Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 31:3 (2016) 485-490

Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi
Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University

Elektronik / Online ISSN : 1304 - 4915
Basılı / Printed ISSN : 1300 - 1884

Türkiye'deki ilköğretim yapılarının deprem dayanımının incelenmesi

A. Esra Gerek*, Asena Soyluk
Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü,06570, Maltepe, Ankara

Ö N E Ç I K A N L A R

- Düzensizliklerin (DBYBHY-2007'ye göre) mimari tasarıma etkisi
- Depreme dayanıklı eğitim yapısı (tip proje) tasarımı
- Farklı tip projelerin deprem performanslarının karşılaştırılması

Makale Bilgileri
Geliş: 02.06.2015
Kabul: 21.04.2016

DOI:
10.17341/gummfd.44283

Anahtar Kelimeler:
Deprem,
eğitim yapıları,
düzensizlikler,
hasarlar

ÖZET

Türkiye'de afet denilince akla gelen en önemli doğa olayı depremdir. Ülkemizin çok büyük bir kısmı 1. ve 2. Derece deprem bölgelerinde bulunmaktadır. Geçmişte yaşanılan depremler ve deprem hasarları yapılaşmada, depreme dayanıklı yapı tasarımında mimari tasarımın önemini göstermiştir. 1999 Marmara Depremi sonrası kamu kuruluşları tarafından eğitim yapıları için çeşitli tip projeler oluşturulmuştur. Oluşturulan bu tip projelerde DBYBHY-2007 'e göre bazı düzensizliklere rastlandığı görülmektedir. Tüm bu veriler göz önüne alınarak 3 farklı formda tip projeler oluşturularak Probina-orion programı ile modellenmiştir. Kare, dikdörtgen ve L form şeklinde tasarlanan formların deprem sırasındaki davranışları 2007 Deprem Yönetmeliği düzensizlikleri açısından incelenmiştir. Bu analizlerin sonuçlarına göre formların davranışları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak eğitim yapısı olarak tasarlanan farklı formların geometrileri ve simetrik taşıyıcı sistemlere sahip olmaları deprem sırasındaki davranışlarını etkilediği görülmektedir.

Investigation of earthquake resistance at primary school buildings in Turkey

H I G H L I G H T S

- Influence of irregularities (DBYBHY-2007) in the architectural design
- Earthquake resistant structure studying design (project type
- Comparison of seismic performance of different types of projects

Article Info
Received: 02.06.2015
Accepted: 21.04.2016

DOI
10.17341/gummfd.44283

Keywords:
Earthquake,
educational buildings,
irregularities,
damages

ABSTRACT

The most important natural disaster is earthquake in Turkey. A very large part of our country has 1st and 2nd degree in earthquake zones. Experienced in the past earthquakes and earthquake damages showed the importance of architectural design of buildings on the earthquake. Various types of projects have been created for educational buildings by public organizations after the 1999 Marmara earthquake. there is some irregularity on these types of projects according DBYBHY-2007. According to all these datas, three different types of projects were designed and modeled by Probina-orion program. Square, rectangular and L-shaped form were investigated in terms of 2007 Earthquake Guide irregularities. According to the results of these analyzes, behavior of forms during the earthqauke were compared. Results obtained from the study show that the geometry and symmetrical static systems of the different forms of education buildings have affected their behaviors during the earthquakes.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Türkiye, yeryüzünün en aktif deprem kuşaklarından birisi olan, Akdeniz, Alp, Himalaya deprem kuşağı içerisinde yer almaktadır. Alp sıradağları Asya ile Avrupa kıtalarının birbirlerine göre göreceli hareketlerinin oluşturduğu sıkıştırıcı kuvvetlerin etkisiyle meydana gelmiştir. Benzer şekilde Himalayalar da Hindistan ile Asya kıtasının birleşmesi sonucunda oluşmuştur [1]. Nüfusun %95'inin tehlikeli bölgelerde yaşadığı bir ülkede, sanayi de başta olmak üzere yapısal yoğunluk olarak da %98'inin deprem bölgelerinde olduğu için; konu her açıdan olduğu kadar mimari açıdan da çok önem taşır. Deprem nedeni ile oluşacak yapısal hasarları en aza indirmek, mimar ve

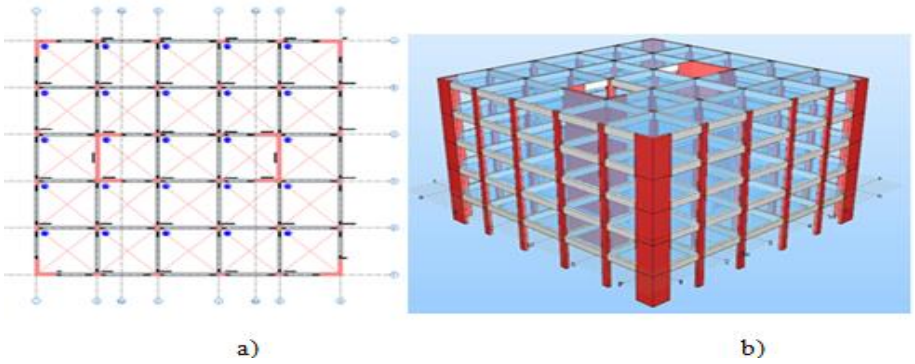
* Sorumlu Yazar/Corresponding author: esra.gerek@gazi.edu.tr / Tel: +90 312 303 7351

mühendislerin tasarım ve uygulamaya yönelik başlıca konularından biridir. Ülkemizdeki yapıların taşıyıcı sistem ve dolgu duvarı malzemeleri sayısal olarak değerlendirilerek, mimar ve mühendis hizmetlerinden yoksun, deprem riski yüksek alanlarda yoğunlaşan, kalitesiz yapı stoğu olan kaçak yapılaşmanın da deprem açısından problemleri ve mimarın sorumlulukları ele alınmaktadır [2]. Ülkemizde ve dünyada özellikle ilk ve orta dereceli okulların yani eğitim yapılarının deprem güvenliği açısından tasarımları ve yapımları özel bir önem gerektirmektedir. Bu tip yapılar özel öneme sahiptir. Öncelikle fonksiyonlarına bağlı olarak sahip oldukları kullanıcıların karakteristikleri (çocuklar ve gençler tarafından yoğun kullanım), deprem sonrasında acil müdahale, idare ve geçici barınma ihtiyacının sağlanmasına yönelik üstlenecekleri görev ve deprem sonrasında özellikle toplumsal travmanın en aza indirilmesine yönelik çalışmaların yapılabileceği (kültürel, eğitsel, sportif vb.) mekânsal ihtiyacı karşılayabilme özelliği. Eğitim yapılarının bu özellikleri, bu tip yapıların deprem güvenliği açısından tasarımlarını ve yapımlarını önemli kılmaktadır [3]. 1999 Marmara Depremi, 2010 Elazığ Depremi ve 2011 Van Depremlerinde eğitim yapılarında birçok hasarlar meydana gelmiştir. İlköğretim yapılarında oluşan hasarlar incelendiğinde özellikle yığma yapılarda çatıların ağır gelmesi sonucu göçmeler olduğu ve dolgu duvarlarında harç eksikliğinden kaynaklı diyagonal ve derin çatlaklar olduğu tespit edilmiştir. Betonarme yapılarda ise etriye bağlama hataları, dolgu duvarların çerçeveden ayrılması, soğuk derzlerin hareketi, beton kalitesinin düşüklüğü, pas payı hatalarından kaynaklanan korozyon ve taşıyıcı elemanların süreksizliği gibi yapısal bütünlüğü bozup orta ve ağır hasara neden olan eksiklikler gözlemlenmiştir. İlköğretim yapılarının büyük bir çoğunluğunun betonarme taşıyıcı sistemler olduğu bilinerek betonarme yapıların deprem hasar biçimlerinin oluşmasındaki kriterler detaylı incelenmiştir. Rijitlik, yükseklik, genişlik, kalınlık, birleşim yerleri, boşluklar, zemin sınıfı gibi kriterlerin dikkate alınmadan tasarlanan binalar felaketleri beraberinde getirmektedir. Soyluk A. Ve Tuna M. E. çalışmalarında 2007 Deprem Yönetmeliğinde tanımlanan düşeyde ve planda düzensizlikler durumlarının tümünü içeren L şeklinde kalıp planına sahip düzensiz bir betonarme bina, ankastre tabanlı, kurşun kauçuk mesnetli ve yüksek sönümleyici kauçuk mesnetli olarak modellemişlerdir. Bu modellerin dışında ayrıca; L şeklinde kalıp plana sahip, DBYBHY'de tanımlanan A3 (Planda Çıkıntılar Bulunması) düzensizliği dışında bir düzensizliğe sahip olmayan düzenli bir bina da dikkate alınmıştır. Yapı modellerinin zaman tanım alanında dinamik analizi sonucu elde edilen periyot değerleri ile sismik yapı tepkileri karşılaştırılmıştır. Sismik taban izolatörü uygulamasının düzensiz betonarme binanın dinamik davranışını önemli ölçüde iyileştirdiğini gözlemlemişlerdir. Sismik taban izolasyonu uygulaması geniş açıklıkların geçilmesinde mimari tasarım esnekliği sağlasa da, elde edilen sonuçların mimari düzensiz yapı uygulamasına yöneltmemesi gerektiği vurgulanmıştır [4]. Geçmişte yaşanan bu depremler ilköğretim yapılarının depreme karşı dayanımının düşük olduğunu göstermektedir. Özellikle Marmara depreminden sonra kamu kuruluşları tarafından ilköğretim yapılarının ele alınıp; onarımı, güçlendirilmesi, yeniden yapılandırılmasıyla ilgili çalışmalar yapılmıştır. Tüm bu verilere dayanarak depreme dayanıklı yapı tasarımının mimari tasarımla birlikte çözülmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Gelişmiş ülkelerde farklı inşaat teknolojileri kullanılarak depreme dayanıklılık sağlanmaya çalışılmaktadır. Türkiye'de ise tip projeler üretilerek belli standartların yakalanması amaçlanmaktadır. Çeşitli kamu kuruluşları tarafından üretilen bu tip projeler, 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik' te tanımlanan A2 (Döşeme Süreksizliği), A3 (Planda Çıkıntılar Bulunması), B1 (Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği- Zayıf Kat), B1 (Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği - Yumuşak Kat) ve B3 (Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarını Süreksizliği) düzensizlikleri ile kolon konfigürasyonu açısından incelendiğinde bazı düzensizlikler olduğu gözlenmiştir [5]. Formların bazılarında ıslak hacimlerin düşük döşeme çözüldüğü ve döşeme süreksizliğine neden olduğu ve bazılarında kütle uzunluğunun 40m'yi geçtiği gözlenmiştir [5]. Ayrıca M. E. B. kriterlerine göre de bodrum katlı yapıların zemin kat yüksekliğinin 3,30m' yi geçmemesi istenmektedir. Ancak bazı formlarda zemin kat yüksekliğinin 3,60 m tasarlandığı ve zayıf kata sebep olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada tip projelerin yaygınlaştığı bu dönemde mimari estetik kaygıların yanı sıra deprem yönetmeliği kriterlerinin de esas alınarak tip projeler üretilmesi gerektiği kanısıyla kare, dikdörtgen ve L formlarda tip projeler oluşturulmuştur. Okul binası olarak tasarlanan 3 farklı tip proje, mimari gereksinimleri karşılamasının yanı sıra statik olarak da mümkün olduğunca simetrik tasarım yapılmaya çalışılmıştır. Kare form dilatasyonsuz tek bir kütle olarak çözülürken L ve dikdörtgen form dilatasyonla birleştirilmek suretiyle farklı kütleler olarak tasarlanmıştır. Söz konusu tip projelerin, farklı formlardaki binaların deprem yükleri altındaki davranışı ve düzensizlikleri mimari yönden incelenmiştir.

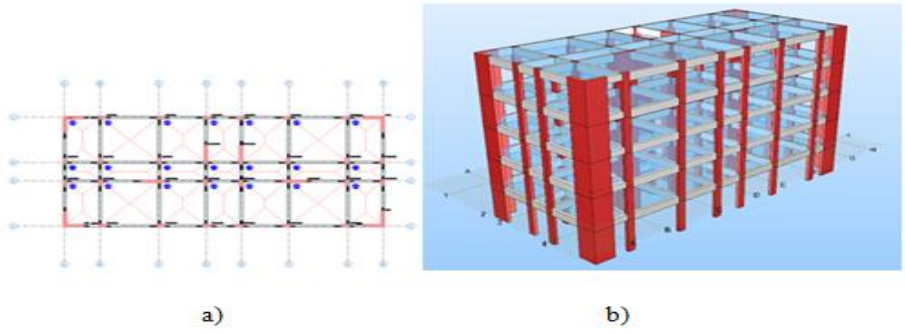
2. DENEYSEL METOT (EXPERIMENTAL METHOD)

DBYBHY-2007'nin temel unsurlarından biri yapı tasarımında üç boyutlu analiz yapılması şartı getirmesidir. Bu nedenle herhangi bir yapı tasarlarken; tasarımın güvenilir, hızlı ve ekonomik olarak gerçekleşmesi için bilgisayar destekli paket programların (Sta4-Cad, Probina, İde-Cad gibi) proje bürolarınca kullanılması zorunlu hale gelmiştir [6]. Örnek tip projeler oluşturulurken kare, dikdörtgen ve L formlar seçilmiştir. Bu formların taşıyıcı sistemleri oluşturulurken ve taşıyıcı elemanlar boyutlandırılırken DBYBHY-2007'nin kriterleri göz önüne alınmış olup çalışmadaki analizler Probina-Orion 18,0 paket programıyla çözülmüştür. Çözüm yapılırken Eşdeğer Statik Deprem Analizi yöntemi uygulanmıştır. Analizler yapılırken 1. derece deprem bölgesi seçilip etkin ivme kat sayısı (Ao) 0,40, taşıyıcı sistem tipi 1,1, taşıyıcı sistem deprem davranışı 8,0, süneklik düzeyi yüksek, yatay dışmerkezliği 5,0, hareketli Yük Katılım Katsayısı (n) 0,30, yerel zemin sınıfı da Z1 alınmıştır. Çalışmada kare, dikdörtgen ve L

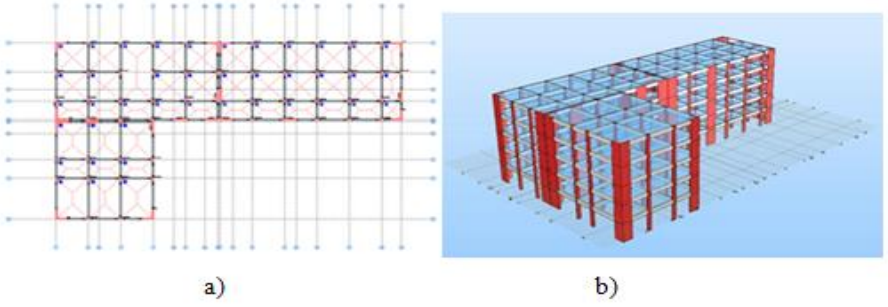
formlu kalıp planlarına sahip betonarme bina sistemleri (okul binası) incelemeye alınmıştır. Düzenli ve deprem yönetmeliğinde belirtilen bütün düzensizliklerin mevcut olmayacağı şekilde düşünülerek tasarlanan binalara ait tüm kiriş boyutları sabit tutulmuştur (25cm x 75cm). Tüm döşeme kalınlıkları 15cm ve perde kalınlıkları 30cm olarak seçilmiştir. Kat yükseklikleri tüm katlarda sabit olup 330cm'dir. Kolon boyutları 30cmX60cm olarak seçilmiş olup perde boyutları 30cm x 210cm'dir. Binaların üçünde de toplam kat yüksekliği 16,50m'dir. Kütleler arası bırakılması gereken derz aralığı, yapı yüksekliği 6m'ye kadar olan binalarda 30mm, 6m'den sonraki her 3m için 10mm eklenerek hesaplanmalıdır. Şekil 1'de planı ve 3 boyutlu modeli görülen yapı kare formda tasarlanan yapı 30,00m x 30,00m boyutlarındadır. Bina bodrum + zemin + 3 katlıdır. Bina tam bodrumludur. En geniş açıklık 5,00m'dir. Binada dilatasyon derzi bulunmamaktadır. Şekil 2'de kat planı ve 3 boyut modellemesi verilen ve dikdörtgen formda tasarlanan yapı 47,50m x 16,00m boyutlarındadır. Bina bodrum + zemin + 3 katlıdır. Kat yükseklikleri bodrum kat, zemin ve normal katlarda 3,30m yüksekliğinde olup yükseklikler uygundur. Bina tam bodrumludur. En geniş açıklık 6,50m'dir. Dilatasyon derzi binayı 16m ve 31,50m olmak üzere 2'ye bölmüştür. Dilatasyon yeri ve genişliği (70mm) uygundur. L formda tasarlanan ve Şekil 3'de plan ve 3 boyut modellemesi gösterilen yapı 53,50m x 30,50m boyutlarındadır. Bina bodrum + zemin + 3 katlıdır. Bina tam bodrumludur. En geniş açıklık 6,50m'dir.



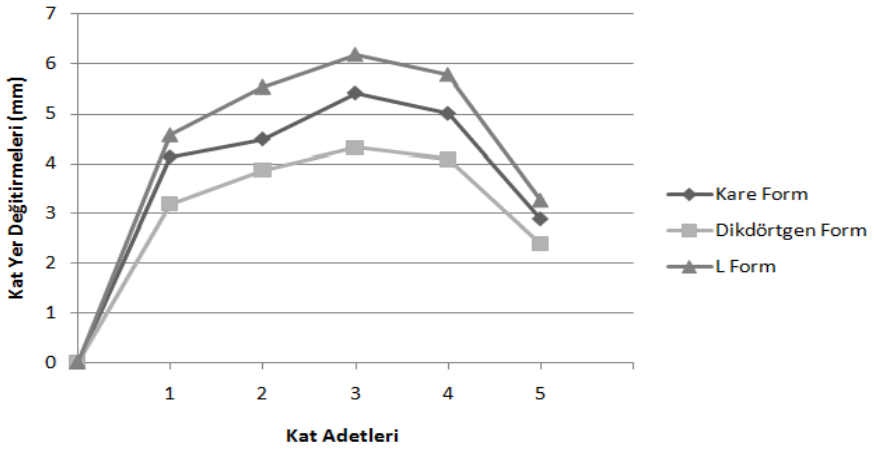
Şekil 1. a) Kare Form Tip Proje Kat Planı b) Kare Form Tip Proje 3 Boyutlu Sonlu Eleman Modeli
(a) Square Form Type Project Floor Plan b) Square Form Type Project 3 Dimensional Finite Element Model)



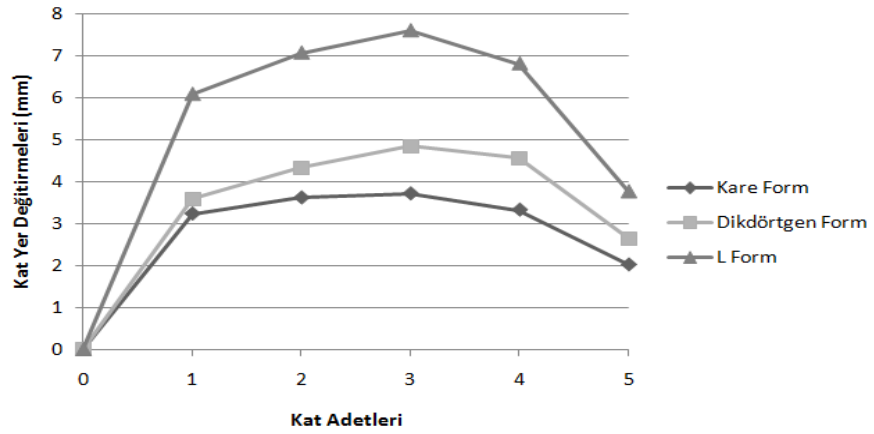
Şekil 2. a) Dikdörtgen Form Tip Proje Kat Planı b) Dikdörtgen Form Tip Proje 3 Boyutlu Sonlu Eleman Modeli
(a) Rectangular Form Type Project Floor Plan b) Rectangular Form Type Project 3 Dimensional Finite Element Model)



Şekil 3. a) L Form Tip Proje Kat Planı b) L Form Tip Proje 3 Boyutlu Sonlu Eleman Modeli
(a) L Form Type Project Floor Plan b) L Form Type Project 3 Dimensional Finite Element Model)



Şekil 4. Kare, Dikdörtgen ve L Form yapıların X yönü Kat Yer Değiştirme Değerleri
(X Direction Structure Floor Relocation Values of Square, Rrectangular and L Forms)



Şekil 5. Kare, Dikdörtgen ve L Form yapıların Y yönü Kat Yer Değiştirme Değerleri
(Y Direction Structure Floor Relocation Values of Square, Rrectangular and L Forms)

Dilatasyon derzi binayı üç ayrı dikdörtgene bölmüştür. Uzun kol 40m'yi geçtiği için uzun kolda da bir dilatasyon yeri bulunmaktadır ve uzun kol dilatasyonla 25,50m ve 28,00m olmak üzere ikiye bölünmüştür. Ancak dilatasyon genişlikleri 50mm bırakılmıştır. Her üç formda da planda girinti ve çıkıntılar bulunmamakla birlikte döşeme ve düşey eleman süreksizliği de yoktur.

Şekil 4'de verilen kare, dikdörtgen ve L form yapıların X yönü kat yer değiştirme değerleri incelendiğinde L formun kat ötelemelerinin 3. katta 6mm'nin üzerine çıktığı, dikdörtgen formun ise kat ötelemelerinin diğer üç forma göre en az seviyede olduğu gözlemlenmiştir. X yönündeki kat yer değiştirmelerinde en düşük değeri yansıtan dikdörtgen formun kat ötelemelerinin en yüksek değeri 3. katta görülen 5,322mm değerindeki yer değiştirme miktarı %100 alındığında kare formun en yüksek değeri 3. katta görülen 5,414 mm değerindeki kat ötelemesi %125,38, L formun en yüksek değeri 3. katta görülen 6,188 mm değerindeki kat ötelemesi ise %143,17 değerlerine çıkmaktadır. Şekil 5'de verilen kare, dikdörtgen ve L form yapıların Y yönü kat yer değiştirme değerlerine bakıldığında ise L formda diğer iki forma göre yüksek kat ötelemeleri olduğu incelenmiştir. L formdaki kat ötelemeleri 3. kattakinin üzerine çıkarken kare formda diğer üç forma göre daha az kat ötelemesi gözlenmiştir. Kare ve dikdörtgen formlar kat yer değiştirmelerinde daha stabil kalabiliyorken L formda kat ötelemeleri her iki yönde de diğer formlara göre daha değişken ve yüksek çıkmıştır.

