

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU DEPOLARINDA RİJİTLİK FREKANS İLİŞKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet ERTUGRUL

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Eylül 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU DEPOLARINDA RİJİTLİK FREKANS İLİŞKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mehmet ERTUGRUL
(501121033)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Abdul HAYIR

Eylül 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501121033 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Mehmet ERTUGRUL, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “SU DEPOLARINDA RİJİTLİK FREKANS İLİŞKİSİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Abdul HAYIR**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Teoman ÖZER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İrfan COŞKUN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **06 Eylül 2016**
Savunma Tarihi : **26 Eylül 2016**

Eşime,

ÖNSÖZ

Bu çalışmamızda su depolarının aynı yük altında değişik rijitliklerde frekansı incelenip, çeşitli sonuçlar elde edilmiştir.

Öncelikle bütün tez çalışmalarında bana hiçbir konuda yardımı esirgemeyen tez danışmanım Prof. Dr. Abdul HAYIR'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmalarım esnasında bana bir çok konuda yardımcı olan sevgili arkadaşım, Harun SÖNMEZ'e ve bu süreçte benden manevi desteğini esirgemeyen sevgili eşime teşekkürü borç bilirim.

Eylül 2016

Mehmet ERTUGRUL
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Rijitlik.....	1
1.2 Periyot.....	3
1.3 Frekans.....	3
1.4 Periyot, Kütle ve Rijitlik İlişkisi.....	3
2. MODELLEMELER.....	5
2.1 Model 1.....	5
2.1.1 Yapıda bulunan kesitler.....	5
2.1.2 Yapı yük tipleri	6
2.1.3 Analiz sonrası yapının genel durumu	6
2.1.4 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	7
2.1.5 Yapının kütlesi	7
2.2 Model 2.....	8
2.2.1 Yapıda bulunan kesitler.....	8
2.2.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	9
2.2.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	10
2.3 Model 3.....	11
2.3.1 Yapıda bulunan kesitler.....	11
2.3.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	12
2.3.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	13
2.4 Model 4.....	14
2.4.1 Yapıda bulunan kesitler.....	14
2.4.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	15
2.4.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	16
2.5 Model 5.....	17
2.5.1 Yapıda bulunan kesitler.....	17
2.5.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	18
2.5.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	19
2.6 Model 6.....	20
2.6.1 Yapıda bulunan kesitler.....	20
2.6.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	21
2.6.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	22
2.7 Model 7.....	23

2.7.1 Yapıda bulunan kesitler	23
2.7.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	24
2.7.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	25
2.8 Model 8.....	26
2.8.1 Yapıda bulunan kesitler	26
2.8.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	27
2.8.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	28
2.9 Model 9.....	29
2.9.1 Yapıda bulunan kesitler	29
2.9.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	30
2.9.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	31
2.10 Model 10.....	32
2.10.1 Yapıda bulunan kesitler	32
2.10.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	33
2.10.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	34
2.11 Model 11.....	36
2.11.1 Yapıda bulunan kesitler	36
2.11.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	37
2.11.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	38
2.12 Model 12.....	40
2.12.1 Yapıda bulunan kesitler	40
2.12.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	41
2.12.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	42
2.13 Model 13.....	44
2.13.1 Yapıda bulunan kesitler	44
2.13.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	45
2.13.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	46
2.14 Model 14.....	47
2.14.1 Yapıda bulunan kesitler	47
2.14.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	48
2.14.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	49
2.15 Model 15.....	50
2.15.1 Yapıda bulunan kesitler	50
2.15.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	51
2.15.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	52
2.16 Model 16.....	53
2.16.1 Yapıda bulunan kesitler	53
2.16.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	54
2.16.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	55
2.17 Model 2.....	57
2.17.1 Yapıda bulunan kesitler	57
2.17.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	58
2.17.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	59
2.18 Model 18.....	61
2.18.1 Yapıda bulunan kesitler	61
2.18.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	62
2.18.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	63
2.19 Model 19.....	65
2.19.1 Yapıda bulunan kesitler	65
2.19.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	66

2.19.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	67
2.20 Model 20.....	68
2.20.1 Yapıda bulunan kesitler	68
2.20.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	69
2.20.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	70
2.21 Model 21.....	71
2.21.1 Yapıda bulunan kesitler	71
2.21.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	72
2.21.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	73
2.22 Model 22.....	74
2.22.1 Yapıda bulunan kesitler	74
2.22.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	75
2.22.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	76
2.23 Model 23.....	77
2.23.1 Yapıda bulunan kesitler	77
2.23.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	78
2.23.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	79
2.24 Model 24.....	80
2.24.1 Yapıda bulunan kesitler	80
2.24.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	81
2.24.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	82
2.25 Model 25.....	83
2.25.1 Yapıda bulunan kesitler	83
2.25.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	84
2.25.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	85
2.26 Model 26.....	86
2.26.1 Yapıda bulunan kesitler	86
2.26.2 Analiz sonrası yapının genel durumu	87
2.26.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar	88
3. DEĞERLENDİRME	89
4. SONUÇLAR	92
KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİŞ.....	94

SEMBOLLER

T	: Periyot
f	: Frekans
Hz	: Hertz
S	: Saniye
M	: Kütle
W	: Ağırlık
g	: Yer çekimi ivmesi
k	: Rijitlik
F	: Kuvvet
δ	: Yer değiştirme

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1.1	: Çeşitli sistemlerin yer değiştirme ve rijitlik değerleri.....	2
Çizelge 2.1.1.1	: Yapının malzeme ve kesit bilgileri.....	5
Çizelge 2.1.2.1	: Yapı yük tipleri.....	6
Çizelge 2.1.3.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	6
Çizelge 2.2.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	8
Çizelge 2.2.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	9
Çizelge 2.3.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	11
Çizelge 2.3.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	12
Çizelge 2.4.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	14
Çizelge 2.4.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	15
Çizelge 2.5.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	17
Çizelge 2.5.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	18
Çizelge 2.6.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	20
Çizelge 2.6.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	21
Çizelge 2.7.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	23
Çizelge 2.7.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	24
Çizelge 2.8.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	26
Çizelge 2.8.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	27
Çizelge 2.9.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	29
Çizelge 2.9.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	30
Çizelge 2.10.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	32
Çizelge 2.10.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	33
Çizelge 2.11.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	36
Çizelge 2.11.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	37
Çizelge 2.12.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	40
Çizelge 2.12.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	41
Çizelge 2.13.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	44
Çizelge 2.13.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	45
Çizelge 2.14.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	47
Çizelge 2.14.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	52
Çizelge 2.15.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	50
Çizelge 2.15.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	51
Çizelge 2.16.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	53
Çizelge 2.16.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	54
Çizelge 2.17.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	57
Çizelge 2.17.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	58
Çizelge 2.18.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	61
Çizelge 2.18.2.1	: Yapının frekans ve periyot değerleri.....	62
Çizelge 2.19.1.1	: Yapıda bulunan kesitler.....	65

Çizelge 2.19.2.1 : Yapının frekans ve periyot değerleri	66
Çizelge 2.20.1.1 : Yapıda bulunan kesitler.....	68
Çizelge 2.20.2.1 : Yapının frekans ve periyot değerleri	69
Çizelge 2.21.1.1 : Yapıda bulunan kesitler.....	71
Çizelge 2.21.2.1 : Yapının frekans ve periyot değerleri	72
Çizelge 2.22.1.1 : Yapıda bulunan kesitler.....	74
Çizelge 2.22.2.1 : Yapının frekans ve periyot değerleri	75
Çizelge 2.23.1.1 : Yapıda bulunan kesitler.....	77
Çizelge 2.23.2.1 : Yapının frekans ve periyot değerleri	78
Çizelge 2.24.1.1 : Yapıda bulunan kesitler.....	80
Çizelge 2.24.2.1 : Yapının frekans ve periyot değerleri	81
Çizelge 2.25.1.1 : Yapıda bulunan kesitler.....	83
Çizelge 2.25.2.1 : Yapının frekans ve periyot değerleri	84
Çizelge 2.26.1.1 : Yapıda bulunan kesitler.....	86
Çizelge 2.26.2.1 : Yapının frekans ve periyot değerleri	87
Çizelge 3.1 : Değişken su yüklü modellerin frekans tablosu.....	89
Çizelge 3.2 : Değişken yükseklikli modellerin frekans tablosu	90
Çizelge 3.3 : Değişken perde kalınlıklı modellerin frekans tablosu.....	91

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1.1	: Üstü tam açık boş su deposu.	5
Şekil 2.1.4.2	: Kesme Kuvveti Diyagramı.	7
Şekil 2.1.4.3	: Moment Diyagramı.	7
Şekil 2.2.1	: Üstü tam açık yarım dolu su deposu.	8
Şekil 2.2.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	10
Şekil 2.2.3.2	: Moment diyagramı.	10
Şekil 2.3.1	: Üstü tam açık tamamen dolu su deposu.	11
Şekil 2.3.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	13
Şekil 2.3.3.2	: Moment diyagramı.	13
Şekil 2.4.1	: Tamamen kapalı boş su deposu.	14
Şekil 2.4.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	16
Şekil 2.4.3.2	: Moment diyagramı.	16
Şekil 2.5.1	: Tamamen kapalı yarım dolu su deposu.	17
Şekil 2.5.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	19
Şekil 2.5.3.2	: Moment diyagramı.	19
Şekil 2.6.1	: Tamamen kapalı dolu su deposu.	20
Şekil 2.6.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	22
Şekil 2.6.3.2	: Moment diyagramı.	22
Şekil 2.7.1	: Üstü tam açık 2m yüksekliğinde su deposu.	23
Şekil 2.7.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	25
Şekil 2.7.3.2	: Moment diyagramı.	25
Şekil 2.8.1	: Üstü tam açık 4m yüksekliğinde su deposu.	26
Şekil 2.8.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	28
Şekil 2.8.3.2	: Moment diyagramı.	28
Şekil 2.9.1	: Üstü tam açık 6m yüksekliğinde su deposu.	29
Şekil 2.9.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	31
Şekil 2.9.3.2	: Moment diyagramı.	31
Şekil 2.10.1	: Üstü tam açık 8m yüksekliğinde su deposu.	32
Şekil 2.10.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	34
Şekil 2.10.3.2	: Moment diyagramı.	35
Şekil 2.11.1	: Üstü tam açık 10m yüksekliğinde su deposu.	36
Şekil 2.11.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	38
Şekil 2.11.3.2	: Moment diyagramı.	39
Şekil 2.12.1	: Üstü tam açık 12m yüksekliğinde su deposu.	40
Şekil 2.12.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	42
Şekil 2.12.3.2	: Moment diyagramı.	43
Şekil 2.13.1	: Üstü kapalı 2m yüksekliğinde su deposu.	44
Şekil 2.13.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	46
Şekil 2.13.3.2	: Moment diyagramı.	46
Şekil 2.14.1	: Üstü kapalı 4m yüksekliğinde su deposu.	47
Şekil 2.14.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	49
Şekil 2.14.3.2	: Moment diyagramı.	49
Şekil 2.15.1	: Üstü kapalı 6m yüksekliğinde su deposu.	50
Şekil 2.15.3.1	: Kesme kuvveti diyagramı	52
Şekil 2.15.3.2	: Moment diyagramı.	52
Şekil 2.16.1	: Üstü kapalı 8m yüksekliğinde su deposu.	54

Şekil 2.16.3.1 : Kesme kuvveti diyagramı	55
Şekil 2.16.3.2 : Moment diyagramı.	56
Şekil 2.17.1 : Üstü kapalı 10m yüksekliğinde su deposu.	57
Şekil 2.17.3.1 : Kesme kuvveti diyagramı	59
Şekil 2.17.3.2 : Moment diyagramı.	60
Şekil 2.18.1 : Üstü kapalı 12m yüksekliğinde su deposu.	61
Şekil 2.18.3.1 : Kesme kuvveti diyagramı	63
Şekil 2.18.3.2 : Moment diyagramı.	64
Şekil 2.19.1 : Üstü açık duvar kalınlığı 5cm su deposu.....	65
Şekil 2.19.3.1 : Kesme kuvveti diyagramı	71
Şekil 2.19.3.2 : Moment diyagramı.	71
Şekil 2.20.1 : Üstü açık duvar kalınlığı 10cm su deposu.....	72
Şekil 2.20.3.1 : Kesme kuvveti diyagramı	74
Şekil 2.20.3.2 : Moment diyagramı.	74
Şekil 2.21.1 : Üstü açık duvar kalınlığı 15cm su deposu.....	75
Şekil 2.21.3.1 : Kesme kuvveti diyagramı	77
Şekil 2.21.3.2 : Moment diyagramı.	77
Şekil 2.22.1 : Üstü açık duvar kalınlığı 20cm su deposu.....	78
Şekil 2.22.3.1 : Kesme kuvveti diyagramı	80
Şekil 2.22.3.2 : Moment diyagramı.	80
Şekil 2.23.1 : Üstü kapalı duvar kalınlığı 5cm su deposu.	81
Şekil 2.23.3.1 : Kesme kuvveti diyagramı	83
Şekil 2.23.3.2 : Moment diyagramı.	83
Şekil 2.24.1 : Üstü kapalı duvar kalınlığı 10cm su deposu.	84
Şekil 2.24.3.1 : Kesme kuvveti diyagramı	86
Şekil 2.24.3.2 : Moment diyagramı.	86
Şekil 2.25.1 : Üstü kapalı duvar kalınlığı 15cm su deposu.	87
Şekil 2.25.3.1 : Kesme kuvveti diyagramı	89
Şekil 2.25.3.2 : Moment diyagramı.	89
Şekil 2.26.1 : Üstü kapalı duvar kalınlığı 5cm su deposu.	90
Şekil 2.26.3.1 : Kesme kuvveti diyagramı	92
Şekil 2.26.3.2 : Moment diyagramı.	92

SU DEPOLARINDA RİJİTLİK FREKANS İLİŞKİSİ

ÖZET

Yapılan bu tez çalışmamızda bir su deposunun rijitlik, frekans ilişkisini incelemek amacıyla üç farklı grupta modellemeler yapılmış ve sonuçları gözlemlenmiştir. Rijitlik, bir yapının yükler karşısında stabil kalabilme yeteneğine verilen isimdir yani, elastik cisimlerin ve yapıların ötelenme ve yer değiştirme tesirlerine karşı koyma derecesini ifade eder. Frekans veya titreşim sayısı bir olayın birim zaman (genel olarak 1 saniye) içinde hangi sıklıkla, kaç defa tekrarlandığının ölçümüdür, matematiksel ifadeyle periyodun çarpmaya göre tersidir birimi s^{-1} veya Hertzdir. Bir olayın frekansının ölçmek için o olayın belirli bir zaman aralığında kaç kere tekrar ettiği sayılır, sonra bu sayı zaman aralığına bölünerek frekans elde edilir.

Yapılan bütün çalışmalar, (modelleme, analiz, sonuç tabloları), SAP2000 isimli bilgisayar programında sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yapıldı. İlk model gurubunda yapının aks bilgileri değiştirilmeden içerisinde bulunan su miktarı değiştirilmiş ve analiz yapılmıştır. İkinci gurupta ise yapı içerisinde su bulunmayacak şekilde değiştirilmiş ve yapının yüksekliği kademeli olarak artırılmıştır. Üçüncü ve son gurupta ise benzer şekilde yapının içerisinde su bulunmadan, perde kalınlıkları değiştirilerek analizler yapılmıştır. Yapılan bütün modellemelerin analiz sonuçları karşılaştırıldığında yapının rijitliğinde görülen değişimin frekans ve periyot değerlerine etkisi görülmüştür.

İlk model gurubunu incelediğimizde üstü tamamen açık olan su depomuzun (3 metre yüksekliğinde 5 metre genişliğinde ve 10 metre uzunluğunda) içerisinde bulunan su yüksekliği 0, 1,5 ve 3 metre olacak şekilde üç farklı model tasarlanmıştır. Yapılan bu modellemelerin analiz sonuçları karşılaştırıldığında frekans değerlerinde herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir.

Aynı modellemeler bu defa üstü kapalı olacak şekilde tasarlanıp analiz sonuçları gözlemlenmiştir. Bu modellemelerde de değişen su miktarı frekansa etki etmemiştir. Üstü kapalı model açık modele göre daha rijit olduğundan dolayı frekans değerleri daha düşük çıkmıştır.

İkinci model gurubumuzda yapı içerisinde su bulunmamaktadır, yapının yüksekliği 2,4,6,8,10 ve 12 metre olarak değiştirilmiş olup altı farklı model tasarlanmış ve analiz sonuçları kayıt altına alınmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki yapının yüksekliği arttıkça, yapının kütlesi artıp rijitliği azalacağından dolayı, beklenen şekilde frekans değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir.

Aynı gurubunda ikinci kısmında aynı modeller yapının üstü kapalı olacak şekilde tekrar tasarlanıp analizler yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına baktığımızda, üstü açık benzer şekilde frekans değerlerinde, yükseklik arttıkça, düşüş gözlenmiştir. Ayrıca bu modellemeler, üstü açık modellere göre, kütlesi daha fazla olduğundan dolayı frekans değerleri daha küçük gözlemlenmiştir.

Üçüncü ve son model gurubunda ise yapının içerisinde su bulunmamaktadır yapının perde duvarları 5,10,15 ve 20 cm olacak şekilde dört farklı model tasarlanmış ve analiz sonuçları incelenmiştir. Yapıda bulunan taşıyıcı perde duvar kalınlığı artması dolayısıyla yapının rijitliği artmış ve beklendiği üzere frekans değerleri artmıştır.

Gurubun ikinci kısmında aynı yapılar üzeri tamamen kapalı olacak şekilde tekrar tasarlanıp analiz sonuçları kayıt altına alınmıştır. Sonuçlar da benzer şekilde olup, perde kalınlığı arttıkça frekansta artış gözlenmiştir. İki kısım modelleri karşılaştırdığımızda, beklenen şekilde üstü kapalı gurubun frekans değerleri daha yüksek gözlenmiştir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışma göstermiştir ki rijitliği artan yapının frekansı her şart altında artmamaktadır. Bazı durumlarda kütledeki artış daha baskın olabilmektedir.

THE CONNECTION BETWEEN STIFFNESS AND FREQUENCY AT WATER TANK

SUMMARY

The aim of this study is to find a connection between stiffness and frequency at a water tank.

Stiffness is the rigidity of an object the extent to which it resists deformation in response to an applied force. The complementary concept is flexibility or pliability; the more flexible an object is the less stiff it is. The stiffness of a structure is very important in many engineering applications, so the modulus of elasticity is usually one of the primary properties when selecting a material. For example, less modulus of elasticity is needed when flexibility is required.

The stiffness, k , of a body measure of the resistance offered by an elastic body to deformation. For an elastic body with a single degree of freedom (DOF) is proportion of force applied on the body and displacement produced by the force along the same degree of freedom.

Period is the time needed for one complete cycle of vibration to pass a known point. Period and frequenc are in an inverse proportion. For example, while the period increasing frequency will decrease. Period eqals to total time divided by the number of cycles.

Frequency is the number of occurrences of a repeating event per unit time. It is also referred to as temporal frequency, which emphasizes the contrast to spatial frequency and angular frequency. Calculating the frequency of a repeating event is accomplished by counting the number of times that event occurs within a specific time period, then dividing the count by the length of the time period. The period is the duration of time of one cycle in a repeating event, so the period is the reciprocal of the frequency. Frequency is an important parameter used in science and engineering to specify the rate of vibration phenomena, such as earthquakes.

The unit of frequency is the Hertz (Hz) and also s^{-1} .

Mass is a speciality of a physical body. It is a measure of a object's resistance to acceleration when a force is applied. Mass is not the same as weight, even though we often calculate an object's mass by measuring its weight with a spring scale, rather than comparing it directly with known masses. An object on the moon would weight less than on the earth. But mass never changes.

A water tank is a container for storing liquid. The need for a water tank is as old as civilization, to provide storage of water for use in many applications, drinking water, irrigation agriculture, food preparation, etc. during history wood, ceramic and stone have been used as water tanks. These containers were all naturally occuring and some man made and a few of these tanks are still in use. Various materials are used for making a water tank; plastics, fiberglass, concrete, stone, steel. Water tanks are an efficient way to help developing countries to store clean water. By design a water tank must not harm to the water. Water is susceptible to a number of amount negative influences, viruses, changes in pH and accumulated gas.

In this study we analyzed a concrete water tank in three groups.

At the first group of the structure has same measurements, (3 meters height, 5 meters width and 10 meters length), but the water level changes from 0 to 3 meters. This group has two sections. Firstly, the top of structure totally open and secondly, the top of structure totally closed.

The second group of the structure has no water and the height is being changed from 2 to 12 meters. This group has two sections. Firstly, the top of structure totally open and secondly, the top of structure totally closed.

The third group of the structure has no water and the thickness of the concrete wall is changed from 5 to 20 centimeters. This group has two sections. Firstly, the top of structure totally open and secondly, the top of structure totally closed.

All models analyzed with SAP2000 with finite element method.

At the first group there are two sections and six different models. The top surface of first section is totally open, there is a completely contact between water and air. The first model of this group has no water. The second model of this group has 1,5 meters depth of water. The third and last model this group is totally full of water (3 meters of water depth). The top surface of second section is totally closed. The fourth model of this group has no water. The fifth model of this group has 1,5 meters depth of water. The sixth and last model this group is totally full of water (3 meters of water depth) All of this models are analyzed and observed theirs frequency.

It is seen obviously the change of water depth has no effect to structures frequency. If we compare two section of this group, with same water level, the closed section is much more rigid than open section and the frequency of closed sections are smaller. For example, the first model is totally open and there is no water inside it and the frequency is 0,061217. The second model is also totally open and there is 1.5 meters water level and its frequency is 0,061217. The fourth model is totally closed and there is water level and its frequency is 0,049517. The fifth model is also totally closed and there is 1.5 meters water level and its frequency is 0,049517.

At the second group there are two sections also but twelve models. Both sections have no water. The top surface of first section is totally open. The first model's height is 2 meters. The second model's height is 4 meters. The third model's height is 6 meters. The fourth model's height is 8 meters. The fifth model's height is 10 meters. The sixth and the last models height is 12 meters. The top surface of second section is totally closed. The seventh model's height is 2 meters. The eighth model's height is 4 meters. The ninth model's height is 6 meters. The tenth model's height is 8 meters. The eleventh model's height is 10 meters. The twelfth and the last models height is 12 meters. All of these models are analyzed and observed their frequency.

The result of analyses are as expected, while the height of structure is increased the stiffness of the model is decreased. Therefore, the frequency is increasing. If we compare two section of this group generally the closed section is much more rigid than open section and the frequency of closed sections are bigger. But the first model of two sections which have 2 meters height, the change of the frequency different. The first model of this groups frequency is, which has 2 meters height and totally open, 0,031833. The first model of the second group's frequency is, which has 2 meters height and totally closed, 0,047303. It means the increasing of mass has much more effect on the frequency than the increasing of stiffness at these two models.

At the third and the last group there are two sections and eight models. Both sections have no water. The top surface of first section is totally open. The thickness of concrete wall of structure is 5 cm at the first model. The thickness of concrete wall of structure is 10 cm at the second model. The thickness of concrete wall of structure is 15 cm at the third model. The thickness of concrete wall of structure is 20 cm at the fourth model. The top surface of second section is totally closed has same thickness. The thickness of concrete wall of structure is 5 cm at the fifth model. The thickness of concrete wall of structure is 10 cm at the sixth model. The thickness of concrete wall of structure is 15

cm at the seventh model. The thickness of concrete wall of structure is 20 cm at the eighth model.

The result of analyses are as expected, while the thickness of concrete wall of structure is increased the stiffness of the model is increased. Therefore, the frequency is increasing. If we compare two section of this group the closed section is much more rigid than open section and the frequency of closed sections are bigger. For example, the first model of this group, the thickness of concrete wall is 5 cm and totally open, its frequency is 4.0878. The second model of this group, the thickness of concrete wall is 10 cm and also totally open, its frequency is 8.1739. The fifth model of this group, the thickness of concrete wall is 5 cm and totally closed, its frequency is 12,247.

After all the results above increasing of the stiffness (decreasing of structure height, increasing the thickness of concrete wall, changing top surface condition open or closed, etc.) does not increase the frequency allways. If we look the second group of study we can realize that at some conditions increasing of mass has much more effect on the frequency.

1. GİRİŞ

Yaptığımız bu çalışmamızda dikdörtgen kesitli betonarme bir su deposunun aynı su yükü altında farklı rijitlik ve kütle değerleri ile frekasını arasındaki ilişkiyi gözlemledik. Rijitlik, frekans gibi değerlerin yapı için ne anlama geldiğini bilmek için bu terimlerin anlamlarını iyi kavramak gerekir.

1.1 Rijitlik

Rijitlik kelimesinin kökü rijit kelimesinden gelmektedir ve Türkçesi sert anlamına gelmektedir. Sertlik yani rijitlik bir yapının yükler karşısında stabil kalabilme yeteneğine verilen isimdir, k harfiyle sembol edilir [1]. Rijitlik arttıkça yapının şekil değiştirmesi için gerekli kuvvet de artar. Kısaca rijitlik bir cisimde birim kuvvet altında gözlenen birim yer değiştirmedir ve şu şekilde hesaplanır;

$$k = \frac{F}{\delta} \quad (1.1.1)$$

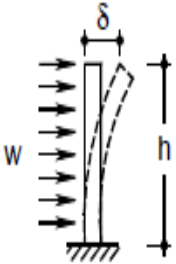
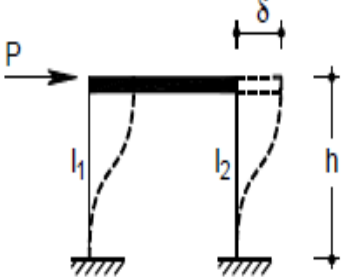
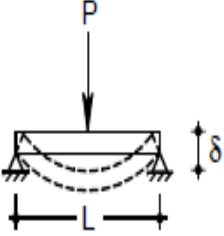
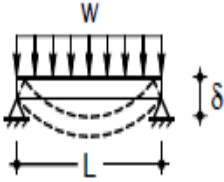
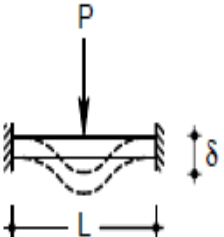
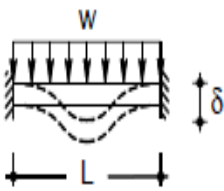
Burada:

k: Rijitlik

F: Kuvvet

δ : Yer değiştirmeyi gösterir.

Aşağıdaki çizelge çeşitli sistemlerin yer değiştirme ve rijitlik değerlerini göstermektedir [2].

	$\delta = \frac{Ph^3}{8EI}$	$k = \frac{8EI}{h^3}$
	$\delta = \frac{Ph^3}{12E(I_1 + I_2)}$	$k = \frac{12E(I_1 + I_2)}{h^3}$
	$\delta = \frac{PL^3}{48EI}$	$k = \frac{48EI}{L^3}$
	$\delta = \frac{5wL^4}{384EI}$	$k = \frac{384EI}{5L^3}$
	$\delta = \frac{PL^3}{192EI}$	$k = \frac{192EI}{L^3}$
	$\delta = \frac{wL^4}{384EI}$	$k = \frac{384EI}{L^3}$

Çizelge 1.1.1: Çeşitli sistemlerin yer değiştirme ve rijitlik değerleri

1.2 Periyot

Periyot, bir cismin tam salınım yapması için gerekli olan zamana denir [3]. Birimi saniyedir ve T harfi ile sembolize edilir.

1.3 Frekans

Frekans, bir olayın birim zaman içerisinde kaç defa meydana geldiğinin ölçümüdür, bir başka deyişle periyodun çarpmaya göre tersidir [4]. Birimi s^{-1} veya Hertz (hz)dir. Bir olayın frekansını belirlemek için tanımlı zaman aralığında kaç kere meydana geldiği ölçülür ve bulunan sonuç zaman aralığına bölünür.

1.4 Periyot, Kütle ve Rijitlik İlişkisi

Bu ilişki aşağıda gösterilen denklem 1.2 de açıkca gösterilmektedir [5].

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (1.4.1)$$

Burada;

T: Periyot

m: Kütle

k: Rijitliği sembolize etmektedir.

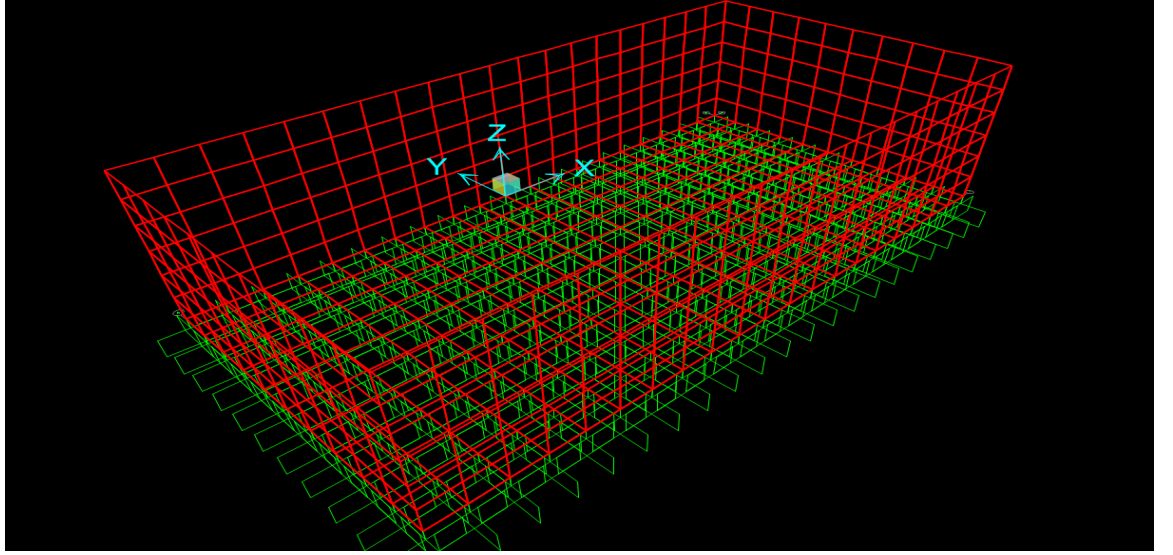
Yapının kütesinde artış meydana geldiğinde doğal salınım yani periyot büyümektedir. Buna ters olarak yapının rijitlik değeri arttığında, örneğin kolon, perde gibi düşey taşıyıcıların boyutları veya sayıları arttığında periyot değerinde düşme gözlemlenir.

2. MODELLEMELER

Su deposunun frekans, kütle ve rijitlik arasındaki ilişki incelemek için üç farklı grup üzerinde çalışmalar yapılmıştır. İlk grupta yapı içinde bulunan su miktarları, ikinci grupta yapı yüksekliği, üçüncü ve son grupta ise yapıda bulunan perde duvar kalınlığı değiştirilerek analizler yapılmıştır.

2.1 Model 1

İlk olarak yapının ağzı tam açık olacak şekilde, su ile hava tam temas halinde, modelleme yapıldı. Bu modelde yapı içerisinde su bulunmamaktadır.



