



GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

Gümüşhane University Journal of Science and Technology Institute

GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ YAYINI

PUBLISHED BY GÜMÜŞHANE UNIVERSITY SCIENCE AND TECHNOLOGY INSTITUTE



ISSN 2146-538X

CİLT/VOLUME: 4

SAYI/NUMBER:1

YIL/YEAR: 2014

Gümüşhane University Science and Technology Institute Bağlarbaşı Mahallesi 29100 Gümüşhane/TURKEY
gufbed@gumushane.edu.tr Tel: 0 456 233 75 36 Faks: 0 456 233 74 27

1 Mayıs 2003 Bingöl Depreminde Yıkılmış Betonarme Üç Katlı Bir Okul Binasının Statik ve Dinamik Analizi

ÖZLEM ÇAVDAR*, FEZAYİL SUNCA

Gümüşhane Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bağlarbaşı, Gümüşhane.

Geliş tarihi/Received 10.07.2013

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 31.12.2013

Kabul tarihi/Accepted 07.01.2014

Özet

Bu çalışmada 1 Mayıs 2003 depreminde yıkılmış olan üç katlı bir okul binasının çeşitli analiz yöntemleriyle deprem davranışları karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Binanın taşıyıcı sisteminin incelenmesinde; eşdeğer deprem yükü, mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında çözümleme yöntemi kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen yerdeğiştirme ve kesit etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Böylece, betonarme binaların deprem yükleri altındaki güvenliğinin belirlenmesinde statik ve dinamik çözümleme yöntemlerinin uygulaması ve sonuçları kısa olarak tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Statik analiz, dinamik analiz, Bingöl depremi, betonarme okul binası

Static and dynamic analysis of a RC three story school building collapsed during the Bingöl Earthquake on May 1, 2003

Abstract

In this study, a three story school building collapsed during the Bingöl earthquake on May 1, 2003 is examined by the seismic behavior of the structure defined according to different analysis methods. The methods of the equivalent earthquake load and the superposition of the modal responses as well as the solution in the time domain are used in the analysis of the structural system of the building. The displacement and internal forces obtained from results of analysis is investigated comparatively. Thus, the use of the static and dynamic analysis in the evaluation of the seismic safety of existing buildings is discussed briefly.

Keywords: Static analysis, dynamic analysis, Bingöl earthquake, RC school building

* Özlem ÇAVDAR, ozlem_cavdar@hotmail.com, Tel: 0 456 233 7425

1. Giriş

Türkiye topraklarının büyük bir bölümü deprem riski altındadır. Meydana gelen her deprem neticesinde yaşanan can ve mal kaybı büyük olmaktadır. Bu nedenle betonarme yapıların yapı-deprem ilişkisinin ve buna bağlı olarak da yapı güvenliğinin yüksek güvenilirlik derecesinde saptanması ve sağlanması gerekmektedir. Bilindiği üzere, dünyanın en etkin deprem kuşaklarının biri üzerinde bulunan Türkiye'nin geçmişte birçok yıkıcı deprem sonucuyla karşı karşıya kaldığı, gelecekte de yine benzer deprem olaylarıyla karşılaşacağı bir gerçektir. Deprem bölgeleri haritasına göre Türkiye'nin %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusunun da %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'inin ve barajlarımızın da %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir (Celep, 2000; Korkmaz, 2008).

Bingöl'de 1 Mayıs 2003 günü saat 03.27'de meydana gelen, Kandilli Rasathanesi verilerine göre 6,1 büyüklüğünde cereyan eden deprem, ülkenin içinde bulunduğu gerçeği, doğal uyarı şeklinde yeniden gözler önüne sermiştir (Sağlamer, 2003). Deprem Bingöl merkezinde 70 insanın hayatını kaybetmesine, 520 insanın yaralanmasına, 82 binanın tamamen yıkılmasına, 1602 bina, 4919 konut ve 599 işyerinin ağır hasar görmesine neden olmuştur (Sağlamer, 2003).

