

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETON YAŞININ BASINÇ DAYANIMI ÜZERİNE OLAN
ETKİSİNİN ULTRASES YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ**

Qadri Ahmed YOUSIF

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FİZİK ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR

Eylül 2018

**T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BETON YAŞININ BASINÇ DAYANIMI ÜZERİNE OLAN
ETKİSİNİN ULTRASES YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ**

Qadri Ahmed YOUSIF

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FİZİK ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR

Eylül 2018

T.C
DİCLE UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
DİYARBAKIR

Qadri Ahmed YOUSIF tarafından yapılan “BETON YAŞININ BASINÇ DAYANIMI ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN ULTRASES YÖTEMİ İLE BELİRLENMESİ” konulu bu çalışma , jürimiz tarafından Fizik Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan: Prof.Dr.Taha TAŞKIRAN

Üye : Prof.Dr.M.Enver AYDIN

Üye :Dr.Öğr.Üyesi Dilan ALP

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 05/07/2018

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../...../20

Doç.Dr.Sevtap SÜMER EKER

ENSTİTÜ MÜDÜR V.

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Bu tezde danışmanlarım Prof. Dr. Enver AYDIN ve Yrd.Doç. Dr. İdris Bedirhanoğlu'na teşekkür etmek istiyorum.

Arkadaşlarım Vaheel ABDULLAH, Ziwar ZEBARI, Melik OSAL, Saruhan Bedirhanoğlu ve Zeki Őimőek'e tez aőamasındaki desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Bana sağladıkları laboratuvar imkanlarından dolayı Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümüne teşekkür ediyorum.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
ÇİZELGE LİSTESİ.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
KISALTMA VE SİMGELER.....	VIII
1 GİRİŞ.....	1
2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Erken Yaşlarda UPV ve Basınç Dayanımı.....	3
2.2. Ultrasonik Puls Hızı.....	4
2.3. Beton içinde ilerleyen Dalganın Yayınım Formülasyonu.....	4
2.4. UPV'nin Uygulamaları ve avantajları.....	5
2.5. Transdüserlerin Yerleşimi.....	5
2.6. Ultrasonik puls hızına Etki Eden Faktörler.....	6
3. MATERYAL ve METOT.....	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1. Beton Karışım Oranları.....	9
3.1.2. Kür Uygulaması.....	10
3.1.3. Numunelerin Üretimi.....	10
3.2. Ultrasonik Test.....	11
3.2.1. Ultrasonik Testin Avantajları.....	13
3.2.2. Ultrasonik Testin Dezavantajları.....	13
3.2.3. Ses Dalgasının Özellikleri.....	14
3.2.4. Hız, Dalga Boyu Ve Frekans Arasındaki İlişki.....	14
3.2.5. Ultrasonik Dalgasının Atenuasyonu.....	15
3.2.6. Ultrasonik Dalgasının Üretimi.....	16

3.3.	Ultrasonik Test Cihazı.....	18
3.4.	Ultrasonik Ses Dalgası Hızının Belirlenmesinde Uygulanan Prosedürler.....	19
3.5.	Beton Basınç Dayanımı Yöntemi.....	22
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1.	Pilot Numunelere Ait Test Sonuçları.....	25
4.2.	DeneySEL Sonuçlar.....	27
4.3.	Tartışma.....	29
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	33
6.	KAYNAKLAR.....	35
	ÖZGEÇMİŞ.....	39



ÖZET

BETON YAŞININ BASINÇ DAYANIMI ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN ULTRASES YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

QADRI YOUSIF

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK BÖLÜMÜ

2018

Beton kalitesinin tespitinde ultrases dalga hızı (UPV) yönteminin kullanımı çok yaygındır. Bu çalışmanın amacı hasarsız yöntemlerden ultrases yardımı ile beton yaşının beton basınç dayanımına etkisinin incelenmesidir. Bu çalışma için kullanılan küp numunelerin basınç dayanımları 12.1 ile 31.3 MPa arasında değişmektedir. Deneysel çalışmalarda kullanılan numuneler üç ana gruptan oluşmaktadır. Bu gruplardan birincisi, Emirler hazır beton firmasından temin edilmiş C20 beton sınıfı, 2.grup BES beton firmasından temin edilmiş C25 beton sınıfı, 3.grupta (C30 beton sınıfı) BES beton firmasından temin edilmiş olup toplamda yaklaşık 126 adet numuneden oluşmaktadır. Numuneler 28 gün oda koşullarında su içinde bekletilerek kür edilmiştir, daha sonra deney gününe kadar laboratuvarında bekletilmiştir. Bu çalışma iki ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde beton yaşının ultrases hızı ölçümlerine olan etkisi incelenmiştir. İkinci bölümde beton yaşının beton basınç dayanımına olan etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada su çimento oranı yaklaşık 0.5 ve kenar ebatları 150 mm küp numuneler kullanılmıştır. Test gününe kadar numuneler suda ve havada kür edilmiştir. Kürleme günleri 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 21 ve 28 gün olarak belirlenmiştir. Bu günlerde numunelerin yoğunlukları ve basınç dayanımları belirlenmiştir. Ölçümlere göre numunelerin yoğunlukları 2.308 ile 2.395 g/cm³ arasında değişmektedir. UPV değerleri beton erken yaşlarında hızla artmakta buna karşılık ilerleyen zamanlarda bu hız oldukça azalmaktadır. Benzer durum beton yaşının artması ile olmaktadır. Betonun 1, 10 ve 28 günlerde UPV değer aralıkları 3.65, 4.21 ve 4.85 km/s arasında değişmektedir. Basınç dayanımları da 1-28 günleri arasında 15.98 MPa ile 46.21 MPa arasında değişmektedir. Bu sonuçlar UPV değerlerinin beton yaşı ile arttığını göstermektedir. Beton yaşı arttıkça basınç dayanımı da artmaktadır. Fakat bu ilişki bütün beton türleri için aynı değildir.

Anahtar Kelimeler: Tahribatsız test, ultrasonik test, ultrasonik dalga hızı, basınç dayanımı, beton yaşı.

ABSTRACT

DETERMINING EFFECT OF THE AGE OF THE CONCRETE ON THE COMPRESSIVE STRENGTH

MASTER THESIS

QADRI YOUSIF

DICLE UNIVERSITY
SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE
PHYSICS DEPARTMENT

2018

Ultrasonic pulse velocity technique is very widely being used to assess the quality control of concrete. The purpose of this study is investigating the effect of the early age of concrete on the compressive strength of concrete by UPV of the non-destructive testing. The cube specimens used in the study were casted from concrete with a varied cube compressive strength qualities. Numbers of specimens were used in the experiment were arranged in three groups. The samples of the first group called as C20 concrete class was provided from Emirler concrete center, the samples of the second group called as C25 concrete class was provided from BES concrete center, and the samples of the last group called as C30 concrete class was provided from BES concrete center and hereby totally 126 samples were used in this study. This study includes two parts of the investigational work; first part is the effect of concrete age on the UPV measurement. And second part is the effect of concrete age on the compressive strength. In this study concrete with water-cement ratio of 0.5 cube specimens of size 150mm*150mm*150mm were used. The cube specimens were cured using two methods known as air curing and water submerged curing, until testing ages of 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,14,21 and 28 days. After measurement of their densities and compressive strengths the results illustrated that densities of the specimens ranged from 2.308 to 2.395 g/cm³. Measurement results of the UPV of non-destructive tests shows that UPV changes very rapidly at the first days, but after then flatten and then increase slowly. The same thing occurs with growing age of concrete. The ranges of UPV at age 1, 10 and 28 day are 3.65, 4.21 and 4.85km/s respectively. The compressive strength values of the concrete samples change from 12.58MPa to 46.21MPa at ages ranging from 1.0 to 28 days. The above Results illustrate that in general, the UPV increases with growing the age of concrete. And when age of concrete grows, the compressive strength of concrete increases. But no matchless relationship can be recognized to cover all concrete cube specimens.

Keywords: Non-Destructive Testing, Ultrasonic Testing, Ultrasonic Pulse Velocity, Compressive Strength, Age of Concrete.

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1.	Beton kalitesinin UPV ölçümüne bağlı olarak sınıflandırılması	4
Çizelge 3.1.	Beton Santrallerinden temin edilen beton sınıflarına ait karışım oranları	10
Çizelge 4.1.	UPV değerleri	25
Çizelge 4.2.	Grup 1: Emirler C20 deneysel sonuçlar	27
Çizelge 4.3.	Grup 2: Bes Beton C25 deneysel sonuçlar	28
Çizelge 4.4.	Grup 3: Bes Beton C30 deneysel sonuçlar.	28

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1.	Transdüserlerin farklı pozisyonlarda yerleşimi	6
Şekil 2.2.	Farklı agrega türlerinin UPV değeri üzerindeki etkileri	7
Şekil 3.1.	Hasarsız yöntemler	12
Şekil 3.2.	Dalga hızının sınıflandırılması	14
Şekil 3.3.	Boyuna dalganın yayılımı	15
Şekil 3.4.	Enine dalganın yayılımı	16
Şekil 3.5.	Rayleigh dalgasının yayılımı	16
Şekil 3.6.	Piezoelektrik Etki	17
Şekil 3.7.	Transdüserin Şekli	17
Şekil 3.8.	UPV ölçümün şematik çizimi	18
Şekil 3.9.	Bu çalışmada kullanılan Ultrasonik test cihazı	19
Şekil 3.10	Referans numune ile kalibrasyon	21
Şekil 3.11.	UPV tetsti uygulanan bazı numuneler	22
Şekil 3.12.	Bu çalışmada kullanılan basınç cihazı	23
Şekil 4.1.	UPV (km/s) – Beton yaşı ilişkisi	26
Şekil 4.2.	Basınç Dayanımı ve Yaş arasındaki ilişki, Grup 1	30
Şekil 4.3.	UPV ve Yaş Arasındaki ilişki, Grup 1	30
Şekil 4.4.	Basınç Dayanımı ve Yaş arasındaki ilişki, Grup 2	31
Şekil 4.5.	UPV ve Yaş Arasındaki ilişki, Grup 2	31
Şekil 4.6.	UPV ve Yaş Arasındaki ilişki, Grup 3	32
Şekil 4.7.	Basınç Dayanımı ve Yaş Arasındaki İlişki, Grup 3	32

KISALTMA VE SİMGELER

NDT	: Tahribatsız muayene
UT	: Ultrasonik testler
UPV	: UltrasonikPuls hızı
W / C	: Su-Çimento Oranı
Vl	: Boyuna hız
ρ	: Yoğunluk
μ	: Poisson oranı
Ed	: Dinamik elastik modül
V	: Hız
G	: Yerçekimi ivmesi
L	: uzunluk
T	: Zaman
U	: Yerinden olma vektörü
G	: Kayma modülü
B	: Azalan genlikli ses dalgası
B0	: Başlangıç amplitüdü
β	: Ses dalgasının zayıflama katsayısı
V	: Sesin hızı
At	: Saniyedeki Desik

1. GİRİŞ

Çabuk sertleşmesi ve daha kuvvetli bir forma dönüşebilmesi nedeniyle, belli oranlarda ince ve iri agreganın, su ve çimento ile karıştırılarak elde edilen beton harcı yaygın olarak kullanılmaktadır (Neville, 1995).

