

# 5. ULUSLARARASI MUHENDİSLİK MİMARLIK VE TASARIM KONGRES

5<sup>TH</sup> INTERNATIONAL CONGRESS ON  
ENGINEERING, ARCHITECTURE AND DESIGN

## 21-22 ARALIK 2019

HİLTON OTEL ZEYTİNBURNU - İSTANBUL

[www.muhendislikmimarliktasarimkongresi.org](http://www.muhendislikmimarliktasarimkongresi.org)



# SÖZEL SUNUM TAM METİNLER

## EŞDEĞER AKMA EĞRİLİĞİNE ETKİLEYEN FARKLI PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

Umut HASGÜL

*Balikesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Balıkesir / Türkiye*

**Öz:** Betonarme bir enkesitin çatlama, elastik ve plastik bölgelerdeki davranışının belirlenmesi, akma ve taşıma gücü arasındaki herhangi bir sınır durumundaki şekildeğiştirme durumunun belirlenmesi ve ayrıca, elemanın kuvvet – deformasyon – süneklik ilişkisinin belirlenmesi amacıyla moment – eğrilik analizine ihtiyaç duyulur. Tasarım yönetmeliklerinde belirtilen sınırlar içerisinde, ilk akma eğriliğinin büyük ölçüde enkesit karakteristiklerine bağımlı olduğu, buna karşın dayanımdan bağımsız olduğu bilinmektedir. Bu çerçevede, iki doğru parçalı idealleştirilmiş moment – eğrilik davranışına ait eşdeğer akma eğriliği, normal kuvvet düzeyi ve boyuna donatı oranının çok geniş bir bölgesi için sabit alınmaktadır. Bu çalışmada, yapı sistemlerinin şekildeğiştirme esaslı sismik tasarımında ve değerlendirilmesinde önem arz eden eşdeğer akma eğriliğine etkiyebilecek farklı davranış büyüklükleri kare enkesitli betonarme bir kolon üzerinde irdelenmiştir. Çalışma kapsamında, enkesit boyutu ve donatının akma dayanımı sabit tutularak, normal kuvvet düzeyi ( $P/A_f c'$ ), boyuna donatı oranı ( $r_l$ ) ve beton basınç dayanımının ( $f_c'$ ) parametrik değiştirildiği çok sayıda kolon modelinin moment – eğrilik analizleri yapılmış ve ilgili büyüklüklerin akma eğriliği üzerindeki bağımsız ve birleşik etkileri araştırılmıştır. Kolon enkesitlerine ait akma durumlarının belirlenmesinde normal kuvvetin düzeyine bağlı olarak,  $P/A_f c' < 0.3$  için donatı çeliğinin akması,  $P/A_f c' = 0.3$  için donatı çeliğinin akması ve/veya betonun ezilmesi,  $P/A_f c' > 0.3$  için ise betonun ezilmesi hakim olmuştur. Elde edilen sonuçlar, eşdeğer akma eğriliği üzerinde boyuna donatı oranı ve beton basınç dayanımının bağımsız etkileri düşük düzeyde olmasına karşın, normal kuvvet düzeyi ile olan birleşik etkilerinin önemli olabileceğini göstermiştir.

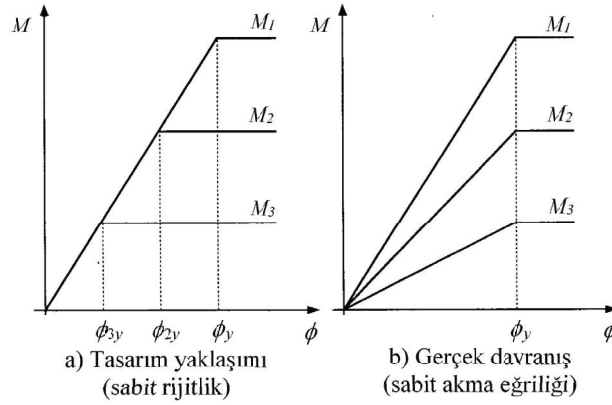
**Anahtar Kelimeler:** Eşdeğer Akma Eğriliği, Betonarme Kolon, Moment – Eğrilik Analizi, Normal Kuvvet Düzeyi, Donatı Oranı, Beton Basınç Dayanımı