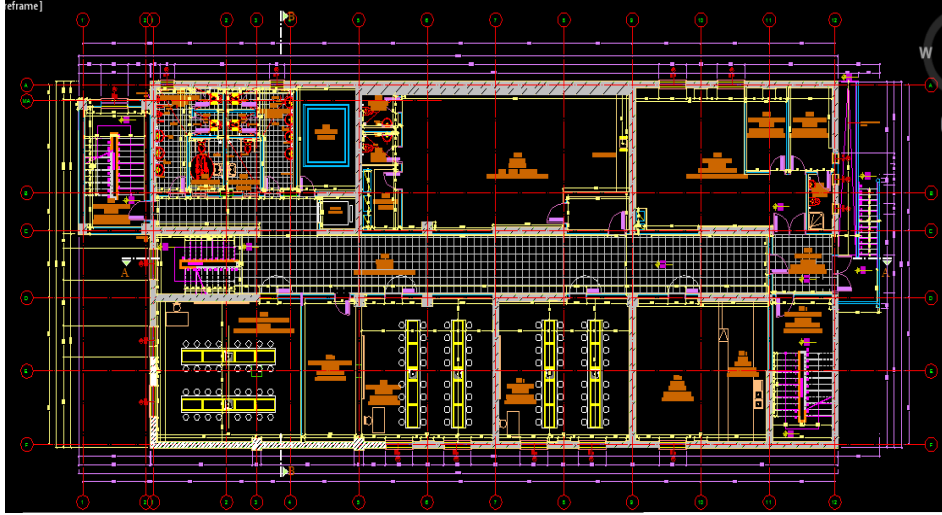
Bu çalışmanın amacı, 1 Mayıs 2003 tarihinde Bingöl'de meydana gelen deprem sonucu yıkılan üç katlı bir okul binasının deprem analizlerini gerçekleştirmek ve yapının projeye uygun bir şekilde yapılıp yapılmadığını araştırmaktır. Çalışmada, SAP 2000 (Wilson, 1998) programı kullanılarak 3 katlı, X yönünde 17, Y yönünde 9 açıklıklı olan betonarme çerçeve ve

perdelere oluşan okul binası öncelikle SAP 2000 programında modellenmiştir. Daha sonra okul binasının önce Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre statik analizleri gerçekleştirilmiştir. Mod Birleştirme yöntemi ve Zaman-Tanım Alanında Analiz yöntemine göre de dinamik analizleri yapılmıştır.

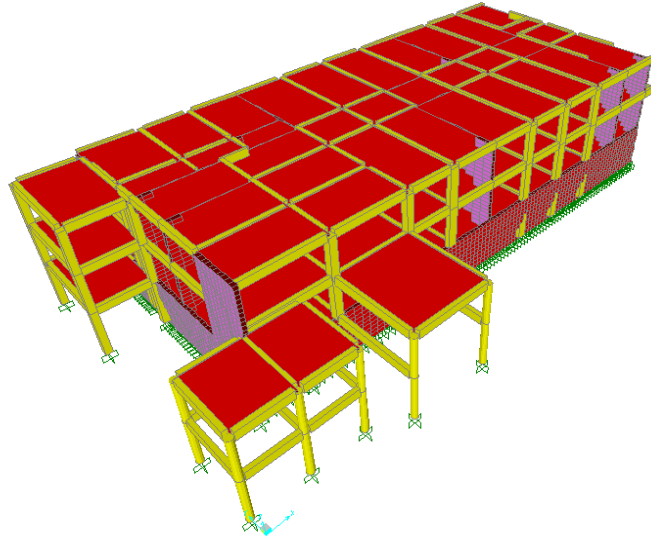
Bu analizler sonucu elde edilen yapıya ait periyotlar, yerdeğiştirmeler ve her analiz sonucunda kesitte meydana gelen kesit etkileri incelenerek karşılaştırmalar yapılmış olup, bir kesitte analizlere göre elde edilen kesit etkileri karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

2. İncelenen Okul Binası

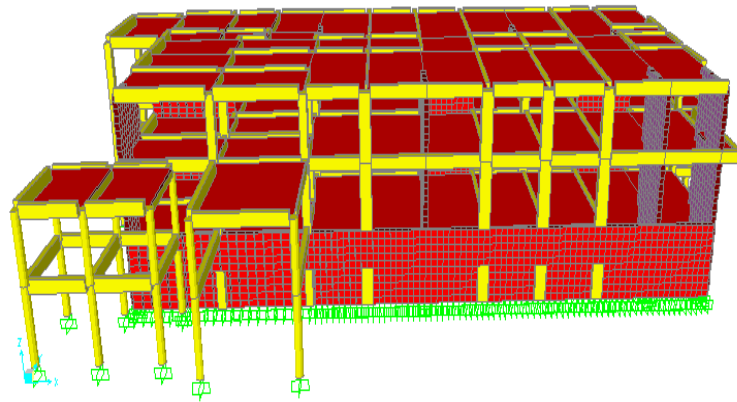
Okul binası 3 katlı olup kalıp planı Şekil 1'de verilmiştir. Bina; zemin kat ve iki normal kattan meydana gelmektedir. İncelemede, projede belirtildiği gibi, beton sınıfı C20, beton çeliği S420 olarak ve bunlara ait hesap değerleri esas alınmıştır. Kat yüksekliği bodrum katta 3.60 m, normal katlarda 3.20 m'dir. Binadaki kiriş boyutları 25x60 cm ve 30x60 cm'dir. Döşeme kalınlığı ise tüm katlarda birbirine eşit olup 12 cm olarak belirlenmiştir. Yapı son Türkiye deprem haritasına göre 1. derece deprem bölgesinde bulunmakta ve buna bağlı olarak hesaplamalarda zemin sınıfı Z1, yapı bina önem katsayısı $I=1.4$ (okul tipi yapı) ve etkin yer ivme katsayısı $A_0=0,4$ olarak alınması gerekmektedir (DBYBHY-2007). Çalışma kapsamında incelenen betonarme 3 katlı çerçeve perde elemanlardan oluşan yapıya ait üç boyutlu (3D) model ve okul binasının yandan görünüşü Şekil 2-3'de verilmektedir.



Şekil 1. İncelenen Okul Binasının Kalıp Planı



Şekil 2. Okul Binasının 3D Modeli



Şekil 3. Okul Binasının Yandan Görünüşü

2.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemiyle Statik Analiz

Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde yapının kendi ağırlığından yararlanılarak yapının üzerinde bulunduğu gerçek zemin sınıfı ve deprem bölgesi değerleri kullanılarak hesaplar yapılmıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi yapı 1.

derece deprem bölgesinde ve Z1 sınıfı zemin üzerinde bulunmaktadır. Buna bağlı olarak, sabit yük döşemeler için 2 kN/m^2 düzeyinde, hareketli yük ise TS500 Tablo 1’de verilen ölçülerde dikkate alınmıştır. Kirişlere gelen sabit yükler ise $8,5 \text{ kN/m}^2$ olarak hesap edilmiştir.

Tablo1. Okul İçin Hesaplarda Dikkate Alınacak Hareketli Yükler

Sınıflar	$3,5 \text{ kN/m}^2$
Koridor	$5,0 \text{ kN/m}^2$
Merdiven	$5,0 \text{ kN/m}^2$
Çatı Döşemesi	$1,5 \text{ kN/m}^2$

İnceleme yapılan okul binasının hakim periyotları $T_{1X} = 0,1261 \text{ s}$ ve $T_{1Y} = 0,1135 \text{ s}$ olarak elde edilmiştir. Yukarıda hesaplanan periyotlara göre, her iki yöndeki spektrum katsayıları da;

X yönünde $S(T_{1X})=2,5$ ($T_A \leq T \leq T_B$)
Y yönünde $S(T_{1Y})= 2,5$ ($T_A \leq T \leq T_B$)
olarak belirlenmektedir.

Buna göre Toplam Deprem Yükleri Tablo 2’de verilen kat ağırlıkları esas alınarak, 2007 yılında yürürlüğe giren Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik’te (DBYBHY-2007) verilen 1 numaralı bağıntıya göre hesap edilmiştir.

$$V_t = \frac{A(T_1)}{R_a(T_1)} w \geq 0,10A_0IW \quad (1)$$

Tablo 2. Yapının Kat Ağırlıkları

Kat	Kütle (Mi) (kg)	Ağırlık (Wi) (kN)
3	725,4	7116,2
2	1156,4	11344,3
1	1557,4	15278,1
Toplam	3439,2	33738,6

X Yönünde

$$V_{ix}=33738,6 \times 0,4 \times 1,4 \times 2,5/7=6747,72 \text{ kN}$$

Y Yönünde

$$V_{iy}=33738,6 \times 0,4 \times 1,4 \times 2,5/7=6747,72 \text{ kN}$$

Binanın N'inci katına (en üst kotuna) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\Delta F_N'$ nin değeri Denklem 2’deki bağıntı ile belirlenmiştir.

$$\Delta F_N= 0,0075 \times N \times V_t \quad (2)$$

$$\Delta F_{Nx}=0,0075 \times 3 \times 6747,72=151,82 \text{ kN}$$

$$\Delta F_{Ny}=0,0075 \times 3 \times 6747,72=151,82 \text{ kN}$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N. kat dahil olmak üzere

DBYBHY’te verilen 3 numaralı bağıntı ile bina katlarına dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta FN) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N (W_j H_j)} \quad (3)$$

Bu yüklerin katlara dağıtılmış değerleri aşağıdaki Tablo 3’de verilmektedir.

Tablo 3. Herbir Kata Gelen Eşdeğer Deprem Yükü

Kat	hi (m)	Hi	Wi (kN)	WixHi	oran	F _{ix} (kN)	F _{iy} (kN)	F _{ix} +ΔF _{Nx} (kN)	F _{iy} +ΔF _{Ny} (kN)
3	3,2	10	7116,2	71162,0	0,350	2308,56	2308,56	2460,38	2460,38
2	3,2	6,8	11344,3	77141,2	0,379	2499,84	2499,84	2499,84	2499,84
1	3,6	3,6	15278,1	55001,1	0,271	1787,49	1787,49	1787,49	1787,49
Toplam			33738,6	203304,4	1,0	6595,90	6595,90	6747,72	6747,72

Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine göre Sap 2000 programıyla statik analizlerin gerçekleştirilmesinde 16 farklı kombinasyon kullanılmıştır (bkz. Tablo4). Tablo 4’te verilen kombinasyonlarda G sabit yükü, Q hareketli

yükü, EX ve EY ise sırasıyla X ve Y yönlerinde etkiyen deprem yüklerini ifade etmektedir. Her kombinasyon için yapıda oluşan yer değiştirme değerleri Tablo 4 ve Tablo 5’te verilmektedir.

Tablo 4. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine Göre X Yönü Yerdeğiştirme Değerleri

Kombinasyolar	Yer Değiştirmeler (cm)	Kombinasyonlar	Yer Değiştirmeler (cm)
G+Q+EXP	0,1442	0,9G-EXN	0,1293
G+Q-EXP	0,1262	0,9G+EYP	0,5553
G+Q+EXN	0,1435	0,9G-EYP	0,5656
G+Q-EXN	0,1254	0,9G+EYN	1,5131
G+Q+EYP	0,8514	0,9G-EYN	0,5233
G+Q-EYP	0,5695	1,4G+ 1,6Q	0,0133
G+Q+EYN	0,5092	0,9G-EXP	1,1391
G+Q-EYN	0,5273	0,9G+EXN	0,1396

Tablo 5. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine Göre Y Yönü Yerdeğiştirme Değerleri

Kombinasyolar	Yer Değiştirmeler (cm)	Kombinasyonlar	Yer Değiştirmeler (cm)
G+Q+EXP	0,0291	0,9G-EXN	0,0215
G+Q-EXP	0,0200	0,9G+EYP	0,9960
G+Q+EXN	0,0004	0,9G-EYP	0,0136
G+Q-EXN	0,0266	0,9G+EYN	0,8551
G+Q+EYP	0,9910	0,9G-EYN	0,8723
G+Q-EYP	0,0186	1,4G+ 1,6Q	0,0197
G+Q+EYN	0,8502	0,9G-EXP	0,0070
G+Q-EYN	1,8772	0,9G+EXN	0,0045

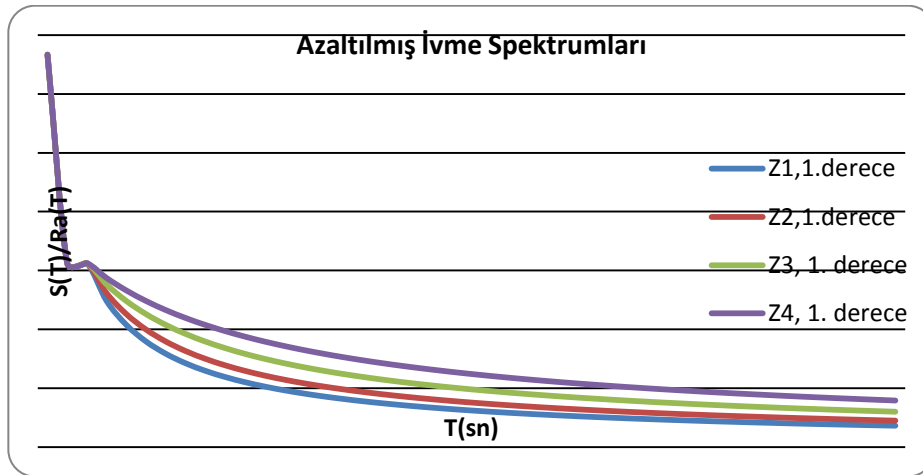
2.2. Mod Birleştirme Yöntemiyle Dinamik Analiz

Mod birleştirme yöntemine göre gerçekleştirilen dinamik analiz sonuçlarının daha iyi değerlendirilmesi ve yapının farklı zemin sınıfı,

farklı deprem bölgesi için çıkan değerlerin karşılaştırılması için Tablo 6’ da verilen değerlere göre de dinamik analizler ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Şekil 4’te mod birleştirme yöntemiyle gerçekleştirilen dinamik analizlerde kullanılan farklı zemin sınıfları için azaltılmış ivme spektrum grafiği görülmektedir.

Tablo 6. Dinamik Analiz İçin Kullanılan Zemin Sınıfı ve Deprem Bölgeleri

Z1 Zemin Sınıfı İçin	1. Derece Deprem Bölgesi 2. Derece Deprem Bölgesi 3. Derece Deprem Bölgesi 4. Derece Deprem Bölgesi
1. Derece Deprem Bölgesi	Z1 Zemin Sınıfı Z2 Zemin Sınıfı Z3 Zemin Sınıfı Z4 Zemin Sınıfı



Şekil 4. Birinci derece deprem bölgelerinde inşa edilecek süneklik düzeyi yüksek sistemler için ivme spektrumları

Mod Birleştirme Yönteminde 2 ayrı kombinasyon kullanılmıştır. Bu kombinasyonlarda yer alan G sabit yükü, Q hareketli yükü SPECX ve SPECY ise X ve Y

yönlerinde elde edilen tasarım spektrumu ivme kayıtlarını ifade etmektedir. Bu farklı koşullar için yapılan analizler sonucu ortaya çıkan yer değiştirme değerleri Tablo 7-10'da verilmiştir.

Tablo 7. Mod Birleştirme Yönteminde Aynı Zemin Sınıfında Farklı Deprem Bölgelerine Göre X Yönü Yerdeğiştirme Değerleri

Kombinasyonlar	Z1D1 (cm)	Z1D2 (cm)	Z1D3 (cm)	Z1D4 (cm)
G+Q+SPECX	0,0854	0,0663	0,0472	0,0281
G+Q+SPECY	0,0365	0,0296	0,0227	0,0159

Tablo 8. Mod Birleştirme Yönteminde Aynı Zemin Sınıfında Farklı Deprem Bölgelerine Göre Y Yönü Yerdeğiştirme Değerleri

Kombinasyonlar	Z1D1 (cm)	Z1D2 (cm)	Z1D3 (cm)	Z1D4 (cm)
G+Q+SPECX	0,0718	0,0572	0,0427	0,0281
G+Q+SPECY	0,1	0,0784	0,0568	0,0351

Tablo 9. Mod Birleştirme Yönteminde Farklı Zemin Sınıfında Aynı Deprem Bölgelerine Göre X Yönü Yerdeğiştirme Değerleri

Kombinasyonlar	Z1D1 (cm)	Z2D1 (cm)	Z3D1 (cm)	Z4D1 (cm)
G+Q+SPECX	0,0854	0,0894	0,0919	0,0944
G+Q+SPECY	0,0365	0,0379	0,0387	0,0396

Tablo 10. Mod Birleştirme Yönteminde Farklı Zemin Sınıfında Aynı Deprem Bölgelerine Göre Y Yönü Yerdeğiştirme Değerleri

Kombinasyonlar	Z1D1 (cm)	Z2D1 (cm)	Z3D1 (cm)	Z4D1 (cm)
G+Q+SPECX	0,0718	0,0751	0,077	0,079
G+Q+SPECY	0,1	0,1071	0,1101	0,1131

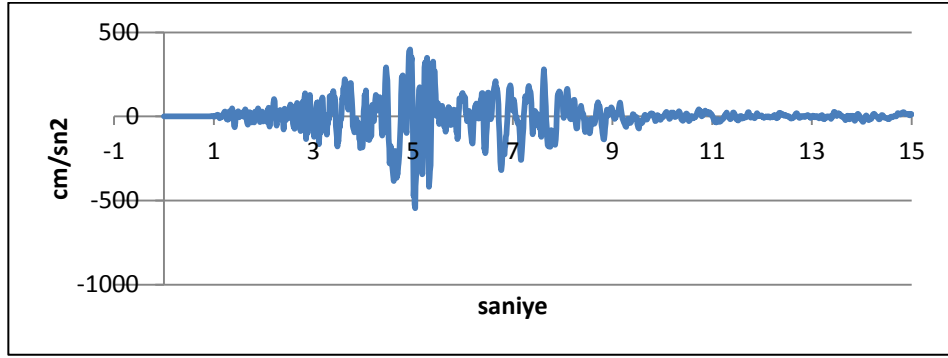
Zemin sınıfı Z4'e doğru ilerledikçe zeminin de zayıflamaya başladığı bilinen bir durumdur. Nitekim yukarıdaki tablolar incelendiğinde, Z4 zemin sınıfına doğru gidildikçe yerdeğiştirme değerlerinin arttığı görülmektedir. Örneğin; Tablo 10 incelenecek olursa, Z1 sınıfında G+Q+SPECX kombinasyonuna göre yer değiştirme değeri 0,0718 cm iken Z4 sınıfında aynı kombinasyon için bu değerin 0,0790 cm olduğu görülür. Görüldüğü üzere yerdeğiştirme değerleri, Z1 zemin sınıfı temel alındığında; Z2 zemin için %4.6, Z3 için %7.24, Z4 zemin sınıfı için %10 oranında artış dikkate alınmak zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Yine aynı durum deprem bölgesine göre incelenecek olursa 1. derece deprem bölgesinde oluşan yerdeğiştirmeler 4. derece deprem bölgesinde oluşan yerdeğiştirmelerden fazla olacaktır. Örneğin; Tablo 8 incelenecek olursa 1. derece deprem bölgesi için G+Q+SPECX kombinasyonuna göre yer değiştirme değeri 0,0718 cm iken 4. derece deprem bölgesinde aynı kombinasyon için bu değerin 0,0281 cm

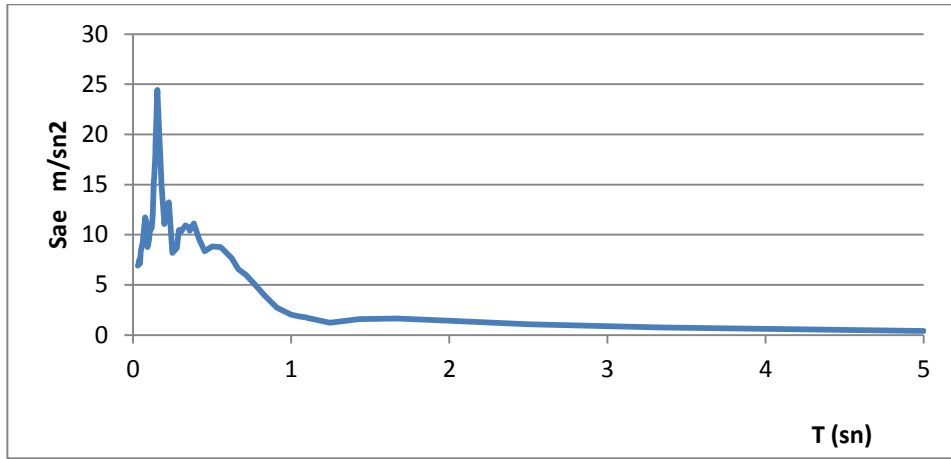
olduğu görülür. Görüldüğü üzere, bu tabloya göre de yer değiştirme değerleri 1.derece deprem bölgesi temel alındığında; ikinci derece deprem bölgesi (D2) için %20.33, üçüncü derece deprem bölgesi (D3) için %40.53 ve son olarak dördüncü derece deprem bölgesi (D4) için %60.86 oranlarında azalmalar kaydedilmektedir.

2.3. Zaman-Tanım Alanında Dinamik Analiz

Zaman-Tanım Alanında Analiz Yönteminde ise 1 Mayıs 2003 de meydana gelen depremin gerçek ivme kayıtları kullanılmıştır. Yapılan incelemede bu ivme kayıtlarından en büyüğü olan Kuzey-Güney doğrultusundaki deprem ivmesi dikkate alınmıştır. Şekil 5'te verilen, Bingöl depremi sırasında yörede bulunan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın ölçüm istasyonunda kaydedilen değerler kullanılarak zaman-tanım alanında dinamik analiz yapılmıştır (URL1, 2013).



Şekil 5. Bingöl depremi ivme kaydı (Max ivme: 398,4 cm/sn², Min ivme: -545,5 cm/sn²)



Şekil 6. Bingöl depremi spektral ivme – periyot grafiği

Bu yöntemde iki ayrı kombinasyon kullanılarak yerdeğiştirmeler bulunmuştur. Tablo 11’de verilen kombinasyonlarda G sabit yükü, Q hareketli yükü, THX ve THY ise Bingöl depremi ivme kaydının X ve Y yönlerinde

etkittirilmesini içeren deprem analizini ifade etmektedir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen yerdeğiştirme değerleri Tablo 11’de verilmektedir.

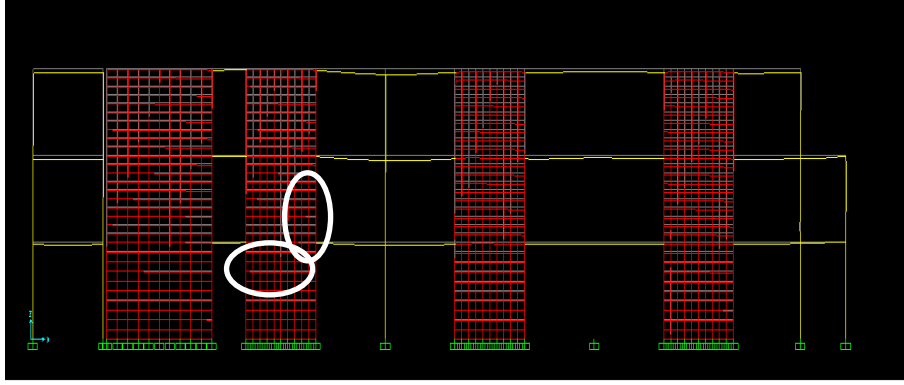
Tablo 11. Zaman-Tanım Alanında X ve Y doğrultusu Yerdeğiştirme Değerleri

Kombinasyonlar	X doęrultusu (cm)	Y doęrultusu(cm)
G+Q+THX	1,927	0,7171
G+Q+THY	0,426	1,3

2.4. Statik ve Dinamik Analizler Sonucunda Herhangi Bir Kesitteki Moment ve Kesme Kuvvetine Ait Sonuçlar

Gerçekleştirilen statik ve dinamik analizler

sonucunda elde edilen kesit etkisi değerleri Şekil 7’de belirtilen kolon ve kiriş için karşılaştırılmalı olarak Tablo 12’de verilmektedir.



Şekil 7. Moment ve Kesme Kuvveti Değerlerinin İncelendiği Kolon ve Kiriş

Tablo 12. Statik ve dinamik analizler sonucunda oluşan kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri

Deprem kuvvetleri	Eğilme Momenti (kNm)		Kesme Kuvveti (kN)	
	KOLON	KİRİŞ	KOLON	KİRİŞ
Kombinasyonlar				
G+Q+EXP	30,096	28,182	21,682	32,128
G+Q-EXP	43,16	30,156	24,832	34,187
G+Q+SPECX (Z1D1 için)	25,855	21,273	15,013	30,628
G+Q+SPECY (Z1D1 için)	10,607	18,942	6,465	27,892
G+Q+THX	603,098	246,333	340,376	134,807
G+Q+THY	161,226	147,741	93,908	91,189

Tablo 12’den görüldüğü üzere en büyük kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlerinin kiriş ve kolon elemanları için zaman-tanım alanında dinamik analiz sonucunda elde edilmiştir. Bu çalışmada statik ve dinamik analiz sonucunda elde edilen yerdeğiştirme ve kesit etkisi değerlerinin çok büyük olmadığı tespit edilmiştir. İncelemeye esas alınan okul binasında da olduğu gibi, pek çok bina

3.Sonuçlar

Bu çalışmada, 1 Mayıs 2003 tarihinde merkez üssü Bingöl olan deprem sonucunda Bingöl’de yıkılan üç katlı bir okul binasının Eşdeğer Deprem Yüklü Yöntemi, Mod Birleştirme

Yöntemi ve Zaman-Tanım Alanında Hesaplama olmak üzere 3 farklı analiz yöntemiyle statik ve dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan statik ve dinamik analizler sonucunda periyotlar yerdeğiştirme, eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri yönünden karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmada elde edilen veriler

günümüzde daha önceki alışkanlıkların devamı olarak inşa edilmektedir. Bu ve benzeri yapıların, projelendirmesinin ve uygulamasının yeterli güven seviyesinde gerçekleştirilmesi, içinde bulunan yapı deprem güvenliği sorunlarının büyük bir kısmını kısa vadede çözeceği düşünülmelidir.

İncelendikten sonra aşağıdaki sonuçlara varılmaktadır:

- ✓ Okul binası üzerinde gerçekleştirilen statik ve dinamik analizler sonucunda, en büyük yerdeğiştirme ve kesit etkilerinin zaman-tanım alanında analiz yöntemine göre ortaya çıktığı görülmüştür.
- ✓ Yapılan deprem analizleri sonucunda, yapının bulunduğu bölgenin özelliklerinin yapı davranışı üzerinde önemli rol oynadığı görülmektedir. Çalışmada çıkarılan tablolar incelendiğinde, zemin sınıfının Z4’e

doğru kaydırılmasıyla yerdeğiştirmelerin arttığı görülmektedir. Bu nedenle yapı zemin sınıfının yerdeğiştirme ve kesit etkileri üzerinde önemli rol oynadığı ve yapıya uygun zemin sınıfı seçilerek gerekli analizlerin yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Şu halde yapının farklı deprem bölgelerinde farklı yerdeğiştirmeler yapacağı açık bir biçimde anlaşılmaktadır.

- ✓ Yapılan analizler sonucunda perde elemanların deprem etkisine karşı başarımları gözler önüne serilmiş olmakla birlikte bu perdelerin başlarında bulundurulması gereken bağlantı elemanlarının eksikliği bir kez daha, bu yapıda da görülmüştür; Oysa DBYBHY 2007'de belirtildiği gibi, perdelerin başlarında kolonların

bulundurulması son derece önemsenmelidir.

- ✓ Yapılarda kullanılan perde konumları yapının deprem karşısındaki davranışını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle yapı sistemlerine betonarme perdeler yerleştirilirken, bu elemanların burulma oluşturmayacak şekilde her iki yönde simetrik olarak yerleştirilmesine dikkat edilmesi büyük önem arz etmektedir.
- ✓ Yapılan analizler sonucu yapının taşıyıcı sistemi ne kadar uygun olursa olsun binanın inşası sırasında yapılan imalat hatalarının depreme karşı olumsuzluklara neden olduğu da görülmektedir. Bu durumda yapı denetiminin gerekliliği ön plana çıkarmaktadır.

4. Kaynaklar

Celep, Z., Kumbasar, N., 2000, Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul.

DBYBHY-2007 “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2007.

Korkmaz, A., Kayhan, A.H., Yer Değiştirme Esaslı Yöntemlerin Elastik ve Zaman Tanım Alanında Dinamik Analiz Yöntemleriyle Karşılaştırılması, Araştırma Makalesi, Trakya Üniversitesi, 2008.

Sağlamer, A., “1 Mayıs 2003 Bingöl Depremi Mühendislik Raporu”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yapı ve Deprem Uygulama Araştırma Merkezi, İTÜ Press, 2003.

TS500, 2000, Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

URL1, [http://](http://www.bingolafad.gov.tr/bingol/deprem1.jpg)

www.bingolafad.gov.tr/bingol/deprem1.jpg

Wilson, E. and Habibullah, A. 1998, “Sap 2000 Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis Refence Manual”, Computers and Structures, Berkeley.