Ancak her üç form için de kat ötelemeleri 2cm'nin altında kaldığı için güvenli tarafta kalınmaktadır. Y yönündeki kat yer değiştirmelerinde ise en düşük değeri ise kare form göstermektedir. Kare formun kat ötelemesinin en yüksek olduğu değer 3. katta görülen 3,714mm değerindeki yer değiştirme miktarı %100 alındığında dikdörtgen formun en yüksek değeri 3. katta görülen 4,854mm değerindeki kat ötelemesi %123,10 olurken L formun en yüksek değeri 3. katta görülen 7,615mm değerindeki %205,04 değerini yansıtmaktadır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

Bu çalışma kapsamında oluşturulan tip projelerin 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre düzensizlikleri incelenmiştir. Farklı formlardaki tip projelerin tamamında taşıyıcı sistemleri döşeme ve kirişler ile düşey kolonlardan oluşan, kolon ve perdelerin sürekli olarak temele kadar indiği, kat yüksekliklerinin her katta sabit olduğu kabul edilerek "taşıyıcı sistemi düzenli yapılar" olarak ele alınmıştır. Kare ve dikdörtgen formda geometrik formlarının ve taşıyıcı sistemlerin simetrik olmalarının da etkisiyle 2007 Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen düzensizlikler görülmemektedir. Buna bağlı olarak da deprem nedeniyle oluşacak en yüksek kat ötelemelerinin 3. katlarda olduğu, en düşük kat ötelemelerinin ise 5. katlarında olduğu görülmektedir. Aynı analiz ve incelemeler L form için de yapılmıştır. Ancak L formda burulma düzensizliği tespit edilmiştir. L formda dilatasyon derzinin dar olmasının, burulma düzensizliğine yol açan etkenlerden biri olduğu düşünülmektedir. Tasarlanan bu üç form için kat ötelemeleri değerleri incelendiğinde dikdörtgen ve kare formlardaki kat yer değiştirmelerine göre L formdaki kat yer değiştirmelerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. X yönündeki kat yer değiştirmelerinde L formun kat ötelemesi 6mm 'in üzerine çıkarken kare formda 5,419mm en yüksek değeri ile dikdörtgen formda 4,322mm en yüksek değerleri kaydedilmiştir. Y yönündeki kat yer değiştirmelerinde ise L formun kat ötelemesi 7mm'nin üzerine çıkarken kare formda 3,714mm en yüksek değeri ile dikdörtgen formda 4,572mm en yüksek değerleri kaydedilmiştir. Söz konusu formların analizleri ele alındığında L form, düzensizlikler ve kat ötelemeleri bakımından diğer formlara göre daha fazla riskli yapı düzeyindedir. Kare ve dikdörtgen formlar gibi daha simetrik taşıyıcı sistemlere sahip ve düzenli formların düzensizlikler ve kat ötelemeleri yönünden daha stabil olduğu görülmektedir. Sonuç olarak L form gibi girinti-çıkıntıları bulunan, dar dilatasyon derziyle ayrılan ve kare, dikdörtgen formlara göre daha komplike olan formlarda burulma düzensizlikleri görülme olasılığının daha yüksek olduğu öngörülmektedir. Depreme dayanıklı yapı tasarımında mimari form seçimi ve taşıyıcı sistemin belirlenmesinde esas olan, özetle basitlik ve simetridir. Bu kapsamda incelendiğinde daha basit ve simetrik formlar seçildiğinde depreme dayanım kriterlerini sağlamaya daha çok yaklaşıldığı görülmektedir.

