



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BETON BASINÇ DAYANIMININ FOTOGRAMETRİK YÖNTEM İLE ANALİZ
EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE DELİAVCI

**Tez Danışmanı
PROF. DR. ÖZGÜN AKÇAY**

ÇANAKKALE – 2023



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**BETON BASINÇ DAYANIMININ FOTOGRA METRİK YÖNTEM İLE ANALİZ
EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE DELİAVCI

Tez Danışmanı
PROF. DR. ÖZGÜN AKÇAY

ÇANAKKALE – 2023



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Merve DELİAVCI tarafından Prof. Dr. Özgün AKÇAY yönetiminde hazırlanan ve **29/08/2023** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “Beton Basınç Dayanımının Fotogrametrik Yöntem İle Analiz Edilmesi” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Özgün AKÇAY
(Danışman)

.....

Prof. Dr. Ferruh YILMAZTÜRK

.....

Dr. Öğr. Üyesi Selen AKTAN

.....

Tez No : 10576423

Tez Savunma Tarihi : 29/08/2023

.....
Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL
Enstitü Müdürü

.././20..

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Merve DELİAVCI

29/08/2023

TEŞEKKÜR

“Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen, değerli zamanımı ayırıp büyük bir ilgi ve sabırla bana yol gösteren ve destek olan saygı değer danışman hocam Prof. Dr. zgn AKÇAY’a, çalıŐmamda değerli bilgilerinden faydalandığım değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Selen AKTAN’a, çalışma süresince tüm zorlukları benimle gğsleyen, beni motive eden, desteğini benden bir an olsun esirgemeyen çok değerli arkadaŐım mer KOCAKULAK’a, hayatımın her evresinde bana maddi manevi destek olan, beni bir an bile yalnız bırakmayan, bugüne kadar yetiŐmemde elinden gelenin fazlasını yapan, her zaman yanımda bulunan, hayattaki en büyük Őanslarım olan çok sevgili anneme, babama ve ablama minnettarlığımı ve sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.”

Merve DELİAVCI
anakkale, Ağustos 2023

ÖZET

BETON BASINÇ DAYANIMININ FOTOGRAMETRİK YÖNTEM İLE ANALİZ EDİLMESİ

Merve DELİAVCI

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Özgün AKÇAY

29/08/2023, 102

Ülkemizdeki yapıların büyük çoğunluğunda yapı malzemesi olarak beton kullanılmaktadır. Deprem kuşağında bulunan ülkemizin betonarme yapılarında kullanılan betonun basınç dayanımının belirlenmesi bu açıdan oldukça önemlidir. Çalışmada beton basınç dayanımının belirlenmesinde fotogrametrinin kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada beton basınç dayanımını belirlemek için U-TEST firması tarafından üretilen beton basınç presi kullanılmıştır. Beton basınç dayanımını belirlemek için beton basınç presi ile standart deney yöntemi uygulanarak hazırlanan beton numuneler kırılmaya tabi tutulmuş ve bu deney ile eş zamanlı olarak tripod üzerinde yer alan iki kameradan görüntü alımı gerçekleştirilmiştir. Alınan görüntülerin üzerinde yer alan kontrol noktaları kullanılarak deformasyon miktarları hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda beton numune üzerinde meydana gelen değişimin belirlenmesi ile beton basınç dayanımı arasında ilişki kurulması ve fotogrametrinin bu alanda kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışmanın disiplinler arası bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesi ilgili disiplinler arasındaki bağlantıyı kurmayı ve farklı bir bakış açısı kazanılmasını amaçlamıştır.

Anahtar kelimeler: Beton basınç dayanımı, Fotogrametri, Yakın resim fotogrametrisi

ABSTRACT

ANALYSIS OF CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH USING PHOTOGRAMMETRIC METHOD

Merve DELİAVCI

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Department of Geomatics Engineering Master's Thesis

Supervisor: Professor Doctor Özgün AKÇAY

29/08/2023, 102

Concrete is used as a building material for most of the buildings in our country. Determining compressive strength, the most important mechanical parameter of concrete used in the concrete structures of our country found in the earthquake zone is crucial in this respect. The study aimed to research the usability of photogrammetry in determining concrete compressive strength. Concrete compression testing machines produced by U-TEST company was used to determine the concrete compressive strength in the study. The concrete compression testing machines and the standard experimental method were applied to determine concrete compressive strength, applying a concrete sample to be broken while real-time receiving images from two cameras on the tripod. The amount of distortion was calculated using checkpoints on the images being taken. As a result of the study, the relationship between determining the change occurring on the concrete sample and concrete compressive strength was established and the availability of photogrammetry in this area. Also, this study provided practical monitoring of concrete strength testing through an interdisciplinary approach.

Keywords: Concrete compressive strength, Photogrammetry, Close range photogrammetry

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi

BİRİNCİ BÖLÜM GİRİŞ

1.1. Tezin Amacı.....	2
-----------------------	---

İKİNCİ BÖLÜM KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Beton Basınç Dayanımının Belirlenmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar	5
2.2. Fotogrametri ve RGB Kamera Kullanılarak Gerçekleştirilen Çalışmalar	9
2.3. Fotogrametrinin Beton Basınç Dayanımının Belirlenmesinde Kullanıldığı Çalışmalar	11

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 . Fotogrametrinin Tanımı	14
3.2. Fotogrametrinin Sınıflandırılması.....	15
3.3. Fotogrametrinin Kullanım Alanları	25
3.4. Fotogrametride Kullanılan Resim Çekme Makineleri.....	19
3.5. Fotogrametride Resim Çekimi.....	21
3.6. Fotogrametride Kullanılan Koordinat Sistemleri	25
3.7. Yersel Fotogrametride Kullanılan Değerlendirme Yöntemleri	27
3.8.Yöneltme	29

3.9. Kalibrasyon	34
3.10. Distorsiyon	35
3.11. Beton	41
3.11.1. Beton Sınıfları	41
3.11.2. Beton Dayanım Sınıfları	43
3.11.3. Beton Basınç Dayanımına Etki Eden Faktörler	45
3.11.4. Beton Dayanımının Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler	47

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Çalışmada Kullanılan Ekipmanlar	55
4.2. Çalışma Uygulama Adımları	55

BEŞİNCİ BÖLÜM SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar	98
KAYNAKÇA	102
EKLER	I
EK 1. 1 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	I
EK 2. 2 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	II
EK 3. 3 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	III
EK 4. 4 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	IV
EK 5. 5 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	V
EK 6. 6 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	VI
EK 7. 7 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	VII
EK 8. 8 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	VIII
EK 9. 9 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	IX
EK 10. 10 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	X
EK 11. 11 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	XI
EK 12. 12 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	XII
EK 13. 13 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	XIII
EK 14. 14 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR	XIV

EK 15. 15 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR.....	XV
EK 16. 16 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR.....	XVI
EK 17. 17 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR.....	XVII
ÖZGEÇMİŞ.....	XVIII



SİMGELER VE KISALTMALAR

cm	Santimetre
UPV	Ultrasonik Ses Hızı
3B	3 Boyut
2B	2 Boyut
μm	Mikrometre
GSD	Yer Örnekleme Aralığı
CCD	Charce Couple Device
CMOS	Complimentary Metal Oxide Semiconductor
MPa	Mega Pascal

TABLolar DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1.	Beton sınıfları	42
Tablo 2.	Kamera özellikleri	53
Tablo 3.	Kalibrasyon sonucu elde edilen parametreler	56
Tablo 4.	4. İterasyon sonucu	58
Tablo 5.	Kontrol noktalarının deformasyon miktarı ile basınç dayanımını gösteren tablo	94
Tablo 6.	Kontrol noktaları arasındaki mesafe	95

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1.	Yersel fotogrametride kullanılan resim çekme makinelerinin sınıflandırılması	19
Şekil 2.	Çift resim çekme makinesi (Zeiss SMK 40/120)	20
Şekil 3.	Fotogrametride resim çekiminde normal durum	22
Şekil 4.	Normal alım durumunda resim çekimi (Tunçay, 2006)	22
Şekil 5.	Fotogrametride resim çekiminde dönük durum	23
Şekil 6.	Fotogrametride resim çekiminde kovargent durum	24
Şekil 7.	Fotogrametride resim çekiminde divergent durum	24
Şekil 8.	Dijital görüntü ve piksel koordinat sistemi	26
Şekil 9.	Arazi koordinat sistemi	27
Şekil 10.	Ölçme resmi	31
Şekil 11.	Işın demeti	31
Şekil 12.	Karşılıklı yöneltme modeli	32
Şekil 13.	Fotogrametrinin matematiksel modeli (Tunçay,2006).	33
Şekil 14.	Radyal distorsiyon	36
Şekil 15.	Teğetsel distorsiyon (Tunçay, 2006)	38
Şekil 16.	Uygulama adımları	40
Şekil 17.	Beton numune L/D gösterimi	48
Şekil 18.	Schmidt çekici	50
Şekil 19.	Uygulamada kullanılan kameralar	52
Şekil 20.	Deney düzeneği ve kameraların görünümü	54
Şekil 21.	Beton basınç presi	55

Şekil 22.	Kalibrasyon kağıdı	56
Şekil 23.	Dönme matrisi R	59
Şekil 24.	1 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	60
Şekil 25.	1 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	60
Şekil 26.	1 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	61
Şekil 27.	2 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	62
Şekil 28.	2 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	62
Şekil 29.	2 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	63
Şekil 30.	3 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	64
Şekil 31.	3 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	64
Şekil 32.	3 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	65
Şekil 33.	4 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	66
Şekil 34.	4 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	66
Şekil 35.	4 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	67
Şekil 36.	5 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	68
Şekil 37.	5 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	68
Şekil 38.	5 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	69
Şekil 39.	6 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	70
Şekil 40.	6 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	70
Şekil 41.	6 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	71
Şekil 42.	7 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	72
Şekil 43.	7 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	72
Şekil 44.	7 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	73
Şekil 45.	8 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	74

Şekil 46.	8 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	74
Şekil 47.	8 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	75
Şekil 48.	9 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	76
Şekil 49.	9 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	76
Şekil 50.	9 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	77
Şekil 51.	10 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	78
Şekil 52.	10 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	78
Şekil 53.	10 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	79
Şekil 54.	11 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	79
Şekil 55.	11 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	80
Şekil 56.	11 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	80
Şekil 57.	12 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	81
Şekil 58.	12 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	82
Şekil 59.	12 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	82
Şekil 60.	13 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	83
Şekil 61.	13 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	84
Şekil 62.	13 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	84
Şekil 63.	14 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	85
Şekil 64.	14 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	86
Şekil 65.	14 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	86
Şekil 66.	15 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	87
Şekil 67.	15 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	88
Şekil 68.	15 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	88
Şekil 69.	16 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	89

Şekil 70.	16 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	90
Şekil 71.	16 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	90
Şekil 72.	17 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları	91
Şekil 73.	17 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar	92
Şekil 74.	17 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği	92
Şekil 75.	Tüm numunelerin yer aldığı basınç dayanımı grafiği	93
Şekil 76.	Kontrol noktalarının deformasyon miktarı ile basınç dayanımı arasındaki ilişki	95



BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Fotogrametri yunanca kelimelerin bir araya gelmesiyle oluşan bir sözcüktür. Yunanca ışık anlamına gelen photos, çizmek anlamına gelen graphos, ölçme anlamına gelen metron kelimeleri birleşerek fotogrametri kavramını ortaya çıkarmıştır. Kelime anlamlarına da bakılarak anlaşılacağı gibi fotogrametri ışık kullanarak gerçekleştirilen ölçme tekniği şeklinde tanımlanabilir (Yastıklı, 2016). Bu tanımdaki ışık kavramı cisimler ve cisimlerin çevresinde ortaya çıkıp yayılan ışıklardır. Fotogrametri, cisimlerden ortaya çıkan ve yayılan elektromanyetik enerjinin kaydedilmesi ve değerlendirilmesi amacıyla ölçme yapmaya olanak sağlayan bilim dalıdır.

Fotogrametri tekniği kullanılarak değerlendirme yapılmak istenen cisim ve cismin bulunduğu alanın yakın çevresinin görüntülerinin kayıt altına alınması ve bu görüntüler üzerinde çeşitli yazılımlar ve donanımlar kullanılması, çekilen fotoğraflar üzerinde ölçme yapmaya ve bu ölçülen değerleri analiz etmeye olanak sağlar. Fotogrametri ile fotoğraflar kullanarak cisimlere ait metrik bilgiler elde edilebilir.

Fotogrametri, teknolojinin gelişmesi ile paralel olarak gelişmeye açık bir bilim dalı olduğundan günümüzde kullanım alanlarını arttırarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Fotogrametri tekniğinin yaygın olarak kullanılmasının nedenlerinden biri sağladığı avantajlardır. Bu avantajların başında kullanım açısından kolaylığı, veri elde etmede pratiklik sağlaması, hız, zaman, maliyet gibi sebepler sıralanabilir.

Yapı malzemelerinden olan beton günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizin deprem kuşağında yer alması nedeniyle betonarme yapılara ilişkin beton dayanımının belirlenmesi önem kazanmaktadır. Bu nedenle, ilgili standartlar çerçevesinde betonun kontrol edilmesi önemlidir.

Beton sınıflarının belirlenmesinde betonun basınç dayanımı dikkate alınmaktadır. Bu nedenle betonun basınç dayanımının betonun diğer mekanik özelliklerine oranla ön plana çıkması kaçınılmazdır. Betonun basınç dayanımının belirlenmesine yönelik birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapı elemanlarının test edilmesinde, izlenmesinde, deformasyonların belirlenmesinde dijital fotogrametrik yöntemlerin kullanımı ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalar olmakla birlikte çok yaygın değildir. Yapı elemanlarına ilişkin görüntülerin elde edilmesi ve elde edilen görüntülerin fotogrametrik teknikler ile değerlendirilmesi etkili bir yöntem olarak kullanılabilir. Gerçekleştirilecek olan tez çalışmasının konusu beton küp ve silindir numunelerdeki basınç dayanımının fotogrametrik yöntemler kullanılarak analiz edilmesi şeklinde ifade edilebilir.

On yedi adet numune ile basınç dayanımı testi gerçekleştirilip, beton basınç dayanımının belirlenmesinde fotogrametrik tekniklerin kullanılabilirliğinin araştırılması tez konusu sınırları içerisinde yer almaktadır.

1.1. Tezin Amacı

Beton, mimari yapılarda, köprülerde, barajlarda, karayolları gibi çeşitli yapılarda en yaygın olarak kullanılan yapı malzemesidir. Betonun oluşumundaki temel malzeme olan su, çimento ve agreganın kolay temin edilebilmesi, ekonomik olması betonun sıklıkla yapı malzemesi olarak kullanılmasının nedenlerindedir. Beton ve çelikten oluşan, yapısal olarak dayanım kazandırmak yani betonun basınç çeliğin çekme kuvvetlerini karşıladığı kompozit yapı malzemesi ise betonarme olarak adlandırılır.

Ülkemizin deprem kuşağında yer alması, depremin yıkıcı etkileri, betonun ülkemizdeki kullanım yaygınlığı düşünüldüğünde beton basınç dayanımının belirlenmesi önem kazanmaktadır. Bu nedenle, ilgili standartlar çerçevesinde betonun kontrol edilmesi önemlidir. Denetimin olmadığı betonarme yapılar herhangi bir dış etki sonucunda geri dönüşü olmayan sonuçlar doğurabilir. Betonun kalitesinin kontrolü açısından basınç dayanımı en önemli veridir.

Yapı elemanlarının test edilmesinde, izlenmesinde, deformasyonların belirlenmesinde dijital fotogrametrik yöntemlerin kullanımı ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalar yaygın değildir.

Fotogrametrinin alt başlığı olan yersel fotogrametri özellikle ulaşılması zor olan çevresinde ölçme yapmanın zor ancak görüntüsünün alınabildiği nesnelere, alanlarda kullanılmaktadır. Yersel fotogrametri nesnelerin boyutundan bağımsız olarak büyük ya da küçük nesnelere üzerinde ölçme yapmaya olanak sağlar. Söz konusu nesnenin elde edilen fotoğrafları üzerinde çalışma doğrultusunda istenilen yoğunlukta nokta seçimi yapılmasına olanak sağlar. Yersel fotogrametri hareket halindeki cisimlerin ölçümünde, değerlendirilmesinde kullanılabilir. Bu noktada fotogrametrik görüntülerin iz düşürüldüğü andaki cismin hareketi gözlemlenebilir. Bu gözleme görüntünün elde edildiği zamandan farklı bir zamanda değerlendirilebilir (Yastıklı, 2016).

Yersel fotogrametrinin kullanım alanları ve tanımı incelendiğinde yapı elemanlarına ilişkin görüntülerin elde edilmesi ve elde edilen görüntülerin fotogrametrik teknikler ile değerlendirilmesi etkili bir yöntem olarak kullanılabilir. Tez çalışmasında, beton basınç dayanımının belirlenmesinde dijital fotogrametrinin kullanımı ile görüntülerin elde edilmesi ve değerlendirilmesi konusu işlenecektir. Bu konunun disiplinler arası bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesi, ilgili disiplinler arasındaki bağlantıyı kurmayı amaçlayarak beton basınç dayanımının belirlenmesinde farklı bir bakış açısının elde edilmesini sağlaması açısından önem kazanmaktadır. Araştırma ile fotogrametrinin, betonun mekanik özelliklerinden olan basınç dayanımının belirlenmesinde kullanılarak sonuçların analiz edilmesi hedeflenmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

TEZİN KONUSU VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yapılarda taşıyıcı elemanın oluşturulmasında karşımıza çıkan kompozit yapı malzemesi beton olarak adlandırılır. Betonu oluşturan bileşenler çimento, su, agrega ve bazı katkı maddeleridir. Betonun kompozit bir yapı malzemesi olması içeriğindeki bileşenlerin farklılığından, bu bileşenlerin bir araya gelmesindedir. Betonu oluşturan bileşenler bir araya geldiğinde, bileşenlerin ayrı olarak var olduklarında göstermiş oldukları özellikler varlığını sürdürmez. Bu bileşenler arasındaki etkileşim betonun sergilediği davranışları ortaya çıkarır. Çimento, su ve agreganın koşulları bize betonun kalitesi hakkında bilgi verebilir. Betonun kaliteli olması yapı malzemesinin kaliteli olması anlamına geleceği gibi yapının kalitesi hakkında da bilgi sağlayabilir. Burada betonun kaliteli olması beton basınç dayanımı ifadesini karşımıza çıkarır.

Betonda, yük miktarından dolayı meydana gelebilen kırılmalara karşı gösterilen direnç beton basınç dayanımını ifade eder. Beton basınç dayanımının belirlenmesi betonun sınıflandırılmasında bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Betonun taşıyıcı niteliği hakkında bize en kesin sonucu veren ölçüt beton basınç dayanımıdır. Basınç dayanımı bize betonun kalitesi hakkında bilgi sağlar. Betonun sınıfı, betonun kimlik numarası da beton basınç dayanımı kavramını ifade eder.

Ülkemizin deprem kuşağında yer alması, depremin yıkıcı sonuçlarının defalarca kez görülmesi, yapıların daha güvenli üretilmesinin önemini her geçen gün daha da arttırarak karşımıza çıkarıyor. Kalitesiz beton kullanımı yapılara olan güveni kırmakta, sonucu tahmin edilemez felaketler yaşamaya neden olabilmektedir. Betonun kalitesi belirlenirken beton basınç dayanımı göz önünde bulundurulmuş en önemli kavramdır.

Beton üzerinde günümüze kadar çeşitli araştırmalar yapılmış, betonun bileşenleri ile basınç dayanımı arasındaki ilişki, betonun özellikleri gibi konular hakkında bilgiler sağlanmıştır.

Fotogrametri elde edilen fotografik görüntüleri kayıt altına alan, bu görüntüleri işleyen, görüntü üzerindeki bilgileri toplayan ve bu bilgileri değerlendirerek yorumlayan, analiz eden bir bilim dalıdır. Fotogrametri tekniği ile nesnenin var olduğu çevre hakkında bilgiler, cismin yapısal özellikleri yapısal değişiklikleri gibi konular hakkında da bilgi elde edebiliriz. Katı, sıvı, gaz halde doğada bulunan nesnelerin yakın yüzeylerinin fotoğraflanması ile nesnenin koordinat bilgilerini elde etmemize yani metrik bilgi üretmemize olanak sağlayan yersel fotogrametri yöntemi günümüzde çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Bu alanlara mühendislik, arkeoloji, mimari, endüstri, madencilik örnek olarak verilebilir (Yastıklı, 2016).

Yapı elemanlarının test edilmesinde, izlenmesinde, deformasyonların belirlenmesinde dijital fotogrametrik yöntemlerin kullanımı ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalar çok yaygın değildir. Yapı elemanlarına ilişkin görüntülerin elde edilmesi ve elde edilen görüntülerin fotogrametrik teknikler ile değerlendirilmesi etkili bir yöntem olarak kullanılabilir.

Tez çalışmasında, basınç dayanımının belirlenmesinde fotogrametri tekniğinin kullanılması ile elde edilen verilerin değerlendirilmesi yer almaktadır.

2.1. Beton Basınç Dayanımının Belirlenmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

Deniz kumu ve deniz kabuğunun beton basınç dayanımına olan etkisinin incelenmesi üzerine yapılan bir çalışma incelenmiştir. Deprem kuşağında bulunan ülkemizdeki yapıların güvenliğinin sağlanması büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde meydana gelen depremler ile yapı stoklarının güvenilirliği tartışılır bir noktaya gelmiştir. Özellikle denizin yakın olduğu alanlarda bulunan yapıların üretimindeki betonun içerisinde yer alan deniz kumu ve deniz kabuğunun varlığı endişe verici bir durum olarak değerlendirilmektedir. İncelenen çalışmada düşük ve normal dayanımlı olmak üzere iki farklı türde dayanım sınıfından beton numuneler kullanılmıştır. Bu beton numunelerinde kullanılan deniz kumunun hacimce %3 ve %6'sı oranında deniz kabuğu içeren küp numuneler üretilmiştir. 28 günlük kür sonucunda 15x15x15 cm boyutlu 6 adet beton küp numunenin beton basınç dayanımları hesaplanmıştır.

Gerçekleştirilen testler sonucunda referans betonlara göre düşük dayanımlı betonun dayanımı %45 oranında azalabileceği, normal dayanımlı betonun dayanımının ise %26 oranında azalabileceği belirlenmiştir. Deniz kıyısına yakın olan alanlarda deniz kumu ya da deniz kabuğu kullanılarak üretilen betonlarla yapılan yapıların var olduğu düşünüldüğünden bu çalışma ile bu yapıların güçlendirilmesi ya da kentsel dönüşüme dâhil edilmesinin son derece gerekli olduğunun önemi bir kez daha vurgulanmıştır (Aydın, 2019).

Bulanık mantık kavramı ilk olarak Zadeh tarafından 1965 yılında yayınladığı bir makale ile ortaya atılmıştır. Yapay zekâ yöntemlerinden olan bulanık mantık kavramının temeline baktığımızda kesin olarak bilinen ifadeler yoktur. Bilgisayarların çalışma sistemi olan ikili çalışma sistemine benzemez. Örneğin bir sorunun cevabı evet ya da hayır şeklinde kesin cevaplarla ifade edilmez. Bulanık mantığın temellerinde kesin doğru ve kesin yanlış kavramları bulunmaz. Bu ifadeler yerine dereceler mevcuttur. Kısmen doğru, kısmen yanlış gibi kesinlik içermeyen belirsiz cevaplar bulanık mantıkta yer almaktadır. Literatürde yer alan bir çalışmada beton basınç dayanımının bulanık mantık yöntemi ile tahmin edilmesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 9 adet 15x15x15 cm boyutlarında standart küp ve 9 adet 15x30 cm boyutlarında standart silindir numune kullanılmıştır. Bulanık mantık yöntemiyle 3 girdi 2 çıktı parametresi olacak şekilde bir tahmin modeli geliştirilmiştir. Beton numuneler ile test edilen basınç dayanımının sonuçları bulanık mantık yöntemi ile elde edilen beton basınç dayanım sonuçları karşılaştırılmıştır. Gerçekleştirilen çalışma sonucunda üretilen model ile beton basınç dayanımının belirlenebileceği saptanmıştır (Çakıroğlu vd., 2010).

Veri madenciliği yoğun ve karmaşık verilerin analiz edilmesinde ve bu verilerden faydalı bilgilerin elde edilmesi sürecidir. Veri madenciliği var olan verilerden anlamlı bilgiler elde eder. Veri madenciliği ile çok farklı bakış açılarından ve farklı alanlardan analiz, sınıflandırma ve değerlendirme yapılabilir. Veri madenciliği, analiz edilmesi çok uzun zaman alan verilerin daha pratik ve daha kısa sürede çözüme ulaştırır. Veri madenciliği birçok araştırmacı tarafından süreç olarak tanımlanmıştır. Gerçekleştirilen bir çalışmada karıştırma tipi, çimento miktarı, numune boyutu ve numune alma zamanına bağlı olarak beton basınç dayanımının belirlenmesi için bir model geliştirilmiştir. Çalışmada beton numunelerin elde edilmesi aşamasında kalker agregası, kırma kum, çimento ve kimyasal katkı kullanılmıştır. Karıştırma tipinin etkisini tespit etmek amacıyla farklı iki adet mikser

kullanılmıştır. Karıştırma sürecinin ardından farklı zaman dilimlerinde farklı boyutlarda her iki mikserden de küp numuneler elde edilmiştir. Çalışmada Karışım-Zaman-Boyut-Doz parametrelerinin çeşitli veri grupları girdi basınç dayanımı çıktı olacak şekilde modeller geliştirilmiştir. 9 adet farklı algoritma kullanılarak girdi parametrelerine göre sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda beton basınç dayanımının tahmin edilmesinde veri madenciliğinin kullanılabilir olduğu ve inşaat mühendisliği alanındaki uygulamalarda başarılı bir şekilde kullanılabileceği anlaşılmıştır (Özel ve Topsakal, 2014).

Ülkemizin aktif deprem kuşağında bulunması, ülkemizdeki yapı stokunun yetersiz olması, depremle beraber can ve mal kaybında istenmeyen ağır sonuçlar ortaya çıkarabilmektedir. Beton kalitesi bu noktada karşımıza çıkan en önemli noktadır. Beton kalitesi hakkında bilgi sahibi olabilmemiz için beton basınç dayanımının tespit edilmesi son derece önemli bir rol oynamaktadır. Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada beton dayanımının tespit edilmesi konusu işlenmiştir. Çalışmada 12 adet üç gruptan oluşan 15 cm boyutunda küp numune kullanılmıştır. Bu küp numuneler Diyarbakır'da bulunan güçlendirme uygulaması yapılan bir binanın uygulama sırasında kullanılan betonlarından alınmıştır. Alıcı ve verici sensörler tarafından dalganın ortam içerisinde yayılma hızını ölçmeye yarayan UPV deneyi çalışmada kullanılmıştır. UPV testi gerçekleştirilirken sensörlerin karşılıklı olarak aynı noktada, birbirleri ile tam olarak karşılıklı olmaları gerekmektedir. Çalışmada 12 adet numune için 5 farklı yerden 5 farklı UPV ölçümü yapılmıştır. Çalışmada UPV ölçüleri ve beton basınç dayanımı test sonuçları ile iki veri grubu elde edilmiş olup regresyon analizi kullanılarak modeller üretilmiştir. Çalışma ile basınç dayanımının UPV'ye bağlı bir şekilde tahmin etme performansı değerlendirilmiştir (Zebari, 2017).

Depreme dayanıklı yapı, depremin şiddeti, yapının oturduğu zeminin dinamik özelliklerine bağlı olarak hasar oranı olan ama can kaybının yer almayacağı yapı olarak ifade edilmektedir. Yapının depreme dayanıklı olup olmadığının belirlenmesinde dikkate alınan özelliklerden biri de betonun basınç dayanımıdır. Var olan binaların deprem açısından güvenli olup olmadığının tespit edilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler tahribatlı ve tahribatsız yöntemler olarak ayrılmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmada tahribatlı ve tahribatsız yöntemlerden Schmidt test çekici yöntemi, karot alımı,

ultrasonik yöntemler kullanılarak beton basınç dayanımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan Schmidt test çekici yöntemi, test çekici olarak adlandırılan bir cihaz kullanılarak sertleşmiş beton yüzeyinin ölçülmesi ve sertliğinin belirlenmesidir. Cihazın çalışma şekli ağırlığın itilmesi ve itilen ağırlığın sertlik derecesine bağlı olarak çarparak geri iletilmesine dayanır. Kalibrasyon işlemi yapılmadan söz konusu test yöntemi ile basınç dayanımı doğru değerleri vermez. Tahribatlı yöntem olan karot numunesi alımı, beton basınç dayanımında en doğru sonucu vermesine karşın yapı hasar aldığından dolayı az sayıda uygulanması gereken bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Alınan karot numune tek eksenli basınç deneyine tabi tutularak basınç dayanımı belirlenir. Bir diğer yöntem ise hasarsız olarak sınıflandırılan ultrasonik yöntemdir. Ultrasonik yöntemde P dalga hızı kullanılarak numune üzerine bir taraftan dalga gönderilir ve diğer taraftan da dalganın iletilme zamanı kaydedilir ve beton basınç dayanımı buna bağlı olarak belirlenir. Çalışmada İzmir’de toplam 128 adet binada deprem risk analizi değerlendirilmiştir. İlk olarak ultrasonik P dalga ve Schmidt test çekici yöntemi kullanılarak ölçümler yapılmış olup; ardından karot alımı gerçekleştirilmiştir. Karot numuneler üzerinde de ultrasonik ölçüm yapılmış olup tek eksenli basınç deneyi gerçekleştirilerek beton basınç dayanımı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda tek eksenli basınç dayanım testi sonuçları ultrasonik yöntem ve Schmidt test çekici yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Ultrasonik P dalga ile yapılan ölçme sonucundaki beton basınç dayanımının Schmidt test çekici yöntemine göre tek eksenli beton basınç dayanım değerine daha yakın sonuç elde ettiği gözlemlenmiştir (Öziçer ve Uyanık, 2017).

Yörübulut ve arkadaşları (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada beton basınç dayanımının Yapay Sinir Ağları ve regresyon analizi kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için 117 karot numunesi verileri kullanılmış ve beton test çekici, ultrasonik test cihazı ile veriler elde edilmiştir. Elde edilen verilerin kullanılması ile Yapay Sinir Ağı ve regresyon modeli oluşturulmuştur, sonuçlar karşılaştırılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmanın sonunda yapay sinir ağı ve regresyon yöntemleriyle tahmin edilen beton basınç dayanımları ile karot numunelerinin basınç dayanımlarının yakın olduğu ifade edilmiştir (Yörübulut vd., 2020).

2.2. Fotogrametri ve RGB Kamera Kullanılarak Gerçekleştirilen Çalışmalar

Fotogrametri cisimlere temas etmeden cisimleri 3B olarak ortaya çıkarmayı sağlayan bilim dalı olduğundan 3B dijital dokümantasyon uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bölgenin kültürü ve tarihinde önemli bir yere sahip olan anıt ağaçlar yaş, boy bakımından kendi cinslerinin bilinen ölçülerinin üzerinde boyutlara sahip olan tabiat varlıklarıdır. Literatürdeki bir çalışmada Kütahya'da bulunan Mızık Çamı Tabiat Anıtının 3B dokümantasyonunda fotogrametri tekniğinin kullanılması amaçlanmıştır. Çalışmada mobil telefon, reflektörsüz totalstation cihazı, değerlendirme için ise Agisoft Photoscan ve Autodesk Meshmixer yazılımları kullanılmıştır. Anıt ağacı çevreden saracak şekilde lokal bir sistemde jeodezik ağ oluşturulmuş olup, koordinat sistemleri arasında dönüşüm sağlamak amacıyla anıt ağaç üzerinde kontrol noktaları belirlenmiştir. Kontrol noktalarının X, Y, Z koordinat değerleri belirlenmiştir. Ağacın telefon ile her yönden çevreleyecek şekilde fotoğrafları çekilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilmiş olup 3B modelleme yapılmıştır. Gerçekleştirilmiş olan çalışma sonucunda fotogrametri tekniği kullanılarak yapılan değerlendirmelerin anıt ağaçların 3B dokümantasyonunda kullanılabilirliği, fotogrametri tekniğinin doğruluk açısından avantaj sağladığı ayrıca fotogrametrinin farklı disiplinler arasında da çözüm ortaya koyabileceği sonucuna varılmıştır (Uslu, 2022).

Fotogrametri tekniği son zamanlarda özellikle cisimlerin üç boyutlu olarak üretilmesinde kullanılmaktadır. Fotogrametri tekniği uzaktan algılama prensibine dayanmakta olup resim çekme özelliklerine göre yersel fotogrametri ve hava fotogrametrisi olarak 2 ana bölüme ayrılabilir. Yersel fotogrametri yakın resim fotogrametrisi olarak da ifade edilebilir. Fotogrametri tekniğinde video kameralar kullanılarak video kaydı gerçekleştirilirse bu tekniğe videogrametri tekniği denilmektedir. Videogrametri ile her bir frame üzerinden milyonlarca piksel kayıt altında tutulabilirken bilgi akışı sıralı olarak devam eder. Yani her bir resim karesinden elde edilen bilgi bir sonraki resim karesinin üzerine kurulur. Böylece her bir resim karesi değerlendirilerek fotogrametrik bir model elde edilebilir. Kültürel mirasın dokümantasyonu alanında objelerin 3B modellenmesine olanak sağlayan fotogrametri tekniği yıllardır kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen bir çalışmada küçük objelerin 3B modellenmesinde fotogrametri ve videogrametri yöntemleri kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışmada ilk olarak metalik, ahşap ve killi yapıdaki

cisimlerin lokal koordinatları totalstation ile ölçülmüştür. Ardından resim ve video çekimi gerçekleştirilmiştir. Context Capture yazılımından yararlanılarak nokta bulutu ve katı model her üç obje için de oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda fotogrametri yönteminin videogrametri yöntemine göre daha iyi olduğu gözlemlenmiştir (Oruç, 2021).

Kıyılar geçmiş zamanlardan günümüze kadar yerleşimin yoğun olduğu alanlar içerisinde yer almaktadır. Kıyı alanları deniz ticareti, su kaynakları, tarım alanları vb. birçok özellik bakımından önemli bir konumdadır. Kıyı bölgelerinde zaman içerisinde değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimlerin belirlenmesi ve aralıklı periyotlarla saptanabilmesi önem teşkil etmektedir. Bu değişimin belirlenmesi klasik yöntemlerle çok fazla zaman alırken daha kısa sürede belirlenmesi için fotogrametri tekniği kullanılabilir. Literatürde yer alan bir çalışmada sayısal fotogrametri tekniği ile kıyı bölgesindeki değişimin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada değerlendirilecek olan bölgede kontrol noktaları işaretlenerek arazi ve resim arasındaki ilişki kurulmuştur. Fotoğrafların yöneltme işlemleri yapıp iç yöneltme ile fotoğraf koordinat sistemi ile piksel koordinat sistemi arasında dönüşüm sağlanmıştır. Karşılıklı yöneltme ile yöneltme parametreleri belirlenirken mutlak yöneltme ile fotoğraf koordinat sistemi ile arazi koordinat sistemi arasındaki bağlantı kurulmuştur. Çalışma sonucunda sayısal fotogrametri yöntemi kullanılarak 30 yıllık Trabzon'un kıyı bölgelerindeki değişimlerin izlenebilir olduğu ve ihtiyaç duyulabilecek haritaların üretilebileceği sonucuna varılmıştır (Sesli, 2006).

Antik yerleşim alanlarının kayıt altına alınması, doğa ve insanın yarattığı olumsuz etkilere karşı bir dokümantasyonun yapılarak belgelerin düzenlenmesi ve erişimin sağlanması son derece önem arz etmektedir. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte kültürel mirasın dokümantasyonunda fotogrametri yöntemi sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca bina bazlı modellemede yersel fotogrametri, daha geniş bir alanı ifade eden alan bazlı modellemede ise hava fotogrametrisi gün geçtikçe kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen bir çalışmada Gümüşhane ilinde yer alan I. Derece Arkeolojik Sit Alanı içerisinde bulunan Santa Harabelerinin güncel durumunun kayıt altına alınması ve dokümantasyonunun gerçekleştirilmesinde yersel fotogrametri tekniğinin kullanımı incelenmiştir. Yaklaşık olarak 100 yapının fotoğrafları çekilerek binaların 3B modeli oluşturulmuştur. SketchUp

programını kullanılarak arazi modeli oluşturulmuştur. Yüzey modeli ve binaların 3B modelleri birleştirilmiştir. Gerçekleştirilen çalışma ile kültür mirasının dokümantasyonuna katkı sağlanmış olup, fotogrametrinin bu alanda etkin bir şekilde kullanımına olanak sağlamıştır (Asri ve Çorumluoğlu, 2014).

Yol kaplamaları zaman içerisinde çeşitli nedenlerden dolayı bozulmalara uğrar. Literatürde yer alan bir çalışmada, yüzeyde meydana gelen deformasyonların değerlendirilmesinde yakın resim fotogrametrisi tekniğinin kullanılması ile belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışmada görsellerin karşılaştırılması ve görsel değerlendirme yöntemiyle eşdeğerliliğinin doğrulanması işlenmiştir. Çalışmada asfalt beton kaplama bozulmaları değerlendirilmiştir. İlk olarak yüzey bozulmaları görsel olarak değerlendirilmiştir. Bozulma alanı içerisinde yer kontrol noktaları oluşturularak bunların koordinatları total station cihazı (Topcon, GTS 235) kullanılarak ölçülmüştür. Ayrıca total station cihazı ile kullanılan kameranın ilk konumları ölçülmüştür. Çalışmanın gerçekleştirildiği alanda görüntüler elde edilmiştir. ERDAS IMAGINE yazılımı kullanılarak çekilen görüntüler ile ortofoto oluşturulmuş ve üstyapı yüzey deformasyonları değerlendirilmiştir. Çalışmada yapılan fotogrametrik değerlendirme ile görsel değerlendirme sonuçları modellenmiş ve karşılaştırılmıştır. Fotogrametri tekniğinin yüzey bozulmalarının değerlendirilmesinde kullanımı görsel değerlendirmeye oranla daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışma ile gerektiğinde kullanılacak kalıcı bir dokümantasyon sağlanabileceği belirlenmiştir (Sarsam vd., 2015).

2.3. Fotogrametrinin Beton Basınç Dayanımının Belirlenmesinde Kullanıldığı Çalışmalar

Kolon, kiriş ve levha gibi yapısal elemanların yük testlerinin gerçekleştirilmesi mukavemetin değerlendirilmesi için yapılır. Literatürde yer alan bir çalışmada beton kirişlerin eğilme ve kayma mukavemetini değerlendirmek için tahribatlı test yöntemi ile test edilmiştir. Buradaki kirişler Avusturalya çevresindeki değiştirilen köprülerden elde edilmiş olup hala bu kirişlere benzer elemanların kullanıldığı köprüler mevcuttur. Fotogrametrinin temassız olması, üç boyutlu ölçme işlemlerine olanak sağlaması, testin fotoğraflarını kayıt altına alması test için bir avantajdır. Kirişlerdeki sapmaların ölçümleri hem geleneksel

yöntemler hem de dijital fotogrametri kullanılmıştır. Dijital fotogrametri yöntemini kullanmak için iki adet düşük çözünürlüklü video kamera kullanılmıştır. Tahribatlı yöntem deneyinde beton kırımlardaki sapmayı ölçmek için dijital fotogrametri sistemi başarıyla kullanılmıştır. Çalışma ile 3 koordinat boyutunda milimetre altında hassasiyet elde edilmiştir (Whiteman vd., 2002).