Şekil 2.1.1: Üstü tam açık boş su deposu

2.1.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.1.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.1.2 Yapı yük tipleri

TABLE: Load Pattern Definitions			
LoadPat	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad
Text	Text	Unitless	Text
DEAD	DEAD	1	
SU YUKU	LIVE	0	
EX	QUAKE	0	TSC 2007
EY	QUAKE	0	TSC 2007

Çizelge 2.1.2.1: Yapı yük tipleri

2.1.3 Analiz sonrası yapının genel durumu

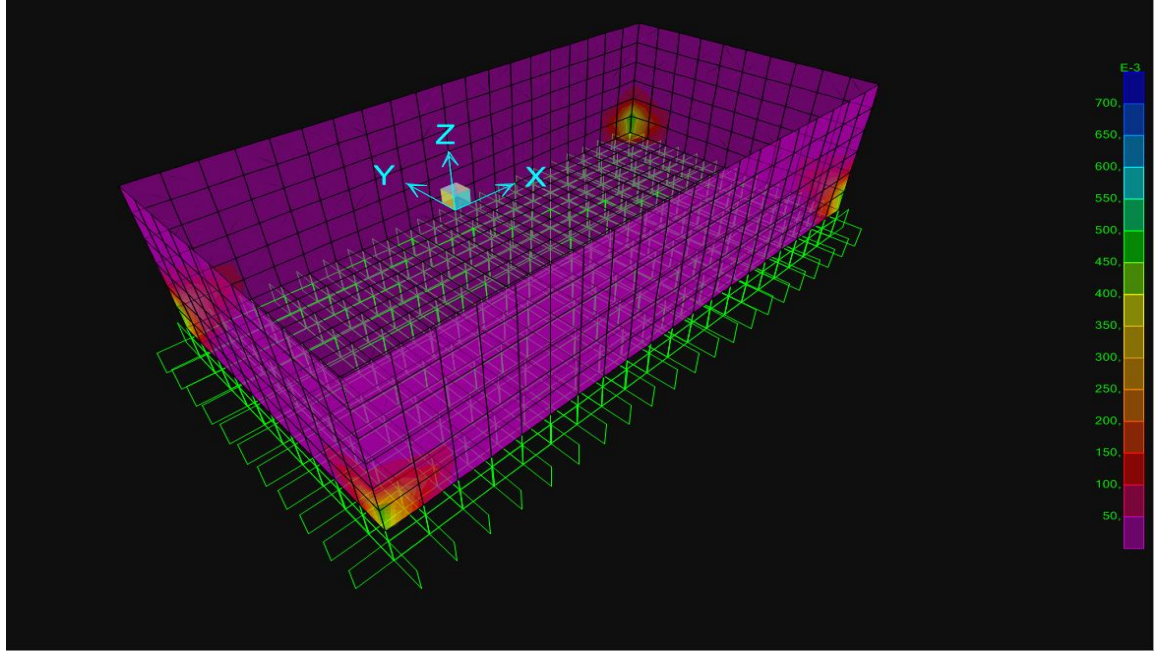
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,061217	16,335	102,64	10534
MODAL	Mode	2	0,060182	16,616	104,4	10900
MODAL	Mode	3	0,040331	24,795	155,79	24270
MODAL	Mode	4	0,036876	27,118	170,39	29031
MODAL	Mode	5	0,03419	29,249	183,78	33773

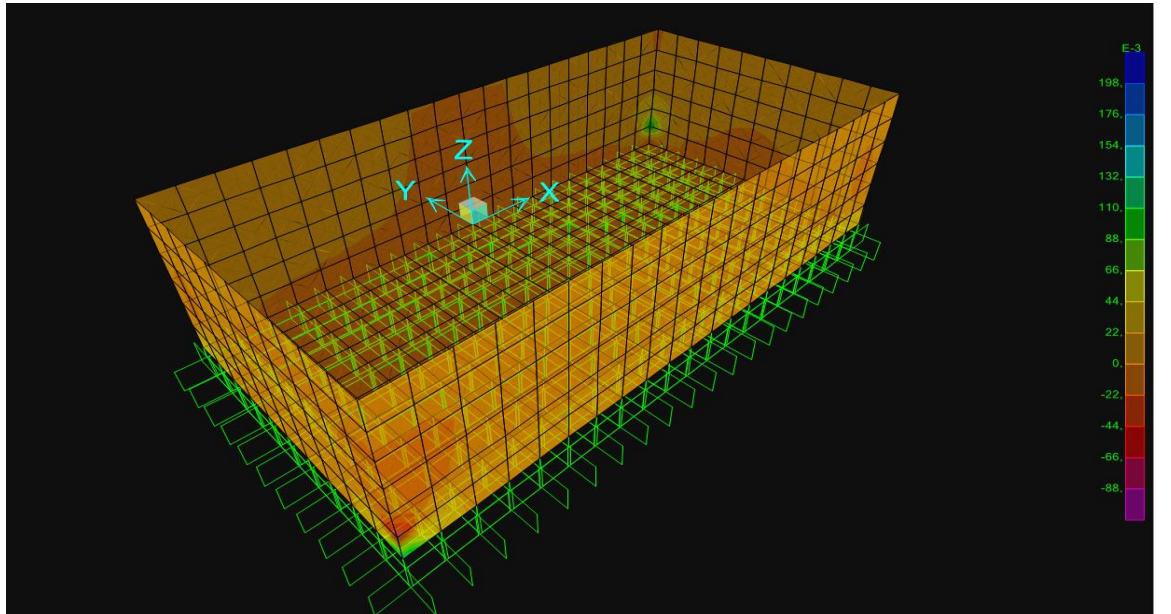
Çizelge 2.1.3.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.1.4 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında yapıya gelen kesme kuvveti ve moment değerleri de aşağıdaki gibidir.



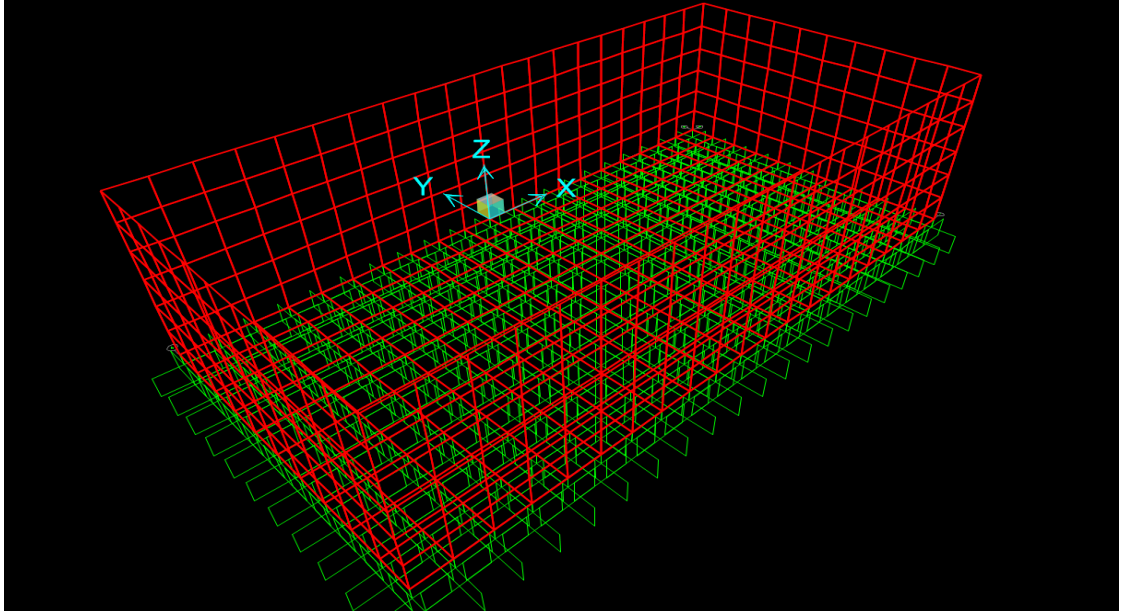
Şekil 2.1.4.2: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.1.4.3: Moment diyagramı

2.2 Model 2

Bu modellemede ilk modelden farklı olarak yapı yarısına kadar su (1,5m) dolu olacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 2.2.1: Üstü tam açık yarım su dolu su deposu

2.2.1 Yapıda bulunan kesitler

Yapıda bulunan kesitler aşağıdaki çizelgede gösterile şekilde modellenmiştir.

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.2.2.1: Yapıda bulunan kesitler

2.2.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

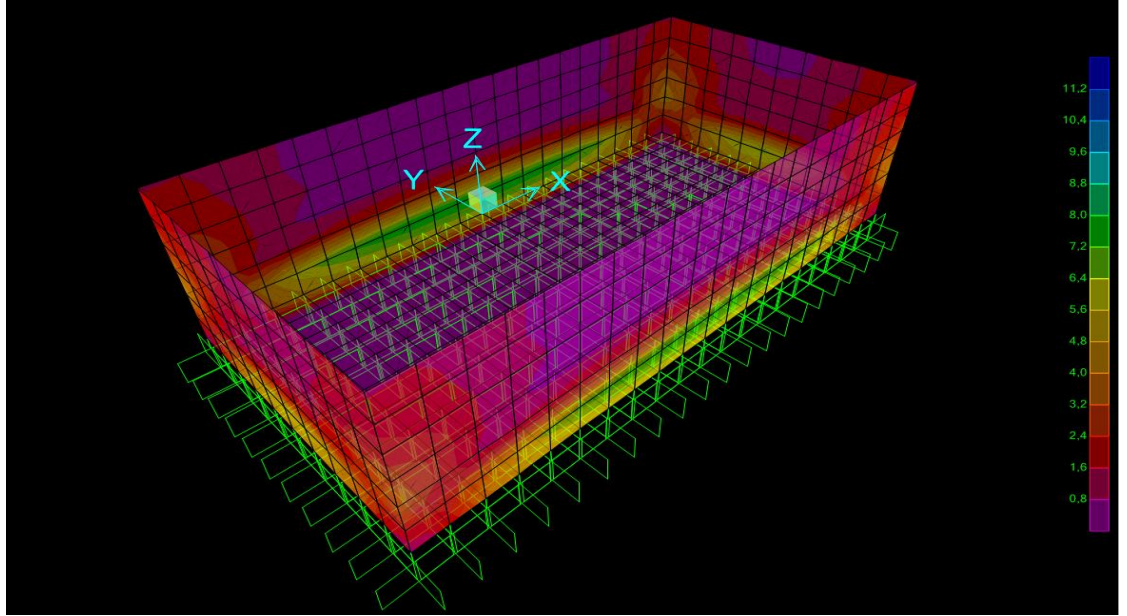
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,061217	16,335	102,64	10534
MODAL	Mode	2	0,060182	16,616	104,4	10900
MODAL	Mode	3	0,040331	24,795	155,79	24270
MODAL	Mode	4	0,036876	27,118	170,39	29031
MODAL	Mode	5	0,03419	29,249	183,78	33773

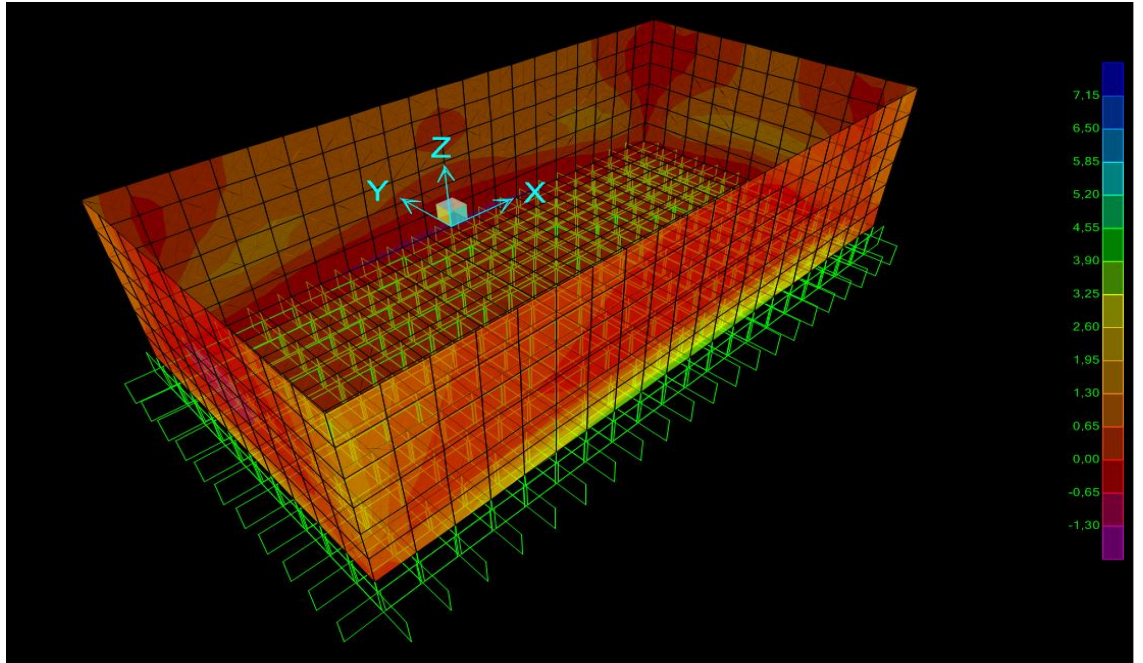
Çizelge 2.2.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.2.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının su yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



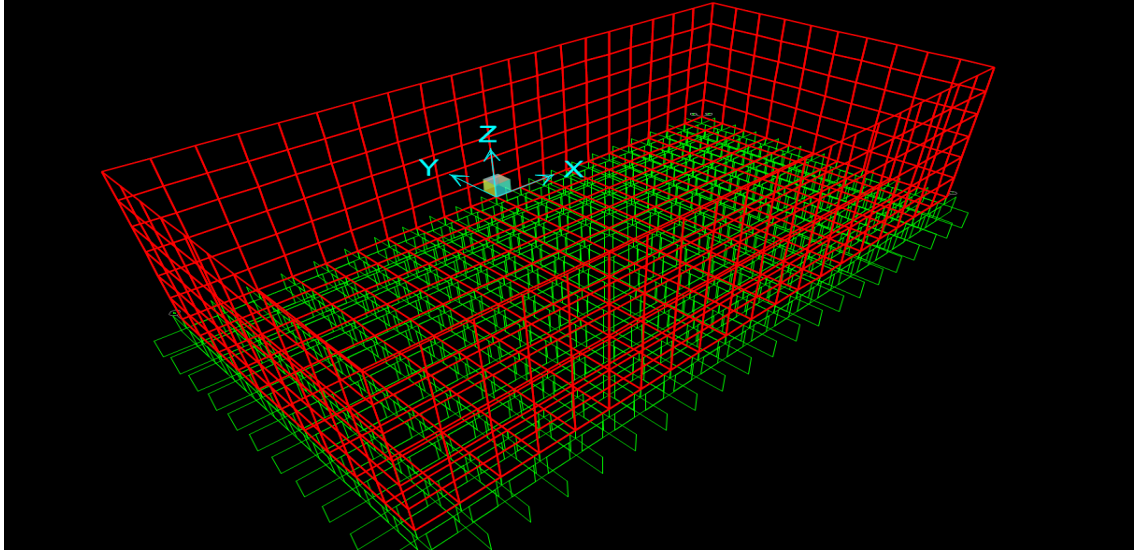
Şekil 2.2.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.2.3.2: Moment diyagramı

2.3 Model 3

Bu modellemede yapı tamamen su ile dolu olacak şekilde tasarlanmış ve analizler yapılmıştır.



Şekil 2.3.1: Üstü tam açık tamamen dolu su deposu

2.3.1 Yapıda bulunan kesitler

Yapıda bulunan kesitler aşağıdaki çizelgede gösterile şekilde modellenmiştir.

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.3.1.1: Yapıdaki kesitler

2.3.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

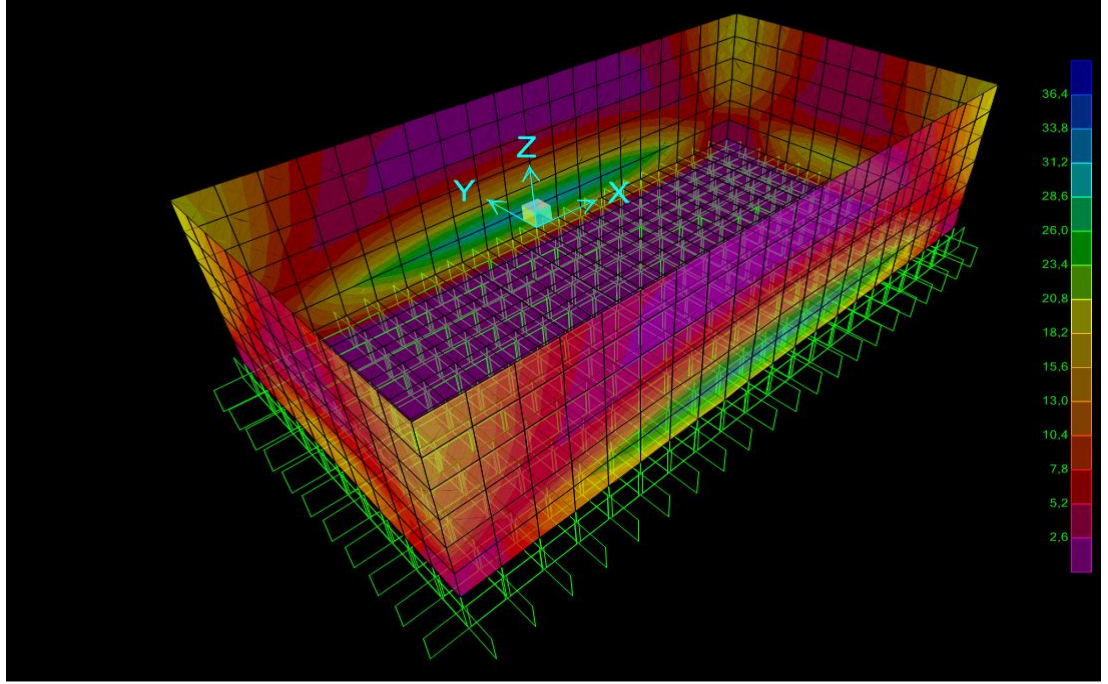
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,061217	16,335	102,64	10534
MODAL	Mode	2	0,060182	16,616	104,4	10900
MODAL	Mode	3	0,040331	24,795	155,79	24270
MODAL	Mode	4	0,036876	27,118	170,39	29031
MODAL	Mode	5	0,03419	29,249	183,78	33773

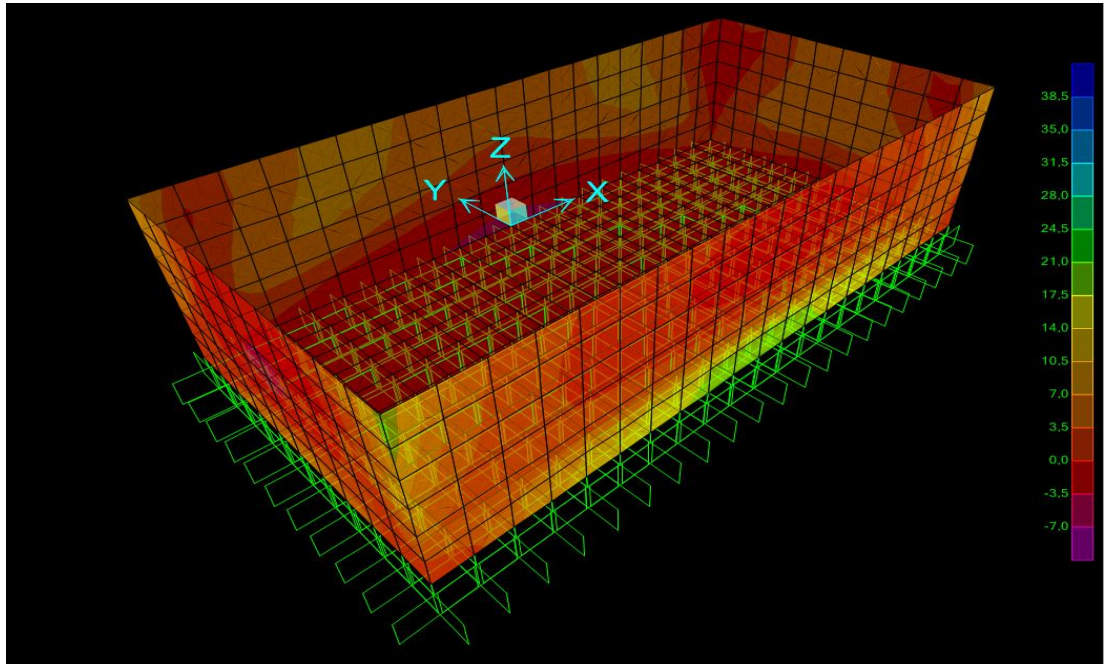
Çizelge 2.3.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.3.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının su yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



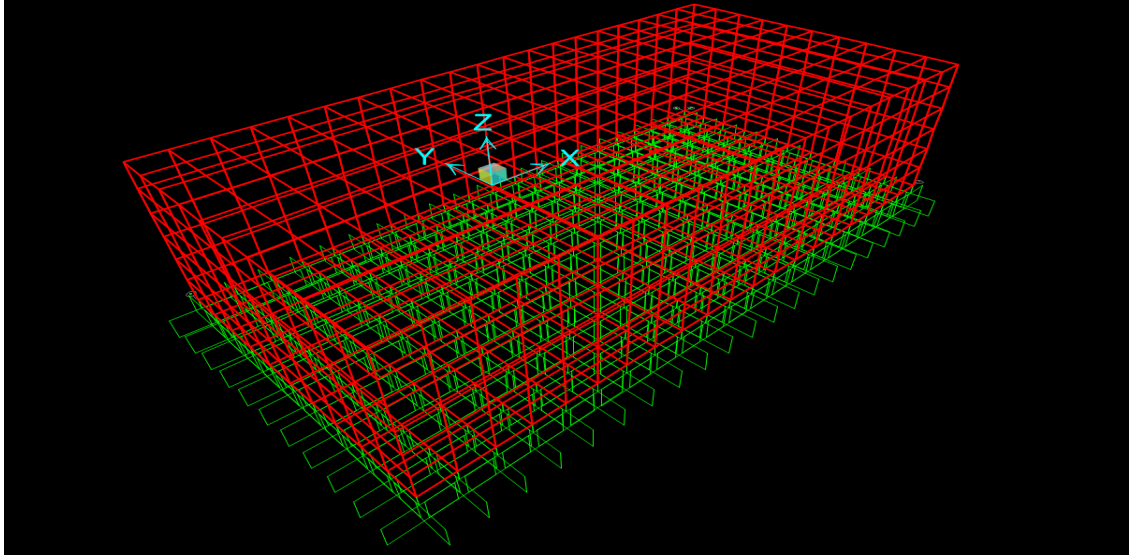
Şekil 2.3.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.3.3.2: Moment diyagramı

2.4 Model 4

Bu modelleme gurubunda üst tarafta incelenen modellerin üstü tamamen kapalı olacak şekilde tasarlanıp analizler yapılmıştır. İlk olarak üstü kapalı içi boş model incelenmiştir.



Şekil 2.4.1: Tamamen kapalı boş su deposu

2.4.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.4.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.4.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

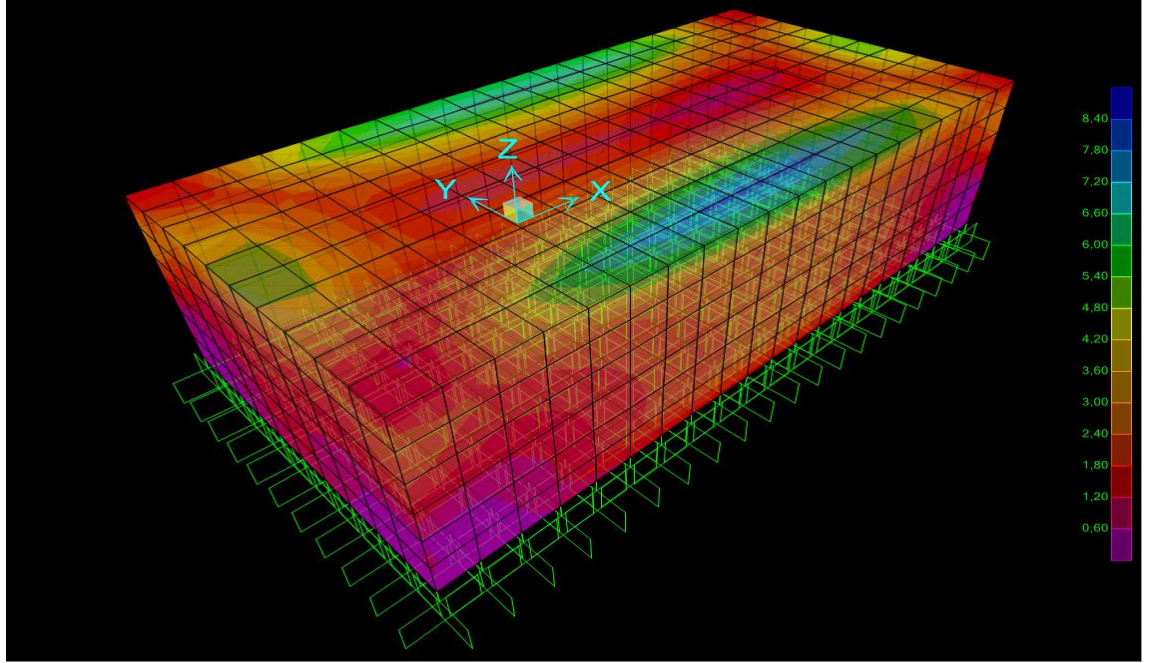
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,049517	20,195	126,89	16101
MODAL	Mode	2	0,036783	27,187	170,82	29179
MODAL	Mode	3	0,025546	39,145	245,96	60495
MODAL	Mode	4	0,021328	46,886	294,6	86787
MODAL	Mode	5	0,019168	52,172	327,8	107460

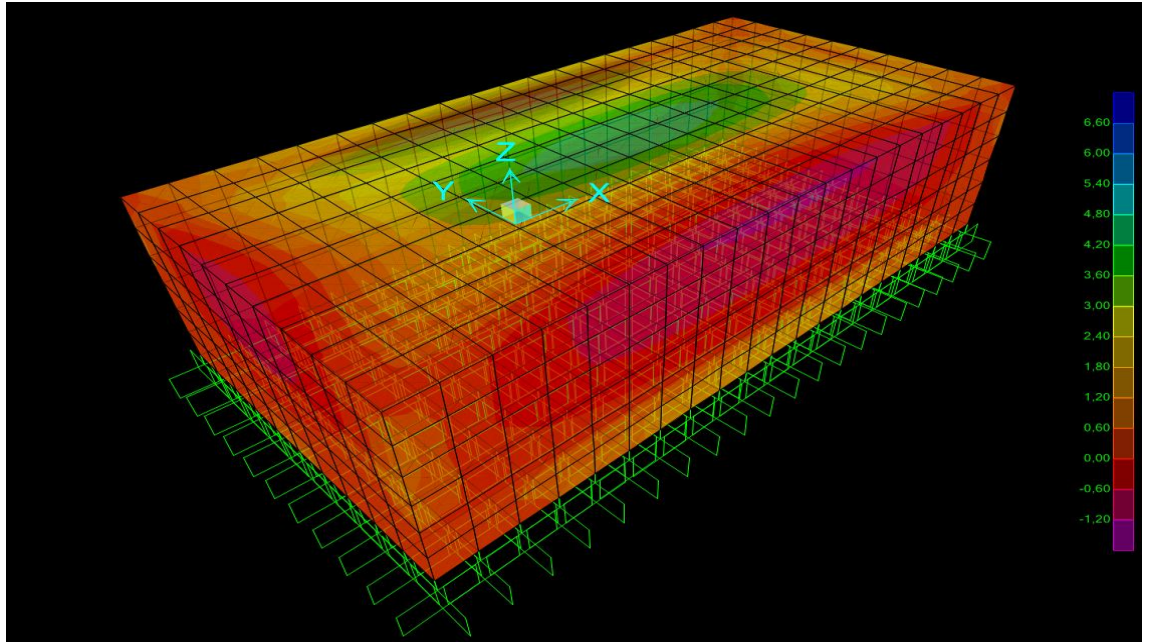
Çizelge 2.4.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.4.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



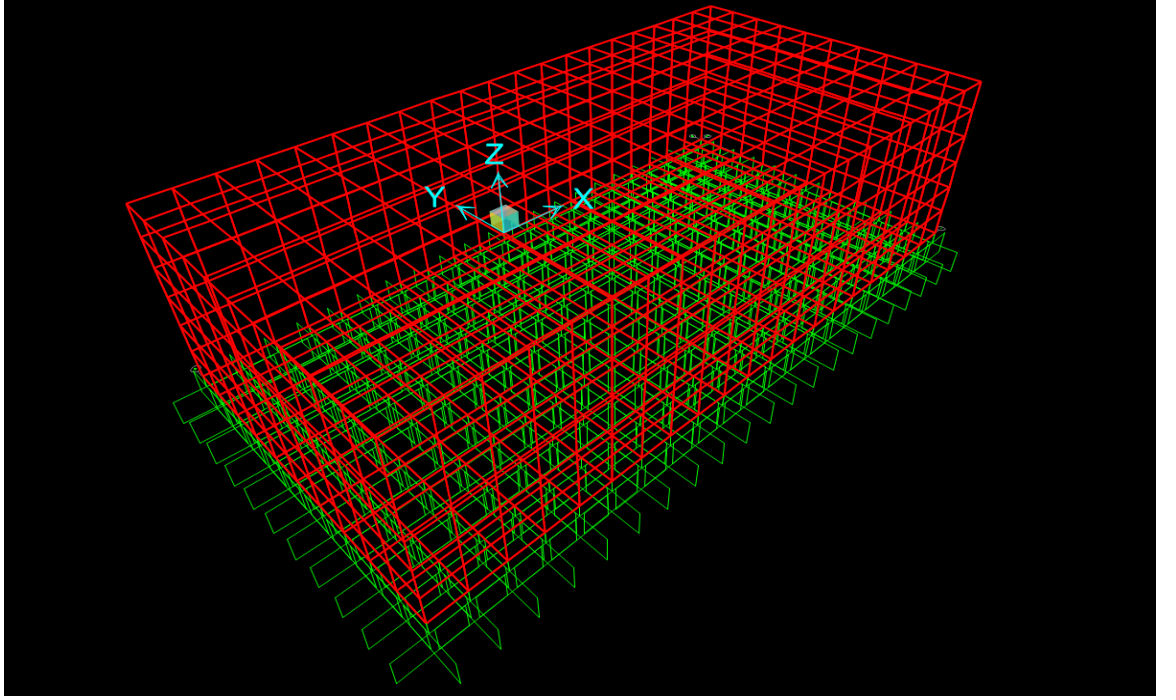
Şekil 2.4.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.4.3.2: Moment diyagramı

2.5 Model 5

Bu modellemede bir önceki modelden farklı olarak yapı yarısına kadar su (1,5m) dolu olacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 2.5.1: Tamamen kapalı yarı dolu su deposu

2.5.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.5.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.5.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

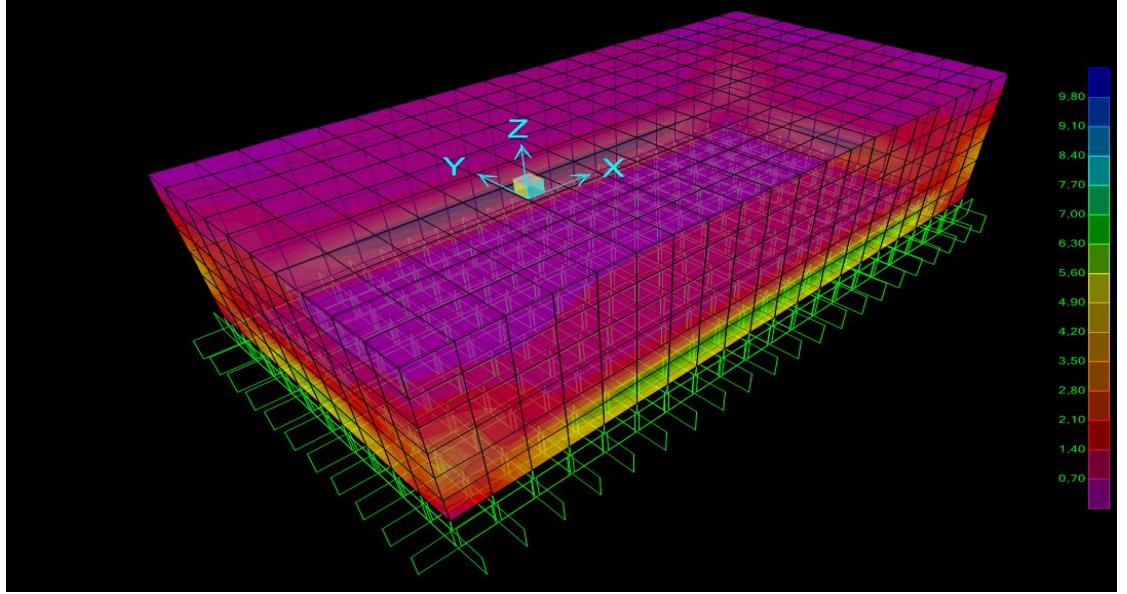
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,049517	20,195	126,89	16101
MODAL	Mode	2	0,036783	27,187	170,82	29179
MODAL	Mode	3	0,025546	39,145	245,96	60495
MODAL	Mode	4	0,021328	46,886	294,6	86787
MODAL	Mode	5	0,019168	52,172	327,8	107460

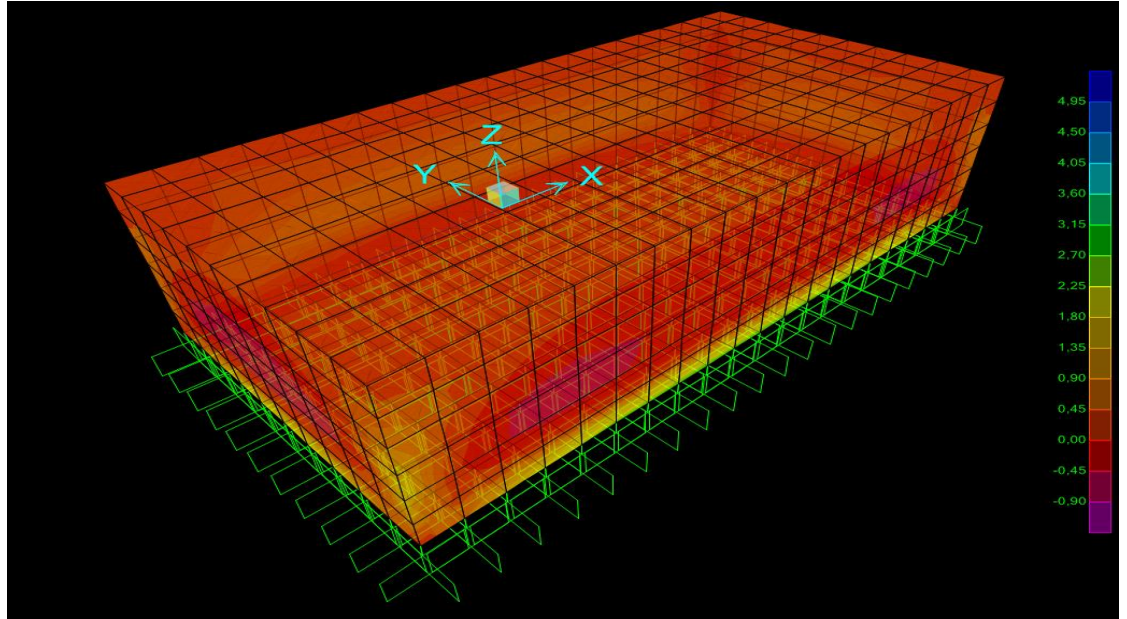
Çizelge 2.5.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.5.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının su yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