Bütün doğal yaşam alanlarında, binaların veya yapıların temel bölümleri, betondan oluşmaktadır. Bu durum, beton kalitesinin test edilmesini, çok önemli bir hale getirmektedir. Bugünün teknolojisinde, betonun fiziksel veya mekaniksel özelliklerinin test edilmesinde, numunenin tahrip edilerek gerçekleştirildiği tahrip edici (destructive testing) test etme metodu gibi bazı test teknikleri mevcuttur. Bu test tekniği malzemenin kullanılamaz hale gelmesine neden olmasından dolayı, bu numunenin tekrar kullanılmasına olanak tanımaz. Dolayısıyla test sonrası bu numune atıl duruma gelir. Bu test metodunda, test numunesi kullanışsız hale geldiğinden, zarar görmesini istemediğimiz bütün yapıların ve özellikle tarihi yapıların bu methodla test edilmesi uygun olmaz.

Bu da bizim tarihi yapıların dayanıklılığı hakkında tahminde bulunmamızı imkansız hale getirir. Bu durum araştırmacıları, malzemeye zarar vermeden test edilebilecek farklı metodlar bulmaya sevk ederek, hasarsız test metodu NDT (Non destructive testing method) metodun bulunmasına yardımcı olmuştur (ACI 228.2R).

NDT metodunda, malzemenin fiziksel veya mekaniksel özellikleri hasarsız bir şekilde tetst edilebilmekte ve aynı zamanda test edilen numune hasarlı metodta atıl hale gelirken NDT metodta tekrar kullanılabilir. NDT metodu malzemenin iç bölgesindeki hasarlar hakkında da bilgi verebilmektedir. NDT metoduyla malzeme, işlenmemiş halden kullanışlı hale gelene kadar her aşamada malzemenin kalite kontrolü hasarsız, hassas ve çok hızlı bir şekilde test edilebilmektedir (Hellier, 2003).

Ultrasonik test metodu (UPV) veya NDT metodu ile, malzemenin içinde hareket eden ses dalgasının hızına bakılarak beton kalitesi tayin edilir. Hız arttıkça beton dayanımı da artış göstermektedir (IS, 1992).

Bu çalışmadaki amacımız, beton yaşının betonun mukavemetine etkisi üzerine deneysel bir araştırma yapmaktır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu çalışma konusu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar özet bir şekilde verilmiştir. Ayrıca bu çalışmanın ilerleyen bölümlerinde kullanacağımız bilgilerde kaynaklardan derlenmiştir. Kaynak özetleri aşağıda bölümler halinde sunulmuştur.

2.1. Erken Yaşlarda UPV ve Basınç Dayanımı

Betonda dalga geçiş hızının ölçümü 1950 li yıllara dayanmakta ve bu konuda ilk çalışmalar Whitehurst, (1951) tarafından gerçekleştirilmiştir. Beton taze iken yeterli derecede güçlü sinyal elde edilmesinde problemler yaşanmıştır. Fakat geçiş hızının gittikçe çok hızlı bir şekilde arttığı ve daha sonraları artış hızının azaldığını gözlemişlerdir.

Thompson (1961) betonun çok erken zamanlarında dökümden 2 saat ve 1 gün arasındaki zamanda 35 °C suda kür ettiği 6 inçlik küpler üzerinde basınç testleri yapmıştır. Küplerin basınç testlerinden elde ettiği düzensiz sonuçlar neticesinde beton basınç dayanımı artışının uniform olmadığını ve sürekli bir dayanım çizgisi ile temsil edilemeyeceği sonucuna varmıştır. Thompson (1962) normal sıcaklıklarda 18 saat ile 24 saat kür edilen ve 35 derecede 6 ile 9 saat arasında kür edilen numuneler üzerinde testler yapmıştır. Sonuçlar UPV hızının beton yaşı ile arttığını göstermiştir.

Facaoaru (1970) farklı beton sınıflarında beton dayanımının artışını belirlemek için UPV kullanmıştır. Dayanım artışı süreci UPV ve basınç testleri ile belirlenmiştir. Elvery and Ibrahim (1976) yaşları 3 saat ile 28 gün arasında değişen ve kür sıcaklığı 1-60 derece arasında değişen küp numuneler üzerinde UPV ve basınç testleri yapmıştır. 0.74 korelasyona sahip bir denklem geliştirmişlerdir. Numune üretimi için kenarları çelik ve sonları ahşap olan prizmatik kalıplar kullanmışlardır. Prizmatik kalıbın sonlarında ve yüzeyin tam ortasında bırakılan bir deliğe sensörler yerleştirilmiştir. Çelik kalıp yüzeylerinin taze betondan geçen ses dalgasının hızı üzerindeki etkisine değinmemişlerdir. Şunu unutmamak gerekir ki 50 kHz frekanslara sahip sensörler kullanıldığında yönelim açısı çok büyümekte ve çelik kenarlar UPV değerini etkileyecektir.

Al-Mishhadani, et al, 2012, 7, 28, 60, 120 ve 180. günlerde yaptıkları deneyler ile beton yaşının basınç dayanımı üzerindeki etkilerini UPV ile incelemişlerdir. Beton yaşı arttıkça UPV değerinin ve beton basınç dayanımının arttığını ve dolayısı ile beton yaşı

2. KAYNAK ÖZETLERİ

ile basınç dayanımının direk orantılı olduğunu görmüşlerdir. Ayrıca betonun ilk günlerinde dayanım artışının ani ve hızlı olduğunu, buna karşılık ilerleyen yaşlarda dayanım artışının çok yavaşladığını görmüşlerdir.

2.2. Ultrasonik Puls Hızı

Ultrasonik puls hızı test metodu (UPV metodu), NDT metodlarının en önemlilerinden biridir. NDT tekniği, alıcı ve verici arasında ilerleyen dalganın yayılma zamanını içerir. Betonun kalite değerlendirmesinde, başarıyla kullanılmaktadır. UPV metodu, sadece betonun içinde ilerleyen dalganın, hız ölçümü ve gerekli zamanın hesaplanmasını gerektirmektedir. Ultrases, ilk olarak sıkıştırma veya boyuna dalgalar ikinci olarak enine dalgalar üçüncü olarak Rayleigh dalgaları olmak üzere 3 kategoride değerlendirilebilir (IS, 1992). Betonun kalitesi, betonun içinde ilerleyen dalganın hızına ölçülüp standartlarca Çizelge 2.1 (IS,1992)'de verilen kılavuz kullanılarak beton mukavemeti değerlendirilebilir.

Çizelge 2.1. Beton kalitesinin UPV ölçümüne bağlı olarak sınıflandırılması (IS, 1992).

Puls Hızı (km/s)	Beton Kalite Dercelendirmesi
> 4.5	Mükemmel
3.5 ile 4.5 arası	İyi
3.0 ile 3.5 arası	Orta
< 3.0	Güvenli değil

2.3. Beton içinde ilerleyen Dalganın Yayınım Formülasyonu

Ses dalgasının hızı, ortamın ve elastik özelliklerine bağlıdır ve bu yüzden yoğunluk ve ilerleyen dalganın ses hızı bilinirse, ortamın elastik özellikleri değerlendirilebilir. Sonsuz, homojen ve izotropik elastik ortam için boyuna dalga hızı bilinmektedir (ASTM C 597-09) ve (BS EN 12504-4, 2004):

$$V = \sqrt{\frac{K \cdot E_d}{\rho}} \quad 3.1.$$

V : Boyuna dalga hızı (km/s)

E_d : Dinamik elatisite modülü (N/mm²)

ρ : Ortamın yoğunluğu (kg/m³)

$$K = \frac{(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)} \quad 3.2.$$

ν : Dinamik poisson oranı.

Yukarıdaki K'nın değeri dinamik poisson oranının değişimlerine duyarlı sayılmaktadır.

2.4. UPV'nin Uygulamaları ve Avantajları

UPV tekniği, alanda olduğu kadar yerinde ve laboratuvar ortamında da başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Buna ek olarak, bozulma çalışmasında olduğu gibi beton kalite kontrolünde de kullanılabilir. Betonun avantajı ve uygulaması aşağıda özetlenmiştir. (IS, 1992).

- ❖ Beton dayanımının tahmin edilmesi.
- ❖ Beton homojenliği.
- ❖ Çimento hidrasyonu üzerine çalışmalar.
- ❖ Beton dayanıklılığı üzerine çalışmalar.
- ❖ Çatlaklar, boşlukların tespit edilmesi, malzeme içerisindeki safsızlıkların tespiti
- ❖ Elastisite modülünün belirlenmesi.

2.5. Transdüserlerin Yerleşimi

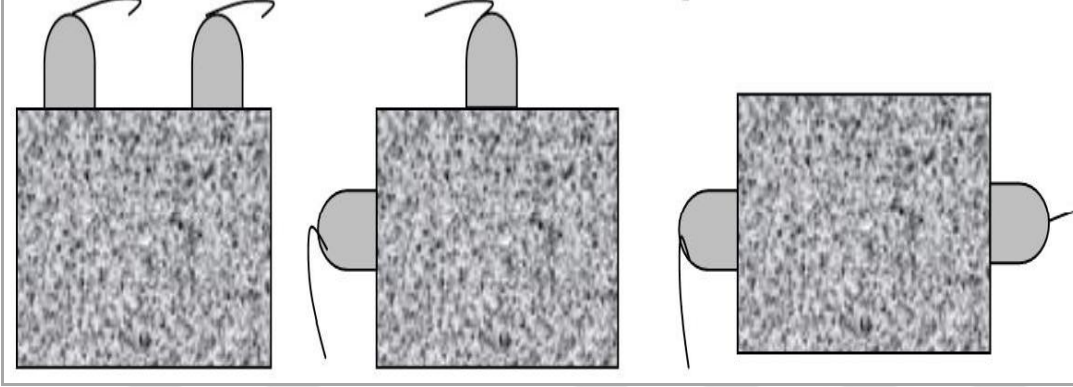
Alıcı ve verici transdüserleri iletme geçirmenin üç yolu mevcut olup aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

1. Direk iletim

2. Yarı direk iletim

3. İndirek iletim

Birinci metod en iyi metod olup dalga vericiden alıcıya direk olarak ilerler. İkinci metod daha az etkili bir metod olup malzemenin yüzeyi boyunca ilerler. Üçüncü metod en zayıf metod olup beton hakkında çok az bilgi verir.



Şekil 2.1. Transdüserlerin farklı pozisyonlarda yerleşimi.