Yapı malzemelerinin incelenmesinde, araştırılmasında beton yüzeyindeki çatlakların tespit edilmesi önemlidir. Yapı elemanlarından betonun yüzeyindeki çatlakların izlenmesinde yüksek doğruluk ile inceleme yapmaya olanak sağladığı için fotogrametri kullanılabilir. Gerçekleştirilen bir çalışmada çatlakların belirlenmesine yönelik bir deformasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Çatlak konumu, çatlak genişliğinin gözlemlenebilmesi için bir hedef ızgarası temel alınmıştır. 3 dijital kamera kullanılarak fotoğraflar çekilmiş ve çekme testlerinin verileri elde edilmiştir. Elde edilmiş olan görüntüler PHIDAS yazılımı ile değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda çatlaklarının genişliğinin en az az 5 – 10 µm'yi geçmesi ile gözlemlenebileceği belirtilmiş ve fotogrametri tekniğinin inşaat mühendisliği araştırmalarında başarılı bir şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir (Benning vd., 2004).

Literatürde sunulan projede, sertleşmiş betonun hava boşluğu analizinde fotogrametri tekniğinin kullanılması ile yeni bir yöntemin test edilmesi amaçlanmıştır. Bu yeni yöntem standartlaştırılmış yöntemlerdeki kontrast iyileştirme ihtiyacını yok etmektedir. Bu yöntemde görüntülerdeki hava boşluklarının beyaz renkte görüntüdeki diğer alanların ise siyah renkte olduğu bir dijital görüntü ortaya çıkmaktadır. Dijital siyah/beyaz görüntü, geleneksel kontrast iyileştirmesinden sonra beton numunenin test yüzeyi ile karşılaştırılabilir. Çalışmada manuel kontrast geliştirmeden sonra siyah beyaz dijital görüntü ile beton numunenin test yüzeyi karşılaştırılmış olup bu iki değişken arasında net bir korelasyon tespit edilmiştir. Çalışmada hava boşluklarının spesifik yüzeyi, aralık faktörü, toplam hava içeriği gibi ölçümlerin sonuçları geleneksel ve yeni yöntemler ile bir karşılaştırma yapıldığında aralarında oldukça büyük farklar gözlemlenmiştir. Çalışmadaki yeni yöntemin çözünürlüğü yaklaşık olarak 20 µm olup; referans yöntemindeki kadar iyi bir değer değildir. Çözünürlüğün düşük olması nedeni ile beton yüzeydeki hava boşluklarının

çoğu tanımlanamamış bu da dijital görüntüde yanlış hava boşluklarının tanımlanmasına neden olmuştur. Çalışmada EyesMap3D yazılımı kullanılmış olup siyah beyaz görüntüdeki kusurlar kameradaki sınırlamalardan ve nokta bulutlarındaki belirsizliklerden kaynaklanmaktadır. Çalışma sonucunda belirsizlik nedenleriyle bu yöntemin şu anda uygulanamayacağı ancak kameraların ve yazılımların geliştirilmesiyle gelecekte faydalı olabileceği belirtilmiştir (Wolter vd., 2019).

Gerçekleştirilen çalışmada yapı bileşenlerinin üzerindeki işaretli hedef noktaların koordinatlarını ölçmek amacıyla videogrametrik bir sistem geliştirilmiştir. Sistemin kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla üç farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalar serbest basınç deneyleri, gömülü esnek borular ve çelik bir kirişin yük testi deneyleridir. Deneyler klasik ölçmeler ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda ise geliştirilen videogrametrik sistemin başarılı bir şekilde kullanılacağı gösterilmiştir (Yılmaztürk, 2008)

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL VE YÖNTEM

Fotogrametri, bir cismin fotoğraflarından yararlanarak cisim hakkında bilgi elde etme bilimidir. Fotogrametri bilimi ile cisimlerin 3B modelleri elde edilebilir.

“Fotogrametri tekniği, tek görüntü ile iki boyutlu (2B) değerlendirme için kullanılabilirdiği gibi genellikle resim çiftleri ile 3B değerlendirme için kullanılmaktadır.” (Özdemir ve Duran, 2017).

3.1. Fotogrametrinin Tanımı

Fotogrametrinin kullanım alanları farklılık göstermekle birlikte temelinde fotoğraflar üzerinden veri toplamak ve bu verileri değerlendirmek üzerinde şekillenir. Fotogrametrideki temel ilke basitçe tanımlanırsa görüntülerin incelenmesi ile gerçek obje özellikleri hakkında güvenilir bilgilerin elde edilmesini sağlamaktır. Buradaki görüntüler genelde bir kameradan elde edilen normal resimlerdir. Fotogrametride girdi parametresi fotoğraflar iken çıktı parametresi ise herhangi bir objenin 3B modeli, ölçüm sonuçları veya haritalar olabilir. Fotoğraflar, değerlendirme yapılabilmesi için farklı konum ve açılardan çekilerek elde edilir. Fotogrametri ile elde edilen veriler ile haritalar, 3B modeller elde edilebilmektedir.

Fotoğraf 3B bir objeyi 2B bir görüntüye dönüştürürken fotogrametri ise tam tersini gerçekleştirerek 2B görüntülerden 3B modeller oluşturabilir. 3B modeli üretmek için örtüşen resimlerin kullanılması gerekmektedir. Bu fotogrametrideki temel ilkelerden biri sayılabilir. İki veya daha fazla görüntü üzerinde aynı noktalar tespit edilebilir. Bu noktaların her bir görüntüdeki kamera konumunu, kameranın yönünü, odak uzaklığını ve çeşitli parametreleri de dikkate alarak yapılan hesaplamalar ile üç boyutlu koordinatlarını belirlenebilmektedir.

Fotogrametrinin başarılı bir şekilde uygulanmasını sağlayan çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bu faktörler kamera, lens gibi donanımlar olabilir. Bu donanımlar görüntünün çözünürlüğü için önemlidir. Görüntünün çözünürlüğünün yanında fotoğrafların nasıl elde edildiği de önem taşımaktadır. En iyi değerlendirmeyi yapabilmek için çekilen tüm fotoğraflarda nesnenin tamamının odakta olması da önemlidir.

3.2. Fotogrametrinin Sınıflandırılması

Fotogrametriyi sınıflandırmada farklı parametreler dikkate alınabilir. En çok değerlendirilen sınıflandırma yöntemi kameranın konumuna göre değerlendirme yapmaktır. Buna göre temel olarak fotogrametri, hava fotogrametrisi ve yersel fotogrametri olarak sınıflandırılmaktadır.

Hava fotogrametrisinde kullanılan kamera, uçak, drone gibi hava araçlarına monte edilerek dikey bir eksen ile zemine doğrultulur. Uçak bir uçuş yolu boyunca ilerler ve birbiri ile örtüşen fotoğrafları çeker. Hava fotoğraflarının çekilmesi geniş bir alanın haritalanmasında kullanılan yaygın yöntemlerden biridir. Ortaya çıkan haritalar coğrafi alanların analiz edilmesinde kullanılabilir. Haritalar Coğrafi Bilgi Sistemleri verileri ile bağlantılı olarak işlenebilir. Hava fotoğraflarını doğru bir şekilde ölçeklendirmek ve bununla birlikte fotogrametrik modellemede kullanmak için görüntünün GSD'sini yani yer örnekleme aralığının hesaplanması gerekmektedir. Yer örnekleme aralığı bir görüntüde yer alan ardışık iki pikselin merkezleri arasındaki mesafedir. Bu mesafe haritadaki her bir pikseli temsil etmektedir. Çalışmanın boyutuna bağlı olarak yer örnekleme aralığının değeri değişecektir. Büyük ölçekli alanlar için daha yüksek bir değerdeki yer örnekleme aralığı, daha küçük ölçekli alanlar için ise daha düşük bir değerdeki yer örnekleme aralığı kullanılır. Uçak yaklaşık olarak yatay konumdayken aynı yükseklikten yeterli olacak kadar görüntü çekildiğinde bu görüntülerin bir araya gelmesi ile mozaik elde edilebilir. Hava fotogrametrisi çeşitli endüstrilerde kullanılmaktadır. Sıklıkla haritalama tekniklerinde kullanılmasına karşın, mimari ve arazi geliştirmede, çeşitli bölgelerin araştırılmasında, şehir bölge planlamasında kullanılabilir.

Yersel fotogrametride ise kameranın konumu yeryüzündeki bir konumdadır. Burada kamera tripod gibi sabit bir yere monte edilebilir. Yersel fotogrametride çıktı ürün arazi modelleri, haritalar gibi kapsamlı ürünler değil daha çok 3B modeller, ölçümler ve nokta bulutlarıdır. Bunun temel nedeni ise arazinin tarama işleminin hava fotogrametrisine göre daha fazla zaman gerektirmesidir. Yersel fotogrametri fiziksel olarak yaklaşamayacağımız ancak görüntüsünü elde edebileceğimiz objeler hakkında bilgi sağlamak amacıyla kullanılabilir. Buradaki objenin boyutunun büyük ya da küçük olması önemli değildir. Objenin boyutuna bakılmaksızın objelerin 3B modeli yersel fotogrametri yöntemi kullanılarak elde edilebilir. Önemli olan objenin çekilen fotoğraflarının belli bir örtü oranında olması ile kalitesidir. Yersel fotogrametri ayrıca hareket halindeki nesnelerin gözlemlenmesinde, ölçümünde kullanılabilir. Zamansal olarak nesnenin hareketi aşama aşama incelenebilir (Yastıklı, 2016).

Günümüzde fotogrametrik değerlendirme için çeşitli yazılımlar kullanılmaktadır. Bu yazılımlar geniş kitlelerin erişim sağladığı bir araç olarak sürekli olarak gelişmekte ve yenilenmektedir. Teknolojik gelişmelerin ışığında sürekli olarak gelişen değerlendirme sistemleri fotogrametri tekniğinin gelişmesine ve daha fazla kitle tarafından kullanılabilir olmasına katkı sağlamaktadır.

3.3. Fotogrametrinin Kullanım Alanları

Fotogrametri tıp, mühendislik, mimarlık, kültürel mirasın dokümantasyonu gibi çeşitli alanlarda çok geniş perspektifte kullanılmaktadır. Fotogrametrinin çok yönlü kullanım olanağı mevcuttur. Fotogrametri sürecinin ürünleri, dijital arazi modelleri, 3B yüzey modelleri, sayısal veriler şeklinde çeşitlendirilebilir.

Fotogrametrinin en yaygın kullanım alanı harita, ortofoto üretimidir. Hava fotoğrafları kullanılarak haritalar üretilebilmektedir. Fotoğraflar ile elde edilen ayrıntılar ile geniş bir bilgi aktarımı sağlanabilir.

Fotogrametrinin kullanım alanlarındaki çeşitlilik nedenlerinden bazıları maliyetin az olması, arazi çalışmalarındaki sürenin ciddi oranda azalması, zamandan bağımsız olarak,

veriler elde edildikten sonra herhangi bir zamanda değerlendirme yapmaya olanak sağlaması sıralanabilir.

Fotogrametrinin kullanım alanlarından bazıları aşağıda sıralanmıştır.

- **Mühendislik**

Herhangi bir yapı inşa edilirken doğru veriler ile doğru değerlendirme yapmak önemlidir. Bu nedenle mühendislik çalışmalarında fotogrametri kullanılmaktadır. Kapsamlı inşaat faaliyetleri için hava fotoğrafları kullanılarak projeler üretilebilir ve değerlendirilebilir. Projenin aşamalarını gözlemek için de alınan fotoğraflar kullanılarak 3B modeller üretilebilir. Yol alışmaları gibi büyük projelerde kübaj hesaplamalarında veya barajlardaki doluluk oranlarının hesaplanmasında da fotogrametri tekniğinden yararlanılabilmektedir.

- **Arazi Etüdü**

Fotogrametri herhangi bir taşınmazın sınırları belirlemek, inşaat faaliyetlerini projelendirmek ve verileri değerlendirmek için kullanılabilir. Arazi etüdünde fotogrametri kullanılarak dünyanın yüzeyini tespit etmek için çeşitli ölçme işlemleri yapılabilir ve arazi yüzeyi modellenenebilir.

- **Tıp**

Fotogrametrinin insan vücudu üzerinde gerçekleştirdiği çalışmalar yeni değildir. Düzgün olmayan kemiklerin yüzeylerinin analiz edilmesinde kullanılan yöntemlerin arasında fotogrametri de vardır. Dijital fotogrametri ile elde edilen 3B modeller sağlık alanında kullanılabilir.

- **Adli Tıp**

Fotogrametri suç araştırmalarında, olay yeri inceleme çalışmalarında da kullanılan bir tekniktir. Suç mahalli ile ilgili bilgi etme de önemli rol oynayan fotogrametri, hassas ölçme sonuçlarına olanak sağlayarak olay ile ilgili kritik noktalar hakkında bilgi elde etmeye yardımcı olur.

- **Gayrimenkul**

Günümüzde teknolojik gelişmeler sayesinde hemen hemen her şeyi internet üzerinden satın almaktayız. Daire kiralamak ve satın almak da çevrimiçi olarak yapılan işlemlerden sadece birkaçıdır. Gayrimenkul sektöründe ürünün görselliği oldukça önemli olup müşteri için fikir edinmede bir numaralı faktördür. Fotogrametri bir evin görüntüsünü oluşturmak için kullanılabilir. Evin 3B görüntüsü oluşturularak ürün hakkında net bir fikir oluşturulabilir.

- **Film ve Oyun**

Fotogrametri tekniği kullanılarak sanal bir dünya oluşturmak için gerekli olan 3B modeller oluşturulabilir. 3B modeller ve canlandırmalar ile çeşitli manzaralar, tarihi eserler, heykeller sanal bir dünyaya dönüştürülebilir.

- **Tarım**

Hava fotoğrafları kullanılarak tarım yapılan toprak hakkında bilgi elde edilebilir. Tarım için sulama planlaması, toprak verimliliği, topraktaki mikroorganizmalar hakkında bilgi sağlanabilir. Hava fotoğrafları ile belirli aralıklarla görüntü alınıp bunların fotogrametri ile değerlendirilmesi ekinlerin büyüme zamanları, ekinlerde meydana gelen gelişmeler ve gerilemeler değerlendirilebilir. Aynı zamanda fotogrametri tekniği kullanılarak ormanlar

hakkında araştırmalar yürütülmektedir. Böylece ormanın gelişimi ve çeşitli yönlerden orman hakkında bilgi sağlanıp analiz edilmesi çok daha kolay hale gelmektedir.

- **Arkeoloji**

Tarihi bir nesnenin ya da tarihi bir alanın belgelenmesinde fotogrametri tekniği kullanılmaktadır. Tarihi bir eserin fotogrametri tekniği kullanılarak 3B modelinin çıkarılması bu eserlerin korunması, dijital ortamda saklanıp gelecek nesiller için belgelenmesi kültürel mirasın korunması ve sürdürülebilmesi için önemlidir.

3.4. Fotogrametride Kullanılan Resim ekme Makineleri

Fotogrametri tekniğinin en başında değerlendirilecek nesnenin fotoğrafının çekilmesi gerekmektedir. Bunun için üretilen teknik eleman çekim makinesi olarak ifade edilebilir. Günümüzde yersel fotogrametride kullanılan çeşitli kameralar kullanılmakta olup bunların sınıflandırılması aşağıdaki gibi olabilir.



Şekil 1. Yersel fotogrametride kullanılan resim çekme makinelerinin sınıflandırılması

- **Metrik Resim Çekme Makineleri**

Metrik resim çekme makinelerinin temel özelliği iç yöneltme elamanlarının belli olmasıdır. Bu tarz kameralarda koordinat sistemini belirlemek amacıyla çerçeve işaretleri mevcuttur. Metrik kameralar birden çok mercekten üretilir ve üretim maliyeti fazladır. Üretim maliyetinden dolayı kullanıcılar daha çok metrik olmayan kameralar ile dijital kameralara yönelmiş durumdadır (Makineci vd., 2020).

Tek resim çekme makineleri doğrudan bir teodolit üzerine monte edilmesi sağlanacak şekilde üretilen makinelerdir. Bu şekilde üretilmesinin temel nedeni ise optik eksen ile baz arasındaki ilişkinin sağlanabilmesidir. Çift resim çekme makineleri bir bazın her iki ucuna da yerleştirilen metrik kameralardan oluşan bir sistemdir. Buradaki metrik kameralar aynı özelliklere sahip olmalıdır. Çift resim çekme makinesinde kullanılan kameraların optik eksenleri birbirine paralel konumda olup baz eksenine diktir.



Şekil 2. Çift resim çekme makinesi (Zeiss SMK 40/120)

- **Metrik Olmayan Resim Çekme Makineleri**

Metrik olmayan resim çekme makinelerinde iç yöneltme elemanları bilinmez ya da sadece bir kısmı bilinir. Bu kameraların maliyeti metrik olan kameralara göre daha düşüktür (Ahmad ve Chandler 1999). Düşük maliyetinden dolayı kullanıcılar tarafından yersel fotogrametri çalışmalarında kullanılmaktadır.

- **Dijital Kameralar**

Dijital kameralar ile elde edilen görüntülerde görüntü kalitesi artmış olup fotogrametrik değerlendirmede bir avantaj sağlamıştır. Dijital kameraların temelinde CCD sensörler kullanılmaktadır. CCD (Charge Couple Device) analog ışık sinyallerini piksellere çevirmeye yarayan yüksek kaliteli sensördür. CCD sensörlerin kullanıldığı sayısal kameralar ile elde edilen görüntüler daha düşük parazitlidir. Sayısal kameralarda kullanılan bir diğer kayıt sistemi ise CMOS'tur. CMOS (Complimentary Metal Oxide Semiconductor) sensörler her bir piksel ayrı olacak şekilde işlem yapmayı sağlar. CMOS sensörleri ile elde edilen görüntüler CCD sensörlere göre daha fazla parazitlidir.

Sayısal kameralar ile elde edilen görüntülerin depolanması kolay olduğu için elde edilen görüntüler daha hızlı bir şekilde işleme başlanabilmektedir. Günümüzde dijital kameralar yersel fotogrametride sık kullanılan bir kamera olarak karşımıza çıkmaktadır.

3.5. Fotogrametride Resim Çekimi

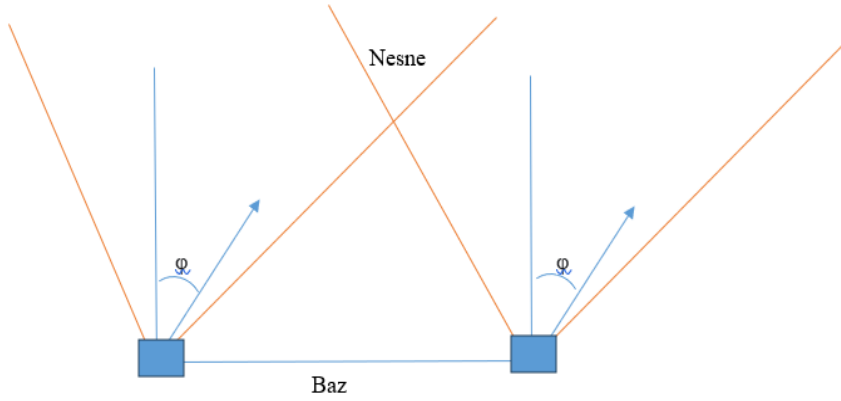
Bir cismin 3B modelini yersel fotogrametri tekniği kullanılarak elde etmek için iki farklı noktadan görüntü alınması gerekmektedir. İki resim çekim merkezi arasındaki mesafe baz olarak tanımlanmaktadır. Baz ile resim çekim uzaklığı arasındaki ilişki $[B/Y$ (Y: Resim çekim uzaklığı)] ölçmenin hassasiyetini doğrudan etkilemektedir. Yersel fotogrametride

$$X = \frac{B.X'}{P_x} \quad Y = \frac{B.C}{P_x} \quad X = \frac{B.Z'}{P_x} \quad (1.1)$$

Formüllerde yer alan X',Z', X'',Z'' resim koordinatları olup $P_x = X' - X''$ olarak hesaplanmaktadır.

- **Dönük Durum**

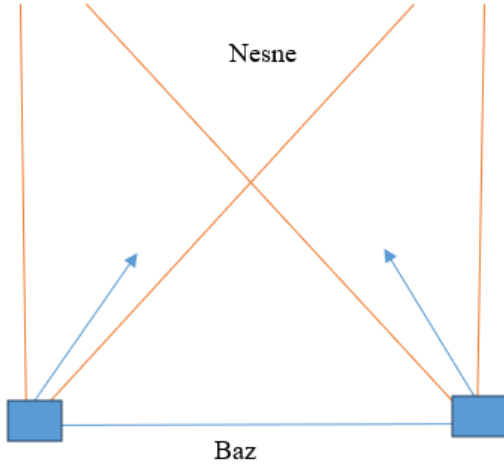
Dönük alım durumunda normal durumda olduğu gibi görüntülerin alım eksenleri birbirine paraleldir. Ancak normal alım durumundan farklı olarak baza dik değildir. Dönük alım durumu görüntüsü elde edilecek objenin karşısından resim çekilemeyeceği zamanlarda tercih edilen bir durumdur (Tunçay, 2006).



Şekil 5. Fotogramride resim çekiminde dönük durum

- **Kovargent Durum**

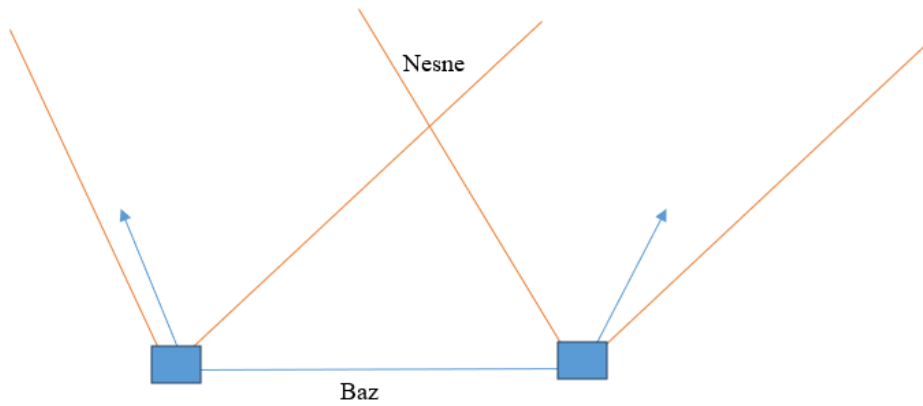
Kovargent durumda bazın her iki ucundan alınan görüntülerde alım eksenleri normal durumda olduğu gibi birbirine paralel değildir. Alım eksenleri kesişirler. Kovargent durumda kameraların dönüklüğünden kaynaklanan dönüklük açıları farklı değerlerde karşımıza çıkabilir (Tunçay, 2006).



Şekil 6. Fotogramtride resim çekiminde kovargent durum

- **Divergent Durum**

Divergent durumda bazın her iki ucundan alınan görüntülerde alım eksenleri normal durumda olduğu gibi birbirine paralel değildir. Alım eksenleri kesişmezler. Divergent durumda kameraların dönüklüğünden kaynaklanan dönüklük açıları farklı değerlerde karşımıza çıkabilir (Tunçay, 2006). Divergent durumun kovargent durumdan farkı alım eksenlerinin kesişmemesidir.



Şekil 7. Fotogramtride resim çekiminde divergent durum

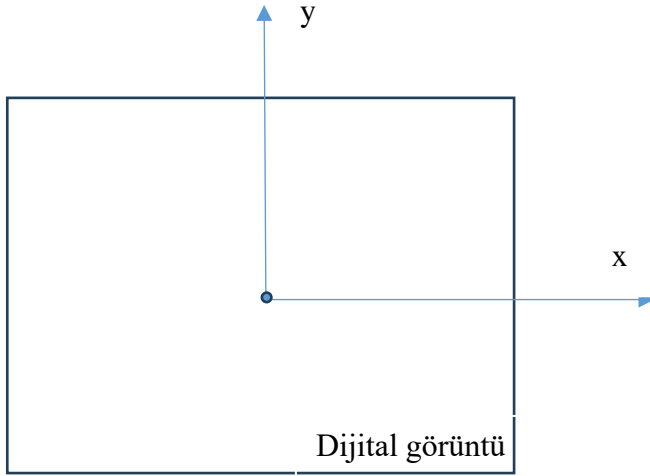
3.6. Fotogrametride Kullanılan Koordinat Sistemleri

Herhangi bir nesne hakkında 3B koordinat bilgisini sağlayan fotogrametride, koordinat sistemleri arasında dönüşüm sağlanmalıdır. Bu dönüşüm temel olarak görüntü koordinatlarından arazi koordinatlarına dönüşüm şeklindedir.

Dijital bir görüntü x , y piksel koordinat değerleri ile iki değişkenli olarak ifade edilir. Piksel koordinat sisteminden resim koordinat sistemine dönüşüm gerçekleştirilir. Görüntü koordinatları kullanılarak da model koordinatına dönüşüm sağlanabilir. Bu koordinat sistemleri arasındaki dönüşümün sağlanabilmesi için bu koordinat sistemlerinin tanımlanması önem taşımaktadır. Fotogrametride kullanılan koordinat sistemleri piksel koordinat sistemi, resim koordinat sistemi, model koordinat sistemi ve arazi koordinat sistemi şeklinde sıralanabilir.

- **Piksel Koordinat Sistemi**

Metrik bir sistem olmayan piksel koordinat sistemi dijital görüntüler üzerinde tanımlıdır. Dijital görüntüdeki en küçük görüntü elemanı pikseldir. Piksel koordinat sisteminin ana elemanı piksellerdir. Bu koordinat sisteminde nokta ölçmek satır ve sütunların piksel sayısının tespit edilmesine bağlıdır. Koordinat sisteminin orijini dijital görüntünün geometrik merkezidir. Fotoğraf üzerindeki her bir nokta bu koordinat sistemi ile ifade edilebilir. Dijital bir görüntü üzerinde piksel koordinat sistemi ile ölçülen koordinatlar milimetre cinsinden ifade edilir. Görüntüde yer alan toplam piksel sayısı görüntünün çözünürlüğü ile ilişkilidir. Piksel değerleri piksel koordinat sistemi ile resim koordinat sistemi arasındaki transformasyonda kullanılan parametrelerdendir.



Şekil 8. Dijital görüntü ve piksel koordinat sistemi

- **Resim Koordinat Sistemi**

Resim koordinat sistemi $\xi, \eta - x, y - x', y'$ şeklinde tanımlanan elemanlardan ve eksenlerden oluşur. Resim koordinat sistemi 2B bir koordinat sistemi olup kareler ağı ile tanımlanmaktadır.

Resim çekim sırasında dijital görüntü üzerinde yer alan ve orta nokta bulucuları şeklinde ifade edilen işaretler bir araya gelerek bu koordinat sistemini oluşturur (Tunçay, 2006). Piksel koordinat sisteminden görüntü koordinat sistemine dönüşüm için ana nokta koordinatları, sensör yüksekliği, sensör genişliği, görüntü yüksekliği ve görüntü genişliği parametreleri kullanılır.

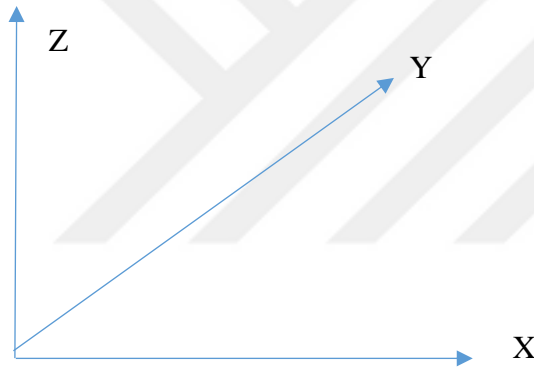
- **Model Koordinat Sistemi**

Model koordinat sistemi fotogramride kullanılan lokal bir koordinat sistemidir. Elde edilen dijital görüntüler üzerinde karşılıklı yöneltme yapılmasının ardından model üzerinde tanımlanabilir. Nesne noktalarının X, Y, Z koordinatlarını tanımlamak için kullanılmaktadır. Bu koordinat sisteminin kullanımı keyfi olarak seçilebilir ancak bu

noktada önemli olan gerçekleştirilen çalışma boyunca tüm noktaların aynı koordinat sistemi üzerinde tanımlanması gerekliliğidir. Model koordinat sisteminde kullanılan birimler varsayılan olarak metredir.

- **Arazi Koordinat Sistemi**

Objeye uzaydaki noktaları tanımlarken kullanılan koordinat sistemi arazi koordinat sistemi olarak tanımlanabilir. Bu koordinat sistemi ülke koordinat sistemi olabilir. X, Y, Z eksenleri ile tanımlanan koordinat sisteminde X-Y düzlemi her zaman yatay bir düzlemde olup Z eksen her zaman düşey doğrultudadır.



Şekil 9. Arazi koordinat sistemi

3.7. Yersel Fotogrametride Kullanılan Değerlendirme Yöntemleri

Dijital fotogrametride değerlendirilecek olan nesnenin boyutu, şekli gibi özellikleri ile değerlendirme ile elde edilmesi beklenen doğruluğa hatta çalışmada kullanılacak olan yazılıma bağlı olarak değişmektedir. Dijital fotogrametri ile değerlendirme yapılmak istendiğinde çeşitli yöntemler kullanılabilir. Bunlar tek resim değerlendirmesi, çift resim değerlendirmesidir.

- **Tek Resim Değerlendirmesi**

3B bir uzay, projektif bağlantılardan yararlanılarak tek bir görüntüden elde edilebilir. Tek fotoğraf üzerinden değerlendirme çalışmasının yapılması düşeye çevirme olarak da adlandırılmaktadır. Nesne yüzeyinin ya da arazi yüzeyinin düzleme çok yakın olduğu yüzeylerde daha sık kullanılan bir yöntemdir.

Bir dijital görüntüde X_0, Y_0, Z_0 izdüşüm merkezi koordinatları, ω, ϕ, k R dönme matrisinin elemanları olmak üzere 6 adet dış yöneltme elemanı vardır. ξ_0, η_0 resim ana noktasının koordinatları ve c odak uzaklığı iç yöneltme elemanlarıdır. Bu yöneltme elemanlarının bilinip bilinmemesine göre tek resim değerlendirmesinde iki farklı matematiksel çözüm bulunmaktadır.

Görüntünün elde edildiği kamera metrik bir kamera ise iç yöneltme elemanları biliniyor demektir. Bu durumda denklem (1.2)'de yer alan izdüşüm denklemleri ile çözüm sağlanmaktadır. Dış yöneltme elemanları genelde bilinmediğinden bu elemanların hesaplanması gerekir. Bu hesaplama işlemi ise kontrol noktaları ile sağlanır. 6 dış yöneltme elemanı için 6 denklem bunun için ise 3 kontrol noktası gerekmektedir (Marangoz, 2012).

$$\begin{aligned} X &= X_0 + (Z - Z_0) \frac{a_{11}x + a_{12}y - a_{13}c}{a_{31}x + a_{32}y - a_{33}c} \\ Y &= Y_0 + (Z - Z_0) \frac{a_{21}x + a_{22}y - a_{23}c}{a_{31}x + a_{32}y - a_{33}c} \end{aligned} \quad (1.2)$$

Görüntünün elde edildiği kamera metrik olmayan bir kamera ise iç ve dış yöneltme elemanları bilinmiyorsa projektif dönüşüm ile çözüm sağlanmaktadır. Projektif dönüşüm ile metrik kamera kullanımına gerek kalmadan iç yöneltme elemanlarının bilinmesine ihtiyaç duyulmadan çözüm sağlanabilmektedir. Denklem (1.3)'de belirtilen projektif dönüşüm ile gerçekleştirilen çözümde bilinmeyenlerin hesaplanması için en az 4 kontrol noktasına ihtiyaç duyulmaktadır.

$$X = \frac{a_1 x + a_2 y + a_3}{d_1 x + d_2 y + 1}$$

$$Y = \frac{b_1 x + b_2 y + b_3}{d_1 x + d_2 y + 1} \quad (1.3)$$

- **Çift Resim Değerlendirmesi**

Tek bir fotoğraf üzerinden gerçekleştirilen değerlendirmeler genelde derinlik faktörünün olmadığı daha çok düz yüzeylerde yapılmaktadır. Üçüncü boyutun da değerlendirmeye girmesi için aralarında yüksek örtü oranı bulunan bir resim çifti üzerinden değerlendirme yapılması gerekmektedir. Bir fotoğraf çifti kullanılarak metrik bilgilerin sağlanması çift resim değerlendirme ya da stereo görüntü değerlendirme olarak adlandırılmaktadır (Marangoz, 2012). Bu yöntem ile karşılıklı bağlantı noktaları ölçülerek iki dijital görüntü arasında geometrik ilişki kurulabilmektedir. Bu ilişki resim çiftlerinin yöneltmesi ile yapılabilmektedir. Yöneltme işleminin temeli ise görüntülerin fotoğraf çekim konumlarının tespit edilmesidir. Klasik çözümde en az 5 bağlantı noktası kullanılarak karşılıklı yöneltme yapılır.

3.8. Yöneltme

Fotogrametride görüntülerin görüntüleri elde edilen ana göre yeniden elde edilmesine yöneltme denilmektedir. Yöneltme işlemi iç ve dış yöneltme olarak iki adımdan oluşmaktadır. Dış yöneltme ise karşılıklı yöneltme ve mutlak yöneltme olarak iki aşamadan oluşmaktadır.

- **İç Yönelme**

İç yönelme ile resim çekim anındaki ışın demeti yeniden üretilir.

Fotogrametrik değerlendirme işleminde ilk adım kameranın (resim çekme makinesi) iç yönelmesinin belirlenmesidir. İç yönelme kavramı iki parametreyi içerir. Birincisi kameranın kendisine ait geometrik parametreleri içine alır. İkincisi ise birbirinden farklı düzenli hataları veya ideal matematik model ile sistemin fiziki realitesi arasındaki sapmalar olan distorsiyonları içine alır. Bu hatalardan bazıları kameranın özelliklerini ilgilendirirken, bir kısmı da fotogrametrik sistemin tamamını ilgilendirir (Karşlı, 2004).

İç yönelme ile yeniden oluşturulan ışın demeti sayesinde cisim uzayında ışınların arasında açısal bir bağlantı oluşturulur. İzdüşüm merkezinin resim koordinat sistemindeki konumu tanımlanmış olur. İç yönelme ile orijini kameranın izdüşüm merkezinde bulunan 3B kartezyen koordinat sistemi tanımlanır.

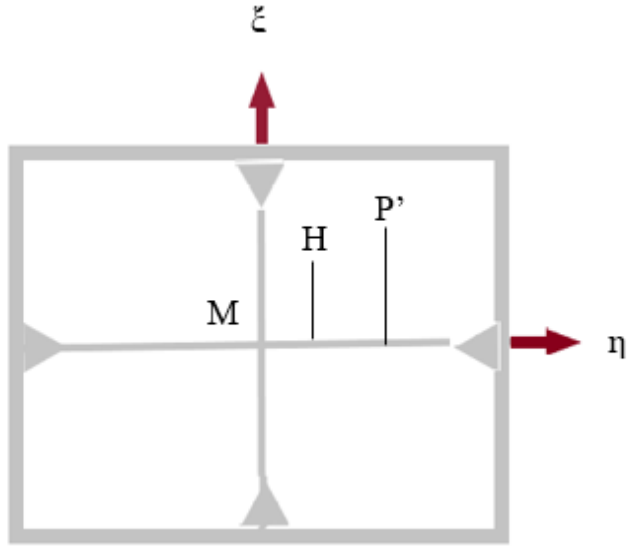
İç yönelme elemanları; c kameranın odak uzaklığı, ξ_0 , η_0 ana noktanın resim koordinatları olmak üzere üç parametreden oluşmaktadır. Bu üç parametre sayesinde izdüşüm ışınlarının doğru bir şekilde konumlandırılması sağlanmaktadır. İç yönelme elemanlarının bilinmesi ile c , ξ_0 , η_0 değerleri sabit değer olarak kabul edilip dış yönelme elemanlarının hesaplanmasında kullanılırlar. Bu parametreler laboratuvarında gerçekleştirilen kalibrasyon işlemi ile belirlenebilir.

M: Resim Orta Noktası

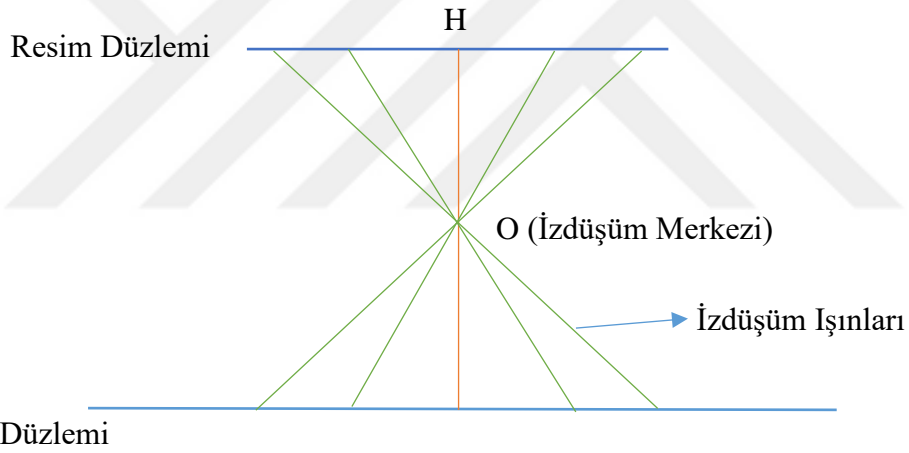
H: Resim Ana Noktası (ξ_0 , η_0 resim ana nokta koordinatları)

C: Odak Uzaklığı

olmak üzere bir ölçme resminin sayısal ifadesi (Şekil.10) ile gösterilmektedir.



Şekil 10. Ölçme resmi



Şekil 11. Işın demeti

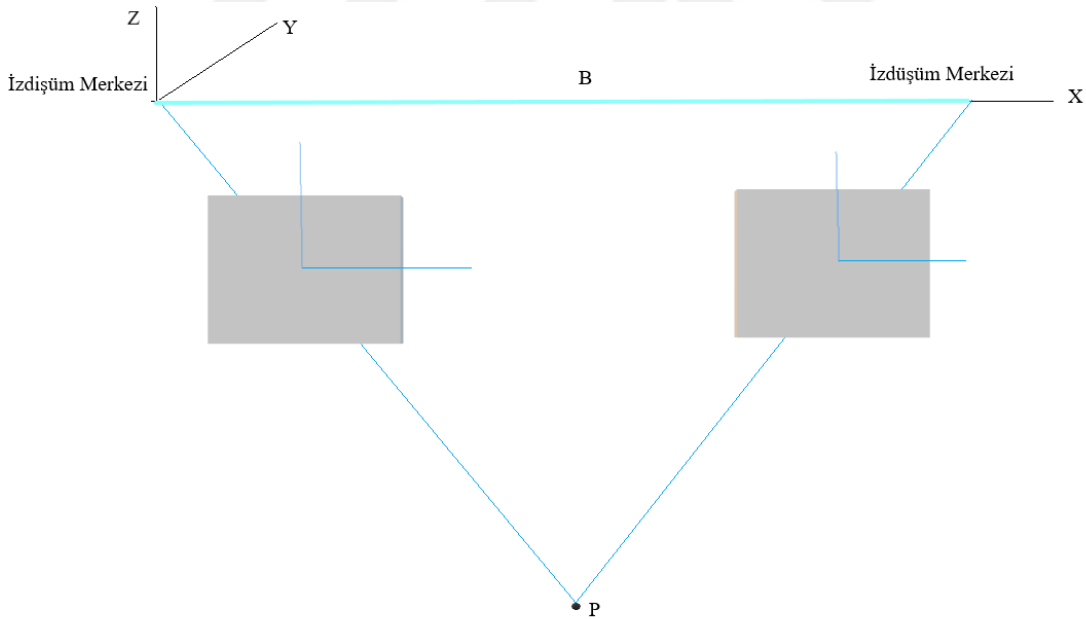
- **Dış Yönelme**

İç yönelme ile resim çekim anındaki ışın demeti yeniden oluşturulurken dış yönelme ile ışın demetinin uzaydaki konumu belirlenmektedir. Işın demetinin uzaydaki konumunu belirlemek için 6 adet parametreye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu parametreler resim çekme noktasının X_o , Y_o , Z_o izdüşüm merkezi koordinatları ve ω , φ , k R dönme matrisinin elemanları olup dış yönelme elemanları olarak ifade edilmektedir.