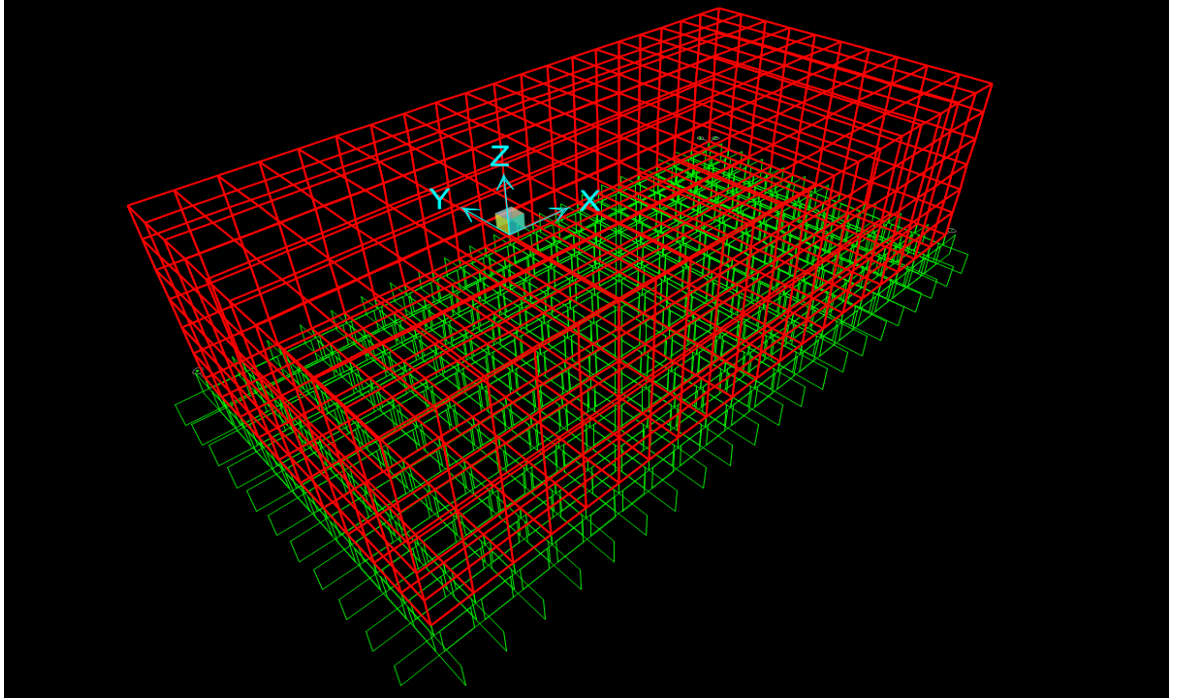
Şekil 2.5.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.5.3.2: Moment diyagramı

2.6 Model 6

Bu modellemede bir önceki modelden farklı olarak yapı tamamen su dolu olacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 2.6.1: Tamamen kapalı su deposu

2.6.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.6.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.6.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

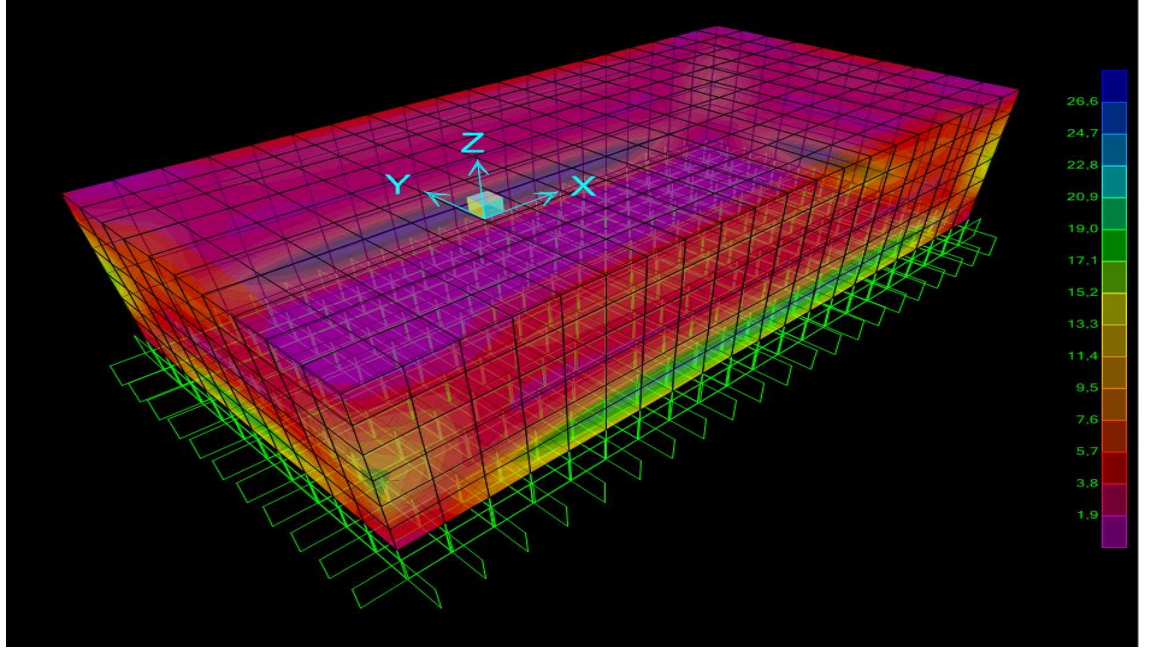
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,049517	20,195	126,89	16101
MODAL	Mode	2	0,036783	27,187	170,82	29179
MODAL	Mode	3	0,025546	39,145	245,96	60495
MODAL	Mode	4	0,021328	46,886	294,6	86787
MODAL	Mode	5	0,019168	52,172	327,8	107460

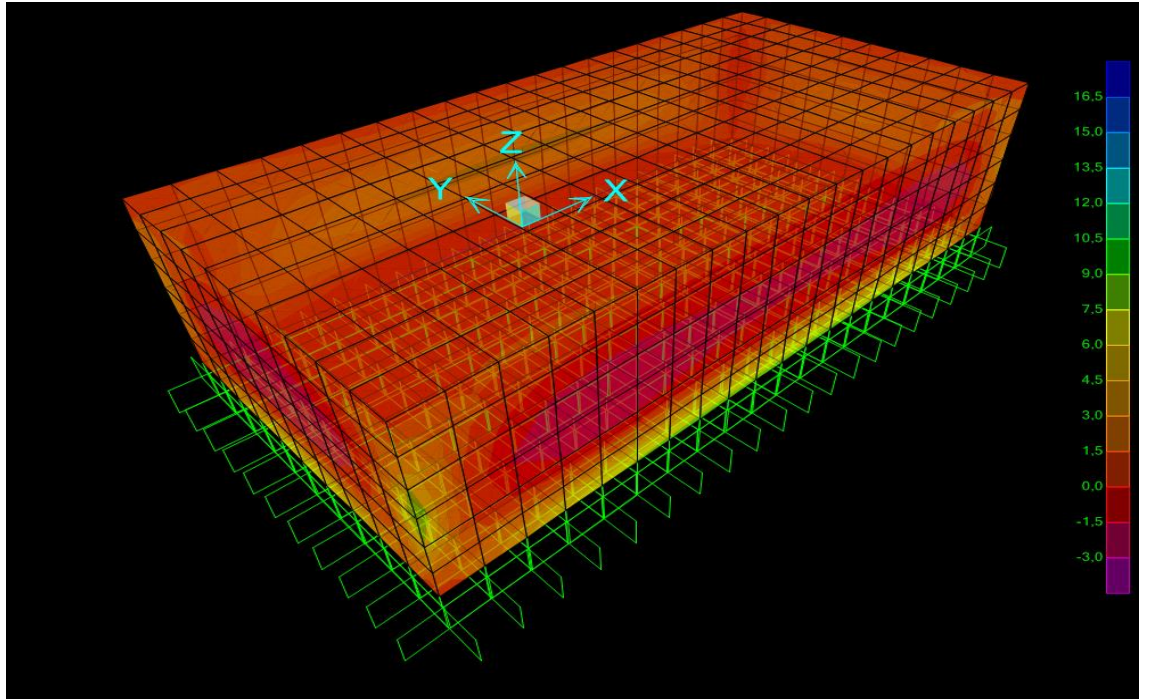
Çizelge 2.6.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.6.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının su yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



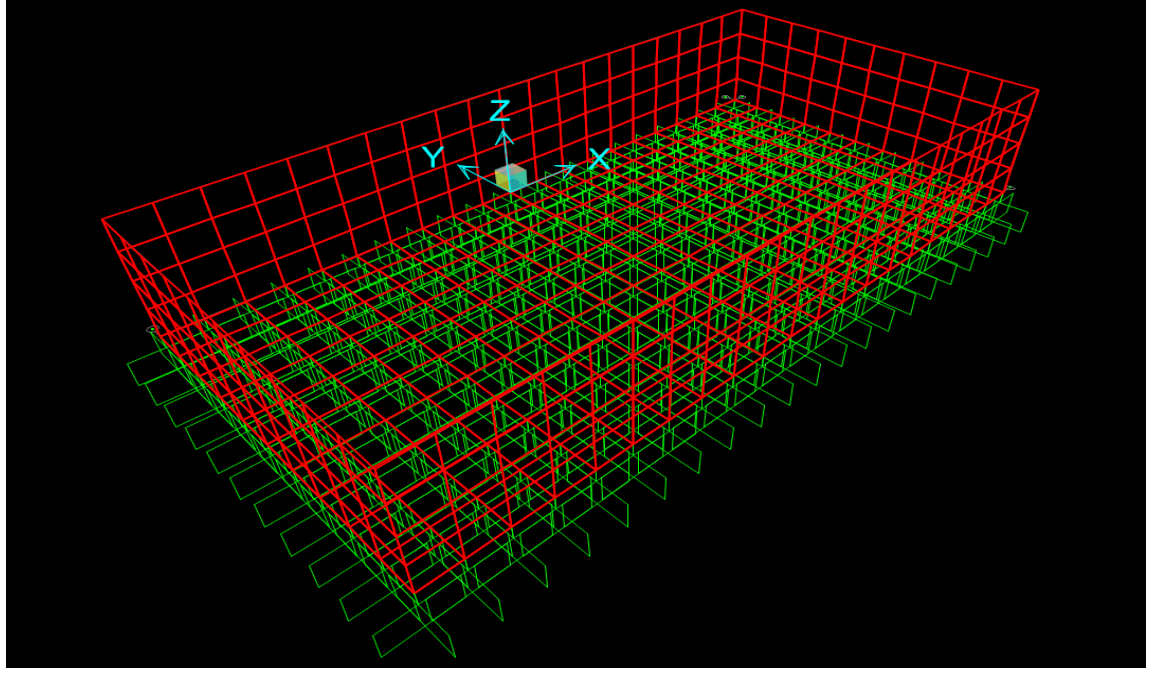
Şekil 2.6.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.6.3.2: Moment diyagramı

2.7 Model 7

Bu grupta modellemelerde su yükü olmayıp, yapının yüksekliği kademeli olarak 2 metreden 12 metreye çıkartılacaktır ve daha sonra aynı işlemler üstü kapalı modeller için tekrarlanacaktır. İlk olarak 2 metre yüksekliğinde olan su depomuzu inceledik.



Şekil 2.7.1: Üstü tam açık 2m yükeklğinde su deposu

2.7.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.7.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.7.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

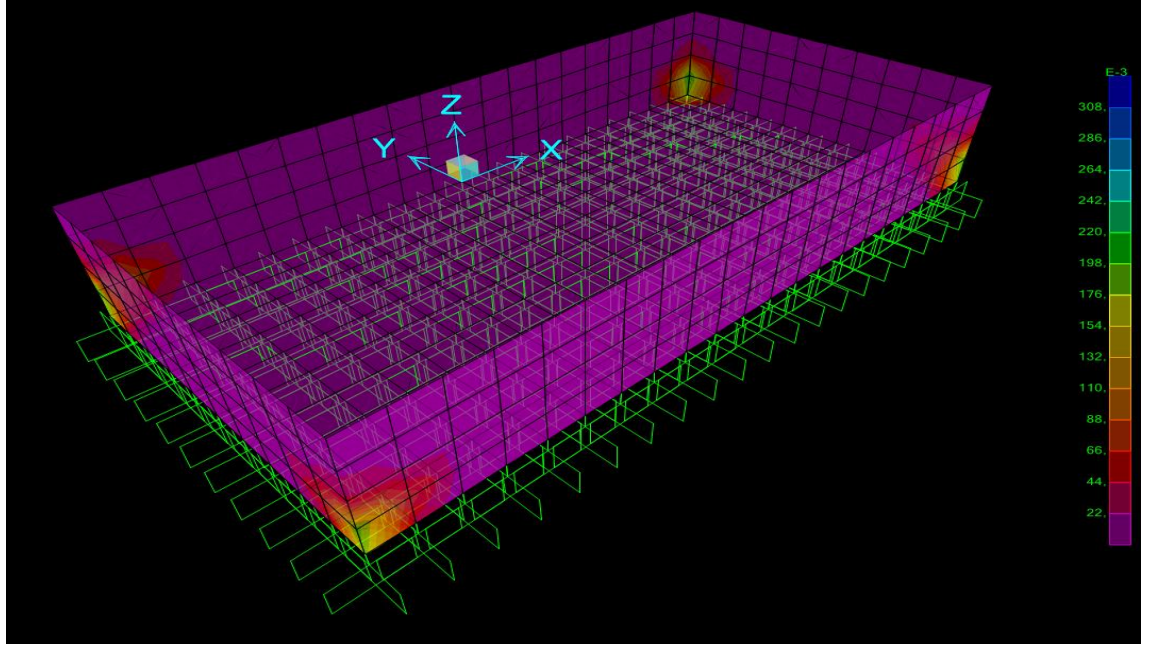
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,031833	31,414	197,38	38958
MODAL	Mode	2	0,031708	31,538	198,16	39267
MODAL	Mode	3	0,025049	39,922	250,84	62921
MODAL	Mode	4	0,024016	41,639	261,62	68446
MODAL	Mode	5	0,023105	43,28	271,94	73950

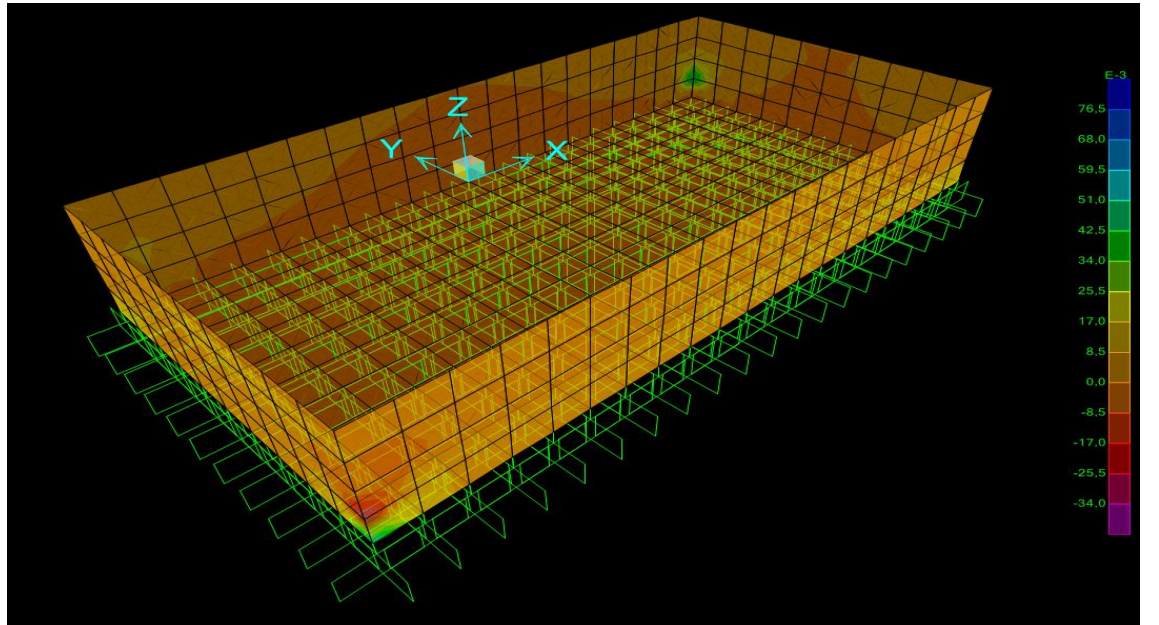
Çizelge 2.7.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.7.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



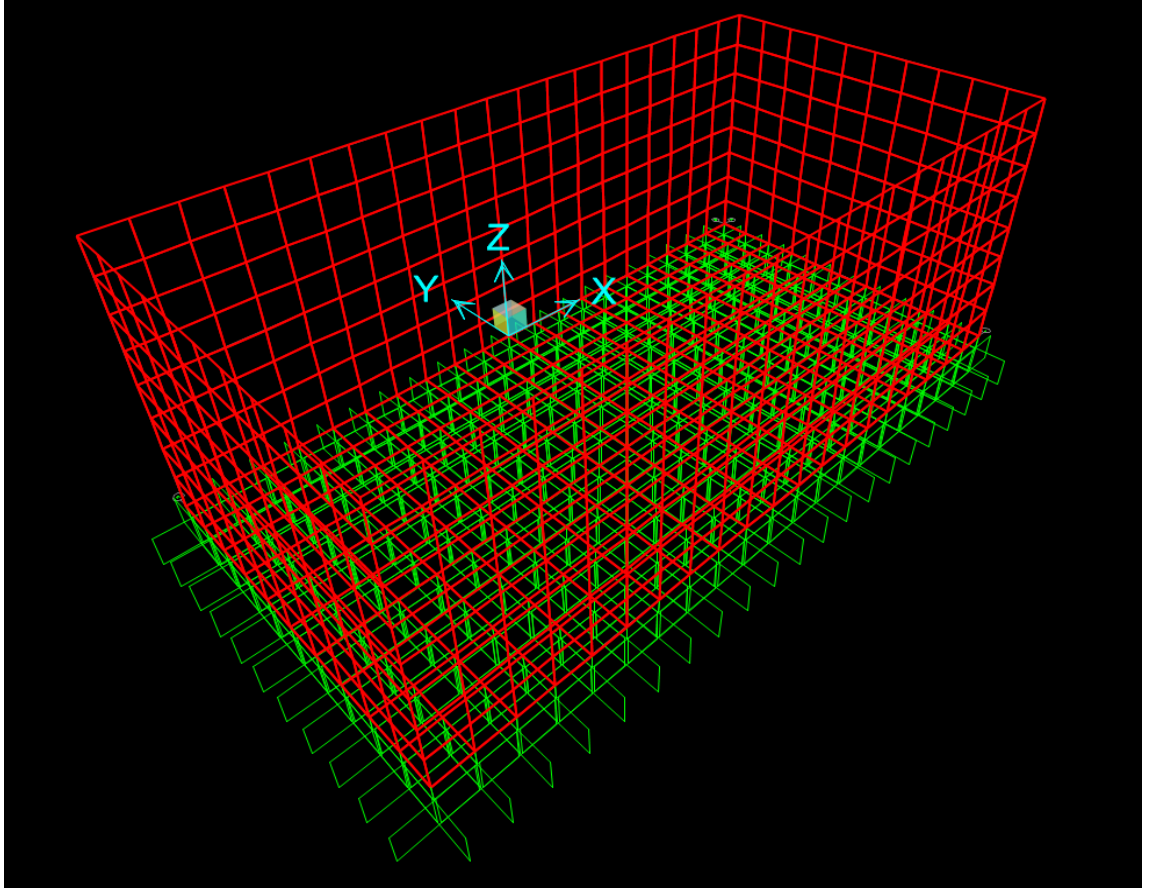
Şekil 2.7.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.7.3.2: Moment diyagramı

2.8 Model 8

Bu modelde yapı yüksekliği 4 metre olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.8.1: Üstü tam açık 4m yükeklğinde su deposu

2.8.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.8.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.8.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

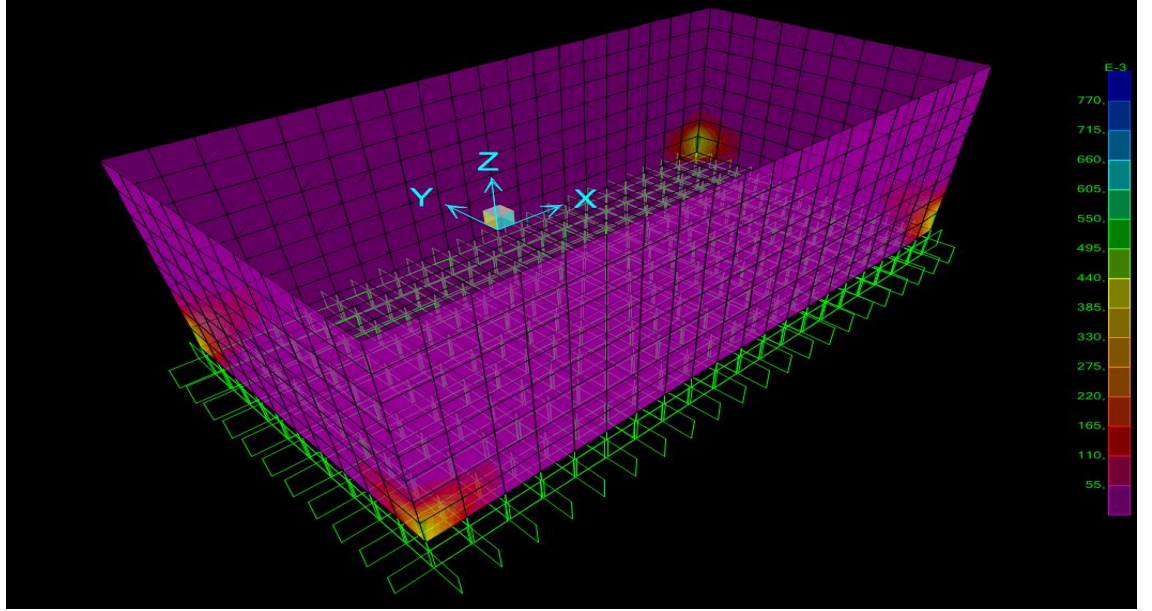
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,090785	11,015	69,21	4790
MODAL	Mode	2	0,087232	11,464	72,029	5188,1
MODAL	Mode	3	0,051589	19,384	121,79	14833
MODAL	Mode	4	0,045298	22,076	138,71	19240
MODAL	Mode	5	0,040863	24,472	153,76	23643

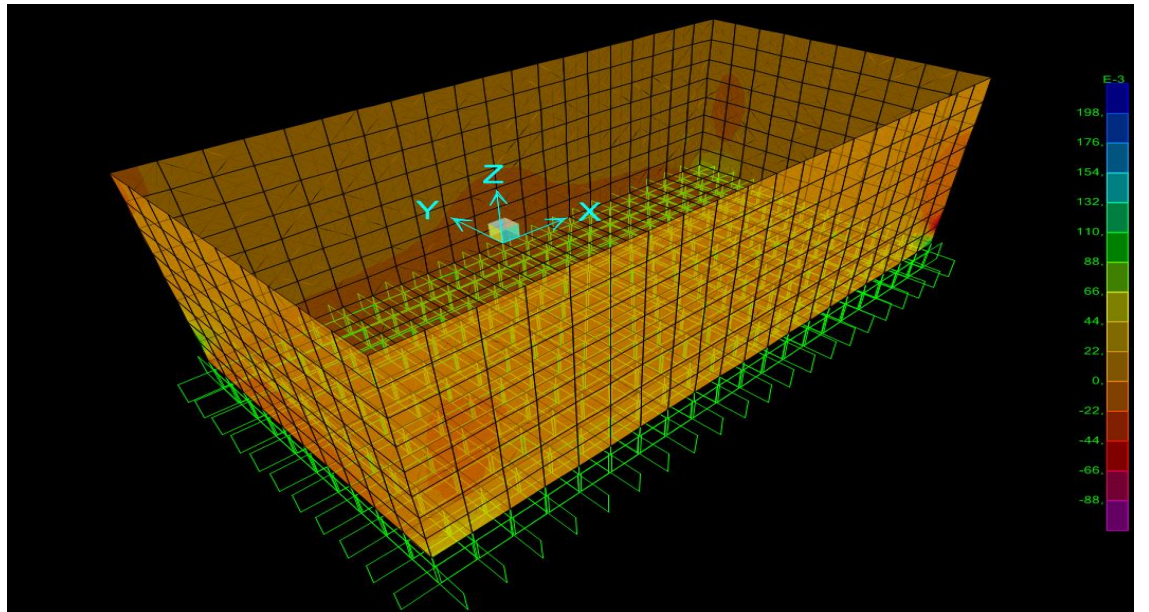
Çizelge 2.8.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.8.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



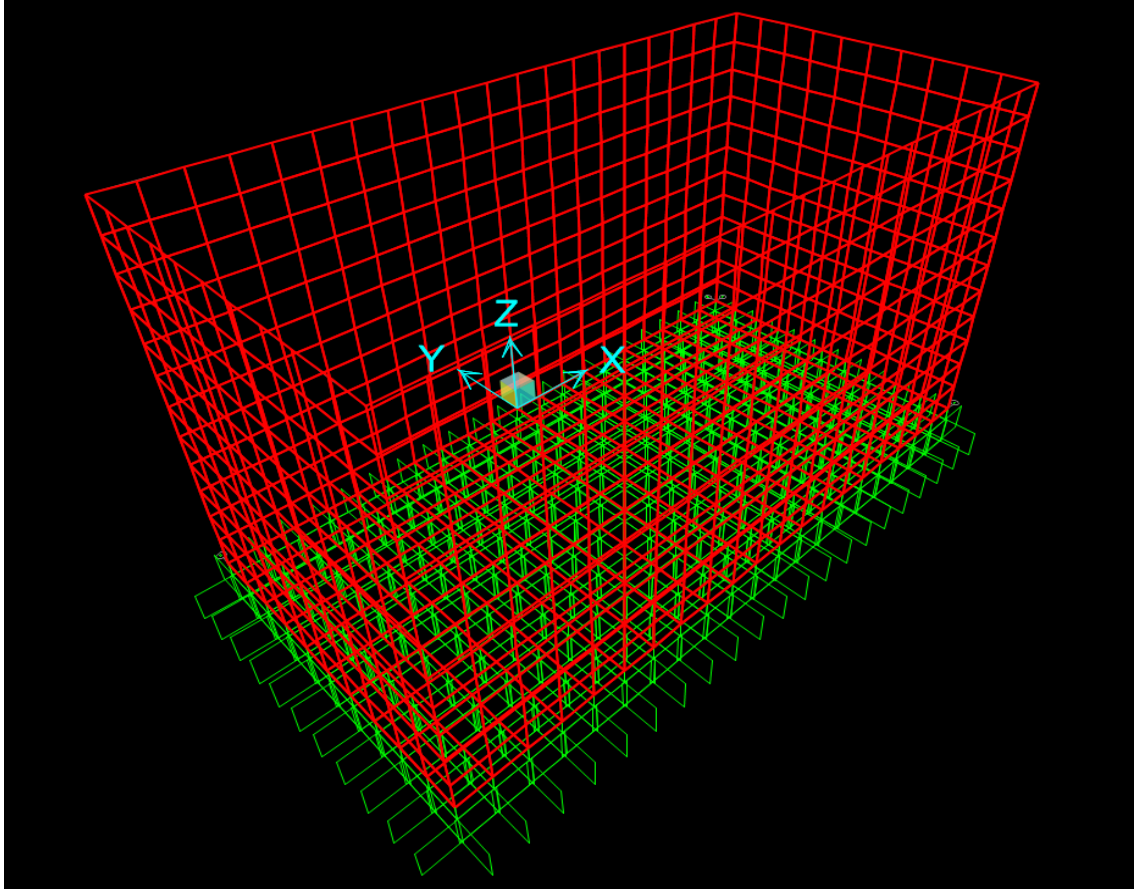
Şekil 2.8.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.8.3.2: Moment diyagramı

2.9 Model 9

Bu modelde yapı yüksekliği 6 metre olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.9.1: Üstü tam açık 6m yükeklğinde su deposu

2.9.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.9.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.9.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

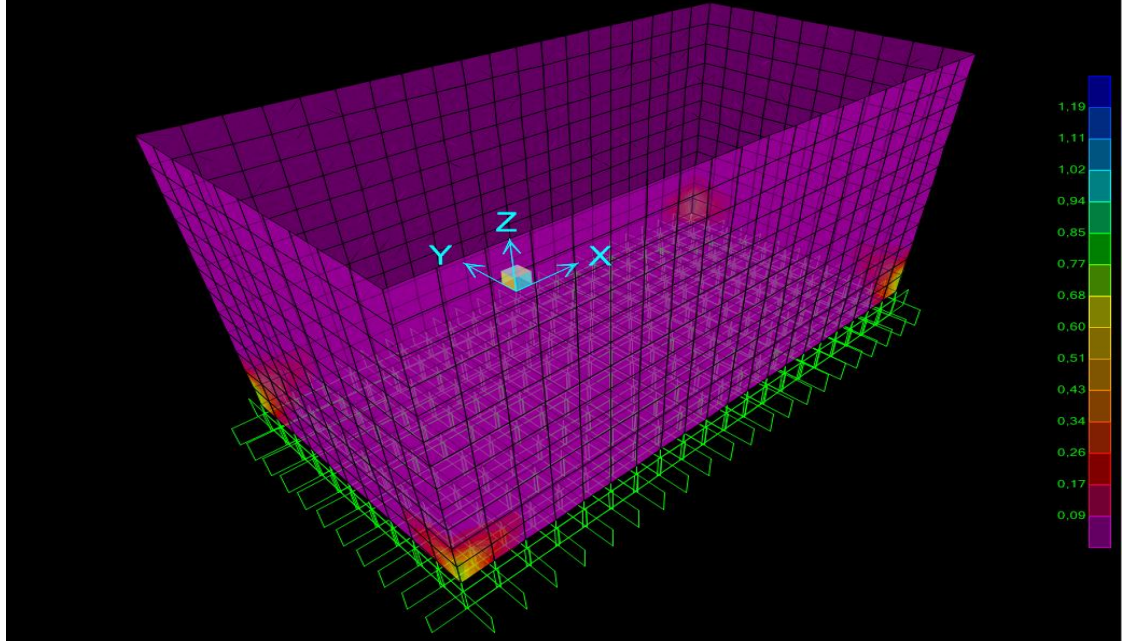
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,137374	7,2794	45,738	2092
MODAL	Mode	2	0,125301	7,9808	50,145	2514,5
MODAL	Mode	3	0,064272	15,559	97,759	9556,9
MODAL	Mode	4	0,054036	18,506	116,28	13521
MODAL	Mode	5	0,047047	21,256	133,55	17836

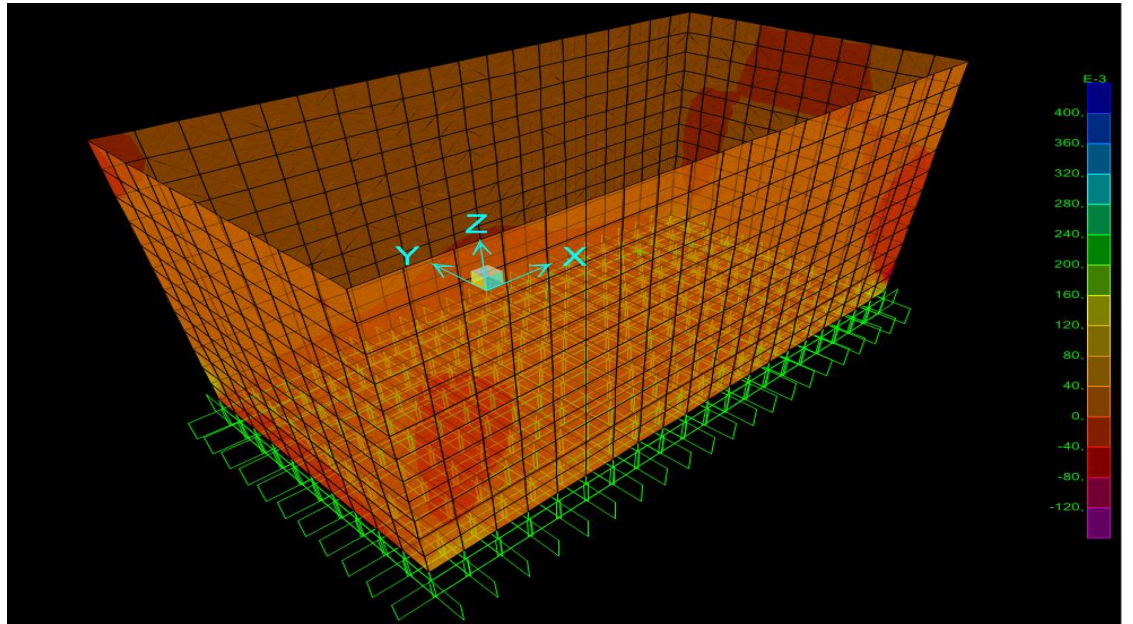
Çizelge 2.9.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.9.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