2.6. Ultrasonik Puls Hızına Etki Eden Faktörler

Bir puls, beton içinde hareket ettiğinde, bu pulsa bir çok faktör etki etmektedir. UPV'ye etki eden herhangi bir faktör, direk olarak betonun basınç dayanımına etki edebilir. Bu çalışmada biz sadece beton'un yaşını tartışacağız.

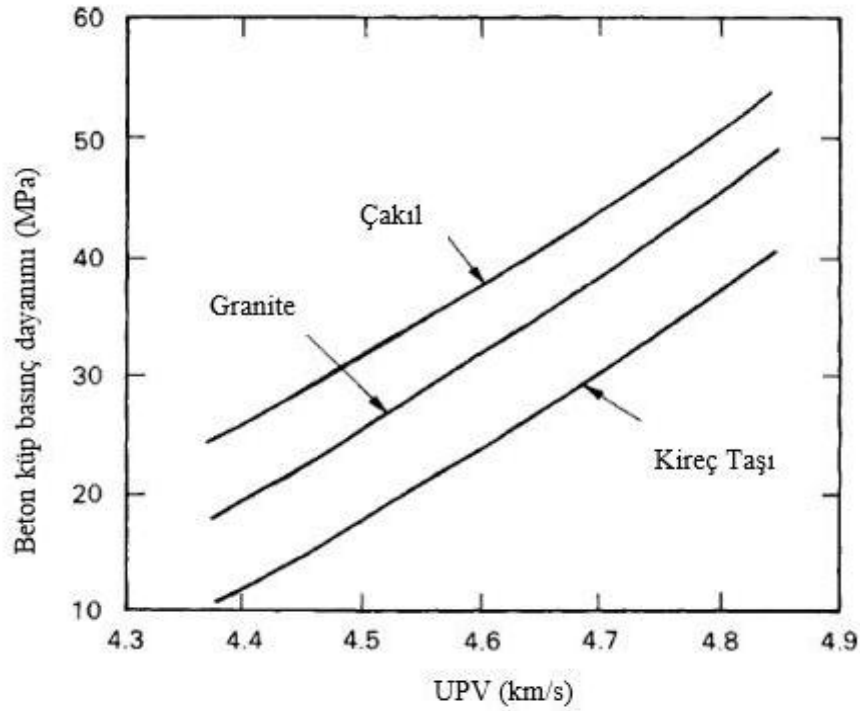
- Betonun yaşı

Beton yaşının UPV üzerine etkisi, basınç dayanımı gelişiminin etkisine benzerlik göstermektedir. Jones, betonun yaşı ile UPV arasında bir ilişkinin olduğunu keşfetti. Hızın çok çabuk arttığını, fakat daha sonra sabitlendiğini gösterdi. Bu aynı şekilde basınç dayanımı ile beton yaşı arasında aynı ilişkiye benzerlik göstermektedir. Fakat UPV basınç dayanımından daha sonra limite gelmektedir. (Jones, 1954).

- Beton yüzeyinin düzgünlüğü.
- Betonun nem ve kür edilme koşulları.
- Yol uzunluğu.
- Numunenin şekli ve ölçüleri.
- Betonun sıcaklığı.

- Donatı çubuklarının etkisi.
- Agrega ölçüsü, türü ve içeriği
- Su-çimento oranı
- Katkı maddeleri
- Transdüserlerin teması
- Basınç düzeyi

Agrega türünün UPV üzerindeki etkisini göstermek üzere Jones 1962 tarafından yapılan çalışmada Şekil 2.2’de verilen grafikler elde edilmiştir. Grafiklerden görüldüğü gibi çakıl, granit gibi farklı agrega türlerine sahip betonların aynı basınç dayanımına denk gelen UPV değerleri birbirinden farklıdır.



Şekil 2.2. Farklı agrega türlerinin UPV değeri üzerindeki etkileri (Jones 1962).



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu bölümde deneysel çalışmada kullanılan malzeme, araç ve metodlardan bahsedilecektir. UPV ölçüm şekli, basınç dayanımı ve beton yaşı ile karşılaştırılmasına da değinilecektir. Bu deneysel çalışmada toplamda yaklaşık 130 adet 150 mm boyutunda beton küp numuneler kullanılmıştır. Bu betonlar Diyarbakır şehirindeki yapı inşasında kullanılan betonlardır. Bütün bu numuneler üç ayrı yerden alınmıştır. Yani bu numuneleri üç guruba ayırabiliriz. Birinci grup Emirler Beton santarlinin Metin binası için ürettiği C20 betondur. İkinci grup Bes Beton santralinden alınmıştır ve 25 beton sınıfına sahiptir. Üçüncü grup yine Bes Betonun C30 betonudur. Sonuç olarak üç grubun numuneler yaklaşık 120 numune yapmaktadır. Bütün bu numuneler beton yaşının beton basın dayanımı üzerindeki etkilerini ultrases ölçümleri ile incelemek için kullanılacak ve ölçümler 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 21 ve 28. günlerde yapılacaktır.

3.1.1. Beton Karışım Oranları

Bu çalışmada kullanılan betonların içeriği ile ilgili mümkün olduğunca detaylı bir araştırma yapılmaya çalışılmıştır. Her ne kadar yörede kullanılan betonlar için agregalar büyük çoğunlukla Dicle nehri menşeli olmasına karşılık yine de kullandığımız numunelerin betonlarında kullanılan agregaların kaynağı araştırılmıştır. Diyarbakır'da beton üretimi yapan firmaların büyük çoğunluğu agregalarını Dicle Nehrin'den temin etmektedir. Çok azı da agrega konkasörlerinden elde etmektedir. Bunların da önemli kısmı Dicle Nehri kaynaklıdır. Çimento olarak ta büyük çoğunlukla Mardin ve Ergani'de bulunan çimento fabrikalarında üretilenler kullanılmaktadır. Su olarak belediye suyu kullanılmaktadır.

Çizelge 3.1'de farklı firmalardan alınan beton karışım oranları verilmiştir. Görüldüğü gibi bir metreküp başına 300 kg çimento, bir kısım 0-7 kum, bir kısım 7-15 çakıl, bir kısım 15-25 çakıl, su ve katkı maddesi kullanılmıştır. Su/çimento oranları da 0.5-0.6 arasında değişmektedir.

Çizelge 3.1. Beton Santrallerinden temin edilen beton sınıflarına ait karışım oranları

Beton Santrali	BETON SINIFI	0-7 KUM (kg)	7-15 ÇAKIL (kg)	15-25 Çakıl (kg)	ÇİMENTO (kg)	SU (kg)	Su/Çimeto	KATKI (L)
E.S. H.B.S.	C 20	1060	300	580	300	170	0.566	2.4
B. H.B.S	C 25	1040	255	655	290	170	0.586	3.1
B. H.B.S	C 30	1010	270	650	330	180	0.545	3.5

3.1.2. Kür Uygulaması

Beton üretiminden 24 saat geçtikten sonra bütün sertleşmiş numuneler Dicle Üniversitesi Laboratuvarına götürülerek normal hava koşullarında suyun içine konulmuştur. Bir çok standarda göre kür uygulamasının bir çok yöntemi vardır ve bu çalışmada numuneler oda koşullarında su içinde kür edilmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi bu çalışmada 130 civarında 150 mm'lik küp numune kullanılmıştır. Genel olarak üç gruptan numuneler üzerinde 24. saatten başlayıp 10. Güne kadar her gün testler yapılmış ve daha sonra 14., 21. ve 28. günlerde deneyler yapılmıştır. Her seferinde test edilecek yaklaşık üç numunenin ağırlıkları ölçülmüş, UPV ölçümleri yapılmış ve numunelerden üç tanesine basınç testi uygulanmıştır.

3.1.3. Numunelerin Üretimi

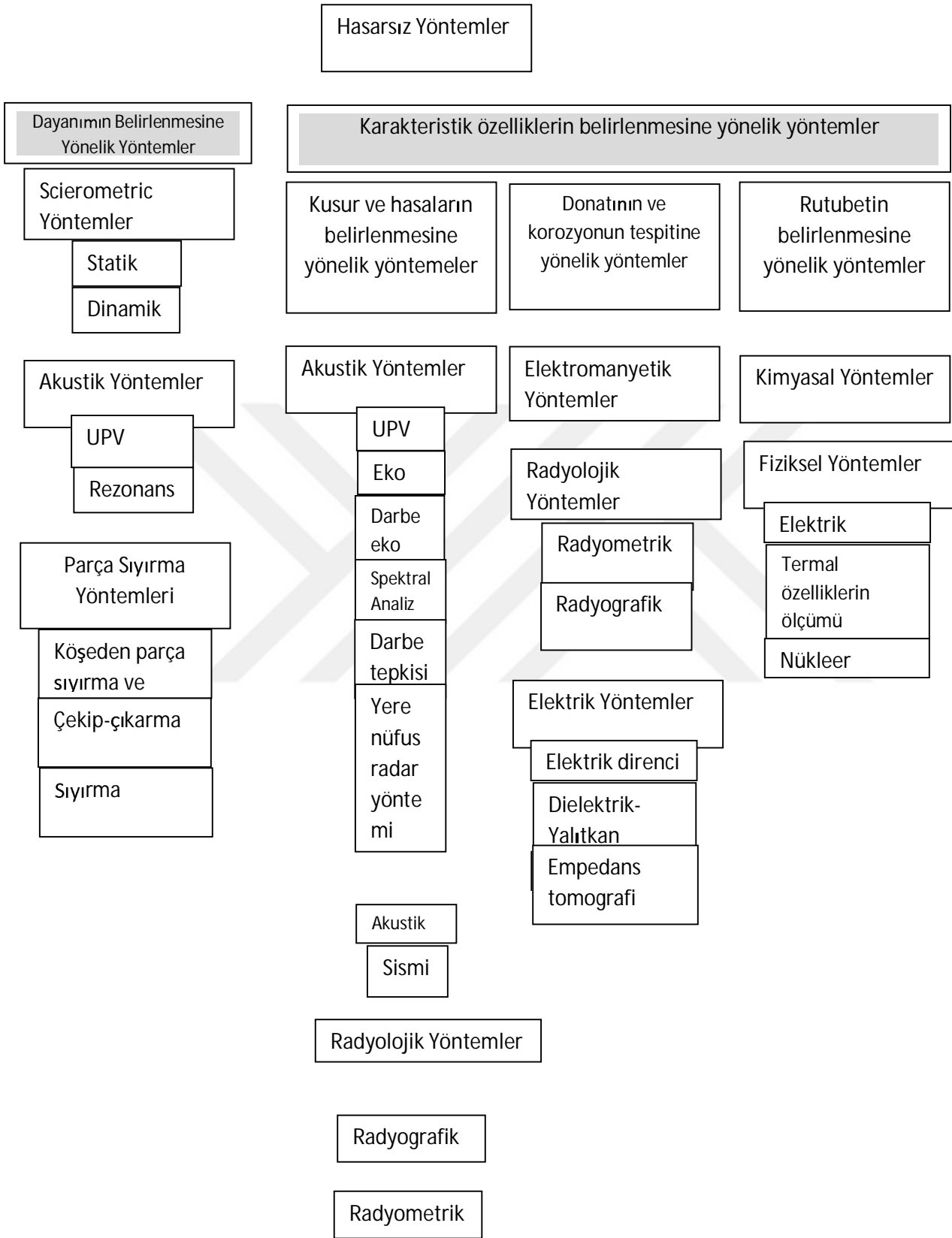
- Kalıpların bütün yüzeyleri yağlanmalıdır.
- Küp kalıbın altında küçük bir kağıt parçası konur.
- Küp numuneleri düzgün bir yere konulmalıdır.
- Numuneleri yarıya kadar doldurum çelik çubuk ile 25 defa şişleyin.
- Numunenin geri kalan kısmını doldurup mala ile düzeltin.
- Numuneleri 24 saat hareket ettirmeden bekletilmesi gerekir.

