Şekil3.24.).

Tartılan numunelerin su emme katsayıları (3.4) no'lu denklem ile hesaplanıştır.

$$k=\frac{Q}{A.t^{0.5}} \quad (3.4)$$

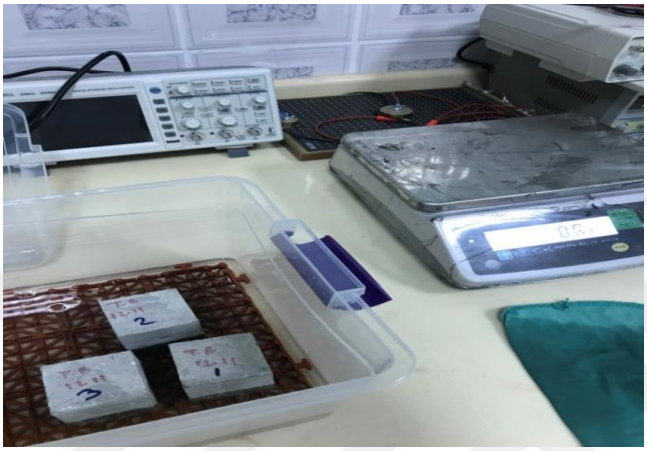
Burada ;

k Kapilarite katsayısı, cm^2/s

A Suyla temas eden yüzey alanı,cm^2

t Su emmenin tamamlandığı zaman, sn

Q Emilen su miktarı, cm^3



Şekil 3.24.Kapiler su emme deneyi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Betonun taze ve sertleşmiş haldeki değişimlerini ifade etmek için taş ununun ince agrega ile %0, %5, %10, %15, %20 oranında yer değiştirilerek deneyler yapılmıştır. Taze beton deneylerinde birim hacim ağırlık ile çökme miktarındaki değişimler tespit edilirken sertleşmiş beton deneylerinde ise ultra ses, basınç dayanımı, kılcal su emme ve eğime dayanımı 28 gün kür havuzunda bekletilen numuneler üzerinde değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır.

4.1. Taze beton deneyleri

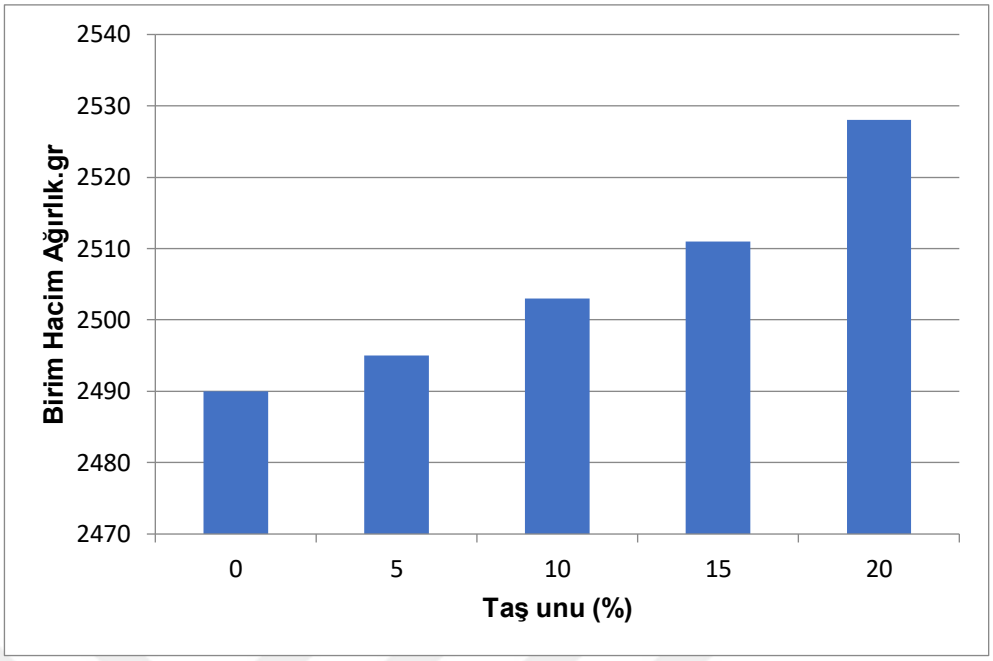
4.1.1. Birim hacim ağırlık deneyi sonuçları ve değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında üretilen taze betonun birim hacim ağırlıkları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Taze beton numunelerin birim hacim ağırlıkları