### GİRİŞ

Özellikle betonarme bina ve köprü türü yapı sistemleri için kuvvet esaslı tasarımın en önemli problemlerinden biri uygun rijitliğin seçilememesidir. Yapının doğal titreşim periyodunun ve buna bağlı eşdeğer yatay deprem yüklerinin belirlenmesinde kullanılan rijitlikler tasarımın başlangıcında bilinmemektedir. Yapısal elemanlar (kiriş, kolon, perde vb.) için brüt enkesit rijitliği bazı durumlarda da betondaki çatlamanın etkisini gözönünde bulunduran azaltılmış etkin (efektif) rijitlikler esas alınmaktadır. Pek çok tasarım yönetmeliğinde (Eurocode-8, 2003; AASHTO, 2006; ACI-318, 2011; TBDY, 2018) farklı eleman türleri için eğilme rijitliğini azaltan çarpanlar öngörülmektedir. Bu yaklaşım, brüt enkesit özelliklerinin kullanılmasında önemli bir iyileştirme olmasına karşın elemandaki normal kuvvet, boyuna donatı oranı ve malzeme karakteristikleri gibi muhtemel etkiler gözönüne alınamamaktır. (Priestley, 2000 2003, 2007; Priestley vd., 2007a-b). Eleman rijitlikleri, kuvvet esaslı analizlerde yapı periyodunu, yapıya etkiyen yatay yükleri, yüklerin dağılımını ve aynı zamanda yerdeğiştirme taleplerini doğrudan etkilerken, şekildeğiştirmeyi esas alan doğrusal olmayan analizlerde akma yerdeğiştirmesi ve buna bağlı yerdeğiştirme sünekliğinin hesabında belirleyici olmaktadır (Elwood ve Eberhard, 2006). Mevcut kuvvet esaslı yönetmeliklerde önerilen etkin rijitlik ifadelerinin, tasarımda güvenli tarafta kalacak şekilde fazla olmasına karşın, şekildeğiştirme esaslı tasarım ve değerlendirme kavramı çerçevesinde deformasyon taleplerinin belirlenmesinde yetersiz kalabildiği belirtilmektedir (Biskinis ve Fardis, 2009).

## SÖZEL SUNUM TAM METİNLER

Eğilme rijitliği için uygulanan bu yaklaşım, etkin rijitliğin dayanımdan bağımsız olarak sabit olduğunu ve elemanın eğilme kapasitesinin artması ile değişmediğini ifade etmektedir. Buna bağlı olarak, akma yerdeğiştirilmesi doğrudan dayanımla orantılı hale gelmektedir (Şekil 1a) (Priestley, 2000, 2003; Priestley vd., 2007a-b). Betonarme elemanlar üzerinde yapılan deneysel ve nümerik araştırmalar, dayanımdan bağımsız olan rijitlik yaklaşımının geçersiz olduğunu ve rijitliğin eğilme dayanımı ile doğrudan orantılı olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, sabit bir akma eğriliği kullanımını ortaya çıkarmaktadır (Şekil 1b) (Priestley, 2000, 2003; Priestley ve Kowalsky, 2000). Tasarım yönetmeliklerinde belirtilen sınırlar içerisinde, akma eğriliğinin büyük ölçüde enkesit karakteristiklerine bağımlı olduğu, buna karşın dayanımdan bağımsız olduğunu göstermiştir. (Şekil 1b). Bununla birlikte, iki doğru parçalı idealleştirilen moment – eğrilik davranışına ait eşdeğer akma eğriliğinin ( $f_y$ ), normal kuvvet düzeyi ve boyuna donatı oranının çok geniş bir bölgesi için sabit olduğu ifade edilmektedir (Priestley, 2003; Priestley vd., 1996; Priestley ve Kowalsky, 1998; Priestley vd., 2007b).



Şekil 1. Moment-eğrilik davranışında dayanımın etkisi (Priestley, 2000, 2003).

### AMAÇ

Bu çalışmada, betonarme yapı sistemlerinin şekildeğiştirme esaslı sismik tasarımında ve değerlendirilmesinde önem arz eden eşdeğer akma eğriliklerinin belirlenmesinde, normal kuvvet düzeyi, boyuna donatı oranı ve beton basınç dayanımındaki değişimlere ait bağımsız ve/veya birleşik etkilerin irdelenmesi amaçlanmıştır.

### KAPSAM

Bunun için, 75x75cm'lik enkesit boyutu ve  $f_y = 410\text{MPa}$ 'lık sabit donatı akma dayanımına sahip betonarme kolonların, normal kuvvet düzeyleri ( $P/A_g f_c'$ ), boyuna donatı oranları ( $\rho_l$ ) ve beton basınç dayanımları ( $f_c'$ ) parametrik olarak değiştirilerek moment – eğrilik analizleri yapılmıştır. Buna bağlı olarak, ilgili parametrelerin eşdeğer akma eğriliğine bağlı değişimleri, bağımsız ve birleşik etkileri ve sonuçları hangi oranda etkiledikleri değerlendirilmiştir.

