İTME ANALİZİ KULLANILARAK YÜKSEK RİSKLİ DEPREM BÖLGESİNDEKİ BİR PREFABRİK YAPININ SİSMİK KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ

B. Öztürk[1], C. Yıldız[2] ve E. Aydın[3]

[1] *Yrd. Doç. Dr., İnşaat Müh. Bölümü, Niğde Üniversitesi, Niğde*
[2] *İnşaat Yük. Müh., İnşaat Müh. Bölümü, Niğde Üniversitesi, Niğde*
[3] *Yrd. Doç. Dr., İnşaat Müh. Bölümü, Niğde Üniversitesi, Niğde*
Email: bakiozturk@nigde.edu.tr

ÖZET:

Performansa dayalı tasarım esaslarının deprem riski taşıyan endüstriyel bölgelerdeki prefabrik yapıların tasarımında uygulanması önemlidir. Bu çalışmada yüksek riskli deprem bölgesinde mevcut şartnamelere göre tasarlanmış olan bir prefabrik yapının farklı deprem yer hareketleri göz önünde bulundurularak itme analizleri yapılmak suretiyle X ve Y yönlerindeki kapasite spektrumları ve sismik kapasiteleri incelenecektir. Bu çalışmada incelenen prefabrik sanayi yapısı performansa dayalı tasarım esaslarını göz önünde bulunduran mevcut şartnameler ışığında tasarlanmıştır. Yapıya uygulanan itme analizleri yapının bazı etkin yer hareketlerine maruz kaldığında şartnamelerdeki can güvenliği performans seviyesinin aşıldığını göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELER : Yüksek riskli deprem bölgesi, Prefabrik yapı, İtme analizi, Performansa dayalı tasarım

1. GİRİŞ

Performansa dayalı tasarım esaslarının deprem riski taşıyan bölgelerdeki yapıların tasarımında kullanılması güncel bir araştırma konusudur. Geçmiş yıllarda sismik bölgelerdeki binaların deprem esnasındaki davranışları üzerine çeşitli bilimsel araştırmalar yapılmıştır (Shibata ve Sözen (1976), Shimazaki ve Sözen (1984), Lepage (1997) ve Öztürk (2003)).

Türkiye'deki prefabrik yapıların depreme dayanıklı tasarımında performansa dayalı tasarım esaslarının uygulanması incelenmektedir (Öztürk ve Demiralan (2007), Öztürk ve diğer. (2008), Demiralan (2009), Sadak (2009), Öztürk ve diğer.(2009), Öztürk ve Sadak (2010), Yıldız (2011)). Bu çalışmada itme analizi uygulayarak yüksek deprem riski taşıyan birinci derece deprem bölgesindeki bir prefabrik sanayi yapısının sismik kapasitesi incelenecektir. İlgili sanayi yapısına farklı deprem yer hareketleri uygulanmak suretiyle itme analizi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar performansa dayalı tasarım esasları doğrultusunda değerlendirilmiştir.

İncelenecek olan yapının tasarımında ve değerlendirmelerde TS 498 (1987), TS 9967 (1992), TS 500 (2000) ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (2007)'den faydalanılmıştır. Yapının sismik kapasitesinin incelenmesi esnasında son yıllarda ülkemizde meydana gelen depremlerde (Ceyhan 1998, Marmara 1999, Düzce 1999) elde edilmiş deprem yer hareketi verilerinden faydalanılmıştır.

Yapılan araştırma sonucunda itme analizi ve ilgili sismik kapasite değerleri elde edilmiştir. Kullanılan altı adet yer hareketi verileri kullanılarak uygulanan analizler ve yapılan değerlendirmeler sonucunda X yönündeki yapı performans aralıkları hasar kontrol (S-2), sınırlı güvenlik (S-3) ve göçmenin önlenmesi (S-4) şeklinde iken, Y yönündeki yapı performans aralığı tüm yer hareketi verileri için göçmenin önlenmesi (S-4) olarak bulunmuştur.

2. İNCELENEN YAPI HAKKINDA BİLGİ

Bu çalışmada Şekil 1'de gösterilen ve birinci derece deprem bölgesinde inşa edilmek üzere tasarlanmış bir prefabrik sanayi yapısı incelenmiştir (Öztürk ve Demiralan 2007). Bu yapının projelendirilmesinde mevcut TS 498 (1987), TS 9967 (1992), TS 500 (2000) ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (2007) kullanılmıştır.

Yapı X yönünde 40 m , Y yönünde ise 56 m uzunluğundadır. Kolon yükseklikleri 7 m'dir. X yönünde 6.65 m uzunluğundaki 6 adet açıklık kirişi ve Y yönünde ise her biri 8 m uzunluğundaki 7 adet açıklık kirişinden oluşmaktadır. Yapının ağırlığı yaklaşık 3300 kN'dur.

Şekil 1. Yapının Sistem Geometrisi

3. YAPININ MODAL ANALİZİ

Yapı için uygulanan analizlerde SAP2000 Programından (CSI 2000) faydalanılmıştır. Modal analiz sonucunda elde edilen ilk sekiz yapısal peryot Tablo 1'de verilmiştir (Öztürk ve Demiralan 2007). Analizlerde sönüm oranı % 5 olarak kabul edilmiş olup yapının temel peryotları kısa yönde 1.05 sn (Mod 1) ve uzun yönde 0.88 sn (Mod 2) olarak bulunmuştur.

Tablo 1. İncelenen Binanın Yapısal Peryotları (Öztürk ve Demiralan 2007)

Mod	Peryot (sn)	Mod	Peryot (sn)
1	1.05	5	0.51
2	0.88	6	0.47
3	0.77	7	0.46
4	0.53	8	0.45

Yapının inşa edileceği zeminin tipi Z3 olarak tesbit edilmiş olup, T_A= 0.15 sn ve T_B= 0.6 sn olarak kullanılmaktadır.

4. İTME ANALİZİ

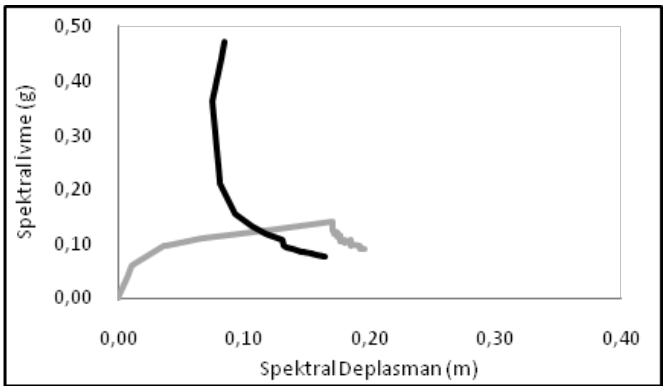
Şekil 1'de gösterilen prefabrik sanayi yapısı için ilgili zemin ve deprem bölgesi özellikleri kullanılmak suretiyle Tablo 2'de verilmiş olan deprem verileri için itme analizi hem X yönünde ve hem de Y yönünde uygulanmıştır. Bu yapının itme analizi Sap 2000 (CSI 2000) programı kullanılarak yapılmıştır.

Bu yapının analizlerinde maksimum yer ivmesi değerleri (PGA) aşağıda Tablo 2'de verilen 1998 Adana Ceyhan depremi esnasında kaydedilmiş olan Ceyhan EW ve Ceyhan NS, 1999 Marmara depremi esnasında kaydedilmiş olan İzmit EW ve İzmit NS ve 1999 Düzce depremi esnasında kaydedilmiş olan Bolu EW ve Bolu NS deprem yer hareketi verileri kullanılmıştır.

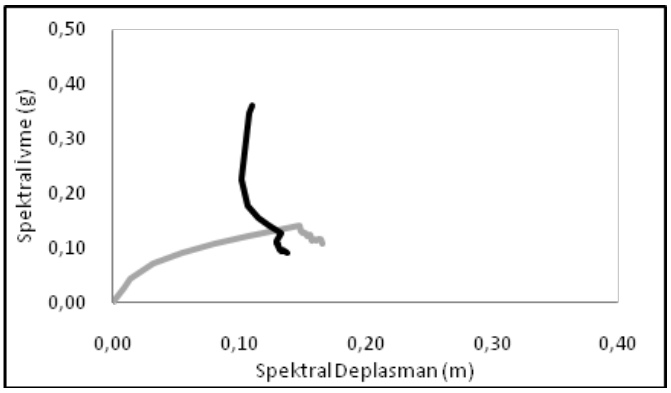
Tablo 2. Kullanılan Yer Hareketleri ve Maksimum Yer İvmesi (PGA) değerleri

Deprem Yer Hareketi	**Maksimum Yer İvmesi**
Ceyhan EW (Ceyhan 1998)	0,23
Ceyhan NS (Ceyhan 1998)	0,28
Bolu-EW (Düzce 1999)	0,82
Bolu-NS (Düzce 1999)	0,75
İzmit-EW (Marmara 1999)	0,23
İzmit-NS (Marmara 1999)	0,17

Yapıya uygulanan analizler neticesinde aşağıda Şekil 2-3'de gösterilen X ve Y yönündeki kapasite spektrumları elde edilmiştir. Yapıda gözlenen spektral ivme değerleri ise Tablo 3'te verilmiştir.