Tek bir ölçme resmi kullanılarak 3B bir cisim yeniden oluşturulamaz. Fotogrametrinin temelinde olduğu gibi en az iki ölçme resmi kullanılarak cisim hakkında bilgi elde edilebilir. İki ölçme resmi söz konusu olduğu için iki izdüşüm merkezi söz konusu olup bir ölçme resmi çiftinde toplamda 12 adet dış yöneltme elemanı bulunduğu düşünülebilir. Bu dış yöneltme elemanlarının belirlenmesi için ilk olarak karşılıklı yöneltme ardından ise mutlak yöneltme işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerekir (Tunçay,2006).

Karşılıklı yöneltme işlemi ile elde edilen resimlere ait ışın demetleri resim çekim anındaki konumlarına getirilmektedir. Bu işlem her bir resim çiftindeki ışın çiftlerinin kesiştirilmesi ile yapılır. Karşılıklı yöneltme ile R dönme matrisi elemanları olan ω_2 , ϕ_1 , k_1 , ϕ_2 , k_2 dış yöneltme elemanları belirlenmiş olur ve bir uzay modeli oluşturulur.

P cisim noktası olmak üzere; karşılıklı yöneltmedeki model oluşumu (Şekil.12)' deki gibidir.



Şekil 12. Karşılıklı yöneltme modeli

ξ_1 , η_1 , ξ_2 , η_2 , P_n parametreleri kullanılarak çözüm sağlanır. En az 5 noktaya ihtiyaç duyulur.

hesabında bir resim çiftinden elde edilen resim koordinatları, karşılıklı yöneltme sonucu elde edilen R dönme matrisi elemanları ve iki resim çekim merkezi arasındaki mesafe olan baz değeri kullanılarak çözüm sağlanır.

3.9. Kalibrasyon

Fotogrametride kullanılan kameralar iç yöneltme elemanları bilinen ve çok sayıda mercekten oluşan metrik kameralardır. Ancak metrik kameraların maliyetli olması, metrik olmayan dijital kameraların kullanımının artmasına neden olmaktadır. Metrik olmayan dijital kameralarda iç yöneltme elemanları bilinmemektedir. Bu parametrelerin bilinmemesinden kaynaklanan eksiklik kamera kalibrasyonu gerçekleştirilerek giderilmektedir.

Fotogrametride elde edilmesi amaçlanan bilgilerin, 3B modellerin güvenilir ve doğru olması için ilk işlem adımı olarak kamera kalibrasyonunun yapılması gerekmektedir. Merkezi izdüşüm ilkesine dayanan kameraların kullanımı bazı kusurlara neden olmaktadır. Bunun temel nedeni cisim uzayındaki ışınların mercek tarafından bir nokta üzerinde toplanıp mercek tarafından kırılarak resim üzerine iz düşürülmesidir. Bu durum genelde distorsiyon olarak karşımıza çıkmaktadır. Kamera kalibrasyonunun gerçekleştirilmesinde genelde en çok kullanılan yöntem self kalibrasyondur (Douskos, V. et al., 2009). Self kalibrasyon ile iç ve dış yöneltme parametreleri belirlenmektedir. Self kalibrasyonun gerçekleştirildiği birçok ticari veya açık kaynak kodlu pek çok fotogrametri yazılımı mevcuttur. Bu yazılımlar kullanılarak resim çekme makinesine ait iç yöneltme elemanları K1, K2, K3, K4 radyal distorsiyon parametreleri, P1, P2 teğetsel distorsiyon parametreleri elde edilir.

Farklı yazılımlar ile kamera kalibrasyonu gerçekleştirilebilir ancak temel prensip benzerdir. Agisoft Lens, Photomodeler Scanner gibi fotogrametrik yazılımlar kullanılarak gerçekleştirilen kalibrasyon işlemleri oldukça pratik ve hızlı şekilde gerçekleştirilebilir. Her bir programın kendine ait bir kalibrasyon tahtası mevcuttur. Programın kalibrasyonu gerçekleştirebilmesi için kalibrasyon tahtasının farklı yüzlerinden çekilen fotoğraflar gerekmektedir. Bu fotoğraflar yazılımın ara yüzüne aktarıldıktan sonra kalibrasyon işlemi

başlatılmaktadır. Değerlendirme sonucunda resim ana nokta koordinatları, radyal ve teğetsel distorsiyon parametreleri elde edilir ve distorsiyon eğrisi grafikleri çizdirilebilir.

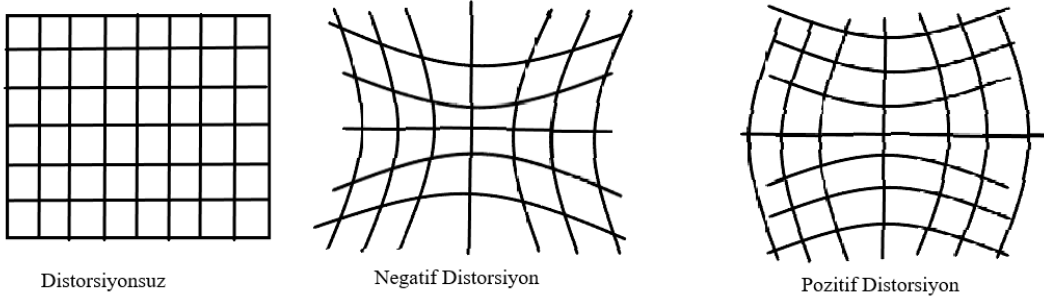
3.10. Distorsiyon

Resim çekim makinesinin merceğinden kaynaklanan bir kusur olan distorsiyon, cisimlerin resim üzerine iz düşürülecek olan noktadan başka bir noktaya iz düşürülmesidir. Bu durum farklı etkilere neden olabilmektedir. Distorsiyon ölçülen piksel koordinatlarına etki ettiğinden dolayı mutlaka belirlenmelidir. Bu belirlenen matematiksel değer resim ölçmelerine düzeltme olarak getirilmelidir. Kamera kalibrasyonu ile distorsiyon parametreleri belirlenebilmektedir. Distorsiyon üç farklı şekilde gerçekleşebilir. Bunlar radyal distorsiyon, teğetsel distorsiyon ve afinsel distorsiyon şeklindedir.

- **Radyal Distorsiyon**

Radyal distorsiyon merceğe farklı açılarla gelen ışınların izdüşüm düzleminin önünde veya arkasında odaklanması sonucunda oluşan distorsiyondur (Özdemir ve Duran, 2017). Bir diğer ifade ile gelen ışın mercekten kaynaklı olarak farklı bir açı ile resim düzlemine iz düşürülmektedir. Radyal distorsiyon aynı zamanda bir görüntü ötelenmesidir. Bu distorsiyon türünde konumsal etki afinsel distorsiyona oranla fazladır. Mutlaka modellenmesi gereken bir distorsiyon türüdür.

Radyal distorsiyonun görüntüye olan etkileri pozitif ya da negatif olabilir. Bu durum cisimden objektife gelen ışının resim düzleminin ya da diğer bir ifade ile izdüşüm merkezinin önünde veya arkasında odaklanmasına bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 14. Radyal distorsiyon

ξ' , η' ölçülen resim koordinatları ve ξ_0 , η_0 ana nokta koordinatları olmak üzere;

$$\xi^{\circ} = \xi' - \xi_0$$

$$\eta^{\circ} = \eta' - \eta_0$$

$$r' = \sqrt{\xi'^2 + \eta'^2} \quad (2.1)$$

(2.1) denklemi ile ana noktadan uzaklık hesaplanmaktadır. Distorsiyon değeri ana noktadan uzaklık ile ilişkilidir. Ana noktadan uzaklaştıkça distorsiyon değeri artmaktadır. Radyal distorsiyonu modellemek için polinom fonksiyonları (2.2) kullanılmaktadır.

$$\Delta r' = K_1 r'^3 + K_2 r'^5 + K_3 r'^7 + \dots \quad (2.2)$$

Ana noktaya göre resim koordinatlarına distorsiyon düzeltmesi getirilmesi gerekir. Bu düzeltmeler aşağıdaki formüller ile gerçekleştirilir.

$$\xi_d = \xi^{\circ} - \Delta \xi$$

$$\eta_d = \eta^{\circ} - \Delta \eta \quad (2.3)$$

Radyal distorsiyondaki açısal değişimin resim koordinat sistemi içerisinde x ve y yönlerindeki bileşenleri ise;

$$\Delta\xi_{\text{rad}} = \frac{\Delta r' \cdot \xi d}{r'}$$

$$\Delta\eta_{\text{rad}} = \frac{\Delta r' \cdot \eta d}{r'} \quad (2.4)$$

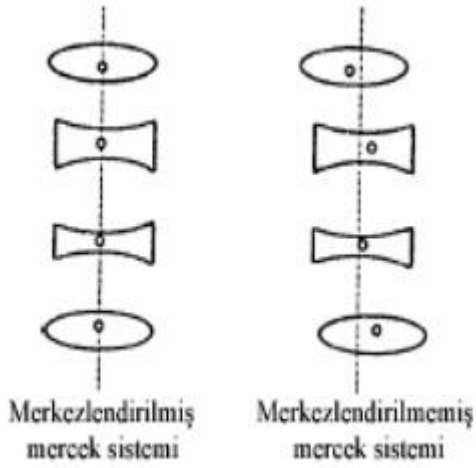
(2.4)'te yer alan formüller kullanılarak hesaplanabilir.

- **Teğetsel Distorsiyon**

Farklı mercek yapılarının kullanıldığı resim çekme makinelerinin kullanımı radyal distorsiyonu azaltabilir. Ancak bu tarz makinelerde farklı mercek yapılarından dolayı teğetsel distorsiyon oluşur (Tunçay, 2006). Teğetsel distorsiyon temelde objektiflerin aynı merkezde bulunmamasından dolayı oluşmaktadır. Objektiflerin aynı merkezde bulunmamasının temel nedeni ise merceklerin optik eksenlerinin aynı doğru üzerinde yer almamasıdır. Teğetsel distorsiyon radyal distorsiyona göre oldukça düşüktür. Bu nedenle genelde çalışmalarda göz ardı edilebilir. Teğetsel distorsiyon (2.5)'de yer alan fonksiyonlar ile sayısallaştırılabilir.

$$\Delta\xi_{\text{tan}} = B_1 \cdot (r'^2 + 2 \cdot \xi d^2) + 2 \cdot B_2 \cdot \xi d \cdot \eta d$$

$$\Delta\eta_{\text{tan}} = B_2 \cdot (r'^2 + 2 \cdot \eta d^2) + 2 \cdot B_1 \cdot \xi d \cdot \eta d \quad (2.5)$$



Şekil 15. Teğetsel distorsiyon (Tunçay, 2006)

- **Afinsel Distorsiyon**

Resim koordinat sistemlerindeki diklik ve ölçek farklılıklarından dolayı afinsel distorsiyon meydana gelmektedir. Ölçek faktörünün yer aldığı denklem ile çözüm sağlanır. Çok küçük bir değer olduğu için göz ardı edilebilir.

C, ξ ve η eksenlerindeki ölçeği temsil eden parametreler olmak üzere;

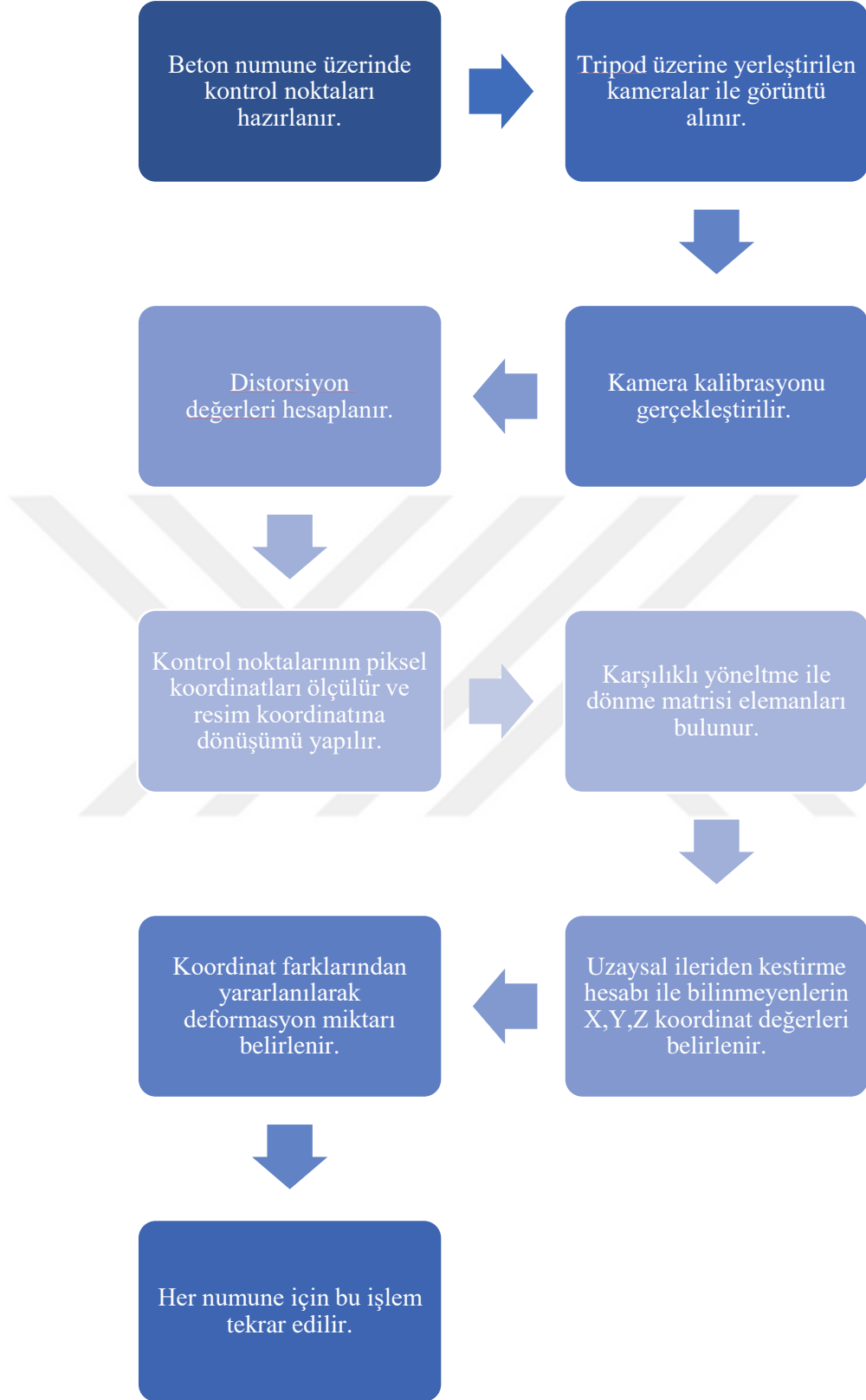
$$\Delta\xi_{afin}=c_1 \xi d+c_2.\eta d$$

$$\Delta\eta_{afin}=0 \tag{2.6}$$

(2.6)'da yer alan formüller ile afinsel distorsiyon değerleri hesaplanabilir.

Çalışmada fotogrametri tekniği kullanılarak beton basınç dayanımının incelenmesi amaçlanmıştır. Küp numunelerin deformasyon miktarını belirleyebilmek amacıyla her bir numune üzerine 4 adet kontrol noktası yerleştirilmiştir. Beton basınç presi ile 17 adet küp

numune kırılmaya tabi tutulmuştur. Bu deney sırasında eş zamanlı olarak görüntü alma işlemi iki kamera kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kameraların kalibrasyon işleminin gerçekleşmesi ile distorsiyon parametreleri elde edilmiştir. Kontrol noktalarının ve numune üzerinde meydana gelen çatlakların piksel koordinatları ölçülmüş olup resim koordinatlarına dönüşüm sağlanmıştır. Karşılıklı yöneltme işlemi ile R dönme matrisi elemanları hesaplanmıştır. Çok eğik resimlerin karşılıklı yöneltmesi gerçekleştirilerek dış yöneltme parametrelerinden dönme açıları hesaplanmıştır. Bulunan dış yöneltme elemanları ölçülen her bir noktanın X, Y, Z koordinatlarını hesaplamak için kullanılmıştır. Çalışma ile beton numune üzerinde meydana gelen değişimin belirlenmesi ile beton basınç dayanımı arasında ilişki kurulması ve fotogrametrinin bu alanda kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 16. Uygulama adımları

3.11. Beton

Günümüz dünyasında gelişen teknoloji ile birlikte yapı inşaatında kullanılan malzemeler de değişmektedir. Günümüzde en çok tercih edilen inşaat malzemelerinden biri betondur. Betonun davranışı, dayanıklılığı, maliyeti, geniş ölçekli uygulama alanlarının olması onu günümüzün en yaygın kullanılan inşaat malzemelerinden biri yapmıştır. Konut, fabrika gibi çeşitli binalarda, yollar, köprüler, altyapı çalışmalarında, kolon, temel, döşeme, kiriş gibi yük taşıyıcıların oluşturulmasında ve geliştirilmesinde beton kullanılmaktadır. Yapısal malzemelerden olan beton, çimento gibi bağlayıcı bir malzeme, su ve agreganın birbirine bağlanması ile oluşan sert kimyasal bir malzemedir. Betonun oluşumundaki ana maddelerden biri bağlayıcı malzemedir. En yaygın olarak kullanılan bağlayıcı malzeme çimentodur. Su ve çimento karıştırıldığında macun kıvamına gelir ve ardından bu macun sertleşir. Sertleşen macun agregaları bağlayıcı bir madde olarak karşımıza çıkar. Kullanılan agrega genellikle kum ve çakıldan oluşmaktadır. Agregalar 0.0025 mm – 6,5 mm arasındaki boyutlardaysa ince, 6,5 mm- 38 mm arasındaki boyutlarda ise kaba olarak sınıflandırılır. Kum ince agrega iken çakıl veya kırma taş kaba agregaya örnek olarak verilebilir. Agregalar yumuşak veya bitkisel malzemeler ile karıştırılmamalıdır. Agregalar oluşturulurken bu tarz malzemelerin kullanılması betonun mukavemetini büyük oranda etkileyen çeşitli tepkimelere neden olabilir. Bu durum ise olası bir yapı hasarında geri dönüşü olmayan sonuçlar doğurabilir. Betonun oluşumunda kullanılmakta olan bir diğer madde olan su betonun işlenebilir olması için oldukça önemlidir. Su/çimento oranı ne kadar düşük ise betonun mukavemeti buna bağlı olarak artmaktadır.

3.11.1. Beton Sınıfları

Fabrikalarda üretilen beton kalitesine bağlı olarak sınıflara ayrılmaktadır. Her bir beton sınıfının üretimi farklılık göstermektedir. Bir diğer ifade ile çimento miktarları farklılık göstermekte olduğu için betonu sınıflandırma gerekliliği doğmuştur.

Tablo 1

Beton sınıfları

Beton Sınıfı	Özellikleri
C20 Sınıfı	Hafif yapılarda kullanılması önerilmektedir. İnşaat sektöründe kullanılan C30 beton sınıfına göre dayanıksızdır. Dayanıklılığın önemli bir parametre olmadığı, tesviye temel altı betonu olan grobetonda C20 sınıfı beton tercih edilmektedir.
C25 Sınıfı	C30 beton sınıfına göre dayanıksızdır. Maliyeti daha düşük olması nedeniyle hafif yapılarda kullanılmakta olup nispeten C20 sınıfına göre daha dayanıklıdır.
C30 Sınıfı	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ekinde belirtilen “Önüretimli betonarme binalarda kullanılacak en düşük beton kalitesi C30 olacaktır.” hükmü bulunmakla birlikte ülkemizde en çok kullanılması gereken beton sınıfı C30’dur. Daha dayanıklı bir beton sınıfıdır.
C35 Sınıfı	C35 beton sınıfı günümüzde kullanılan en dayanıklı beton sınıfları arasındadır. Bu beton ile üretilen betonarme binaların herhangi bir olumsuz durum karşısında dayanma gücü daha yüksektir.

Beton sınıflar İngilizce beton anlamına gelen concrete kelimesinin baş harfi olan C ile başlar ve devamında iki rakam bulunur. Bu harf ve rakam ikilisi bize betonun derecesini göstermektedir. Bu derece ise bize beton basınç dayanımı hakkında bilgi verir. Beton basınç dayanımı MegaPaskal- MPa birimi ile ifade edilen bir parametredir. Beton basınç dayanımı testi küp veya silindir olmak üzere iki farklı test numunesi üzerinde gerçekleştirilebilir. Betonun kalitesi ne kadar yüksekse basınç dayanımı da o kadar yüksektir. Beton sınıfı ifade edilirken kullanılan sayılar (C30 gibi), silindir numunelerin 28 günlük kürlenmeden sonra laboratuvar deneyi sonucu elde edilmesi beklenen beton basınç dayanımıdır. Betonun sınıfı betonun ne kadar yük taşıyabileceği, nerelerde kullanılması gerektiği gibi çeşitli konularda bilgi sağlamaktadır. Örneğin C30 sınıfı bir betonun 1 santimetrekaresi 300 kilogram yük taşıyabilmektedir.

3.11.2. Beton Dayanım Sınıfları

- **Beton Basınç Dayanımı**

Betonun güçlü ve sağlam bir malzeme olduğu birçok kişi tarafından kabul edilmektedir. Bağlayıcı malzeme, su ve agreganın karışımı ile oluşturulan betonun performansını değerlendirmek için kullanılan, en yaygın olarak tercih edilen yöntem beton basınç dayanımının belirlenmesidir. Beton basınç dayanımı betonun dayanma yeteneğinin bir ölçütü olup bu ölçüt betonun en önemli özelliklerinden biridir. Beton basınç dayanımı betonun yüzeyindeki yükleri taşıyabilme yeteneği, yük altında ne kadar dayanabileceğidir.

Beton basınç dayanımı beton derecesinin elde edildiğini doğrulamak için gerçekleştirilir. Betonun oluşturulmasında ortaya koyulan betonun karakteristik özelliklerinin betonun derecesine ulaşmış ulaşmadığını ya da ulaşıyor ise ne kadar üzerine çıktığını belirlemek için beton basınç dayanımı testi gerçekleştirilir. Test numuneleri küp ve silindir olmak üzere iki tip numune çeşidi vardır. Bunlar 150mmx150mmx150mm boyutlarında küp numune ve 150mmx300mm boyutlarında silindir numune olup beton basınç dayanımında test numunesi olarak kullanılırlar. Testlerin çoğunda 150mmx150mmx150mm boyutlarında küp numune tercih edilir. Test numunesinin hazırlanması aşamasında ilk adım olarak beton uygun ölçülere sahip kalıba dökülür ve boşluk kalmayacak şekilde düzenlenir. Boşluk kalmaması için beton, tabakalar halinde dökülür ve her tabaka şişlenerek sıkıştırılır. Sonrasında lastik tokmak ile kalıp yan yüzeyleri hafif darbelerle tokmaklanır. Son olarak üst yüzey çelik mala yardımıyla düzleştirilir. Kalıba dökülen beton 24 saatin ardından kalıptan çıkartılır ve kürlenmek üzere suya konular. Kürlenme 7 günlük veya 28 günlük olarak gerçekleştirilebilir. Betonun dayanımını tespit etmede su kürü ve bu kürün süresi önemli bir etkiye sahiptir. Kür süresi 28 günlük olan betonların dayanımı artmaktadır. Betonun sahip olması gereken dayanımı sağlaması için betonun kürlenmesi ve nemli tutulması gerekmektedir.

Kür havuzundan çıkartılan numuneler basınç dayanım test cihazı ile teste tabi tutulur. Bu test cihazı betonu sıkıştırarak numune bozulana kadar kademeli olarak yük uygular. Test

sonucunda beton basınç dayanımı tespit etmek için kırılma anındaki yük yüzey alanına bölünür. Bu sonuç bize beton basınç dayanımını verir.

- **Beton Çekme Dayanımı**

Beton çekme dayanımı bir gerilim anında çatlama veya kırılmaya karşı gösterilen direnç olarak tanımlanabilir. Çekme dayanımı geçildiğinde numune üzerinde kırılma ve çatlama gözlemlenir. Betonun çekme dayanımı basınç dayanımının yaklaşık onda biri kadardır.

Beton çekme dayanımı belirlemek genelde doğrudan olmayan yani dolaylı yöntemler ile gerçekleştirilir. Bunun temel nedeni çekme dayanımı tespit etmenin doğrudan test edilmesinin zorluğudur (Türker, 2015).

Çekme kuvvetleri nedeniyle beton çekme dayanımı aşıldığında beton üzerinde oluşan çatlaklar, çekme dayanımı yüksek olan malzemeler ile güçlendirilme yapılması gerektiğini gösterir. Betonun düşük çekme dayanımına karşın çelik malzemesi ile birlikte kullanılarak hem basınç hem çekme dayanımı yüksek olan betonarme malzemesi elde edilmiştir.

- **Beton Eğilme Dayanımı**

Betonun dayanımı tespit etmede etkili olan bir diğer yöntem eğilme dayanımıdır. Eğilme dayanımı, betonun eğilmeye karşı gösterdiği dirençtir. Eğilme dayanımı çekme dayanımının belirlenmesinde kullanılan dolaylı bir ölçüttür.

Betonun eğilme dayanımı bir kirişe yük uygulanması ile test edilir ve sonuçlanır. Döşeme ve kiriş gibi çeşitli bileşenlerde eğilme ve bükülme gerçekleşebilir. Kirişler merkezden yüklenip uç kısımlardan desteklenir. Eğilme dayanımının belirlenmesinde genelde kiriş kullanılır.

3.11.3. Beton Basınç Dayanımına Etki Eden Faktörler

Beton dayanımını etkileyen çeşitli etkenler bulunmaktadır. Bunlar;

- Kullanılan hammaddenin kalitesi
- Betonun yaşı
- Su/ çimento oranı
- Kaba/ince agrega oranı
- Sıcaklık
- Beton kürü

olarak sıralanabilir.

- **Kullanılan Hammaddenin Kalitesi**

Beton bağlayıcı madde (çimento), agrega ve suyun belirli oranlar dâhilinde karıştırılması ile oluşan kompozit bir malzemedir. Beton üretiminde kullanılan malzemenin uygun koşullar altında saklanması, üretilmesi, kalitesi beton dayanımına etki etmektedir. Çimentonun kuru koşullar altında saklanması gerekmektedir. Kaliteli çimento kullanımı dayanımı arttırmaktadır. Agrega, beton üretimi sırasında su ile reaksiyona girerek bağ oluşturur. Bu nedenle agreganın kalitesi, boyutu, şekli önemli olup beton basınç dayanımına etki eder. Agrega içerisinde yer alan tuz ve kil beton dayanımı olumsuz yönde etkileyerek azaltır.

- **Betonun Yaşı**

Betonun yaşı dayanıma etki eden faktörler arasındadır. Betonun üretiminden itibaren zaman arttıkça dayanımı artar. Ancak bu dayanım artışı bütün beton türleri için eşit değildir.

- **Su/Çimento Oranı**

Beton basınç dayanımına etki eden bir diğer faktör su/çimento oranıdır. Bu oran ne kadar artarsa çimentodaki boşluk artar. Bu boşlukların hacminin artması bir süre sonra boşlukların su ve çimento tarafından doldurulamamasına neden olur. Su/çimento oranının artırılması, betonun basınç dayanımını ve betonun dayanıklılığını düşürür. Betonun üretiminde uygun bir su-çimento oranı seçilmesi gerekmektedir.

- **Kaba/İnce Agregası Oranı**

Agrega beton hacminin yaklaşık %70-75'ini oluşturmaktadır (Küçük, 1998). Kaba ve ince agreganın kalitesi, miktarı ve bu iki agregası arasındaki oran beton dayanımını etkilemede büyük önem taşımaktadır. Kaba ve ince agregası ile çimento uygun görülen oranda karıştırıldığında aralarında bağ oluşmaktadır. Bununla birlikte, beton üretilirken kullanılan ince agregası miktarının fazla olması, betonun yapısını mutlaka etkileyecektir. Kullanılacak olan agregası oranı ne çok miktarda ne de az miktarda olmalıdır. Bu oranın değişmesi, kullanılan agregası cinsinin miktarının değişmesi anlamına gelip bu durum beton dayanımının azalmasına neden olacaktır. Örneğin kaba agregası miktarının uygun görülenden az olması agregası arasındaki boşlukların artmasına neden olacaktır, bu durum su talebinin artmasına ve su çimento oranının artması ile birlikte mukavemetin kaybedilmesine neden olacaktır.

- **Sıcaklık**

Beton dayanımını etkileyen faktörlerin arasında çevre koşulları da yer almaktadır. Beton yapısı gereği nemli ortamlarda suya ve kürlenmeye çok fazla ihtiyaç duymaz. Sıcaklığın yüksek olduğu ortamlarda ise betonun uzun süre kürlenmesi gerekir.

- **Beton Kürü**

Beton kürlenme süresi, beton dayanımını etkileyen çok önemli bir faktördür. Betonun nem kaybını engellemek amacıyla yeterince kürlenmesi gerekir. Betonun kürlenmesi ile birlikte beton içeriğindeki nem oranı artar, su molekülünün katılması ile birlikte hidrasyonda nem sağlanmış olur. Betonun kürlenmesi beton dayanıklılığını ve dayanımını artırır. Beton kürlenme işleminin doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir. Bu işlem için zararlı kimyasallar içermeyen kaliteli bir su kullanılmasına öncelik verilmelidir.

3.11.4. Beton Dayanımının Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

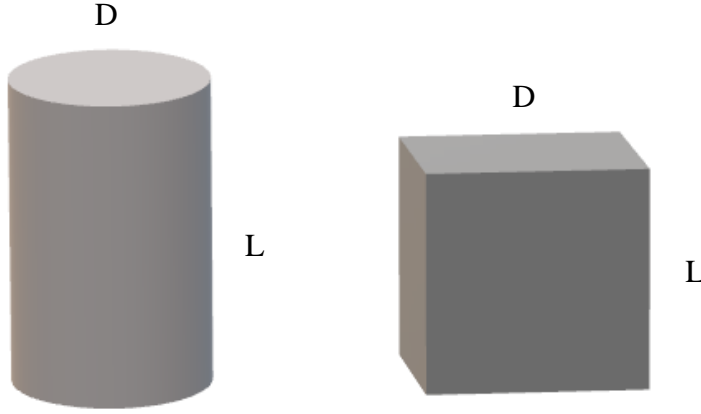
Beton yapıların kontrol edilmesi iki temel yöntem altında sınıflandırılır. Bunlar tahribatlı ve tahribatsız yöntemlerdir. Tahribatlı ve tahribatsız yöntemlerden biri veya birkaçı birlikte kullanılarak betonun kalitesi kontrol edilebilir.

- **Tahribatlı Deney Yöntemi**

Tahribatlı deney yöntemi adından da anlaşılacağı gibi deney sırasında yapıya hasar verebilen yöntemdir. Tahribatlı deney yöntemi karot alınması ile gerçekleştirilir. Yapıdan alınan karot numunenin basınç dayanımını belirlemek amacıyla deney presinde yük uygulanır ve karot numune kırılmaya tabi tutulur. Basınç presi ile karotun basınç dayanımının belirlenmesinin bazı dezavantajları ile avantajları bulunmaktadır. Alınan karot deney sırasında kırılacağı için bu deney yöntemi tekrar edilemez yani tek bir kere gerçekleştirilir. Maliyetli bir yöntemdir. Karot almak için kullanılan alet ve basınç presi oldukça pahalıdır. Tahribatlı yöntem ile yapılan değerlendirmelerde hata oranı düşük olmasına rağmen karot alımı sırasında yapının zarar görme olasılığı bulunmaktadır. Karot alımı ile beton hakkında bilgi elde edilebilir, bu yöntem ile tek başına anlamlı sonuçlar çıkarılabilir ve başka bir parametre ile bağlantı gerektirmez.

Karot alımı yapıya zarar vermemesi ya da minimum seviyede zarar vermesinin sağlanması için oldukça özen gösterilmesi gereken bir uygulamadır. Karotlar en uygun

yerlerden alınmalıdır. Bu ideal yerler yapının kolon ve perdesi olarak tercih edilmektedir. Analiz yapabilmek adına yeterli sayıda karot alınması gerekmektedir (Akçansa ve ÇSTD,2023).



Şekil 17. Beton numune L/D gösterimi

D numune çapı, L numune boyu olmakla birlikte L/D oranı narinlik olarak tanımlanmaktadır. Bu oran karot numune için 1 ve 2 arasında değişebilmektedir. Bu oranın 1 ve 1'e yakın olması ideal olarak nitelendirilmektedir. L/D oranı arttıkça dayanım azalmaktadır. Beton basınç dayanımı ile narinlik oranı arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle doğru deney sonucuna ulaşmak için ideal boyutlarda karot alınması gerekmektedir (Akçansa ve ÇSTD,2023).

o Tahribatsız Deney Yöntemleri

Tahribatlı deney yönteminin uygulanması ile ortaya çıkan çeşitli dezavantajlardan dolayı tahribatlı deney yöntemine alternatif olarak birçok tahribatsız deney yöntemi bulunmuştur. Bu deney yöntemleri adından da anlaşılacağı gibi yapıya herhangi bir zarar vermemektedir. Bu deney yöntemi sonucunda tek başına beton basınç dayanımı belirlenemez. Sonuçta elde edilen parametre tek başına anlamlı değildir ve bağlantı gerektirir. Bir diğer ifade ile ölçülen özellik ile beton basınç dayanımı arasında ilişki kurulur. Yapıların üretilmesinde maliyetlerin sürekli olarak artması, deprem kuşağında bulunan

ülkemizde kaliteli beton kullanılarak üretilen yapılarda oturma ihtiyacı ve bunun kontrol edilmesi ile yapıların çevresel faktörler nedeniyle zarar görmesi mevcuttaki yapıların en güvenli şekilde güçlendirilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Bu nedenle tahribatsız deney yöntemleri kullanılarak betonun kalitesi hakkında bilgiler elde edilebilmektedir.

Tahribatsız deney yöntemleri arasında en çok bilinenler beton test çekici, ses üstü atım hızı testi olarak sıralanabilir.

- **Beton Test Çekici/ Schmidt Çekici**

Beton test çekici veya diğer adı ile Schmidt çekici, betonun basınç dayanımını belirlemede kullanılan tahribatsız yöntemlerden biridir. Beton test çekici ile betonun yük kapasitesi ölçülmektedir. Ölçme işlemi bir ölçüm laboratuvarında gerçekleşmez. Beton test çekici sahada doğrudan kullanılmaktadır. Temel olarak Schmidt çekici içerisinde bulunan kütle ile beton yüzeyine darbe vurulmaktadır. Test çekici yaylı bir sistemde olduğu için vurulan darbe geri gelmekte ve kütlenin ne kadar sıçradığı ölçülmektedir. Beton ne kadar sert ise geri sıçrama değeri o kadar yüksek olacaktır. Ölçülen geri sıçrama değeri basınç dayanımına dönüştürülebilir. Sahada gerçekleşen beton test çekici yöntemi ile elde edilen geri saçılım sonucu beton basınç dayanımı sınıfları için kullanılan tablo ile dönüşüm yapılarak basınç dayanımına dönüştürülür. Beton test çekici yöntemi ile tek eksenden gelen yük ile beton yapı zarar görmeden beton basınç dayanımı belirlenebilmektedir. Elde edilen sonuçların doğruluğunu arttırabilmek için deney betonun düzgün olduğu alanlarda gerçekleştirilmelidir.

Betonda bulunan nem miktarı geri sıçrama değerini etkilemektedir. Nem miktarı attıkça geri sıçrama değeri azalmaktadır. Bu durum da beton basınç dayanımına etki etmektedir. Bununla birlikte deney gerçekleştirilirken beton test çekicinin uygulama açısı, çekicinin kalibrasyonu, betonun yaşı gibi etkenler geri sıçrama ölçüm sonucunu etkilemektedir.



Şekil 18. Schmidt çekici

- **Ses Üstü Atım Hızı Yöntemi**

Ses üstü atım hızı yöntemi (Ultrasonic Pulsu Velocity- UPV) beton basınç dayanımının tahmin edilmesinde kullanılan tahribatsız yöntemlerden bir diğeridir. Bu yöntem ile betonun yüzeyine ses üstü atım uygulanmaktadır. Bu atım ile betonun içerisinde dalgalar oluşturulur. Oluşan dalgalar beton içerisinde ilerler. Göndericiden gönderilen ses üstü atım dalgaları alıcı tarafından toplanır. Bu test yöntemi ile ses üstü dalgaların gönderici ile alıcı arasındaki mesafeyi ne kadar sürede aştığı ölçülmektedir. Bu ölçüm sonucunda ses üstü dalgaların beton içerisinde geçiş hızı belirlenebilmekte ve betonun özellikleri hakkında tahminlerde bulunulabilmektedir. Ses üstü atım testinde, ses üstü atım dalgasının beton içerisinde ilerlediği zaman ölçülür ve zaman ile dalganın kat ettiği mesafe arasındaki ilişki ses üstü atım hızını verir.

Ses üstü atım hızı V , dalganın kat ettiği mesafe L ve zaman t olmak üzere ses üstü atım hızı (3.1)'de yer alan formül kullanılarak hesaplanır.

$$V = \frac{L}{t} \quad (3.1)$$

Hesaplanan ses üstü atım ile beton basınç dayanımı arasında doğrudan ilişki söz konusu değildir. Betonun yoğunluğu ile ilişkili olan ses üstü atım hızı beton dayanımının belirlenmesinde tahmin olarak kullanılabilir.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada beton basınç dayanımının belirlenmesinde fotogrametrinin kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada 17 adet 150mmx150mmx150mm boyutlarındaki küp numuneler kullanılmıştır. Beton basınç dayanımını belirlemek için U-TEST firması tarafından üretilen beton basınç presi kullanılmıştır. Beton basınç dayanımını belirlemek için beton basınç presi ile standart deney yöntemi uygulanarak hazırlanan beton numuneler kırılmaya tabi tutulmuş ve bu deney ile eş zamanlı olarak tripod üzerinde yer alan Canon EOS 500D ve Canon EOS 600D kameraları ile görüntü alımı DigCamControl yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Alınan görüntülerin üzerinde yer alan kontrol noktaları kullanılarak deformasyon miktarları hesaplanmıştır. Kırılma sırasında beton numune üzerinde meydana gelen çatlaklar koordinatlı bir şekilde çizgisel olarak çizilerek analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda beton numune üzerinde meydana gelen değişimin belirlenmesi ile beton basınç dayanımı arasında ilişki kurulması ve fotogrametrinin bu alanda kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

4.1. Çalışmada Kullanılan Ekipmanlar

Çalışmanın amacı beton basınç dayanımının belirlenmesinde fotogrametri tekniğinin kullanılabilirliğinin incelenmesidir. Bu nedenle fotogrametrik ölçmeleri gerçekleştirmek amacıyla Canon EOS 500D ve Canon EOS 600D kameraları görüntü çekimi için kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kameralar aşağıdaki şekilde yer almaktadır.