### PARAMETRİK İNCELEMELER

#### Kolon Enkesitlerinin Özellikleri

Kolon enkesitlerine ait eşdeğer akma eğrilikleri için, enkesit yüksekliği ( $h$ ) ve donatı akma dayanımının ( $f_y$ ) doğrudan belirleyici parametreler olduğu bilinmektedir. Daha düşük / yüksek dayanımlı donatılar kullanılması halinde veya enkesit boyutu arttıkça, davranışa ait genel karakteristik değişmemekle birlikte eşdeğer akma eğriliğinin artacağı / azalacağı bilinmektedir (Priestley vd., 1996; Priestley, 2003; Priestley vd., 2007). Eşdeğer

## SÖZEL SUNUM TAM METİNLER

akma eğriliklerini etkileyebilecek diğer davranış büyüklüklerin bağımsız / birleşik etkilerini irdelemek amacıyla, sabit enkesitli betonarme kolonun boyuna donatı oranı ( $\rho_l$ ) için normal kuvvet düzeyi ( $P/A_g f_c'$ ) ve beton basınç dayanımları ( $f_c'$ ) değiştirilerek çok sayıda hesap modeli türetilmiştir (Tablo 1).

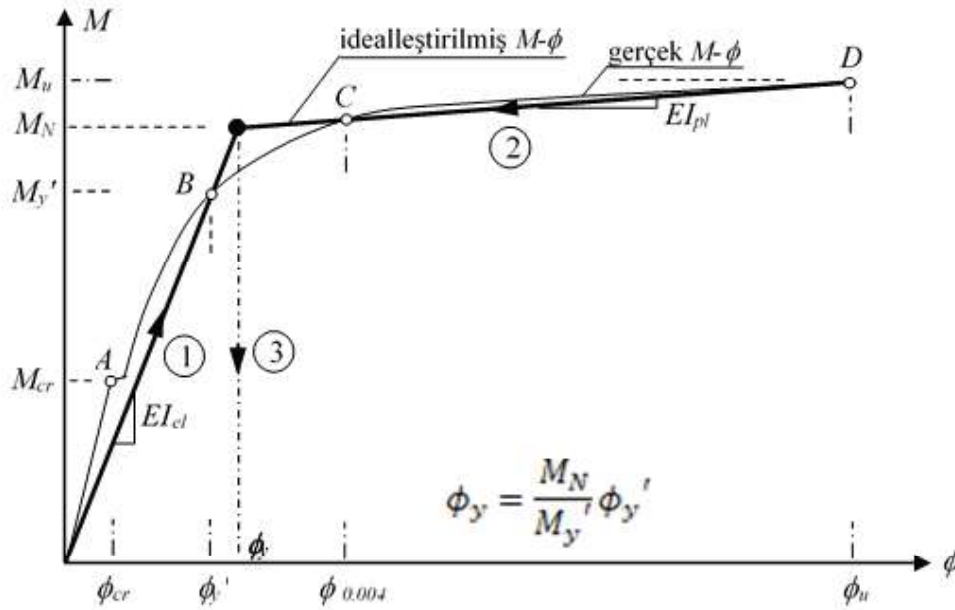
**Tablo 1. Kolon hesap modellerine ait parametrelerin özeti.**

Kolon enkesiti $b \times h$ (cm)	Boyuna donatı oranı $\rho_l$ (%)	Normal kuvvet düzeyi ( $P/A_g f_c'$ )	Beton basınç dayanımı $f_c'$ (MPa)	Donatı akma dayanımı $f_y$ (MPa)	Kabuk betonu oranı ( $A_c/A_g$ )
75 x 75	0.5	0	20	410	0.8
	1.0	0.1	30		
	1.5	0.2	40		
	2.0	0.3	50		
	2.5	0.4	60		
	3.0	0.5			
	3.5				
	4.0				

### Eşdeğer Akma Eğrilüğünün Belirlenmesi

Betonarme bir enkesitin çatlama, elastik ve plastik bölgelerdeki davranışının belirlenmesi, akma ve taşıma gücü arasındaki herhangi bir sınır durumdaki (*kullanılabilirlik, hasar kontrolü, can güvenliği vb.*) şekildeğiştirme durumunun belirlenmesi ve ayrıca, elemanın kuvvet – deformasyon – süneklik ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla moment – eğrilik analizinden yararlanılmaktadır. Şekil 2’de iki doğru parçası ile idealleştirilen moment – eğrilik davranışı için grafiğinin elastik kısmını oluşturan doğru, başlangıçtan ilk akma noktası  $B$ ’ye kadar ( $\phi_y', M_y'$ )

## SÖZEL SUNUM TAM METİNLER



Şekil 2. Tipik bir moment – eğrilik grafiğinin iki doğru parçalı idealleştirilmesi.

birleştirilir. Daha sonra, bu doğru parçası nominal moment taşıma kapasitesine (C noktasına) kadar ekstrapole edilir ve idealleştirilmiş davranışa ait eşdeğer akma eğriligi ( $\phi_y$ ) belirlenir. Böylece, eşdeğer akma noktası ( $\phi_y, M_N$ ) ve taşıma gücüne karşı gelen D noktası ( $\phi_u, M_u$ ) birleştirilerek idealleştirilmiş bağıntının plastik kısmı belirlenir (Şekil 2).

### Eşdeğer Akma Eğriligini Etkileyen Büyüklüklerin İrdelenmesi

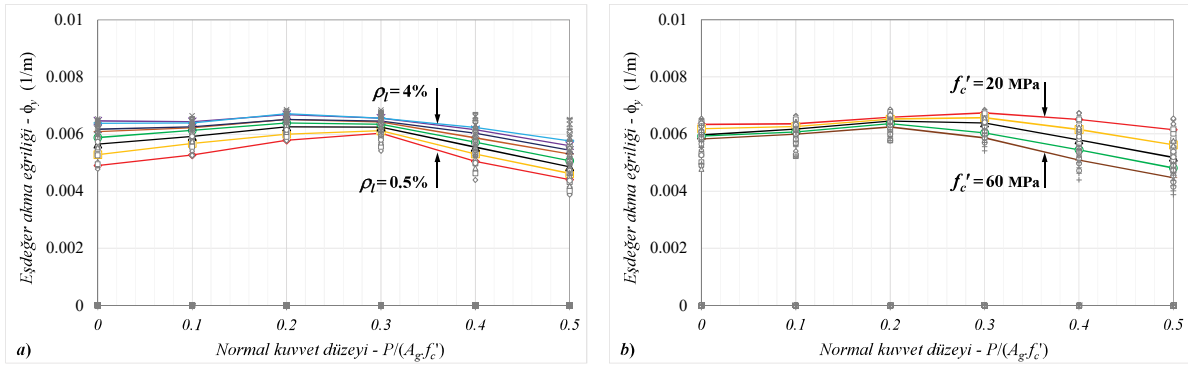
Çalışmada, enkesit boyutu ve donatının akma dayanımı sabit tutularak normal kuvvet düzeyi, boyuna donatı oranı ve beton basınç dayanımları değiştirilerek farklı betonarme kolon enkesitlerinin moment – eğrilik analizleri yapılarak eşdeğer akma eğrilikleri hesaplanmıştır. Daha sonra, ilgili parametrelerin ( $P/A f_c'$ ,  $\rho_1$  ve  $f_c'$ ) eşdeğer akma eğriligine bağlı değişimleri ve sonuçları hangi oranda etkiledikleri irdelenmiştir. Moment – eğrilik analizlerinde CUMBIA bilgisayar programından yararlanılmıştır (Montejo ve Kowalsky, 2007). CUMBIA, dikdörtgen ve dairesel enkesitli betonarme elemanların, kabuk ve göbek betonunun bağımsız dilimlere ayrılarak doğrusal olmayan kesit analizlerini yapabilmektedir. Malzemenin gerilme – şekildeğiştirme bağıntısı; sargısız kabuk betonu ve sargılı göbek betonu için Mander vd. (1988 a-b)'de önerilen beton modelleri, donatı çeliği için ise King vd. (1986)'deki model esas alınmıştır. Çalışmada, her bir parametredeki değişimin eşdeğer akma eğriligi üzerindeki etkisi, istatistiksel olarak hesaplanan ortanca (median) değerler esas alınarak değerlendirilmiştir. İncelenen kolon enkesitlerine ait akma durumlarının belirlenmesinde genel olarak;

- $P/A f_c' < 0.3$  için donatı çeliğinin akması ( $e_s = e_{sy}$ ),
- $P/A f_c' = 0.3$  için donatı çeliğinin akması ve/veya betonun ezilmesi ( $e_s = e_{sy} / e_c = e_{co}$ ),
- $P/A f_c' > 0.3$  için betonun ezilmesi ( $e_c = e_{co}$ ) hakim olmuştur.

## SÖZEL SUNUM TAM METİNLER

### Normal Kuvvet Düzeyinin Etkisi

Kare enkesitli betonarme kolonların moment – eğrilik analizleri sonucunda, eşdeğer akma eğriliklerinin normal kuvvet düzeyine ( $P/A_g f_c'$ ) bağlı değişimleri, farklı boyuna donatı oranları ve beton basınç dayanımları için Şekil 3a-b'de verilmiştir.  $\rho_l = \%0.5\sim 4.0$  arasında değişen farklı boyuna donatı oranları için,  $P/A_g f_c' \leq 0.3$  için enkesitteki normal kuvvet arttıkça eşdeğer akma eğriliği artan bir davranış gösterirken, normal kuvvetin daha yüksek düzeyleri için akma eğriliği azalan yönde bir karakteristik göstermektedir (Şekil 3a). Düşük donatı oranları için normal kuvvetteki artışın akma eğriliği üzerinde daha belirgin etkisinin olduğu ve  $P/A_g f_c' = 0$  durumuna göre  $\approx\%23$ 'e ulaşan rölatif farkların oluşabildiği belirlenmiştir.  $f_c' = 20 \sim 60$  MPa arasında değişen beton basınç dayanımları için,  $P/A_g f_c' \leq 0.3$  düzeyine kadar eşdeğer akma eğriliği en fazla  $\%8$  artarken, akma durumunun belirlenmesinde beton ezilmesinin hakim olduğu  $P/A_g f_c' > 0.3$  için basınç dayanımına da bağlı olarak eşdeğer akma eğrilikleri azalan yönde bir karakteristik göstermektedir (Şekil 3b). Bu bölgede,  $f_c' = 20$ MPa için rölatif değişim oranı en fazla  $-\%3$  iken (normal kuvvetsiz duruma göre),  $f_c' = 60$ MPa olması halinde hesaplanan farkın artarak  $-\%23$ 'e ulaşabildiği belirlenmiştir. Bu sonuç, normal kuvvet ve beton basınç dayanımının eşdeğer akma eğriliği üzerindeki birleşik etkilerini önemli hale getirmektedir.

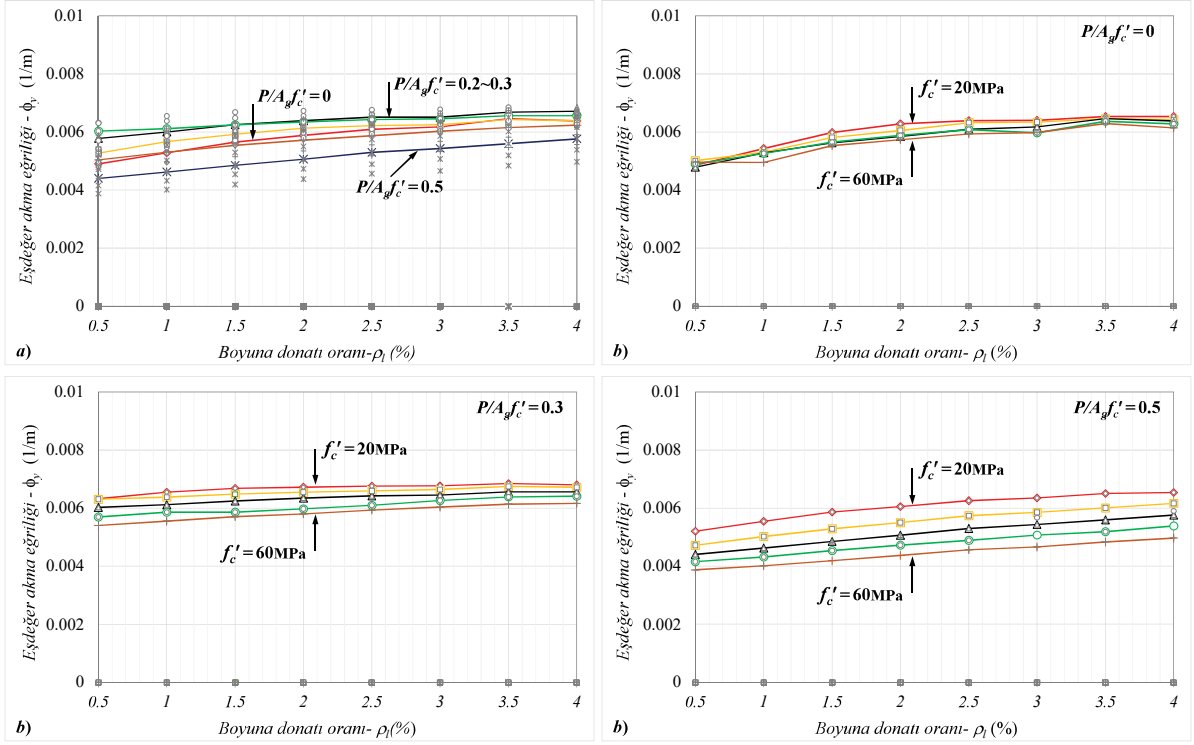


Şekil 3. Akma eğriliğinin normal kuvvet düzeyi ile değişimi a) farklı  $\rho_l$  için b) farklı  $f_c'$  için.

### Boyuna Donatı Oranının Etkisi

Boyuna donatı oranlarındaki değişimin ( $\rho_l = \%0.5 - \%4$ ) eşdeğer akma eğriliği üzerindeki etkisi, farklı normal kuvvet düzeyleri ve beton basınç dayanımları için Şekil 4a-b'de verilmiştir. Gözönüne alınan her  $P/A_g f_c'$  düzeyi için donatı oranı arttıkça eşdeğer akma eğrilikleri de artan bir eğilim göstermektedir (Şekil 4a).  $\rho_l = \%0.5$  için hesaplanan akma eğriliği referans alınarak, normal kuvvet düzeyine bağlı olarak  $\approx\%31$ 'e kadar ulaşan rölatif artışlar belirlenmiştir. Akma durumunun belirlenmesinde donatı akmasının hakim olması halinde ( $P/A_g f_c' < 0.3$ ) (Şekil 4b), farklı beton basınç dayanımları için elde edilen boyuna donatı oranı – eşdeğer akma eğriliği davranışlarının birbirine yakın olduğu ( $< \%10$ ) görülmüştür.  $P/A_g f_c' \geq 0.3$  düzeyleri için ise, davranışa ait karakteristik değişmemekle birlikte her donatı oranı için beton basınç dayanımı arttıkça akma eğrilikleri azalmaktadır. Bununla birlikte, donatı oranı arttıkça enkesite ait akma eğriliği de artış eğilindedir (Şekil 4b). Kolon enkesitlerine ait en küçük ve en büyük donatı oranları ( $\rho_l = \%0.5$  ve  $\%4$ ) için hesaplanan akma eğrilikleri arasında, normal kuvvet ve beton basınç dayanımına bağlı olarak  $\%35$ 'e ulaşan rölatif farklar belirlenmiştir.

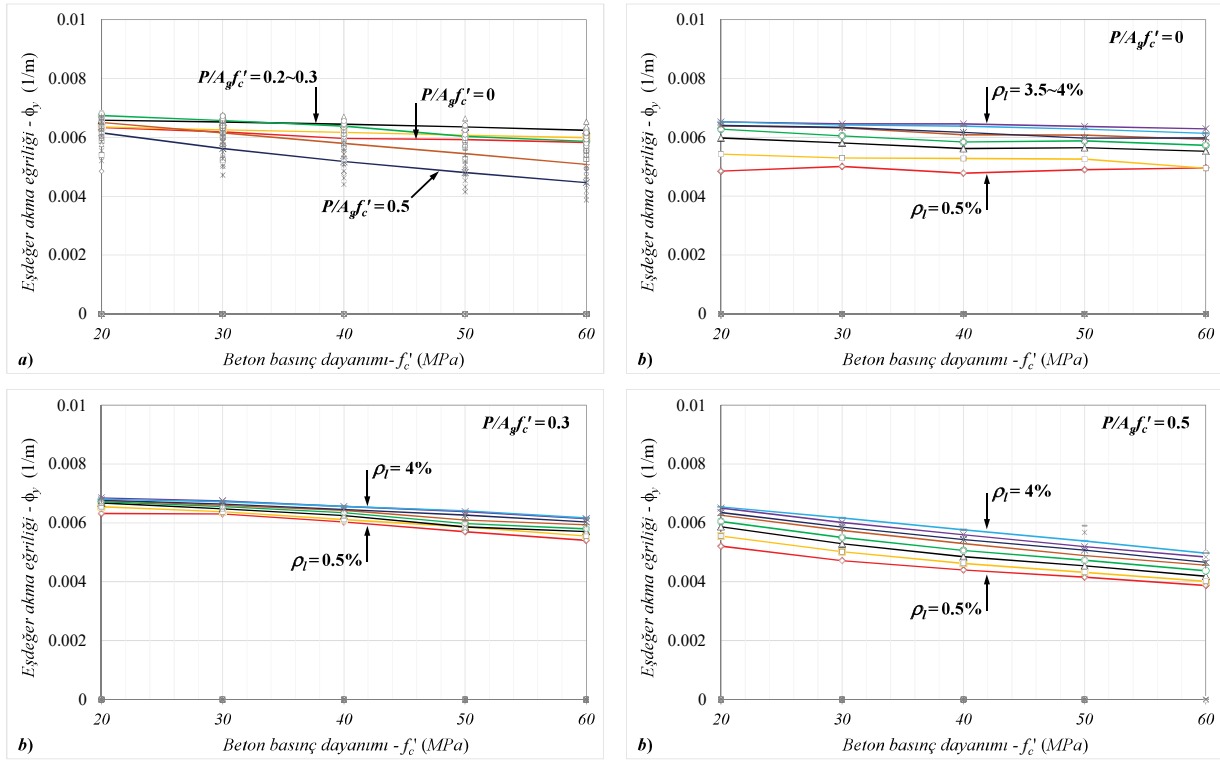
## SÖZEL SUNUM TAM METİNLER



Şekil 4. Akma eğriliğinin boyuna donatı oranı ile değişimi a) farklı  $P/A_g f'_c$  için b) farklı  $f'_c$  için.

### Beton Basınç Dayanımının Etkisi

Kolon enkesitleri için hesaplanan eşdeğer akma eğriliklerinin beton basınç dayanımına ( $f'_c$ ) bağlı değişimleri, farklı normal kuvvet düzeyleri ve donatı oranları için Şekil 5a-b'de verilmiştir.  $f'_c = 20 \sim 60$  MPa arasında gözönüne alınan beton basınç dayanımları için,  $P/A_g f'_c < 0.3$  düzeyine kadar basınç dayanımındaki artışın akma eğriliği üzerindeki etkisi çok küçük iken ( $< 0.8\%$ ), ilerleyen normal kuvvet düzeylerinde ( $P/A_g f'_c \geq 0.3$ ) basınç dayanımı arttıkça eğrilik değerleri hızla azalmaktadır (Şekil 5a). Bu bölgede,  $f'_c = 20$  ve 60 MPa arasında hesaplanan akma eğrilikleri için %27'ye ulaşan farklar belirlenmiştir. Farklı donatı oranları için hazırlanan beton basınç dayanımı – eşdeğer akma eğriliği grafikleri incelendiğinde (Şekil 5b),  $P/A_g f'_c < 0.3$  düzeyindeki her donatı oranı için, beton basınç dayanımı arttıkça eşdeğer akma eğriliklerindeki değişimlerin sınırlı kaldığı ( $< 9\%$ ) belirlenmiştir.  $P/A_g f'_c \geq 0.3$  düzeyleri için ise, basınç dayanımı arttıkça akma eğriliklerinin hızla azalan yönde bir karakter gösterdiği belirlenmiştir.  $f'_c = 20$  ve 60 MPa basınç dayanımlı kolonların akma eğrilikleri arasında  $P/A_g f'_c = 0.3, 0.4$  ve  $0.5$  için, sırasıyla, -%15, -%25 ve -%28'e ulaşan rölatif farklar hesaplanmıştır. Akma eğrilikleri için hesaplanan bu farkların her donatı oranında yaklaşık aynı oranda olduğu görülmüştür.



Şekil 5. Akma eğriliğinin beton basınç dayanımı ile değişimi a) farklı  $P/A_g f'_c$  için b) farklı  $\rho_l$  için.

## SONUÇLAR

Bu çalışmada, kare enkesitli betonarme kolonların moment – eğrilik analizleri esas alınarak, enkesit boyutu ve donatının akma dayanımı dışındaki diğer davranış büyüklüklerinin (normal kuvvet düzeyi, boyuna donatı oranı ve beton basınç dayanımı) eşdeğer akma eğriliklerine bağımsız ve birleşik etkileri ve sonuçları hangi oranda değiştirdikleri araştırılmıştır.

Enkesite ait akma durumunun belirlenmesinde donatı akmasının hakim olduğu  $P/A_g f'_c \leq 0.3$  düzeylerinde, normal kuvvet arttıkça eşdeğer akma eğrilikleri bir miktar artış göstermesine karşın (<%10), beton ezilmesinin hakim olduğu  $P/A_g f'_c > 0.3$  düzeyleri için bu değişimin azalan yöne geçerek %23'e ulaşabildiği (normal kuvvetsiz duruma göre) belirlenmiştir. Kolon boyuna donatı oranı arttıkça eşdeğer akma eğrilikleri de artan bir eğilim gösterdiği ve en küçük donatı oranı için hesaplanan akma eğriliğine göre, %31'e ulaşan rölatif artışlar belirlenmiştir. Diğer taraftan, beton basınç dayanımındaki artışın akma eğriliği üzerindeki etkisi  $P/A_g f'_c < 0.3$  için küçük iken (<%8), akma durumu için beton ezilmesinin hakim olduğu  $P/A_g f'_c \geq 0.3$  düzeylerinde basınç dayanımı arttıkça eğrilik değerleri hızla azalmaktadır.

Çalışma kapsamında birçok parametrenin sistematik olarak değiştirildiği kolon enkesitleri üzerinde yapılan moment – eğrilik analizleri sonucunda, eşdeğer akma eğriliği üzerinde boyuna donatı oranı ve beton basınç dayanımının bağımsız etkileri sınırlı iken, normal kuvvet düzeyi ile birlikte olan birleşik etkileri bu parametreleri önemli hale getirmiştir.



## SÖZEL SUNUM TAM METİNLER

### KAYNAKÇA

- AASHTO, (2006). Recommended LRFD Guidelines for the Seismic Design of Highway Bridges, American Association of State Highway and Transportation Officials, NCHRP 20–07 Task 193, Washington DC.
- ACI-318, (2011). Building Code and Requirements for Structural Concrete, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.
- Biskinis, D. ve Fardis, M.N., (2009). Deformations of Concrete Members at Yielding and Ultimate under Monotonic or Cyclic Loading (Including Repaired and Retrofitted Members), University of Patras – Dept. of Civil Eng., Report No: SEE 2009-01, Patras.
- Elwood, K.J. ve Eberhard, M.O., (2006). Effective Stiffness of Reinforced Concrete Columns, University of California, The Pacific Earthquake Engineering Research Center, Research Digest No: 2006-1, Berkeley.
- King, D.J., Priestley, M.J.N., Park, P., (1986). Computer Programs for Concrete Column Design, University of Canterbury - Department of Civil Engineering, Research Report: 86/12, Christchurch.
- Mander, J.B., Priestley, M.J.N., Park, R., (1988). Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete, *Journal of Structural Engineering*, 114(8):1804 – 1826.
- Mander, J.B., Priestley, M.J.N., Park, R., (1988). Observed Stress-Strain Model of Confined Concrete, *Journal of Structural Engineering*, 114(8):1827 – 1849.
- Montejo, L.A. ve Kowalsky, M.J., (2007). CUMBIA - Set of Codes for the Analysis of Reinforced Concrete Members, North Carolina State University - Constructed Facilities Laboratory, Technical Report: IS-07-01, Raleigh, NC.
- Priestley, M.J.N., Seible, F., Calvi, G.M., (1996). Seismic Design and Retrofit of Bridges, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Priestley, M.J.N. ve Kowalsky, M.J., (1998). Aspects of Drift and Ductility Capacity of Rectangular Cantilever Structural Walls, *Bulletin of NZSEE*, 31(6): 73 – 85.
- Priestley, M.J.N., (2000). Performance-Based Seismic Design, Proceedings of 12<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering, Paper No: 2831, Auckland.
- Priestley, M.J.N. ve Kowalsky, M.J., (2000). Direct Displacement-Based Seismic Design of Concrete Buildings, *Bulletin of NZSEE*, 33(4): 421 – 444.
- Priestley, M.J.N., (2003). Myths and Fallacies in Earthquake Engineering, Revisited the Ninth Mallet Milne Lecture, IUSS Press, Pavia.
- Priestley, M.J.N., (2007). The Need for Displacement-Based Design and Analysis, (In: Pecker, A. (eds) Advanced Earthquake Engineering Analysis), CISM International Centre for Mechanical Sciences, 494: 121 – 132.
- Priestley, M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky, M.J., (2007a). Displacement-Based Seismic Design of Concrete Structures, 6<sup>th</sup> National Conference on Earthquake Engineering, İstanbul.

## **SÖZEL SUNUM TAM METİNLER**

Priestley, M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky, M.J., (2007b). Displacement-Based Seismic Design of Structures, IUSS Press, Pavia.

TBDY, (2018). Deprem Etkisi Altında Binaların Tasarımı için Esaslar, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.