

Merkezi Çaprazlı ve Dışmerkez Çaprazlı Çok Katlı Binaların Eurocode EC1, EC3, EC4 ve EC8 Yönetmeliklerine Göre Dizayn Kuralları ve Süneklilik Düzeylerinin Karşılaştırılması

¹Ahmet Necati Yelgin , ^{*2}Mithat Bora Bulut

¹ Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, Turkey

^{*2}Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, Turkey

ABSTRACT

Design rules of concentric and eccentric braced multi storey commercial building due Eurocode EC 1, EC 3, EC4 and EC 8 parts and the comparison of each ductility levels.

%90 of population is located at the region of %95 of our country. We are faced with an earthquake risk due to %95 of our industry is also located at this region. By the way of integration in Europe Union, our country is also giving a great effort for the civil engineering codes. As a reason of this, 10 story commercial building has been taken as a sample model, ductility behaviours are measured within concentric and eccentric braced ones. Each models are compared in order to find the most proper structural system.

Anahtar Kelime: Eurocode, Ductility, Bracing, Steel, Seismic

Özet

Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne entegrasyon aşamasındaki uyum paketleri çerçevesinde mühendislik yönetmeliklerimizin bu doğrultuda uyumlu olması için büyük gayretler gösterilmektedir. Bu doğrultuda özellikle Yapı Malzemesi, Rüzgâr Etkileri, Kar Yükleri gibi birçok yönetmelik, Eurocode Yönetmeliği benimsenerek kabul edilmiştir.

Bu düşünce ile bu çalışmada söz konusu Eurocode Yönetmelikleri dikkate alınarak yönetmelik hakkında kısa açıklamalardan sonra çok katlı bir ofis binasının merkezi çaprazlı ve dış merkez çaprazlı olması durumunda sünek davranışlarını belirleyerek, karşılaştırmalarını yapmak ve uygun sistem araştırmasını ortaya koymaktır.

Eurocode yönetmeliklerine göre "11 katlı çelik ofis binasının Merkezi Ters V, Merkezi X, Dış Merkez V, Dış Merkez Ters V ve Moment Çerçevesi" sistemi dikkate alınarak doğrusal ve doğrusal olmayan analizleri ayrı ayrı yapılarak her bir sistemin süneklilik durumları araştırılmaktadır.

1. Giriş

Ülkemizin % 95'i deprem bölgesi içerisinde bulunmaktadır. Bunun yanında ülke nüfusunun % 90'ı bu bölgelerde ikamet etmektedir. Diğer taraftan sanayimizin hemen hemen tamamı 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde bulunmaktadır. Özellikle Kuzey Anadolu Fay Hattı, Doğu Anadolu Fay Hattı ve Ege Bölgesinde meydana gelen 1. derece depremlerde, birçok can ve mal kaybına neden olmuşlardır. Son zamanlarda meydana gelen Erzincan, Adana - Ceyhan, Afyon-Dinar ve özellikle 1999 Marmara bölgesinde meydana gelen depremde çok sayıda vatandaşımızı kaybetmemizin yanında mal kaybı ve sanayi tesislerimizin ağır hasarlı olmasına neden olmuştur.

ABD, AB ülkeleri ve Japonya gibi büyük ekonomilerde yüksek yapıların çelikten yapılmasına karşın, ülkemizde halen çelik yüksek yapılar istenilen düzeye gelememiştir. Marmara depreminden önce geleneksel çelik yapı kullanımı, Endüstri yapıları, Büyük açıklıklı spor tesisleri, konferans-kongre salonları ve köprü gibi yapılarda kullanılmıştır. Depremden sonra ise çeliğin sünek davranışı göstermesi ve deprem kuvveti altında enerji yutma kapasitesine sahip oluşu nedeni ile çok katlı yapı yapma ihtiyacı doğmuştur. Özellikle İstanbul-Levent' deki 14 katlı otopark, Bursa'da 18 katlı çelik ofis binası ve İstanbul-Maslak' ta 72 katlı çok katlı karma-çelik yapı gibi yapıların gelecekte yüksek yapıların çelik malzemesinden yapılacağı ümidini arttırmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Eurocode yönetmeliği kullanılarak çok katlı bir ofis binasının merkezi çaprazlı ve dış merkez çaprazlı olması halinde sünek davranışlarını belirleyerek, karşılaştırmalarını yapmak ve en uygun sistem araştırmasını ortaya koymaktır. Bu çalışmada SAP 200 prgramı kullanılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1 Yapı Tipleri ve Davranış Faktörleri

2.1.1 Yapı tipleri

Çelik yapıların dizaynı, deprem hareketindeki davranışa göre aşağıda açıklanan yapı tiplerinden birisi vasıtasıyla yapılacaktır.