Şekil 19. Uygulamada kullanılan kameralar

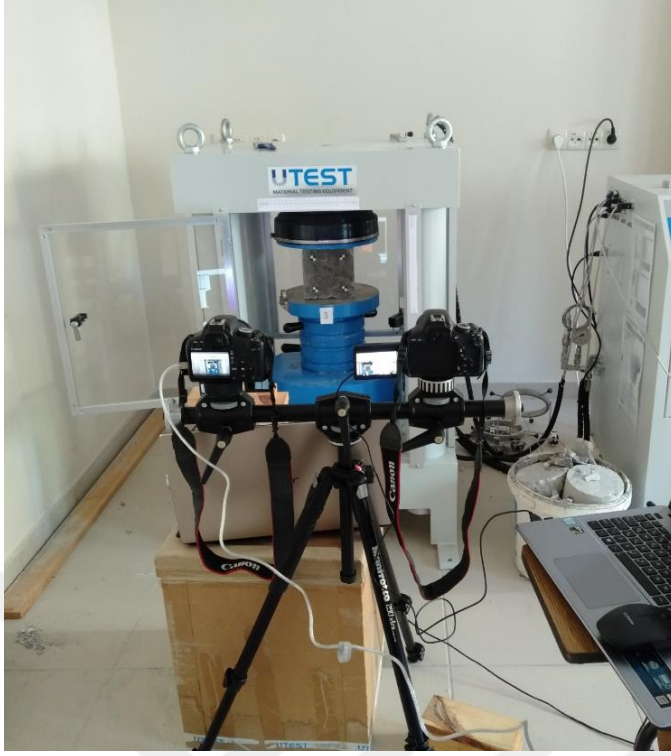
Tablo 2

Kamera özellikleri

Kamera	Renk Hassasiyeti	Sensör Tipi	Sensör Boyutu	Ağırlık	Görüntü Çözünürlüğü
CANON EOS 500D	RGB	CMOS	22.3X14.9mm	520 gr	4752 x 3168 piksel
CANON EOS 600D	RGB	CMOS	22.3X14.9mm	570 gr	5184 x 3456 piksel

Çalışmada elde edilen görüntülerin beton basınç deneyi ile eş zamanlı olarak elde edilmesi gerekmektedir. Bu noktada her iki kameradan eşzamanlı çekim yapmaya olanak sağlayan bir programın kullanılması önemlidir. Eşzamanlı fotoğraf çekmeyi sağlayan ticari veya açık kaynak kodlu çeşitli yazılımlar mevcuttur. Bunlardan biri DigiCamControl olup çalışmada kullanılan yazılımdır.

DigiCamControl yazılımı ile birden fazla kamera aynı anda kontrol edilebilmektedir. Burada fotoğraf çekimi kameraların paralel olarak ya da ayrı ayrı tetiklenerek çekimine olanak sağlanır. Herhangi bir dijital kamera USB aracılığı ile bilgisayara bağlanmakta ve arayüzde kamera gözükmektedir. Bağlanan kameralar bilgisayar ortamında uzaktan görüntü yakalamaya olanak sağlamaktadır. Elde edilen görüntüler bilgisayar ekranında görünebilmektedir. Program açık kaynak kodlu olup ücretsiz olarak kullanılabilir. Çalışmada Canon EOS 500D ve Canon EOS 600D kameraları bir tripod üzerine sabitlenerek deneyin gerçekleştirileceği alanda uygun görülen bir yere yerleştirildi. Burada deney esansında çekilen fotoğrafların her iki kamera açısından da görülmesi ve doğru açıdan elde edilmesine önem verilmiştir. Canon EOS 500D ve Canon EOS 600D kameraları usb kablo aracılığı ile bilgisayara bağlandıktan sonra DigiCamControl arayüzü kullanılarak fotoğraf çekimi sağlandı.



Şekil 20. Deney düzeneği ve kameraların görünümü

Gerçekleştirilen çalışmada beton basınç dayanımı belirlemek için U-TEST firması tarafından üretilen UTC-5730 - 3000 kN Kapasiteli Dört Kolonlu Tip Gövde ve UTC-4870 - Gelişmiş Servo Kontrollü, Servo Valfli Otomatik Güç Ünitesinden oluşan beton basınç presi kullanılmıştır. Beton basınç dayanımını belirlemek için beton basınç presi ile standart deney yöntemi uygulanarak hazırlanan beton numuneler kırılmaya tabi tutulmuştur. Beton basınç dayanımı testi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yapı- Yapı Malzemesi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 21. Beton basınç presisi

4.2. Çalışma Uygulama Adımları

Çalışmada 17 adet 150mmx150mmx150mm boyutlarındaki küp numuneler kullanılmıştır. Deneye başlamadan önce her bir küp numunenin üzerine 4 adet kontrol noktası yapılandırılmıştır. Beton basınç dayanımını belirlemek için U-TEST firması tarafından üretilen beton basınç presisi kullanılarak numuneler kırılmaya tabi tutulmuş ve bu deney ile eş zamanlı olarak tripod üzerinde yer alan Canon EOS 500D ve Canon EOS 600D kameraları ile görüntü alımı DigiCamControl yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Kalibrasyon işleminin yapılmaması çalışmadaki doğruluğu etkileyeceği için gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Çalışmada kullanılan her iki kameranın da çalışmaya olan etkisini gidermek için kalibrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Tez çalışması kapsamında kullanılan her iki kameranın da kalibrasyon işlemi Agisoft Lens olarak isimlendirilen fotogrametri uygulaması ile gerçekleştirilmiştir. Agisoft Lens yazılımında kullanılmak üzere kalibrasyon kağıdının farklı açılardan 5 adet fotoğrafı çekildi. Burada kalibrasyon kağıdının her bir yüzeyinden yaklaşık eşit açılar ile ve kalibrasyon kağıdına paralel olarak kâğıdın tüm

yüzeyini kapsayacak şekilde fotoğrafların elde edilmesi sağlandı. Her bir kameradan 5 adet toplamda 10 adet fotoğraf kalibrasyon işlemi için kullanıldı. Çekilen fotoğraflar her bir kamera için ayrı ayrı olacak şekilde Agisoft Lens yazılımının arayüzüne aktarılarak kalibrasyon işlemine başlandı. Sonuç ürün olarak ξ_0 , η_0 , c iç yöneltme elemanları, K1, K2, K3, K4 radyal distorsiyon parametreleri ile P1, P2 teğetsel distorsiyon parametreleri elde edilmiştir.



Şekil 22. Kalibrasyon kağıdı

Tablo 3

Kalibrasyon sonucu elde edilen parametreler

Kalibrasyon Sonucu Elde Edilen Parametreler	CANON EOS 500D	CANON EOS 600D
ξ_0	18.1192583	18.5853241
η_0	0.01440706	0.06915914
c	0.28363745	0.16307157
K1	-0.152679096	-0.187443231
K2	0.103137904	0.18571562
K3	0.043866305	-0.106243578
K4	-0.02791513	0.07817713
P1	0.001060397	0.001103914
P2	0.000657144	-0.000448381

Fotogrametrik değerlendirme aşamasında ilk işlem olan kamera kalibrasyonu gerçekleştirilmesinin ardından karşılıklı yöneltme aşamasına geçilmiştir. Karşılıklı yöneltme

işlemi için 1 numaralı küp numuneden elde edilen fotoğraflardan ilk resim çifti üzerinde resim ölçme işlemi gerçekleştirilmiştir. Burada seçilen noktaların farklı derinliklerde olmasına dikkat edilmiştir. Bir diğer ifade ile sadece numune üzerinde nokta seçimi gerçekleştirilmedi, elde edilen dijital görüntü bir bütün olarak incelendi ve eşit dağılımlı olmasına özen gösterilerek 10 adet nokta ölçme işlemi gerçekleştirildi. Karşılıklı yöneltmenin çözümü için 5 noktaya ihtiyaç vardır, 5 parametre ile çözüm sağlanır. Bu noktada 10 nokta çalışma için yeterli sayıdadır. Karşılıklı bağlantı noktaları ölçülerek iki dijital görüntü arasında geometrik ilişki kurulması amaçlanmıştır.

Elde edilen doğal ve yapay kontrol noktalarının koordinatları piksel koordinat sisteminde yer almaktadır. Ölçülen piksel koordinatlarının resim koordinat sistemine dönüşümünün sağlanması gerekmektedir. Dönüşüm için (4.1)'de yer alan denklemler kullanılmıştır.

$$\xi_0 = x_0 - (\text{Sensör genişliği}/2)$$

$$\eta_0 = (\text{Sensör yüksekliği}/2) - y_0$$

$$\Delta x = \text{Sensör genişliği} / \text{Görüntü Genişliği}$$

$$\Delta y = \text{Sensör Yüksekliği} / \text{Görüntü Yüksekliği}$$

$$\xi = x \cdot \Delta x - (\text{Sensör genişliği}/2)$$

$$\eta = (\text{Sensör yüksekliği}/2) - y \cdot \Delta y \quad (4.1)$$

Bu yöntem ile ω_2 , ϕ_1 , k_1 , ϕ_2 , k_2 dış yöneltme elemanları belirlenmiştir. Bulunan dış yöneltme elemanları çok eğik resimlerin karşılıklı yöneltmesinde kullanılmıştır. Bu işlem için her bir cisim noktası için her iki resim koordinat sistemindeki P' (4.2) vektörleri oluşturulur.

$$P_1' = \begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \eta_1 \\ -c \end{pmatrix} \quad P_2' = \begin{pmatrix} \epsilon_2 \\ \eta_2 \\ -c \end{pmatrix} \quad (4.2)$$

ω_1 0 (sıfır) kabul edilerek iki adet dönme matrisi hesaplanmıştır. Elde edilen dönme matrisleri ile P' vektörleri çarpılarak yeni bir vektör elde edilmiştir. İki resim çekim merkezi arasındaki mesafeyi ifade eden baz vektörünü tanımlanmasının ardından A katsayılar matrisi, 1 mutlak terim matrisi oluşturulmuştur. X bilinmeyen matrisi oluşturularak dış yöneltme parametreleri elde edilmiştir. Bulunan dış yöneltme parametreleri kullanılarak çok eğik resimlerin karşılıklı yöneltmesi iterasyona tabi tutulmuş olup her bir iterasyon sonucunda elde edilen bilinmeyenler matrisi bir diğer iterasyon adımında dış yöneltme elemanları olarak kullanılmıştır. Çok eğik resimlerin karşılıklı yöneltmesi 4. iterasyon adımında sonlandırılmıştır.

Tablo 4

4. İterasyon sonucu

Bilinmeyenler	Bilinmeyenler (grad)
fi1	-9.521259801
kappa1	-0.035785202
omega2	-0.096105106
fi2	1.223068681
kappa2	-0.394870585

Resim ve cisim uzay koordinat sistemleri arasındaki açısal ilişkilerin tanımlanmasında uzaysal dönme matrisi R kullanılmaktadır. Bu dönme matrisini oluşturmak ve uzaysal ileriden kestirme hesabı yaparak cisim noktalarının X, Y, Z koordinatlarını bulmak için çok eğik resimlerin karşılıklı yöneltmesi ile elde edilen dış yöneltme parametreleri kullanılmıştır.

$$\begin{bmatrix} \cos \varphi \cos \gamma & -\cos \varphi \sin \gamma & \sin \varphi \\ \sin \omega \sin \varphi \cos \gamma + \cos \omega \sin \gamma & -\sin \omega \sin \varphi \sin \gamma + \cos \omega \cos \gamma & -\sin \omega \cos \varphi \\ -\cos \omega \sin \varphi \cos \gamma + \sin \omega \sin \gamma & \cos \omega \sin \varphi \sin \gamma + \sin \omega \cos \gamma & \cos \varphi \cos \omega \end{bmatrix}$$

Şekil 23. Dönme matrisi R

Uzaysal ileriden kestirme hesabının ardından 17 küp numune üzerinde ilk ve son resim çiftlerindeki yapay kontrol noktalarının piksel koordinatları elde edilmiştir. Küp numunelerde gerçekleştirilen beton basınç dayanımı sonunda elde edilen fotoğraflar üzerinde çatlak analizi gerçekleştirmek amacıyla her bir numunenin son resim çiftleri üzerinde çatlakların bağlantı noktaları dijital görüntü üzerinde ölçülmüştür. Elde edilen her bir piksel koordinatı resim koordinatına dönüştürülmüştür.

Uzaysal ileriden kestirme dış yöneltme parametreleri bilinen dijital görüntülerdeki bir noktanın X, Y, Z cisim koordinatları hesaplanması işlemidir. Bu problemin çözümü için elimizde belirli bir örtü oranında iki görüntü, iç yöneltme parametreleri ile dış yöneltme parametreleri ve cisim koordinatları hesaplanmak istenen noktanın resim koordinatlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Uzaysal ileriden kestirme hesabında A katsayılar matrisi oluşturulurken bilinmeyen cisim koordinatlarının (X, Y, Z) yaklaşık değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yaklaşık değerler cisim koordinatlarını veren kolinearite eşitlikleri kullanılarak hesaplanır.

Çalışmada resim koordinatlarından cisim koordinatlarına dönüşümü sağlamak amacıyla her bir nokta bazında uzaysal ileriden kestirme yapılarak X, Y, Z cisim koordinatları hesaplanmıştır.

Beton basınç dayanımı sırasında numuneler üzerinde meydana gelen çatlakların cisim koordinatları elde edildikten sonra bu koordinatlar ile çatlakların görünümü AutoCAD ortamında çizgisel olarak çizilmiştir. Çalışmada kullanılan 17 küp numune üzerinde ilk ve son resim çiftlerindeki yapay kontrol noktalarının hesaplanan resim koordinatları cisim

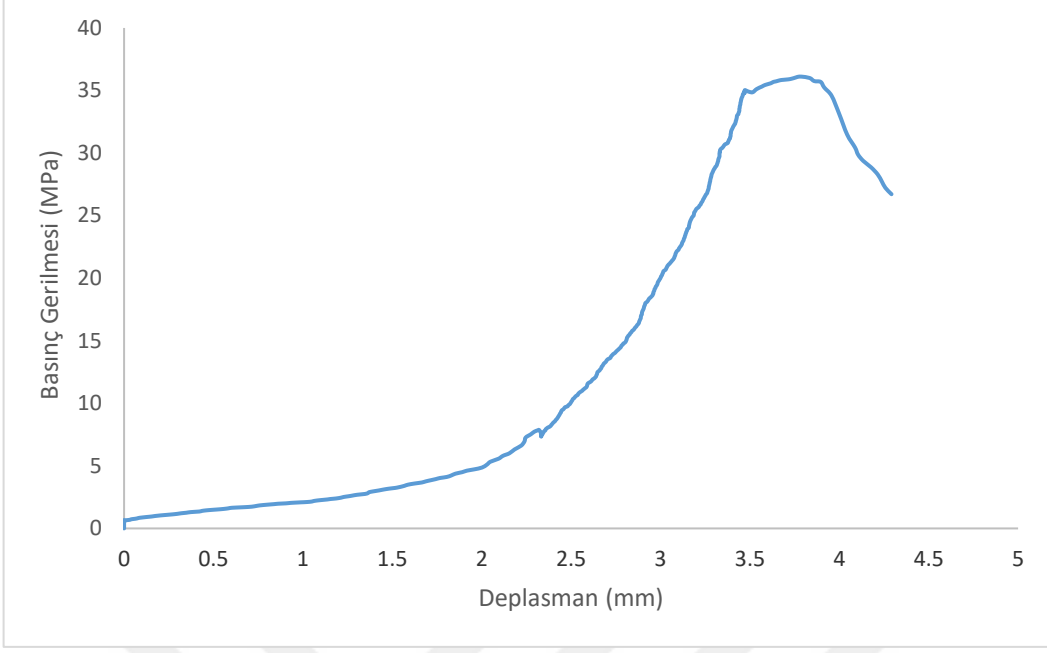
koordinatlarına dönüştürülmüştür. Kontrol noktalarının ilk durumu ile son durumu değerlendirilerek kontrol noktalarının arasındaki fark hesaplanmış ve deformasyon miktarı belirlenmiştir.



Şekil 24. 1 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

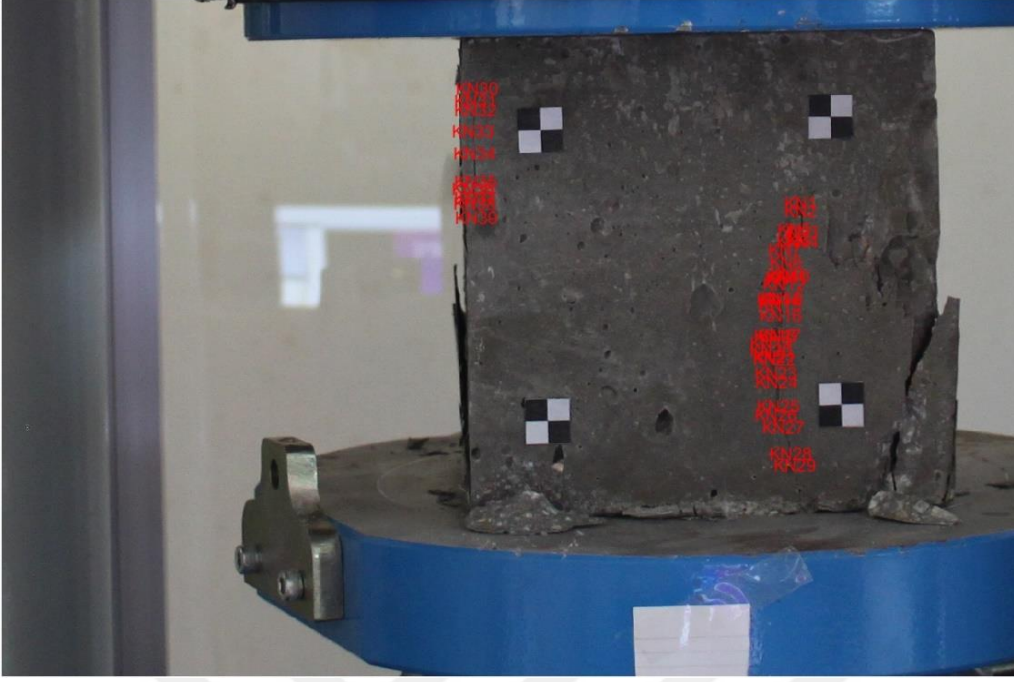


Şekil 25. 1 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar

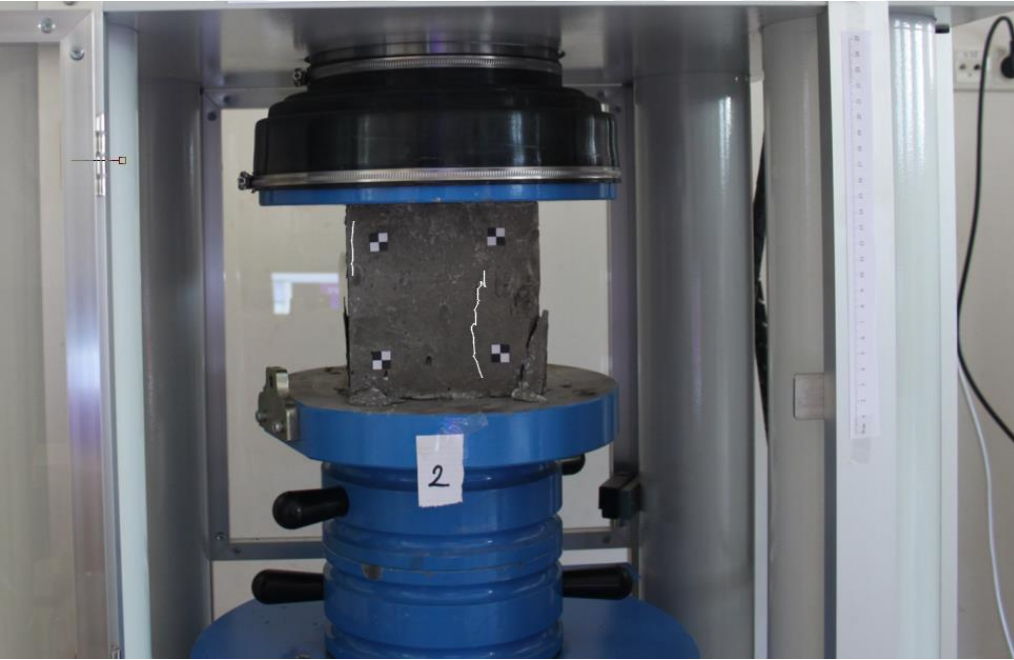


Şekil 26. 1 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

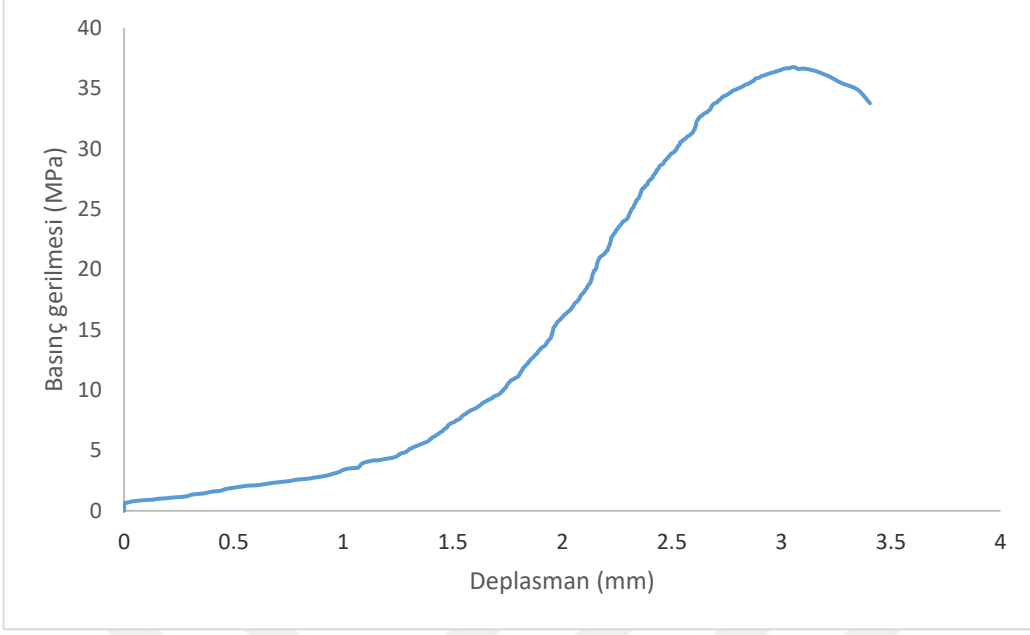
1 numaralı numune incelendiğinde numune üzerinde yer alan kusurların yanından geçen bütünsel çatlakların yer aldığı görülmüştür. Bu çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 36.11 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 3.788 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin gerçekleşme süresi 66.4 saniye olarak tespit edilmiştir. 66.4. saniyede basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 27. 2 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

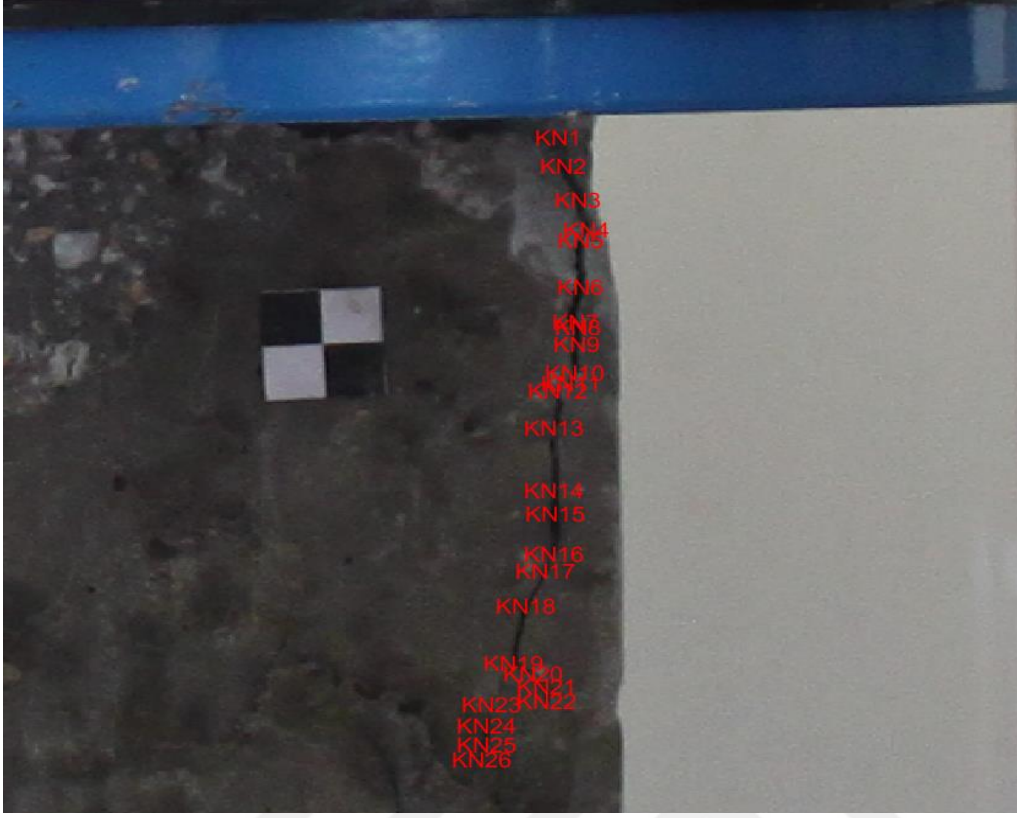


Şekil 28. 2 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar



Şekil 29. 2 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

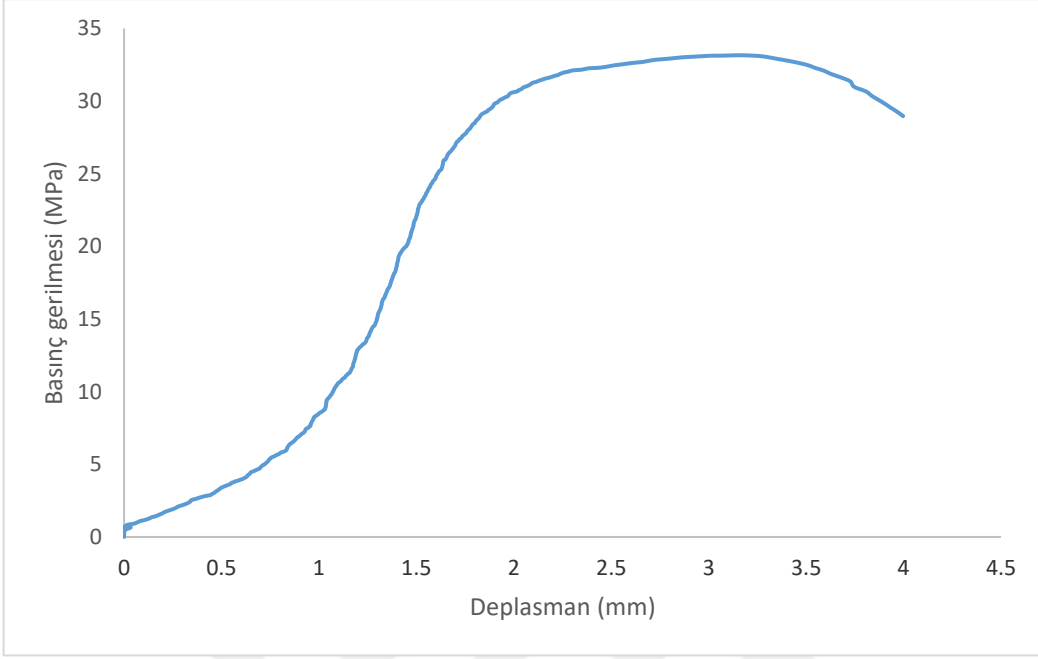
2 numaralı numune incelendiğinde sol ve sağ altta küp numunedeki parçaların ayrıldığı gözlemlenmiştir. Parça ayrılması dışında numune üzerinde bütünsel çatlaklar oluşmamış olup düşey çatlaklar meydana gelmiştir. Bu çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 36.75 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 3.061 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin gerçekleşme süresi 65.1 saniye olarak tespit edilmiştir. 65.1. saniyede basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 30. 3 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

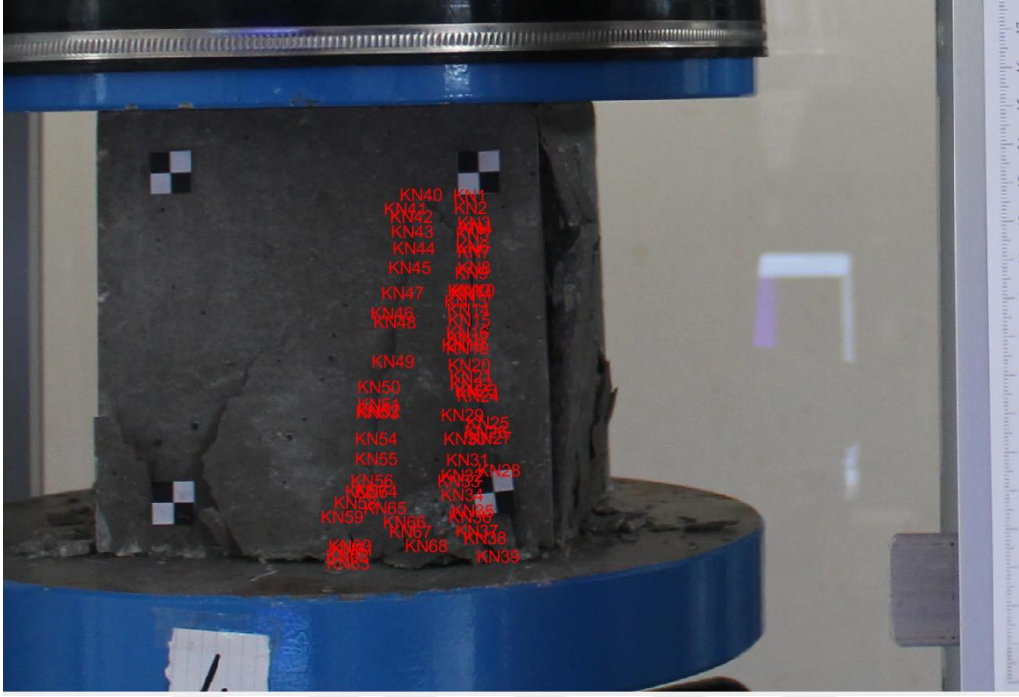


Şekil 31. 3 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar



Şekil 32. 3 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

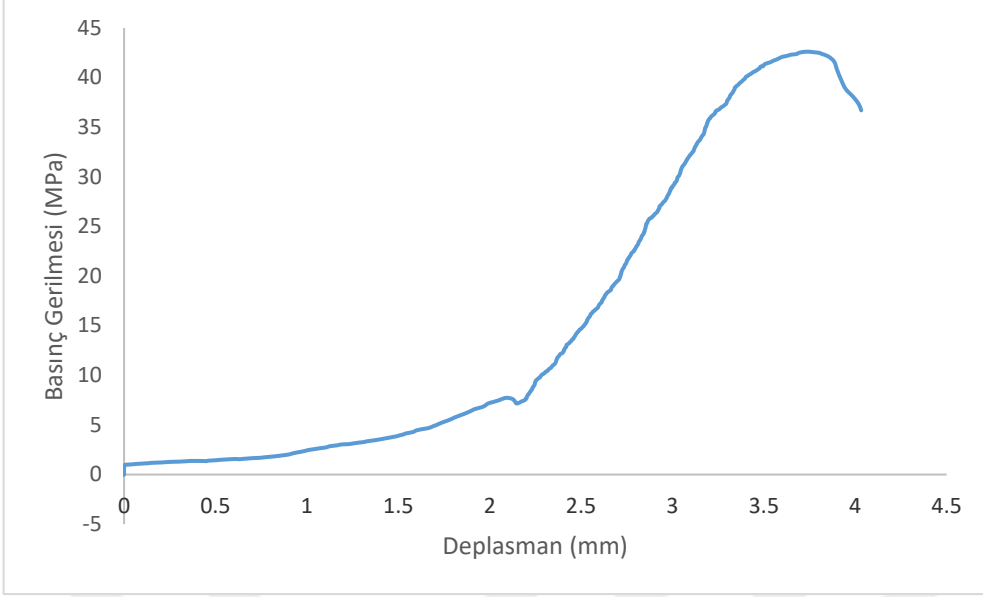
3 numaralı numune incelendiğinde dayanımın düşük olduğu gözlemlenmiştir. Dayanımın düşük olmasının nedeni olarak numunenin yapısından dolayı olabileceği tahmin edilmektedir. Numune üzerinde çok fazla çatlak meydana gelmemiştir. Meydana gelen çatlak AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 33.16 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 3.162 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin gerçekleşme süresi 56.3 saniye olarak tespit edilmiştir. 56.3. saniyede basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 33. 4 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

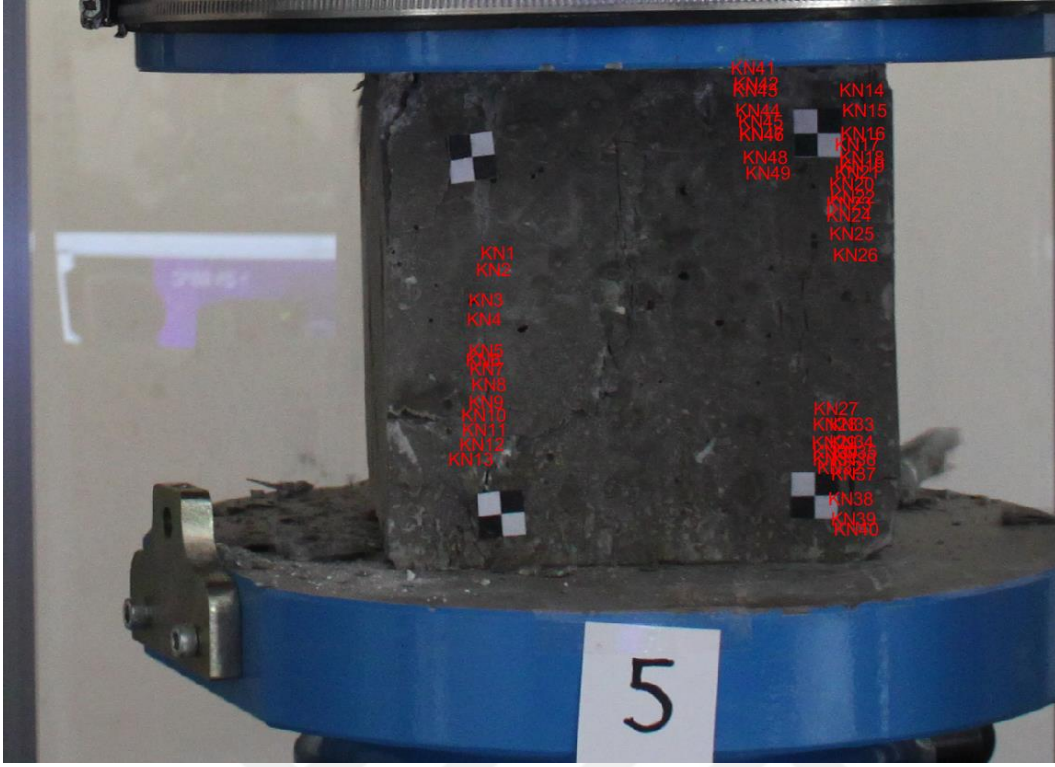


Şekil 34. 4 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar

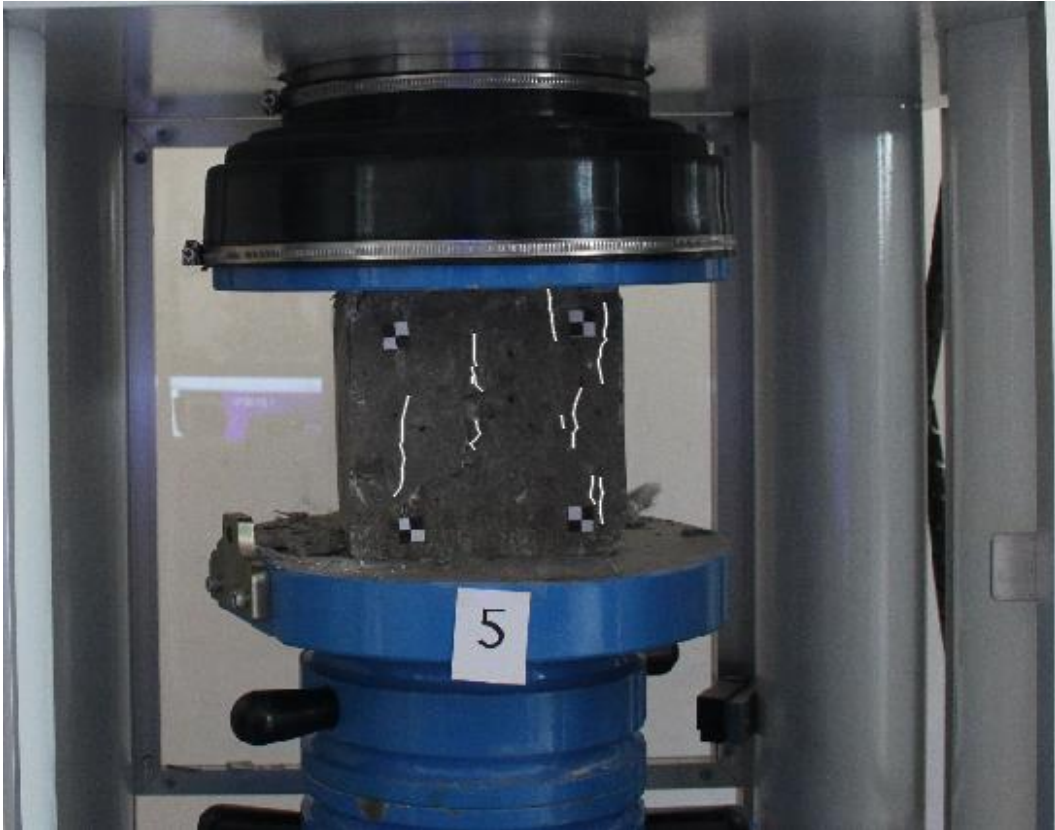


Şekil 35. 4 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

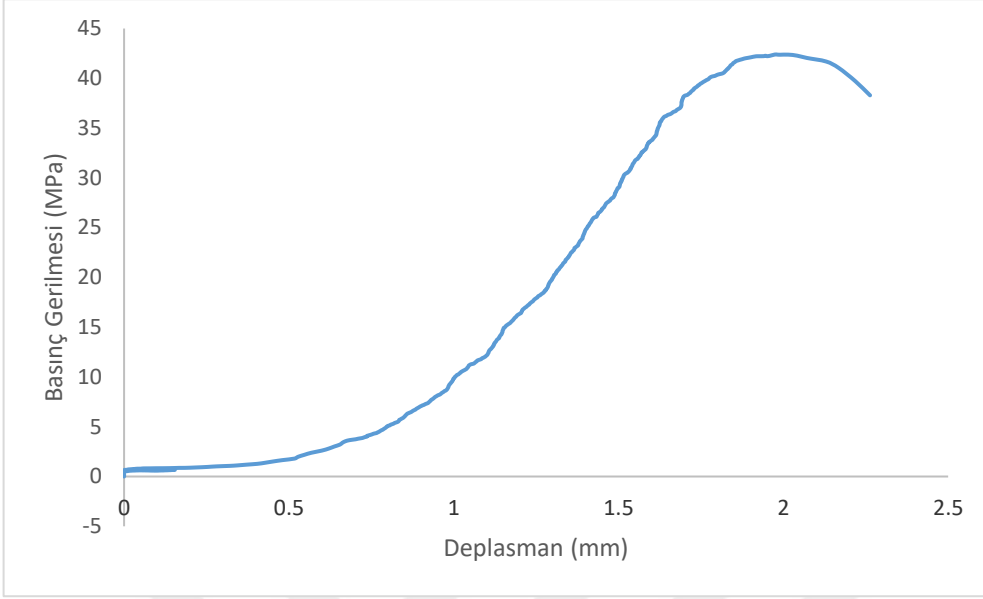
4 numaralı numune incelendiğinde dayanımın yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Numune üzerinde düşey çatlakların meydana geldiği ve numunenin sağ yüzeyinde parçaların düştüğü gözlemlenmiştir. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 42.606 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 3.733 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 80.8. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 36. 5 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

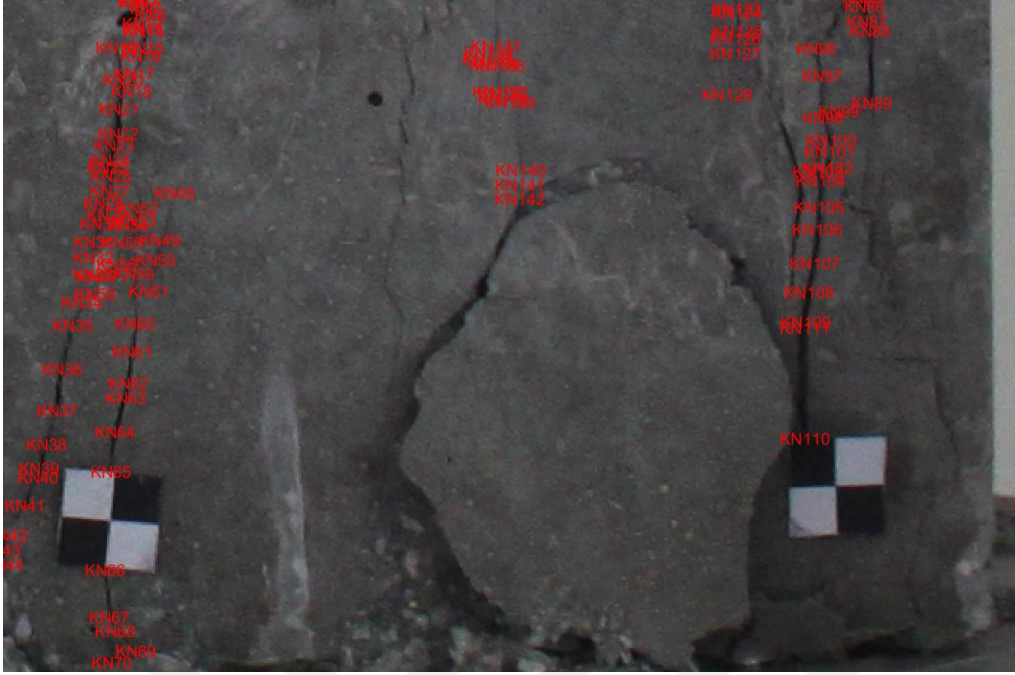


Şekil 37. 5 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar



Şekil 38. 5 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

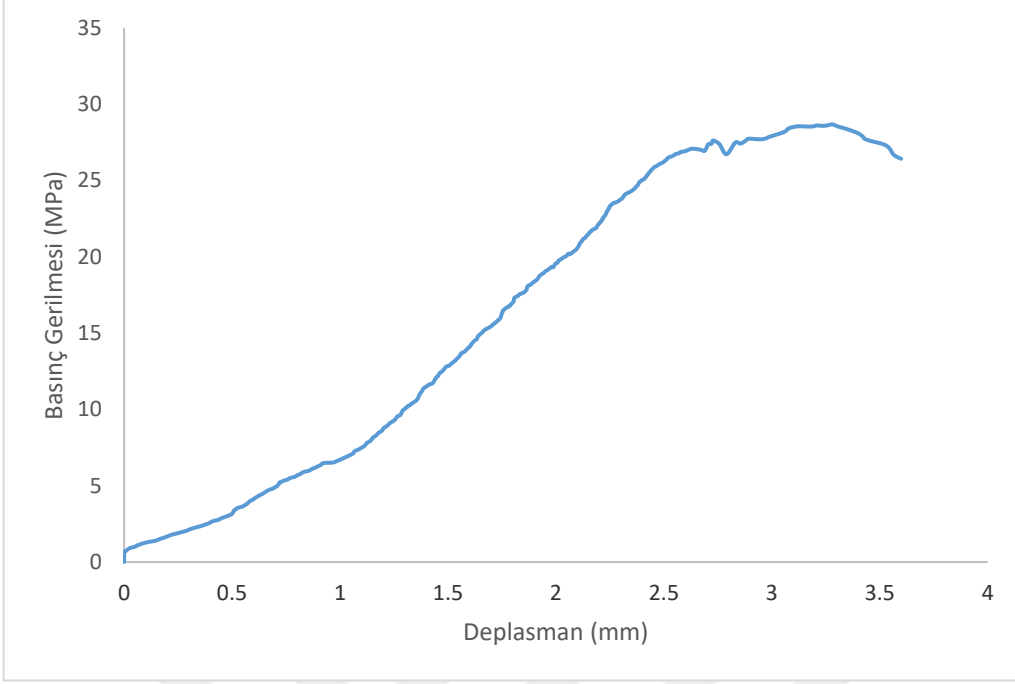
5 numaralı numune incelendiğinde dayanımın yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Numune üzerinde düşey çatlakların yoğunlukta olduğu ve yaklaşık 45°lik eğik çatlakların var olduğu tespit edilmiştir. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 42.388 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 1.974 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 77.3. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 39. 6 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

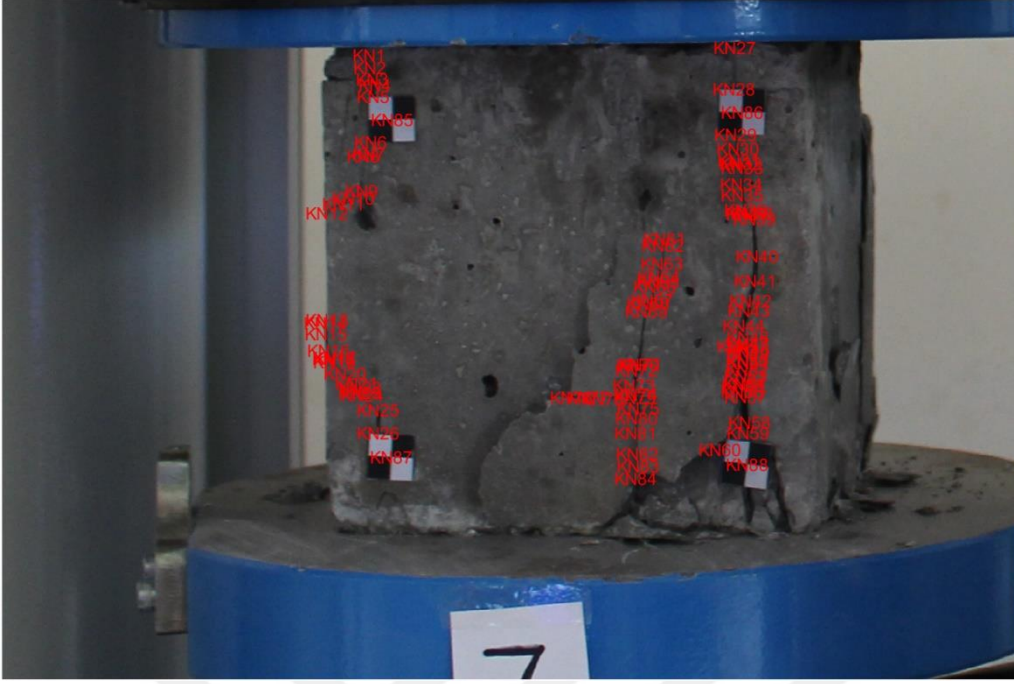


Şekil 40. 6 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar

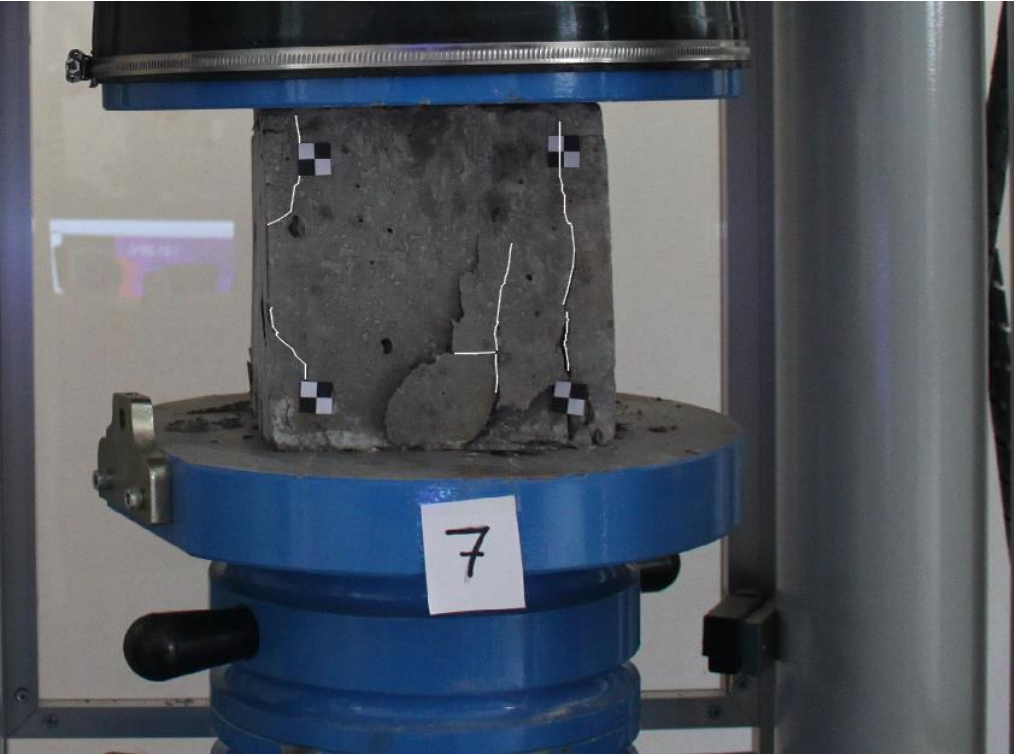


Şekil 41. 6 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

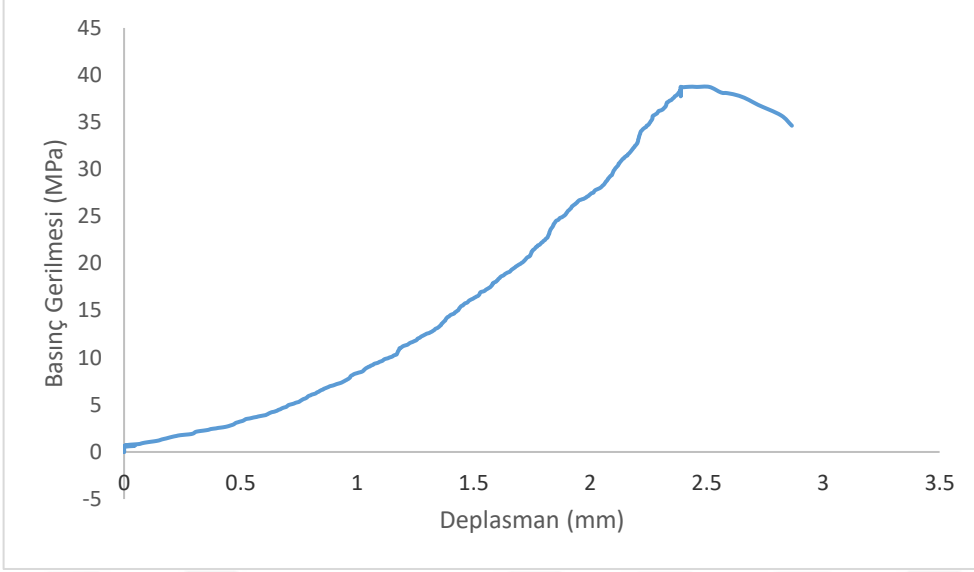
6 numaralı numune incelendiğinde basınç dayanımının, numuneler arasındaki en düşük dayanıma sahip olduğu gözlemlenmiştir. Numune üzerinde düşey çatlakların yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Sağ üst köşede beton numune üzerinde ciddi bir açılma meydana geldiği gözlemlenmiş olup ön yüzeyde parça düşmesi olduğu görülmüştür. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 28.687 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 3.281 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 49.3. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 42. 7 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

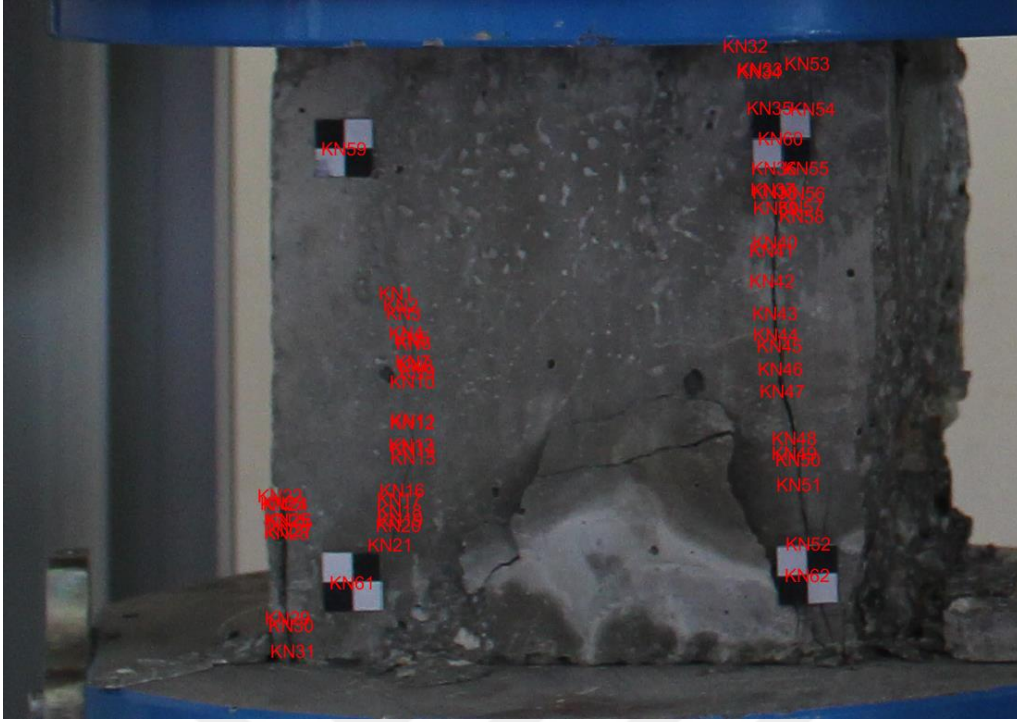


Şekil 43. 7 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar

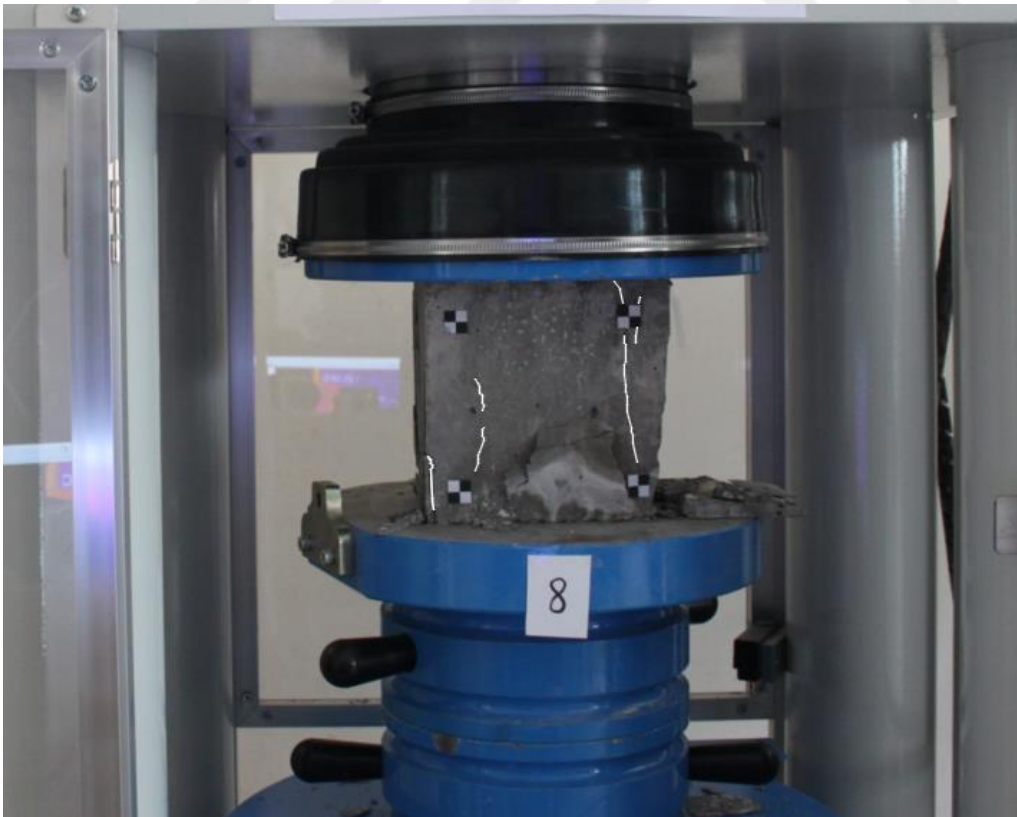


Şekil 44. 7 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

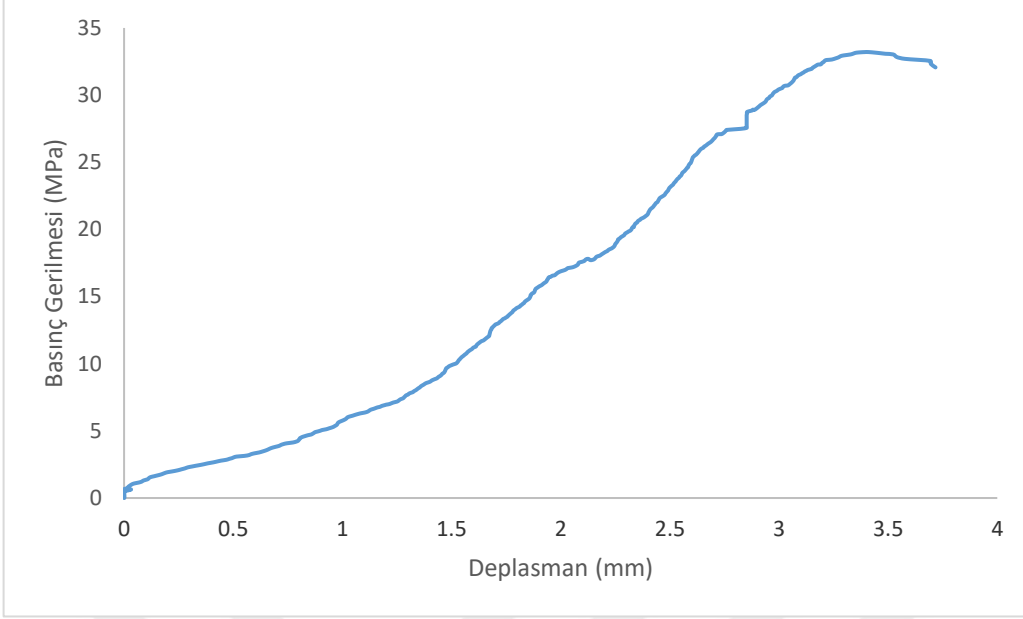
7 numaralı numune incelendiğinde basınç dayanımının iyi bir değer olduğu gözlemlenmiştir. Numune üzerinde düşey çatlakların olduğu tespit edilmiştir. Sağ alt köşede beton numune üzerinde ciddi bir açılma meydana geldiği ve yüzeyden parça düşmesi olduğu görülmüştür. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 38.768 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 2.439 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 67.2. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 45. 8 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

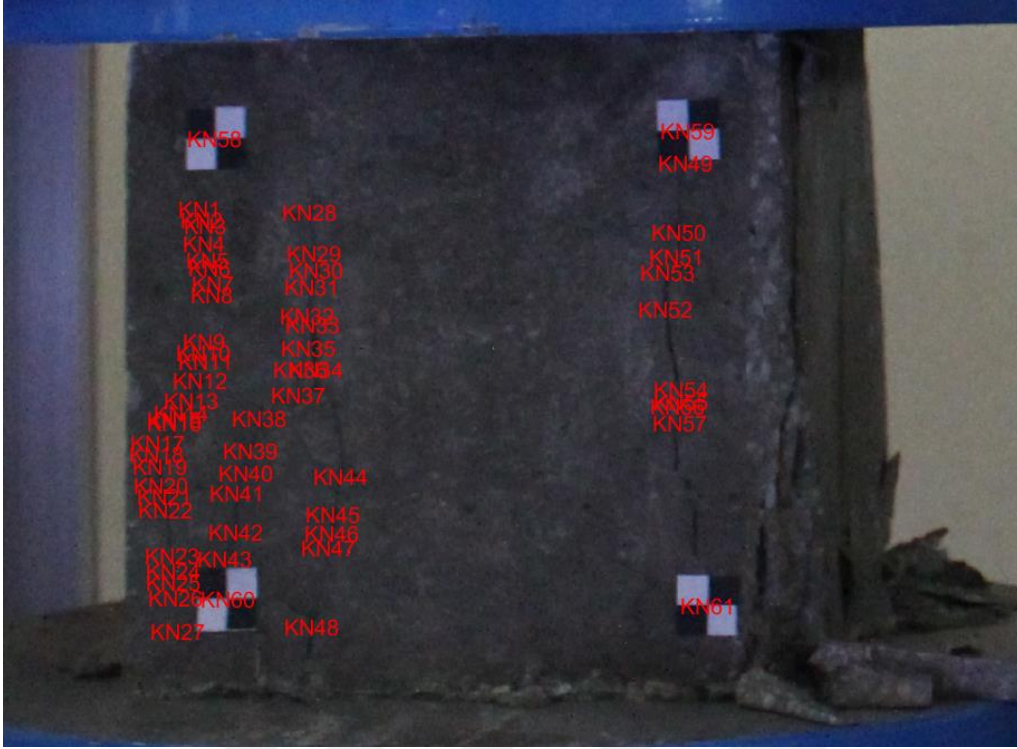


Şekil 46. 8 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar



Şekil 47. 8 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

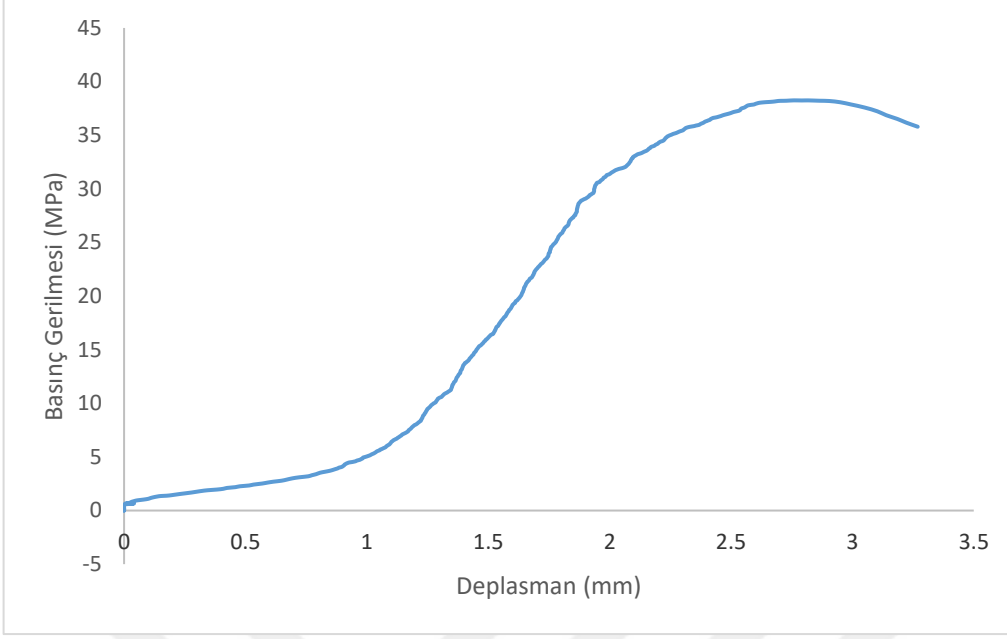
8 numaralı numune incelendiğinde basınç dayanımının daha düşük bir değerde olduğu gözlemlenmiştir. Numune üzerinde düşey çatlakların olduğu tespit edilmiştir. Yan yüzeyden parça düşmesi olduğu görülmüştür. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 33.207 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 3.41 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 56.7. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 48. 9 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

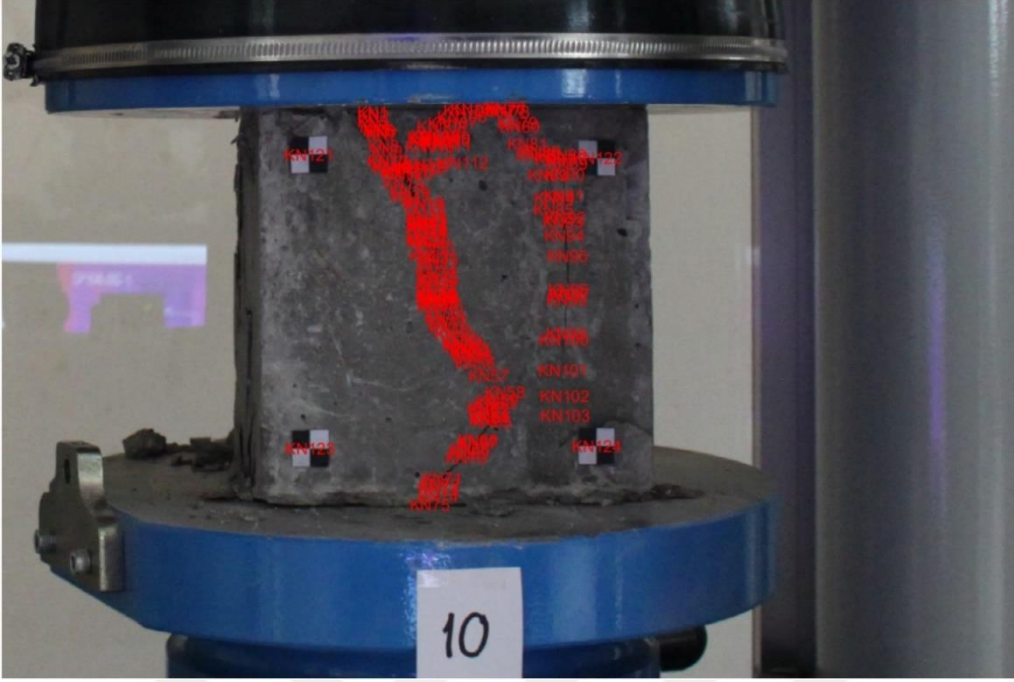


Şekil 49. 9 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar

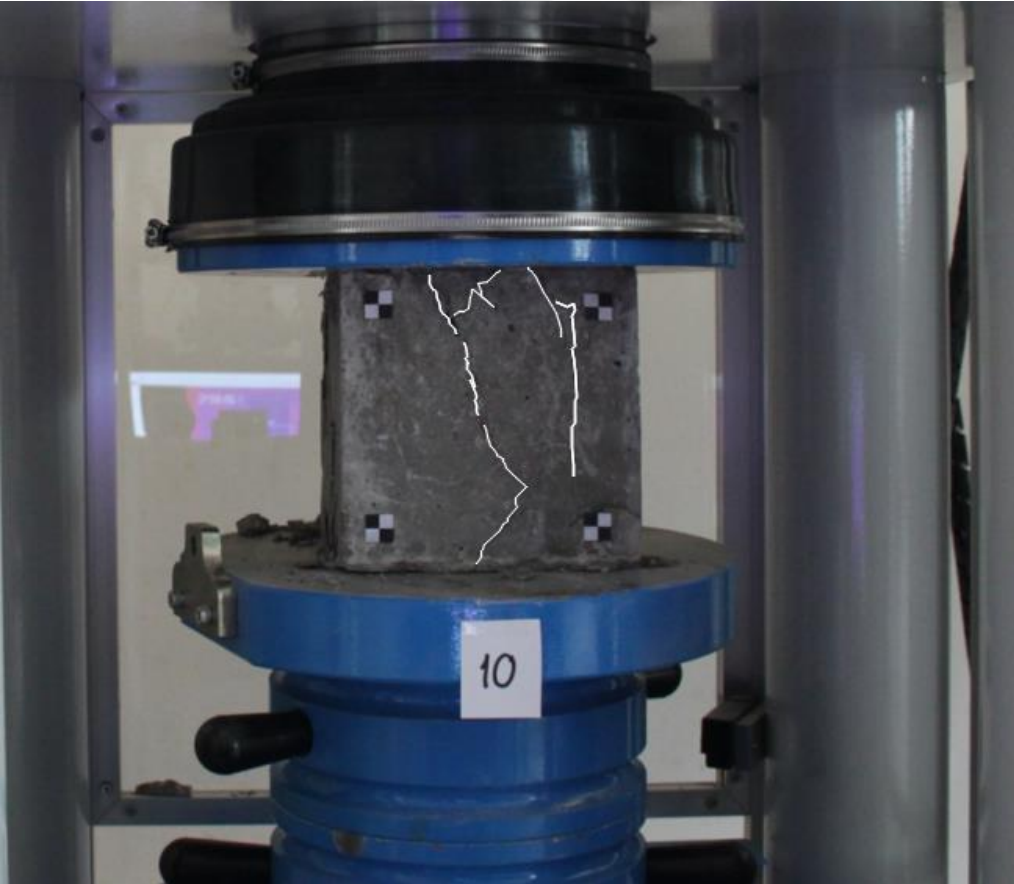


Şekil 50. 9 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

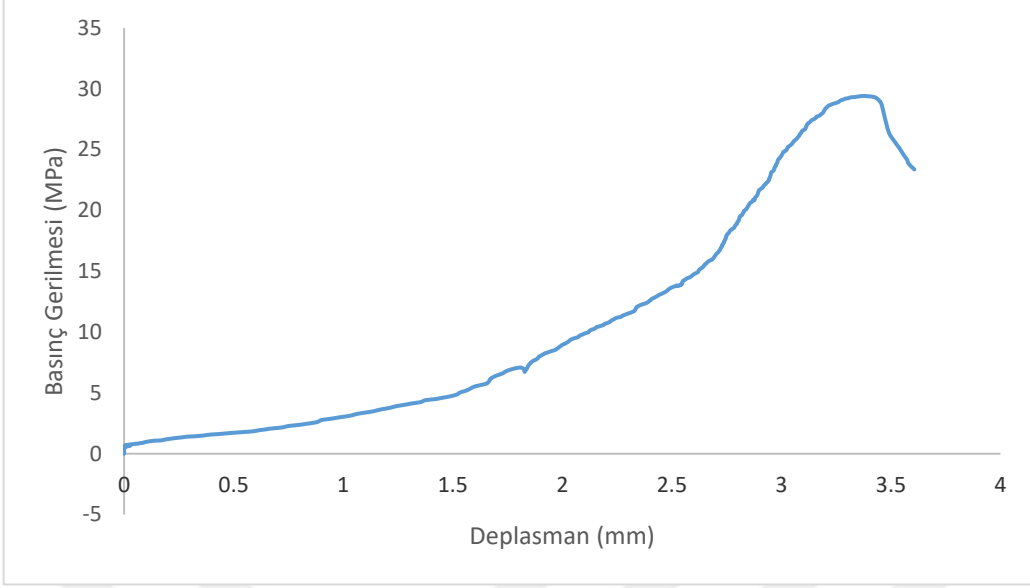
9 numaralı numune incelendiğinde numune üzerinde meydana gelen çatlak sayısının daha az olduğu tespit edilmiştir. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 38.248 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 2.759 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 65.6. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 51. 10 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

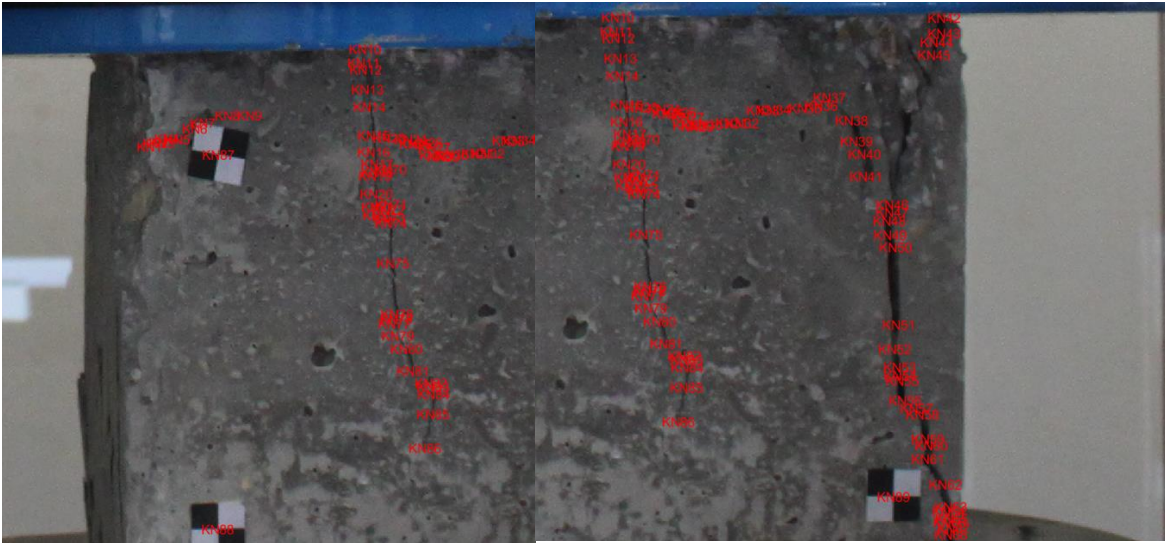


Şekil 52. 10 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar

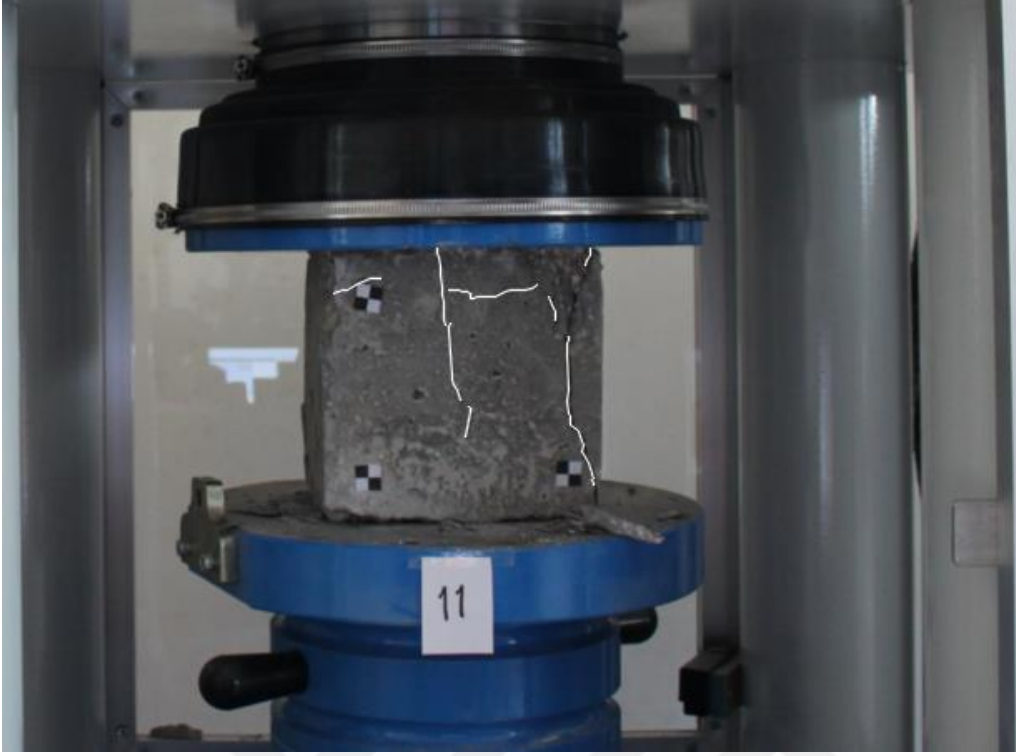


Şekil 53. 10 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

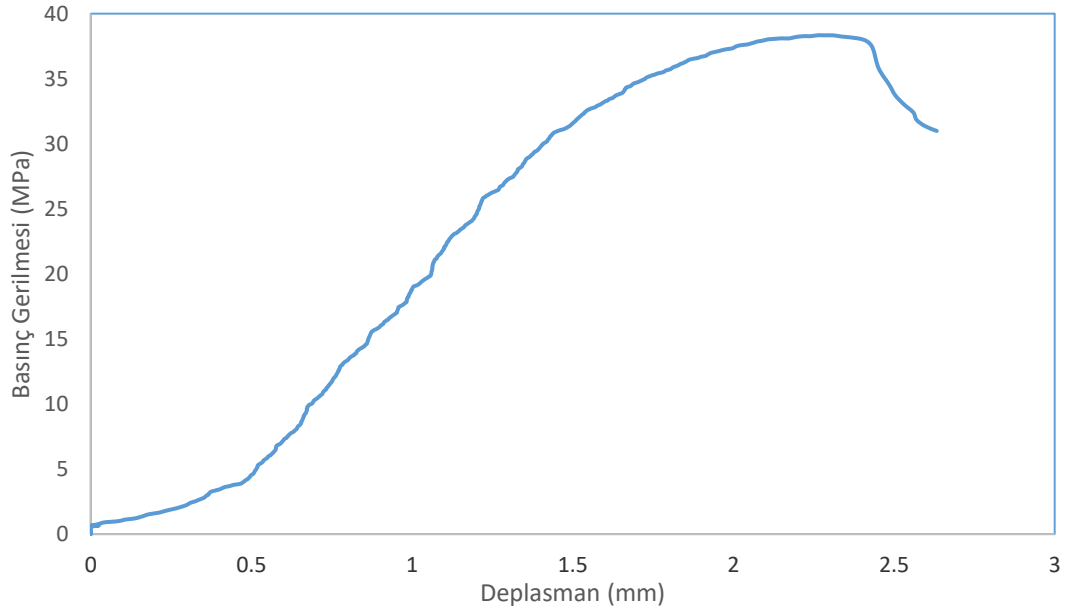
10 numaralı numune incelendiğinde basınç dayanımının düşük olduğu görülmüştür. Numune üzerinde meydana gelen 45°lik eğimli çatlakların olduğu tespit edilmiştir. Numune yüzeylerinde bazı parçaların numuneden ayrılıp düştüğü gözlemlenmiştir. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 29.41 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 3.379 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 50.6. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 54. 11 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları



Şekil 55. 11 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar

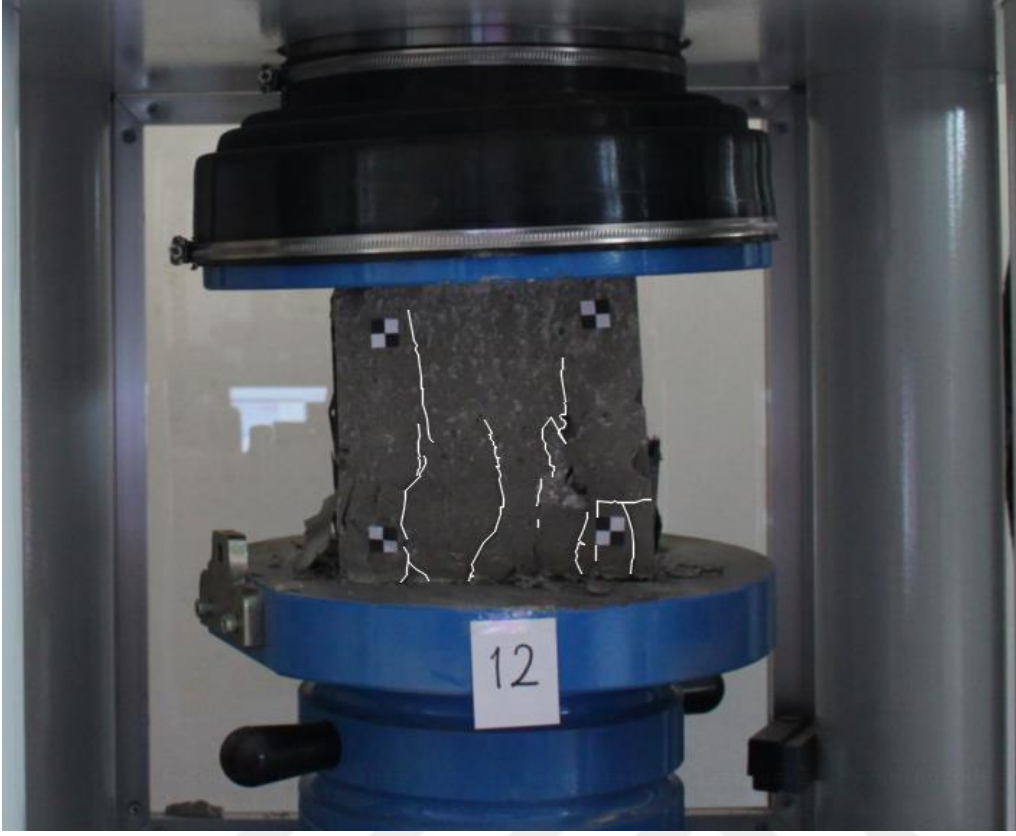


Şekil 56. 11 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

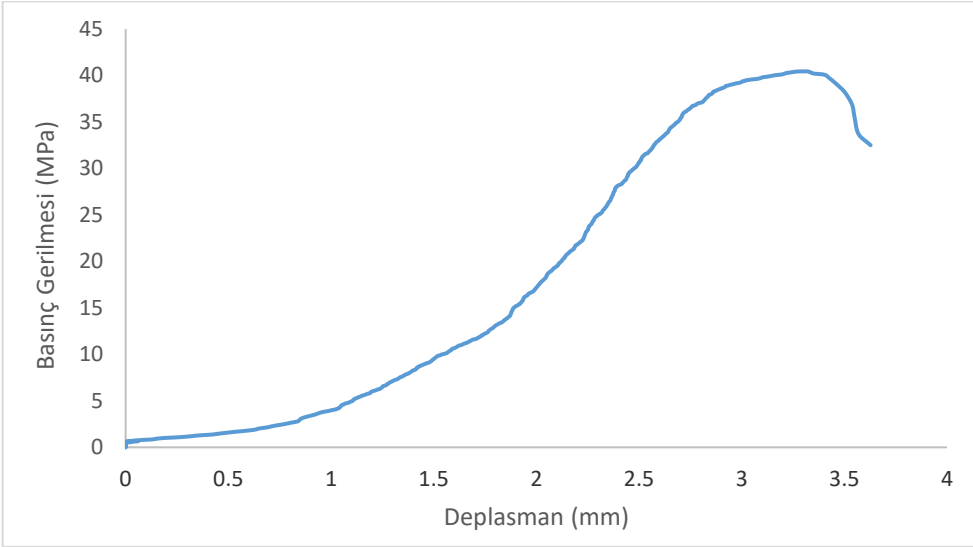
11 numaralı numune incelendiğinde numune üzerinde meydana gelen çatlak sayısının az olduğu tespit edilmiştir. Numunenin ön yüzeyinde sağ tarafta ciddi bir açılma söz konusudur. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 38.341 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 2.268 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 67. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 57. 12 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları



Şekil 58. 12 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar

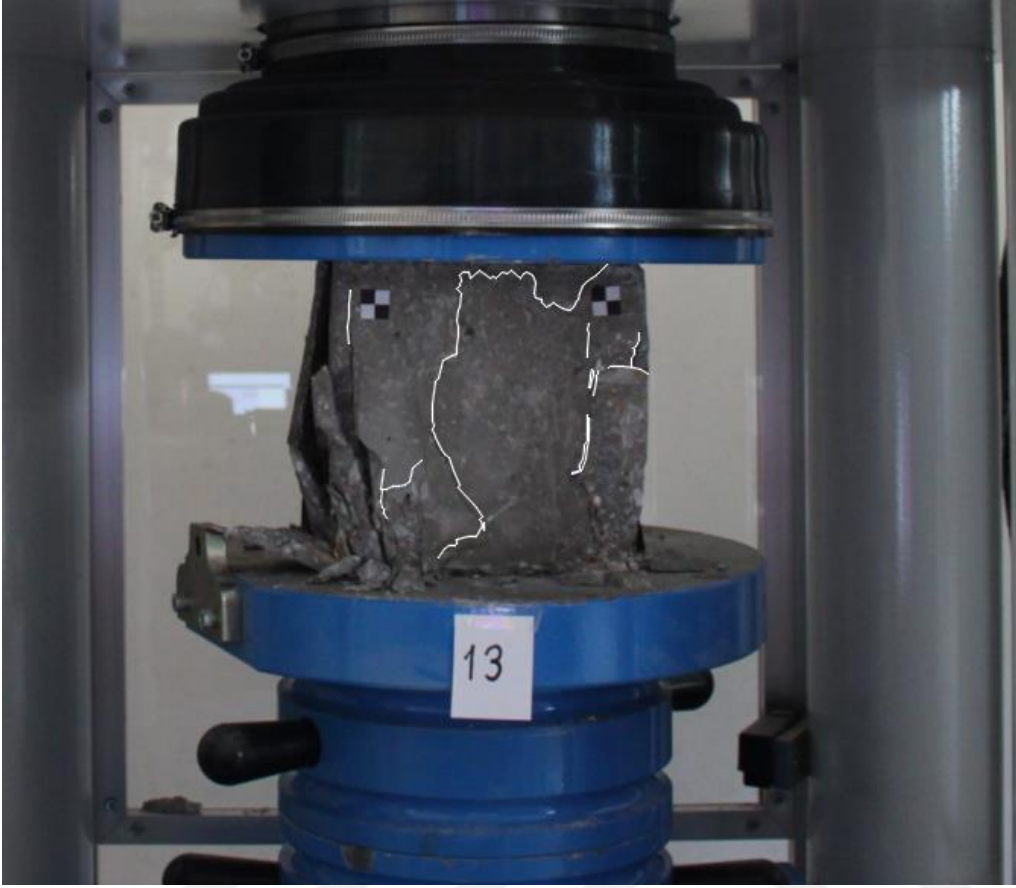


Şekil 59. 12 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

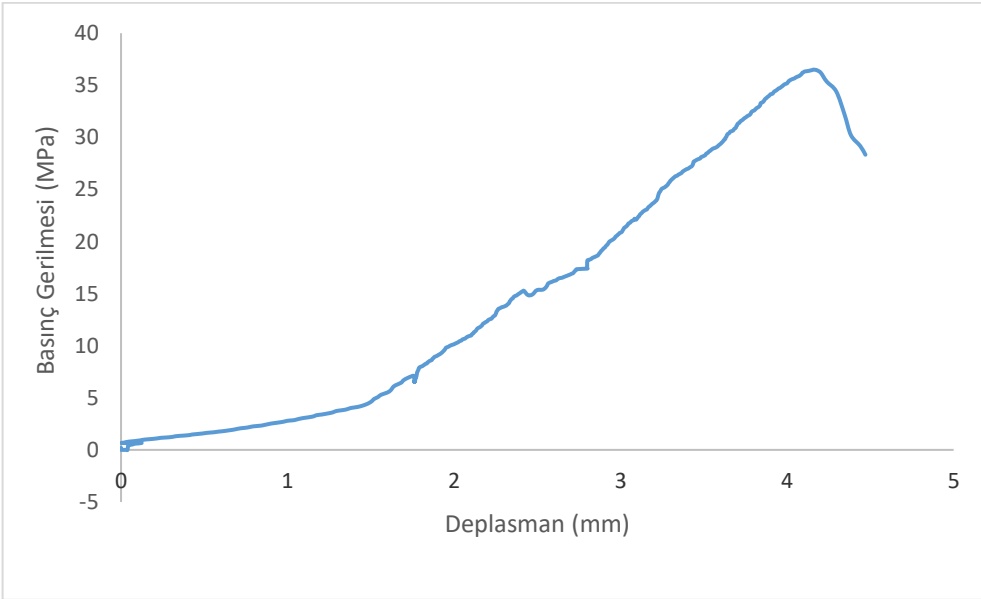
12 numaralı numune incelendiğinde çok sayıda parça ayrılması dikkat çekiyor. Bunun nedeni numunenin dökümü sırasındaki kusurlardan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Kusurların etrafında düşey çatlaklar oluşmuş ve dökülmeler mevcuttur. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 40.449 MPa olarak yüksek bir değerde belirlenirken deplasman değeri 3.297 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 70.6. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 60. 13 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları



Şekil 61. 13 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar

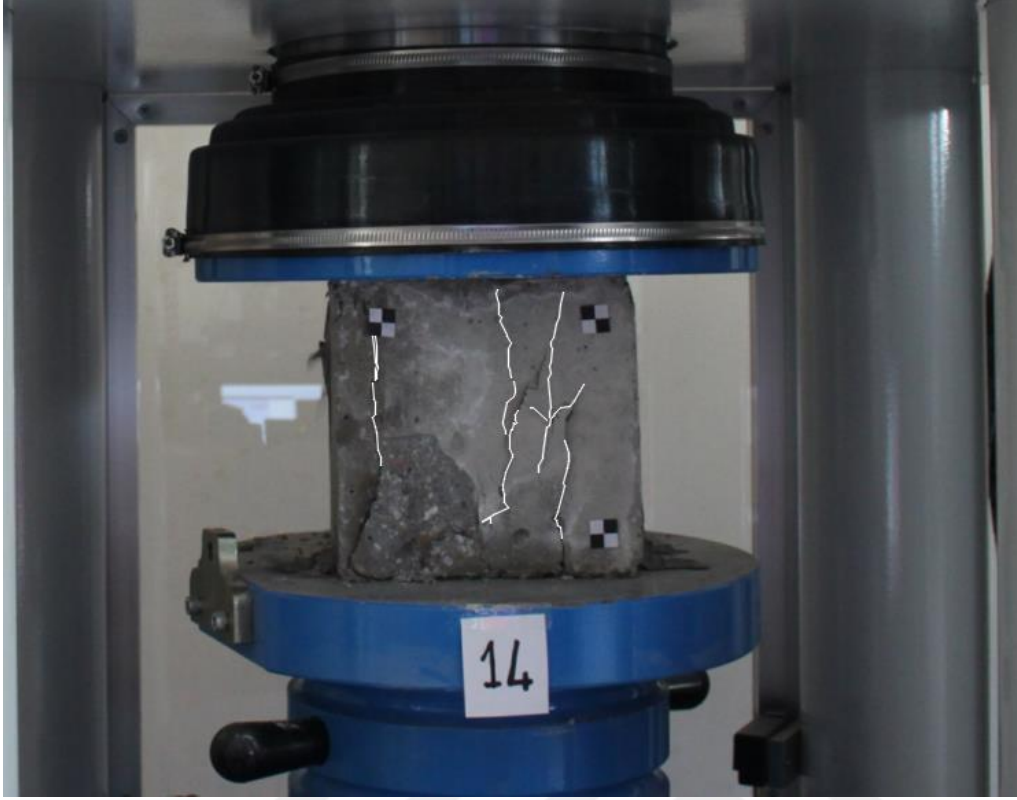


Şekil 62. 13 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

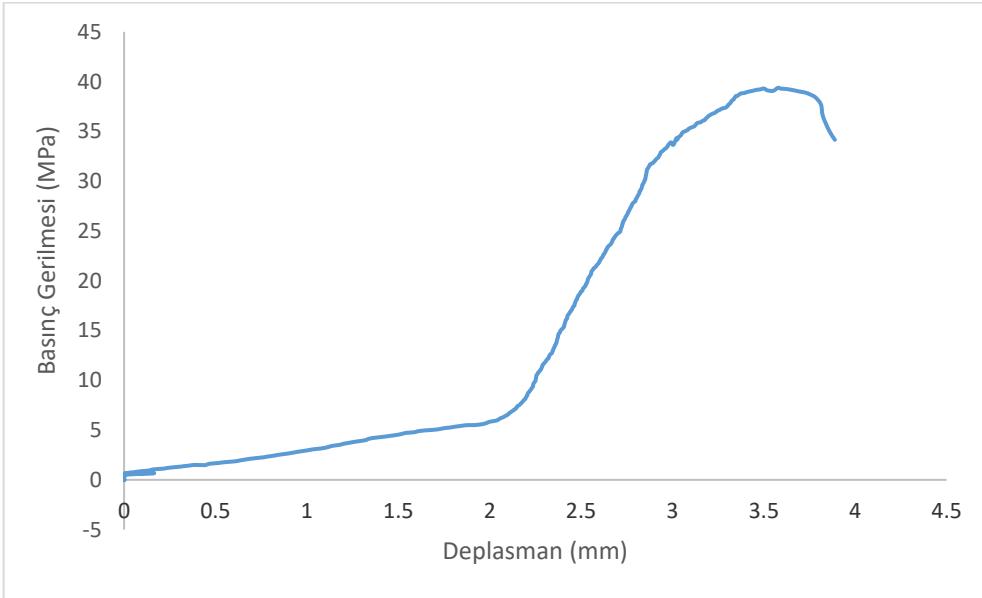
13 numaralı numune incelendiğinde numune üzerindeki kusurların bulunduğu yerden geçen bütünsel çatlakların varlığı dikkat çekmektedir. Numunenin sol alt bölgesinde ciddi derecede parça ayrılması görülmektedir. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 36.501 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 4.158 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 64. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 63. 14 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

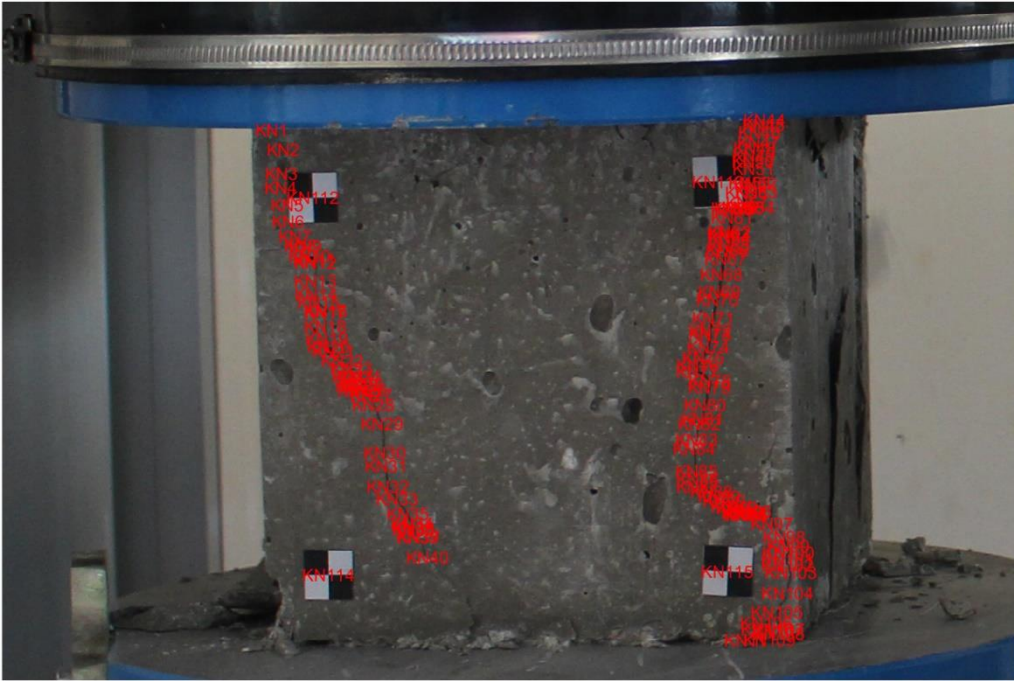


Şekil 64. 14 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar



Şekil 65. 14 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

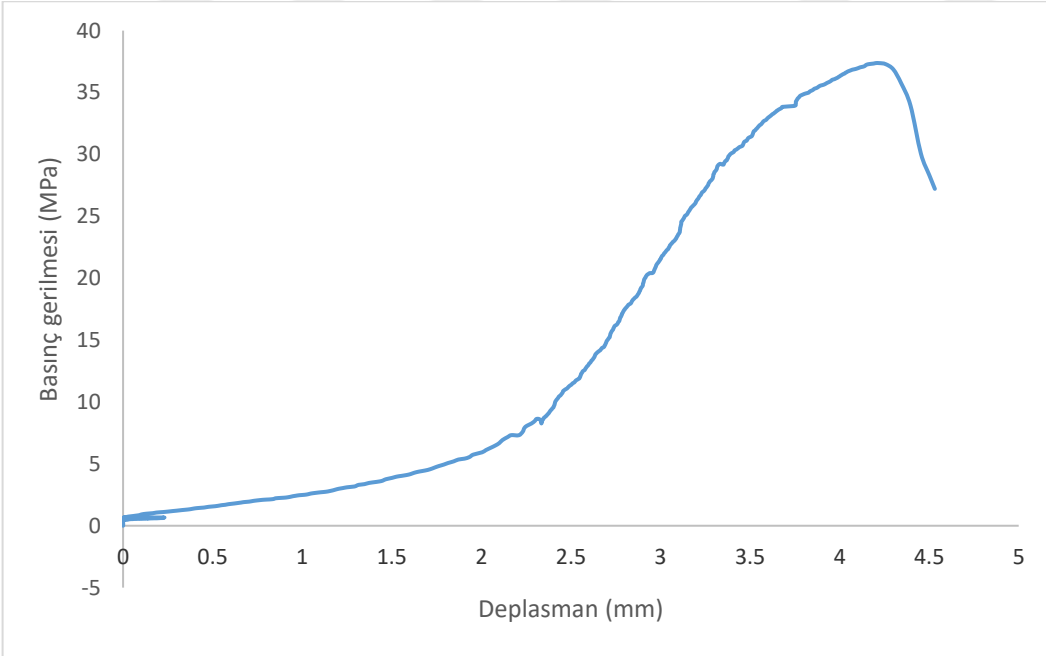
14 numaralı numune incelendiğinde numune üzerindeki kusurların sadece bir tanesinin bulunduğu yerden geçen bütünsel çatlak oluşmuş olduğu ve düşey çatlakların yoğunlukta olduğu gözlemlenmiştir. Numunenin sol alt bölgesinde parça ayrılması görülmektedir. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 39.371 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 3.577 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 69.3. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 66. 15 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

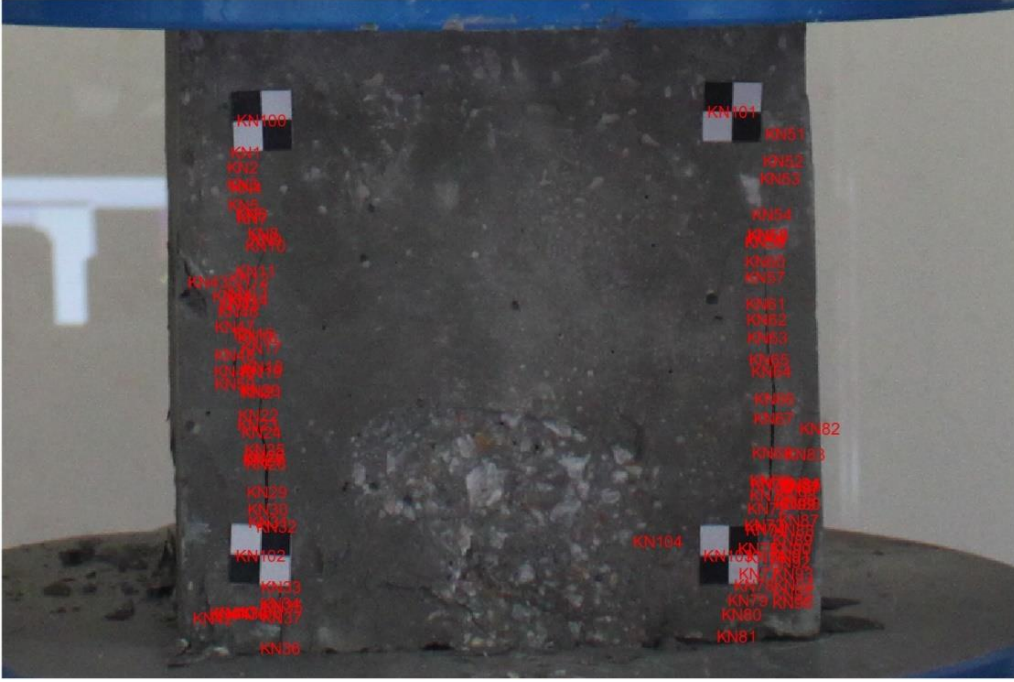


Şekil 67. 15 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar

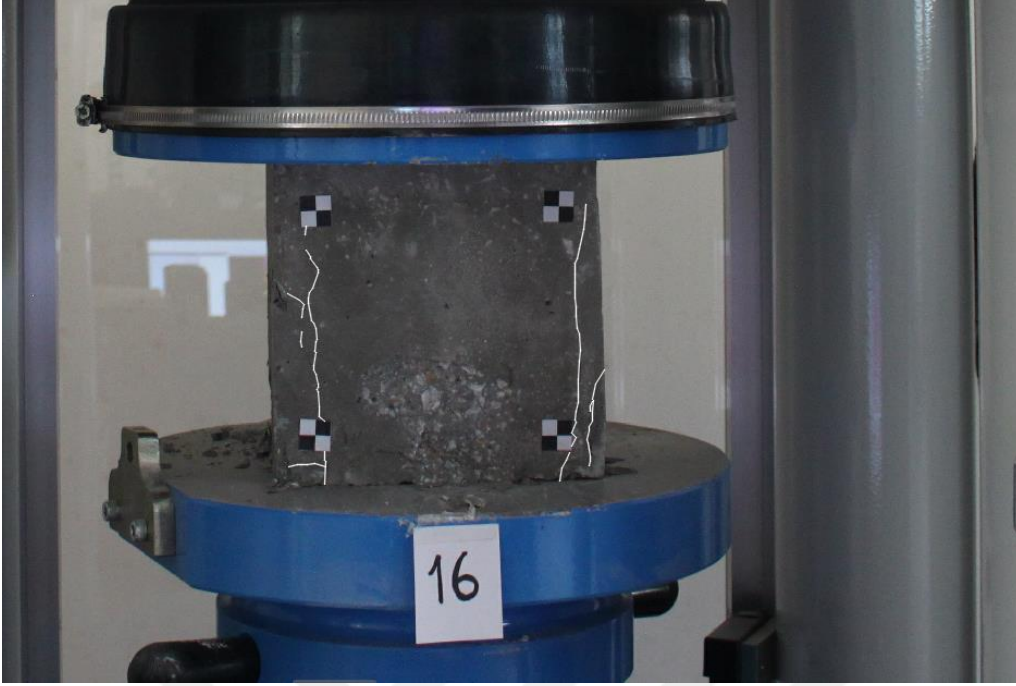


Şekil 68. 15 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

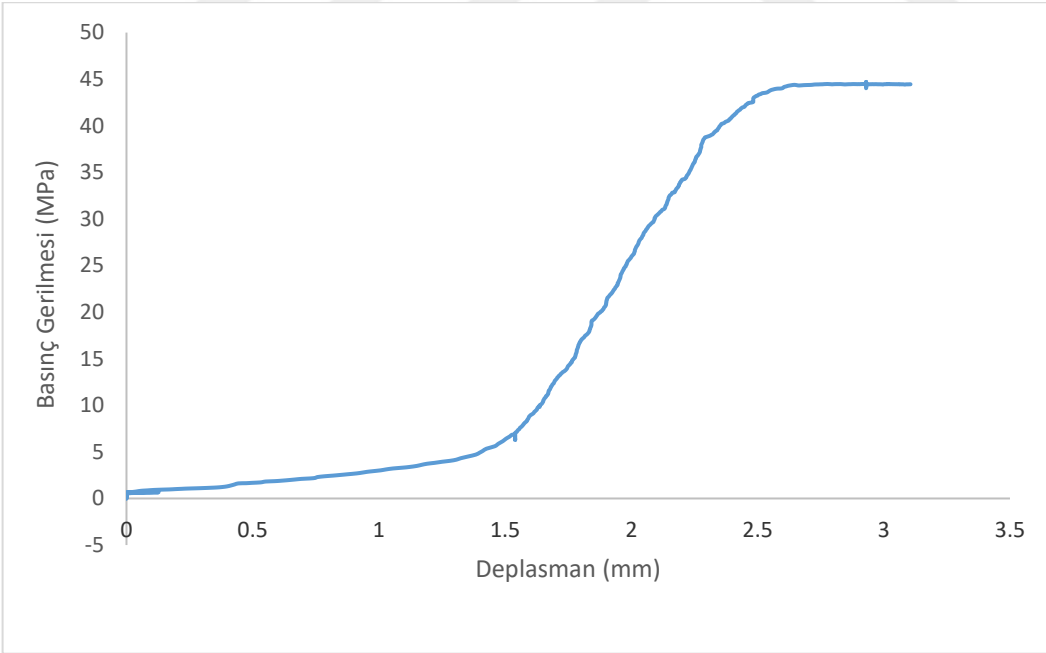
15 numaralı numune incelendiğinde numune üzerindeki kusurlardan etkilenilmediği ve daha çok bütünsel çatlakların olduğu dikkat çekmektedir. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 37.375 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 4.202 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 70.4. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 69. 16 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları



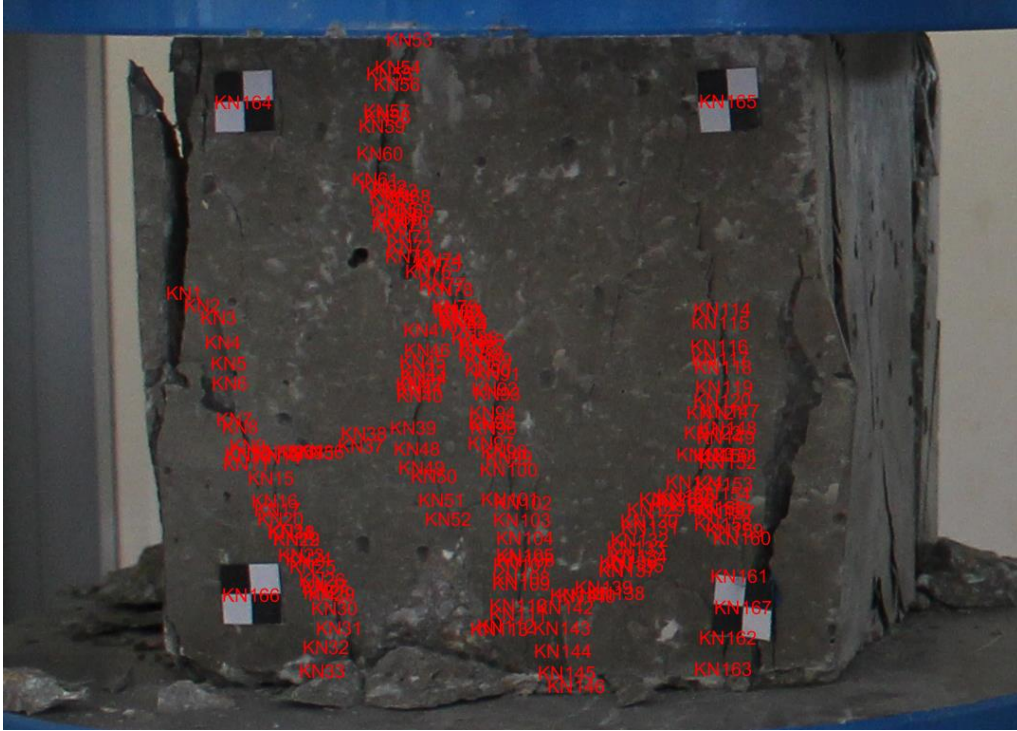
Şekil 70. 16 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar



Şekil 71. 16 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

16 numaralı numune incelendiğinde numune üzerinde 2 adet bütünsel çatlağın oluştuğu görülmüştür. Ayrıca numunede parça ayrılması olduğu belirlenmiştir. Meydana

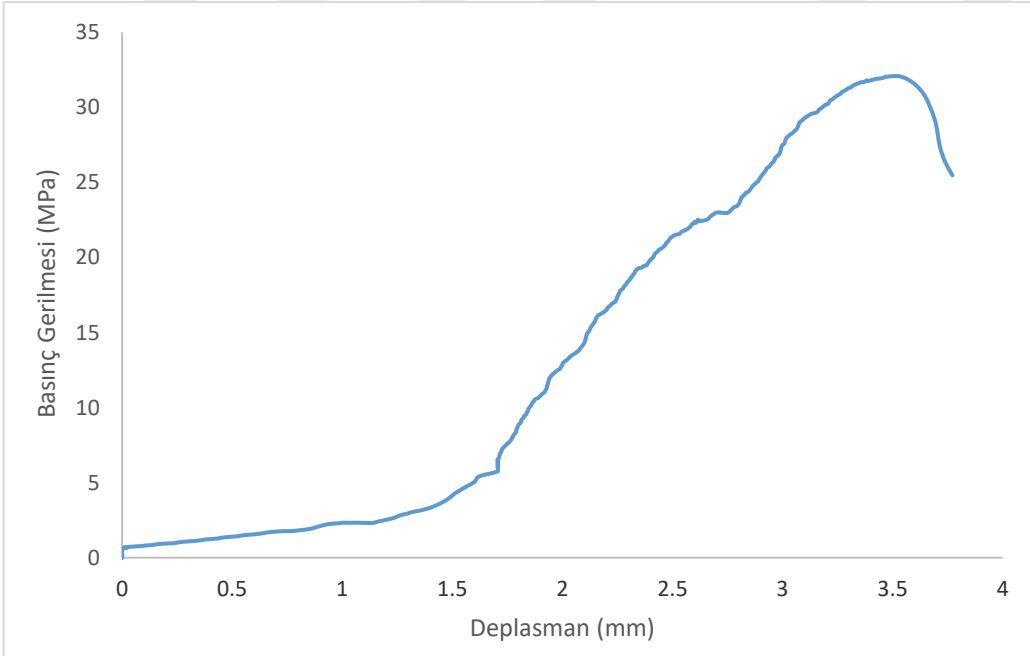
gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede 44.707 MPa olarak numuneler arasındaki en yüksek beton basınç dayanımı belirlenirken deplasman değeri 2.93 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 85.4. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 72. 17 Numaralı numune üzerinde ölçülen piksel koordinatları

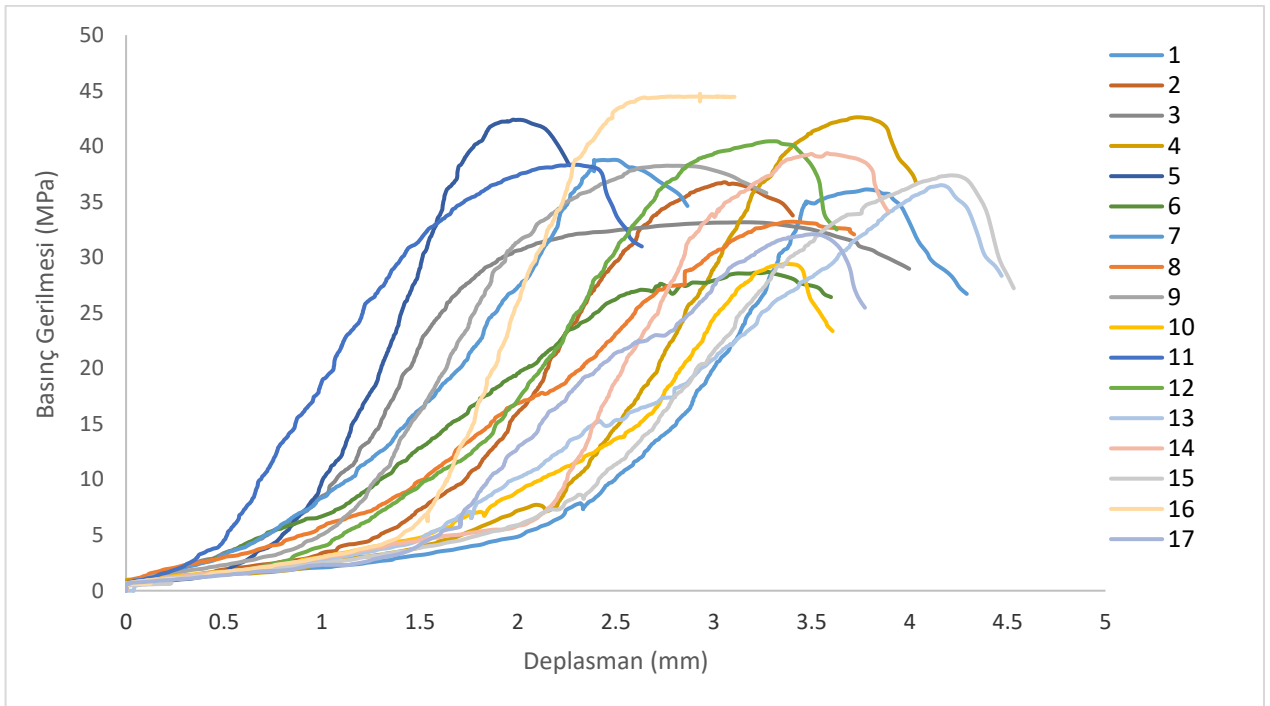


Şekil 73. 17 Numaralı numune üzerinde çizilen çizgisel çatlaklar



Şekil 74. 17 Numaralı numunenin basınç dayanımı grafiği

17 numaralı numune incelendiğinde numune üzerinde düşey ve eğik çatlakların oluştuğu görülmüştür. Ayrıca numunede sağ alt ve sol üst bölgelerde parça ayrılması olduğu belirlenmiştir. Meydana gelen çatlaklar AutoCAD ortamında çizilmiştir. Bu numunede beton basınç dayanımı 32.088 MPa olarak belirlenirken deplasman değeri 3.517 mm olarak belirlenmiştir. Beton basınç dayanımı testinin 56.1. saniyesinde basınç dayanımı maksimum seviyeye ulaşmıştır.



Şekil 75. Tüm numunelerin yer aldığı basınç dayanımı grafiği

17 numunenin basınç dayanımı ve deplasman ilişkilerini gösteren eğriler Şekil 75'te verilmiştir. Eğrideki doğrusal olmayan davranış, betonun çatlamaıyla birlikte rijitlikte kademeli bir değişimi göstermektedir.

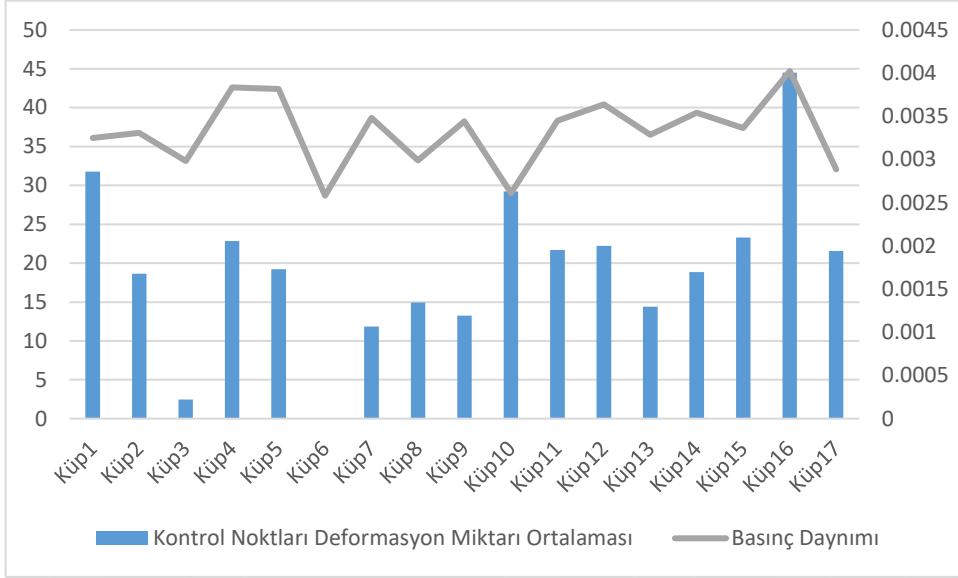
Her bir numune üzerine yerleştirilen 4 adet kontrol noktasının ilk durumdaki koordinatları ile son durumdaki koordinatları hesaplanmıştır. Bu koordinatlar arasındaki farklar belirlenerek bu kontrol noktalarının ne kadar yer değiştirdiği gözlemlenmiştir. En çok yer değiştirmenin olduğu kontrol noktası 4 numaralı numunede yer alan sağ alt bölgedeki

kontrol noktasıdır. En az yer değiştirmenin olduğu kontrol noktası ise 6 numaralı numunede yer alan sağ üst bölgedeki kontrol noktasıdır. Her bir resim üzerinde yer alan 4 kontrol noktasının tamamının ölçümü, son durumda kontrol noktalarının bazılarının deney sonucunda düşmüş olmalarından dolayı gerçekleşmemiştir. Bu nedenle bazı noktaların değerleri Tablo 5'te yer almamaktadır.

Tablo 5

Kontrol noktalarının deformasyon miktarı ile basınç dayanımını gösteren tablo

	Kontrol Noktaları Deformasyon Miktarı Ortalaması (m)	Basınç Dayanımı (MPa)
Küp1	0.0029	36.11
Küp2	0.0017	36.75
Küp3	0.0002	33.16
Küp4	0.0021	42.606
Küp5	0.0017	42.388
Küp6	0.0000	28.687
Küp7	0.0011	38.687
Küp8	0.0013	33.207
Küp9	0.0012	38.248
Küp10	0.0026	29.041
Küp11	0.0020	38.341
Küp12	0.0020	40.449
Küp13	0.0013	36.501
Küp14	0.0017	39.371
Küp15	0.0021	37.375
Küp16	0.0040	44.707
Küp17	0.0019	32.088



Şekil 76. Kontrol noktalarının deformasyon miktarı ile basınç dayanımı arasındaki ilişki

Her bir numune üzerinde hesaplanan kontrol noktalarının yer değiştirme miktarlarının, her bir numune için ayrı ayrı olacak şekilde ortalaması alınmıştır. Bu ortalama ile her bir deney numunesi için tek bir deformasyon miktarı tespit edilmiştir. Elde edilen bu deformasyon miktarı ile basınç dayanımı arasındaki ilişki incelendiğinde, basınç dayanımının 44.707 MPa olarak en fazla değere sahip olduğu 16 numaralı numunede ortalama deformasyon miktarı ortalaması 0.00401 m olarak belirlenmiştir. Basınç dayanımın 28.687 MPa olarak en az değere sahip olan 6 numaralı numunede deformasyon miktarı ortalaması $2.49305736036908E-11$ m olarak belirlenmiştir. Buna göre her bir numune için doğrusal olmamakla birlikte basınç dayanımı arttıkça deformasyon miktarının arttığı söylenebilir.

Tablo 6

Kontrol noktaları arasındaki mesafe

Kontrol Noktası Arası Uzaklıklar								
Nokta No	İlk fotoğraf koordinatları			Son fotoğraf koordinatları			İki Nokta Arası Uzaklık	
	X (m)	Y(m)	Z(m)	X(m)	Y(m)	Z(m)		
küp 1	1	0.2271	-0.1127	-0.9706	0.2266	-0.1109	-0.9683	0.0029
	2	0.3158	-0.1105	-0.9595	0.3169	-0.1092	-0.9604	0.0019

Tablo 6'nın devamı

	3	0.2277	-0.2003	-0.9697	0.2275	-0.1982	-0.9667	0.0037
	4	0.3162	-0.1968	-0.9579	-	-	-	-
küp 2	1	0.1371	-0.0593	-0.7897	0.1368	-0.0585	-0.7894	0.0009
	2	0.2169	-0.0555	-0.7739	0.2167	-0.0549	-0.7733	0.0009
	3	0.1389	-0.1389	-0.7889	0.1382	-0.1380	-0.7876	0.0017
	4	0.2193	-0.1345	-0.7741	0.2192	-0.1328	-0.7714	0.0032
küp 3	1	0.1505	-0.0595	-0.7858	0.1505	-0.0595	-0.7856	0.0002
	2	0.2238	-0.0581	-0.7755	0.2238	-0.0580	-0.7755	0.0001
	3	0.1534	-0.1393	-0.7856	0.1535	-0.1392	-0.7853	0.0003
	4	0.2276	-0.1372	-0.7760	0.2276	-0.1372	-0.7759	0.0001
küp 4	1	0.1839	-0.0718	-0.6998	0.1834	-0.0715	-0.6997	0.0006
	2	0.2620	-0.0717	-0.6838	0.2620	-0.0706	-0.6838	0.0011
	3	0.1849	-0.1542	-0.7002	0.1853	-0.1536	-0.6987	0.0017
	4	0.2638	-0.1510	-0.6843	0.2666	-0.1486	-0.6810	0.0048
küp 5	1	0.1786	-0.0772	-0.7023	0.1782	-0.0759	-0.7016	0.0015
	2	0.2557	-0.0718	-0.6861	0.2562	-0.0705	-0.6858	0.0014
	3	0.1849	-0.1573	-0.7021	0.1851	-0.1553	-0.7016	0.0021
	4	0.2554	-0.1524	-0.6877	0.2557	-0.1506	-0.6874	0.0019
küp 6	1	0.1737	-0.0714	-0.6997	0.1737	-0.0714	-0.6997	0.0000
	2	0.2545	-0.0682	-0.6840	0.2545	-0.0682	-0.6840	0.0000
	3	0.1770	-0.1517	-0.6984	0.1770	-0.1517	-0.6984	0.0000
	4	0.2565	-0.1475	-0.6833	0.2565	-0.1475	-0.6833	0.0000
küp7	1	0.1728	-0.0728	-0.7004	0.1726	-0.0724	-0.7001	0.0005
	2	0.2554	-0.0701	-0.6830	0.2557	-0.0699	-0.6825	0.0006
	3	0.1735	-0.1513	-0.7007	0.1732	-0.1509	-0.6997	0.0011
	4	0.2557	-0.1508	-0.6839	0.2572	-0.1502	-0.6826	0.0021
küp8	1	0.1724	-0.0769	-0.6988	0.1722	-0.0764	-0.6984	0.0007
	2	0.2523	-0.0750	-0.6817	0.2526	-0.0737	-0.6809	0.0016
	3	0.1746	-0.1552	-0.7004	0.1742	-0.1546	-0.6993	0.0013
	4	0.2566	-0.1521	-0.6835	0.2574	-0.1510	-0.6823	0.0018
küp9	1	0.1721	-0.0733	-0.7013	0.1717	-0.0725	-0.7011	0.0009
	2	0.2543	-0.0708	-0.6833	0.2542	-0.0702	-0.6826	0.0009
	3	0.1756	-0.1518	-0.7010	0.1750	-0.1509	-0.6996	0.0018
	4	0.2576	-0.1499	-0.6835	0.2580	-0.1495	-0.6824	0.0012
küp10	1	0.1803	-0.0684	-0.6997	0.1791	-0.0667	-0.6987	0.0023
	2	0.2626	-0.0693	-0.6831	0.2627	-0.0676	-0.6807	0.0030
	3	0.1803	-0.1528	-0.6991	0.1794	-0.1511	-0.6987	0.0020
	4	0.2625	-0.1512	-0.6830	0.2620	-0.1493	-0.6804	0.0032
küp11	1	0.1992	-0.0878	-0.7631	0.1985	-0.0862	-0.7614	0.0025
	2	0.2821	-0.0829	-0.7492	-	-	-	-
	3	0.1989	-0.1646	-0.7645	0.1987	-0.1630	-0.7639	0.0017
	4	0.2852	-0.1622	-0.7505	0.2852	-0.1608	-0.7496	0.0017
küp12	1	0.1915	-0.0880	-0.7661	0.1910	-0.0871	-0.7659	0.0010
	2	0.2729	-0.0797	-0.7494	0.2731	-0.0792	-0.7489	0.0007
	3	0.1919	-0.1685	-0.7678	0.1897	-0.1671	-0.7658	0.0033
	4	0.2767	-0.1627	-0.7501	0.2776	-0.1622	-0.7473	0.0030

Tablo 6'nın devamı

küp13	1	0.1934	-0.0825	-0.7635	0.1934	-0.0816	-0.7631	0.0009
	2	0.2819	-0.0808	-0.7501	0.2826	-0.0802	-0.7487	0.0017
	3	0.1921	-0.1696	-0.7646	-	-	-	-
	4	0.2828	-0.1688	-0.7509	-	-	-	-
küp14	1	0.1941	-0.0848	-0.7652	0.1938	-0.0833	-0.7647	0.0016
	2	0.2786	-0.0831	-0.7495	0.2786	-0.0817	-0.7496	0.0014
	3	0.1960	-0.1684	-0.7660	-	-	-	-
	4	0.2806	-0.1665	-0.7508	0.2812	-0.1651	-0.7494	0.0021
küp15	1	0.1234	-0.0723	-0.8048	0.1237	-0.0707	-0.8035	0.0021
	2	0.2233	-0.0682	-0.8013	0.2241	-0.0667	-0.8002	0.0020
	3	0.1255	-0.1646	-0.8110	0.1256	-0.1631	-0.8093	0.0023
	4	0.2244	-0.1644	-0.8072	0.2249	-0.1627	-0.8061	0.0020
küp16	1	0.1037	-0.0730	-0.8042	0.1031	-0.0716	-0.8012	0.0034
	2	0.2015	-0.0723	-0.8027	0.2007	-0.0703	-0.7994	0.0040
	3	0.1035	-0.1625	-0.8101	0.1030	-0.1603	-0.8065	0.0043
	4	0.2002	-0.1648	-0.8083	0.1999	-0.1624	-0.8046	0.0044
küp17	1	0.1027	-0.0656	-0.8037	0.1022	-0.0642	-0.8025	0.0019
	2	0.1994	-0.0650	-0.7994	0.1997	-0.0639	-0.7989	0.0012
	3	0.1027	-0.1643	-0.8092	0.1019	-0.1623	-0.8075	0.0027
	4	0.1997	-0.1663	-0.8048	0.2013	-0.1653	-0.8044	0.0019

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Aynı mikserden alınmış olan beton numuneler üzerinde yapılan deneylerde basınç dayanımı değerinin farklı çıkmasının çeşitli nedenleri vardır. Numuneler alınırken yapılması gereken standart adımlardan ve kür koşullar bulunmaktadır. Bütün bu adımların her numune için tamamen aynı şekilde yapılıyor olması gerekse de, insan faktörü söz konusu olduğunda numuneler arasında farklılıklar oluşabilmektedir. Bunlardan bazıları; düzgün zeminde numune alınmaması, yıpranmış ya da yüzey düzgünlüğü bozulmuş kalıp kullanılması, kalıpların yeterince yağlanmaması, beton tabakaların yeterince sıkıştırılmaması şeklinde sayılabilir. Numuneler arasındaki bu sayılan olumsuzluklar numune boyutları küçük olduğu için basınç dayanımında ortaya çıkan farklılıkları oluşturabilmektedir. Deney aşamasına gelmiş numunelerde bu durumlar, numune köşelerinin düzgün olmaması, beton yüzeyinde boşluk ve kusurlar şeklinde ortaya çıkmaktadır. Numune yüzeylerinin düzlükten sapma nedenlerinden birisi de yüzeyde iri agrega bulunması durumudur. Bu şekilde bir numune üzerinde deney yapılırken, başlık iri agregaya denk geldiğinde yük artışında bir miktar azalma olabilir, yüzey düzleştiğinde yük artmaya devam eder. Kür havuzundan çıkan numunelerin suya doymun veya kuru olmalarına göre basınç dayanımlarında farklılık gözlenebilmektedir. Deneye tabii tutulan numunelerin bazılarının daha suya doymun bazılarının ise daha kuru olduğu yüzey renklerinden görülebilmektedir. Sonuç olarak, bu tür olumsuzlukların beton basınç dayanımı değerlerinde kayıplar oluşturacağını söylemek mümkündür.

Fotogrametri, eleman yüzeyindeki çatlak gelişiminin araştırılmasına ilişkin, daha büyük nesnelerin yüksek hassasiyetle ve genişletilmiş bir araştırmaya izin verdiği için kabul görmektedir. Numunelerde çatlak genişliği yaklaşık 20 μm ile başlar, insan gözü yaklaşık 40 μm 'den başlayan çatlakları algılayabilir. Aynı anda tüm çatlakları gözlemlemek ve çatlak genişliği veya çatlağın kenarındaki yer değiştirmeler gibi ayrıntılı bilgileri ölçmek de mümkün değildir. Bu durumda fotogrametri tekniği için geniş bir uygulama alanı ortaya çıkmaktadır (Benning vd. 2004). Fotogrametri tekniği nesne yüzeyinde dökülme alanları,

çatlak desenleri gibi bozulmuş alanların varlığını tespit etmemize ve sınıflandırmamıza izin verir (Zollini vd. 2020).

Deneye tabii tutulan numunelerde artan yük nedeniyle çatlaklar oluşmakta ve çatlaklar oluşurken ilgili hedefler arasındaki mesafeler değişmektedir. Çatlaklar hedefler arasındaki yer değiştirmelerde yerel değişikliklere neden olur. Belirli zaman aralıklarında ölçümün tekrarlanmasıyla çatlak gelişimi gözlemlenebilir.

Çatlaklar için ortak çatlama mekanizması gerilme oluşumudur. Çekme dayanımı düşük olan beton, çekme gerilmelerine maruz kaldığında esnemez. Oluşan çekme gerilmeleri betonun çekme kapasitesini aştığında beton çatlaklar. Basınca maruz kalan bir beton küp numunede 45 derece ya da 45 dereceye yakın çatlaklar oluşacaktır.

6 ve 10 numaralı küp numuneler en düşük dayanıma sahip numuneler olup basınç dayanım sonuçları sırası ile 28.687 ve 29.41 MPa şeklindedir. Bu numunelerin deney süreleri ise 49.3 sn ve 50.6 sn olarak tespit edilmiştir. 4, 5 ve 16 numaralı numuneler ise en yüksek dayanıma sahip numuneler olup basınç dayanım sonuçları sırası ile 42.606, 42.388 ve 44.707 MPa şeklindedir. Bu numunelerin deney süreleri ise 80.8 sn, 77.3 sn ve 85.4 sn şeklinde sıralanmaktadır. Deney sonucunda elde edilen verilerden beton basınç dayanımı ve deney süreleri incelendiğinde aralarında bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Deney süresi arttıkça beton basınç dayanımı da artmaktadır. Bu nedenle deney süresi ile beton basınç dayanımı arasında doğru orantı olduğu ifade edilebilir. Söz konusu numunelerin deney başlamadan önceki ilk görselleri incelendiğinde bu 3 numunenin bütün numuneler arasında en düzgün ve pürüzsüz köşelere ve yüzeylere sahip numuneler olduğu görülmektedir. Olumsuz durum barındırmayan numunelerde çatlak oluşum mekanizması gecikmiş, deney süresi uzamış ve dolayısıyla basınç dayanımları daha yüksek elde edilmiştir.

Numunelerin deney sırasında çekilen fotoğrafları incelendiğinde deney başladıktan sonra bir süre yüzeyinde herhangi bir çatlak, dökülme gözlenmeyen ve yük arttıkça yalnızca kılcal çatlaklar gözlenen numuneler diğer numunelere göre daha rijit bir davranış

göstermişlerdir. Bu davranış sonucu numunelerin deplasmanları da diğerlerine göre daha düşük değerlerde kalmıştır.

Küp numunler üzerinde meydana gelen çatlaklar analiz edildiğinde bütünsel çatlakların oluştuğu numuneler 1, 13 ve 15 numaralı numunelerdir. Bu numunlerin basınç dayanım sonuçları ve deney süreleri birbirine yakın olmakla beraber asıl dikkat çeken durum deplasmandır. Söz konusu numunelerin deplasmanları sırası ile 3.788, 4.158 ve 4.202 mm şeklinde sıralanmaktadır. Bu deplasman değerleri 17 numune içerisindeki en yüksek deplasman değerleridir. Deplasman değerleri ile numune üzerinde meydana gelen bütünsel çatlakların arasında bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bu numunelerin deney öncesi görsellerine bakıldığında yüzeyde boşluklar ve kılcal çatlaklar göze çarpmaktadır. Çatlak gelişimi incelendiğinde özellikle boşlukların etrafında oluşan ve ilerleyen çatlaklar görülmektedir. Bu boşlukların varlığı numunelerin basınç dayanımının artmasını engellemiş ve dayanımlar 36-37 MPa bandında kalmıştır. Aynı zamanda çatlakların zayıf kısımlardan ilerleyişi çatlakın devamlı ve bütünsel bir çatlak olmasına, bu sırada da deplasmanların artmasına neden olmuştur.

Kontrol noktaları arasındaki değişim incelendiğinde en çok yer değiştirmenin olduğu kontrol noktası 4 numaralı numunede yer alan sağ alt bölgedeki kontrol noktasıdır. İki nokta arasındaki yer değiştirme miktarı 0.0048 m olarak belirlenmiştir. 4 numaralı numunede sağ bölgede bütünsel bir çatlak meydana gelmiş olup kontrol noktaları arasındaki farkın yüksek olması tahmin edilebilir bir sonuçtur. Bu numunede beton basınç dayanımı 42.606 MPa olarak yüksek bir değerde belirlenmiştir. En az yer değiştirmenin olduğu kontrol noktası ise 6 numaralı numunede yer alan sağ üst bölgedeki kontrol noktasıdır. 6 numaralı numune incelendiğinde ise sağ üst bölgede ciddi bir açılmanın oluştuğu görülmüştür. Bu numunedeki basınç dayanımı sonucu 28.687 MPa olarak tespit edilerek en düşük dayanım olarak sınıflandırılmıştır. Basınç dayanımı ile deformasyon miktarları arasında doğru orantı olduğu gözlemlenmiştir.

Küp numuneler üzerinde ölçülen noktaların hesaplanan cisim koordinatları X, Y, Z ve bu cisim koordinatlarının karesel ortalama hataları incelenmiştir. Karesel ortalama hata

değerlerinin her bir numunede aynı hassasiyette olmadığı gözlemlenmiştir. Örneğin 1 numaralı küp numune incelendiğinde X ve Y yönündeki karesel ortalama hata değerlerinin genel olarak milimetre altı hassasiyette olduğu tespit edilmiştir. 7 numaralı numune incelendiğinde ise karesel ortalama hata değerlerinin santimetre olarak hesaplandığı görülmektedir. Karesel ortalama hata değerlerinin farklı birimlerde tespit edilmesinin nedeni fotoğraf çekimi sırasında meydana gelen senkronizasyon eksikliği olarak tahmin edilmektedir. Her bir numune kırılmaya tabi tutulurken iki kameradan görüntü alımı gerçekleştirilmiştir. Bu görüntülerin elde edilmesi otomatik bir sistem sayesinde olmuştur. Bu durum ise elde edilen görüntü çiftlerinin arasındaki zamansal fark nedeniyle çatlakların aynı seviyede olmamasına neden olmaktadır. Bir fotoğraf üzerinde çatlak daha hafif bir durumda iken aynı kameradan elde edilen bir sonraki fotoğrafta çatlak daha derin oluşabilmektedir. Bu nedenle nokta ölçmelerinde aynı noktayı tespit etmek zorlaşmaktadır. Zamansal senkronizasyonun tam olarak sağlanamaması nedeniyle cisim koordinatlarının hata oranları farklı hassasiyetlerde meydana gelmiştir.

Sonuç olarak fotogrametri tekniğiyle betondaki çatlakların deney esnasında gözlenerek çatlak mekanizmasının daha iyi anlaşılması mümkündür.

KAYNAKÇA

- Ahmad, A. ve Chandler, J.H. (1999) "Photogrammetric Capabilities of the Kodak DC40, DCS420 and DCS460 Digital Cameras". *The Photogrammetric Record*, 16(94), 601-615.
- Akçansa. Yerinde Beton Basınç Dayanımının Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi: Tahribatlı Yöntem (Karot). Erişim: 19 Mart 2023, http://www.akçansa.com.tr/docs/20120216160556_karot.pdf.
- Asri, İ. ve Çorumluoğlu, Ö. (2014). "Tarihi Yerleşim Alanlarının Yersel Fotogrametri Yöntem ile 3B Modellenmesi: Santa-Harabeleri Örn.", 5. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)*, 14-17 Ekim 2014, İstanbul.
- Aydın, F. (2019). "Deniz Kabuğunun Beton Basınç Dayanımına Etkilerinin Araştırılması". *Academic Perspective Procedia*, 2 (3), 1196-1204. DOI: 10.33793/acperpro.02.03.132
- Benning, W., Lange, J., Schwermann, R. and Effkemann, C. (2004). "Monitoring Crack Origin And Evolution At Concrete Elements Using Photogrammetry" *Proc. 20th Congr. Of ISPRS (Int. Society for Photogrammetry and Remote Sensing)*, 678-83.
- Çakıroğlu, M. A., Terzi, S., Kasap, S., Çakıroğlu, M. G. (2010). "Beton Basınç Dayanımının Bulanık Mantık Yöntemiyle Tahmin Edilmesi". *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(2), 1-8.
- Douskos, V., et al. (2009). "FAUCCAL: An Open Source Toolbox For Fully Automatic Camera Calibration." *XXII CIPA Symposium on Digital Documentation, Interpretation & Presentation of Cultural Heritage*, Kyoto, Japan.
- Karşlı, F. (2004). Orta ve Yüksek Çözünürlüklü Dijital Kameraların Fotogrametrik Potansiyellerinin Araştırılması. Doktora Tezi Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Trabzon.

- Küçük, B. (2000). Betonun Dayanım ve Durabilitesini Sağlayan Parametreler. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6 (1), 79-85.
- Makineci, H. B., Karasaka, L. ve Şahin, D. (2020). “Fotogrametrik Amaçlı Kamera Kalibrasyonu Yazılımlarının Kullanımı Üzerine Bir Araştırma”. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 2 (1), 14-21.
- Oruç, M. E. (2021). “Küçük Objelerin Modellenmesinde Videogrametri ve Fotogrametri Yöntemlerinin Karşılaştırılması Üzerine Bir Çalışma”. *Türkiye Fotogrametri Dergisi*, 3(2), 62-68.
- Özel, C. ve Topsakal, A. (2014). “Veri Madenciliği Kullanarak Beton Basınç Dayanımının Belirlenmesi”. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 35(1), 1-11.
- Özdemir, E. ve Duran, Z. (2017). “Sık Kullanılan Kamera Kalibrasyonu Yazılımlarının Karşılaştırılması”, *AKÜ FEMÜBİD*, 1-11.
- Öziçer, S. ve Uyanık, O. (2017). "Beton Dayanımının Yerinde P Dalga Hızından Belirlenmesi Ve İzmir Örneği", *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 9(1), 1-16.
- Yastıklı, N. (2016). Yersel Fotogrametri (s.1-51). Erişim: 10 Mart 2023, <https://avesis.yildiz.edu.tr/resume/downloadfile/ynaci?key=5031fd1e-8e60-4626-a469-a78efac785b2>
- Sarsam, S. I., Daham, A. M. and Ali A. M. (2015). “Implementation of Close Range Photogrammetry to Evaluate Distresses at Asphalt Pavement Surface”. *International Journal of Transportation Engineering and Traffic System*, 31-44.
- Selçuk, O., Baybura, T. ve Karslı, F. (2010). “Sayısal Ve Analog Hava Kameralarının Geometrik Potansiyellerinin Fotogrametrik Açından İrdelenmesi” . *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2 (2), 1-11.
- Sesli, F. A. (2016). “Sayısal Fotogrametri ile Kıyı Alanlarındaki Değişimin İzlenmesi”. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, (95), 11-17.

- Tunçay, F. (2006). Yakın Resim Fotogrametrisinde Kullanılan Steroskopik Resim Çekme Yöntemlerinin Değerlendirme ve Nokta Duyarlılıklarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı, Konya.
- Türker, H. T. (2015). Çimento Esaslı Malzemelerin Çekme Dayanımlarını Bulabilmek İçin Yeni Bir Yöntem Önerisi: Üçgen Plaka Yöntemi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30 (4), 0-0 . DOI: 10.17341/gummfd.02170
- Uslu, A. (2022). “Fotogrametri Tekniği Kullanılarak Anıt Ağaçların Dijital Belgelenmesi: Mızık Çamı Tabiat Anıtı Örneği”. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24 (1), 1-12.(DOI: 10.24011/barofd.1002203)
- Yılmaztürk, F. (2008). Yapı Elemanlarının Dinamik Testlerinde Yer Değiştirmelerin İzlenebilmesi İçin Videogrametrik Bir Sistem Tasarımı. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Yörübulut, S., Dogan, O., Erdugan, F. ve Yörübulut, S. (2020). “Tahribatsız Yöntem Verileri Kullanılarak Yapay Sinir Ağı ve Regresyon Yöntemi ile Beton Basınç Dayanımının Tahmin Edilmesi”. *International Journal of Engineering Research and Development*, 12 (2), 769-776. (DOI: 10.29137/umagd.734655)
- Marangoz, A. M. (2012) Geomatik Mühendisliği Bölümü Fotogrametri II Ders Notları Erişim: 1 Mart 2023, <https://slideplayer.biz.tr/slide/10181629/>
- Zebari, Z., Bedirhanoğlu, İ. ve E. Aydın. (2017) "Beton Basınç Dayanımının Ultrasonik Ses Dalgası Yayılma Hızı ile Tahmin Edilmesi". *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 8 (1), 43-52.
- Zollini, S., Alicandro, M., Dominici, D., Quaresima, R. and Giallonardo, M. (2020). “UAV Photogrammetry for Concrete Bridge Inspection Using Object-Based Image Analysis (OBIA).” *Remote Sens*, 12, 3180. DOI: 10.3390/rs12193180

Whiteman, T., Litchi, D.D., and Chandler, I. (2002). “Measurement Of Deflections In Concrete Beams By Close-Range Digital Photogrammetry”. *Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications*, Ottawa

Wolter, S., Uhre, F. A. H., Hasholt, M. T., Dahl, V. A. and Anton, F. (2019). “Air Void Analysis Of Hardened Concrete By Means Of Photogrammetry”. *Construction and Building Materials*, 226, 953–964.



EK 1
1 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.3079	-0.1093	-0.9610	0.0005	0.0005	0.0023
2	0.3081	-0.1150	-0.9621	0.0008	0.0008	0.0033
3	0.3061	-0.1165	-0.9619	0.0006	0.0006	0.0026
4	0.3060	-0.1234	-0.9619	0.0001	0.0001	0.0004
5	0.3059	-0.1264	-0.9598	0.0006	0.0006	0.0025
6	0.3041	-0.1255	-0.9627	0.0002	0.0002	0.0010
7	0.3017	-0.1297	-0.9609	0.0003	0.0003	0.0012
8	0.3014	-0.1330	-0.9597	0.0007	0.0008	0.0031
9	0.3011	-0.1374	-0.9600	0.0004	0.0005	0.0019
10	0.3005	-0.1477	-0.9598	0.0009	0.0010	0.0038
11	0.3018	-0.1492	-0.9599	0.0009	0.0011	0.0042
12	0.3012	-0.1530	-0.9590	0.0015	0.0017	0.0067
13	0.2991	-0.1514	-0.9603	0.0026	0.0030	0.0117
14	0.2980	-0.1532	-0.9619	0.0024	0.0027	0.0107
15	0.2993	-0.1553	-0.9610	0.0016	0.0018	0.0072
16	0.2995	-0.1579	-0.9600	0.0013	0.0016	0.0060
17	0.2994	-0.1680	-0.9585	0.0027	0.0032	0.0120
18	0.2972	-0.1585	-0.9578	0.0008	0.0009	0.0035
19	0.2968	-0.1613	-0.9583	0.0008	0.0009	0.0034
20	0.2956	-0.1641	-0.9580	0.0013	0.0015	0.0058
21	0.2949	-0.1675	-0.9580	0.0009	0.0011	0.0041
22	0.2932	-0.1685	-0.9586	0.0006	0.0007	0.0028
23	0.2932	-0.1720	-0.9583	0.0007	0.0008	0.0030
24	0.2921	-0.1736	-0.9584	0.0006	0.0007	0.0027
25	0.2926	-0.1777	-0.9587	0.0007	0.0008	0.0030
26	0.2923	-0.1825	-0.9586	0.0006	0.0008	0.0029
27	0.2197	-0.1166	-0.9696	0.0000	0.0001	0.0002
28	0.2198	-0.1225	-0.9693	0.0002	0.0002	0.0009
29	0.2183	-0.1264	-0.9695	0.0005	0.0006	0.0025
30	0.2172	-0.1304	-0.9689	0.0008	0.0009	0.0037
31	0.2162	-0.1398	-0.9685	0.0001	0.0002	0.0007
32	0.2153	-0.1447	-0.9676	0.0004	0.0005	0.0019
33	0.2138	-0.1506	-0.9679	0.0001	0.0001	0.0004
34	0.2136	-0.1530	-0.9676	0.0002	0.0002	0.0008
35	0.2111	-0.1563	-0.9685	0.0002	0.0003	0.0011
36	0.2105	-0.1613	-0.9693	0.0000	0.0001	0.0002
37	0.2074	-0.1641	-0.9695	0.0002	0.0002	0.0008
38	0.2070	-0.1716	-0.9697	0.0002	0.0002	0.0009
39	0.2084	-0.1827	-0.9684	0.0003	0.0004	0.0015
40	0.2126	-0.1998	-0.9694	0.0002	0.0002	0.0009
41	0.2128	-0.2031	-0.9702	0.0008	0.0012	0.0041
42	0.2147	-0.2079	-0.9718	0.0008	0.0011	0.0037

EK 2
2 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.2081	-0.0784	-0.7743	0.0056	0.0059	0.0217
2	0.2082	-0.0805	-0.7744	0.0058	0.0061	0.0225
3	0.2084	-0.086	-0.7734	0.0056	0.006	0.0219
4	0.2084	-0.0887	-0.7733	0.0057	0.0062	0.0224
5	0.2061	-0.0855	-0.7736	0.0055	0.0059	0.0215
6	0.206	-0.0885	-0.7737	0.0056	0.0061	0.0219
7	0.2036	-0.0906	-0.7743	0.006	0.0065	0.0235
8	0.2037	-0.0939	-0.774	0.006	0.0066	0.0235
9	0.2041	-0.0975	-0.7744	0.0058	0.0064	0.0227
10	0.2046	-0.098	-0.7743	0.0058	0.0064	0.0228
11	0.2041	-0.0987	-0.7741	0.0057	0.0063	0.0224
12	0.2035	-0.1003	-0.7747	0.0059	0.0065	0.0229
13	0.2019	-0.1045	-0.7751	0.0057	0.0063	0.0222
14	0.2025	-0.1064	-0.7753	0.0055	0.0061	0.0213
15	0.2025	-0.1091	-0.7748	0.0055	0.0062	0.0215
16	0.2023	-0.1142	-0.7747	0.0059	0.0066	0.0229
17	0.201	-0.1142	-0.7751	0.0058	0.0065	0.0225
18	0.1998	-0.1159	-0.7755	0.0061	0.007	0.0239
19	0.1996	-0.118	-0.7754	0.0059	0.0068	0.0232
20	0.2006	-0.1205	-0.7752	0.0053	0.0061	0.0207
21	0.2009	-0.1229	-0.7763	0.0037	0.0043	0.0147
22	0.2012	-0.127	-0.7749	0.0058	0.0067	0.0225
23	0.2017	-0.1337	-0.775	0.0056	0.0067	0.022
24	0.2009	-0.1358	-0.7751	0.0059	0.007	0.023
25	0.2033	-0.1397	-0.776	0.0055	0.0066	0.0215
26	0.2051	-0.1467	-0.7754	0.0057	0.007	0.0224
27	0.2065	-0.1501	-0.7762	0.0056	0.0069	0.0218
28	0.12	-0.046	-0.7966	0.0079	0.0074	0.0292
29	0.1192	-0.0503	-0.7946	0.0069	0.0064	0.0252
30	0.119	-0.0528	-0.7941	0.0067	0.0063	0.0247
31	0.1184	-0.0588	-0.7941	0.0066	0.0062	0.0242
32	0.1186	-0.065	-0.7935	0.0066	0.0063	0.0242
33	0.1188	-0.0723	-0.7934	0.0069	0.0066	0.0252
34	0.1183	-0.0745	-0.7941	0.0068	0.0066	0.0248
35	0.1189	-0.0771	-0.7941	0.0068	0.0066	0.0249
36	0.1188	-0.0787	-0.7939	0.0069	0.0067	0.0251
37	0.1191	-0.0824	-0.7935	0.0068	0.0067	0.025

EK 3
3 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.25	-0.0337	-0.7795	0.0059	0.0057	0.0227
2	0.2504	-0.037	-0.7793	0.0059	0.0058	0.0229
3	0.2518	-0.041	-0.7788	0.0057	0.0057	0.0223
4	0.2519	-0.0444	-0.7765	0.0057	0.0056	0.0221
5	0.2511	-0.0456	-0.776	0.0056	0.0056	0.0216
6	0.2502	-0.0506	-0.7733	0.0058	0.0058	0.0223
7	0.2495	-0.0545	-0.7727	0.0058	0.0058	0.0223
8	0.2497	-0.0552	-0.7725	0.0057	0.0057	0.022
9	0.2496	-0.0571	-0.7728	0.0057	0.0057	0.022
10	0.2495	-0.0606	-0.7728	0.0054	0.0055	0.0208
11	0.249	-0.0619	-0.7727	0.0054	0.0055	0.0209
12	0.2476	-0.0625	-0.7726	0.0056	0.0057	0.0216
13	0.2471	-0.0669	-0.7721	0.0054	0.0055	0.0207
14	0.2473	-0.0739	-0.7727	0.0055	0.0057	0.0213
15	0.2472	-0.0766	-0.7723	0.0055	0.0057	0.0213
16	0.2471	-0.081	-0.7725	0.0056	0.0058	0.0215
17	0.2462	-0.083	-0.7726	0.0055	0.0058	0.0214
18	0.2443	-0.0869	-0.7727	0.0056	0.006	0.0217
19	0.2429	-0.0934	-0.7728	0.0056	0.006	0.0215
20	0.2448	-0.0947	-0.7725	0.0055	0.0059	0.0213
21	0.2462	-0.0962	-0.7726	0.0056	0.006	0.0215
22	0.2463	-0.0977	-0.7726	0.0057	0.0062	0.022
23	0.2407	-0.0977	-0.7731	0.0059	0.0064	0.023
24	0.2401	-0.1006	-0.7727	0.0055	0.006	0.0212
25	0.24	-0.1022	-0.7728	0.006	0.0065	0.0231
26	0.2396	-0.1038	-0.7733	0.0061	0.0067	0.0238

EK 4
4 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.2595	-0.0762	-0.6843	0.0198	0.0203	0.0672
2	0.2599	-0.0791	-0.6841	0.0197	0.0203	0.0669
3	0.2607	-0.0828	-0.6837	0.0196	0.0203	0.0665
4	0.2611	-0.0843	-0.6838	0.0195	0.0203	0.0663
5	0.2605	-0.0859	-0.6837	0.0194	0.0203	0.066
6	0.2604	-0.0889	-0.6834	0.0192	0.0201	0.0653
7	0.2609	-0.0905	-0.6834	0.0189	0.0199	0.0642
8	0.2608	-0.0942	-0.6839	0.0191	0.0202	0.0648
9	0.2602	-0.0953	-0.684	0.0193	0.0204	0.0654
10	0.2609	-0.0997	-0.6837	0.019	0.0203	0.0645
11	0.2604	-0.1006	-0.6837	0.0191	0.0205	0.0649
12	0.2596	-0.0999	-0.6843	0.019	0.0203	0.0646
13	0.259	-0.1022	-0.6839	0.0191	0.0206	0.0649
14	0.2595	-0.104	-0.6841	0.0194	0.021	0.0661
15	0.26	-0.1069	-0.6833	0.019	0.0207	0.0646
16	0.2594	-0.1098	-0.6835	0.019	0.0208	0.0647
17	0.2595	-0.1116	-0.6842	0.0188	0.0207	0.064
18	0.2585	-0.1128	-0.6837	0.019	0.0209	0.0646
19	0.2594	-0.1137	-0.6836	0.019	0.021	0.0647
20	0.26	-0.1179	-0.6838	0.0188	0.0209	0.0639
21	0.2605	-0.1206	-0.6835	0.0188	0.021	0.0638
22	0.2604	-0.1225	-0.6836	0.0189	0.0212	0.0641
23	0.2615	-0.1239	-0.6839	0.0189	0.0212	0.064
24	0.2621	-0.1252	-0.6834	0.0188	0.0212	0.0638
25	0.2645	-0.1326	-0.683	0.018	0.0206	0.0608
26	0.2642	-0.1341	-0.6825	0.0184	0.0211	0.0621
27	0.2653	-0.1356	-0.6823	0.0184	0.0212	0.0622
28	0.2675	-0.1432	-0.6818	0.0184	0.0216	0.0621
29	0.2587	-0.1303	-0.6819	0.0177	0.0203	0.0601
30	0.2593	-0.1357	-0.6824	0.0182	0.0211	0.0618
31	0.2603	-0.1403	-0.6808	0.0182	0.0213	0.0616
32	0.2594	-0.1437	-0.6795	0.0183	0.0216	0.0617
33	0.2584	-0.145	-0.6803	0.0185	0.0219	0.0626
34	0.2593	-0.1486	-0.6796	0.0181	0.0217	0.0612
35	0.2617	-0.1526	-0.6801	0.018	0.0217	0.0608
36	0.2612	-0.1542	-0.6795	0.0177	0.0214	0.0597
37	0.2628	-0.1572	-0.6805	0.0182	0.0222	0.0616
38	0.2647	-0.1588	-0.6797	0.0183	0.0223	0.0615
39	0.2682	-0.1634	-0.6793	0.0179	0.0221	0.0601
40	0.248	-0.0756	-0.6844	0.0198	0.0205	0.068
41	0.2442	-0.0793	-0.6845	0.0193	0.0202	0.0665
42	0.2456	-0.0814	-0.6845	0.0192	0.0201	0.0661
43	0.2459	-0.0861	-0.6844	0.018	0.019	0.062

EK 5
5 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.2108	-0.0724	-0.6946	0.0195	0.0203	0.0684
2	0.211	-0.078	-0.6941	0.0191	0.0201	0.067
3	0.2113	-0.0805	-0.6938	0.0191	0.0202	0.0671
4	0.2115	-0.0843	-0.6938	0.0189	0.0201	0.0662
5	0.2117	-0.0877	-0.6941	0.0191	0.0204	0.0669
6	0.2107	-0.088	-0.6936	0.0191	0.0205	0.0671
7	0.2107	-0.0895	-0.6937	0.0191	0.0205	0.0671
8	0.2109	-0.0917	-0.6939	0.0188	0.0203	0.0661
9	0.2105	-0.0924	-0.6945	0.0189	0.0204	0.0662
10	0.2105	-0.0958	-0.6942	0.0188	0.0205	0.0661
11	0.212	-0.0961	-0.6938	0.0187	0.0203	0.0656
12	0.2147	-0.0989	-0.7001	0.0189	0.0207	0.067
13	0.2128	-0.1096	-0.6937	0.0185	0.0207	0.0648
14	0.2132	-0.113	-0.6935	0.0184	0.0207	0.0646
15	0.214	-0.1153	-0.6938	0.0183	0.0207	0.0642
16	0.2125	-0.1176	-0.6945	0.0182	0.0208	0.0641
17	0.2097	-0.1198	-0.6946	0.0185	0.0211	0.065
18	0.211	-0.1228	-0.6946	0.0183	0.0211	0.0645
19	0.1841	-0.0969	-0.7003	0.0188	0.0204	0.066
20	0.1831	-0.1008	-0.7006	0.0189	0.0206	0.0662
21	0.1815	-0.1075	-0.7009	0.0187	0.0207	0.0656
22	0.181	-0.1117	-0.701	0.0186	0.0207	0.0651
23	0.1814	-0.1178	-0.7009	0.0175	0.0198	0.0613
24	0.1804	-0.1197	-0.7004	0.0176	0.0199	0.0616
25	0.1816	-0.1222	-0.7008	0.0178	0.0203	0.0623
26	0.182	-0.1262	-0.7008	0.0182	0.0209	0.0637
27	0.1815	-0.1302	-0.7016	0.0181	0.021	0.0635
28	0.1811	-0.133	-0.7014	0.0182	0.0212	0.0637
29	0.1812	-0.1363	-0.7011	0.0181	0.0213	0.0634
30	0.1807	-0.1395	-0.7013	0.0179	0.0212	0.0628
31	0.178	-0.143	-0.7021	0.018	0.0215	0.0631
32	0.2661	-0.0599	-0.684	0.0193	0.0192	0.0652
33	0.2668	-0.0652	-0.6841	0.0201	0.0201	0.0677
34	0.2664	-0.0704	-0.6841	0.02	0.0202	0.0675
35	0.2654	-0.0729	-0.6846	0.02	0.0202	0.0675
36	0.2661	-0.0757	-0.6838	0.0198	0.0202	0.067
37	0.2662	-0.0776	-0.6842	0.0198	0.0202	0.0669
38	0.2652	-0.0789	-0.6844	0.0197	0.0202	0.0667
39	0.2641	-0.0818	-0.6848	0.02	0.0206	0.0676
40	0.2639	-0.0848	-0.6842	0.02	0.0207	0.0677
41	0.2633	-0.0861	-0.6846	0.0198	0.0206	0.0672
42	0.2633	-0.0885	-0.6846	0.0196	0.0204	0.0664
43	0.2639	-0.0928	-0.6847	0.0196	0.0206	0.0665

EK 6
6 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.1822	-0.0662	-0.6988	0.0196	0.0200	0.0683
2	0.1822	-0.0710	-0.6981	0.0194	0.0201	0.0678
3	0.1819	-0.0764	-0.6982	0.0194	0.0201	0.0675
4	0.1813	-0.0873	-0.6979	0.0196	0.0208	0.0683
5	0.1813	-0.0881	-0.6980	0.0194	0.0206	0.0675
6	0.1815	-0.0884	-0.6979	0.0193	0.0205	0.0673
7	0.1811	-0.0966	-0.6982	0.0190	0.0205	0.0662
8	0.1816	-0.0972	-0.6980	0.0189	0.0204	0.0659
9	0.1807	-0.0983	-0.6980	0.0189	0.0205	0.0660
10	0.1807	-0.0988	-0.6980	0.0189	0.0205	0.0658
11	0.1810	-0.0991	-0.6980	0.0188	0.0204	0.0657
12	0.1809	-0.1012	-0.6979	0.0192	0.0209	0.0669
13	0.1805	-0.1019	-0.6977	0.0190	0.0208	0.0663
14	0.1798	-0.1035	-0.6981	0.0188	0.0205	0.0653
15	0.1795	-0.1061	-0.6979	0.0193	0.0212	0.0673
16	0.1796	-0.0841	-0.7073	0.0014	0.0015	0.0049
17	0.1800	-0.0881	-0.7052	0.0020	0.0021	0.0070
18	0.1796	-0.0925	-0.7056	0.0031	0.0033	0.0109
19	0.1793	-0.0995	-0.7043	0.0075	0.0081	0.0263
20	0.1790	-0.1006	-0.7053	0.0071	0.0078	0.0251
21	0.1788	-0.1017	-0.7065	0.0064	0.0070	0.0225
22	0.1786	-0.1062	-0.7063	0.0101	0.0111	0.0355
23	0.1790	-0.1070	-0.7065	0.0099	0.0109	0.0349
24	0.1212	0.0610	-0.4701	0.1366	0.1268	0.2967
25	0.1781	-0.1090	-0.7065	0.0089	0.0099	0.0314
26	0.1783	-0.1097	-0.7059	0.0085	0.0094	0.0299
27	0.1780	-0.1107	-0.7076	0.0082	0.0091	0.0288
28	0.1775	-0.1131	-0.7089	0.0084	0.0094	0.0297
29	0.1773	-0.1141	-0.7081	0.0078	0.0087	0.0275
30	0.1769	-0.1155	-0.7071	0.0075	0.0084	0.0265
31	0.1742	-0.1283	-0.6998	0.0182	0.0209	0.0633
32	0.1731	-0.1309	-0.6996	0.0184	0.0212	0.0637
33	0.1718	-0.1358	-0.6994	0.0186	0.0217	0.0645
34	0.1714	-0.1400	-0.7002	0.0181	0.0213	0.0628
35	0.1703	-0.1435	-0.7006	0.0178	0.0212	0.0618
36	0.1694	-0.1464	-0.7008	0.0181	0.0216	0.0628
37	0.1693	-0.1475	-0.7006	0.0183	0.0219	0.0635
38	0.1678	-0.1502	-0.7010	0.0179	0.0216	0.0620
39	0.1659	-0.1535	-0.7015	0.0179	0.0217	0.0620
40	0.1653	-0.1553	-0.7024	0.0179	0.0218	0.0620
41	0.1657	-0.1568	-0.7025	0.0179	0.0218	0.0619
42	0.1803	-0.0875	-0.6984	0.0196	0.0208	0.0684

EK 7
7 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.1665	-0.0572	-0.7023	0.0202	0.0202	0.0701
2	0.1668	-0.0603	-0.7021	0.0199	0.0200	0.0690
3	0.1674	-0.0632	-0.7019	0.0198	0.0200	0.0686
4	0.1679	-0.0646	-0.7020	0.0197	0.0199	0.0681
5	0.1677	-0.0672	-0.7017	0.0198	0.0201	0.0684
6	0.1675	-0.0777	-0.7009	0.0195	0.0201	0.0675
7	0.1669	-0.0807	-0.7014	0.0193	0.0200	0.0668
8	0.1657	-0.0813	-0.7015	0.0193	0.0200	0.0668
9	0.1651	-0.0894	-0.7020	0.0192	0.0202	0.0663
10	0.1633	-0.0909	-0.7020	0.0193	0.0203	0.0667
11	0.1606	-0.0925	-0.7030	0.0193	0.0203	0.0665
12	0.1566	-0.0947	-0.7041	0.0193	0.0203	0.0663
13	0.1571	-0.1191	-0.7038	0.0194	0.0215	0.0666
14	0.1567	-0.1199	-0.7038	0.0194	0.0215	0.0665
15	0.1569	-0.1226	-0.7037	0.0189	0.0210	0.0648
16	0.1575	-0.1261	-0.7038	0.0192	0.0216	0.0659
17	0.1592	-0.1284	-0.7031	0.0186	0.0211	0.0639
18	0.1588	-0.1284	-0.7033	0.0186	0.0211	0.0640
19	0.1591	-0.1292	-0.7032	0.0186	0.0211	0.0640
20	0.1614	-0.1317	-0.7033	0.0188	0.0215	0.0648
21	0.1647	-0.1342	-0.7014	0.0183	0.0211	0.0631
22	0.1654	-0.1352	-0.7013	0.0181	0.0210	0.0626
23	0.1656	-0.1363	-0.7011	0.0180	0.0209	0.0622
24	0.1663	-0.1368	-0.7004	0.0180	0.0209	0.0620
25	0.1698	-0.1402	-0.7003	0.0180	0.0212	0.0624
26	0.1698	-0.1456	-0.7007	0.0180	0.0214	0.0623
27	0.2538	-0.0551	-0.6831	0.0199	0.0199	0.0680
28	0.2537	-0.0646	-0.6830	0.0198	0.0200	0.0675
29	0.2541	-0.0751	-0.6830	0.0196	0.0202	0.0668
30	0.2546	-0.0785	-0.6827	0.0192	0.0199	0.0655
31	0.2548	-0.0807	-0.6832	0.0198	0.0205	0.0673
32	0.2553	-0.0816	-0.6828	0.0195	0.0202	0.0663
33	0.2556	-0.0826	-0.6828	0.0195	0.0203	0.0665
34	0.2555	-0.0865	-0.6825	0.0193	0.0203	0.0658
35	0.2557	-0.0888	-0.6821	0.0195	0.0205	0.0662
36	0.2565	-0.0922	-0.6820	0.0192	0.0203	0.0653
37	0.2569	-0.0931	-0.6819	0.0192	0.0204	0.0653
38	0.2581	-0.0931	-0.6822	0.0192	0.0204	0.0653
39	0.2586	-0.0944	-0.6822	0.0192	0.0204	0.0653
40	0.2592	-0.1028	-0.6818	0.0190	0.0205	0.0645
41	0.2588	-0.1093	-0.6822	0.0182	0.0199	0.0619
42	0.2578	-0.1129	-0.6819	0.0189	0.0209	0.0643
43	0.2574	-0.1152	-0.6821	0.0187	0.0208	0.0637

EK 8
8 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.1817	-0.1022	-0.6975	0.0191	0.0208	0.0666
2	0.1826	-0.1045	-0.6970	0.0189	0.0207	0.0658
3	0.1834	-0.1059	-0.6964	0.0188	0.0207	0.0655
4	0.1839	-0.1094	-0.6964	0.0187	0.0207	0.0651
5	0.1849	-0.1106	-0.6960	0.0184	0.0205	0.0643
6	0.1853	-0.1113	-0.6959	0.0185	0.0206	0.0644
7	0.1852	-0.1146	-0.6959	0.0184	0.0207	0.0642
8	0.1856	-0.1154	-0.6962	0.0184	0.0207	0.0642
9	0.1857	-0.1167	-0.6965	0.0182	0.0206	0.0636
10	0.1851	-0.1184	-0.6961	0.0182	0.0205	0.0633
11	0.1853	-0.1251	-0.6962	0.0182	0.0209	0.0636
12	0.1851	-0.1257	-0.6964	0.0182	0.0209	0.0635
13	0.1851	-0.1297	-0.6963	0.0181	0.0210	0.0630
14	0.1853	-0.1305	-0.6964	0.0180	0.0209	0.0627
15	0.1854	-0.1322	-0.6965	0.0179	0.0208	0.0623
16	0.1833	-0.1376	-0.6974	0.0182	0.0215	0.0634
17	0.1828	-0.1392	-0.6971	0.0182	0.0216	0.0636
18	0.1828	-0.1415	-0.6974	0.0180	0.0214	0.0628
19	0.1829	-0.1430	-0.6974	0.0181	0.0216	0.0630
20	0.1827	-0.1439	-0.6972	0.0182	0.0218	0.0635
21	0.1812	-0.1474	-0.6972	0.0179	0.0216	0.0624
22	0.1604	-0.1393	-0.7026	0.0185	0.0215	0.0637
23	0.1608	-0.1409	-0.7027	0.0182	0.0213	0.0628
24	0.1614	-0.1410	-0.7023	0.0182	0.0213	0.0627
25	0.1619	-0.1436	-0.7016	0.0182	0.0214	0.0625
26	0.1624	-0.1437	-0.7016	0.0181	0.0213	0.0622
27	0.1626	-0.1455	-0.7015	0.0182	0.0215	0.0627
28	0.1617	-0.1464	-0.7022	0.0178	0.0211	0.0614
29	0.1622	-0.1614	-0.7021	0.0177	0.0218	0.0612
30	0.1627	-0.1628	-0.7023	0.0177	0.0219	0.0611
31	0.1631	-0.1672	-0.7026	0.0178	0.0223	0.0616
32	0.2461	-0.0572	-0.6822	0.0197	0.0199	0.0675
33	0.2490	-0.0613	-0.6814	0.0197	0.0199	0.0671
34	0.2487	-0.0619	-0.6819	0.0196	0.0198	0.0669
35	0.2505	-0.0683	-0.6817	0.0196	0.0200	0.0667
36	0.2512	-0.0790	-0.6819	0.0194	0.0201	0.0661
37	0.2511	-0.0827	-0.6818	0.0194	0.0203	0.0662
38	0.2514	-0.0832	-0.6818	0.0193	0.0201	0.0657
39	0.2517	-0.0860	-0.6818	0.0192	0.0202	0.0656
40	0.2515	-0.0921	-0.6817	0.0191	0.0203	0.0651
41	0.2510	-0.0935	-0.6819	0.0191	0.0203	0.0651
42	0.2510	-0.0990	-0.6822	0.0189	0.0204	0.0645
43	0.2514	-0.1047	-0.6820	0.0189	0.0206	0.0645

EK 9
9 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.1690	-0.0843	-0.7018	0.0197	0.0206	0.0683
2	0.1693	-0.0863	-0.7018	0.0196	0.0206	0.0681
3	0.1699	-0.0873	-0.7014	0.0194	0.0204	0.0674
4	0.1699	-0.0905	-0.7012	0.0193	0.0204	0.0670
5	0.1704	-0.0931	-0.7012	0.0194	0.0206	0.0673
6	0.1709	-0.0947	-0.7007	0.0190	0.0203	0.0658
7	0.1715	-0.0973	-0.7009	0.0192	0.0206	0.0668
8	0.1714	-0.0992	-0.7005	0.0190	0.0204	0.0658
9	0.1705	-0.1070	-0.6998	0.0188	0.0206	0.0652
10	0.1705	-0.1090	-0.6999	0.0189	0.0208	0.0655
11	0.1707	-0.1106	-0.7004	0.0187	0.0206	0.0649
12	0.1700	-0.1139	-0.7000	0.0186	0.0206	0.0644
13	0.1682	-0.1175	-0.7009	0.0184	0.0206	0.0638
14	0.1665	-0.1195	-0.7013	0.0185	0.0208	0.0641
15	0.1655	-0.1205	-0.7009	0.0186	0.0209	0.0644
16	0.1654	-0.1213	-0.7011	0.0184	0.0207	0.0636
17	0.1621	-0.1245	-0.7029	0.0189	0.0213	0.0652
18	0.1621	-0.1264	-0.7029	0.0189	0.0214	0.0651
19	0.1626	-0.1287	-0.7026	0.0186	0.0212	0.0642
20	0.1631	-0.1319	-0.7022	0.0185	0.0212	0.0637
21	0.1637	-0.1338	-0.7019	0.0184	0.0212	0.0636
22	0.1640	-0.1364	-0.7017	0.0179	0.0207	0.0616
23	0.1650	-0.1436	-0.7020	0.0184	0.0217	0.0636
24	0.1653	-0.1462	-0.7018	0.0183	0.0217	0.0632
25	0.1654	-0.1482	-0.7019	0.0181	0.0217	0.0627
26	0.1660	-0.1509	-0.7013	0.0180	0.0216	0.0622
27	0.1665	-0.1564	-0.7008	0.0178	0.0217	0.0616
28	0.1887	-0.0847	-0.6966	0.0192	0.0204	0.0673
29	0.1894	-0.0919	-0.6969	0.0189	0.0203	0.0663
30	0.1899	-0.0947	-0.6967	0.0190	0.0205	0.0663
31	0.1891	-0.0976	-0.6968	0.0188	0.0204	0.0658
32	0.1887	-0.1031	-0.6960	0.0181	0.0199	0.0633
33	0.1898	-0.1049	-0.6952	0.0177	0.0195	0.0616
34	0.1900	-0.1120	-0.6962	0.0180	0.0202	0.0630
35	0.1888	-0.1083	-0.6959	0.0183	0.0203	0.0638
36	0.1876	-0.1119	-0.6957	0.0180	0.0201	0.0628
37	0.1874	-0.1164	-0.6957	0.0179	0.0202	0.0624
38	0.1812	-0.1200	-0.6952	0.0178	0.0202	0.0618
39	0.1787	-0.1260	-0.6986	0.0180	0.0207	0.0628
40	0.1781	-0.1298	-0.6985	0.0178	0.0206	0.0620
41	0.1766	-0.1329	-0.6986	0.0181	0.0210	0.0628
42	0.1764	-0.1397	-0.6991	0.0178	0.0210	0.0620
43	0.1742	-0.1443	-0.7001	0.0178	0.0212	0.0618

EK 10
10 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.1978	-0.0541	-0.6947	0.0194	0.0197	0.0680
2	0.1981	-0.0555	-0.6952	0.0196	0.0199	0.0687
3	0.1979	-0.0571	-0.6950	0.0197	0.0200	0.0688
4	0.1987	-0.0585	-0.6951	0.0197	0.0201	0.0689
5	0.1995	-0.0596	-0.6950	0.0196	0.0200	0.0687
6	0.2001	-0.0601	-0.6947	0.0197	0.0202	0.0692
7	0.2005	-0.0609	-0.6942	0.0196	0.0200	0.0685
8	0.2010	-0.0638	-0.6939	0.0193	0.0199	0.0677
9	0.2017	-0.0651	-0.6934	0.0190	0.0196	0.0666
10	0.2023	-0.0685	-0.6930	0.0194	0.0201	0.0679
11	0.2033	-0.0700	-0.6923	0.0190	0.0198	0.0665
12	0.2059	-0.0718	-0.6925	0.0193	0.0201	0.0676
13	0.2067	-0.0746	-0.6927	0.0190	0.0199	0.0666
14	0.2083	-0.0769	-0.6920	0.0194	0.0204	0.0678
15	0.2090	-0.0787	-0.6921	0.0190	0.0201	0.0667
16	0.2122	-0.0798	-0.6902	0.0187	0.0197	0.0652
17	0.2128	-0.0810	-0.6907	0.0188	0.0199	0.0658
18	0.2132	-0.0841	-0.6910	0.0190	0.0203	0.0666
19	0.2135	-0.0846	-0.6911	0.0190	0.0203	0.0666
20	0.2137	-0.0860	-0.6910	0.0190	0.0203	0.0665
21	0.2131	-0.0863	-0.6907	0.0191	0.0204	0.0667
22	0.2134	-0.0878	-0.6909	0.0193	0.0206	0.0674
23	0.2139	-0.0882	-0.6913	0.0193	0.0207	0.0674
24	0.2135	-0.0886	-0.6912	0.0192	0.0206	0.0673
25	0.2136	-0.0906	-0.6912	0.0188	0.0203	0.0658
26	0.2133	-0.0911	-0.6913	0.0188	0.0203	0.0659
27	0.2142	-0.0917	-0.6905	0.0189	0.0204	0.0661
28	0.2157	-0.0936	-0.6902	0.0189	0.0204	0.0659
29	0.2164	-0.0965	-0.6900	0.0189	0.0206	0.0659
30	0.2170	-0.0982	-0.6902	0.0190	0.0208	0.0665
31	0.2141	-0.0954	-0.6909	0.0186	0.0202	0.0651
32	0.2162	-0.0999	-0.6904	0.0186	0.0204	0.0649
33	0.2170	-0.1019	-0.6905	0.0186	0.0204	0.0649
34	0.2168	-0.1030	-0.6908	0.0185	0.0205	0.0648
35	0.2163	-0.1040	-0.6912	0.0182	0.0201	0.0635
36	0.2164	-0.1058	-0.6911	0.0181	0.0201	0.0635
37	0.2168	-0.1066	-0.6917	0.0184	0.0205	0.0644
38	0.2164	-0.1069	-0.6916	0.0184	0.0205	0.0644
39	0.2166	-0.1080	-0.6917	0.0185	0.0206	0.0646
40	0.2170	-0.1088	-0.6919	0.0185	0.0206	0.0646
41	0.2171	-0.1101	-0.6919	0.0181	0.0203	0.0636
42	0.2179	-0.1079	-0.6918	0.0184	0.0206	0.0646
43	0.2185	-0.1098	-0.6914	0.0182	0.0203	0.0636

EK 11
11 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.1842	-0.0847	-0.7642	0.0008	0.0008	0.0030
2	0.1854	-0.0838	-0.7637	0.0008	0.0008	0.0029
3	0.1866	-0.0837	-0.7633	0.0008	0.0008	0.0030
4	0.1878	-0.0831	-0.7635	0.0008	0.0009	0.0031
5	0.1899	-0.0831	-0.7630	0.0008	0.0008	0.0029
6	0.1936	-0.0808	-0.7623	0.0009	0.0009	0.0034
7	0.1951	-0.0797	-0.7616	0.0007	0.0008	0.0027
8	0.2001	-0.0781	-0.7600	0.0006	0.0007	0.0025
9	0.2049	-0.0781	-0.7604	0.0007	0.0008	0.0029
10	0.2286	-0.0647	-0.7549	0.0002	0.0003	0.0009
11	0.2286	-0.0672	-0.7556	0.0007	0.0007	0.0026
12	0.2291	-0.0687	-0.7560	0.0005	0.0006	0.0021
13	0.2297	-0.0730	-0.7564	0.0005	0.0005	0.0018
14	0.2300	-0.0764	-0.7561	0.0006	0.0007	0.0024
15	0.2306	-0.0820	-0.7556	0.0008	0.0009	0.0032
16	0.2307	-0.0855	-0.7560	0.0008	0.0008	0.0029
17	0.2314	-0.0881	-0.7558	0.0008	0.0008	0.0029
18	0.2313	-0.0898	-0.7555	0.0006	0.0006	0.0023
19	0.2309	-0.0906	-0.7559	0.0007	0.0008	0.0027
20	0.2312	-0.0940	-0.7558	0.0009	0.0010	0.0034
21	0.2314	-0.0968	-0.7555	0.0008	0.0009	0.0031
22	0.2318	-0.0986	-0.7560	0.0008	0.0009	0.0030
23	0.2336	-0.0828	-0.7547	0.0006	0.0007	0.0025
24	0.2380	-0.0828	-0.7534	0.0008	0.0008	0.0030
25	0.2392	-0.0838	-0.7541	0.0007	0.0008	0.0028
26	0.2415	-0.0836	-0.7536	0.0007	0.0007	0.0025
27	0.2430	-0.0846	-0.7530	0.0007	0.0007	0.0025
28	0.2432	-0.0862	-0.7529	0.0006	0.0007	0.0023
29	0.2446	-0.0864	-0.7519	0.0007	0.0007	0.0025
30	0.2463	-0.0860	-0.7513	0.0006	0.0007	0.0024
31	0.2521	-0.0857	-0.7520	0.0007	0.0008	0.0027
32	0.2540	-0.0857	-0.7507	0.0007	0.0007	0.0025
33	0.2584	-0.0834	-0.7511	0.0005	0.0005	0.0019
34	0.2608	-0.0831	-0.7507	0.0006	0.0006	0.0022
35	0.2671	-0.0827	-0.7498	0.0006	0.0006	0.0023
36	0.2702	-0.0821	-0.7486	0.0006	0.0007	0.0023
37	0.2723	-0.0806	-0.7497	0.0007	0.0007	0.0025
38	0.2771	-0.0856	-0.7498	0.0004	0.0004	0.0016
39	0.2781	-0.0897	-0.7499	0.0006	0.0007	0.0023
40	0.2796	-0.0921	-0.7492	0.0006	0.0006	0.0022
41	0.2797	-0.0961	-0.7485	0.0011	0.0011	0.0040
42	0.2976	-0.0650	-0.7509	0.0004	0.0004	0.0015
43	0.2974	-0.0680	-0.7505	0.0007	0.0007	0.0024

EK 12
12 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.2007	-0.0772	-0.7640	0.0009	0.0009	0.0034
2	0.2027	-0.0890	-0.7632	0.0011	0.0012	0.0041
3	0.2037	-0.0909	-0.7628	0.0009	0.0010	0.0037
4	0.2032	-0.0925	-0.7633	0.0007	0.0008	0.0027
5	0.2042	-0.0948	-0.7632	0.0009	0.0010	0.0034
6	0.2052	-0.0998	-0.7634	0.0007	0.0007	0.0026
7	0.2055	-0.1035	-0.7629	0.0008	0.0009	0.0030
8	0.2055	-0.1080	-0.7630	0.0008	0.0009	0.0033
9	0.2059	-0.1083	-0.7628	0.0009	0.0010	0.0035
10	0.2062	-0.1147	-0.7628	0.0010	0.0012	0.0039
11	0.2074	-0.1182	-0.7625	0.0010	0.0011	0.0037
12	0.2077	-0.1205	-0.7625	0.0010	0.0012	0.0039
13	0.2087	-0.1261	-0.7623	0.0011	0.0012	0.0041
14	0.2089	-0.1283	-0.7624	0.0007	0.0008	0.0027
15	0.2100	-0.1297	-0.7621	0.0011	0.0013	0.0042
16	0.2045	-0.1218	-0.7640	0.0008	0.0009	0.0029
17	0.2046	-0.1266	-0.7634	0.0009	0.0011	0.0037
18	0.2046	-0.1291	-0.7632	0.0010	0.0012	0.0040
19	0.2043	-0.1305	-0.7632	0.0009	0.0011	0.0036
20	0.2045	-0.1319	-0.7630	0.0009	0.0010	0.0034
21	0.2044	-0.1330	-0.7634	0.0010	0.0012	0.0039
22	0.2046	-0.1345	-0.7633	0.0012	0.0015	0.0047
23	0.2044	-0.1355	-0.7632	0.0013	0.0015	0.0049
24	0.2047	-0.1366	-0.7633	0.0011	0.0014	0.0044
25	0.2048	-0.1390	-0.7632	0.0011	0.0013	0.0042
26	0.2040	-0.1400	-0.7635	0.0012	0.0014	0.0045
27	0.2036	-0.1419	-0.7632	0.0013	0.0016	0.0050
28	0.2065	-0.1342	-0.7628	0.0012	0.0014	0.0046
29	0.2070	-0.1353	-0.7620	0.0013	0.0015	0.0049
30	0.2067	-0.1372	-0.7622	0.0012	0.0014	0.0045
31	0.2055	-0.1395	-0.7627	0.0012	0.0015	0.0048
32	0.2045	-0.1416	-0.7630	0.0012	0.0014	0.0045
33	0.2044	-0.1423	-0.7621	0.0012	0.0014	0.0045
34	0.1986	-0.1480	-0.7636	0.0013	0.0016	0.0049
35	0.1990	-0.1514	-0.7644	0.0014	0.0017	0.0052
36	0.1984	-0.1561	-0.7639	0.0012	0.0015	0.0045
37	0.1969	-0.1618	-0.7638	0.0014	0.0018	0.0054
38	0.1996	-0.1672	-0.7639	0.0014	0.0018	0.0054
39	0.1984	-0.1702	-0.7634	0.0013	0.0017	0.0051
40	0.2002	-0.1728	-0.7638	0.0016	0.0020	0.0060
41	0.2001	-0.1759	-0.7644	0.0013	0.0017	0.0051
41	0.2001	-0.1759	-0.7644	0.0013	0.0017	0.0051
42	0.2029	-0.1790	-0.7646	0.0015	0.0020	0.0059

EK 13
13 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.1845	-0.0764	-0.7677	0.0007	0.0007	0.0025
2	0.1838	-0.0818	-0.7676	0.0006	0.0007	0.0025
3	0.1837	-0.0832	-0.7676	0.0009	0.0009	0.0033
4	0.1840	-0.0846	-0.7671	0.0008	0.0009	0.0032
5	0.1842	-0.0873	-0.7665	0.0008	0.0009	0.0031
6	0.1836	-0.0906	-0.7661	0.0008	0.0008	0.0030
7	0.1842	-0.0974	-0.7657	0.0009	0.0010	0.0036
8	0.2838	-0.0666	-0.7506	0.0004	0.0003	0.0013
9	0.2795	-0.0702	-0.7519	0.0008	0.0008	0.0028
10	0.2764	-0.0731	-0.7498	0.0006	0.0006	0.0022
11	0.2746	-0.0749	-0.7488	0.0004	0.0004	0.0013
12	0.2733	-0.0774	-0.7499	0.0002	0.0002	0.0009
13	0.2723	-0.0799	-0.7494	0.0003	0.0003	0.0010
14	0.2720	-0.0807	-0.7497	0.0004	0.0004	0.0016
15	0.2709	-0.0829	-0.7517	0.0006	0.0007	0.0023
16	0.2694	-0.0842	-0.7521	0.0007	0.0007	0.0025
17	0.2683	-0.0844	-0.7521	0.0007	0.0007	0.0025
18	0.2664	-0.0837	-0.7509	0.0006	0.0006	0.0023
19	0.2643	-0.0827	-0.7511	0.0005	0.0005	0.0017
20	0.2629	-0.0814	-0.7504	0.0006	0.0006	0.0023
21	0.2613	-0.0824	-0.7510	0.0007	0.0007	0.0024
22	0.2602	-0.0828	-0.7508	0.0007	0.0007	0.0024
23	0.2586	-0.0812	-0.7519	0.0005	0.0005	0.0018
24	0.2581	-0.0798	-0.7518	0.0004	0.0004	0.0016
25	0.2562	-0.0792	-0.7518	0.0005	0.0005	0.0020
26	0.2551	-0.0776	-0.7524	0.0004	0.0005	0.0017
27	0.2560	-0.0733	-0.7511	0.0008	0.0009	0.0031
28	0.2549	-0.0707	-0.7522	0.0004	0.0004	0.0014
29	0.2526	-0.0694	-0.7523	0.0004	0.0005	0.0016
30	0.2513	-0.0697	-0.7529	0.0006	0.0006	0.0023
31	0.2503	-0.0714	-0.7531	0.0005	0.0005	0.0017
32	0.2463	-0.0689	-0.7537	0.0006	0.0006	0.0022
33	0.2446	-0.0700	-0.7539	0.0004	0.0004	0.0016
34	0.2428	-0.0695	-0.7537	0.0005	0.0006	0.0020
35	0.2402	-0.0720	-0.7549	0.0006	0.0006	0.0021
36	0.2393	-0.0713	-0.7549	0.0006	0.0006	0.0023
37	0.2380	-0.0717	-0.7551	0.0005	0.0005	0.0020
38	0.2338	-0.0689	-0.7567	0.0006	0.0006	0.0022
39	0.2301	-0.0715	-0.7563	0.0005	0.0005	0.0018
40	0.2297	-0.0694	-0.7570	0.0004	0.0004	0.0015
41	0.2276	-0.0694	-0.7555	0.0005	0.0005	0.0019
42	0.2265	-0.0704	-0.7561	0.0004	0.0004	0.0015
43	0.2269	-0.0722	-0.7564	0.0006	0.0006	0.0022

EK 14
14 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.1916	-0.0891	-0.7655	0.0008	0.0009	0.0031
2	0.1920	-0.0930	-0.7660	0.0008	0.0008	0.0030
3	0.1921	-0.0990	-0.7653	0.0010	0.0011	0.0038
4	0.1923	-0.0994	-0.7655	0.0009	0.0010	0.0034
5	0.1926	-0.1015	-0.7654	0.0009	0.0010	0.0036
6	0.1923	-0.1036	-0.7652	0.0006	0.0007	0.0025
7	0.1922	-0.1061	-0.7653	0.0011	0.0012	0.0042
8	0.1918	-0.1064	-0.7652	0.0010	0.0011	0.0040
9	0.1914	-0.1058	-0.7651	0.0012	0.0013	0.0045
10	0.1917	-0.1024	-0.7654	0.0009	0.0009	0.0033
11	0.1919	-0.1008	-0.7652	0.0009	0.0010	0.0036
12	0.1916	-0.0995	-0.7653	0.0009	0.0010	0.0035
13	0.1915	-0.0988	-0.7654	0.0010	0.0011	0.0039
14	0.1910	-0.0928	-0.7655	0.0007	0.0007	0.0026
15	0.1906	-0.0889	-0.7654	0.0008	0.0009	0.0032
16	0.1905	-0.1067	-0.7654	0.0007	0.0008	0.0026
17	0.1908	-0.1133	-0.7659	0.0009	0.0011	0.0036
18	0.1913	-0.1144	-0.7653	0.0012	0.0013	0.0045
19	0.1919	-0.1194	-0.7657	0.0011	0.0012	0.0042
20	0.1907	-0.1205	-0.7656	0.0011	0.0012	0.0042
21	0.1917	-0.1247	-0.7652	0.0012	0.0014	0.0045
22	0.1920	-0.1267	-0.7652	0.0011	0.0013	0.0043
23	0.1927	-0.1339	-0.7656	0.0013	0.0015	0.0048
24	0.1936	-0.1368	-0.7662	0.0014	0.0016	0.0053
25	0.1939	-0.1400	-0.7665	0.0020	0.0024	0.0077
26	0.2363	-0.0662	-0.7575	0.0004	0.0005	0.0017
27	0.2402	-0.0696	-0.7573	0.0003	0.0003	0.0013
28	0.2397	-0.0712	-0.7568	0.0005	0.0005	0.0017
29	0.2398	-0.0734	-0.7566	0.0007	0.0007	0.0027
30	0.2407	-0.0755	-0.7563	0.0006	0.0006	0.0023
31	0.2408	-0.0796	-0.7565	0.0007	0.0007	0.0026
32	0.2415	-0.0808	-0.7566	0.0006	0.0006	0.0022
33	0.2413	-0.0825	-0.7562	0.0006	0.0006	0.0021
34	0.2439	-0.0882	-0.7559	0.0006	0.0006	0.0023
35	0.2437	-0.0885	-0.7558	0.0006	0.0006	0.0023
36	0.2454	-0.0913	-0.7555	0.0007	0.0007	0.0025
37	0.2445	-0.0935	-0.7558	0.0008	0.0009	0.0031
38	0.2444	-0.1007	-0.7557	0.0008	0.0008	0.0029
39	0.2449	-0.1016	-0.7552	0.0010	0.0011	0.0038
40	0.2454	-0.1052	-0.7557	0.0004	0.0005	0.0016
41	0.2466	-0.1062	-0.7549	0.0009	0.0010	0.0034
42	0.2469	-0.1090	-0.7551	0.0008	0.0009	0.0031
43	0.2472	-0.1109	-0.7551	0.0009	0.0010	0.0035

EK 15
15 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.1142	-0.0539	-0.8026	0.0476	0.0445	0.1751
2	0.1166	-0.0589	-0.8037	0.0473	0.0447	0.1749
3	0.1162	-0.0647	-0.8037	0.0474	0.0452	0.1751
4	0.1158	-0.0682	-0.8041	0.0472	0.0452	0.1746
5	0.1173	-0.0726	-0.8041	0.0472	0.0456	0.1749
6	0.1175	-0.0766	-0.8043	0.0470	0.0457	0.1741
7	0.1187	-0.0801	-0.8050	0.0466	0.0458	0.1734
8	0.1200	-0.0825	-0.8054	0.0466	0.0460	0.1736
9	0.1213	-0.0825	-0.8050	0.0464	0.0459	0.1734
10	0.1226	-0.0849	-0.8043	0.0463	0.0461	0.1729
11	0.1236	-0.0859	-0.8046	0.0462	0.0461	0.1730
12	0.1239	-0.0866	-0.8045	0.0462	0.0462	0.1730
13	0.1237	-0.0910	-0.8049	0.0460	0.0465	0.1726
14	0.1240	-0.0943	-0.8051	0.0459	0.0466	0.1722
15	0.1244	-0.0962	-0.8053	0.0459	0.0468	0.1721
16	0.1261	-0.0982	-0.8053	0.0456	0.0468	0.1716
17	0.1260	-0.0987	-0.8053	0.0456	0.0469	0.1716
18	0.1259	-0.1021	-0.8057	0.0455	0.0470	0.1712
19	0.1264	-0.1051	-0.8057	0.0452	0.0471	0.1704
20	0.1267	-0.1073	-0.8058	0.0453	0.0474	0.1708
21	0.1279	-0.1083	-0.8054	0.0452	0.0475	0.1707
22	0.1300	-0.1106	-0.8058	0.0450	0.0477	0.1706
23	0.1323	-0.1125	-0.8057	0.0448	0.0478	0.1703
24	0.1342	-0.1145	-0.8059	0.0446	0.0480	0.1702
25	0.1347	-0.1162	-0.8060	0.0445	0.0481	0.1698
26	0.1355	-0.1178	-0.8062	0.0444	0.0481	0.1696
27	0.1371	-0.1189	-0.8059	0.0442	0.0482	0.1693
28	0.1374	-0.1215	-0.8061	0.0442	0.0485	0.1695
29	0.1396	-0.1260	-0.8064	0.0439	0.0488	0.1689
30	0.1399	-0.1333	-0.8070	0.0437	0.0494	0.1683
31	0.1403	-0.1364	-0.8072	0.0436	0.0497	0.1681
32	0.1406	-0.1415	-0.8076	0.0434	0.0501	0.1674
33	0.1427	-0.1447	-0.8076	0.0433	0.0504	0.1674
35	0.1454	-0.1484	-0.8077	0.0431	0.0508	0.1672
38	0.1470	-0.1517	-0.8076	0.0429	0.0511	0.1668
39	0.1479	-0.1538	-0.8075	0.0427	0.0512	0.1663
40	0.1498	-0.1593	-0.8092	0.0425	0.0517	0.1660
41	0.1326	-0.1146	-0.8061	0.0448	0.0481	0.1705
42	0.1332	-0.1165	-0.8063	0.0446	0.0481	0.1701
43	0.1342	-0.1178	-0.8058	0.0444	0.0481	0.1692

EK 16
16 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.0998	-0.0780	-0.8011	0.0479	0.0453	0.1712
2	0.0992	-0.0811	-0.8016	0.0479	0.0455	0.1711
3	0.1239	0.3256	-0.7594	0.5243	0.8965	1.9077
5	0.0994	-0.0883	-0.8021	0.0481	0.0463	0.1722
6	0.1010	-0.0905	-0.8023	0.0476	0.0461	0.1707
7	0.1011	-0.0916	-0.8026	0.0474	0.0460	0.1701
8	0.1035	-0.0946	-0.8027	0.0471	0.0462	0.1698
9	0.1041	-0.0958	-0.8027	0.0471	0.0464	0.1702
10	0.1039	-0.0970	-0.8028	0.0471	0.0465	0.1702
11	0.1020	-0.1024	-0.8033	0.0469	0.0467	0.1690
12	0.1007	-0.1041	-0.8039	0.0470	0.0467	0.1688
13	0.1003	-0.1063	-0.8036	0.0471	0.0470	0.1690
14	0.1004	-0.1082	-0.8032	0.0469	0.0471	0.1684
15	0.1014	-0.1151	-0.8038	0.0466	0.0475	0.1677
16	0.1022	-0.1159	-0.8040	0.0466	0.0477	0.1681
17	0.1031	-0.1179	-0.8037	0.0464	0.0477	0.1674
18	0.1034	-0.1218	-0.8040	0.0462	0.0480	0.1670
19	0.1031	-0.1229	-0.8043	0.0463	0.0482	0.1672
20	0.1028	-0.1263	-0.8043	0.0464	0.0486	0.1674
21	0.1032	-0.1269	-0.8044	0.0462	0.0485	0.1670
22	0.1025	-0.1318	-0.8047	0.0460	0.0488	0.1661
23	0.1023	-0.1337	-0.8051	0.0460	0.0489	0.1659
24	0.1030	-0.1352	-0.8046	0.0459	0.0491	0.1657
25	0.1040	-0.1390	-0.8061	0.0457	0.0494	0.1655
26	0.1038	-0.1401	-0.8056	0.0456	0.0494	0.1652
27	0.1035	-0.1410	-0.8056	0.0456	0.0495	0.1651
28	0.1041	-0.1418	-0.8056	0.0456	0.0496	0.1653
29	0.1043	-0.1475	-0.8057	0.0454	0.0501	0.1644
30	0.1045	-0.1514	-0.8064	0.0450	0.0502	0.1635
31	0.1047	-0.1536	-0.8066	0.0453	0.0507	0.1644
32	0.1063	-0.1545	-0.8061	0.0450	0.0507	0.1639
33	0.1071	-0.1669	-0.8068	0.0445	0.0518	0.1625
34	0.1070	-0.1701	-0.8069	0.0446	0.0523	0.1628
35	0.1075	-0.1706	-0.8069	0.0446	0.0523	0.1627
36	0.1071	-0.1796	-0.8076	0.0440	0.0528	0.1607
37	0.1073	-0.1729	-0.8070	0.0445	0.0525	0.1625
38	0.1031	-0.1717	-0.8068	0.0447	0.0522	0.1620
39	0.1003	-0.1720	-0.8070	0.0449	0.0522	0.1620
40	0.0978	-0.1719	-0.8075	0.0451	0.0522	0.1620
41	0.0967	-0.1720	-0.8074	0.0452	0.0522	0.1620
42	0.0932	-0.1728	-0.8072	0.0455	0.0523	0.1618
43	0.0923	-0.1045	-0.8042	0.0477	0.0468	0.1689

EK 17
17 NUMARALI NUMUNEDE HESAPLANAN KOORDİNATLAR

Nokta No	X(m)	Y(m)	Z(m)	Sigma X	Sigma Y	Sigma Z
1	0.0894	-0.1020	-0.8050	0.0479	0.0465	0.1688
2	0.0938	-0.1042	-0.8028	0.0476	0.0467	0.1685
3	0.0965	-0.1068	-0.8041	0.0472	0.0469	0.1684
4	0.0976	-0.1113	-0.8036	0.0467	0.0469	0.1666
5	0.0986	-0.1160	-0.8041	0.0469	0.0477	0.1679
6	0.0989	-0.1198	-0.8038	0.0467	0.0479	0.1672
7	0.0996	-0.1269	-0.8045	0.0462	0.0482	0.1657
8	0.1008	-0.1282	-0.8042	0.0459	0.0482	0.1652
9	0.1019	-0.1321	-0.8051	0.0458	0.0485	0.1651
10	0.1021	-0.1337	-0.8049	0.0458	0.0488	0.1654
11	0.1018	-0.1359	-0.8048	0.0460	0.0492	0.1658
12	0.1021	-0.1340	-0.8050	0.0460	0.0490	0.1660
13	0.1079	-0.1335	-0.8042	0.0455	0.0489	0.1658
14	0.1084	-0.1344	-0.8044	0.0454	0.0489	0.1655
15	0.1070	-0.1383	-0.8042	0.0449	0.0487	0.1633
16	0.1074	-0.1433	-0.8052	0.0453	0.0498	0.1650
17	0.1081	-0.1449	-0.8049	0.0451	0.0498	0.1646
20	0.1087	-0.1473	-0.8049	0.0455	0.0506	0.1663
21	0.1100	-0.1498	-0.8068	0.0451	0.0506	0.1654
22	0.1114	-0.1509	-0.8063	0.0446	0.0503	0.1640
23	0.1123	-0.1543	-0.8061	0.0446	0.0508	0.1643
24	0.1138	-0.1552	-0.8060	0.0446	0.0510	0.1646
25	0.1147	-0.1566	-0.8062	0.0444	0.0510	0.1642
26	0.1161	-0.1593	-0.8073	0.0442	0.0512	0.1639
27	0.1170	-0.1606	-0.8064	0.0442	0.0515	0.1641
28	0.1173	-0.1618	-0.8067	0.0441	0.0515	0.1638
29	0.1179	-0.1623	-0.8072	0.0442	0.0518	0.1644
30	0.1184	-0.1653	-0.8077	0.0441	0.0520	0.1642
31	0.1191	-0.1695	-0.8086	0.0439	0.0525	0.1640
32	0.1172	-0.1727	-0.8066	0.0437	0.0524	0.1622
33	0.1160	-0.1780	-0.8079	0.0440	0.0534	0.1635
14	0.1084	-0.1344	-0.8044	0.0454	0.0489	0.1655
34	0.1130	-0.1332	-0.8035	0.0449	0.0487	0.1649
35	0.1149	-0.1336	-0.8040	0.0450	0.0489	0.1658
36	0.1170	-0.1335	-0.8037	0.0449	0.0490	0.1660
37	0.1253	-0.1323	-0.8023	0.0445	0.0491	0.1665
38	0.1256	-0.1300	-0.8032	0.0445	0.0489	0.1670
39	0.1359	-0.1287	-0.8018	0.0438	0.0487	0.1666
40	0.1372	-0.1225	-0.8014	0.0442	0.0485	0.1682
41	0.1374	-0.1208	-0.8012	0.0439	0.0480	0.1672
42	0.1371	-0.1199	-0.8015	0.0439	0.0480	0.1673
43	0.1380	-0.1188	-0.8013	0.0440	0.0480	0.1677