3.2. Ultrasonik Test

Malzemelerin özelliklerinin belirlenmesine yönelik birçok hasarsız yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemleri özetleyen bir tablo hazırlanmış Şekil 2.3'te verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan yöntem de bu yöntemlerden biri olan ultrasonik darbe hızı (UPV) yöntemidir.

Ultrasonik dalgalar, malzeme içindeki atomik veya moleküler titreşimleri içerir. Ultrasonik dalgalar ve mekanik titreşimlerin elastisite limiti, malzemenin elastisite limitinin altındadır. Malzemenin fiziksel veya mekaniksel özelliklerinin ölçümü sırasında, malzemeye hasar vermemesi NDT metodunu tercih edilirliliği yüksek bir metod haline getirmiştir (Lee and Suen, 1990).

NDT yönteminde, 20 kHz den daha yüksek frekansa sahip dalgalar, malzeme hakkında değerli ve ayrıntılı bilgiler sunmaktadır. Ultrasonik test cihazı ile 0.5 ve 20 MHz arasındaki ve insanlar tarafından duyulamayacak frekansta olan ses dalgaları ile değerlendirme yapılabilmektedir. Bu frekanslar, genellikle 20 Hz ile 20kHz arasında değişmektedir (Lütfi, 2013).



Şekil 3.1. Hasarsız yöntemler (HOLA ve Schabowicz 2010).

3.2.1. Ultrasonik Tetstin Avantajları

Modern ultra test yöntemi katıların, sıvıların ve gazların hasarsız testleri için kullanılmaktadır. Ultrasonik testin avantajları aşağıda verilmiştir (Mix 2005, Bungey 1994, Meyer 1988):

- Malzemenin mekanik özellikleri ve mikro yapısının belirlenmesi
- Görüntüleme ve mikroskobik işlemler
- Olasılık ve tahmin için iyi sonuçlar vermektedir
- Plazma ve vakum ortamları dışındaki bütün ortamlarda uygulanabilir
- Optik yoğunluktan etkilenmez

Ultrason cihazlar malzemenin hataları, mikro yapısı, yoğunluğu ve mekanik özelliklerinin görüntülenmesi için kullanılır. Malzemenin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için kullanımı eskilere dayanmaktadır. Bu yöntem, malzemedeki iç çatlaklar ve kusurlar ayrıca kimyasal etkilerden ve donma çözülmeden kaynaklı bozulmalarıda tespit edebilmektedir. Bu yöntem hasarsız ve tamamıyla malzemeye zarar vermeyen mekanik dalgaları içermektedir. Bir tetst numunesi, defalarca aynı noktadan test edilebilir. Ayrıca aynı noktadan malzeme uzun zaman incelenebilir.

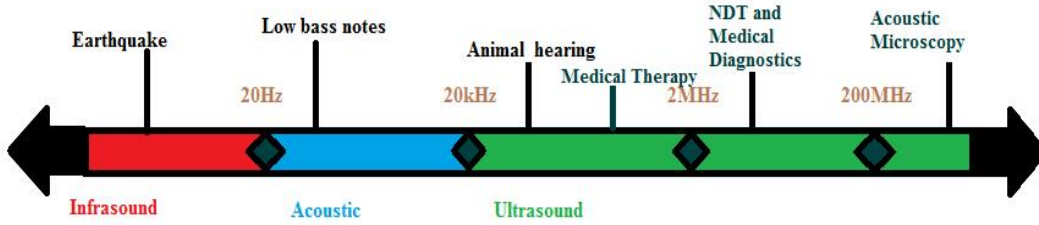
3.2.2. Ultrasonik Testin Dezavantajları

Ultrasonik testin dezavantajları aşağıda sıralanmıştır. (Mix 2005, Meyer 1988):

- Manuel uygulama büyük dikkat ve uzmanlık gerektirmektedir.
- Uygulama prosedürleri hakkında yaygın bilgilere ihtiyaç vardır.
- Çok ince ve küçük parçaların testi çok zordur.
- Yüzeyin altındaki düzensizlikler tespit edilemeye bilmektedir.
- Kalibrasyon için referans gerekmektedir.
- Dikey yüzeyde dalgaya paralel kusurlar tespit edilemeyebilmektedir.
- Çalışma yapılacak yüzeyin toz, kir ve boyadan arındırılması gerekmektedir.
- Pahalı bir yöntemdir.
- Sensörler ile malzeme yüzeyi arasında bağlantı sıvısı kullanılmalıdır.
- Çalışılacak yüzeyin temiz ve kuru olması gerekmektedir.

3.2.3. Ses Dalgasının Özellikleri

Ses titreşim hareketinden kaynaklanmaktadır. 20-20000 Hz arası insan kulağının işitebileceği ses frekans aralığı, ses enerjisi olarak algılanabilir (Rice University, 2013). Elektromanyetik dalgalardan farklı olarak ses boşlukta yayılmaz, ses dalgaları moleküler ortamda yayılabilir. Ses, boyuna dalga karakteristiklerine sahiptir. Sesin yayılması, ortamın sıkıştırılabilirliği ile ters orantılıdır. Dolayısıyla, sesin hızı, kesintili ortamda yavaş ve sürekli ortamda hızlı seyreder. Havada sesin hızı 331 m/s dir. Ses dalgası hakkında daha fazla bilgi için, Şekil 3.1’de gösterildiği gibi, ses dalgası, 3 kategori ile sınıflandırılabilir.



Şekil 3.2. Dalga hızının sınıflandırılması

Şekil 3.2, insan kulağının işitemeyeceği kadar yüksek frekans aralığında olduğunu göstermektedir (Rice University, 2013). Ultrases, akustik bir dalgadır.

3.2.4. Hız, Dalga Boyu ve Frekans Arasındaki İlişki

Dalğanın özellikleri aşağıdaki parametreleri içerir:

Dalga Boyu (λ): Bir tam devir uzaklık (m)

Frekans (f): devir sayısı (Hz) or (1/s).

Hız (v): ortamda hareket eden ses dalgalarının hızı (m/sn)

Periyot (T): Bir tam devir için gereken süre (sn)

Periyot T ile belirtilmektedir, birimi (sn). Birim zaman içindeki periyot, frekans (f) olarak tanımlanmaktadır. Periyot ve frekans arasında $T=1/f$ gibi bir ilişki vardır (Berke and Hoppenkamps, 1992). Hız, dalgaboyu, periyot ve frekans arasındaki ilişki; $v = \lambda * f$ (m / s) and $f = 1 / T$ şeklindedir. Yayılma oranı ortamın elastik özelliklerine ve yoğunluğuna bağlıdır.

Ses dalgası özellikleri arasındaki ilişki aşağıdaki gibi özetlenebilir:

$$v = \lambda \times f \quad 2.1.$$

Sesin dalga boyu, ortamdaki ses dalga hızı ile doğru orantılı, frekans ile ters orantılıdır. Ses hızı ile frekans birbirleri ile doğru orantılıdır.

3.2.5. Ultrases Dalgasının Atenuasyonu

Ultrases dalgası ortamda yayılırken dalgaboyu, atenuasyondan dolayı azalır. Atenuasyon, ses dalgasının ortamda yayılırken şiddet ve dalga boyunu azalmasıdır. Bu azalma, ortamın özelliklerine bağlıdır. Bu özellikler, ortamın absorpsiyonu, kırınımı, dağılması ve kırılması olarak sayılabilir. Absorpsiyon, dalga ortamda ilerlerken görülür. Enerjinin bir kısmı, ısı enerjisine dönüşür.

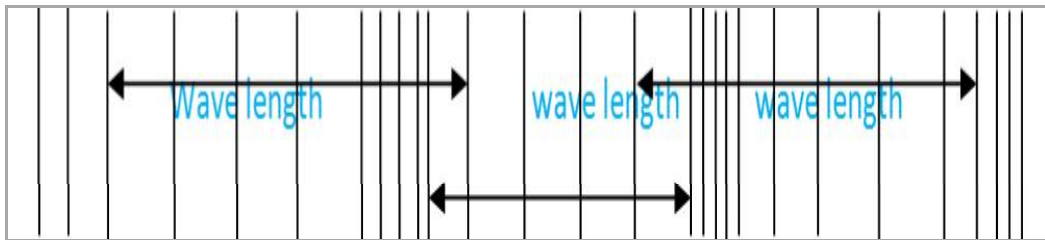
Ultrasonik dalganın zayıflaması genellikle ultrases atenuasyon katsayısı “ α ” ile karakterize edilir. Katılarda, enerji kaybı, çoğunlukla dağılma ve absorpsiyon ile ilgilidir. Atenuasyon katsayısı “ α ” aşağıdaki formülle ifade edilmektedir:

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \quad 2.2.$$

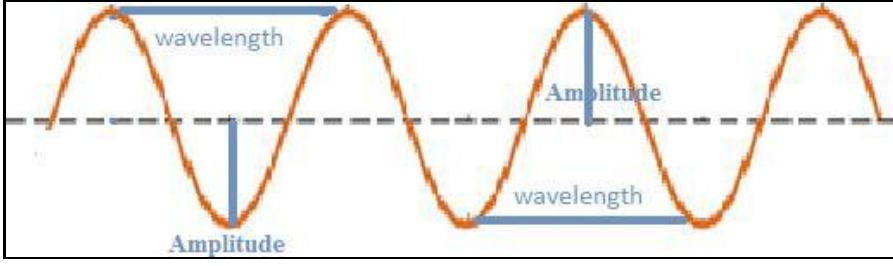
öyleki;

α_1 : termal enerjiye dönüşen mekanik enerji miktarını belirleyen Atenuasyon katsayısıdır.