- Moment Aktaran Çerçeve :Yatay yükler altında, özellikle bükülme etkilerine karşı kayan yapı tipleridir. Bu tip yapılarda, enerji yutucu bölge, kolon-kiriş birleşimlerinin yanında oluşan plastik mafsallarda oluşur ve enerji bu bölgelerdeki çevrimsel eğilmelerle yutulmaya çalışılır.

- Merkezi Güçlendirilmiş Çerçeve (MGÇ): Yatay yükler, çoğunlukla eksenel yükler altındaki elemanlar tarafından taşınan yapı tipleridir. Bu tip yapılarda enerji yutucu bölge, çekme diyagonal elemanlarda bulunur. Merkezi güçlendirilmiş çerçeveler üç kısımda dikkate alınabilir:
 - Aktif Çekme Çaprazları: Yatay yükler, sadece çekmeye çalışan diyagonal elemanlar tarafından karşılanır. Burada basınca çalışan diyagonaller dikkate alınmazlar.
 - V Çaprazları: Yatay yükler, hem çekmeye ve hem de basınca çalışan diyagonal elemanlar tarafından karşılanırlar. Bu diyagonallerin birleşim noktası, yatayda ve sürekli olan bir eleman üzerinde olacak şekilde dizayn edilir.
 - K Çaprazları: Diyagonalin kesişme noktası kolon üzerinde bulunmaktadır. Bu durumda K çaprazlarının akma mekanizmaları kolonların akmasını da kapsadığından bu çaprazlar enerji yutucu elemanlar olarak dikkate alınmalıdır.
- Dış Merkezli Güçlendirilmiş Çerçeve (DMGÇ) : Yatay yükler, eksenel yük alan elemanlar ve güçlendirme sisteminin dış merkezliği vasıtasıyla karşılanır. Burada enerji; kirişler üzerindeki eğilme ya da kesme çevrimleriyle karşılanır. Dış merkezli güçlendirilmiş çerçeveler yalnızca çekmeye veya basınca çalışan elemanların sınır dayanımına ulaşmadan önce, eğilme elemanlarında eğilme veya kesmeden dolayı oluşan akma meydana geliyorsa enerji yutucu olarak dikkate alınabilir.
- Konsol Yapılar Veya Ters Pandül Yapılar: Bu tip yapılarda enerji yutucu bölge tabanda toplanır. Daha önce 3.1.2 de bu tip yapılar hakkında bilgi verilmişti.
- Beton Çekirdekli veya Betonarme Yapılar: Yatay yükler betonarme çekirdek veya betonarme duvarlar tarafından karşılanan yapı tipleridir.

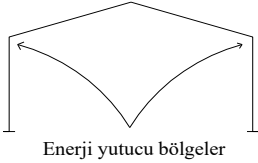
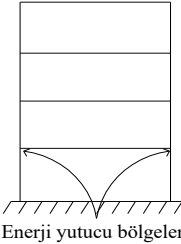
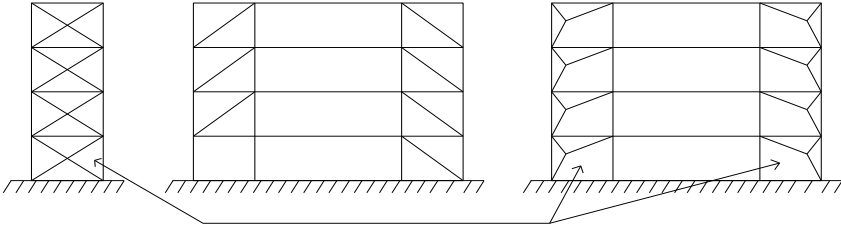
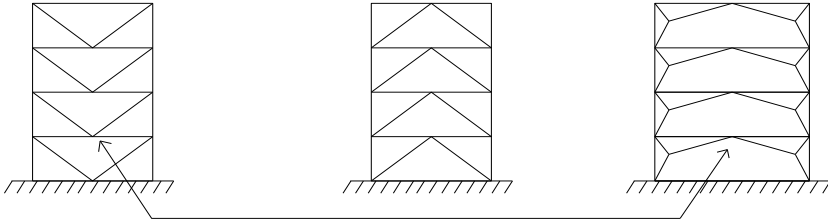
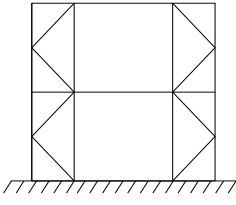
2.1.2 Davranış Faktörü

Yapı davranış faktörü olarak q , yapı türlerine göre aşağıdaki Şekil 1.1 ve Şekil 1.2 'de verilen değerlerde alınmalıdır.