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Türkiye'nin %92'si 1. ve 2. Derece deprem bölgesindedir. Can ve mal kayıplarına sebep olan birçok büyük depreme ev sahipliği yapmıştır. Bu yüzden deprem yönetmelikleri üzerinde durulmuş ve geliştirilmeye çalışılmıştır. Binaların deprem sırasındaki davranışlarında mimari tasarım ve geometrik formların seçimi de önemli bir unsurdur. 2007 Deprem Yönetmeliğinde düzensizlikler kısmında belirtilen yatay ve düşeydeki düzensizlik durumları mimari tasarımda önemli bir yer tutmaktadır. Ayrıca çalışmada yine mimari tasarımı etkileyen Milli Eğitim Bakanlığı Mimari Proje Hazırlanması Genel İlkeleri üzerinde de durulmuştur. Formların tasarımında dikkate alınan ve özellikle mimari, taşıyıcı sistem ve deprem dayanımı özelliklerini etkileyen bazı kriterler şunlardır [7]: Projelerde, eğitim öğretim fonksiyonu açısından ihtiyaç programında belirtilen mekânlara yer verilmesinin yanı sıra; soğuk bölgelerde yapılacak öğretim binalarının koridorlarında ve anaokullarında, öğrencilere toplanma imkânı sağlayacak açıklıklar oluşturularak kapalı teneffüs holleri düzenlenmeli, aydınlık ve hoş mekânlar tasarlanmalıdır. Eğitim yapıları bodrum + zemin + 3 kattan yüksek olmamalıdır. Eğitim yapıları tam bodrumlu yapılmalı, kısmi bodrum yapılmamalıdır. Subasman kotu, arazi koşullarına göre belirlenmeli, mümkün olduğunca kuranglez yapımından kaçınılmalıdır. Projelendirmede; mimari, betonarme, tesisat ve elektrik projeleri bir bütün olarak düşünülmelidir. Derslik ebatları eleman etüdüne göre düzenlenmeli, ilköğretim okulu ve ortaöğretim okulu derslikleri 2,60m aralıklarla düzenlenen üç açıklıktan oluşturulmalı, derslik genişliği 7,00 m yapılmalıdır. Galeri yapılması tercih edilmemeli, yapılması halinde geniş açıklıklardan kaçınılmalı ve parapetleri betonarme yapılmalıdır. Kalkan duvarlar betonarme perde veya en az 19 cm kalınlığında tuğla duvar yapılacaktır. Kalkan duvarların 19 cm kalınlığında tuğla duvar yapılması halinde kolon ve perdeler kalkan duvar yüksekliğince devam ettirilecektir. Ayrıca 2m aralıklarla duvarlar, düşey ve yatay hatıllarla betonarme döşemeye, kolonlara ve perdelere bağlanacaktır. Mimari projeler, düzgün bir aks sistemine göre planlanmalı, taşıyıcı sistemle birlikte düşünülmeli ve okul binalarında geniş açıklıklardan kaçınılmalıdır. Aks sistemi, derslik eleman etüdüne uygun olarak düzenlenmelidir. Eğitim yapılarının, kullanıcı karakteristikleri, eğitim faaliyeti vermeleri, acil durumlarda acil müdahale gerektirmeleri ve deprem sonrası travmanın en aza indirilmesine yönelik mekansal algı gibi özellikleri olmasından dolayı deprem güvenliği açısından önemi artmaktadır. Özellikle 1999 depremi sonrası eğitim yapıları için birçok kamu kuruluşu tarafından tip projeler tasarlanarak uygulanmaya başlanmıştır. Yalnız başına mimari tasarım ya da taşıyıcı sistemin çözümlenmesi optimum sonuçlar vermediği için ikisinin birden birbirini etkilediği çözümler sunarak oluşturulan tip projelerle ağır hasarlar, göçme ve can kayıplarının en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Bu çalışma kapsamında farklı formlarda ve farklı kamu kuruluşları tarafından oluşturulan tip projeler 2007 Deprem Yönetmeliğinde belirtilen düzensizlikler ve M. E. B. kriterleri açısından analiz edilmiştir [5]. Formlar X ve Y doğrultularında burulma düzensizliği açısından incelendiğinde burulma düzensizliği kat sayısının ($\eta bi = (\Delta i)max / (\Delta i)ort$) kare ve dikdörtgen formlarda her iki doğrultuda da 1,2'den düşük olduğu ancak L form tip projede 1,2 'den yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu durumda kare ve dikdörtgen formda A1 düzensizliği görülmezken L form tip projede A1 düzensizliği görülmüştür. Formların tamamında A2 düzensizliği gözlenmemektedir. Kare ve L formda A3 düzensizliği bulunmamaktadır. Dikdörtgen formda binanın iki ucunda bulunan yangın merdivenleri

