

Yapıların Yatay Yük Etkisi Altında Depreme Karşı Hesabı

S. Oğuz

Balıkesir Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Balıkesir, 10100, Türkiye

S. Özgür

Balıkesir Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Balıkesir, 10100, Türkiye

ÖZET: Yapı çerçevelerinin depreme karşı hesabı yapılırken, bilindiği gibi, yapının elastik ortamda davrandığı kabul edilerek, kurulmuş hesap yöntemleri kullanılmaktadır. Gerek “Afet Bölgelerinde Yapılacak yapılar hakkında Yönetmelik” gerekse, TS 500 ve diğerleri, yapıların kesit hesaplarının, taşıma gücü yöntemine göre hesabını emretmekte olup, hesapların da BS 16’ya göre yapılmasını istemek gafletinde bulunmaktadır. Bu durumda, kesit tesirleri hesaplarının elastik hesap yöntemi ile yapılması, anlamda ve esasta farklılıklar yaratmaktadır.

Çalışmada, yalnız yatay yüklerin altında, lineer olmayan bir hesaplama yöntemi ile bir yapının davranışı açıklanarak, hesaplama tekniği ve öneriler verilecektir.(Oğuz,1989)

Anahtar Kelimeler: Deprem, Yatay Yük, Göçme.

ABSTRACT: While these calculations are being taken into consideration, as it is known, they are known to elastic behavior, so standart calculation are used. Both “Regulations for Building Constructions in Disasterous Regions” and TS 500 and others, cross section calculations for building, commands this calculation according to support power methods, it takes part of carelessness to ask for those calculations according to BS 16. In this condition; the effect of the cross section calculations are made with the elastic behavior calculation methods, for in meaning principle causes difference.

In this study, techniques for those calculations and suggestions are going to be given for the buildings under the effect of horizontal load by means of a method which is nonlinear.

Giriş

Çalışmada, yalnız yatay yüklerin etkisi altında, lineer olmayan bir hesaplama yöntemi ile bir yapının davranışı açıklanarak hesaplama tekniği ve öneriler verilecektir.

Dikkate alınan çerçeve, iki katlı ve tek açıklıklıdır. Bu çerçevede kesit eylemsizlik momentleri yerine, kesit taşıma momentleri, kesit karakteristiği olarak alınacaktır. Hesaplar, deprem yükü olarak göçme yükünün belirlenmesi şeklinde yapılacak ve yatay yükten oluşan moment diyagramı çizilecektir.

Diyagram çizildiğinde yatay yük etkisi altında yapının elastik olduğu kabulü ile yapılan ve literatürde bilinen, hesap yöntemleri ile bulunan sonuçlardan farklı sonuçlar olduğu görülecektir.

Her ne kadar mevcut statik yöntemleri, yüke bağlı olarak (büyük kat ağırlıklarının belli bir katsayı ile çarpılmasından başka bir şey değildir) doğru sonuçlar verse bile yapıyı göçürecek yükleri hiçbir zaman belirleyemezler. Bulunan bu değere göre kesit kontrolleri yapılsa bile, bu kontroller, hesap tekniği bakımından, yalnızca kolon ve giriş uç momentlerinde yapılabilmektedir. Bu durumda yapının gerçek davranışı gözden kaçırılmakta olup, yapının yıkılmasına neden olan, kolonlarda oluşan momentin hiç mi hiç bilinmemesidir.

Yukarıda açıklanan nedenlerle, burada verilen hesap tarzı ile sonuç bahsinde de açıklanacağı gibi, yapının yatay yükler etkisi altında gerçek davranışına göre moment diyagramları bulunacak, buna göre de yapı donatılandırılmasında ve kesit kontrollerinde çok önemli kararlar verilebilecektir.

Her ne kadar, mühendislerimiz, deprem hesabı sonrasında, kesitlere gelen büyük momentleri dikkate almadan (bütün mühendislerimiz için değil) ve kendilerince donatı sıkışmasına mani oldukları kanaatiyle projelerini uygulatabiliyor iseler de, konunun esasında kesit hesaplarının, taşıma gücü yöntemine göre yapılmasının yanında, yapının gerçek davranışını gösteren bir hesap yönteminin bulunmayışı da mühendisin kabahati değildir.