	Kütle,g			
Katkı oranı	**1.numune**	**2.numune**	**3.numune**	**Ortalama**
%0	2486	2497	2488	2490
%5	2490	2499	2496	2495
%10	2498	2503	2510	2503
%15	2500	2520	2512	2511
%20	2530	2533	2521	2528

Yapılan deneylerde Şekil4.1'de görüldüğü gibi taş unu oranı arttıkça taze betonun birim hacim ağırlıklarında bir artış meydana gelmektedir. Bu artışın nedeni taş ununun özgül ağırlığının ince agregadan yüksek olması ve taş ununun beton içerisindeki boşlukları doldurmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.1.Birim hacim ağırlık grafiği

4.1.2. Slump deneyi sonuçları ve değerlendirilmesi

Farklı oranlarda (%0, %5, %10, %15, %20) taş unu kullanılarak hazırlanan karışımların çökme değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Taş unu kullanılarak elde edilen çökme değerleri

Taş unu oranı	Çökme değeri,cm
%0	21
%5	20
%10	16
%15	15
%20	14

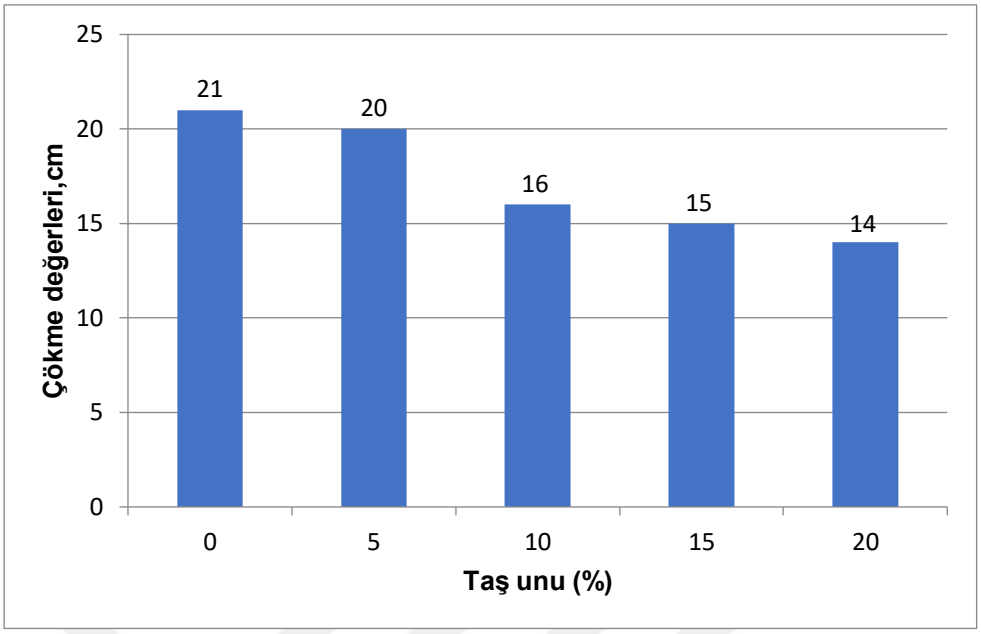
Elde edilen verilere dayanılarak üretilen taze betonun kıvam sınıfının tespiti için kullanılan sınır değerler Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Taze beton için çökme sınıfları (TS EN 206-1, 2002)

Kıvam Sınıfı	Çökme değeri (mm)	Özelliği
S1	10-40	Su miktarı çok az vibrasyonla özenli ve kuvvetli bir şekilde yerleştirilmediği takdirde betonda boşluklar kalır.
S2	50-90	Vibrasyonla sıkıştırmaya elverişli, betonarme yapılar için uygundur.
S3	100-150	Donatının fazla sık olması halinde seçilir
S4	160-210	Su miktarı fazla vibrasyonla sıkıştırmaya elverişli değil. Çok sık donatı bulunması halinde kullanılmasına izin verilir.
S5	≥ 220	Bu kıvama su azaltıcı veya süper akışkanlık kazandırıcı katkı ile kullanılmasına izin verilir.