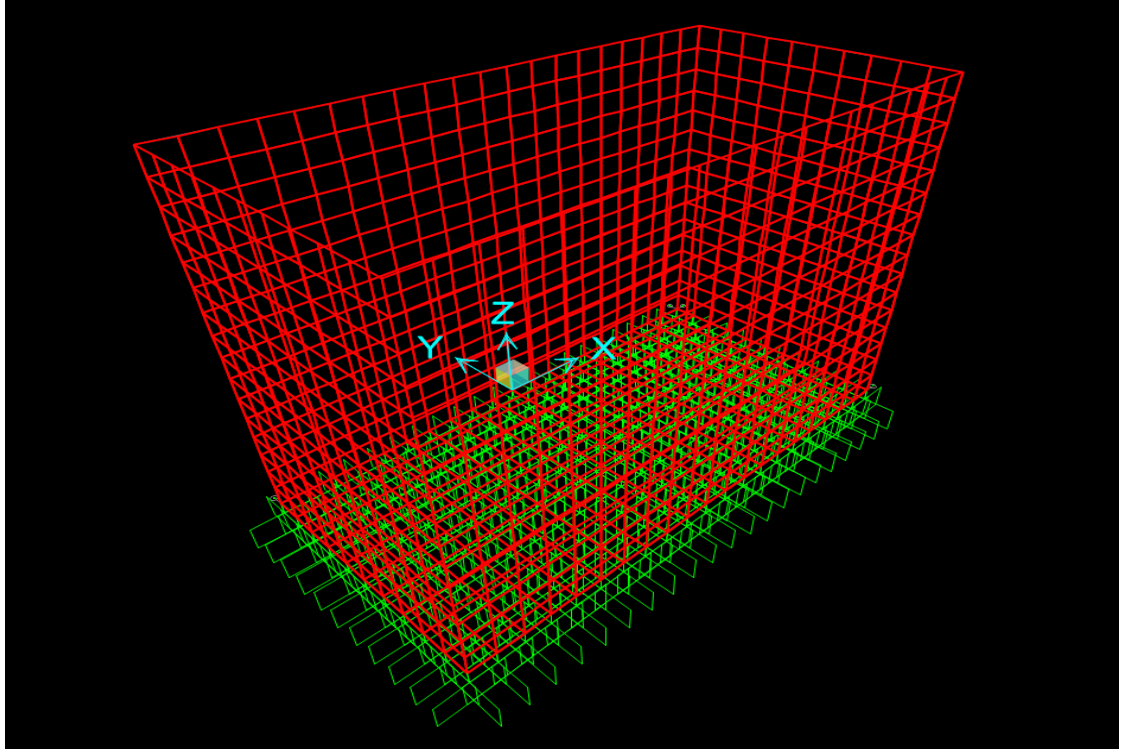
Şekil 2.9.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.9.3.2: Moment diyagramı

2.10 Model 10

Bu modelde yapı yüksekliği 8 metre olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.10.1: Üstü tam açık 8m yüksekliğinde su deposu

2.10.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.10.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.10.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

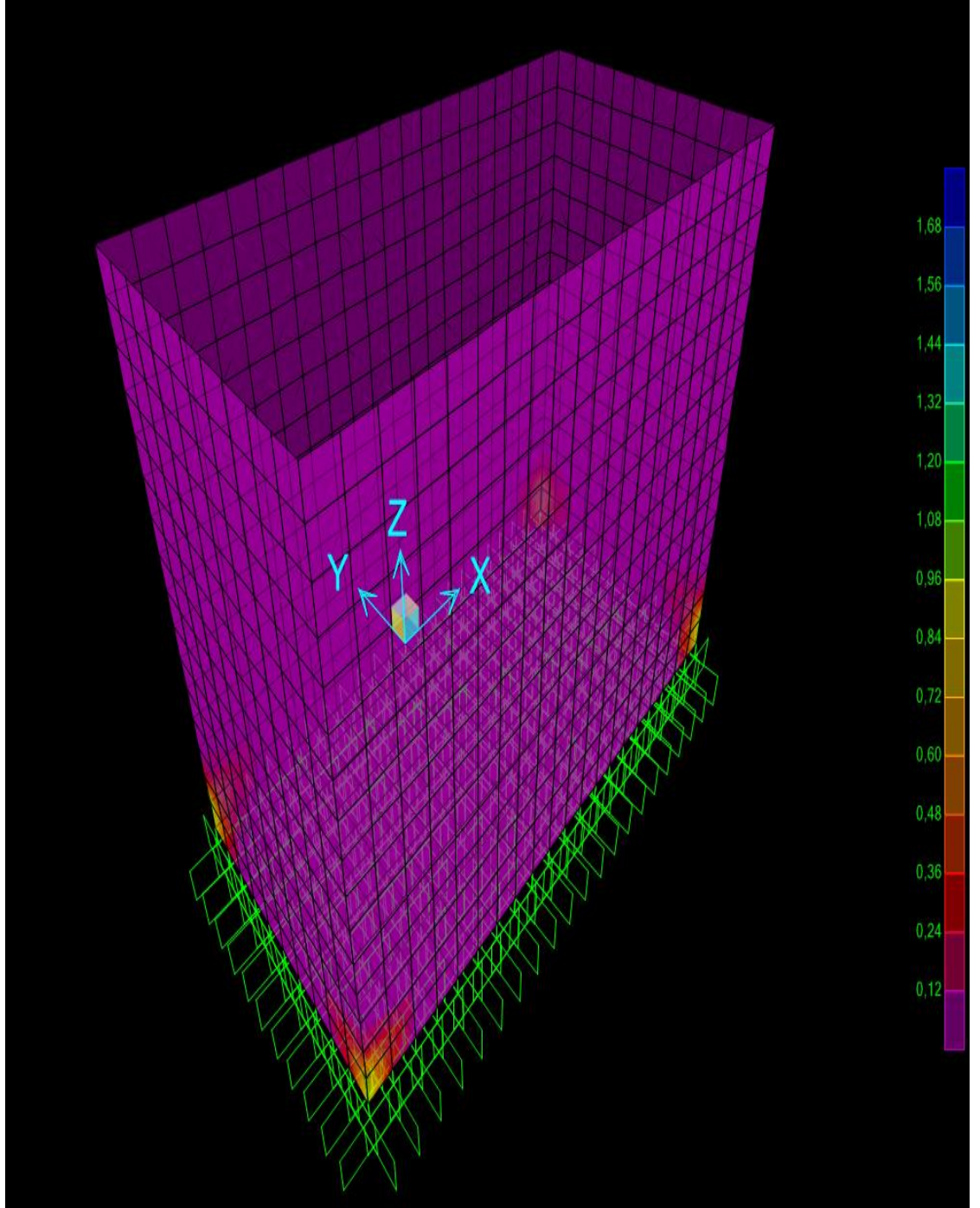
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,165828	6,0304	37,89	1435,6
MODAL	Mode	2	0,145744	6,8614	43,111	1858,6
MODAL	Mode	3	0,070087	14,268	89,648	8036,8
MODAL	Mode	4	0,063777	15,68	98,518	9705,7
MODAL	Mode	5	0,062632	15,966	100,32	10064

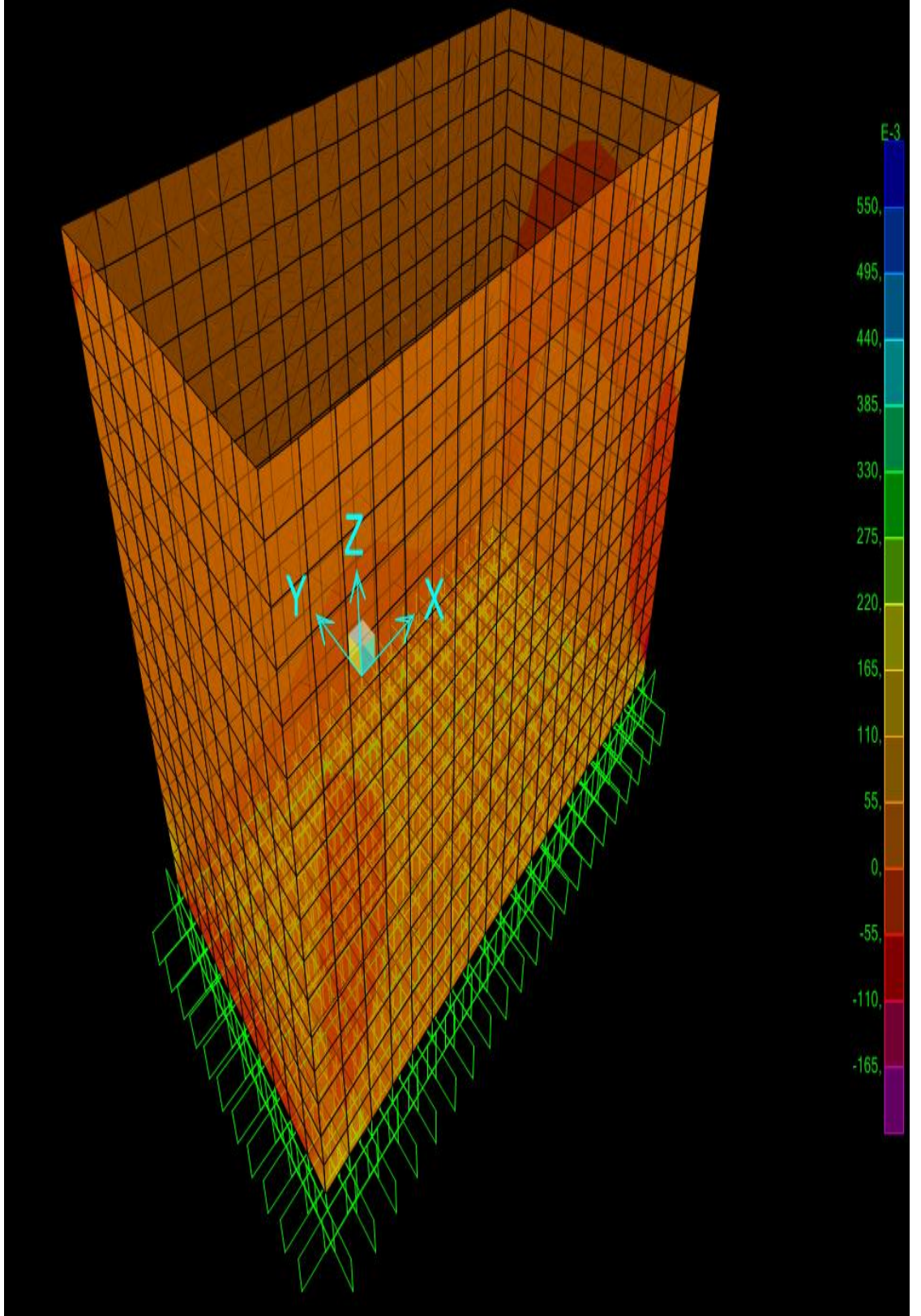
Çizelge 2.10.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.10.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



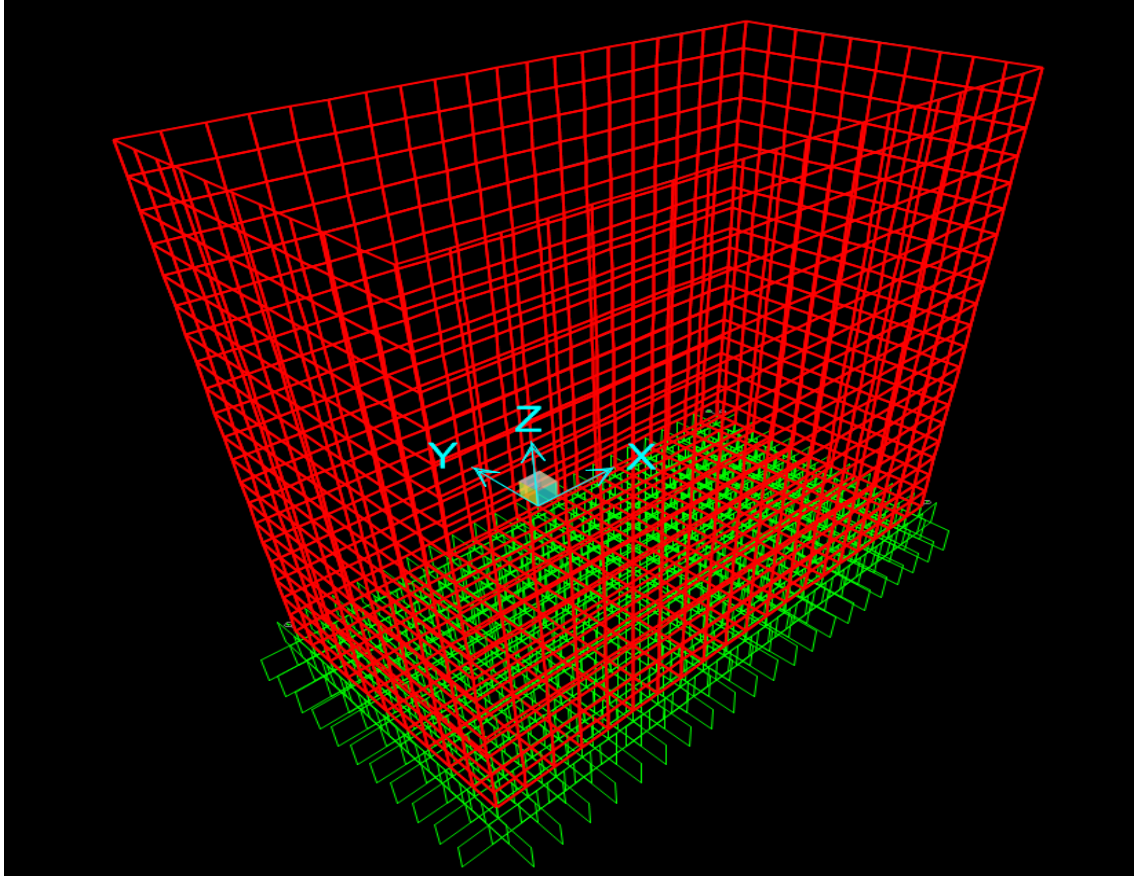
Şekil 2.10.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.10.3.2: Moment diyagramı

2.11 Model 11

Bu modelde yapı yüksekliği 10 metre olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.11.1: Üstü tam açık 10m yüksekliğinde su deposu

2.11.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.11.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.11.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

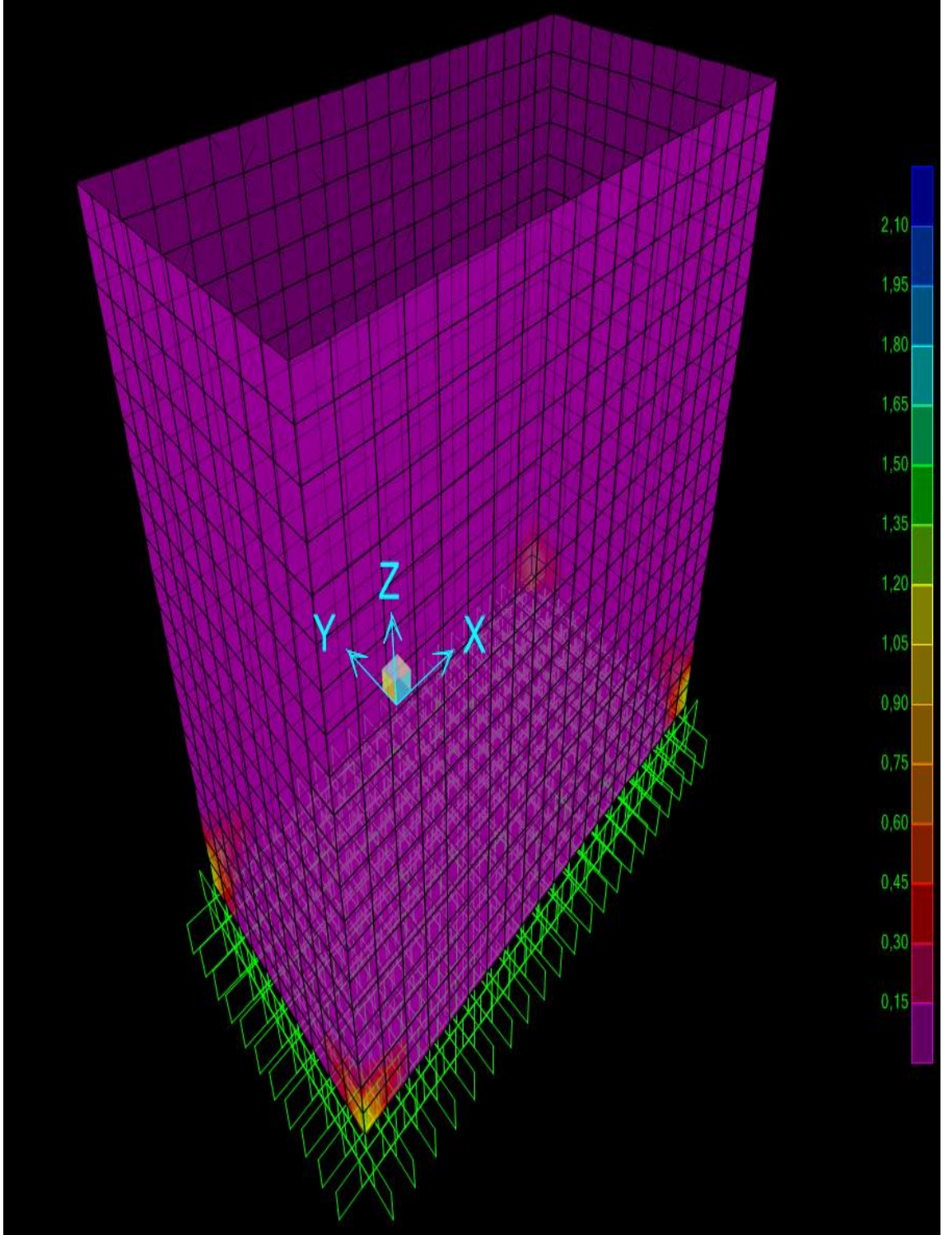
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,182417	5,4819	34,444	1186,4
MODAL	Mode	2	0,157234	6,36	39,961	1596,9
MODAL	Mode	3	0,085519	11,693	73,471	5398
MODAL	Mode	4	0,082642	12,1	76,029	5780,4
MODAL	Mode	5	0,073121	13,676	85,929	7383,8

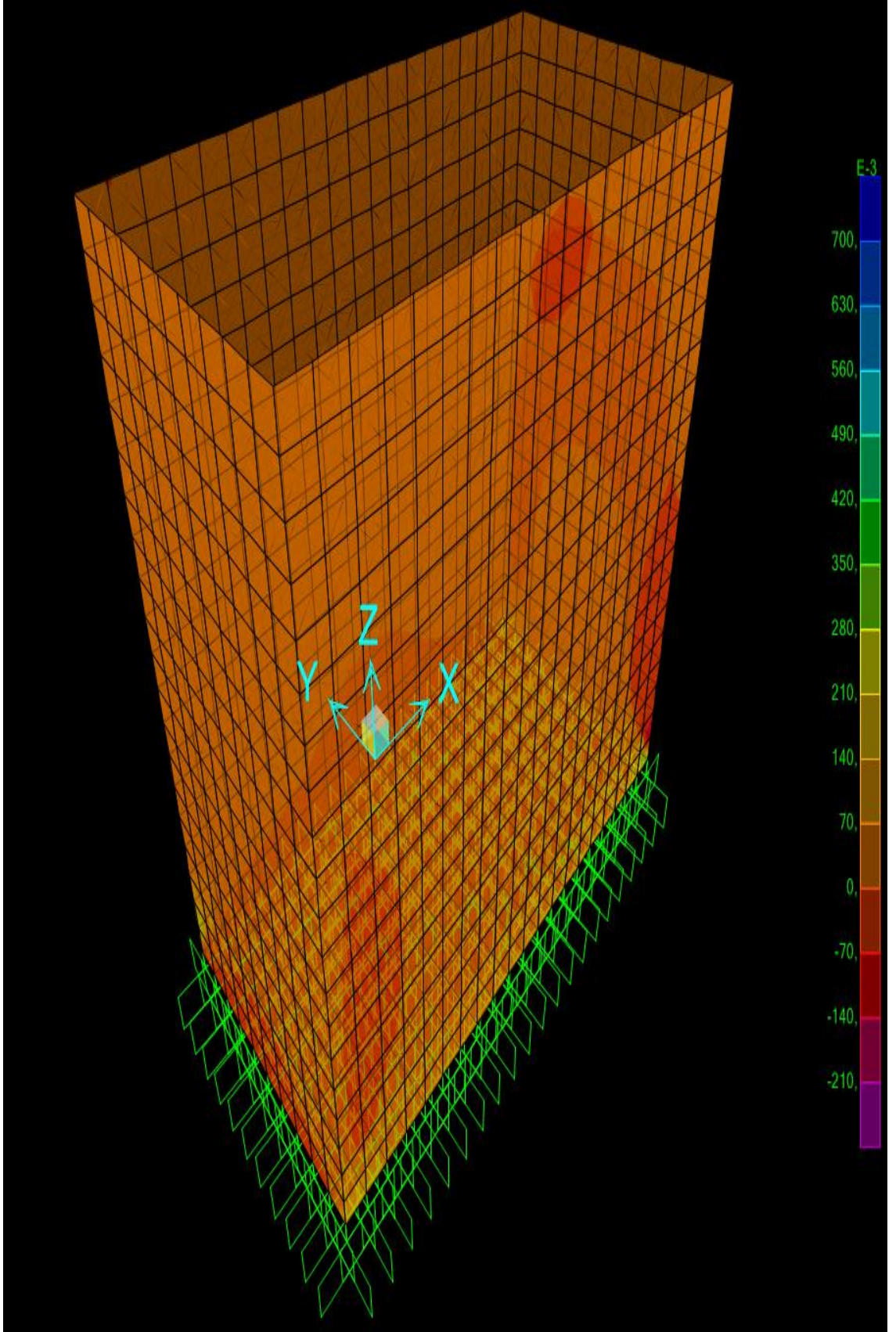
Çizelge 2.11.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.11.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



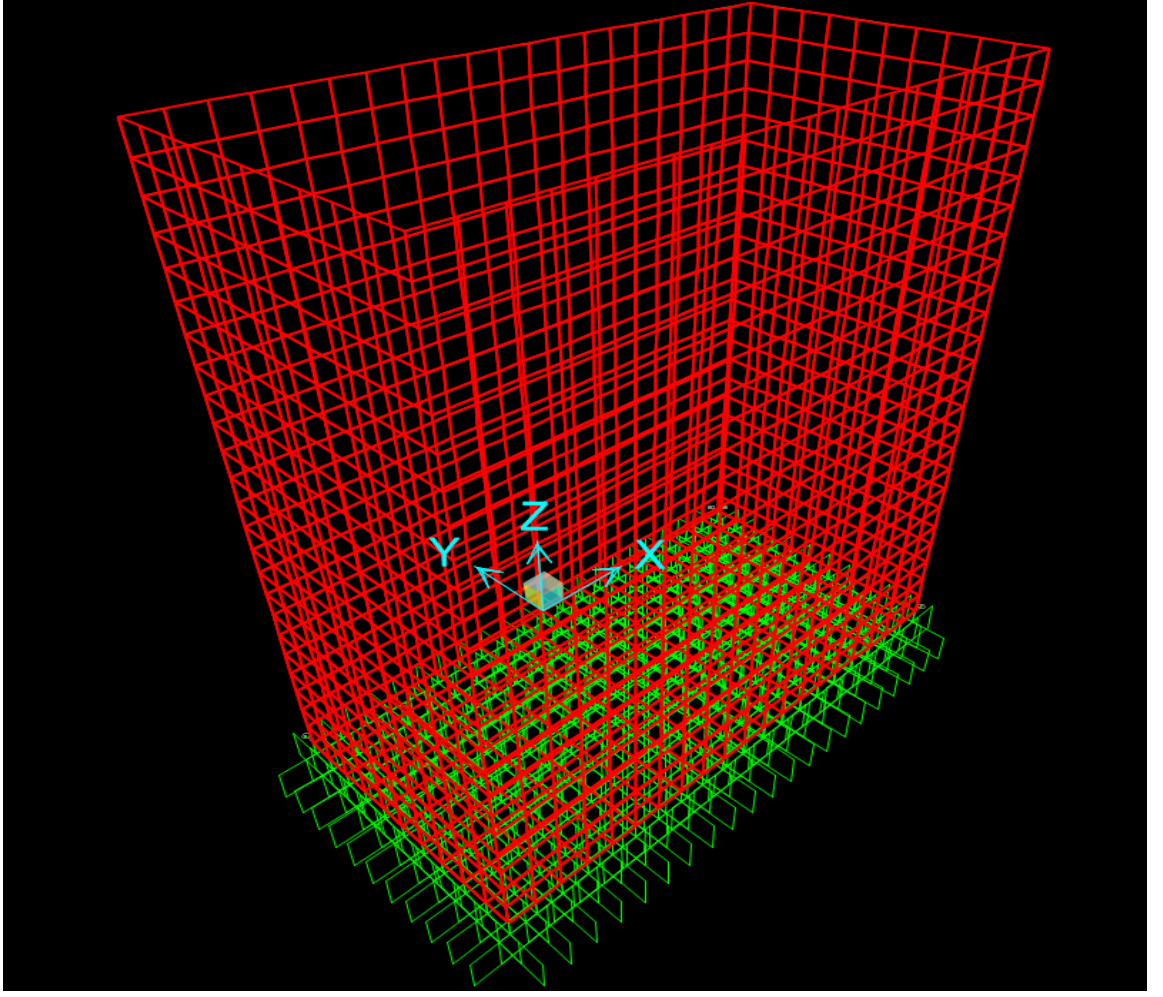
Şekil 2.11.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.11.3.2: Moment diyagramı

2.12 Model 12

Bu modelde yapı yüksekliği 12 metre olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.12.1: Üstü tam açık 12m yüksekliğinde su deposu

2.12.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.12.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.12.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

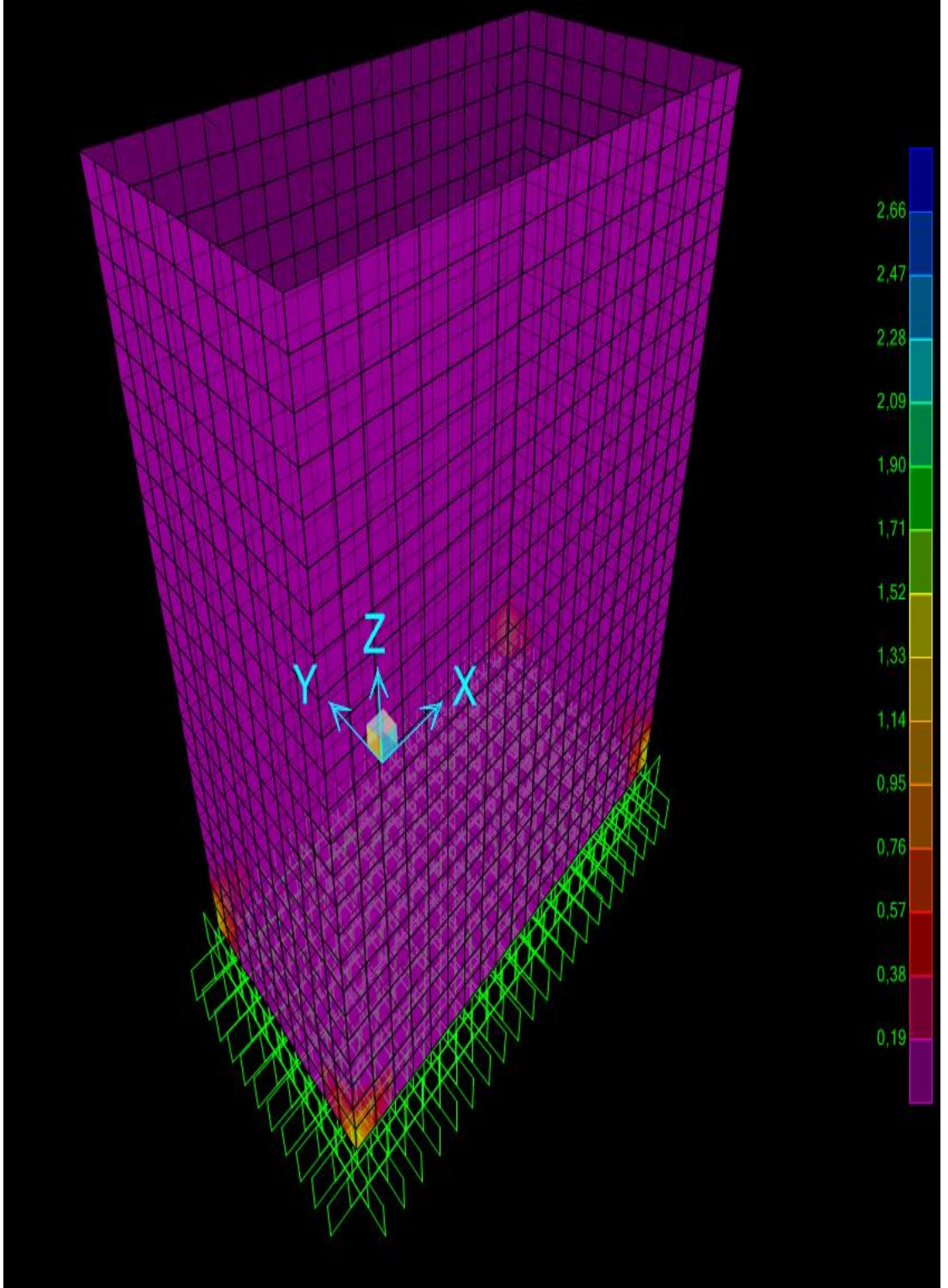
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,192346	5,199	32,666	1067,1
MODAL	Mode	2	0,164778	6,0688	38,131	1454
MODAL	Mode	3	0,105123	9,5127	59,77	3572,4
MODAL	Mode	4	0,099713	10,029	63,013	3970,6
MODAL	Mode	5	0,075019	13,33	83,755	7014,9

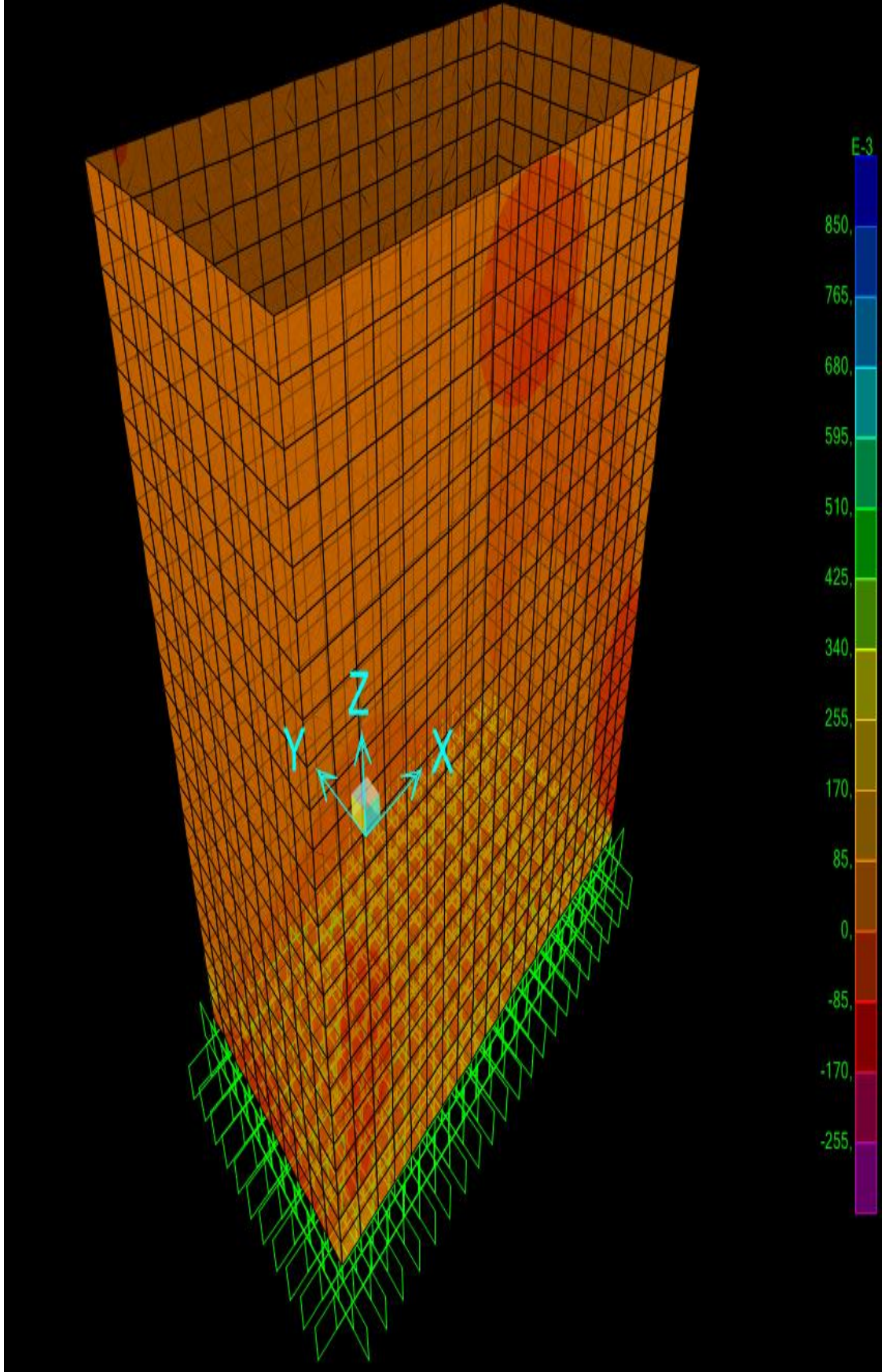
Çizelge 2.12.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.12.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