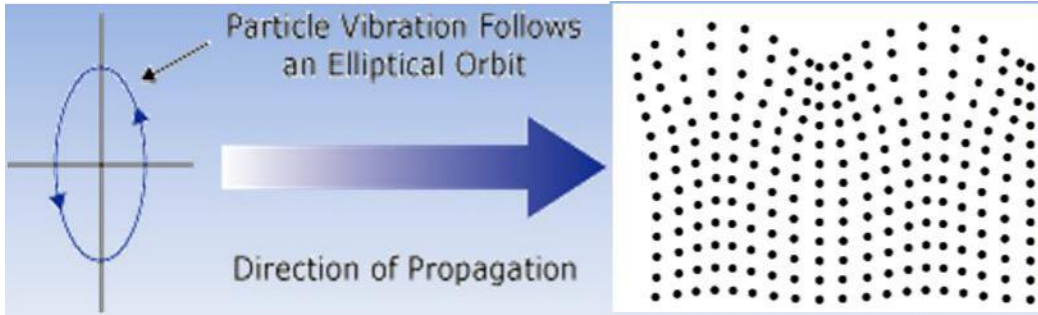
α_2 : Farklı yönlerde kırılma ve kırınımdan dolayı azalan dalga enerjisini göstermektedir (Garbacz ve Garboczi , 2003).



Şekil 3.3. Boyuna dalganın yayınıcı.



Şekil 3.4. Enine dalga yayılımı.

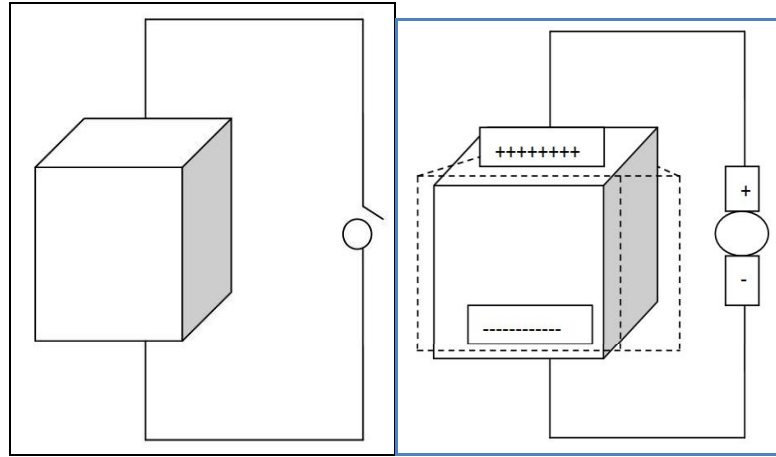
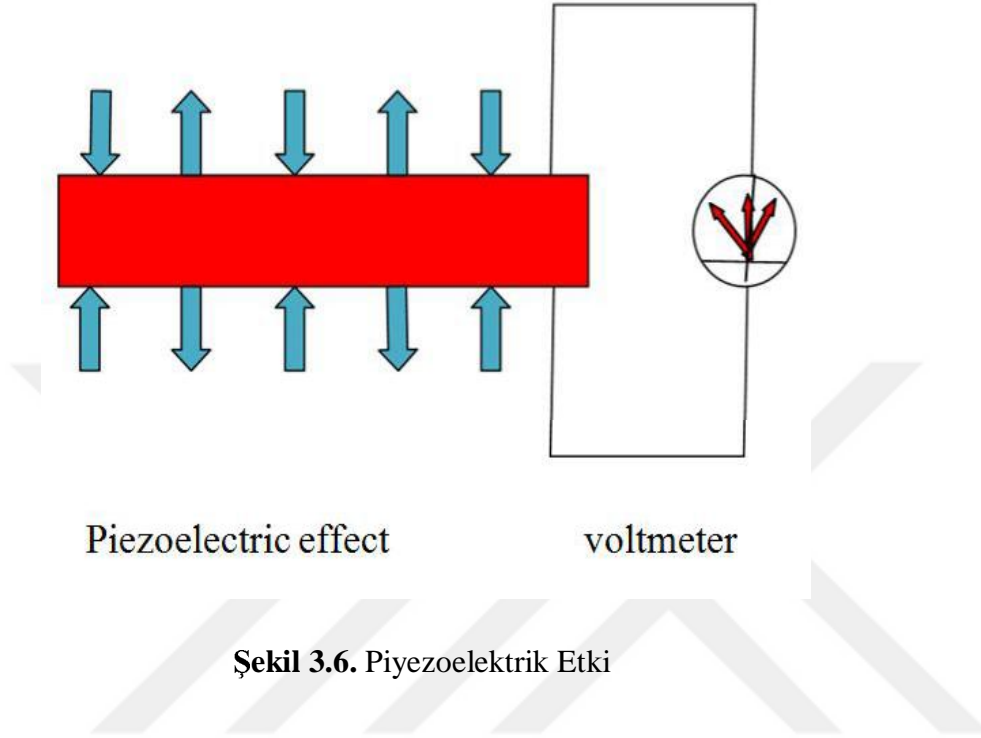


Şekil 3.5. Rayleigh dalgasının yayılımı

3.2.6. Ultrases Dalgasının Üretimi

Ultrases, Piere ve Jacques Curies kardeşler tarafından 1880 yılında keşfedilmiştir. Ultrases, kuartz, lityum sülfat, kadmiyum sülfat, çinko oksit, turmalin, baryum, titanat, kurşun titanat gibi piyezoelektrik özelliklere sahip kristaller yardımıyla üretilmektedir. Piezoelektirik bir anlamda basınç elektriklenmesidir. Piezoelektirik elde etmek için basınç elektriklenmesi özelliği olan kuartz, lityum sülfat, çinko sülfat gibi maddeler kullanılmalıdır. Piyezoelektrik özelliklere sahip seramik malzemeler ve kristal içinde mekaniksel bir basınç uygulandığında elektrik üretilmektedir. Piyezoelektrik malzeme, kristal malzeme, disk veya prizmaya parçalanır ve yüzeyleri altı, gümüş veya alüminyum ile kaplanır. Kristalin üst ve alt yüzeylerine mekaniksel basınç uygulandığında, yüzeylerde polarizasyon elde etmek mümkün hale gelir. Bu işlemin tersi durumunda ise sabit olarak değiştirilen gerilimin frekansına bağlı olarak uzama veya kısalma elde edilebilir. Piyezoelektrik etki; mekaniksel bir basınç piyezoelektrik özelliklere sahip olan kristallere uygulandığında, Şekil 2.6'da gösterildiği gibi, malzemenin şekli değişir. Doğru akım veya manyetik alan, basınca

dönüştürüldüğünde, kristaller ultrases dalgalar üretirler. Bu fiziksel olayı gerçekleştiren cihazlara transdüser denmektedir. Ultrases malzemeler aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır.



- Titreşim modlarına uygun piyezoelektrik karakteristiklere sahip olmalıdır.
- Homojen bir yapıya sahip olmalıdır.
- Arzu edilen şekil ve ölçüde çalışmaya olanak sağlamalıdır.



Şekil 3.9. Bu çalışmada kullanılan Ultrasonik test cihazı.

3.4. Ultrasonik Ses Dalgası Hızının Belirlenmesinde Uygulanan Prosedürler

Uluslararası standartlara göre ultrasonik test sırasında aşağıdaki adımlar izlenmektedir (IS: 13311 (Part 1) – 1992).

Başlangıçta verici ve alıcı (Tx ve Rx) sensörler numune üzerine yerleştirilerek cihaz çalıştırılmalıdır.

Hız ölçer aşağıdaki güç seçenekleri ile çalıştırılabilir:

- Alternatif akım (A.C)
- Kalibrasyon Çubuğu: Kalibrasyon için bir referans çubuğu kullanılmaktadır. Bu çubukta ses dalgasının yayılma zamanı $51\mu\text{s}$ 'dir. Bu çubuğun uçlarına ultrason jeli sürülerek ses dalgası geçiş süresi ölçülür, eğer süre $51\mu\text{s}$ ise ultrason cihazının kalibrasyonu tamdır. Eğer süre $51\mu\text{s}$ değil ise cihazın

üzerinde yer alan ayar vidası ile süre 51µs olacak şekilde ayarlanır. Bu şekilde cihaz kalibre edilmektedir.

- Dalga yayılma hızı: Bu çalışmada ortalama yedi farklı noktadan ölçüm alınarak her bir numune için ortalama bir geçiş hızı değeri hesaplanmıştır. Numune boyu "L" hassas kompas ile ölçülmüştür. Ölçümden önce ultrason jeli sensörlerin yüzeyine, yada numune yüzeyine veya her ikisine birlikte sürülmüştür. Sensörler karşılıklı tam denk gelecek şekilde sensörler numuneye doğru basınç uygulanmıştır. Geçiş süresi ölçülürken hareketsiz olunmalıdır. Ölçüm sırasında geçiş süresi ölçümleri değişebilmektedir. Bu değer sabit olana kadar hareketsiz kalmak gerekir. Bu sırada ölçülen en küçük değer geçiş süresi olarak alınır. Ölçümler µs birimindedir.
- Geçiş süresini ultrason cihazı (posso) ile ölçtüktan sonra, denklem 4.1'de verildiği gibi numune boyu dalga geçiş süresine bölünerek dalganın geçiş hızı hesaplanmıştır.

$$v = \frac{L}{T}$$

4.1



Şekil 3.10. Referans numune ile kalibrasyon.



Şekil 3.11 UPV tetsti uygulanan bazı numuneler.

3.5. Beton Basınç Dayanımı Yöntemi

Basınç testlerinin gerçekleştirildiği cihaz ELE firmasına ait AUTOTEST 3000'tür ve kapasitesi 300 tondur.



Şekil 3.12. Bu çalışmada kullanılan basınç cihazı

- Numuneleri sudan çıkarın ve suyun koruması için belli bir müddet bekleyin,
- Basınç test cihazını çalıştırın
- Makinada numune tip ve ölçülerini girin
- Basınca maruz kalacak yüzeyleri temizleyin
- Küp numunenin düzgün iki yüzeyi basınca maruz kalacak şekilde numuneyi basınç cihazına yerleştirin
- Numunelerin cihazda merkezi olarak yerleşmesini sağlayın
- Makinanın kapağını kapatın
- Yükleme hızını 13.5 kN/s olarak ayarlayın
- Numunenin kırım yükünü not alın
- Aşağıdaki denklemi kullanarak basınç dayanımı gerilmesini hesaplayınız
- $f_c' = \frac{F}{A}$ 4.2.
- Burada:

3. MATERYAL VE METOT

- f_c : Basınç dayanımı (MPa)
- F : maksimum yük (kN)
- A : numune alanı (mm^2)