Çizelge 4.3'e bakılarak taş ununun %0, %5 ve %10 oranlarındaki karışımlar S4 sınıfında yer alırken; %15 ve %20 oranlarındaki karışımlar ise S3 sınıfında yer almaktadır.

Hazırlanan karışımın sonuçlarından yola çıkılarak Şekil 4.2. incelendiğinde taş ununun oranı arttıkça çökme değerinde sürekli olarak bir azalma olduğu görülmektedir. Bu azalmanın sebebi olarak taş unu oranının artmasına bağlı olarak ince malzemenin de artması birim yüzey alandaki suya olan ihtiyacı artıracaktır. Dolayısıyla beton kıvamındaki artış çökme değerinin azalmasına neden olmuştur.



Şekil 4.2.Çökme değerlerinin grafiksel gösterimi

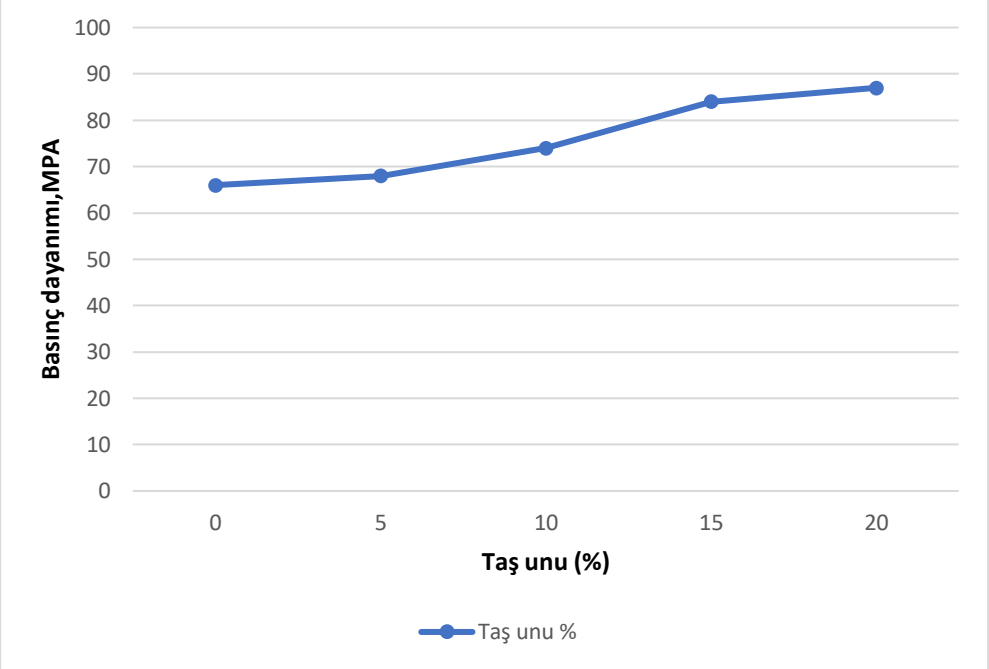
4.2. Sertleşmiş beton deneyleri

4.2.1. Beton basınç dayanımı deneyi sonuçları ve değerlendirilmesi

Beton basınç dayanımının tespiti için 28 gün kür havuzunda bekletilen 150x150x150 mm'lik küp numuneler kullanılmıştır. Deney kapsamında elde edilen sonuçlar MPa (N/mm^2) olarak Çizelge 4.4'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Şekil 4.3 incelendiğinde taş unu kullanımının beton basınç dayanımını arttırdığını göstermiştir. En yüksek basınç dayanımı %20 taş unu katkılı beton numunesinde görülmüştür. Bunun sebebi olarak taş unu belirli bir orana kadar beton karışımına eklenirse betondaki boşluklu yapıyı azaltarak betonun kompozitesini arttırmakta ve bununla beraber dayanımını da arttırmaktadır.