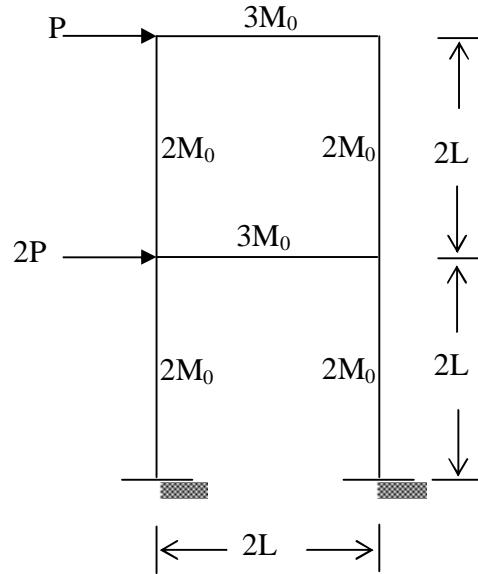
Burada verilen hesap yöntemi ile yapının gerçek davranışı açıklanarak İnşaat Mühendisliğine bu çok önemli konuda ışık tutacaktır.

Hesaplama sonucunda yapıyı göçüren yatay yük değeri de (yapının taşıma gücüne bağlı olarak) bulunduğu gibi, yine yönetmeliklerde verilen deprem kuvvetlerinden ne kadar uzak kalındığı da belirlenecek, deprem etkisi altında, yapının göçmeye karşı güvenliğinin kaç kere olduğu bulunabilecektir.

Örnek Model:

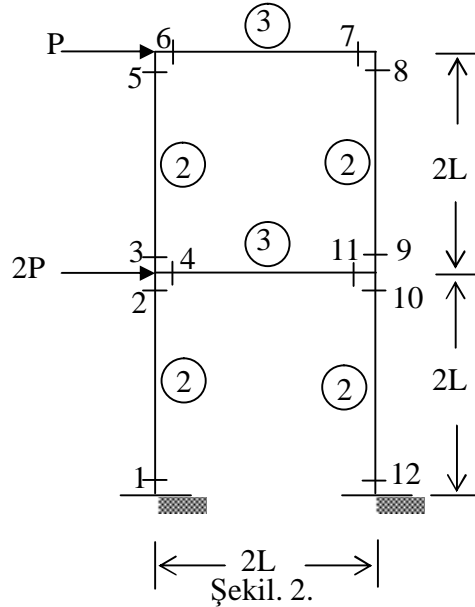
Örnek çerçeve iki katlı ve tek açıklıklıdır. Bu çerçevede kesit eylemsizlik momentleri yerine, kesit taşıma momentleri kesit karakteristiği olarak alınacaktır. Hesaplar, deprem

yüğü olarak göçme yükünün belirlenmesi şeklinde yapılacak ve yatay yükten oluşan moment diyagramını çizilecektir. Şekil.1.



Şekil.1. Hesabı Yapılacak Çerçeve

Çerçevenin kritik kesitleri Şekil.2. de gösterilecek ve denklemler bu noktalara göre yazılacaktır. Bu yazılım tarzında, yatay yüklerden o kata kadar oluşan momentler, o katın kolonları ile karşılanır, prensibi geçerli olacaktır.



Şekil. 2.

Dış kuvvetlerden oluşan momentler.

$$\text{Üst katta: } M_{dış} = P \cdot 2L = 2PL \quad (1)$$

$$\text{Alt katta: } M_{dış} = P \cdot 2L + 2P \cdot 2L = 6PL \quad (2)$$

Kritik noktalarda ve katlarda denge denklemleri yazılırsa:

$$X_5+X_6=5 \quad (3)$$

$$X_7+X_8=5 \quad (4)$$

$$X_9+X_{10}+X_{11}=7 \quad (5)$$

$$X_2+X_3+X_4=7 \quad (6)$$

$$-X_3-X_5-X_8-X_9-2X_{13}=-8 \quad (7)$$

$$-X_1-X_2-X_{10}-X_{12}-6X_{13}=-8 \quad (8)$$

denklemleri elde edilir.

Bu denklem takımında;

$$X_1 < 4 \quad (9)$$

$$X_2 < 4 \quad (10)$$

$$X_3 < 4 \quad (11)$$

$$X_4 < 6 \quad (12)$$

$$X_5 < 4 \quad (13)$$

$$X_6 < 6 \quad (14)$$

$$X_7 < 6 \quad (15)$$

$$X_8 < 4 \quad (16)$$

$$X_9 < 4 \quad (17)$$

$$X_{10} < 4 \quad (18)$$

$$X_{11} < 6 \quad (19)$$

$$X_{12} < 4 \quad (20)$$

olacaktır. Bu kısıtlayıcılar altında, bu denklem takımı, bir doğrusal programlama ile, X_{13} değerinin minimum olma şartı ile çözümlenir;

$$X_{13} = f = (PL/M_0) = 1,333 \quad (21)$$

Ve kesitlerde oluşan boyutsuz momentler,

$$m_5 = -2,000$$

$$m_6 = 2,000$$

$$m_7 = 2,000$$

$$m_8 = -2,000$$

$$m_9 = 2,000$$

$$m_{10} = -2,000$$

$$m_{11} = 0,000$$

$$m_{12} = -2,000$$

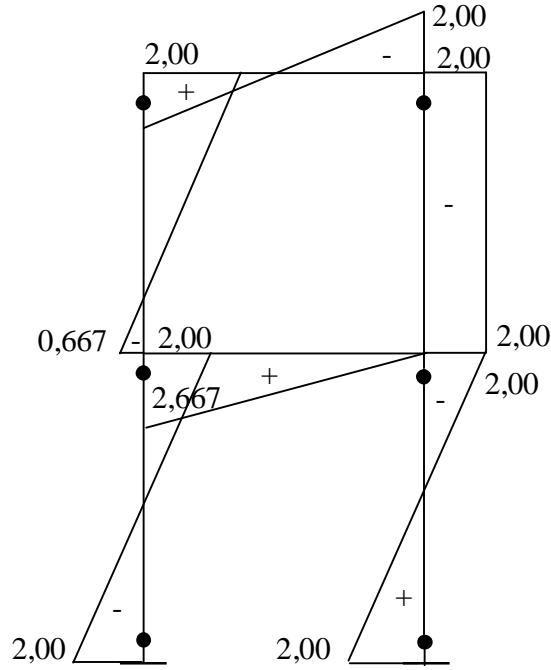
$$m_2 = -2,000$$

$$m_3 = -0,667$$

$$m_4 = 2,667$$

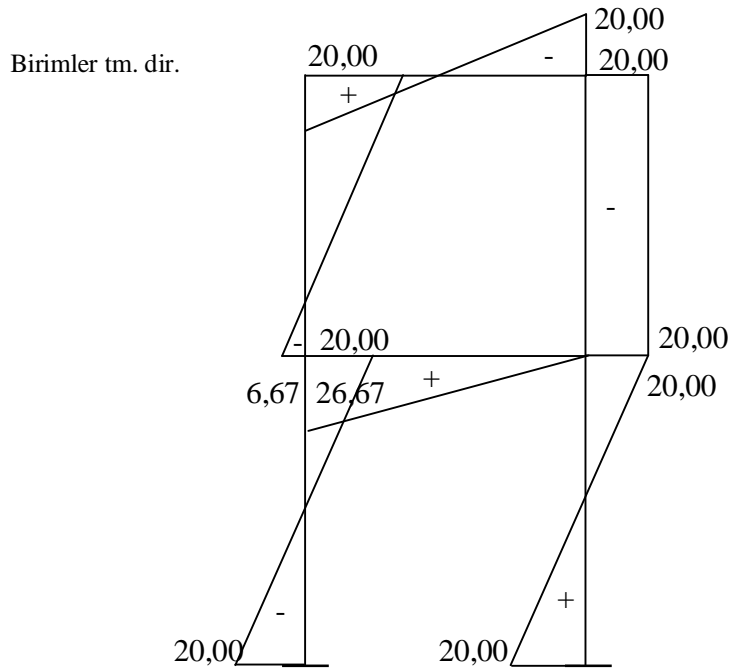
$$m_1 = -2,000$$

olarak elde edilirler.(Oğuz, 1989) Alınan bu sonuçlara göre çizilen moment diyagramı şekil.3'te verilmektedir. Ayrıca, şekilde Shake-Down durumunu veren mafsalların oluştuğu kesitler de verilmektedir.



Şekil. 3. Boyutsuz Moment Diyagramı

Bu Moment diyagramını boyutlu hale getirmek için,
 $M_0 = 10,00$ tm. Ve $L = 3,00$ m. olarak hesaba devam edebiliriz. Bu hesapta, X_{13} olarak elde edilen değer aslında $f = (PL/M_0)$ değeri olduğundan, bu denklemden bilinen M_0 ve L değerini kullanarak P çekilir. Bu P değeri $P_{göçme}$ değeridir.
 $f = (PL/M_0)$ ve $P = (f.M_0/L)$ olacaktır. Değerler yerlerine konularak,
 $P = (1,333.10,00/3,00) = 4,443$ ton, olarak hesaplanır. Kritik kesitlerdeki boyutsuz momentler de $M_0 = 10,00$ tm ile çarpılarak boyutlu hale getirilir. Şekil.4.



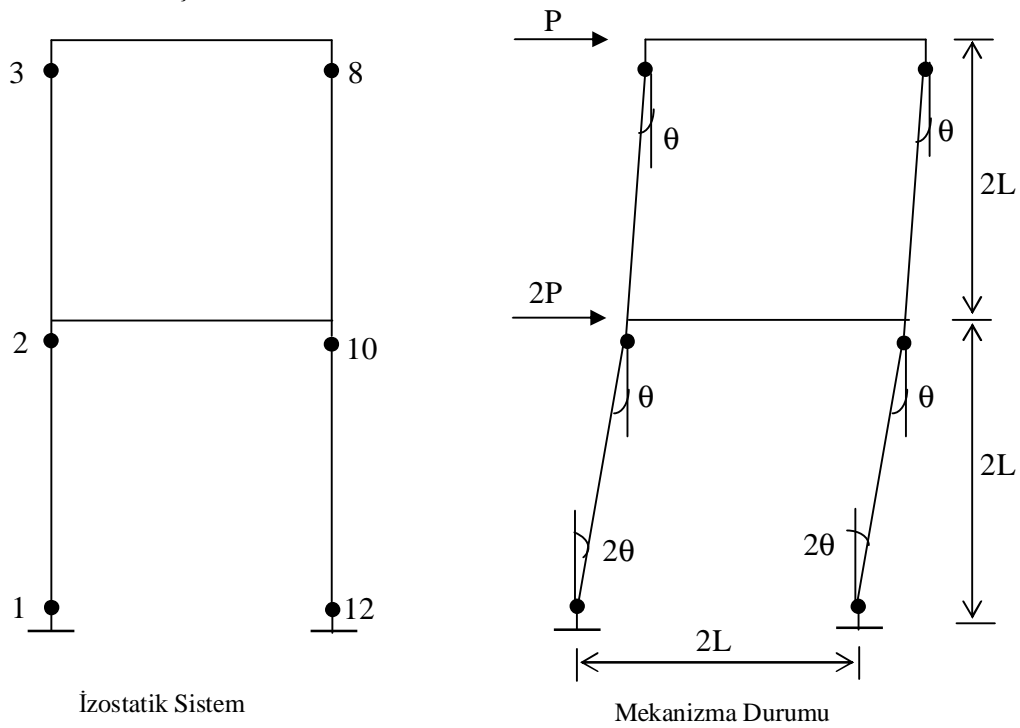
Şekil.4. Shake-Down Moment Diyagramı.

Sistemin izostatik durumu ve hesabın da kontrolü için aşağıdaki işlemler yapılabilir.

1). Sistemin hiperstatiklik derecesi altı'dır. Yedinci mafsal ise, sistemi shake-down durumuna sokan mafsal olup, bu mafsal kaldırılarak sistemin izostatik durumu elde edilir.

2). Sisteme sonsuz küçük bir deplasman verilerek bu deplasmandan oluşan mekanizma durumu çizilir. Bu çizimde, geometrik uygunluk sağlanırken, sistemde oluşan momentlerin durumu da dikkate alınmalıdır. Momentlerden negatif olanları, bu hesap tarzında, dışta çekme yapar, veya eğrilik dış konkavdır., denilebilir.

3.) Elde edilen mekanizma durumunda, virtüel iş prensibi uygulanır. İç işlerin dış işlere eşitliğinden yine, $f=(PL/M_0)$ değeri hesaplanır. Önceki hesapta elde edilen f değeri ile aynı değer bulunacaktır. Şekil.5.a,b.



Şekil.5.a,b. İzostatik sistem ve Mekanizma Durumu.

Dış işler = M_d

$$M_d = P \cdot 4L \cdot \theta + 2P \cdot 2L \cdot 2\theta = 12 \cdot P \cdot L \cdot \theta \quad (22)$$

İç işler = M_i

$$M_i = 2M_0 \cdot 2\theta + 2M_0 \cdot 2\theta + 2M_0 \cdot \theta + 2M_0 \cdot \theta + 2M_0 \cdot \theta + 2M_0 \cdot \theta = 16 \cdot M_0 \cdot \theta \quad (23)$$

$$M_d = M_i \text{ yazılarak,} \quad (24)$$

$$12 \cdot P \cdot L \cdot \theta = 16 \cdot M_0 \cdot \theta \quad (25)$$

$$(PL/M_0) = f = (16/12) = 1,333 \text{ olarak elde edilir.} \quad (26)$$

Hesapta bulunan sonuç kesin sonuçtur.

Yapılan hesabın, benzer olarak, shake-down durumunda da yapılması aynı sonucu verir. Ancak, bu durumda, denge kararsız olduğundan, hesap tarzı kararlı denge üzerinde verilmiştir.

Sonuç:

Yapılan inceleme ve hesaplamalardan da görüldüğü gibi deprem etkisi altında, yapının kütlelerine ve depremin şiddetine bağlı olarak, yapının katları seviyelerinde etkiyen yatay kuvvetlerin oluşturduğu momentler, kolonların uçlarına dağılırlar.

Bu durumda da deprem etkisinde oluşan momentlerin tamamı, öncelikle kolonlar tarafından karşılanır. Dolayısı ile kirişlerde de uç momentleri oluşur. Bu dağılımda, kolonlarla kirişler arasında bir taşıma momenti oranı olgusu ortaya çıkar.

Bu oran aynı düğüm noktasına bağlanan kirişlerin taşıma momentinin en az, kolon taşıma momenti kadar olması zorunluluğudur. Kolon sarılma bölgesinin ise, yeteri kadar güvenli yapılması gereklidir.

Hesabın, göçme yaratacak P yükünün hesabı olarak görülmemesi, deprem yüklerine karşılık göçme hesabı olarak kullanılması uygun bir yol olup, depreme karşı yapı güvenliğinin belirlenmesi hesabı olarak kullanılması uygundur. Bunların dışında kolonun taşıyacağı eğilme momentinin şiddetinin en az ne kadar olması gerektiği de ortaya konulmalıdır.

Bunların dışında da, kolonlara, donatının serbestçe dağıtılamayacağı, daima hakim deprem yönünde eğilmeye çalışma gereği ile, eğilme etkisini de karşılayacak şekilde donatı yerleştirmenin uygun olduğu sonucuna varılır.

Betonarme kesit hesaplarında da, deprem etkisinin, (eğilme+normal kuvvet) şeklinde hesaplanması ile, normal kuvvetin bir ön gerilme kuvveti olarak faydalı olduğu da bilinmelidir.

Kesit hesabı için ön görülen hesapların dışında, deprem yüklerine karşı, yapının kaç kere güvenli olduğunun bilinmesi, basit bir oranlama hesabı olarak ortaya çıkar. Ancak, deprem yükünün tekrarlı bir yük olduğu, dolayısı ile yapının varsa, simetri eksenine göre, simetrik donatılandırılması gereklidir.

Yapının simetri eksenine olsa da olmasa da, yapı temellerinde de deprem etkisi yönünde olmak üzere, temel boyutları, her iki tarafa doğru $e = (M/N)$ kadar büyütülmelidir. Bu durumda donatı artışı da yapılmalıdır.

Yapının düşey yüklere göre hesabı ayrıca yapılabildiği gibi, her iki yükün birlikte etkimesi halinde de hesaplar aynı yollarla yapılabilir.

Referanslar

- Baker, Sir. J., 1969, Plastic Design of Frames, *Cambridge at the University Press*.
- Calladine, C.R., 1969, Mühendislikte Plastisite, *Bilimsel ve Teknik Yayınları Çeviri Vakfı*.
- Heyman, Y., 1981, Plastic Design of Frames, *Cambridge at the University Press*.
- Hodge, P.G., 1969, Plastic Design of Frames, *Mc Graw_Hill Book Company, inc*.
- Horne, M.R., Morris, L.J., 1981, Plastic Design of Low-Rise Frames, *Granada Publishing Limited*.
- Lindo, Linear Programming.
- Oğuz, S., 1982, Yapıların Plastik Analizine Giriş, *T.M.M.O.B. İnş. Müh. Odası, Ankara Şubesi*.
- Oğuz, S., 1983, *Çerçeve Yapıların Plastik Analizi, Balıkesir*.