çıkıntı yapmaktadır. Ancak bu çıkıntı miktarları toplam boyutun %20 sini geçmediği için A3 düzensizliği dikdörtgen formda da görülmemektedir [5]. Formlar X ve Y doğrultularında B1 düzensizliği açısından incelendiğinde dayanım düzensizliği kat sayısının ($\eta ci = (\Sigma Ae)i / (\Sigma Ae)i+1$) her üç formda da 1,00 çıktığı tespit edilmiş olup B1 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) görülmemektedir. B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) açısından incelendiğinde rijitlik düzensizlik kat sayısının ($\eta ki = (\Delta i / hi)ort / (\Delta i+1 / hi+1)ort$) tamamının 2,00'dan düşük çıktığı gözlenmiş olup B2 Düzensizliği her üç formda da görülmemiştir. Aynı şekilde her üç formda da B3 Düzensizliği (Düşey eleman Süreksizliği) görülmemektedir [7]. Üç farklı formun kat ötelemeleri incelenerek grafikleri oluşturulmuştur. Şekil 4 ve Şekil 5'de verilen bu grafiklere göre X ve Y yönünde L form tip projenin kat ötelemeleri en yüksek değerlere ulaştığı gözlenmiştir [5]. Bu çalışmada mimari formların deprem sırasında davranışlarında farklılıklar gösterdiği gözlemlenmiş olup dilatasyonla ayrılması gerekecek uzunlukta olan ve farklı kütlelerin birleşmesinden oluşan formların deprem sırasında özellikle burulma düzensizliğine rastlandığı görülmüştür. Mimari tasarım aşamasında form seçimi yapılırken dilatasyon derzi genişlikleri üzerinde yeterince durulmamaktadır. Mimarlık eğitiminde, depreme dayanaklı yapı tasarımı ile mimari tasarım esasları planlanırken dilatasyon yerleri ve genişliklerine gereken önem verilmelidir. Dilatasyon genişliklerinin yanlış yerde planlanması veya dar planlanması durumları, tasarlanan formlarda estetik olarak sıkıntı gözükmese bile deprem sırasındaki davranışlarında ciddi hasar ve kayıplara neden olabilir. Mimarlık eğitiminde özellikle dilatasyon derzlerinin yeri ve genişliği detayı vurgulanmalıdır. Sadece forma yönelik mimari tasarımlarda burulma düzensizliği ve kat ötelemeleri görülmekte olup bu yapılarda ciddi deprem hasarları görülmektedir Türkiye gibi büyük depremler ev sahipliği yapan bir ülkede malzeme kalitesi, donatı detaylarının yetersiz ve hatalı olması gibi birçok teknik hataya sahip binalar yapılırken deprem hasarlarını, mal ve can kaybını en minimum düzeye indirmek için mimari form seçimi önemli bir yere sahip olmaktadır. Günümüzde Türkiye'de uygulaması devam eden tip projelerin incelenmesinde ve bu çalışmada oluşturulan tip projelerin analizler sonuçlarından da mimari geometrik formun statik analizleri etkilediği ve deprem sırasındaki davranışlarında farklılıklar gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Simetrik taşıyıcı sisteme sahip formların seçilmesi ve daha basit geometrik formların çözümlenmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir. Özellikle eğitim yapıları gibi insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyaların saklandığı binalar sınıfındaki binaların kullanıcı özellikleri de dikkate alındığında tasarım aşamasında geometrik formlar, basitlik ve simetrinin göz önüne alınması gereken önemli kriterlerdir [5].

5. SİMGELER (SYMBOLS)

%	Yüzde
cm	Santimetre
I	Bina Önem Katsayısı
km	Kilometre
km²	Kilometrekare
mm	Milimetre
Mw	Moment Magnitüdü
ηbi	Burulma Düzensizliği Katsayısı
ηci	Dayanım Düzensizliği Katsayısı
ηki	Rijitlik Düzensizliği Katsayısı

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

İlk olarak çalışmam boyunca kıymetli yardım, katkı ve tecrübeleriyle beni yönlendirip, destekleyen değerli danışmanım Öğr. Gör. Dr. Asena SOYLUK'a teşekkürü borç bilirim. Yüksek Lisansıma başlamam konusunda beni teşvik eden, bilimsel ve manevi olarak desteklerini esirgemeyen eşim Elektrik- Elektronik Mühendisi, Arif GEREK'e, değerli mesai arkadaşım Makine Mühendisi, Yener İPEKÇİ'ye ve İnşaat Mühendisi, Faruk EMEKSİZ'e teşekkür ederim. Son olarak, bu zamana kadar başarıya ulaşmamda maddi ve manevi her türlü destekleri ile yanımda olan, annem Fatma ÇAMSARI, babam Ahmet ÇAMSARI ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. JICA Türkiye'de Doğal Afetler Konulu Ülke Strateji Raporu, JICA, Ankara, 29, 2004.
2. Akıncıtürk N., Yapı Tasarımında Mimarın Deprem Bilinci, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 8 (1), 2003.
3. Akbulut M.T., Eğitim Yapılarının Deprem Güvenliğinin Değerlendirilmesi ve Tasarım Prensipleri, Uluslararası Deprem Sempozyumu, Kocaeli, 2007.
4. Soyluk A., Tuna M., E., Effect of Seismic Base Isolation Usage on the Architectural Design of Irregular Buildings, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 26 (3), 635-642, 2011.
5. Gerek A., E., Türkiye'deki İlköğretim Yapılarının Deprem Dayanımının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2015.
6. Gelibolu İ.S., STA4-Cad Paket Programı ile Sap2000 analiz programının Mod Birleştirme Yöntemi Kullanarak Karşılaştırılması, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 2008.
7. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Eğitim Yapıları Mimari Proje Hazırlanması Genel İlkeleri. Yatırımlar ve Tesisler Dairesi Başkanlığı, 2010.