

## ABSTRACT

Earthquakes are very common in every part of the world which is very dangerous and unpredictable forces in the nature. Resisting of structures against seismic forces are always an area of concern and requires special attention from structural designers. Recently most of the architects are trying to make very complicated plan of buildings. So in this case irregularity in plan and elevation may exist, Therefore, plan and vertical irregularities further complicates the seismic behavior of the structures and also make the structures more vulnerable to seismic forces. Therefore, to resist the structures from the severe motions many analysis methods were developed. Pushover analysis which is nonlinear static analysis is an important method in term of determining the capacity of existing and new structure and the seismic vulnerability of structures.

This research paper deals with nonlinear static analysis (pushover analysis), buckling analysis and p-delta analysis of 3, 9 and 15 story irregular RCC buildings which are located in zone IV. ETABS2016 software is used to perform the analysis. IS 456:2000 and IS1893 part 1 are used for design of structural members and calculation of earthquake load.

From result of pushover analysis for all three structures, a pushover curve for each structure generated which include capacity spectrum, demand spectrum and performance point. The obtained pushover curves describe the global behavior of structures individually. A table also generated from result of pushover analysis which represent the coordinates of each step of the pushover curve and explain in detail the number of hinges formed in each step of pushover analysis at different state (for example, between IO, LS, CP, or between B, C, D and E).

Seismic load induces lateral load which cause lateral displacement of structures. The effect of gravity load on the laterally displaced structure which is known as P-delta effect also considered in this study. From the result of analysis, it is observed that the effect of geometric nonlinearity is more for high rise buildings as compare to low rise buildings. Due to applying lateral load to the structures and performing nonlinear static analysis, the crack appeared (plastic hinges form) at different part of structural elements which reduce the stiffness of structural members and effect on buckling safety. From result of buckling analysis for 2D frame it is obvious that the buckling safety decrease when formation of plastic hinges increase at the end of structural members.

Keywords - Capacity curve, Demand curve, Pushover analysis, performance level, buckling safety, geometric nonlinearity and the Status of formed hinges.



## ÖZET

Doğada çok tehlikeli ve öngörülemeyen kuvvetler olan depremler dünyanın her yerinde çok yaygındır. Yapıların sismik kuvvetlere karşı direnci her zaman bir endişe konusudur ve yapı tasarımcılarının özel ilgi göstermesini gerektirir. Son zamanlarda mimarların çoğu çok karmaşık bina planları yapmaya çalışıyor. Dolayısıyla bu durumda planda ve kotta düzensizlik olabilir, Bu nedenle plan ve düşey düzensizlikler yapıların sismik davranışını daha da karmaşık hale getirir ve ayrıca yapıları sismik kuvvetlere karşı daha savunmasız hale getirir. Bu nedenle, yapıları şiddetli hareketlerden korumak için birçok analiz yöntemi geliştirilmiştir. Doğrusal olmayan statik analiz olan itme analizi, mevcut ve yeni yapının kapasitesini ve yapıların depreme karşı kırılabilirliğini belirlemesi açısından önemli bir yöntemdir. Bu araştırma makalesi, IV. bölgede yer alan 3, 9 ve 15 katlı düzensiz RCC binaların doğrusal olmayan statik analizi (pushover analizi), burkulma analizi ve p-delta analizi ile ilgilidir. Analizi gerçekleştirmek için ETABS2016 yazılımı kullanılmıştır. IS 456:2000 ve IS1893 bölüm 1, yapı elemanlarının tasarımı ve deprem yükünün hesaplanması için kullanılır.

Her üç yapı için de itme analizi sonucunda, kapasite spektrumu, talep spektrumu ve performans noktasını içeren her yapı için bir itme eğrisi oluşturulmuştur. Elde edilen itme eğrileri, yapıların küresel davranışını tek tek tanımlar. Ayrıca, itme eğrisinin her adımının koordinatlarını temsil eden ve farklı durumda (örneğin, IO, LS, CP veya arasında) itme analizinin her adımında oluşturulan menteşelerin sayısını ayrıntılı olarak açıklayan itme analizinin sonucundan oluşturulan bir tablo. B, C, D ve E arasında).

Sismik yük, yapıların yanal yer değiştirmesine neden olan yanal yüke neden olur. P-delta etkisi olarak bilinen yanal yer değiştirmiş yapı üzerindeki yerçekimi yükünün etkisi de bu çalışmada ele alınmıştır. Analiz sonucunda, yüksek katlı binalarda geometrik doğrusalsızlığın etkisinin az katlı binalara göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Yapılara yanal yük uygulanması ve doğrusal olmayan statik analiz yapılması nedeniyle, yapı elemanlarının farklı yerlerinde çatlaklar (plastik mafsallar oluşur) ortaya çıkmış, bu da yapı elemanlarının rijitliğini ve burkulma emniyetini azaltmıştır. 2D çerçeve için yapılan burkulma analizi sonucunda, yapısal elemanların sonunda plastik mafsal oluşumu arttığında burkulma güvenliğinin azaldığı açıktır.

Anahtar Sözcükler - Kapasite eğrisi, Talep eğrisi, İtme analizi, performans seviyesi, burkulma güvenliği, geometrik doğrusal olmama ve oluşturulmuş mafsalların durumu.