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

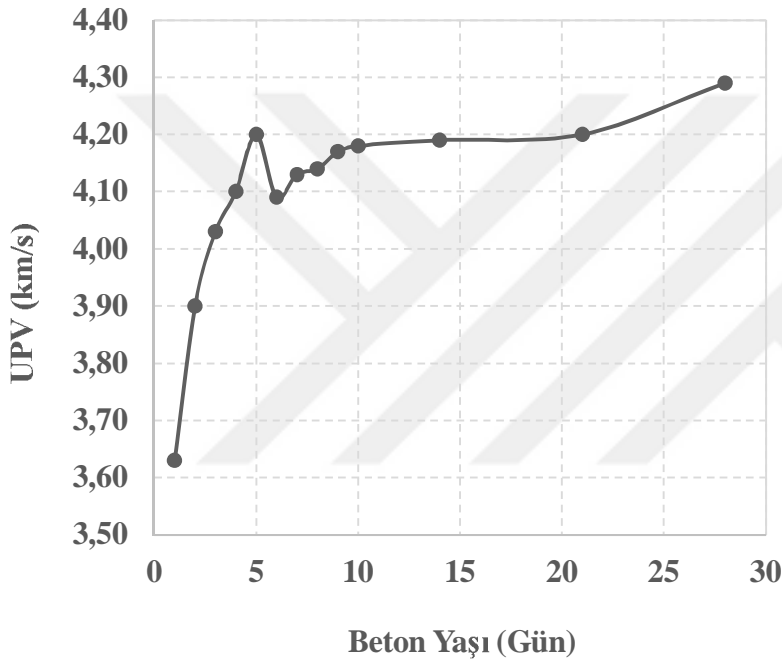
4.1. Pilot Numunelere Ait Test Sonuçları

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi ölçümler 13 kez farklı günlerde yapılmıştır. Ölçüm günleri 1 ile 28 gün arasında değişmektedir. Numunelerin basınç dayanımlarını belirlemek için her seferinde en az üç numune için basınç testi yapılmıştır. Fakat Çizelge 4.1’de sadece UPV ölçümlerine ait ortalamalar verilmiştir. Toplam yaklaşık üç yüze yakın UPV ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümlere ait sonuçların ortalama değerleri aşağıdaki grafiklerde özetlenmiştir. Basınç teslerine ait sonuçlar ileriki bölümlerde verilmiştir.

Çizelge 4.1. UPV değerleri (Emirler C20 UPV ölçümleri).

NO	Yaş (gün)	UPV (km/s)	UPV ölçüm sayısı (adet)
1	1	3.63	40
2	2	3.90	37
3	3	4.03	34
4	4	4.10	31
5	5	4.20	28
6	6	4.09	25
7	7	4.13	22
8	8	4.14	19
9	9	4.17	16
10	10	4.18	13
11	14	4.19	10
12	21	4.20	7
13	28	4.29	4
Toplam			286

Çizelge 4.1’de verilen UPV değerleri bütün numunelerin ortalamasından oluşmaktadır. Örneğin 1. Günde 40 adet numunenin UPV ölçümleri alınmış ve ortalama değer olarak Çizelge 4.1’de No:1 olarak verilen 3.63 km/s olarak elde edilmiştir. Numunelerden üç tanesine basınç testi uygulanmış geeiye kalan 37 numune tekrar suya bırakılmıştır. 2. Günde de bütün numunelerin UPV ölçümleri yapılmış ve 37 ölçüm ortalaması olarak 3.90 km/s elde edilmiştir. Bu şekilde bütün numuneler basınç testine maruz kalıncaya kadar her gün UPV ölçümleri yapılmıştır. Şekil 4.1’de bu datalardan fayadalanarak çizilen grafik verilmiştir.



Şekil 4.1. UPV (km/s) – Beton yaşı ilişkisi

Şekil 4.1 de görüldüğü gibi UPV ilk günlerde hızlı bir şekilde yükselmiştir (ilk 5 gün), daha sonra 5-10 güler arası UPV açısından durağan kalmaktadır. Onuncu günden sonra UPV değerleri tekrar artmaya başlamaktadır, fakat artış hızı başlangıçtaki artış hızına göre çok daha azdır. Bu ilk sonuçlardan sonra aşağıdaki bölümlerde basınç tesleri de yapılarak UPV ile basınç dayanımları arasındaki ilişki incelenmiştir. Şekil 4.1’de verilen grafik beton yaşının beton dayanımına etkisini özetlemektedir.

4.2. Deneysel Sonuçlar

Bu bölümde üç grup küp numune test edilmiştir. Her bir grup ortalama 40 numuneden oluşmaktadır. Toplamda yaklaşık 120 numune yapmaktadır. Her bir adet numunelerin ağırlıkları ölçülmüş, UPV ve basınc testleri yapılmıştır. Dolayısı ile her bir numuneye ait üç veri oluşmuştur. Bu lmler daha önce belirlediğimiz günlerde yapılmıştır. Bütün numunelere ait veriler Ek A'da verilmiştir.

Tablo 4.2-4.4'te deneylerden elde edilen ölçümlere ait zet sonuçlar verilmiştir. Her bir ölçüm zamanında en az üç numune kullanılmıştır. Dolayısı ile Tablo 4.2-4.4'te verilen veriler üç numunenin ortalaması ile elde edilmiştir. zet olarak her bir ölçüm günün kaç adet numune teste tabi tutulursa tutulsun sonuçta ortalama alındığından bir veri elde edilecektir. Her bir ölçüm gününe ait verilerin ortalamaları Tablo 4.2-4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Grup 1: Emirler C20 deneysel sonuçlar

Sayı	Yaş (Gün)	Yoğunluk (g/cm ³)	UPV (km/s)	fc (MPa)
1	1	2.308	3.65	12.58
2	2	2.324	4.09	18.23
3	3	2.333	4.13	21.79
4	4	2.327	4.18	21.44
5	5	2.326	4.14	24.00
6	6	2.323	4.14	25.36
7	7	2.339	4.20	27.08
8	8	2.335	4.15	26.26
9	9	2.328	4.19	26.05
10	10	2.331	4.21	26.88
11	14	2.338	4.22	28.11
12	21	2.313	4.27	29.86
13	28	2.317	4.29	29.69

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çizelge 4.3. Grup 2: Bes Beton C25 deneysel sonuçlar

Sayı	Yaş (Gün)	Yoğunluk (g/cm ³)	UPV (km/s)	fc (MPa)
1	1	2.308	3.65	15.60
2	2	2.324	3.89	16.90
3	3	2.333	4.04	20.10
4	4	2.327	4.13	21.70
5	5	2.326	4.21	23.30
6	6	2.323	4.15	25.40
7	7	2.339	4.20	27.10
8	8	2.335	4.15	26.30
9	9	2.328	4.19	26.00
10	10	2.331	4.21	26.90
11	14	2.338	4.22	28.10
12	21	2.313	4.27	29.60
13	28	2.317	4.29	29.70

Çizelge 4.4. Grup 3: Bes Beton C30 deneysel sonuçlar.

Numuneler	Yaş (Gün)	Yoğunluk (g/cm ³)	UPV(km/s)	Basınç Dayanımı (MPa)
1	1	2.359	3.836	15.65
2	2	2.369	4.276	26.70
3	3	2.374	4.439	30.98
4	4	2.377	4.483	33.14
5	5	2.374	4.478	35.61
6	6	2.373	4.478	36.56
7	7	2.383	4.587	37.85
8	8	2.382	4.587	37.95
9	9	2.368	4.625	39.06
10	10	2.384	4.849	40.94
11	14	2.395	4.592	41.44

12	17	2.381	4.506	43.59
13	21	2.387	4.698	43.16
14	28	2.388	4.640	46.21

4.3. Tartışma

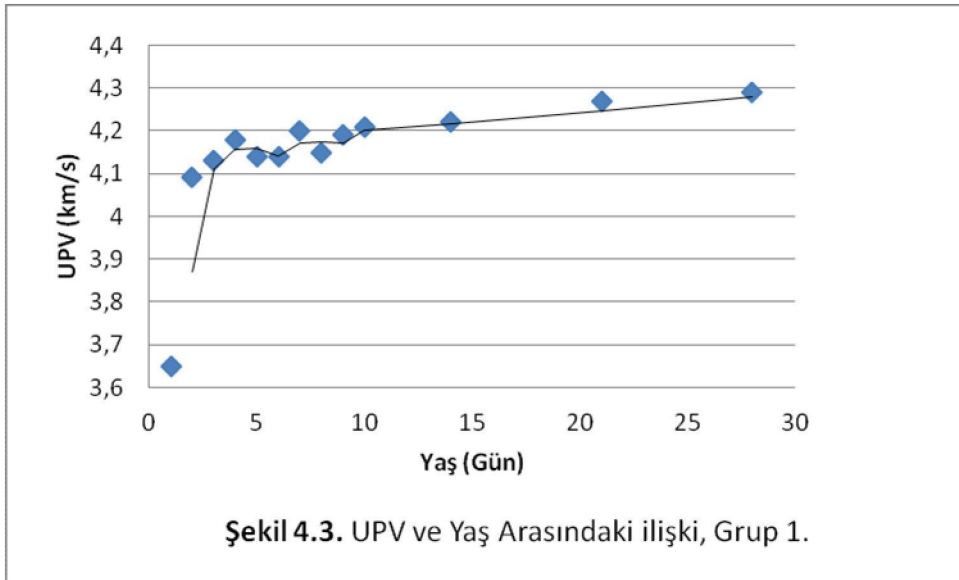
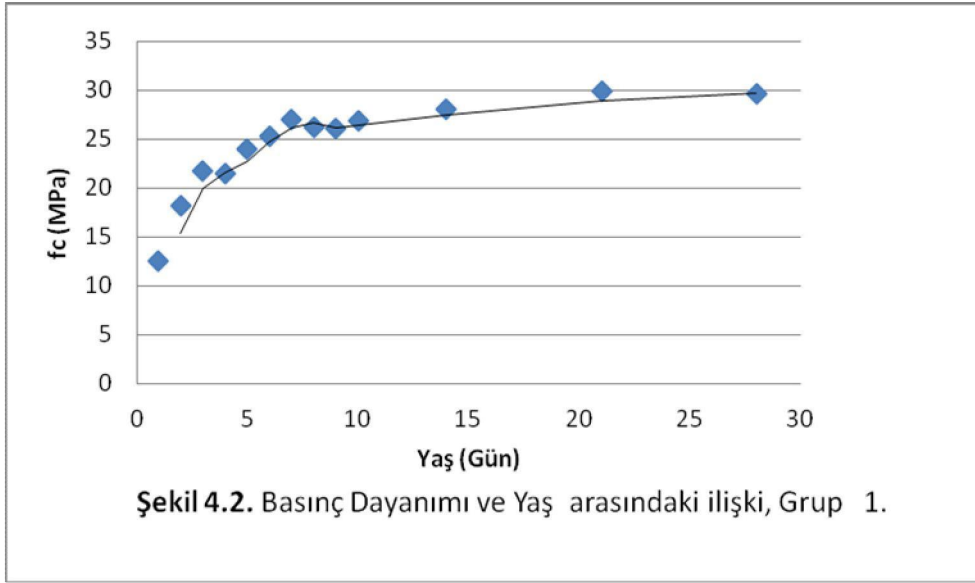
Daha önce Bölüm 3.1’de belirtildiği gibi yapılan çalışmalarda yaklaşık 120 adet küp numune kullanılmıştır. Veriler üç ana grupta toplanmıştır. Oluşturulan bu üç grup ile f_c , UPV ve beton yaşı arasındaki ilişkinin ortaya çıkmasını sağlamak amaçlıdır. Onun için bu inceleme/araştırmanın amacı; Beton yaşının f_c ve UPV üzerine olan etkisinin incelenmesidir. Bu etkinin bilinmesi amacıyla yaptığımız çalışmalar/inceleme sonucu elde ettiğimiz bazı veriler Tablo 4.1’de verilmiştir. Ayrıca yaptığımız çalışmalar UPV’nin kullanılabilirliğini göstermeyi hedeflenmektedir. Deneyler sonucu Tablo 4.1’de görüldüğü üzere 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, ve 4.7’deki sonuçlar incelendiğinde UPV, Beton yaşı, f_c ile aralarında bir ilişki ortaya çıkmaktadır.

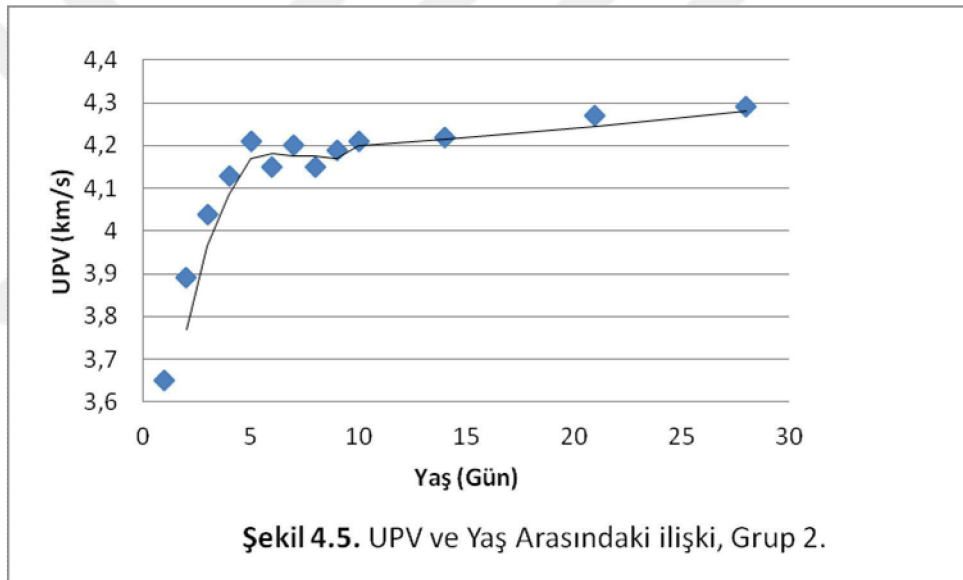
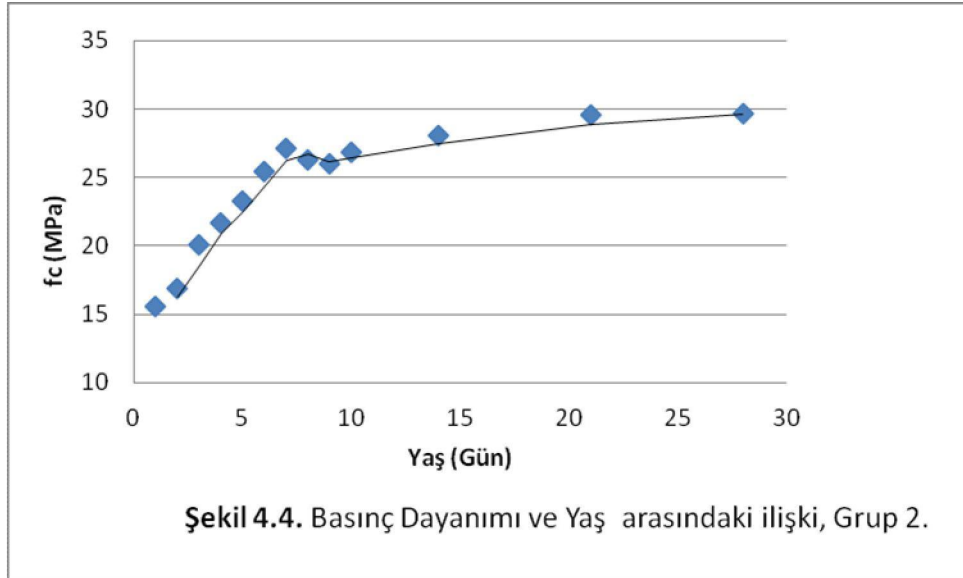
Tablo 4.2’de belirtildiği gibi 52 numune üzerinden 1. günden başlanarak 28. güne kadar testler yapıldı. 1. günde UPV çok yüksek bir değere hızlıca ulaşmıştır. 2. günde de yine yüksek bir değere hızlıca ulaşmış fakat 3. günden başlanarak 10. güne kadar elde ettiğimiz değerler de yavaş yavaş bir artış olmuştur. Deneylerimizin 14. gününden 28. gününe kadar ortaya çıkan değerlerde daha yavaş bir yükseliş sergilemiş fakat sergilediği bu değer ilk değerlere göre daha düşük olmuştur. Elde edilen bu değişikliğe paralel değerler (f_c)’de de gözlenmiştir. Görülüyor ki (Beton yaşı, f_c , UPV) arasındaki ilişki doğru orantılı bir ilişki değildir. Tablo 4.3, 13 veriden oluşmaktadır. 42’den 52’ye kadar olan verilerin ortalaması verilmiştir (3 küp aynı günde test edilmiştir). Şekil 4.2-4.3’teki değerlerde UPV-Beton Yaşı ile UPV- f_c arasındaki ilişkinin doğru orantılı olmadığını ortaya koymaktadır.

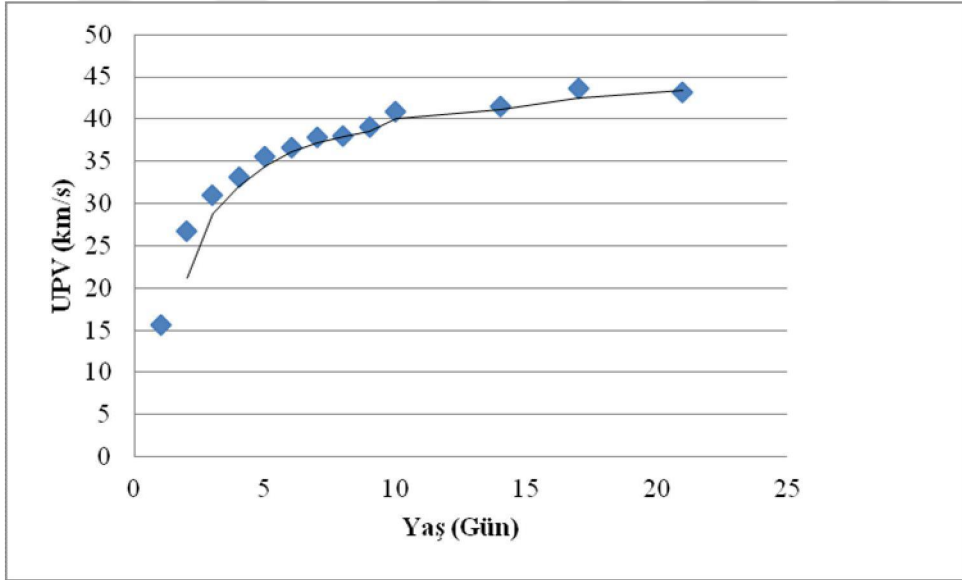
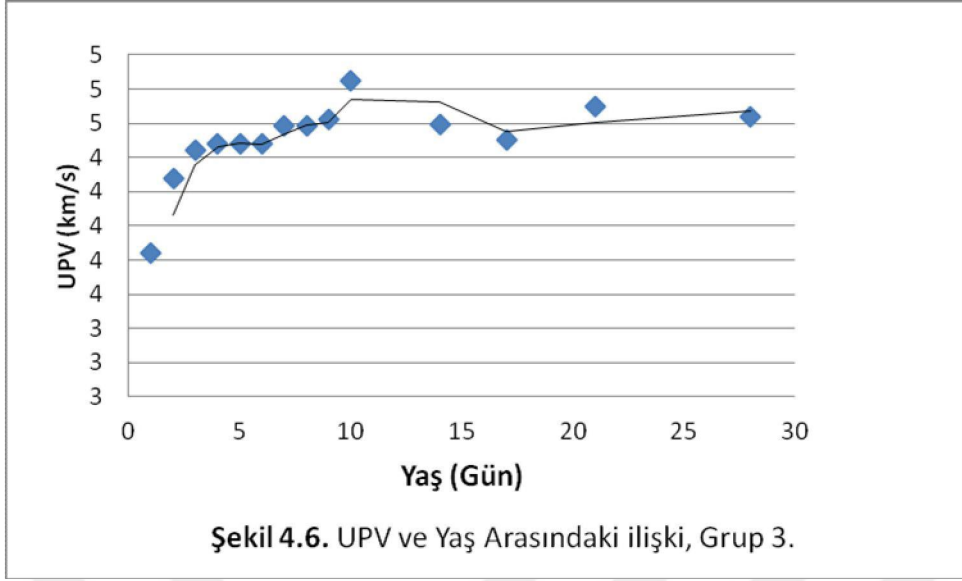
Çizelge 4.4’te belirtildiği gibi 40 numune üzerinden 1. günden başlanarak 28. güne kadar testler yapılmıştır. 1. günde UPV çok yüksek bir değere hızlıca ulaşmış, 2. günde de yine yüksek bir değere hızlıca ulaşmış fakat 3. günden başlanarak 10. güne kadar elde ettiğimiz değerlerde yavaş bir artış olmuştur. Deneylerimizin 14. gününden 28. gününe kadar ortaya çıkan değerlerde de daha yavaş bir yükseliş sergilemiştir fakat sergilediği bu değer ilk değerlere göre daha düşüktür. Elde edilen bu değişikliğe paralel

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

değerler (f_c)’de de gözlenmiştir. Görülüyor ki (Beton yaşı, f_c , UPV) arasındaki ilişki orantılı bir ilişki değildir. Çizelge 4.5, 13 veriden oluşmaktadır. 40 numunenin ortalamalarından oluşmaktadır (3 küp aynı günde test edilmiştir.) Şekil 4.4-4.5’teki değerler de UPV-Beton Yaşı ile UPV- f_c arasındaki ilişkinin orantılı olmadığını ortaya koymaktadır.