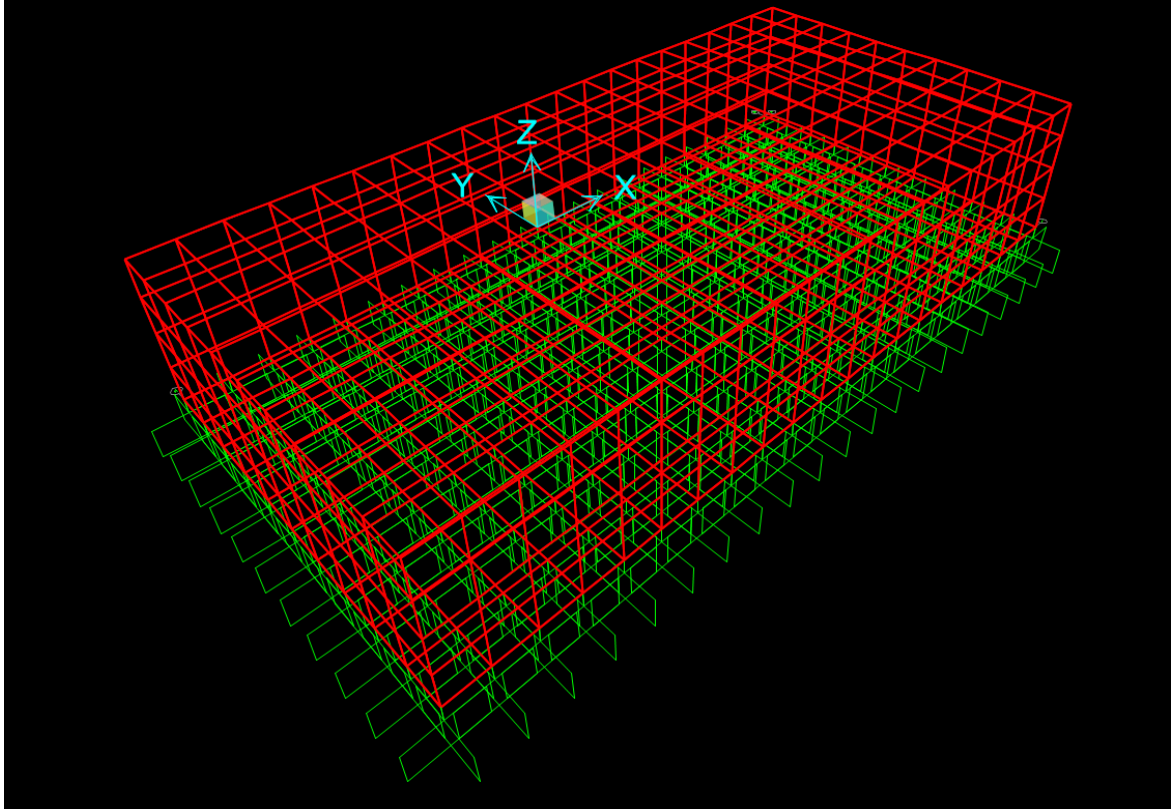
Şekil 2.12.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.12.3.2: Moment diyagramı

2.13 Model 13

Bu modelde yapı yüksekliği 2 metre ve üstü kapalı olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.13.1: Üstü kapalı 2m yükeklğinde su deposu

2.13.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.13.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.13.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

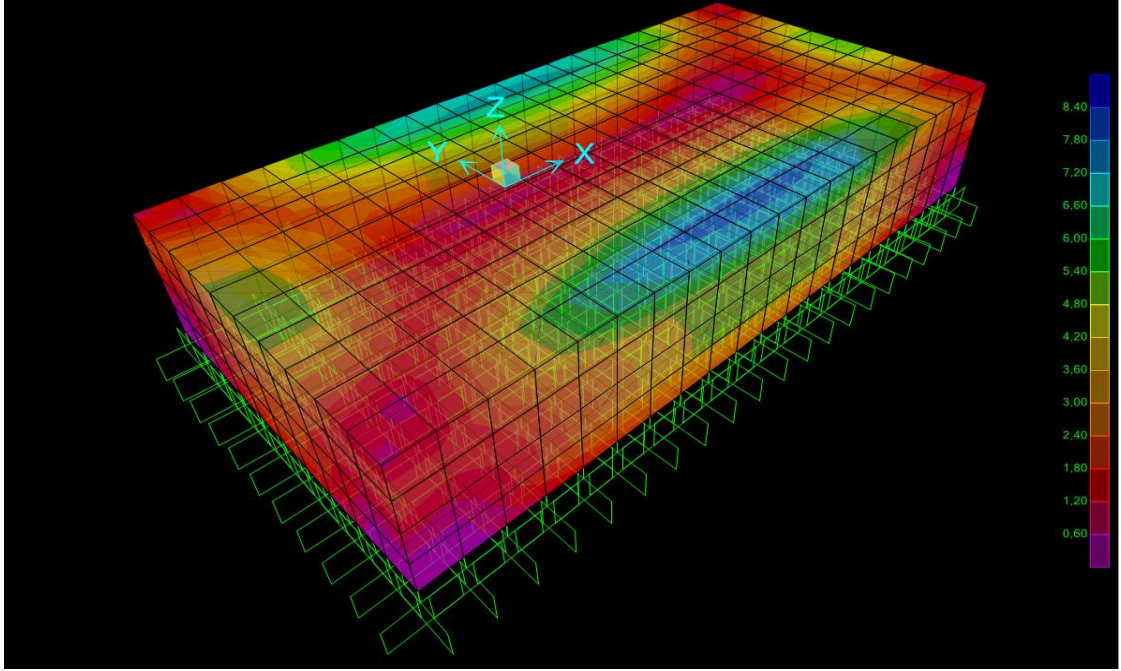
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,047303	21,14	132,83	17644
MODAL	Mode	2	0,035829	27,91	175,36	30753
MODAL	Mode	3	0,025073	39,884	250,6	62800
MODAL	Mode	4	0,018491	54,079	339,79	115460
MODAL	Mode	5	0,017584	56,87	357,32	127680

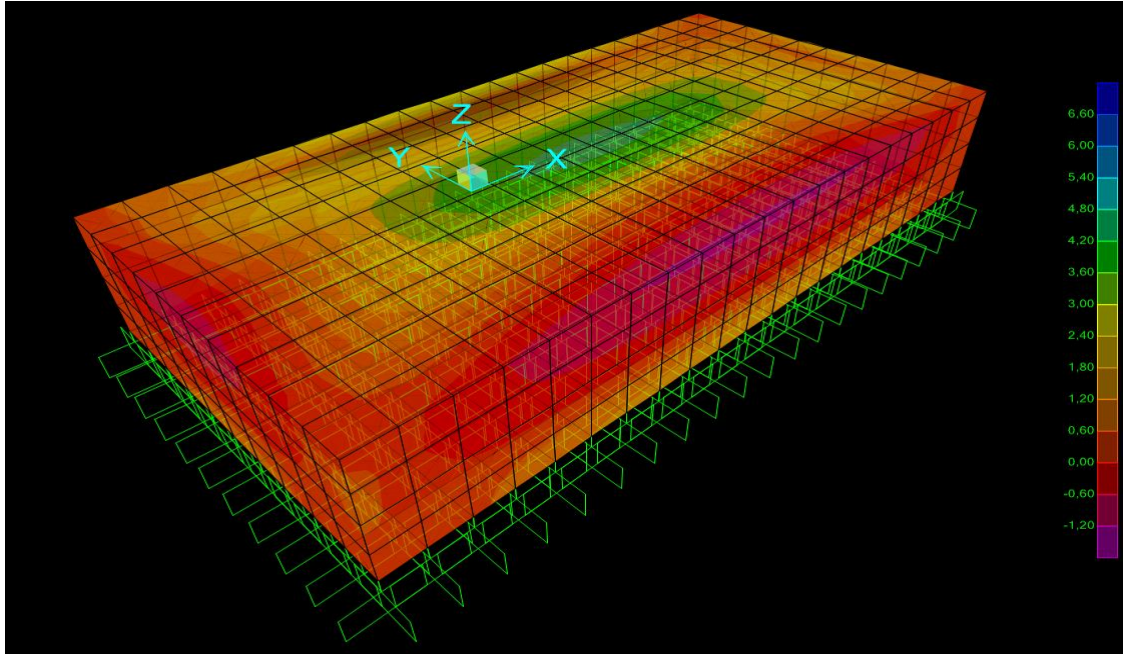
Çizelge 2.13.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.13.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



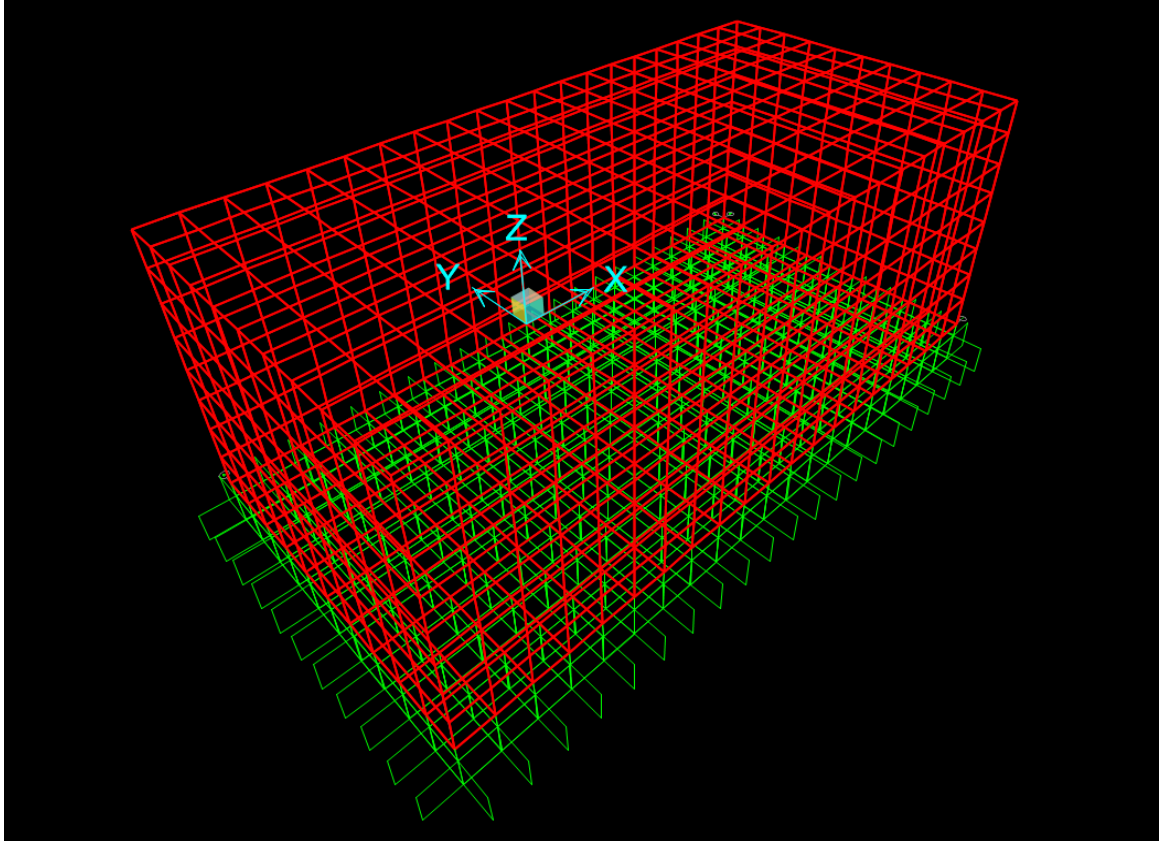
Şekil 2.13.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.13.3.2: Moment diyagramı

2.14 Model 14

Bu modelde yapı yüksekliği 4 metre ve üstü kapalı olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.14.1: Üstü kapalı 4m yükeklğinde su deposu

2.14.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.14.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.14.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

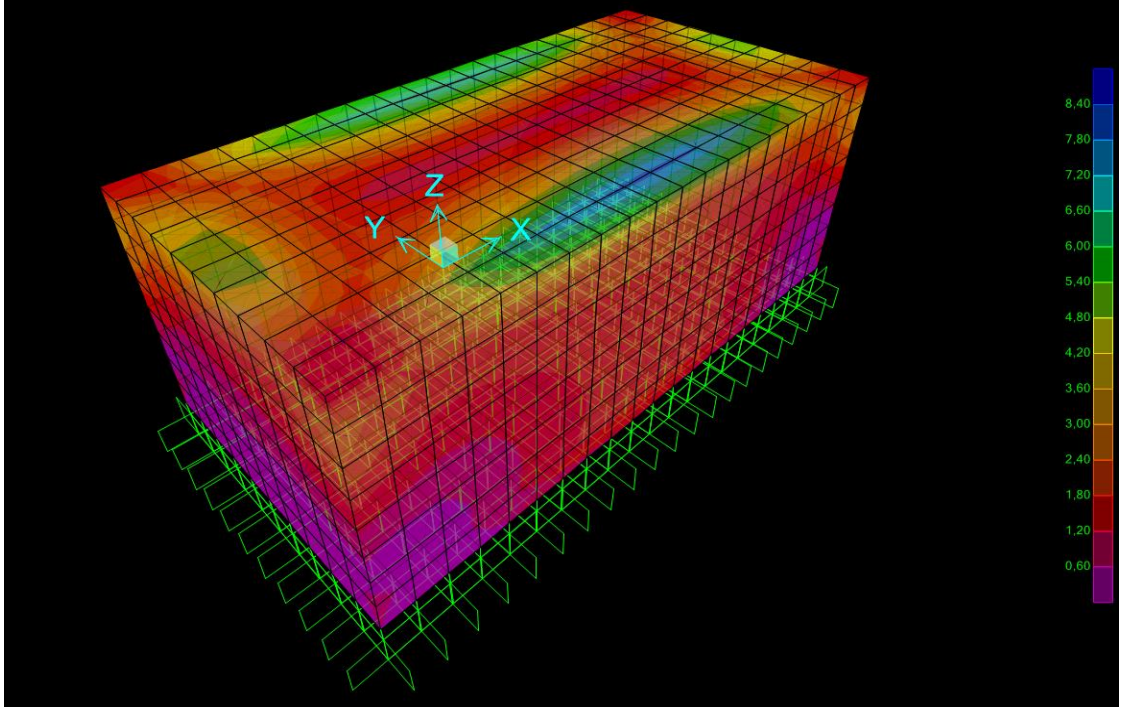
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,051905	19,266	121,05	14654
MODAL	Mode	2	0,037499	26,668	167,56	28076
MODAL	Mode	3	0,030359	32,939	206,96	42834
MODAL	Mode	4	0,02612	38,284	240,55	57864
MODAL	Mode	5	0,025382	39,399	247,55	61281

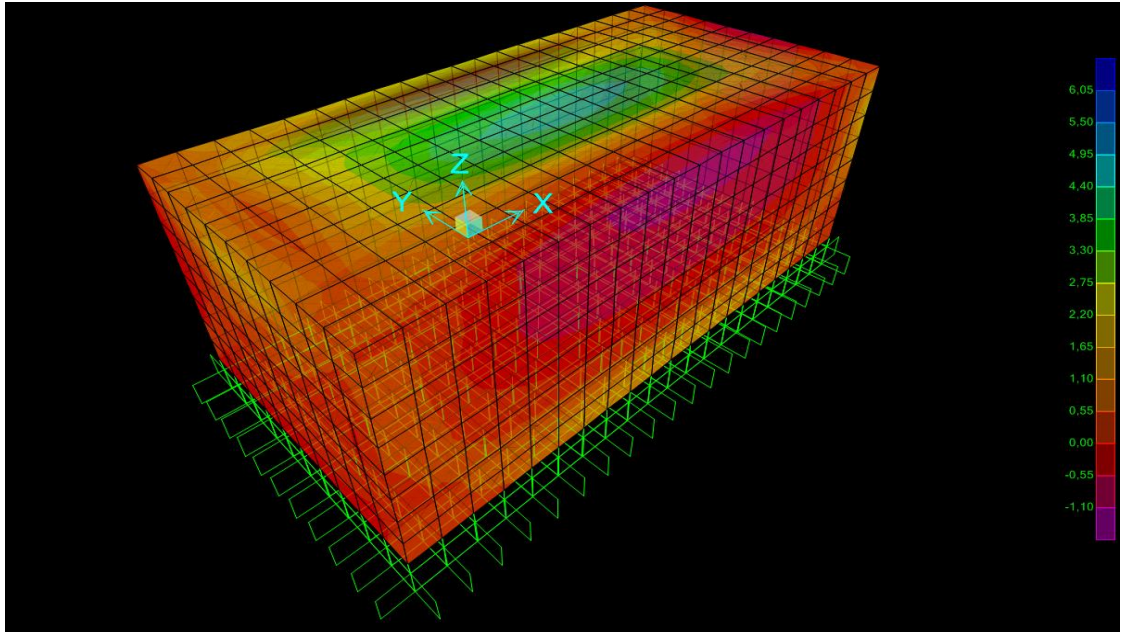
Çizelge 2.14.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.14.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



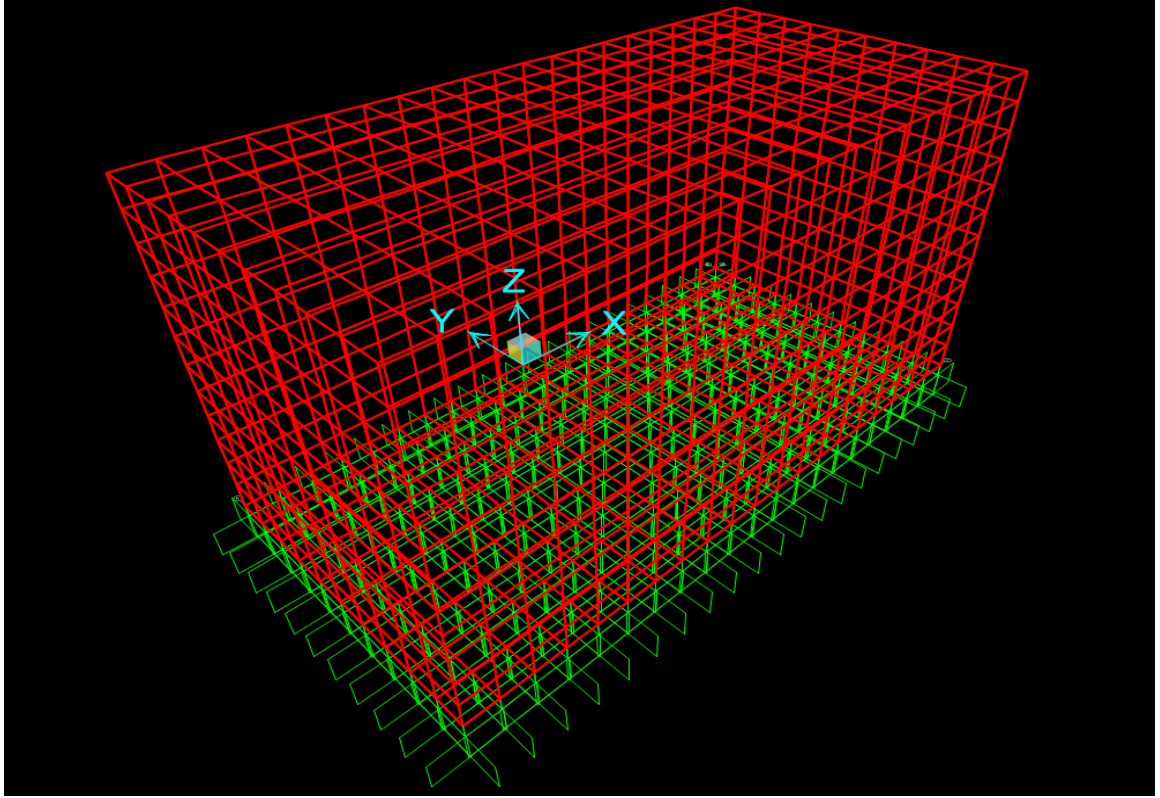
Şekil 2.14.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.14.3.2: Moment diyagramı

2.15 Model 15

Bu modelde yapı yüksekliği 4 metre ve üstü kapalı olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.15.1: Üstü kapalı 6m yüksekliğinde su deposu

2.15.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.15.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.15.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

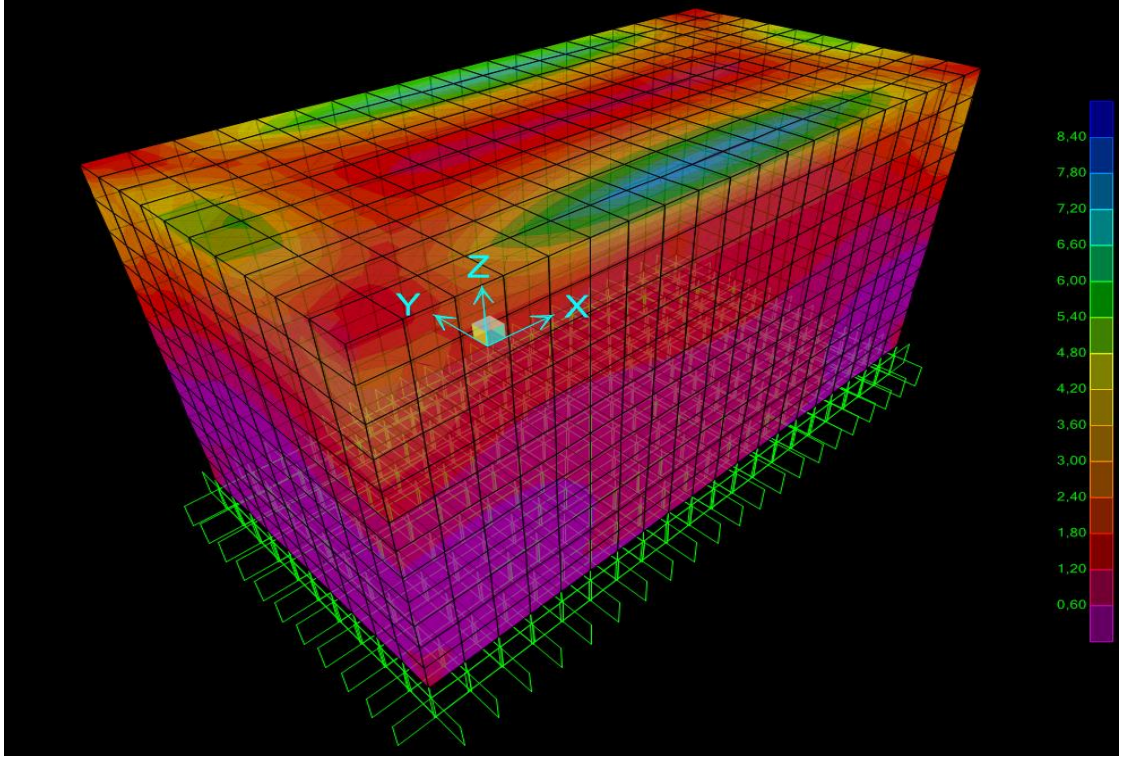
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,06254	15,99	100,47	10094
MODAL	Mode	2	0,055248	18,1	113,73	12934
MODAL	Mode	3	0,043755	22,855	143,6	20621
MODAL	Mode	4	0,03988	25,075	157,55	24822
MODAL	Mode	5	0,036611	27,314	171,62	29454

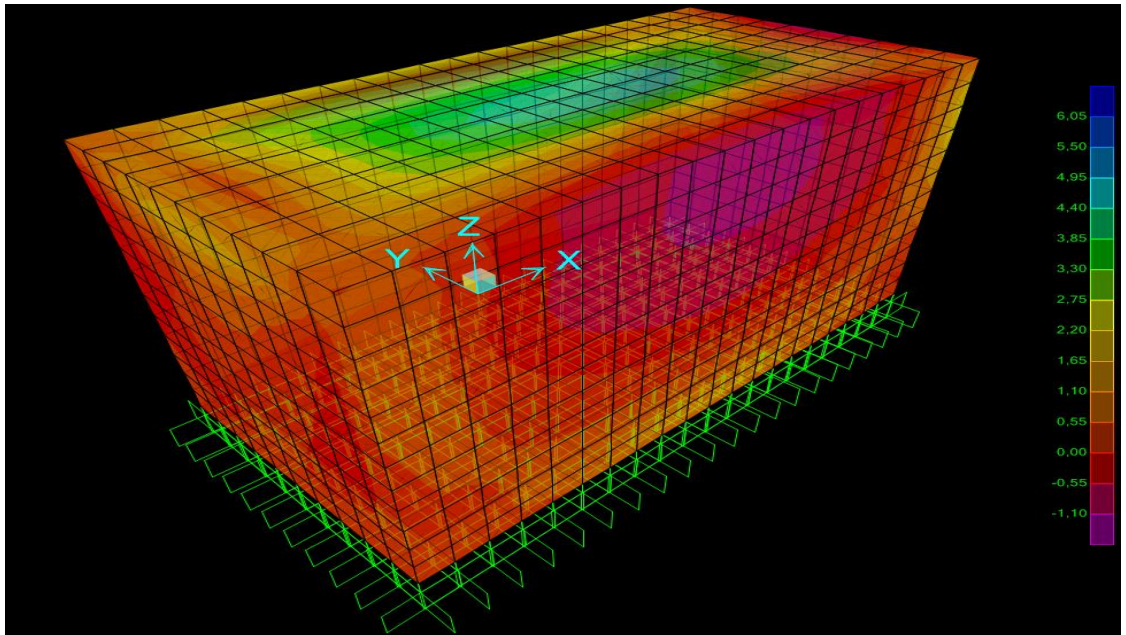
Çizelge 2.15.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.15.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



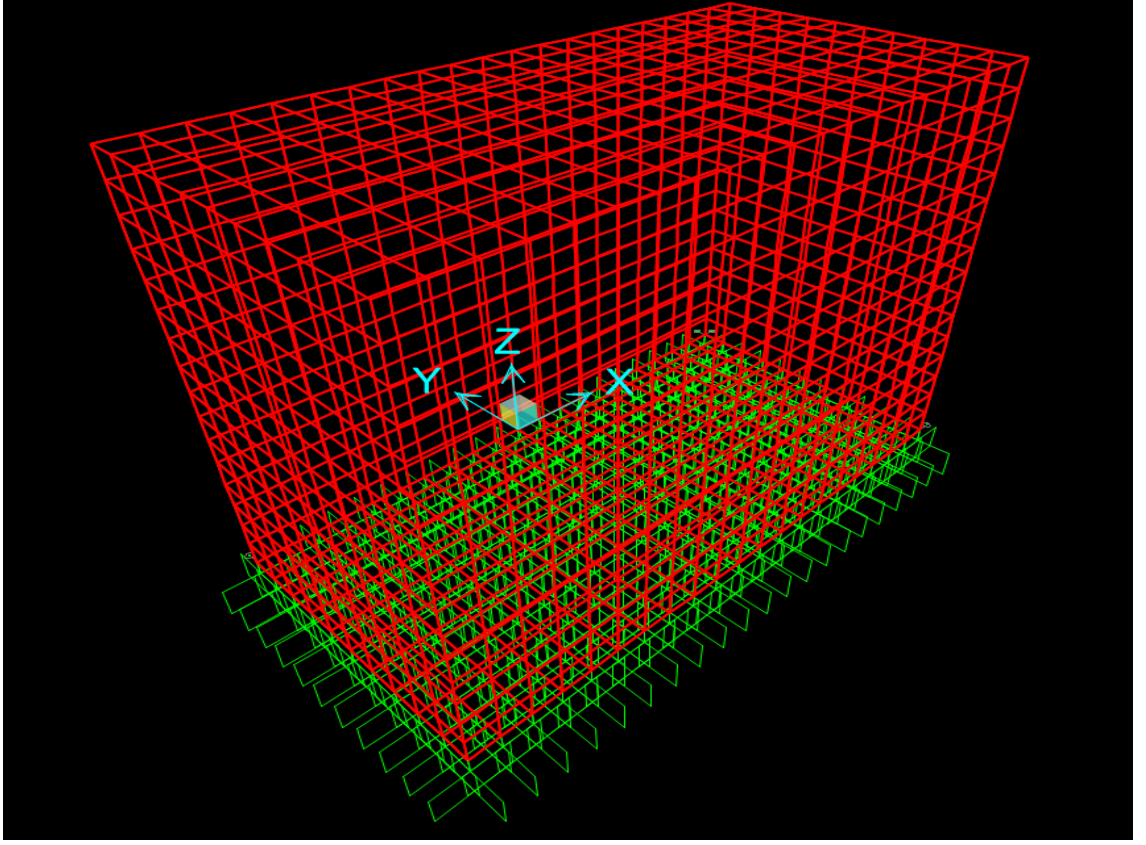
Şekil 2.15.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.15.3.2: Moment diyagramı

2.16 Model 16

Bu modelde yapı yüksekliği 8 metre ve üstü kapalı olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.16.1: Üstü kapalı 8m yüksekliğinde su deposu

2.16.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.16.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.16.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

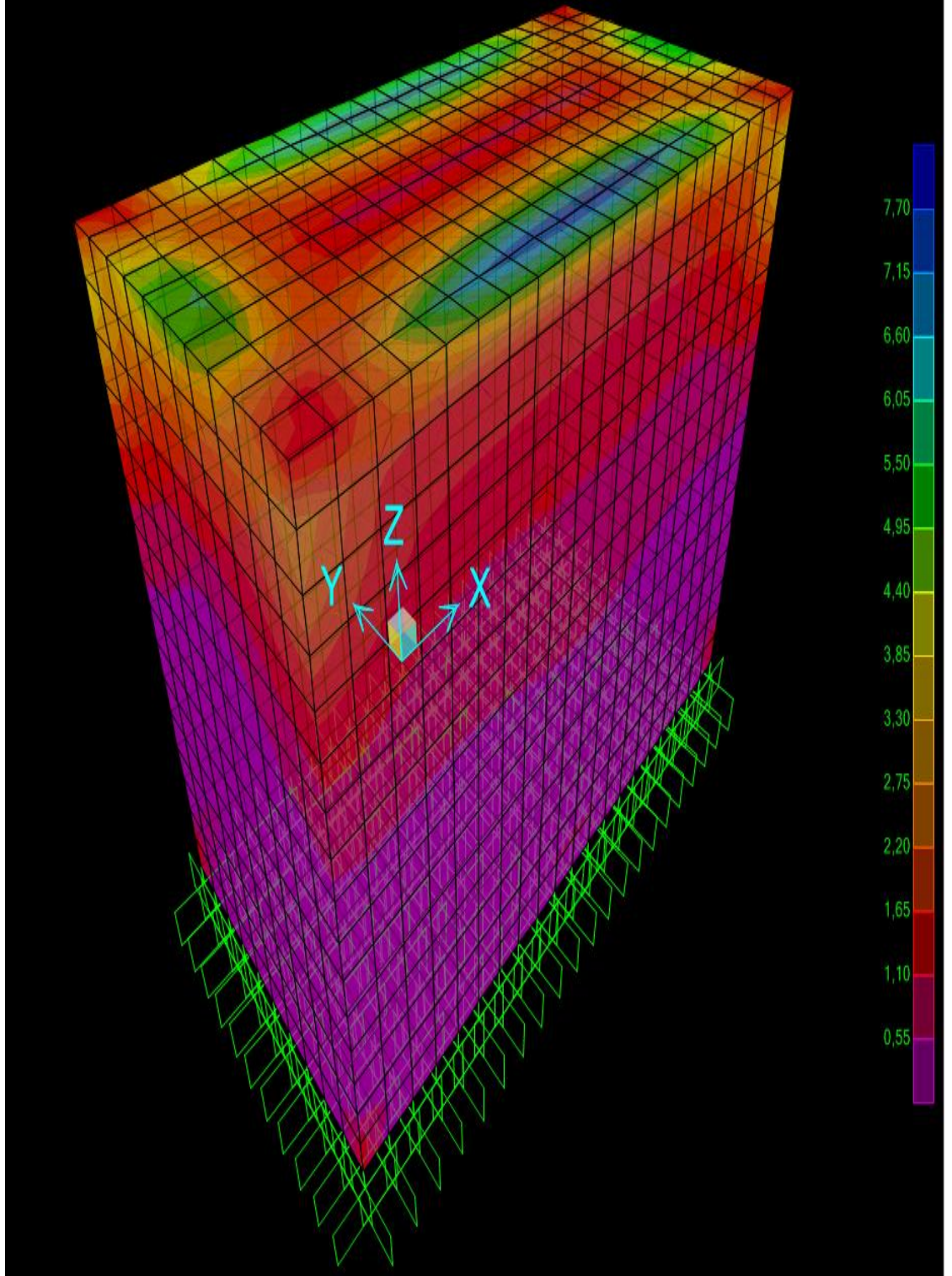
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,086713	11,532	72,459	5250,3
MODAL	Mode	2	0,081844	12,218	76,77	5893,7
MODAL	Mode	3	0,050625	19,753	124,11	15404
MODAL	Mode	4	0,050464	19,816	124,51	15502
MODAL	Mode	5	0,04485	22,297	140,09	19626

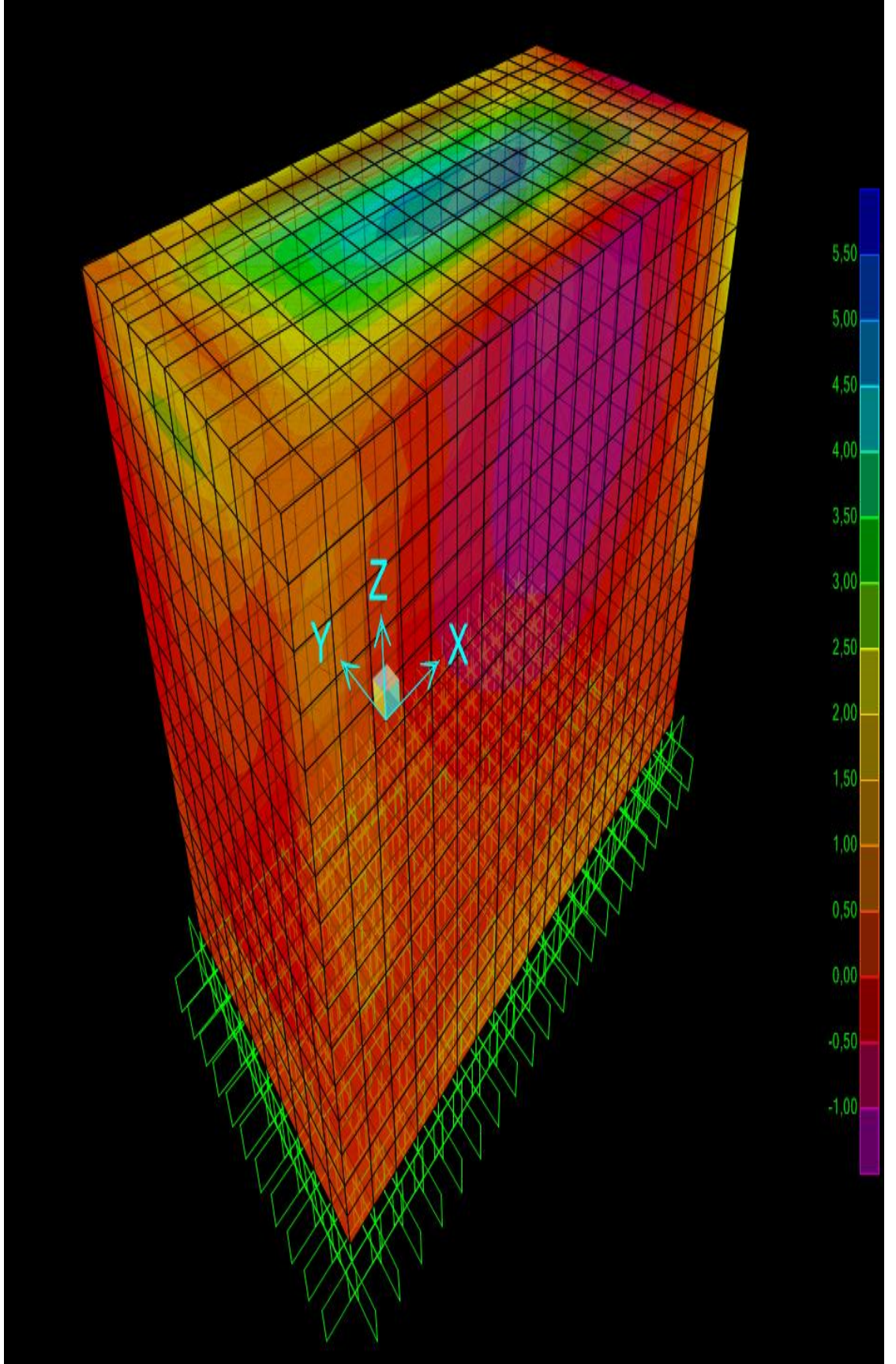
Çizelge 2.16.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.16.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