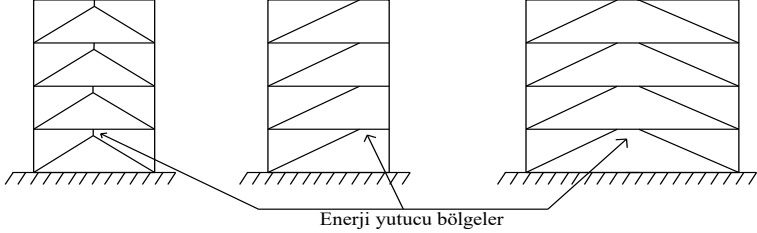
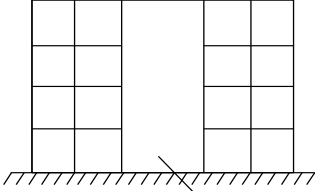
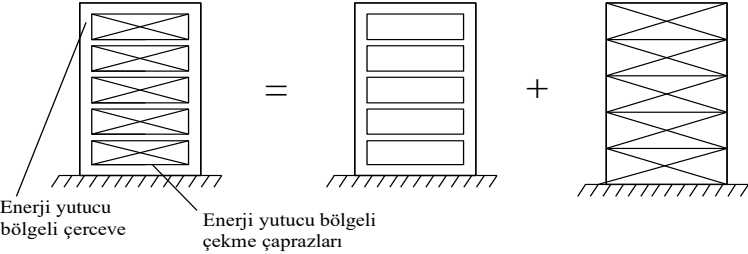
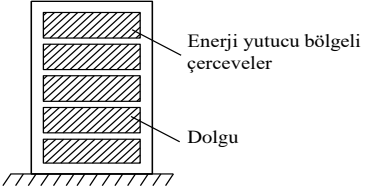
Şayet yapı boy kesitte düzensiz ise aşağıdaki şekil 5.1' de q değeri % 20 oranında azaltma yapılmalıdır. Fakat q değeri hiçbir zaman 1 den küçük olmamalıdır.

Deprem riski küçük olan bölgelerde, haddeden geçmiş profiller ile veya haddeden geçmiş profiller ile yapılmış düzenli yapılarda (Şekil 5.1' e bakınız) q davranış faktörü, daha önce verilen kuraları dikkate almadan K-Güçlendirilmiş (K Çaprazlı) yapılar hariç 1,5 değerinde alınabilir.

Çökmeye karşı yeterli dayanımın Eurocode 3' de açıklanan kontrollerin tatbik edilmesiyle sağlandığı kabul edilmelidir.

<p>a) Moment taşıyıcı çerçeve</p>  <p>Enerji yutucu bölgeler</p>	$\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1.20$  <p>Enerji yutucu bölgeler</p>	<p>*)</p> $q = 5 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$
<p>b) Merkezi Güçlendirilmiş Çerçeve</p>  <p>Enerji yutucu bölgeler</p>		<p>q = 4</p>
<p>V Güçlendirilmesi (V çaprazları)</p>  <p>Enerji yutucu bölgeler</p>		<p>q = 2</p>
<p>K Güçlendirilmesi (K çaprazları)</p>  <p>Enerji yutucu bölgeler</p>		<p>q = 1</p>
<p>*)</p> $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} \leq 1.6 \text{ olmalıdır.}$		

Şekil 1.1. Yapı Tiplerine Göre Davranış Faktörleri Değerleri

<p>c) Dış Merkez Güçlendirilmiş Çerçeve</p> <p style="text-align: right;">$\frac{\alpha_u}{\alpha_t} = 1.10$</p>  <p style="text-align: center;">Enerji yutucu bölgeler</p>	<p>*)</p> <p>$q = 5 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_t}$</p>
<p>d) Konsol Yapılar Kısaltmalar :</p> <p>$\bar{\lambda} \leq 1.5$, $\theta \leq 0.2$</p>	<p>$q = 2$</p>
<p>e) Beton çekirdekli veya betonarme perdeli yapılar</p>  <p style="text-align: center;">Enerji yutucu bölgeler</p>	
<p>f) İkili yapı</p>  <p>Enerji yutucu bölgeli çerçeve</p> <p>Enerji yutucu bölgeli çekme çaprazları</p>	<p>*)</p> <p>$q = 5 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_t}$</p>
<p>g) Karma yapılar</p>  <p>Enerji yutucu bölgeli çerçeveler</p> <p>Dolgu</p>	<p>$q = 2$</p>
<p>*)</p> <p>$\frac{\alpha_u}{\alpha_t} \leq 1.6$ olmalıdır.</p>	

Şekil 1.2. Yapı Tiplerine Göre Davranış Faktörü Değerleri

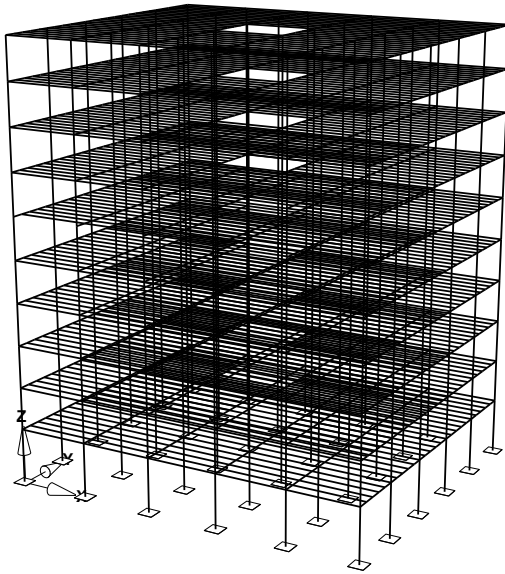
Şekil 1.1 'de kullanılan parametrelerin değerleri:

α_1 : Yatay deprem yükü çarpanıdır. Diğer tüm tasarım yükleri sabit iken deprem yükü , adım adım artırılır. En çok gerilme olan kesitte plastik moment dayanımına ulaşıldığında (plastik mafsalsın meydana gelmesi) deprem yükü değerine bağlı olarak α_1 yatay tasarım deprem yükü olarak dikkate alınır.

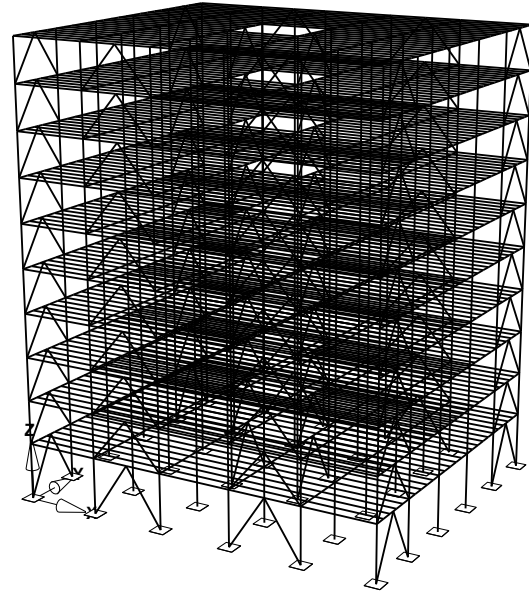
α_u : Yatay deprem yükü çarpanıdır. Burada diğer tüm tasarım yükleri sabit kalırken, deprem yükü adım adım artırılır. Yeterli sayıda kesitte plastik moment dayanımına ulaşıldığında (plastik mafsalsın meydana gelmesi hali) göçme mekanizmasının meydana geldiği andaki deprem yükü değerine bağlı olarak α_u yatay tasarım deprem yükü çarpanı belirlenmiş olur.

Hesaplamalar sonucunda α_u değerine ulaşılammış ise (α_u / α_1) oranının yaklaşık değeri olarak Şekil 1.1' deki tablo değerlerinden yararlanmalıdır.

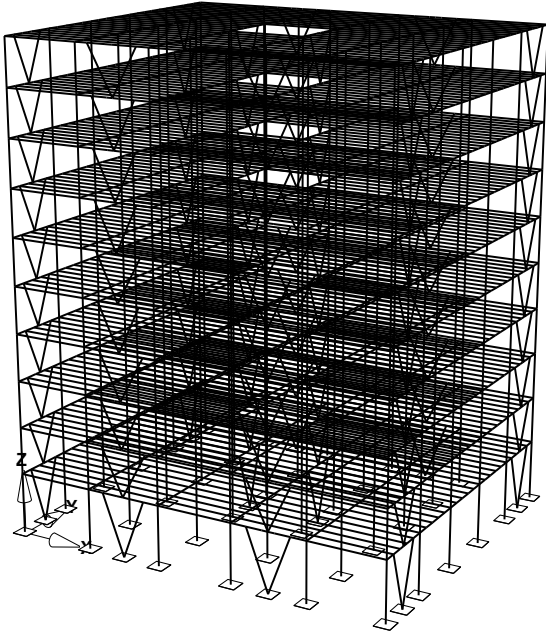
2.1. Hesaplama Modelleri



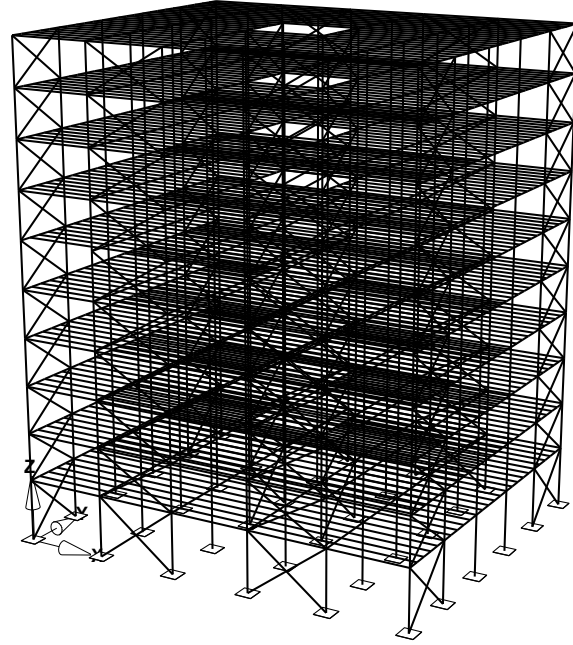
Şekil 1.3. Moment Çerçeve Analiz Modeli



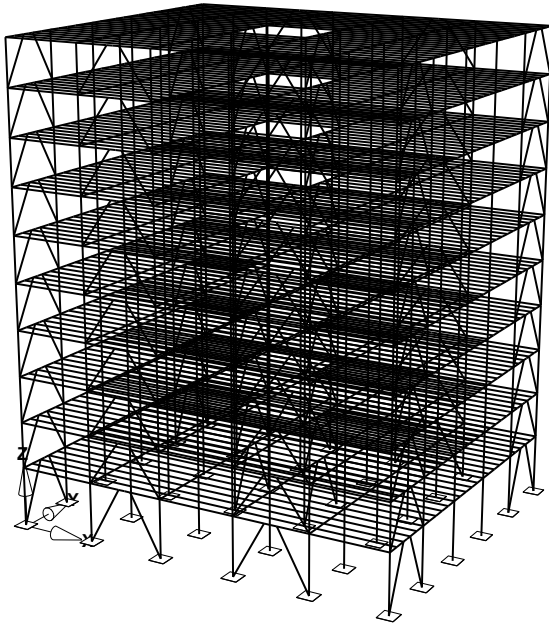
Şekil 1.4. Merkezi Ters Çapraz Analiz Modeli



Şekil 1.5. Dış Merkez Çapraz Analiz Modeli



Şekil 1.6. Merkezi X Çapraz Analiz Modeli



Şekil 1.7. Dış Merkezi Ters V Çapraz Analiz Modeli

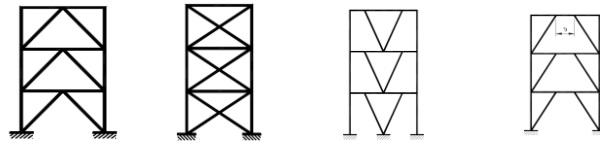
3. Bulgular ve Tartışma

Eurocode 1, 3, 4 ve 8 yönetmelikleri dikkate alınarak çelik yapıları tasarımı hakkında özet bilgiler verilmiştir. Bunun için önce Eurocode 8' in temel ilkeleri ve uyulacak kurallar hakkında açıklamalar yapılmıştır.

Eurodoce 8' in diğer kuralları çerçevesinde Yapı tipleri ve davranış faktörleri hakkında açıklayıcı bilgiler verilmiştir.

Eurocode yönetmeliklerine göre “ 11 katlı çelik ofis binasının Merkezi ters V, Merkezi X, Dış merkez V, Dış merkez ters V ve Moment çerçevesi “ sistemi dikkate alınarak doğrusal ve doğrusal olmayan analizleri ayrı ayrı yapılarak her bir sistemin süneklik durumları araştırılmıştır.