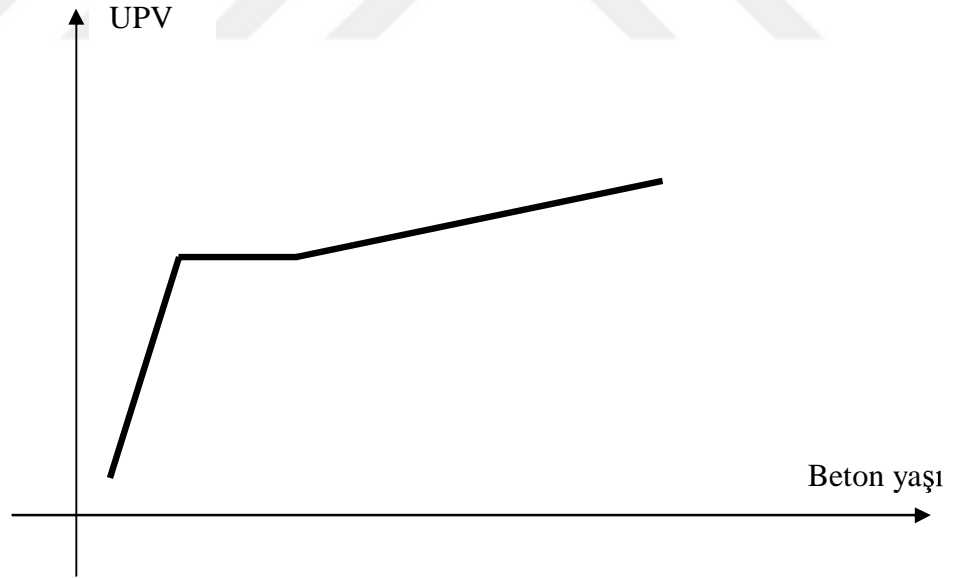


Şekil 4.7. Basınç Dayanımı ve Yaş Arasındaki ilişki, Grup 3.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, teorik ve deneysel olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır.

- Teorik bölümde UPV'nin çalışma tekniği açıklanmış ve çalışmalarımızda nasıl yararlanacağımız incelenmiştir.
- Deneysel bölümde ise "UPV-Beton Yaşı-Basınç Dayanımı" arasındaki ilişki küp numuneler üzerinde yapılan deneyler ile incelenmiştir. "UPV-Beton Yaşı-Basınç Dayanımı" arasında herhangi bir ilişkinin olup olmadığı ve nasıl bir ilişkinin olduğu incelenmiştir.
- Yapılan deneysel çalışma sonuçlarına göre beton yaşı ile UPV arasındaki ilişki genel olarak aşağıda verilen şematik şekil ile ifade edilebilir. Buna göre UPV hızı beton üretildikten 4-5 güne kadar çok hızlı artmaktadır. Beton yaşı 4-5 günü geçtikten sonra UPV değerleri beton yaşına duyarsız olmaktadır. Beton yaşı yaklaşık 10 gün olduktan sonra UPV değerleri tekrar artmaya başlamaktadır. Fakat artış hızı ilk günlere göre çok daha azdır.



İleride benzer konularda çalışma yapacak araştırmacılara aşağıda öneriler sunulmuştur:

1. Bizim yaptığımız çalışmalara benzer çalışma yapacak araştırmacılar daha ileri beton yaşları için çalışmalarını sürdürebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

2. Su/çimento oranı, sıcaklık, agrega, basınç dayanımı üzerine etkisi ortaya çıkarılabilir.
3. Yukarıda açıklandığı gibi 5-10 günler arasında, UPV beton yaşına duyarsız olmaktadır. Bu durumun sebeplerini ortaya çıkarma amaçlı fizik-kimya-inşaat müh. gibi disiplinler arasında çalışma yapılması önerilmektedir.



6. KAYNAKLAR

ACI 228.2R "Non-destructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures".

ACI Committee 228, Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures, ACI,228.2R-98, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1998.

Ali, A.B. 2008. Assessment of concrete compressive strength by Ultrasonic non-destructive testing. A thesis submitted to the college of engineering of the University of Baghdad.

Al_mishhadani, S., Joni, H.H., Radhi, S.M., (2012). Effect of Age on Non destructive Tests Results For Existing Concrete, *The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering*, Vol.12, No.4, 2012.

Bedirhanoglu, I. (2014). A practical neuro-fuzzy model for estimating modulus of elasticity of concrete, Department of Civil Engineering, Dicle University, 21280, Diyarbakir, Turkey, *Structural Engineering and Mechanics*, Vol. 51, No. 2 (2014) 249-265.

Berke, M. and Hoppenkamps, U., 1992, Practical training with digital ultrasonic instruments, Krautkrämer Training System, Part 4, 3rd Edition.

BUNGEY, J.H. (1994). The Testing of Concrete in Structures, Second Edition.

Corsepius, H.W., 1977, Nondestructive testing of materials using ultrasonics, Introduction to Basics, Special Issue 218, USA.

Elvery, R.H., and Ibrahim,L.A.M. (1976). "Ultrasonic assessment of concrete strength at early ages", *Magazine of Concrete Research*, Vol.28, no.97, pp.181- 190.

Facaoaru I., (1970)." Phenomena during Hardening of Binders Determined By Nondestructive Method", Nondestructive Testing, Conference, RIIEM.

Garbacz, A. and Garboczi, E.J.(2003). "Ultrasonic evaluation methods applicable to polymer concrete composites", *National Institute of standards And Technology NIST*, April 2003.

Hellier C. (2003). "Handbook Of Non-destructive Testing evaluation, MC GRAW. HILL, chapter 1.

Hola ve Schabowicz (2010). State-of-the-art non-destructive methods for diagnostic testing of building structures – anticipated development trends. Archives of Civil and Mechanical Engineering, V.10, Issue 3, pp. 5-18.

Jones, R. (1954), Testing of concrete by an ultrasonic pulse technique, RILEM Int. Symp. on Nondestructive Testing of Materials and Structures, Paris, Vol. 1, Paper No. A-17 January 1954, 137. *RILEMBull.*, 19(Part 2), Nov. 1954.

Jones, R., (1962). Non-Destructive Testing of Concrete, Cambridge University Press, London,1962.

Krautkrämer, J. and Krautkrämer, K., (1990), Ultrasonic testing of materials, Krautkrämer GmbH & Co., 4th Edition, *Springer*-Verlag.

Lee S.C. and Suen J.M., 1990, Ultrasonic nondestructive Evaluation of matrix structures and nodularity in cast irons, *Metallurgical Transaction A.*, Volume 20. P. 2399-2407.

Luthi T. (2013), "non-destructive Evaluation Method", 2003-2013, Anax imperator, micro X-ray tomographic view, Iwan Jerjen, Empa.

Mix, P. 2005. Introduction to Non-destructive Testing. A Training Guide, 2nd edition, published By John Wiley & Sons, In, Hoboken, New Jersey, Canada.

Maffezoli, A., Quarta, E., Luprano, A. M., Montagna, G. and Nicolais, L., (1999), Cure monitoring of epoxy matrices for composites by ultrasonic wave propagation, *Journal of Applied Polymer Science*, 73.

Meyer, P.A., (1988), Ultrasound as a quality control tool, quality progress, February, 51-53.

McHugh, J., (2008), Ultrasound technique for the dynamic mechanical analysis (DMA) of polymers, BAM- Dissertationsreihe, Berlin.

Neville, A.M., (1995). "Properties of Concrete", 4th Edition Longman Group Limited.

Neville A. M. (1996). Properties of Concrete, 4th edition. John Wiley and Sons, Inc., New York.

Papadakis E. P., (1976), Ultrasonic velocity and attenuation: measurement methods with scientific and industrial applications, Physical Acoustics, vol. 12, New York: Academic

Rice University, (2013). College Physics OpenStax College, Rice University/ 6100 Main/ Street MS-380/Houston, Texas 77005, ISBN-10 1938168003, ISBN-13 978-1-938168-00-0, Revision CP-1-002-DW, Section 17.

Rao, K.S., Sravana, P.T. ,Rao, C.T., (2016). Experimental studies in Ultrasonic Pulse Velocity of roller compacted concrete pavement containing fly ash and M-sand, International Journal of Pavement *Research and Technology* 9 (2016) 289–301.

Rao, K.S., Sravana, P.T. ,Rao, C.T., (2016)*. Experimental Studies In Ultrasonic Pulse Velocity of Roller Compacted Concrete Containing Ggbs And M-Sand, *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, VOL. 11, NO. 3, FEBRUARY 2016.

Raouf Z. and Ali Z.M. (1983). "Assessment of Concrete Characteristics at an Early Age by Ultrasonic Pulse Velocity", Journal of Bulding Research, Vol.2, no.1, may, pp.31-44.

Turkmen, I., and Demirboga, R., (2004). Relationship between ultrasonic velocity and compressive strength for high-volume mineral-admixtured concrete, CEMENT AND CONCRETE RESEARCH. DECEMBER 2004 Impact Factor: 2.86 · DOI: 10.1016/j.cemconres.2004.04.017.

Thompson M.S., (1961). " The accelerated testing of concrete", Msc. Thesis UMIST, Manchester.

Thompson M.S., (1962). " Discussion of Akroyds' paper on Accelerated Testing of Concrete", proceeding of the *Inst. of Civil Eng.*, Vol 21, pp. 678.

Vander W. and Brant, (1977). " Ultrasonic Testing For Fresh Mixes", Concrete, Des., pp. 25-28.

Whitehurst E.A. (1951). "Use of the Soniscope for Measuring Stetting Time of Concrete" ASTM vol, 51, pp.1166-76.



ÖZGEÇMİŞ

05.08.1986 yılında Irak Federal Cumhuriyeti, Duhok ilinin Zaho İlçesinde dünyaya geldim. İlköğrenimimi Irak'ın Duhok iline bağlı Zaho ilçesinin Bidar kasabasında Barzan ilköğretim okulunda 1996-2005 yılları arasında tamamladım. Lise öğrenimimi yine Irak Federal Cumhuriyeti'nin Duhok iline bağlı Zaho ilçe merkezinde, Zaho lisesinde 2005-2009 yılları arasında tamamladım. Üniversite eğitimimi 2009-2013 yılları arasında Zaho Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik bölümünde tamamladım.





T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI İNTİHAL RAPORU FORMU

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ

ADI VE SOYADI	Qadri YOUSIF
ÖĞRENCİ NO	13802307
EĞİTİM - ÖĞRETİM YILI	2017-2018
YARIYIL	<input checked="" type="checkbox"/> Güz <input type="checkbox"/> Bahar
ANABİLİM DALI	Fizik
PROGRAM	Yüksek Lisans
TEZ KONUSU	BETON YAŞININ BASINÇ DAYANIMI ÜZERİNE OLAN ETKİSİNİN ULTRASES YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ

RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Sonrası
SAYFA SAYISI	50
BENZERLİK ORANI	%13
RAPORLAMA TARİHİ	07/09/ 2018

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 50 sayfalık kısmına ilişkin, 07/09/2018 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 13 'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- Kabul/Onay sayfaları hariç,
 Kaynakça hariç
 Alıntılar hariç/dâhil
 Diğer

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

1974

(İmza)

Qadri YOUSIF

(İmza)

07/09/2018

Prof. Dr. M. Enver AYDIN
Tez Danışmanı

(İmza)

07/09/2018

Doç. Dr. Nurettin Pirinççioğlu
Anabilim Dalı Başkanı