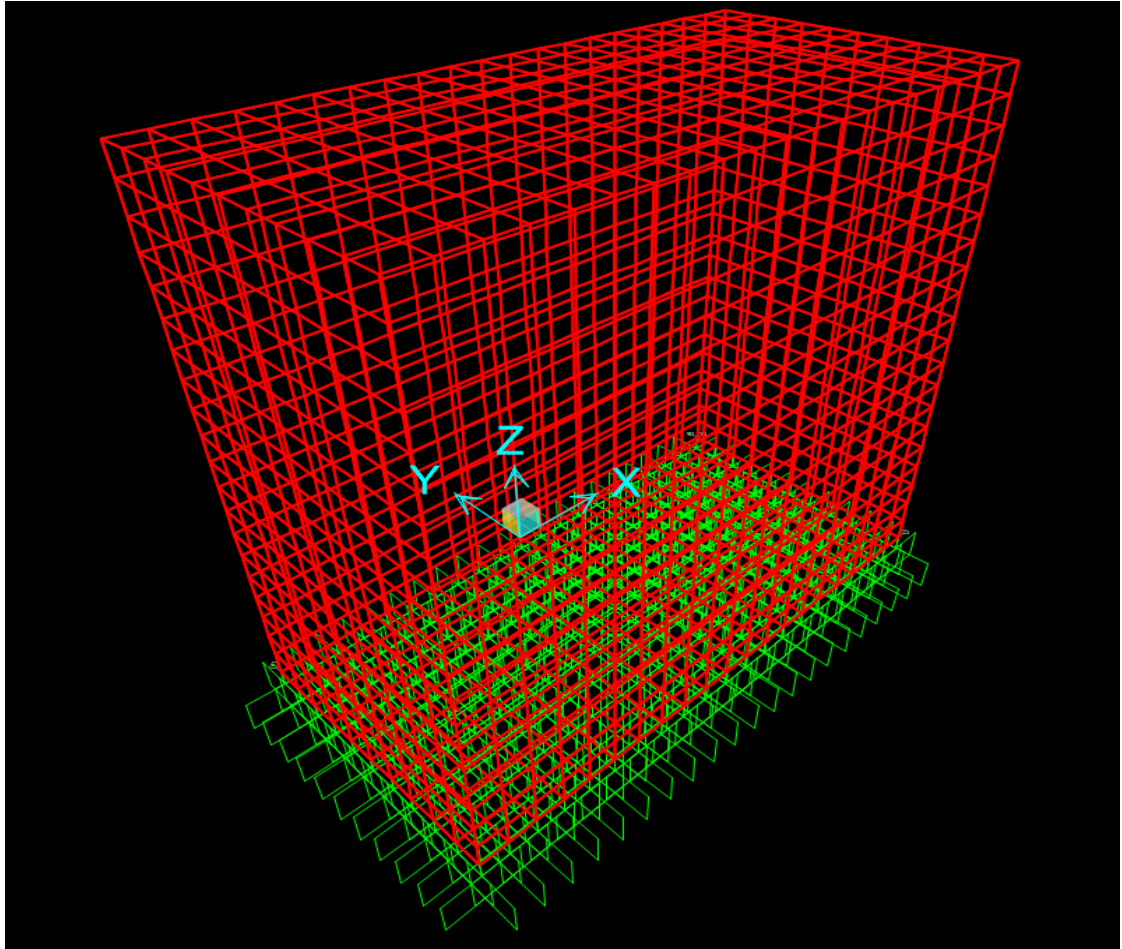
Şekil 2.16.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.16.3.2: Moment diyagramı

2.17 Model 17

Bu modelde yapı yüksekliği 10 metre ve üstü kapalı olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.17.1: Üstü kapalı 10m yükeklğinde su deposu

2.17.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.17.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.17.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

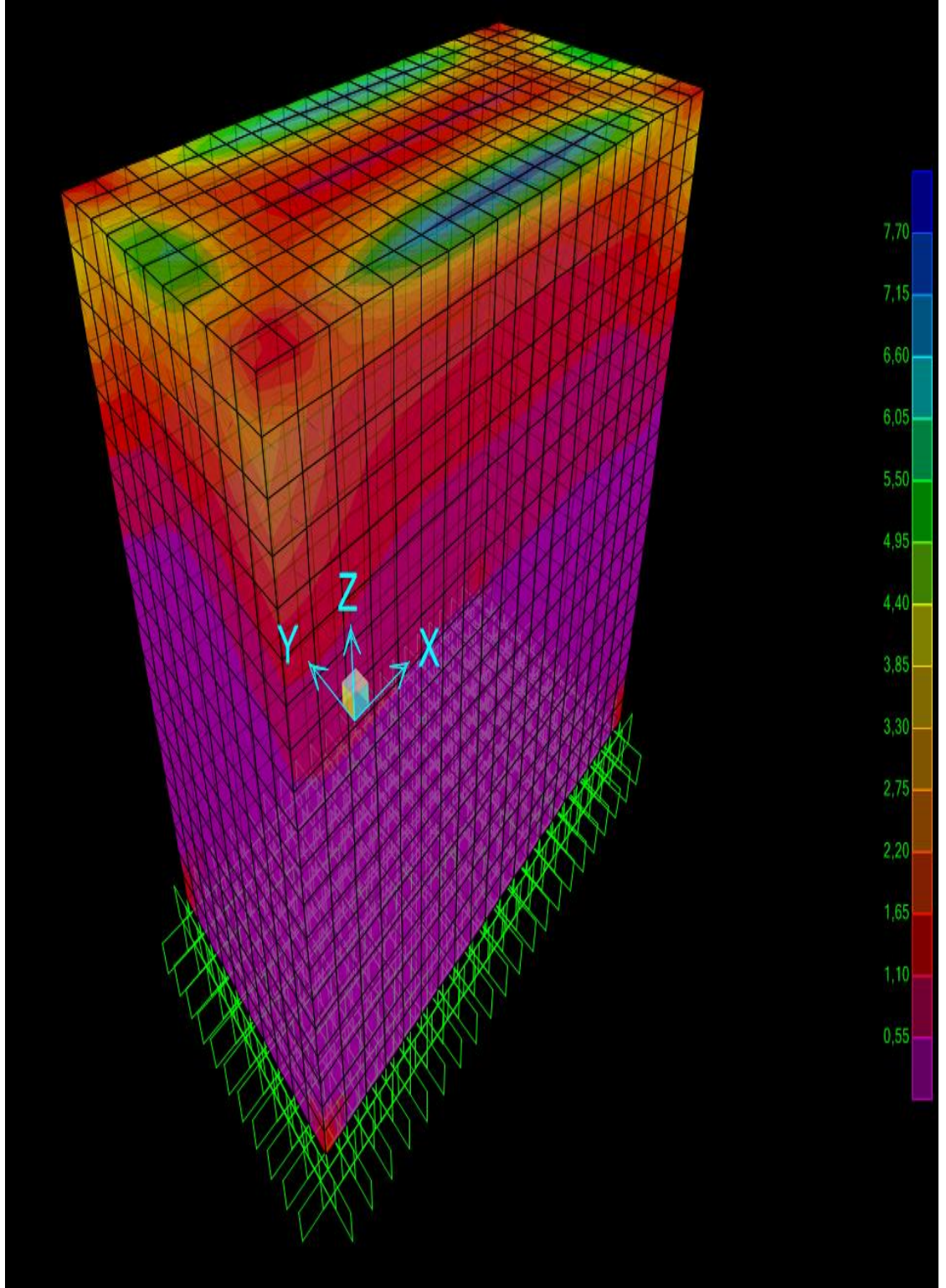
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,112025	8,9266	56,087	3145,8
MODAL	Mode	2	0,105285	9,4981	59,678	3561,5
MODAL	Mode	3	0,058597	17,066	107,23	11498
MODAL	Mode	4	0,056523	17,692	111,16	12357
MODAL	Mode	5	0,053211	18,793	118,08	13943

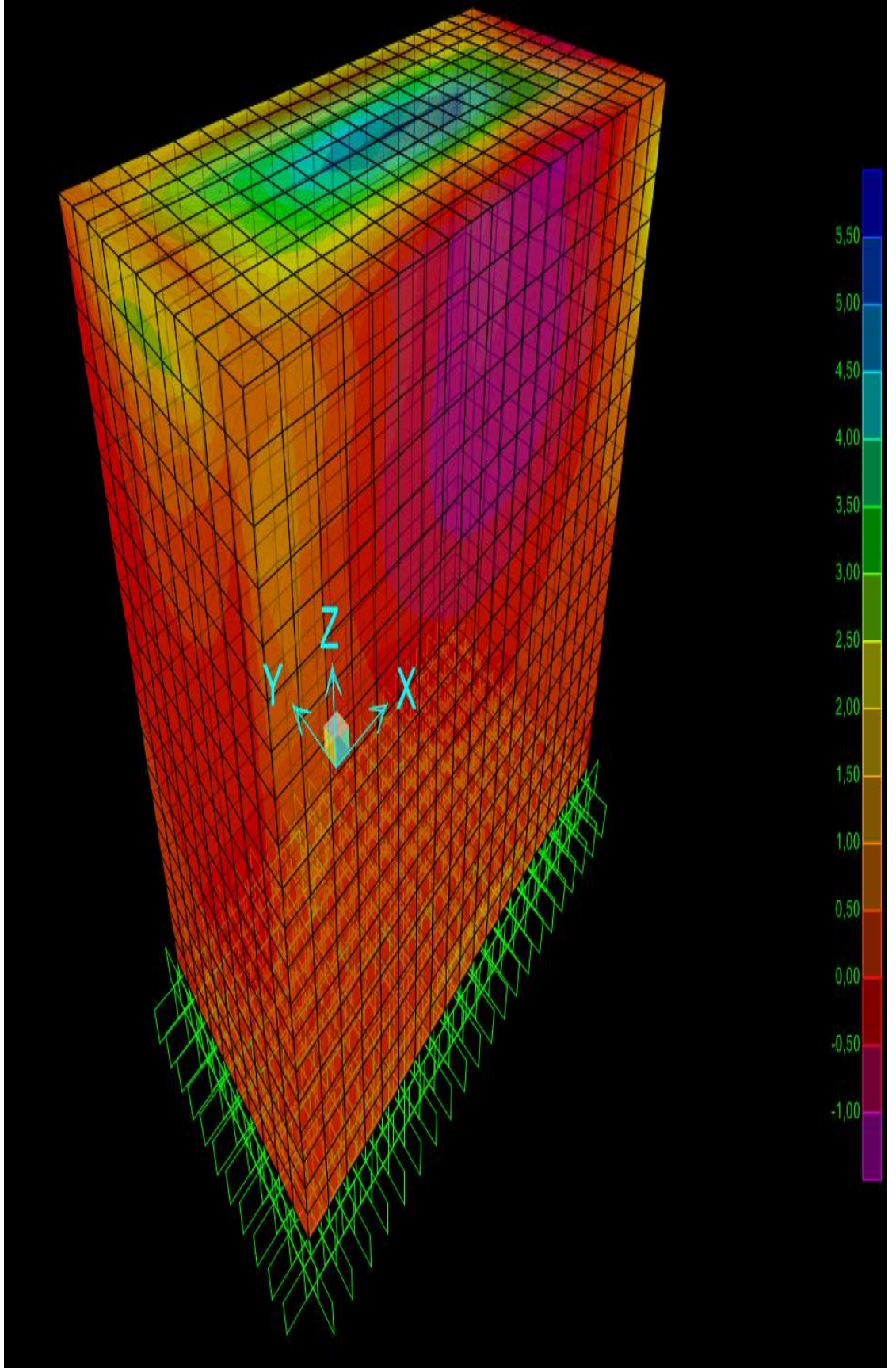
Çizelge 2.17.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.17.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



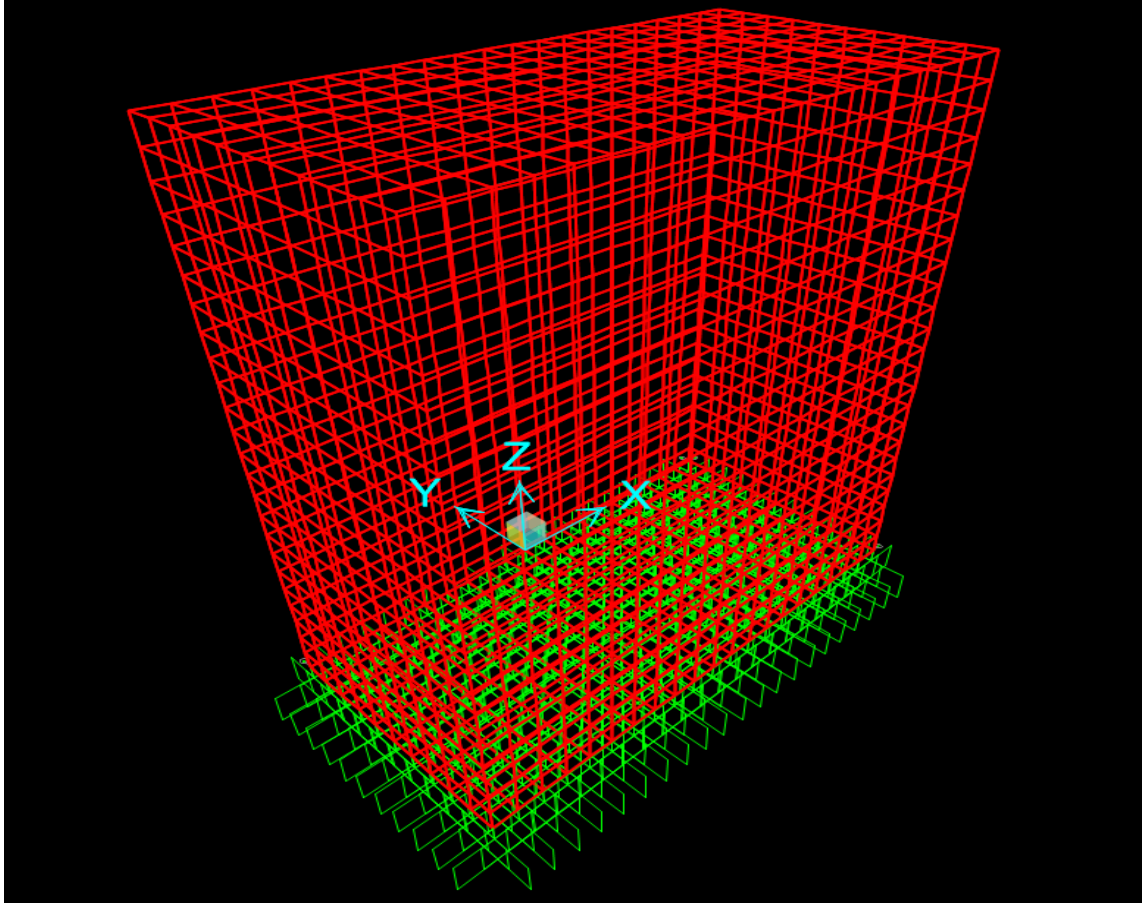
Şekil 2.17.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.17.3.2: Moment diyagramı

2.18 Model 18

Bu modelde yapı yüksekliği 12 metre ve üstü kapalı olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.18.1: Üstü kapalı 12m yükeklğinde su deposu

2.18.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.18.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.18.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

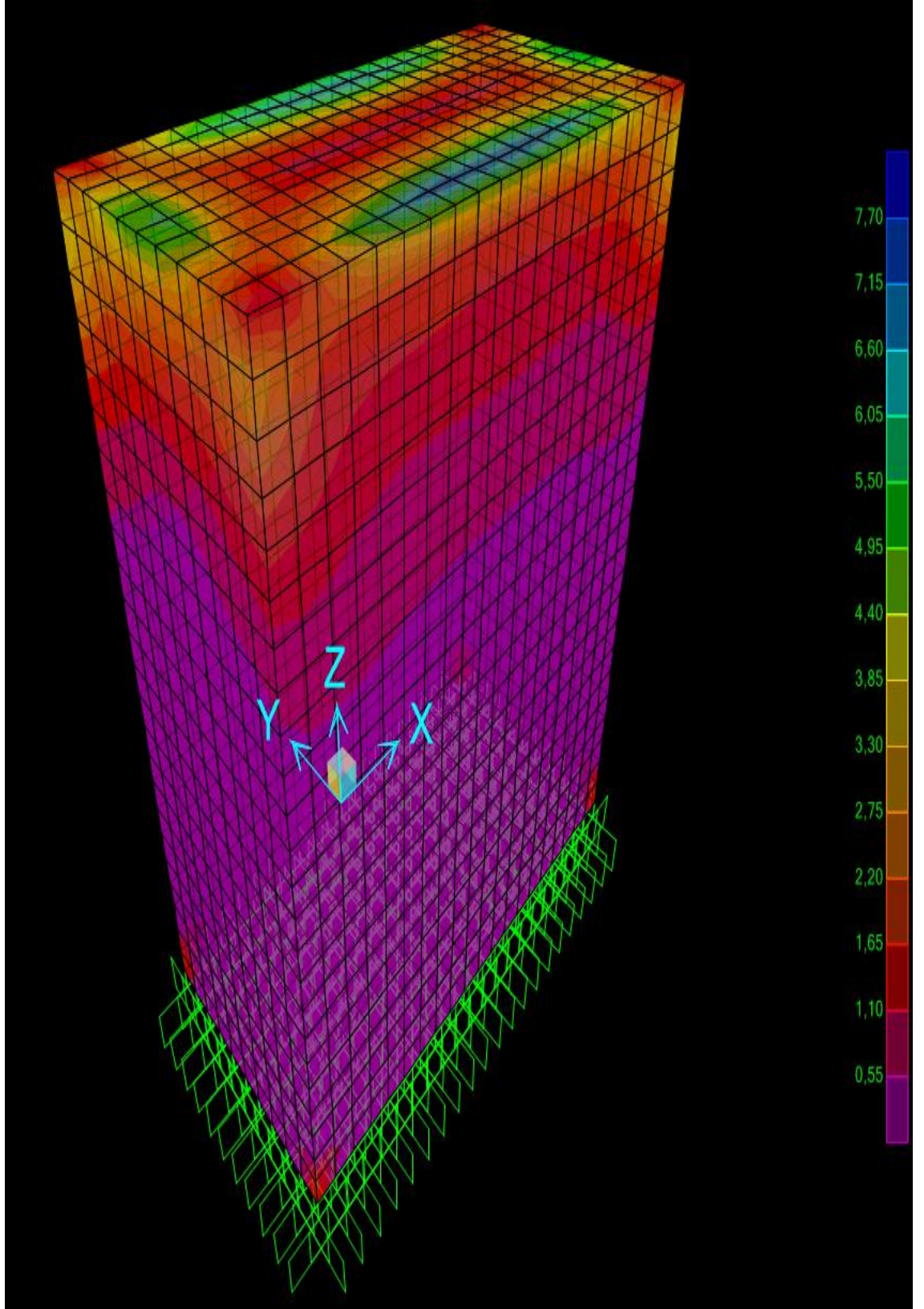
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,133511	7,49	47,061	2214,8
MODAL	Mode	2	0,124072	8,0598	50,641	2564,5
MODAL	Mode	3	0,068287	14,644	92,011	8466
MODAL	Mode	4	0,068214	14,66	92,11	8484,2
MODAL	Mode	5	0,064145	15,59	97,953	9594,8

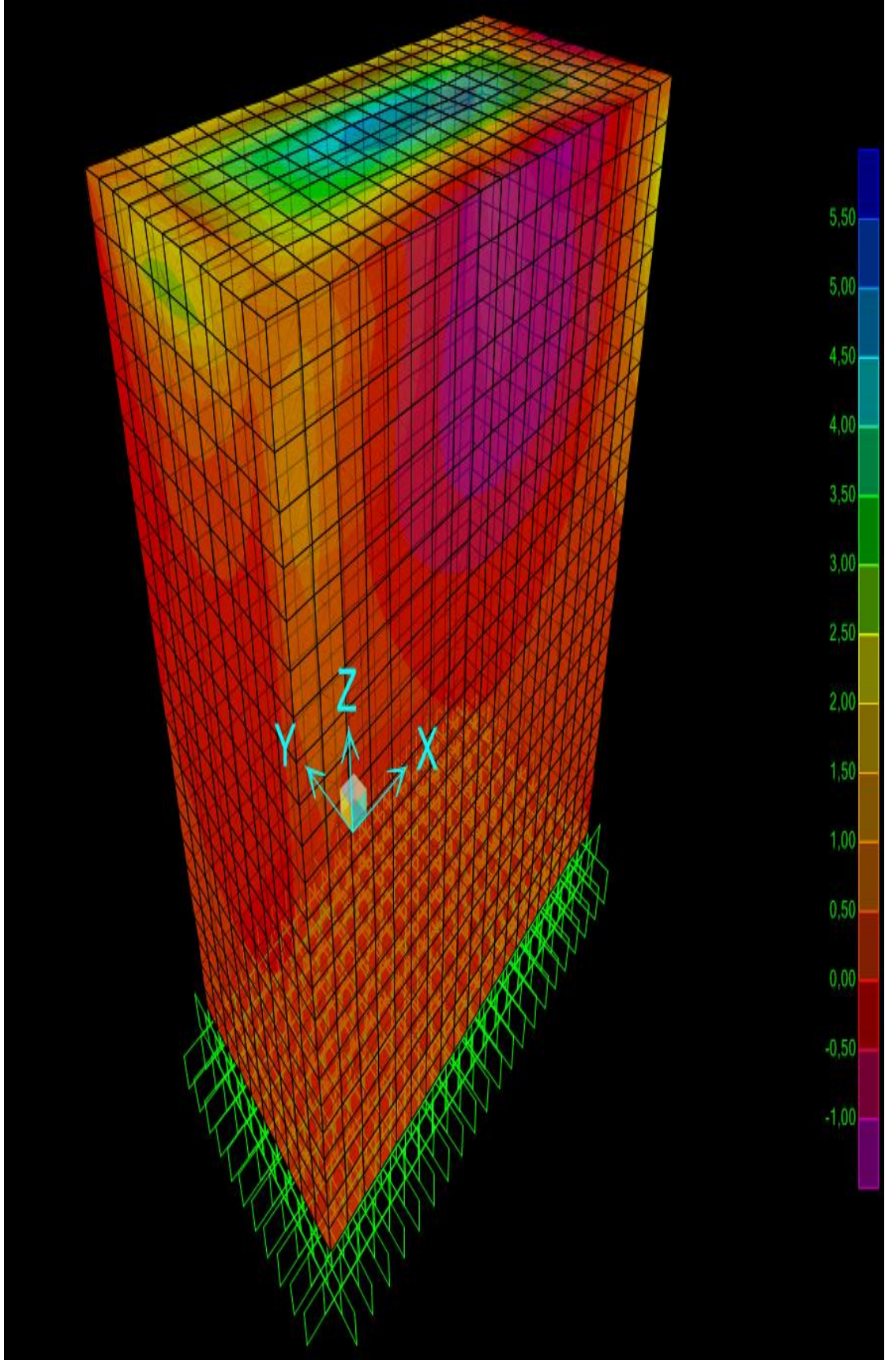
Çizelge 2.18.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.18.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



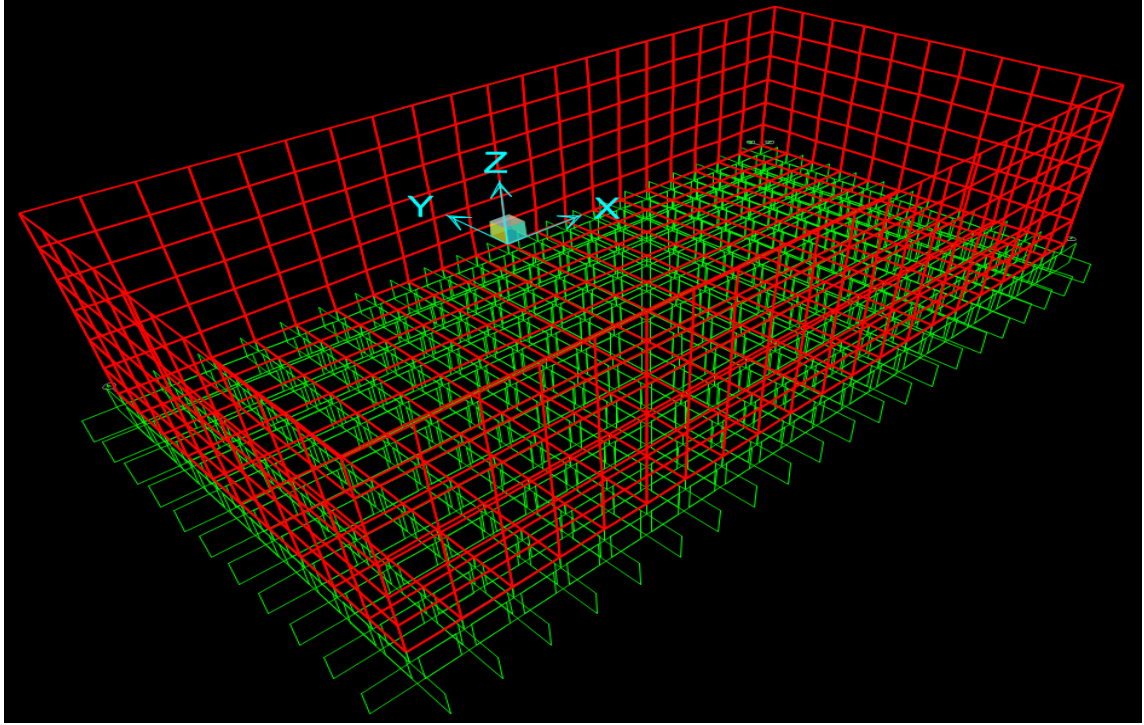
Şekil 2.18.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.18.3.2: Moment diyagramı

2.19 Model 19

Bu model gurubunda yapının etrafında çevrili bulunan taşıyıcı perde duvar kalınlığı 5 cm'den 20 cm'ye kadar kademeli artırılarak modeller oluşturulup analizler yapılmıştır. Bütün modeller 3 metre yüksekliğinde 5 metre genişliğinde ve 10 metre uzunluğunda tasarlanıp içlerinde su bulunmamaktadır. İlk olarak perde duvar kalınlığı 5 cm olan model incelenmiştir.



Şekil 2.19.1: Üstü açık duvar kalınlığı 5 cm su deposu

2.19.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.19.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.19.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

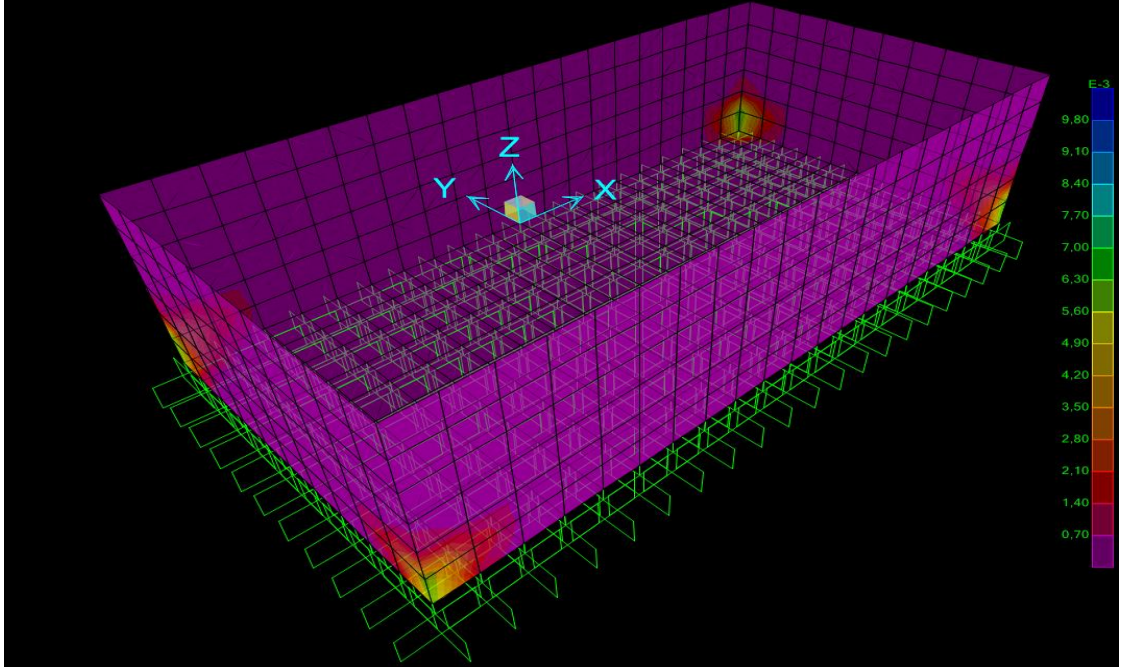
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,244632	4,0878	25,684	659,68
MODAL	Mode	2	0,240346	4,1607	26,142	683,42
MODAL	Mode	3	0,160966	6,2125	39,034	1523,7
MODAL	Mode	4	0,146941	6,8055	42,76	1828,4
MODAL	Mode	5	0,136109	7,3471	46,163	2131

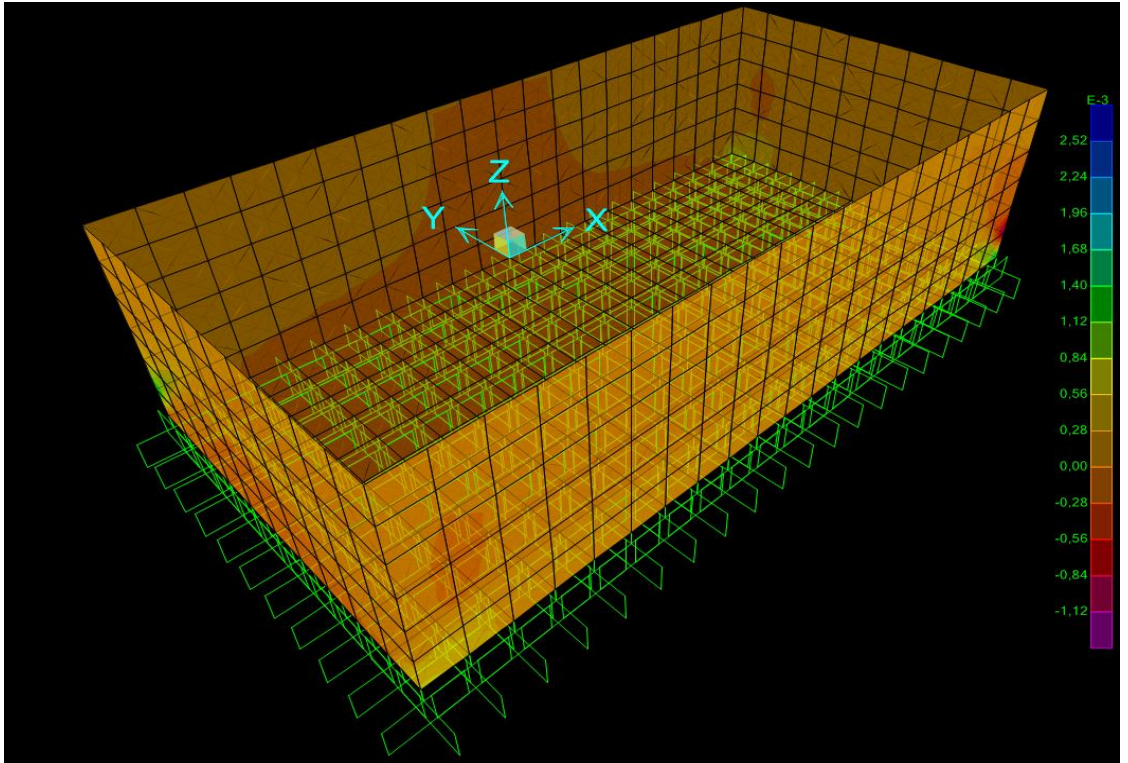
Çizelge 2.19.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.19.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