SİSTEM	G (kg)	$T_{1x,y}$	$\delta_{max\ el}$ (mm)	$\delta_{max\ pl}$ (mm)	μ
		(sn)			
MERKEZİ TERS V	933310	1,328061	73,86	81,3	1,100731
MERKEZİ X	941910	1,304156	43,74	58,6	1,339735
DIŞMERKEZ V	929890	1.508.490	39,19	47,6	1,214596
DIŞMERKEZ TERS V	931600	1,471812	33,09	45,4	1,372016
MOMENT ÇERÇEVESİ	902350	2,08587	34,22	37,6	1,098773



MERKEZİ MERKEZİ D.MERKEZ D.MERKEZ

TERS V X V TERS V

Tablo 1.1. Analiz Sonuçları Tablosu

4. Sonuç

Burada kullanılan çelik malzemesi St37, deprem bölgeleri I, Zemin sınıfı A olarak alınmıştır. Döşemeler kompozit olarak hesaplanmıştır. Dış merkez ters V çaprazlı modeldeki bağ kirişi elemanı hesabı ve berkitme levhalarının hesabı Eurocode' e göre yapılmıştır. Sonuç olarak, her bir sistemin süneklik durumları ayrı ayrı hesaplanmış ve tablo haline getirilmiştir. Tablodan açık bir

şekilde görüleceği gibi, Dış Merkez Ters V Çapraz sistem olarak seçilmesi halinde süneklik davranışının diğer sistemlere nazaran daha sünek sonuçlar verdiği görülmüştür. İlerleyen çalışmalarda daha fazla kat adetli modeller analiz edilebilir ve bu çalışmayla sonuçlar karşılaştırılabilir.

Kaynaklar

- [1] Eurocode 1, EN 1991 Basics of Design, Part 1-1, CEN, Brussels.
- [2] Eurocode 1, EN 1991 Basics of Design, Part 1-2, CEN, Brussels.
- [3] Eurocode 1, EN 1993 Design of Steel Structures, Part 1-1, CEN, Brussels.
- [4] Eurocode 8, EN 1998 Design of Structures for Earthquake Resistance, CEN, Brussels.
- [5] Prof.Salih Zeki Bulut. Çelik Yapılar Ders Notları; 2001.
- [6] Rstab FEM Software Manual.
- [7] Depreme Dayanıklı Çelik Yapılar Kitabı, Erdoğan Uzgider, Çağlayan Yayınevi; 2009.
- [8] Yogendra Singh, Lateral Load Resisting Systems for Multi-Storey Buildings,
- [9] R., Tremblay, L.ş Chen, L., Tirca, Enhancing the Seismic Performance of Multi-Storey Buildings with a modular Tied Braced Frame System with Added Energy Dissipating Devices, International Journal of High-Rise Buildings, March 2014, Vol. 3, No 1, 21-33.
- [10] L.,Che Ationsn, R., Tremblay, L., Tirca. Seismic Performance of Modular Braced Frames for Multi-Storey Building Applications, 15 WCEE-Lisboa 2012.
- [11] Nauman Mohammed, Islam Nazrul, Behaviour of multistorey RCC Structure with Different Type of Bracing System. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 2, Issue 12, December 2013.
- [12] G.C.Clifton, H. Nashid, G. Ferguson, M. Hodgson, C. Seal, M. Bruneau, G.A.Macrae, S. Gardiner, Performance of Eccentrically Braced Framed Buildings In the Christchurch Earthquake series of 2010/2011, 15 WCEE, Lisboa 2012.
- [13] Rafael Sabelli, Charles W. Roeder, Jerome F. Hajjar, Seismic Design of Steel Special Concentrically Braced Frame Systems, HEHRP Seismic Design Tecnicl Brief No: 8.
- [14] Mir M. Ali, Kyoung Sun Moon, Structural Developments in Tall Buildings: Current Trends and Future nProspects, Architectural Science Review, volüme 50, 3, pp 205-223.
- [15] Vani Prasad, Niviv PhilipsEffectivenes of Inclusion of steel Bracing in Existing RC Framed Structure.International Journal of Research in Engineering & technology, Vol. 2, Issue 9, Sep 2014, 81-88.
- [16] Karthik. K.M, Vidyashree. D., Effect of Steel Bracing on Vertically Irregular R.C.C Building Frames Under Seismic Loads, IJRET, Internationale Journal of research in Engineering and Technology, eISSN: 2319-1163, pISSN: 2321-7308.