Şekil 2. X yönünde Kapasite Spektrumu



Şekil 3. Y yönünde Kapasite Spektrumu

Tablo 3. Farklı Deprem Yer Hareketi Verileri Uygulandığında Elde Edilen Spektral İvme Değerleri

Deprem yer hareketi	**Spektral ivme**	
	S_{aX} (g)	**S_{aY} (g)**
Ceyhan EW	0,14	0,16
Ceyhan NS	0,18	0,37
Bolu EW	0,53	0,78
Bolu NS	0,37	0,43
İzmit EW	0,14	0,18
İzmit NS	0,09	0,28

Yapıların performans seviyeleri (Yıldız 2011) Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4.Yapıların Performans Seviyeleri (Yıldız 2011)

Performans	**Performans Aralığı**	**KOD**
Başlangıç seviyesi	Lineer Elastik Bölge	S - 1
Hemen Kullanım		
	Hasar Kontrol	S - 2
Can Güvenliği		
	Sınırlı Güvenlik	S - 3
Yapısal Stabilite		
	Göçmenin Önlenmesi	S - 4
Toptan Göçme		

Kapasite spektrumları, yapısal tepkiler ve performans seviyeleri göz önünde bulundurularak incelenen prefabrik yapının performans aralıkları uygulanan farklı deprem yer hareketleri için Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Prefabrik Yapının Performansı

Deprem Yer Hareketi	**Performans Aralığı**	
	X	**Y**
Adana EW	S-3	S-4
Adana NS	S-4	S-4
Bolu EW	S-4	S-4
Bolu NS	S-4	S-4
İzmit EW	S-3	S-4
İzmit NS	S-2	S-4

5. SONUÇ

Performansa dayalı tasarım ülkemizde henüz yaygın olarak kullanılmamaktadır. Ancak yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda bu tasarım yaklaşımının önceki yaklaşımlara oranla daha gerçekçi olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada yüksek riskli deprem bölgesindeki bir prefabrik yapıya itme analizi uygulanarak ilgili yapının sismik kapasite değerleri elde edilmiştir. Birbirinden farklı altı adet yer hareketi verisi kullanılarak uygulanan analizler ve yapılan değerlendirmeler sonucunda X yönündeki yapı performans aralıkları hasar kontrol (S-2), sınırlı güvenlik (S-3) ve göçmenin önlenmesi (S-4) şeklinde iken, Y yönündeki yapı performans aralığı tüm yer hareketi verileri için göçmenin önlenmesi (S-4) olarak bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Computers and Structures Inc (CSI) SAP2000 Analysis Reference, California, U.S.A.

Demiralan, F. (2009). Türkiye'de Mevcut Şartnamelere göre Tasarlanmış Prefabrik Yapıların Sismik Davranışının Farklı Analiz Yöntemleri Kullanılarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-DBYYHY (2007), Ankara.

Lepage, A. (1997). A Method for Drift Control in Earthquake Resistant Design of RC Building Structures, Ph.D.Thesis, University of Illinois, Urbana-Champaign, Illinois, U.S.A.

Öztürk, B. (2003). Seismic Drift Response of Building Structures in Seismically Active and Near-Fault Regions, Ph.D. Thesis, Purdue University, W.Lafayette, Indiana, U.S.A.

Öztürk, B. ve Demiralan, F. (2007). "Yüksek Riskli Deprem Bölgesindeki Bir Prefabrik Yapının Farklı Yer Hareketleri Etkisindeki Sismik Davranışının İncelenmesi", 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.

Öztürk, B., Demiralan, F. and Civalek, Ö. (2008). "Seismic Drift Response of Precast Concrete Building Structures Located in Earthquake-Prone Regions in Turkey Considering Nonlinear Analysis Procedures", 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China.

Öztürk, B., Sadak, M.M. and Demiralan, F. (2009). "Application of Capacity Spectrum Method for Performance Assessment of Industrial Building Structures Located in Earthquake-Prone Regions in Turkey", International Earthquake Symposium, Kocaeli.

Öztürk, B. and Sadak, M.M. (2010). "Seismic Performance Evaluation of Industrial Building Structures in Turkey Using Capacity Spectrum Method", 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) and 5th International Conference on Earthquake Engineering (5ICEE), Tokyo, Japan.

Sadak, M.M. (2009). Prefabrik Yapılarda Deprem Dayanımının Performansa Dayalı Tasarım Esaslarına Göre Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.

Shimazaki, K. and Sozen, M.A. (1984). "Seismic Drift of Reinforced Concrete Structures," Technical Research Report of Hazama-Gumi Ltd., 145-166.

Shibata, A. and Sozen, M.A. (1976). "Substitute-Structure Method for Seismic Design in Reinforced Concrete," Journal of Structural Division, ASCE, V.102, No.ST3, 1-18.

TS 498 (1987). Yapı Elemanlarının Boyutlandırmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 500 (2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 9967 (1992). Yapı Elemanları Taşıyıcı Sistemler ve Binalar –Prefabrike Betonarme ve Öngerilmeli Betondan- Hesap Esasları ile İmalat ve Montaj Kuralları,Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Yıldız, C. (2011). İtme Analizinin Türkiye'deki Prefabrik Yapıların Sismik Değerlendirilmesinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.