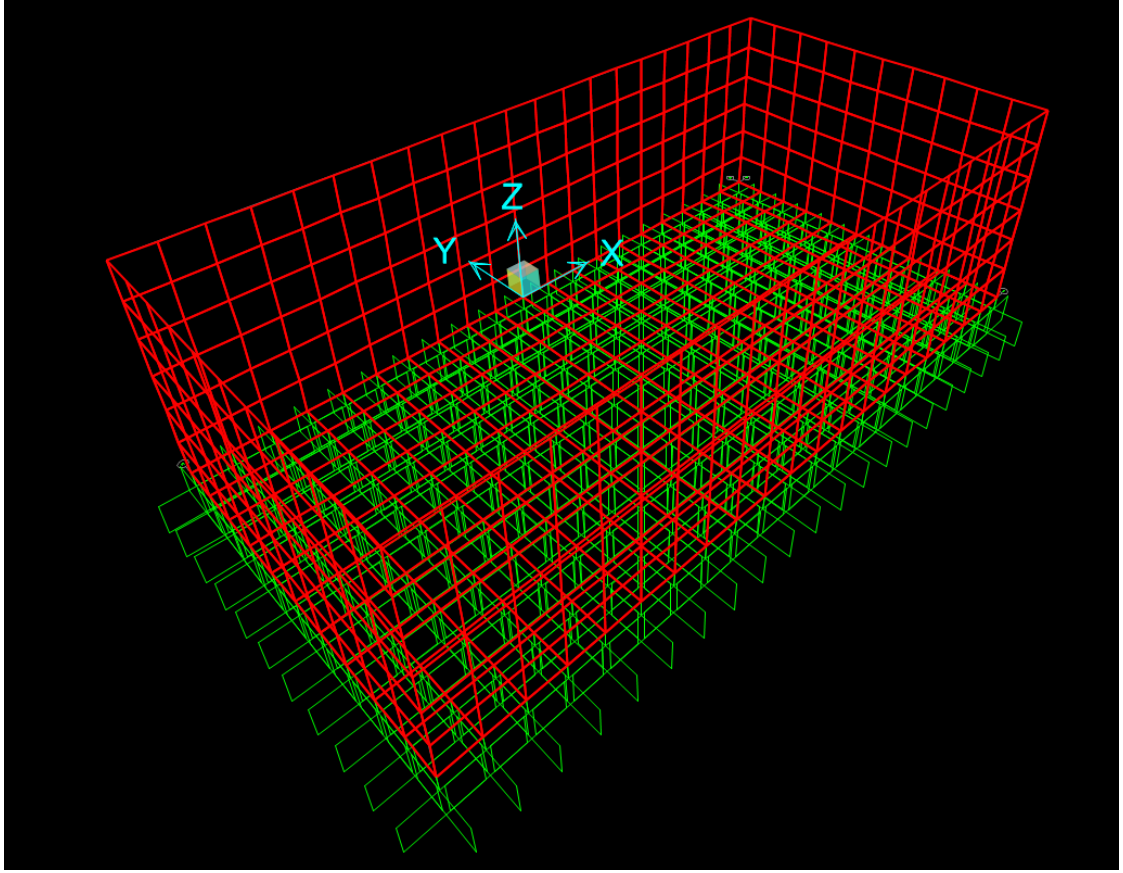
Şekil 2.19.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.19.3.2: Moment diyagramı

2.20 Model 20

Bu modelde perde kalınlığı 10 cm olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.20.1: Üstü açık duvar kalınlığı 10 cm su deposu

2.20.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.20.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.20.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

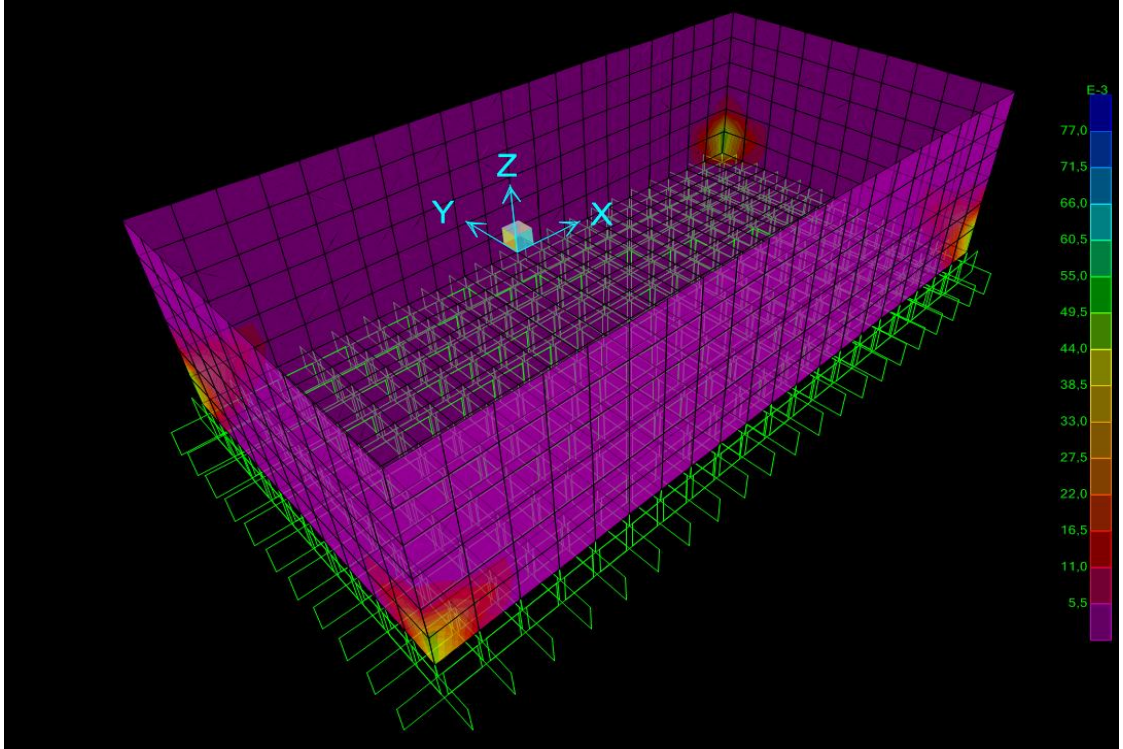
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,122341	8,1739	51,358	2637,6
MODAL	Mode	2	0,120212	8,3186	52,267	2731,9
MODAL	Mode	3	0,080519	12,419	78,033	6089,2
MODAL	Mode	4	0,073527	13,6	85,454	7302,4
MODAL	Mode	5	0,06812	14,68	92,236	8507,6

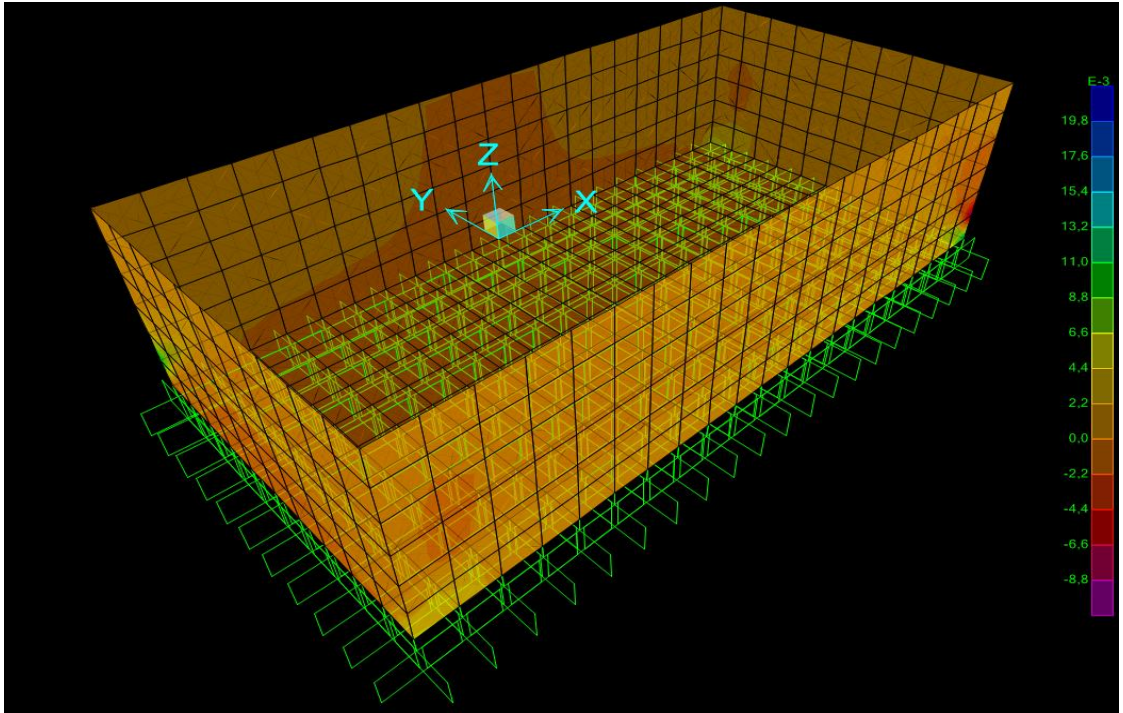
Çizelge 2.20.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.20.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



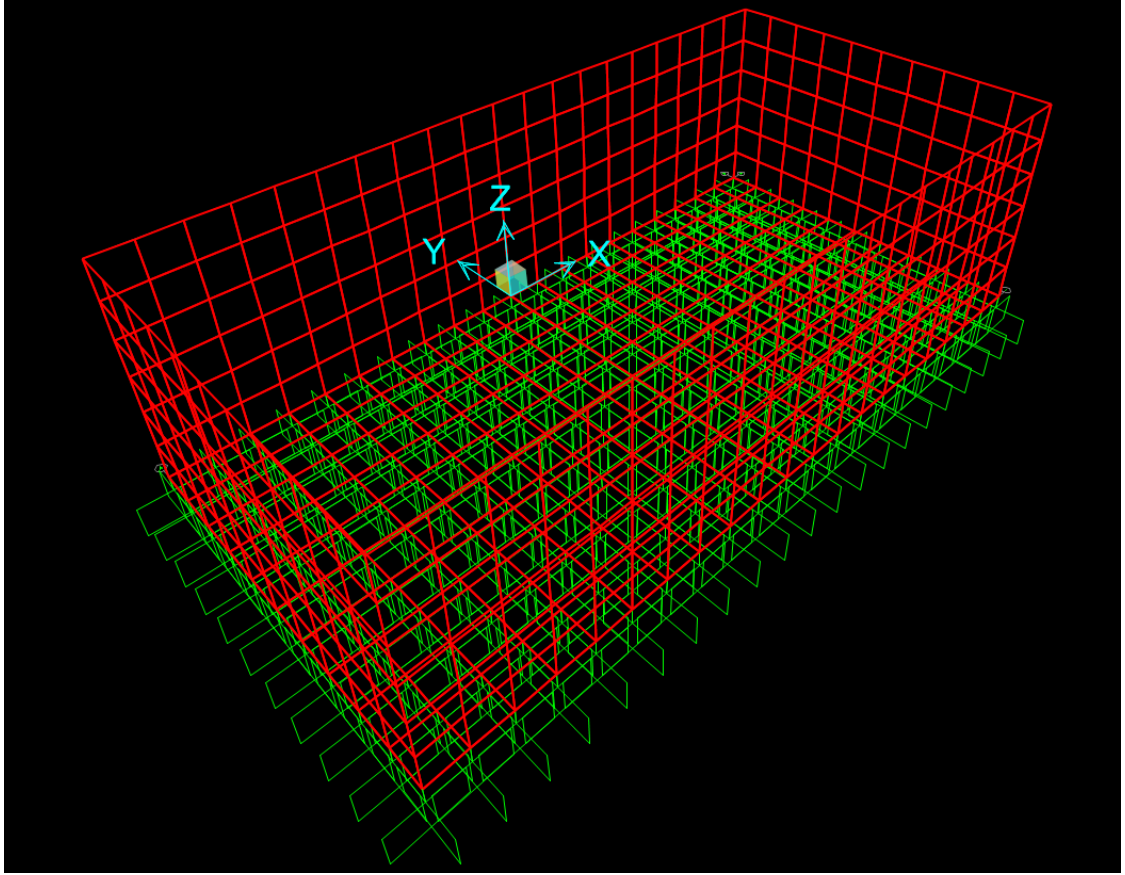
Şekil 2.20.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.20.3.2: Moment diyagramı

2.21 Model 21

Bu modelde perde kalınlığı 15 cm olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.21.1: Üstü açık duvar kalınlığı 15 cm su deposu

2.21.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.21.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.21.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

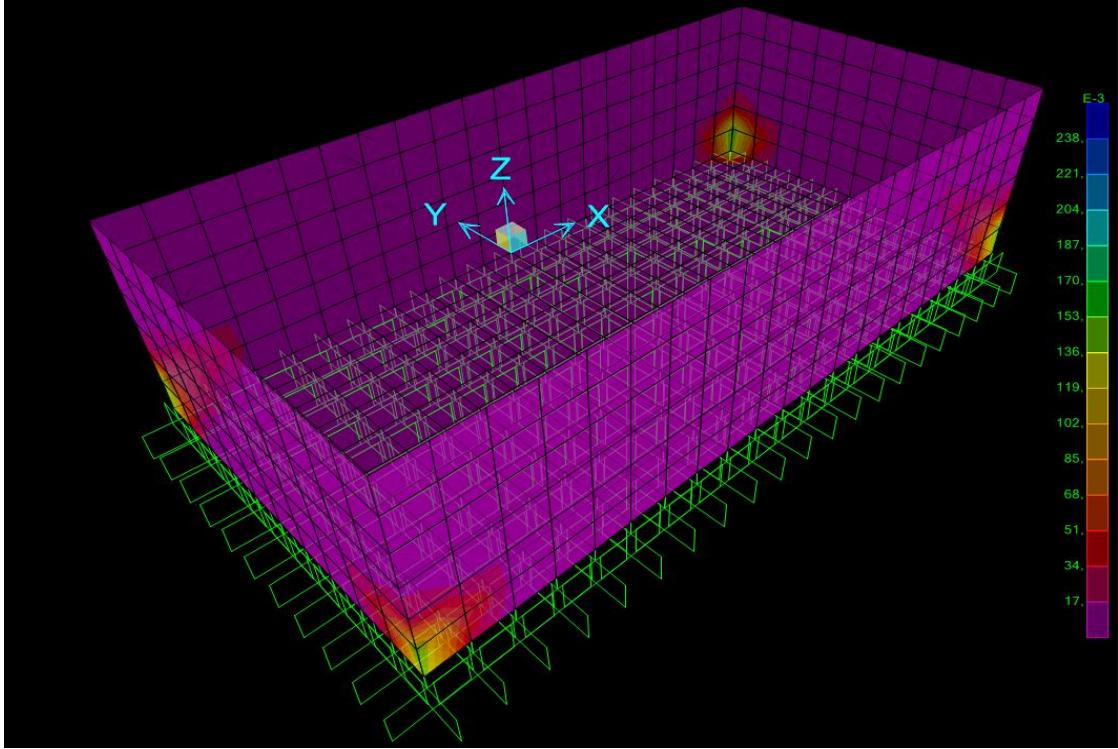
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,081587	12,257	77,012	5930,8
MODAL	Mode	2	0,080184	12,471	78,36	6140,2
MODAL	Mode	3	0,05372	18,615	116,96	13680
MODAL	Mode	4	0,04908	20,375	128,02	16389
MODAL	Mode	5	0,045486	21,985	138,14	19081

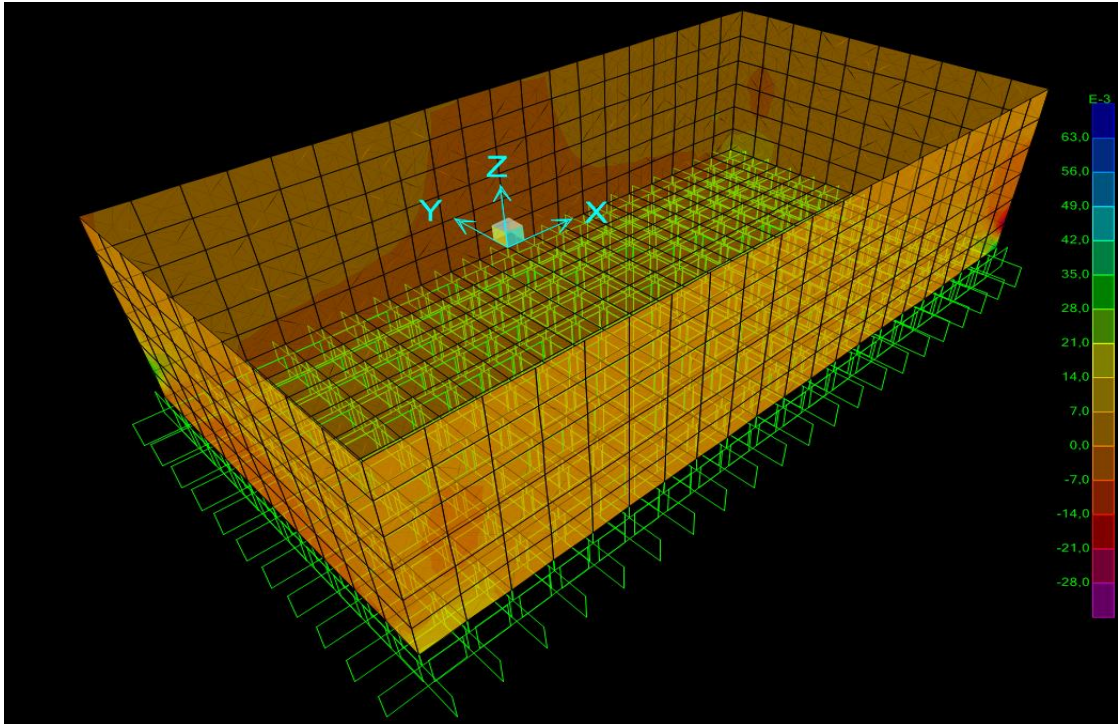
Çizelge 2.21.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.21.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



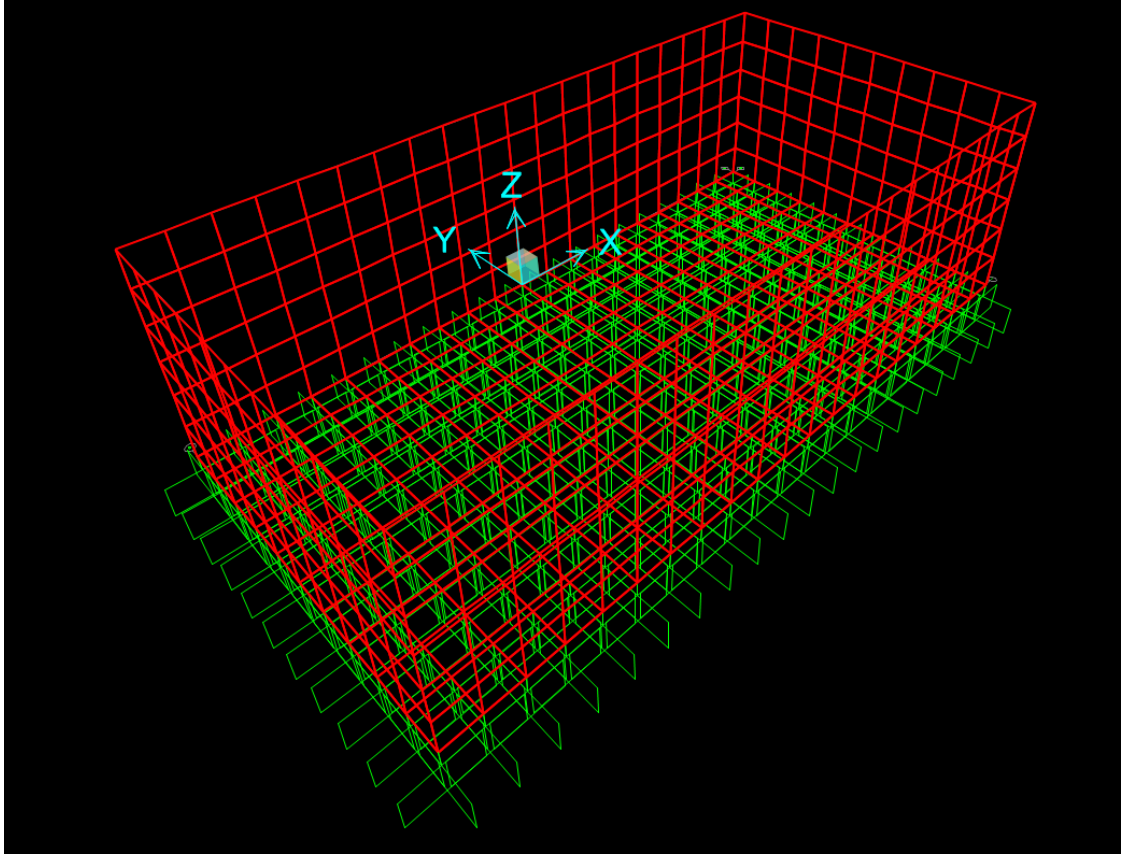
Şekil 2.21.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.21.3.2: Moment diyagramı

2.22 Model 22

Bu modelde perde kalınlığı 20 cm olacak şekilde tasarlanıp analiz edilmiştir.



Şekil 2.22.1: Üstü açık duvar kalınlığı 20 cm su deposu

2.22.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3

Çizelge 2.22.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.22.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

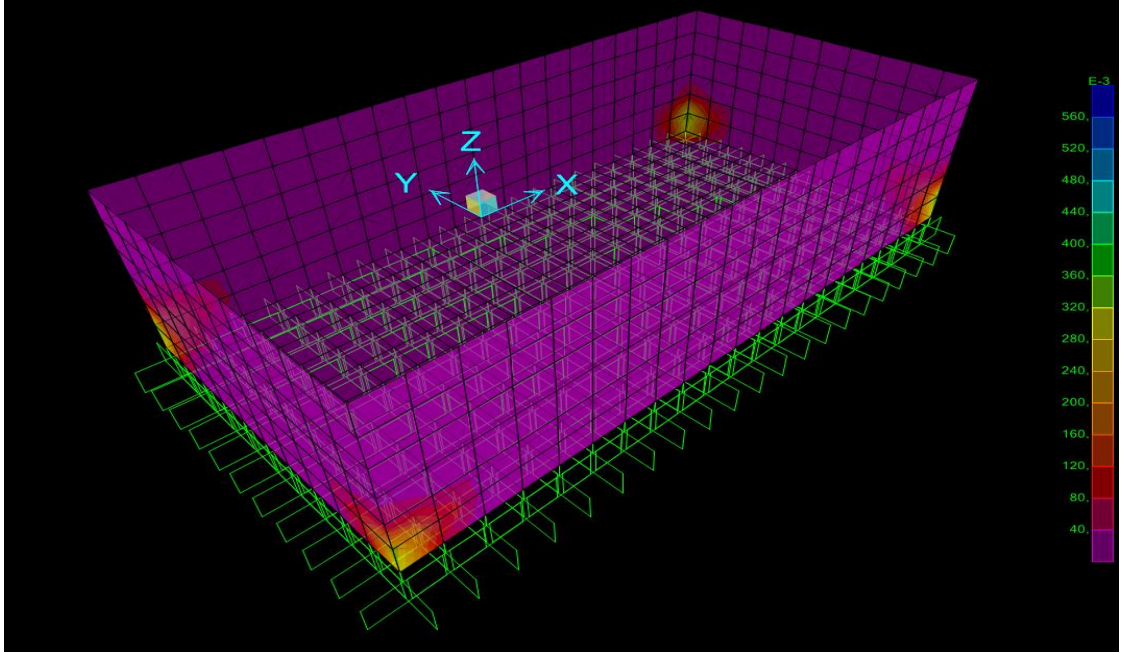
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,061217	16,335	102,64	10534
MODAL	Mode	2	0,060182	16,616	104,4	10900
MODAL	Mode	3	0,040331	24,795	155,79	24270
MODAL	Mode	4	0,036876	27,118	170,39	29031
MODAL	Mode	5	0,03419	29,249	183,78	33773

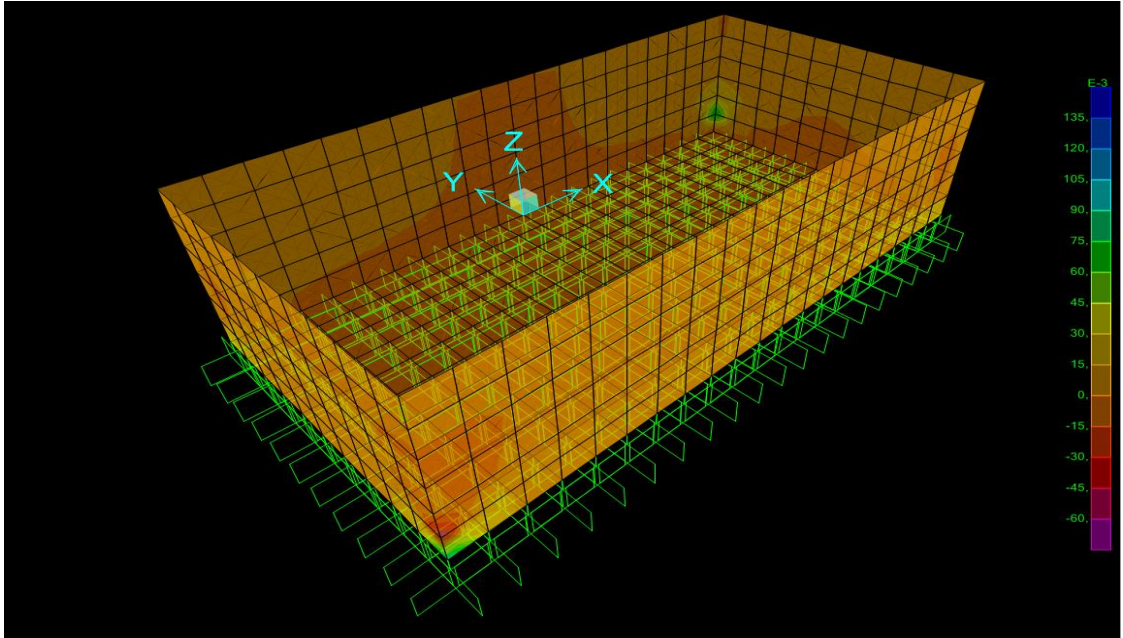
Çizelge 2.22.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.22.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



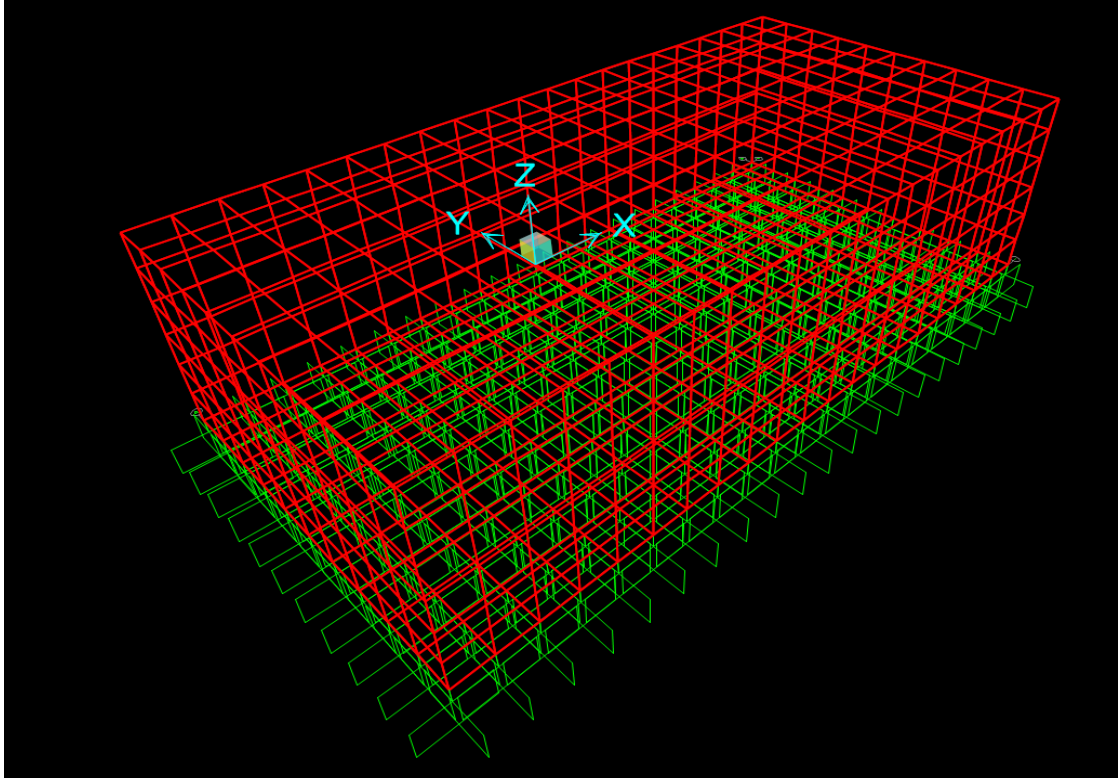
Şekil 2.22.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.22.3.2: Moment diyagramı

2.23 Model 23

Bu modellerde yukarıda üstü açık olan modellerin üstü kapalı olacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 2.23.1: Üstü kapalı duvar kalınlığı 5 cm su deposu

2.23.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.23.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.23.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

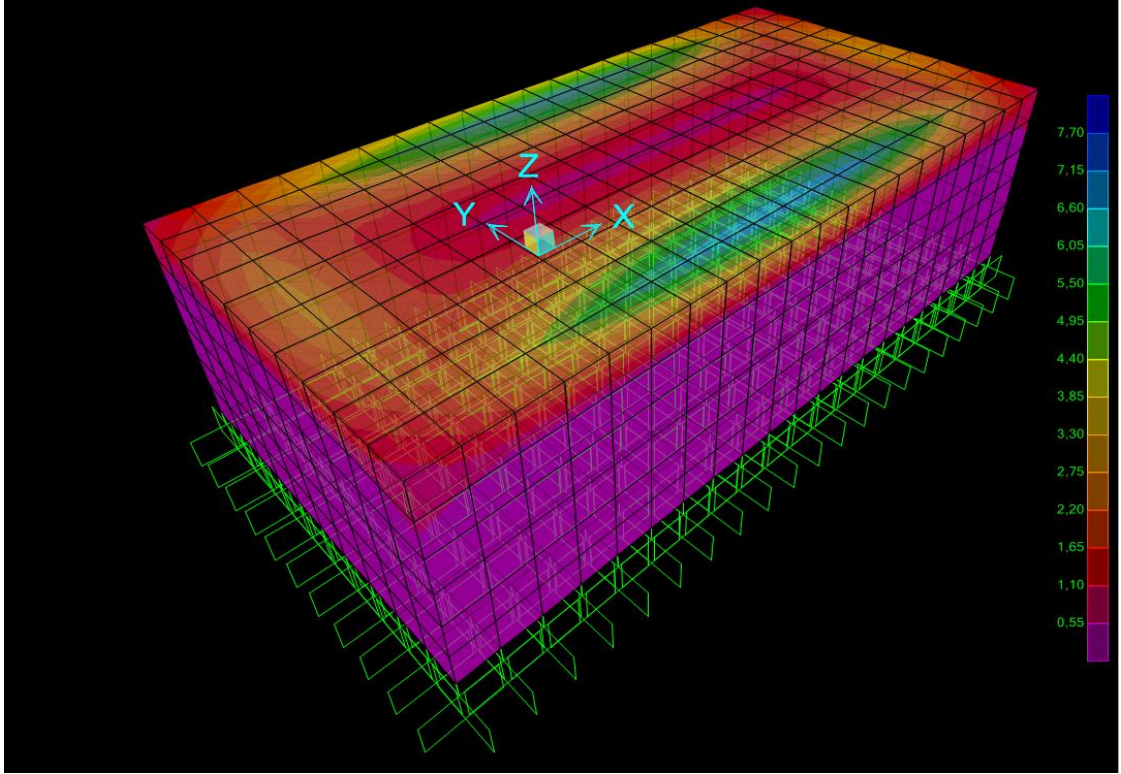
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,081655	12,247	76,948	5921
MODAL	Mode	2	0,053088	18,837	118,35	14008
MODAL	Mode	3	0,049735	20,107	126,33	15960
MODAL	Mode	4	0,048122	20,781	130,57	17048
MODAL	Mode	5	0,045969	21,754	136,68	18683

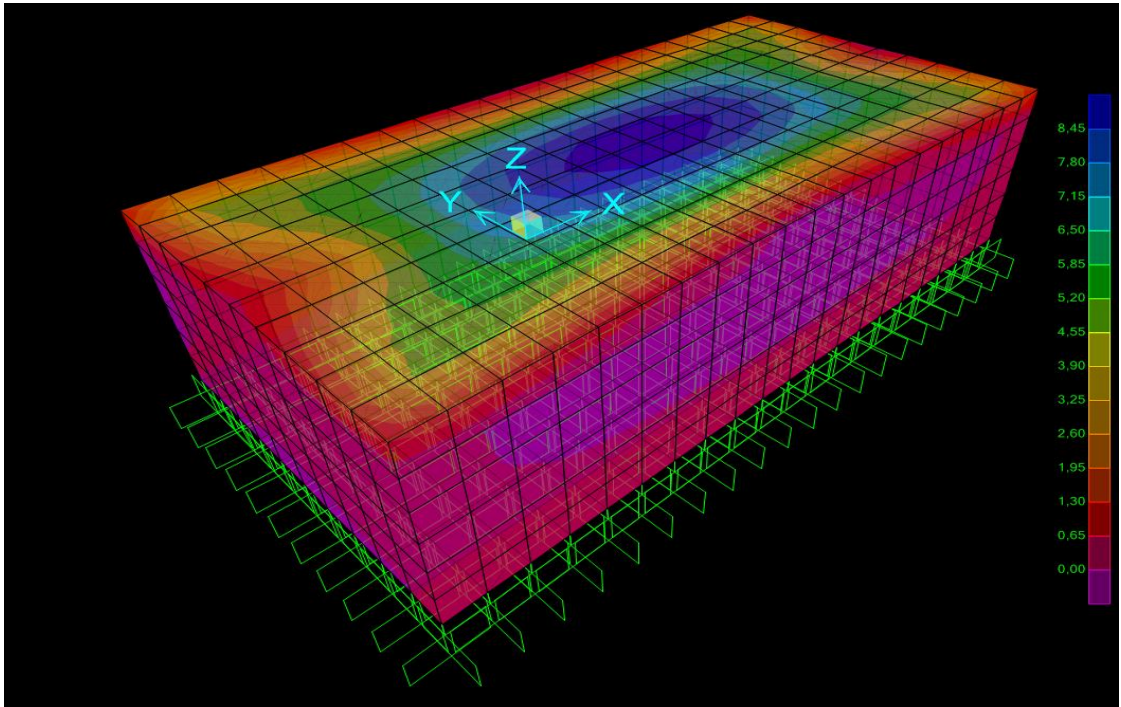
Çizelge 2.23.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.23.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