Çizelge 4.4. Farklı oranlardaki taş unu katkılı beton numunelerin basınç dayanımları

Katkı oranı	Beton basınç dayanımı (MPa)			
	1.numune	2.numune	3.numune	ortalama
%0	69.40	69.97	60.92	66.76
%5	67.65	74.67	64.37	68.89
%10	73.55	74.00	75.60	74.38
%15	83.83	83.96	85.60	84.46
%20	87.80	86.03	88.81	87.56



Şekil 4.3.Basınç dayanımı ile taş unu arasındaki ilişkisi

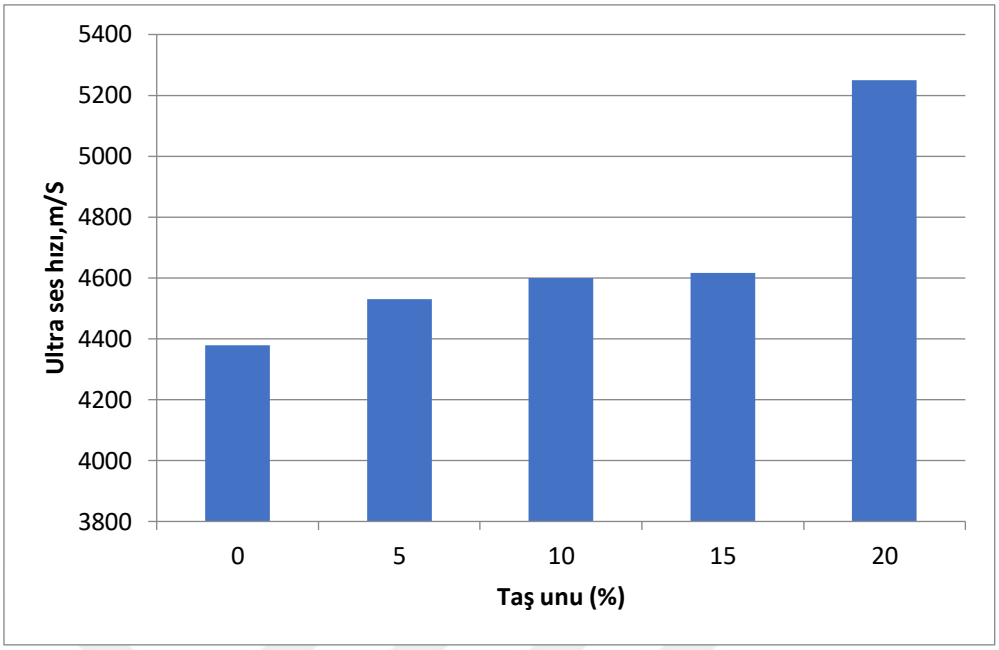
4.2.2. Ultra ses hızı deneyi sonuçları ve değerlendirilmesi

Ultra ses hızı deneyi tahribatsız deney metotlarından biri olduğu için beton basınç dayanımı deneyinde kullanılan 3 adet 150x150x150 mm küp numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. 28 günlük küp numuneler üzerinde yapılan deney sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Ultra ses geçiş hızı sonuçları

	Ultra ses geçiş hızı değerleri,m/s			
Katkı oranı	1.numune	2.numune	3.numune	Ortalama
%0	4480	4290	4370	4380
%5	4560	4570	4460	4530
%10	4530	4610	4660	4600
%15	4560	4520	4770	4616
%20	5310	5230	5210	5250

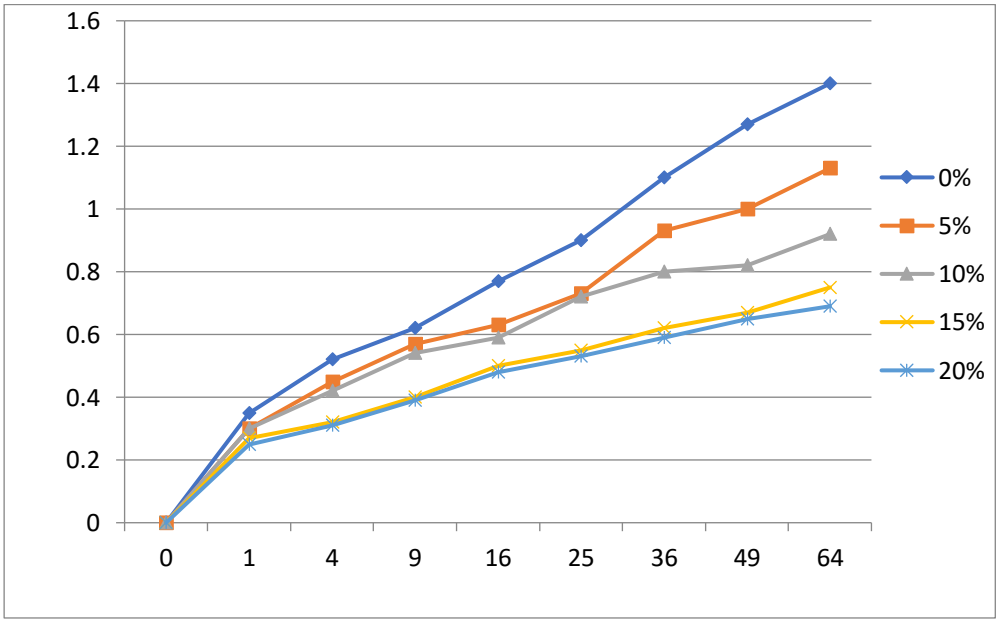
Elde edilen sonuçlara bakılarak Şekil 4.4 incelendiğinde ultra ses geçiş hızı değerlerinin taş unu oranı arttıkça geçiş hızı değerlerinin de arttığı gözlenmektedir. Bunun nedeni taş unu beton içerisindeki boşluklu yapıları doldurduğundan ses dalgaları daha hızlı hareket edecek ve bunun sonucunda boşluk oranı az olan numunelerde daha yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir.



Şekil 4.4.Farklı oranlardaki taş ununun ultra ses hızlarının karşılaştırılması

4.2.3. Kapiler su emme deneyi ve değerlendirilmesi

Yapılan çalışma kapsamında deney sonuçları çizelge 4.6. ve 4.7'de verilmiştir. Taş unu oranı arttıkça yüzey alanda emilen su miktarlarında azalmalar görülmektedir (Şekil 4.5.). Bunun nedeni olarak beton içerisindeki boşluklu yapının azalması emilen su miktarının da azalmasına neden olmuştur.



Şekil 4.5.Kapiler su emme miktarlarının değişimi

Çizelge 4.6. Numunenin emdiği su miktarları

	25 cm^2 alandan emilen su miktarları				
Süre,dk	%0	%5	%10	%15	%20
1	0.35	0.30	0.3	0.27	0.25
4	0.52	0.45	0.42	0.32	0.31
9	0.62	0.57	0.54	0.40	0.39
16	0.77	0.63	0.59	0.50	0.48
25	0.90	0.73	0.72	0.55	0.53
36	1.10	0.93	0.80	0.62	0.59
49	1.27	1.00	0.82	0.67	0.65
64	1.40	1.13	0.92	0.75	0.69

Çizelge 4.7. Kapiler su emme katsayıları

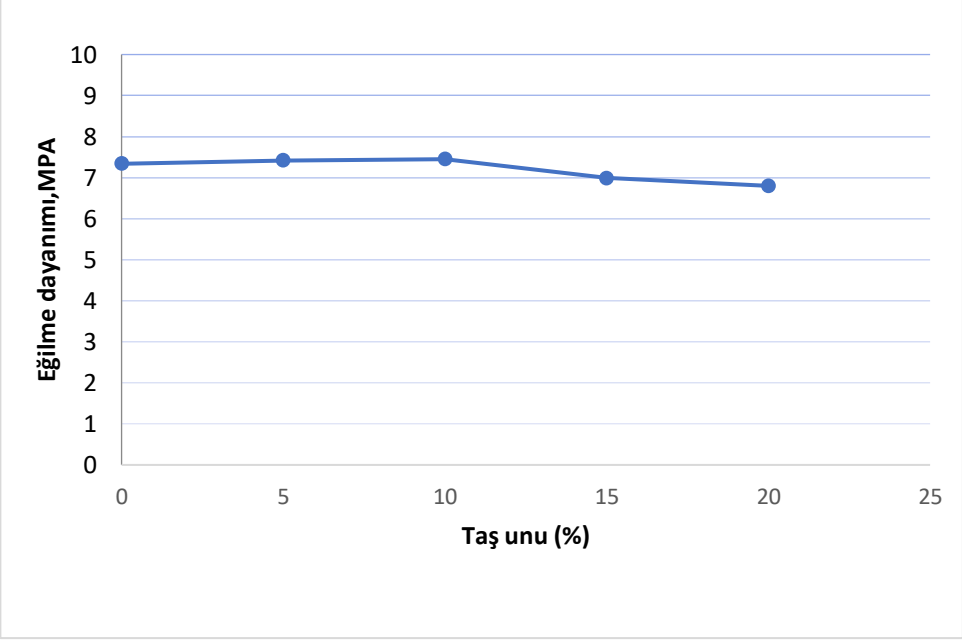
	Kapiler su emme katsayıları ($cm/sn^{1/2}$)				
Süre,dk	%0	%5	%10	%15	%20
1	0.108	0.012	0.012	0.012	0.006
4	0.056	0.01	0.01	0.009	0.004
9	0.037	0.008	0.008	0.007	0.004
16	0.028	0.008	0.008	0.007	0.004
25	0.023	0.007	0.007	0.006	0.004
36	0.02	0.007	0.007	0.006	0.004
49	0.017	0.007	0.006	0.006	0.004
64	0.018	0.007	0.005	0.005	0.005

4.2.4. Eğilmede çekme dayanımı sonuçları ve değerlendirilmesi

Eğilmede çekme dayanımının tespiti için 28 gün kür havuzunda bekletilen 100x100x400 mm boyutlarındaki kiriş numuneler üzerinde belirlenmeye çalışılmıştır. Üç eksenli eğilme dayanımı deneyine tabi tutulan numuneler ile ilgili sonuçlar çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı oranlardaki taş unu katkılı beton numunelerin eğilme dayanımları

Taş unu katkı oranı	Eğilme dayanımı (MPa)			
	1.numune	2.numune	3.numune	Ortalama
%0	6.95	7.95	7.12	7.34
%5	7.98	7.17	7.11	7.42
%10	7.06	6.89	8.42	7.45
%15	7.44	6.46	7.09	6.99
%20	7.02	6.75	6.62	6.80

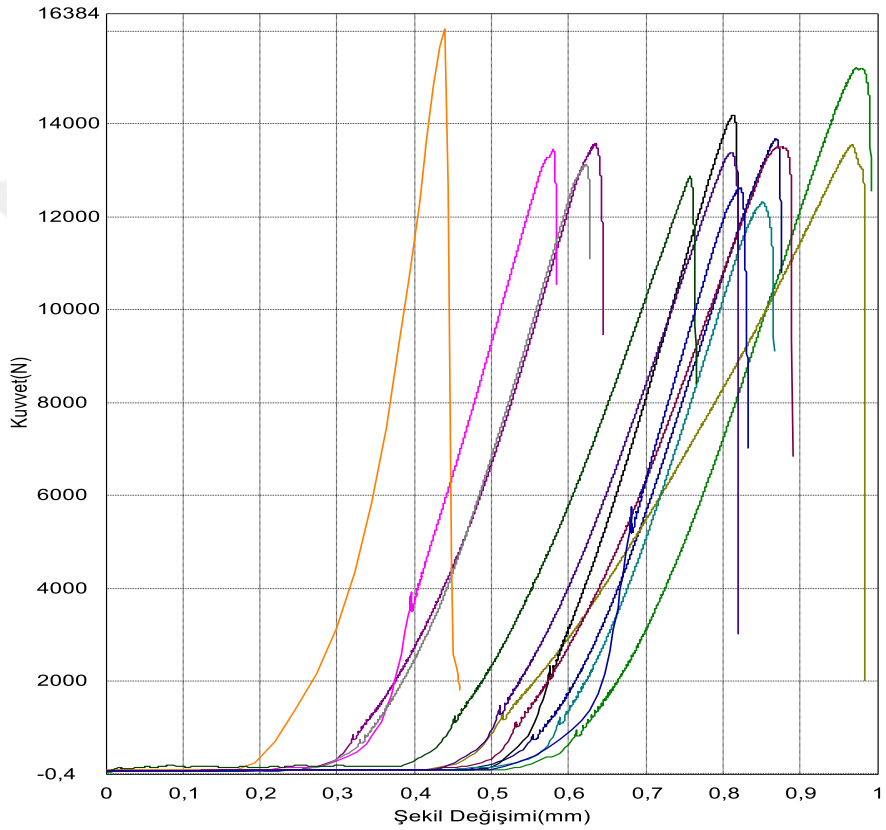


Şekil 4.6. Eğilme dayanımı ile taş unu arasındaki ilişkisi

Elde edilen sonuçlara bakılarak en yüksek eğilme dayanımı %10 taş unu katkılı beton numunesinde görülmüştür. %10 dan fazla taş unu içeren numunelerde dayanım az da olsa düşmektedir. (Şekil 4.6.).

Yapılan deneylerde %20 taş unu içeren numunelerde bile eğilme dayanımının tanık numunesine çok yakın olduğu görülmüştür.

Kuvvet ile Şekil değişimi ile ilgili grafik Şekil 4.2'de verilmiştir



Şekil 4.2. Eğilme dayanımı kuvvet şekil değişimi ilişkisi

5.SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Şanlıurfa İlinin Haliliye İlçesinde Tek Tek Dağları mevkiinde bulunan kalker ocağında konkasörün altında kalan atıl durumdaki taş ununun ince agrega ile farklı oranlarda yer değiştirilerek üretilen betonun mekanik özellikleri üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri incelenmiş olup elde edilen sonuç ve öneriler aşağıda verilmiştir.

Taze beton içerisinde taş unu miktarı arttıkça hava miktarı azalmakta ve birim hacim ağırlığı oran arttıkça artmaktadır. Böylece taş unu beton içerisindeki boşluklu yapıyı azalttığı ve sonucuna varılabilir.

Taze beton içerisinde taş unu oranı arttıkça suya olan ihtiyaç artmakta ve betonun işlenebilirliği azalmaktadır. Betonun işlenebilirliğindeki azalma segregasyona neden olabilir. Su ihtiyacı kimyasal katkılarla giderilebilir.

Taş ununun beton basınç dayanımını arttırdığı görülmektedir. Taş unu belirli bir orana kadar beton karışımına eklenirse betondaki boşluklu yapıyı azaltarak betonun kompozitesini arttırmakta ve bununla beraber dayanımını da arttırmaktadır. Basınç dayanımı en yüksek değere %20 taş unu eklendiğinde ulaşmaktadır.

Taş unu %10'a kadar eklendiğinde eğilmede çekme deneyinde dayanımı artırmaktadır. Daha sonraki oranlarda ise sürekli bir azalma görülmekte ve minimum değere %20 de ulaşmaktadır.

Taş unu oranı arttıkça ultra geçiş hızı değerlerinde sürekli bir artış olduğu gözlenmektedir.

Taş unu oranı arttıkça boşluklu yapı azalacağından emilen su miktarında da azalmalara sebep olur.

KAYNAKLAR

[1] HÜRBAŞ, M., KORUÇ, Ş. ve SÖNMEZ, R., 2003. Betonda Taş Tozu ve Kırma Kum Kullanımı. III Ulusal Kırma Taş Sempozyumu, İstanbul. 307-316.

[2] ÖZGAN, E., 2008. Taş Unu Miktarının Betonun Basınç Dayanımına Etkisinin Bulanık Mantıkla İncelenmesi. E-Journal of New World Sciences Academy Natural and Applied Sciences, 3 (4) : 600-609.

[3] DEŞİK, F. ve USTABAŞ, İ., 2019. Kireçtaşı Kökenli Kırma Kumdaki İnce Madde Oranının Beton Kıvamına ve Dayanımına Etkisi. Güfbed/Gustıj, 9 (2): 262-271.

[4] CEMALGİL, S., TUĞLA, R. ve DEMİREL, C., 2015. Taş Ununun Beton Özelliklerine Sürdürülebilirlik Açısından Etkisinin İncelenmesi. 2nd International Sustainable Buildings Symposium. Ankara, 166-170.

[5] ÖZDEMİR, A., 2009. Filler İçeriğinin Portland Çimentosu Betonunun Mekanik Özelliklerine Etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

[6] ULUGERGER, K., 2018. Yüksek Oranda Kireçtaşı Tozu İçeren Kendiliğinden Yerleşen Harcın Taze ve Sertleşmiş Özelliklerinin İncelenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.

[7] NURUZZAMAN, M.D., SAIFUL ISLAM,M.D., SALAUDDIN M. ve SAIFUL ISLAM, M.D., 2015. Strengthaspect of concrete using stone dust as a partial replacement of sand. International Journal of Advanced Structuresand Geotechnical Engineering ISSN 2319-5347, 04: 237-242.

[8] MAHZUZ, H.M.A., AHMED, A.A.M. ve YUSUF, M.A., 2011. Use of stonepowder in concreteandmortar as an alternative of sand. African Journal of Environmental Scienceand Technology. 5(5): 381-388.

[9] SİNGH, A.K., SRİVASTAVA, V. ve AGARWAL, V.C., 2015. Stone Dust in Concrete: Effect on Compressive Strength. International Journal of Engineeringand Technical Research (IJETR) 2321-0869: 2454-4698.

[10] IZQUIERDO, I.S. ve RAMALHO, M.A., 2016. Use of Residual Powder Obtained From Organic Waste to Partially Replace Cement in Concrete. Soto-Izquierdo&Antonio-Ramalho 83 (195) : 147-155.

[11] ÖZGAN, E., 2005. Kırma taş Agrega İçerisindeki Taş-Unu Miktarının Betonun Basınç Dayanımına Etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 21 (1-2): 198-205.

[12] TS 706 EN 12620/AC 2006. Beton Agregaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[13] BOZ, A.K, 2019. Granit Arenasının Beton İçerisinde Filler Malzeme Olarak Kullanılması ve Performans Analizi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.

[14] TÜRKMENOĞLU, Z.F, KILIÇ, A.M ve DEPCi, T., 2015. Van Pomzası ve Mermer Tozu Atıkları ile Üretilmiş Kendiliğinden Yerleşen Hafif Betonların Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 30(1): 105-116.

[15] DAYI, M., BİRGÜL, R., ŞİMŞEK, O., ARUNTAŞ, H.Y ve TEKİN, İ., 2007. Kendiliğinden Yerleşen Beton Özelliklerine Atık Mermer Tozunun Etkisi. 2. Yapılarda Kimyasal Katkılar Sempozyumu, Ankara.

[16] GÜNER, M.S., 1999. Malzeme Bilimi-Yapı Malzemesi ve Beton Teknolojisi, 8, Aktif Yayınevi, İstanbul.

[17] TS EN 12350-2, 2002. Beton-Taze Beton Deneyleri-Bölüm 2: Çökme Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[18] ÖZEL, C., SOYKAN, O. ve ZENGİN, B., 2012. Filler Olarak Mermer Tozu İçeren Beton Özelliklerinin Bulanık Mantık Kullanılarak Belirlenmesi. New World Sciences Academy.

[19] YAZIOĞLU, S. ve KARA, C., 2015. Betonda Atık Mermer Tozu Kullanımının Karbonatlaşmaya Etkisi. 2. International Sustainable Building Symposium.

[20] TERZİBAŞİOĞLU, N., 1996. Kırma Taş Tozunun Betonda Kullanılabilirliği. 1.Ulusal Kırma Taş Sempozyumu, İstanbul.

[21] TAŞDEMİR, C. ve ATAKAN H., 1996. I. Ulusal Kırma Taş Sempozyumu, İstanbul.

[22] TS EN 3526, 1980. Beton Agregaların Özgül Ağırlığı ve Su Emme Oranı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[23] TS EN 12390-5, 2010. Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 5: Deney Numunelerinin Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[24] TS EN 12390-3, 2010. Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 5: Deney Numunelerinin Basınç Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[25] TS EN 12350-1, 2019. Beton-Taze Beton Deneyleri-Bölüm 1: Numune Alma ve Yaygın Kullanılan Aygıtlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[26] TS EN 12504-4, 2004. Beton Deneyleri-Bölüm 4: Ultrases Geçiş Hızının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Abdulgafur HOROZ

Uyruğu :Türkiye Cumhuriyeti

Doğum Yeri ve Tarihi :Şanlıurfa, 20/10/1984

Telefon :0532 515 03 59

e-mail :aghoroz06@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Lise	Sungurbey Lisesi	Merkez	Niğde	2002
Üniversite	Antakya Meslek Yüksek Okulu İnşaat Teknikerliği	Merkez	Hatay	2008
Üniversite	Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü	Merkez	Gümüşhane	2015

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2008-2009	İlci İnşaat	Saha Şefi
2009-2012	Bekiroğlu İnşaat	Saha Şefi
2016-Halen devam ediyor	Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi Kırsal Hizmetler Daire Başkanlığı	İnşaat Mühendisi