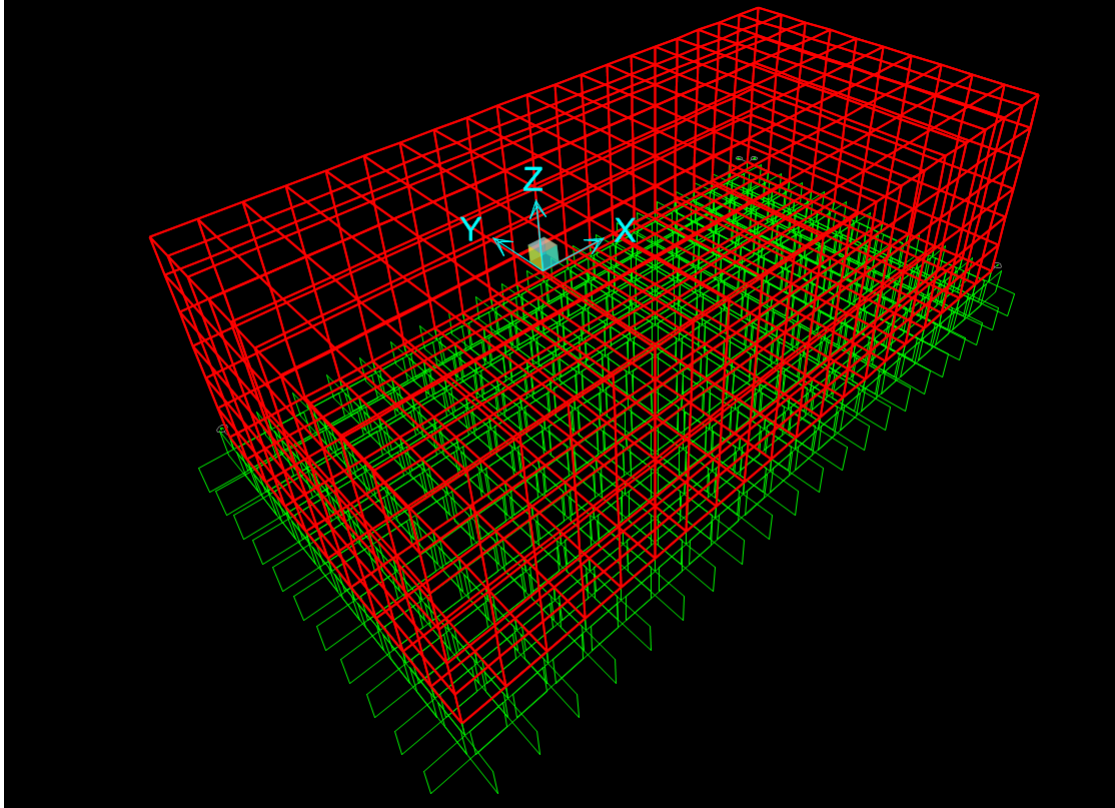
Şekil 2.23.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.23.3.2: Moment diyagramı

2.24 Model 24

Bu modellemede yapının etrafını çevreleyen perde duvar kalınlığı 10cm olacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 2.24.1: Üstü kapalı duvar kalınlığı 10 cm su deposu

2.24.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.24.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.24.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

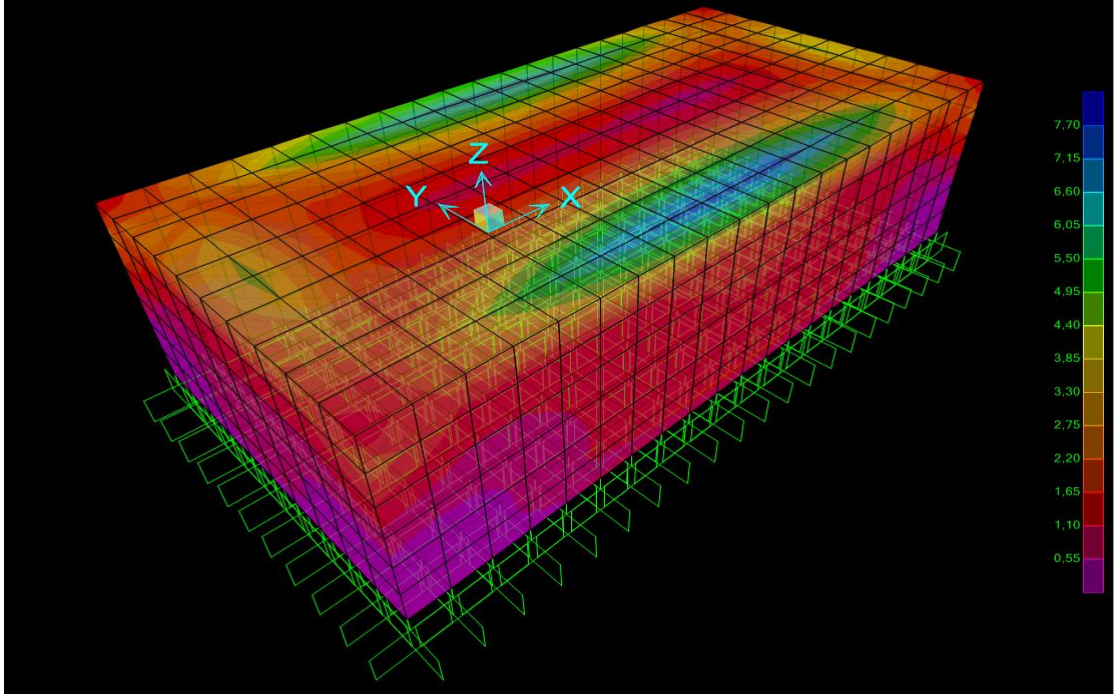
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,068772	14,541	91,363	8347,2
MODAL	Mode	2	0,046624	21,448	134,76	18161
MODAL	Mode	3	0,030763	32,506	204,24	41716
MODAL	Mode	4	0,030013	33,319	209,35	43827
MODAL	Mode	5	0,025674	38,95	244,73	59893

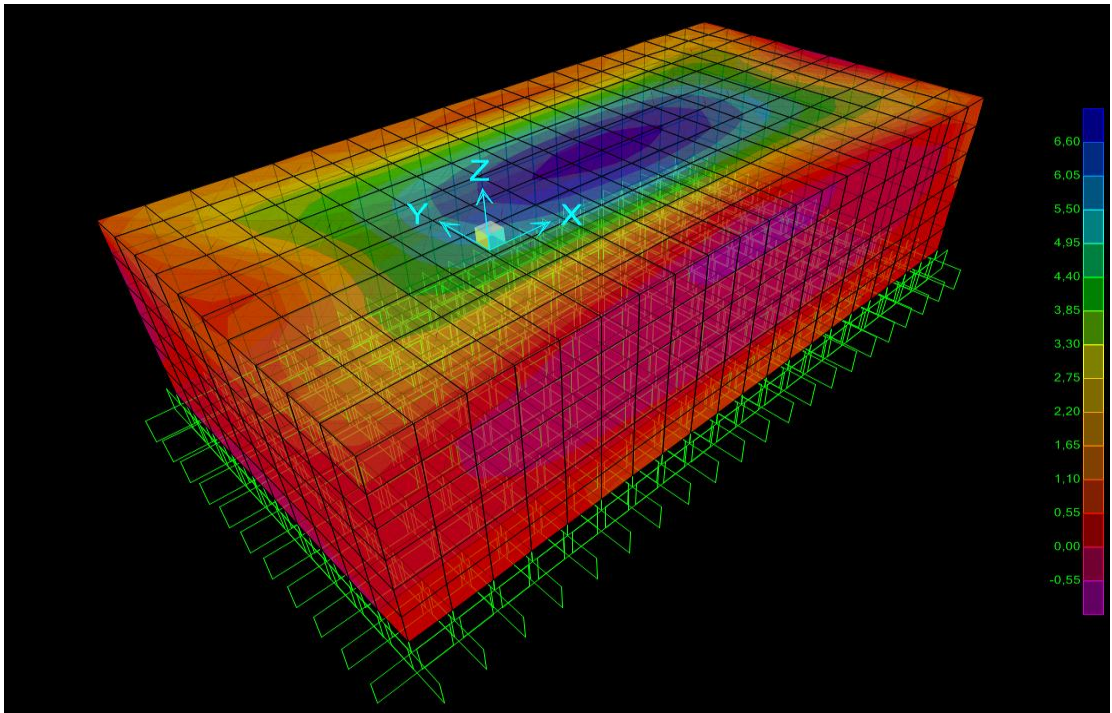
Çizelge 2.24.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.24.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



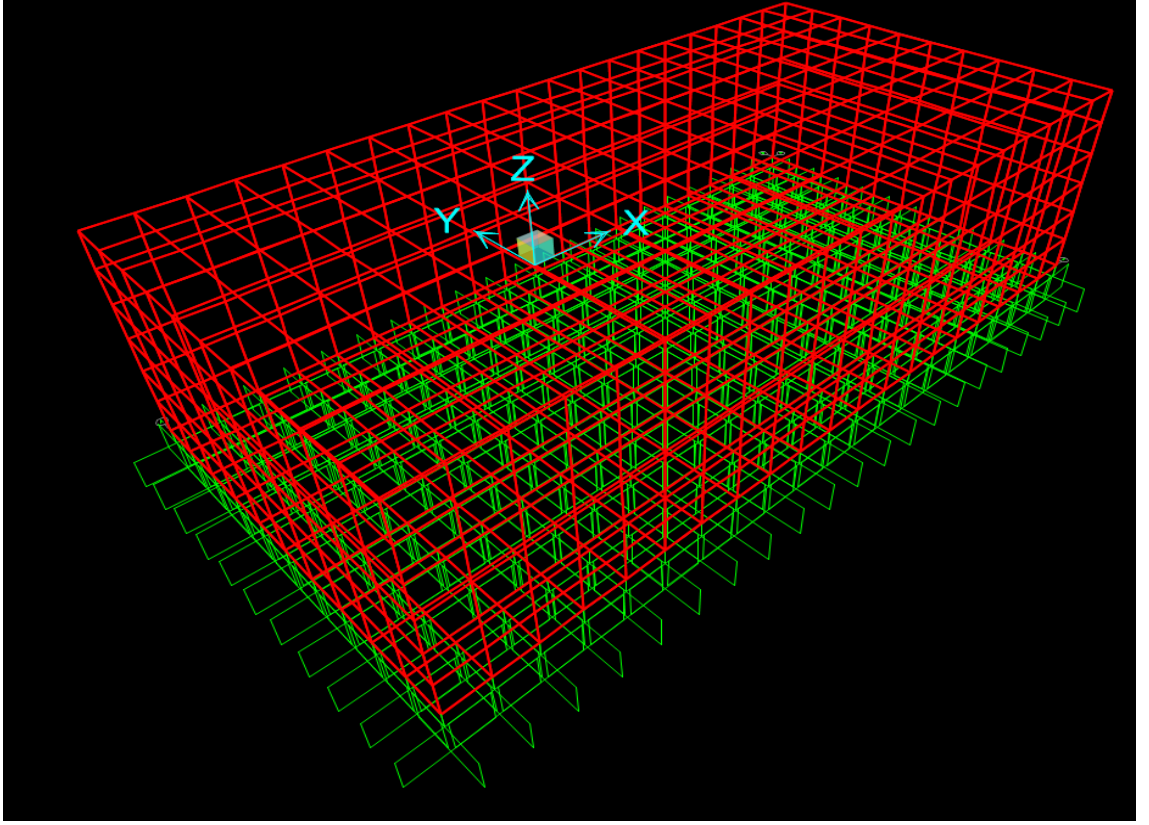
Şekil 2.24.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.24.3.2: Moment diyagramı

2.25 Model 25

Bu modellemede yapının etrafını çevreleyen perde duvar kalınlığı 15cm olacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 2.25.1: Üstü kapalı duvar kalınlığı 15 cm su deposu

2.25.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.25.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.25.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

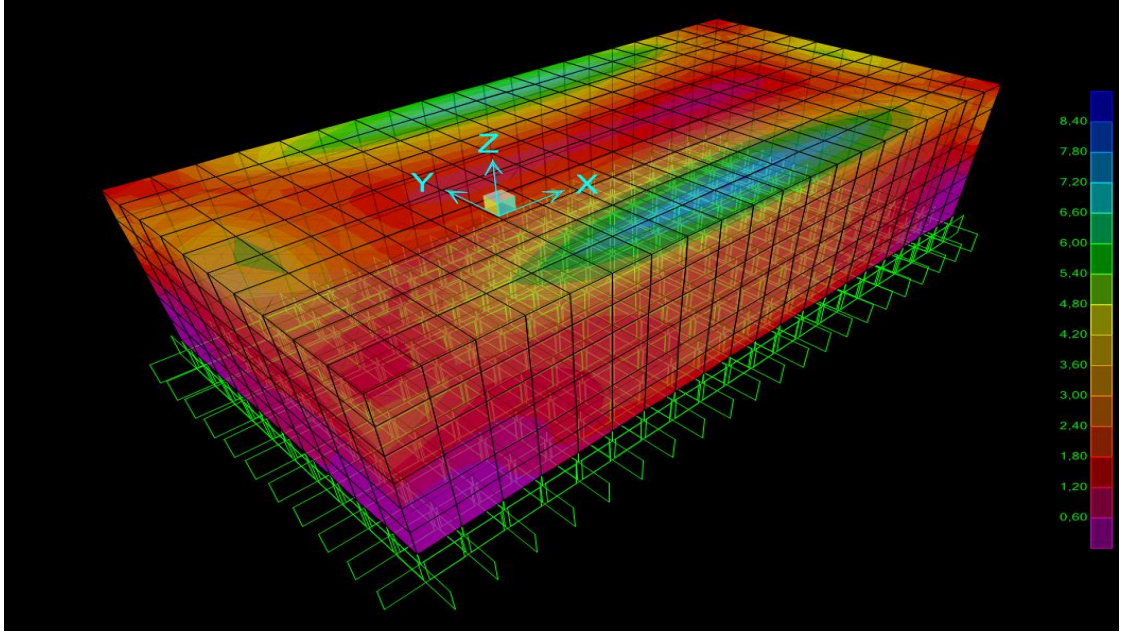
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,056414	17,726	111,38	12405
MODAL	Mode	2	0,04046	24,716	155,3	24117
MODAL	Mode	3	0,027527	36,327	228,25	52099
MODAL	Mode	4	0,024595	40,659	255,47	65264
MODAL	Mode	5	0,020452	48,895	307,22	94382

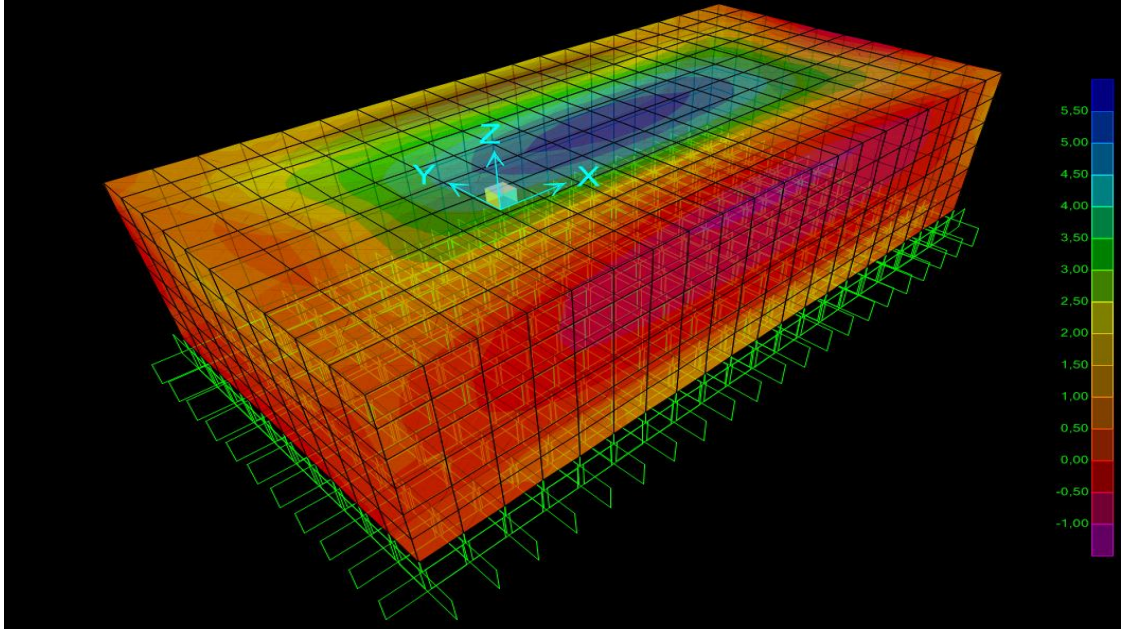
Çizelge 2.25.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.25.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



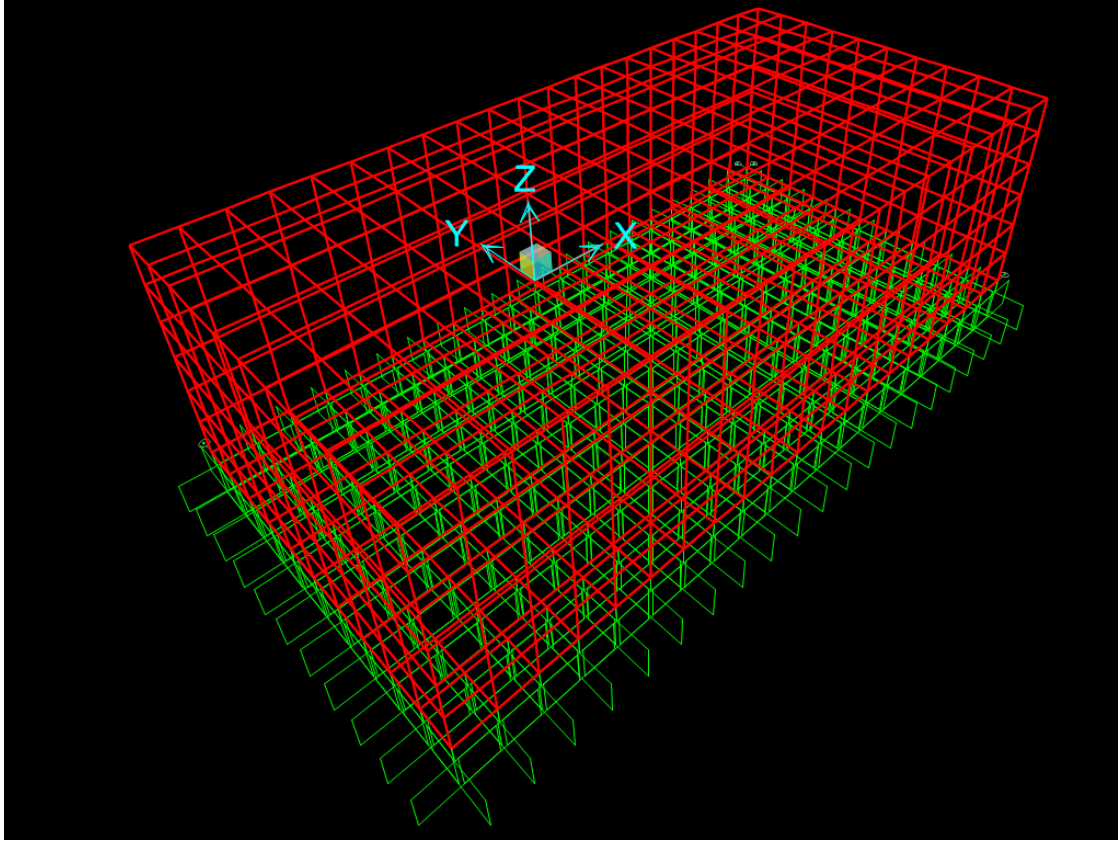
Şekil 2.25.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.25.3.2: Moment diyagramı

2.26 Model 26

Bu modellemede yapının etrafını çevreleyen perde duvar kalınlığı 20cm olacak şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 2.26.1: Üstü kapalı duvar kalınlığı 20 cm su deposu

2.26.1 Yapıda bulunan kesitler

TABLE: Area Section Properties						
Section	Material	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	Yes/No	m	m
PERDE20cm	C25/30	Shell	Shell-Thin	Yes	0,2	0,2
TEMEL30cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,3	0,3
DÖŞEME15cm	C25/30	Shell	Shell-Thick	Yes	0,15	0,15

Çizelge 2.26.1.1: Yapıda bulunan kesitler

2.26.2 Analiz sonrası yapının genel durumu

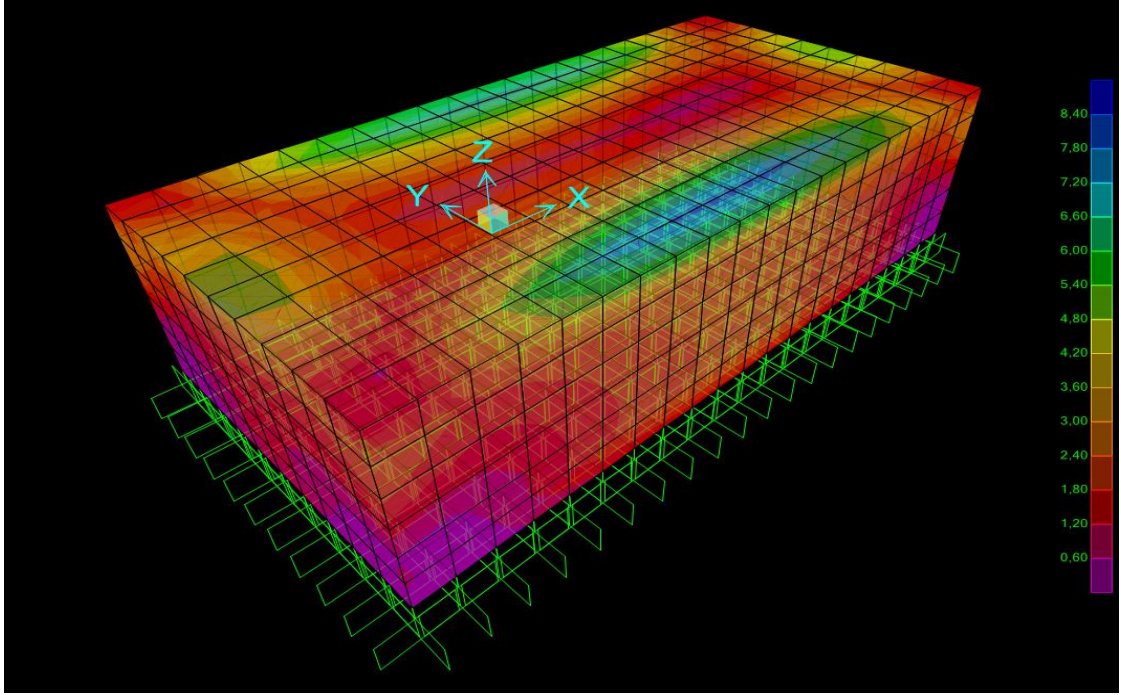
Yapılan analiz sonuçlarına göre aşağıda gösterilen periyot ve frekans değerlerine ulaşılmıştır.

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0,049517	20,195	126,89	16101
MODAL	Mode	2	0,036783	27,187	170,82	29179
MODAL	Mode	3	0,025546	39,145	245,96	60495
MODAL	Mode	4	0,021328	46,886	294,6	86787
MODAL	Mode	5	0,019168	52,172	327,8	107460

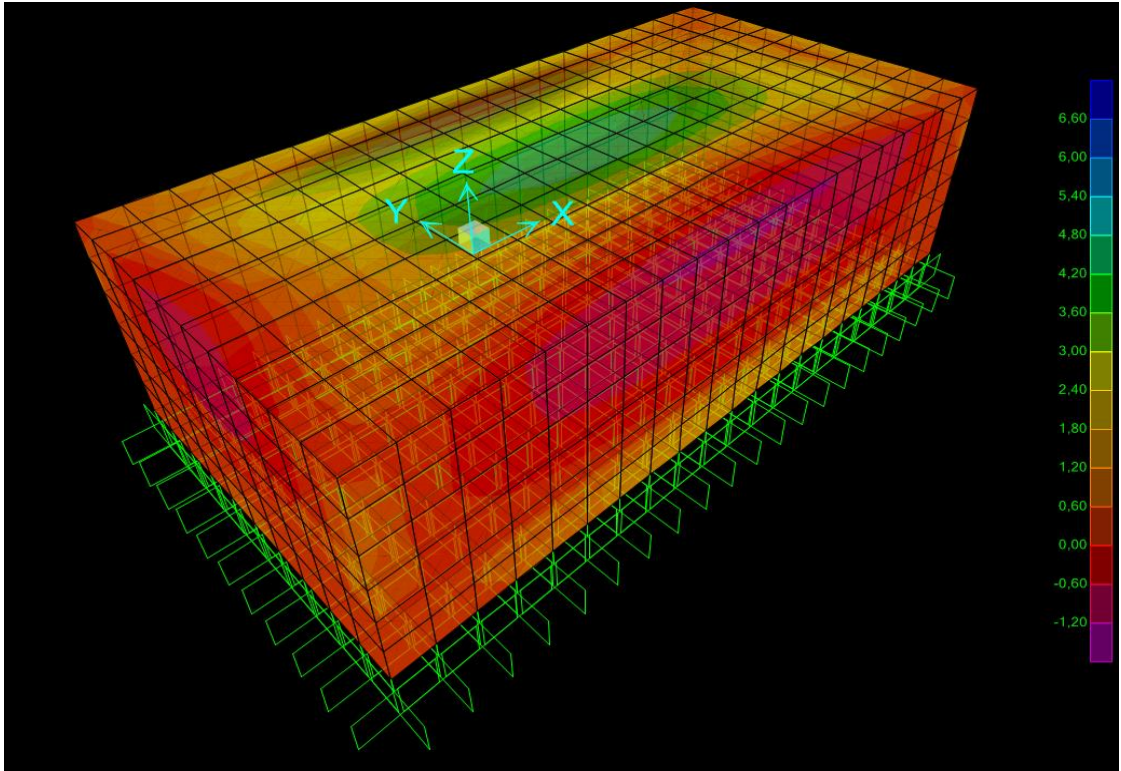
Çizelge 2.26.2.1: Yapının frekans ve periyot değerleri

2.26.3 Analiz sonrası yapıda görülen diyagramlar

Yapının kendi yükü altında kesme kuvveti ve moment diyagramları da aşağıdaki gibidir.



Şekil 2.26.3.1: Kesme kuvveti diyagramı



Şekil 2.26.3.2: Moment diyagramı

3. DEĞERLENDİRME

Yapılan üç gurup modellemelerde su deposunun çeşitli kısımlarında yapılan değişiklikler ile birlikte yapıda görülen frekans değişimleri incelemek amaçlanmıştır.

İlk olarak yapının içerisindeki su miktarı değiştirilip, tamamen boş, yarım dolu ve tam dolu olacak şekilde, tasarlanıp analizler yapılmıştır. Aynı su yüklemeleri üstü tam açık ve tam kapalı modeller üzerine uygulanmıştır. Sonuçları incelediğimizde yapıda bulunan su miktarının frekans değerine etkisi görülmemiştir. Aynı su yükü altında bulunan üstü açık ve kapalı iki modeli kıyasladığımızda ise, üstü kapalı modelin daha rijit olacağından dolayı frekans değerlerinde artış gözlenmiştir.

DEĞİŞKEN SU YÜKLÜ MODELLERİN FREKANS KARŞILAŞTIRMA TABLOSU		
MODELLER	FREKANS	
	X YÖNÜ	Y YÖNÜ
MODEL 1	16,335	16,616
MODEL 2	16,335	16,616
MODEL 3	16,335	16,616
MODEL 4	20,195	27,187
MODEL 5	20,195	27,187
MODEL 6	20,195	27,187

Çizelge 3.1: Değişken su yüklü modellerin frekans tablosu

İkinci model gurubumuzda yapının yüksekliği 2 metreden 12 metreye kadar kademeli olarak artırılmıştır. Bu model gurubu da, üstü açık ve üstü kapalı model olmak üzere iki kısımda incelenmiştir. Bu gurup modellerde su yükü bulunmamaktadır. Bu yapılan analizlerin sonucu incelendiğinde tahmin edildiği gibi, yapının yükselmesi dolayısıyla rijitliğinde görülecek azalmadan ötürü, frekans değerlerinde ciddi düşmeler gözlenmiştir. Aynı yüksekliğe sahip üstü açık ve üstü kapalı model arasında kıyaslama yapıldığında ise değişik sonuçlar elde edilmiştir. Yüksekliği 2 metre olan üstü açık ve kapalı iki modeli kıyasladığımızda, yapının üstüne gelen döşemeden dolayı rijitliğin artıp frekansın yükselmesi beklenirken, tam aksine düşüş gözlenmiştir. Bu iki modelde üstü kapatan döşemenin kütle faktörü rijitliğin önüne geçmiştir. Diğer modellere baktığımızda ise üstü kapalı modellerin daha rijit olmasından dolayı frekans

değerlerinde gözle görülür artışlar tespit edilmiştir. Bütün modellerin kıyaslamalı frekans tablosu aşağıda gösterilmiştir.

DEĞİŞKEN YÜKSEKLİKLİ MODELLERİN FREKANS TABLOSU		
MODELLER	FREKANS	
	X YÖNÜ	Y YÖNÜ
MODEL 7	31,414	31,538
MODEL 8	11,015	11,464
MODEL 9	7,279	7,981
MODEL 10	6,030	6,861
MODEL 11	5,482	6,36
MODEL 12	5,199	6,069
MODEL 13	21,140	27,910
MODEL 14	19,266	26,668
MODEL 15	15,990	18,100
MODEL 16	11,532	12,218
MODEL 17	8,926	9,498
MODEL 18	7,490	8,060

Çizelge 3.2: Değişken yükseklikli modellerin frekans tablosu

Üçüncü ve son model gurubunda ise, yapının etrafını çevreleyen taşıyıcı perde beton duvar kalınlığı 5 cm'den 20 cm'ye kadar kademeli olarak artırılmış ve analizler yapılmıştır. Bu model gurubu da, diğerlerinde olduğu gibi, üstü açık ve üstü kapalı model olmak üzere iki kısımda incelenmiştir. Bu grup modellerde de su yükü bulunmamaktadır. Bu modellerin analiz sonuçları incelendiğinde sonuçlar tahmin edildiği gibi, taşıyıcı perde beton kalınlığı arttıkça yapının rijitliğinde görülen artmadan dolayı, frekans değerleri perde beton kalınlığına paralel olarak artmaktadır. Aynı kalınlıkta duvara sahip üstü açık ve üstü kapalı modeller arasında kıyas yapacak olursak, üstü kapalı modellerin daha rijit olacağından dolayı frekans değerleri gözle görülür şekilde daha fazladır. Bütün modellerin kıyaslamalı frekans tablosu aşağıda gösterilmiştir.

DEĞİŞKEN PERDE KALINLIKLİ MODELLERİN FREKANS TABLOSU		
MODELLER	FREKANS	
	X YÖNÜ	Y YÖNÜ
MODEL 19	4,0878	4,1607
MODEL 20	8,1739	8,3186
MODEL 21	12,257	12,471
MODEL 22	16,335	16,616
MODEL 23	12,247	18,837
MODEL 24	14,541	21,448
MODEL 25	17,726	24,716
MODEL 26	20,195	27,187

Çizelge 3.3: Değişken perde kalınlıklı modellerin frekans tablosu

4. SONUÇ

Yapılan analizler sonucu görülmektedirki, bir yapının frekans ve periyot değerlerine etki eden temel faktör, yapının rijitliğidir. Yapının kütlesinde görülen ufak artışların ise bu değerler üzerinde etkisinin olmadığı ilk grupta modellenmelerde, yapı içerisinde değişken miktarda su bulunan, açıkça görülmektedir. Buna karşılık yapının yüksekliğinin azalmasıyla, yapı etrafını çevreleyen taşıyıcı perde beton duvarın kalınlığının artmasıyla veya yapının üstünün kapanmasıyla oluşan rijitlik artışından dolayı frekans değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Baumgart F. (2000). *"Stiffness--an unknown world of mechanical science"*. Injury (Elsevier) **31**. doi:10.1016/S0020-1383(00)80040-6. Retrieved 2012-05-04. "Stiffness" = "Load" divided by "Deformation"
- [2] Martin Wenham (2001), "Stiffness and flexibility", *200 science investigations for young students*, p. 126
- [3] Davies, A. (1997). Handbook of Condition Monitoring: Techniques and Methodology.
- [4] Bakshi, K.A.; A.V. Bakshi; U.A. Bakshi (2008). *Electronic Measurement Systems*
- [5] Darılmaz K. (2005). Depreme Dayanıklı Betonarme Binaların Tasarımına Giriş

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Mehmet ERTUGUL
Doğum Tarihi ve Yeri : 02.03.1989 Şanlıurfa
E-posta : ertugrilmehmet89@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2007, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği