



Obtaining Internal Forces According to Different Combination of Apertures with Genetic Algorithm

Talip ÇAKMAK¹, Yasin YILDIRIM², Zafer KURT³

^{1,3}Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Rize, Türkiye.

²İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Turkey

*Sorumlu Yazar: talip.cakmak@erdogan.edu.tr

Anahtar Kelimeler:

Deprem, Yapı
Tasarımı, Genetik
Algoritma, Yapay
Zeka

Abstract

That vibrations caused by fractures in the Earth's crust spread as waves and create effects that will shake the environment and ground surfaces they pass through is called an earthquake. Although the issue of when the earthquake will occur has been the subject of important studies, the time when it will occur has not been determined exactly today, due to this situation, it is not easy to prevent the effects of earthquakes. For this reason, earthquake emerges as one of the most important load parameters in the structural design. Within the scope of this study, if the earthquake that will affect the structure occurs at certain angles, by finding the maximum moment to come to the column from the moment diagram obtained from structural analysis and to ensure the best design is made with this value is aimed to make our structures safer since we do not know the direction and angle of the earthquake load that will come to the structure, considering the estimation of the earthquake from different angles, to find the maximum moment to come to the column from the moment effect diagram in the building element, to ensure that the best design is made this value, and making our buildings safer. Written structural codes can ensure the safety of life and property in buildings by considering that load combinations in unpredictable situations are taken into account as much as possible.

1

Genetik Algoritmayla Açıklıkların Farklı Kombinasyonlarına Göre İç Kuvvetlerin Elde Edilmesi

Keywords;

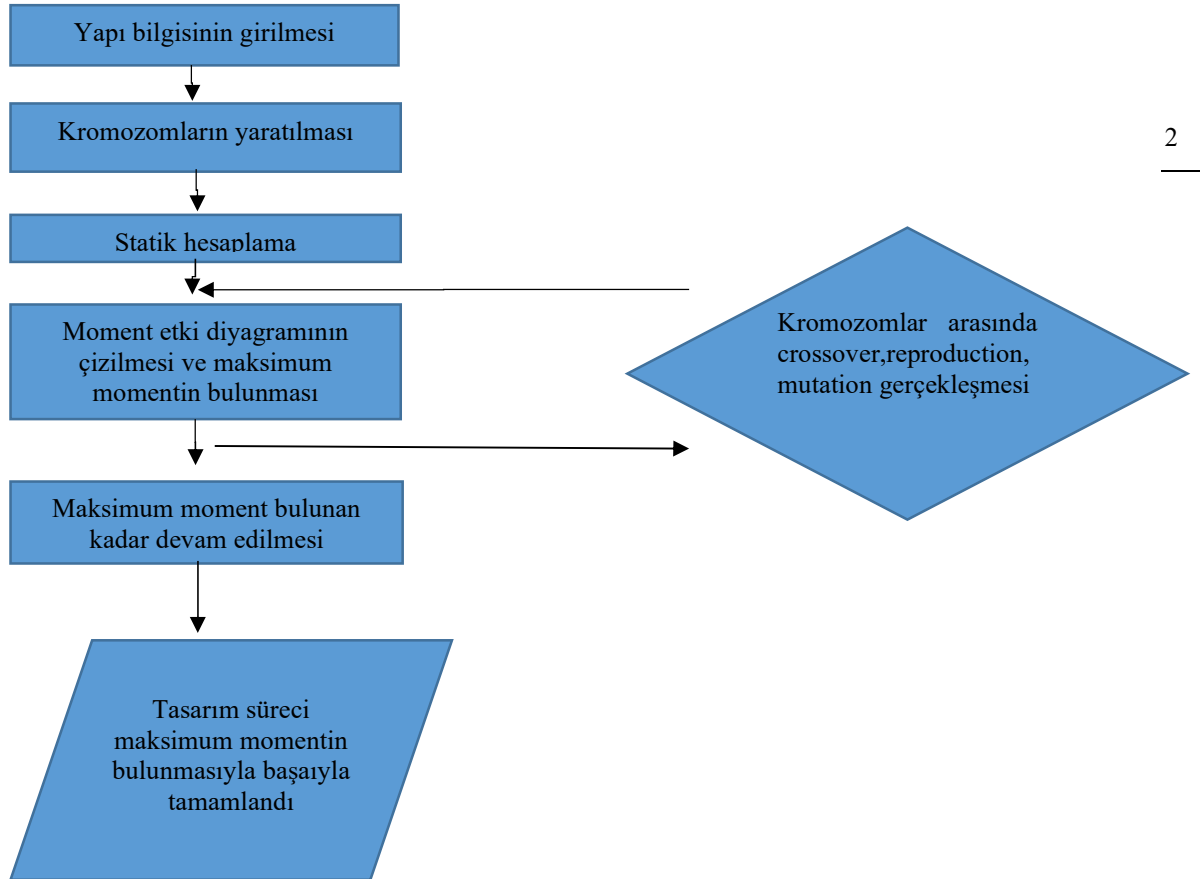
Earthquake,
Structures Design,
Genetic algorithm,
Artificial Intelligence

Özet

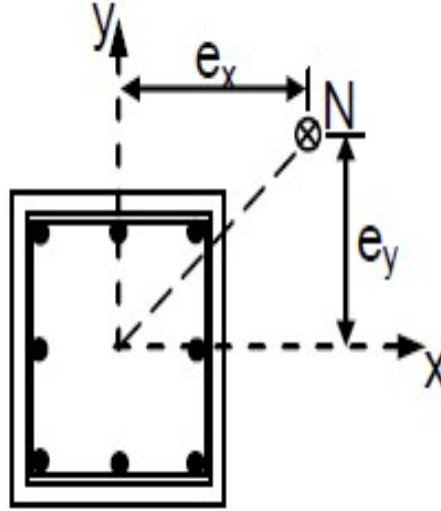
Yerkabuğundaki kırılmalar sebebiyle oluşan titreşimlerin dalgalar halinde yayılması sonucu geçtikleri ortam ve yer yüzeylerini sarsacak etkiler oluşturmalarına deprem adı verilmektedir. Depremi ne zaman meydana geleceği konusu önemli çalışmalara konu olmuş olsa da gerçekleşeceği vakit günümüzde tam olarak belirlenememiş, bu durum nedeniyle deprem etkilerinin önüne geçmek kolay değildir. Bu sebeple, deprem yapı tasarımında en önemli yük parametrelerinden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında, yapıya etkileyecek depremin belirli açılarla gelmesi durumunda, yapısal çözümlerden elde edilen moment diyagramından kolona gelecek maksimum momentin bulunması, bulunan bu değer doğrultusunda tasarım yapılması hedeflenmektedir. Yazılmış yapısal kodlar öngörülemez durumlardaki yük kombinasyonlarının olabildiğince dikkate alınmasını sağlayarak yapılarda can ve mal güvenliğinin sağlayabilmektedir.

1 GİRİŞ

Yerkabuğu içindeki levhalar arasında değişik şekillerde meydana gelen hareketlere ve sonucunda levhaların kırılmasına bağlı olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılırken geçtikleri ortam ve yer yüzeyinde yaptığı sarsma olayına deprem denilmektedir. Dünyanın oluşumundan bu yana küçük, orta ve büyük ölçekli depremler meydana gelmekte ve bunların sonucunda can kayıpları olmuş, maddi hasarlar meydana gelmiş, insanları dolaylı ve dolaysız olarak etkilemiştir. Ülkemiz coğrafi konumundan dolayı deprem kuşaklarından birisinde yer almaktadır ve yüzölçümümüzün %92'sinin deprem bölgesinde olduğu, nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ayrıca sanayi merkezlerinin %95'i deprem tehlikesiyle yüz yüzedir (URL-1, tarih yok). Bu durumun farklı sebepleri olmakla beraber en başta depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunda eksikliklerin olmasından kaynaklanmaktadır. Yapılan yanlış veya eksik tasarımlardan dolayı deprem anında yapılarımız göçmekte ve içerisinde yaşayan insanlar bu göçmelerden dolayı zarar görmektedir. Deprem anında yıkılan yapılar hem can hem de mal kaybına neden olmasının yanında ülke ekonomisini de etkilemektedir (Özmen & Sayın, 2021). Yapılar deprem yönetmeliklerine uygun şekilde tasarlanmasına rağmen hala depreme dayanıklı yapı konusunda eksikliklerimiz ve yanlışlarımız bulunmaktadır. Bu konu sadece tasarım hatasından dolayı meydana gelmemekle beraber yapı denetimi vb. gibi nedenler de bu soruna yol açmaktadır.

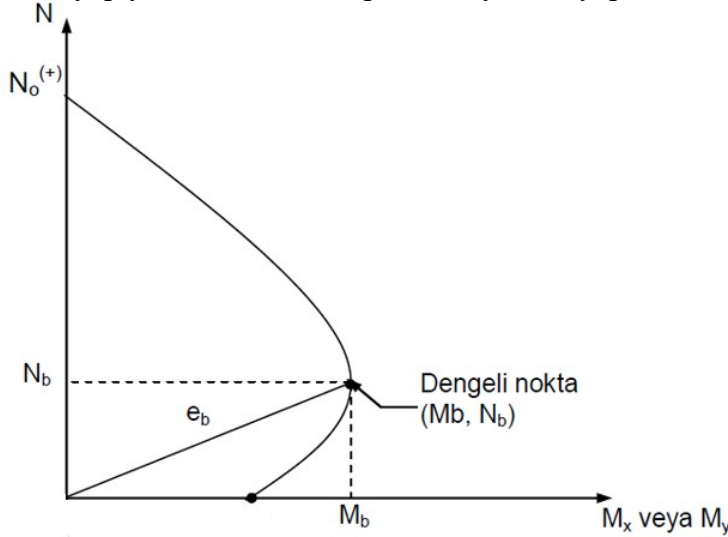


Şekil 1. Çalışma algoritmasını özetleyen akış şeması



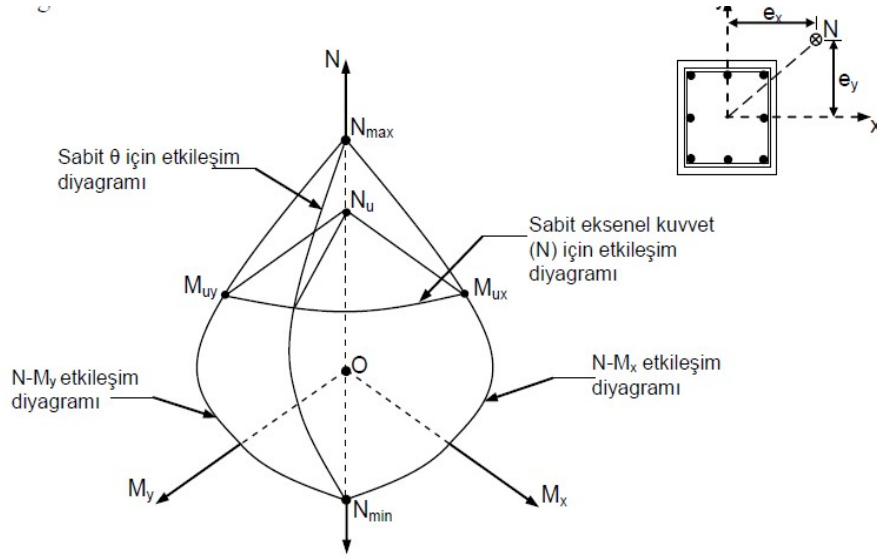
Şekil 2. Kolona ait eksantrisite gösterimleri (Dündar & Tokgöz, 2010)

Konutlar, okullar, hastane, emniyet birimleri yapıları ve kamu kurumları gibi hayati önem arz eden yapıların deprem anında işleyişini etkileyecek düzeyde hasar almaması gerekir ve deprem sonrasında da faaliyetlerine aktif olarak devam etmesi gerekmektedir. Bina önem katsayısı büyük olan yapıların tasarımı gerçekleştirilirken deprem gibi önemli bir etkinin görmezden gelinmemesi ve daha dikkatli olunması gerekmektedir. Maalesef ki günümüzde deprem anında konutların yanında önemli kamu yapılarında hasar oluştuğu görülmekte ve bu durum deprem anı sonrası olumsuz koordinasyon ve hizmet eksikliğine neden olmaktadır. Bunun temel nedeni ise yanlış tasarım olarak karşımıza çıkmaktadır. TBDY 2018 (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği) 'e göre deprem kuvvetleri 0, 45 ve 90 gibi açılarla tasarımı gerçekleştirilen yapıya etkittirilerek depreme dayanıklı yapı tasarımı yapılmaktadır.



Şekil 3. İki boyutlu moment diyagramı (Dündar & Tokgöz, 2010)

Ne yazık ki depremin ne zaman, nerede, kaç büyüklüğünde meydana geleceği vb. gibi soruların cevabı tam olarak bilinemediğinden dolayı yapılmış olan tasarımların her ne kadar yönetmeliğe uygun olsa da gerçek depreme karşı tam anlamıyla karşı koyabilecek bir tasarım olup olmadığı bilinmemektedir. Bunun yanı sıra yapılardaki açıklıkların yük durumuna göre yük kombinasyonlarından, hangi kombinasyonda maksimum moment ve normal kuvvet değerleri elde edileceği, henüz uygulanmadığından dolayı yanlış veya eksik tasarımlar ortaya çıkmakta buna bağlı olarak da yapılarımız zarar görebilmektedir. Yapıların daha güvenli tase

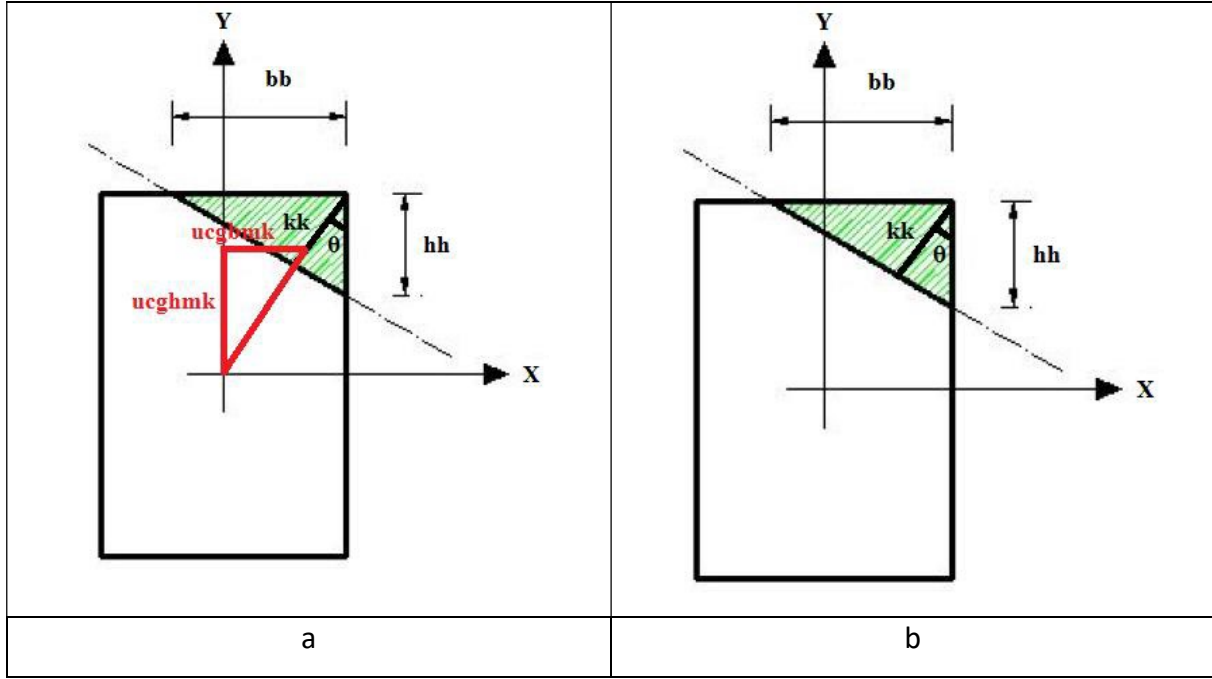


Şekil 4. Üç boyutlu moment etki diyagramı (Dündar & Tokgöz, 2010)

çıkmakta, buna bağlı olarak da yapılarımız zarar görebilmektedir. Yapıların tasarımının daha güvenli hale getirebilmek için depremin etki yönünü tasarım esnasında herhangi bir açıyla etkileyebileceğini düşünerek tasarım aşamasında deprem yüklerini bu şekilde etkilemek gerekmektedir, aynı zamanda açıklıkların yük kombinasyonu ile beraber analiz yaparak oluşacak maksimum moment ve normal kuvvet değerlerini göz önünde bulundurarak tasarımı bu şekilde yapılması gerekmektedir. Tasarım aşamasında bu hesaba göre yapılan analizler sonucunda kolonlara gelebilecek maksimum moment ve normal kuvvet değerlerini, 3 boyutlu moment etki diyagramından elde edilen ilgili kolonun taşıyabileceği maksimum moment ve normal kuvvet değerleriyle kıyaslamak gerekmektedir. Böylelikle tasarım yapılırken en güvensiz olduğu düşünülen senaryo dikkate alındığından can ve mal güvenliği sağlanmış olur. Bu çalışma kapsamında da kolonlara ait üç boyutlu moment etki diyagramı ve gelen farklı yük kombinasyonlarına göre elde edilen iç kuvvetler kullanılmıştır.

2 YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında kolonların maruz kaldığı maksimum moment ve normal kuvvet değerlerini bulmak amacıyla yapay zeka yardımıyla farklı yük durumları göz önünde bulundurularak farklı kombinasyonların oluşturulması sağlanmıştır. Yapay zeka kapsamına giren genetik algoritma sistemi sayesinde sistemde ilk başta bazı yükler belirlenmiş ve kromozomlar oluşturulmuştur (Forest, 1993). Oluşturulan bu kromozomlar analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre elde edilen en yüksek değerlerin olduğu kromozomlar kendi aralarında crossover, reproduction ve mutation yapılarak yeni nesil kromozomların oluşturulması sağlanmıştır. Yeni oluşan kromozomlarda analiz edilerek elde edilmiş olan bu veriler ışığında yine maksimum değerleri oluşturan kromozomlar arasında crossover, reproduction ve mutation yapılmak suretiyle bu işlemler tekrarlanarak en sonunda kolonların maruz kaldıkları maksimum moment ve normal kuvvet değerleri elde edilene kadar sürdürülmüştür. Son nesilden de elde edilen değerler sonucunda her kolonun maruz kalabileceği maksimum moment değerleri bulunmuştur. Oluşturulan sistemin akış şeması Şekil 1 de verilmiştir. Bu değerler kolonun maruz kalabileceği maksimum değerleri ifade ettiğinden dolayı elde edilen bu değerler sistem içerisinde analiz edilerek kolonlarda maksimum moment ve normal kuvvet değerleri elde edilinceye kadar analizler devam etmiştir. Bu analizler sırasında kolon için oluşturulmuş olan üç boyutlu moment etki diyagramı sayesinde gelecek olan maksimum değerlerin güvenli tarafta kalıp kalmayacağı



Şekil 6. Durum 1'e ait kolondaki çekme ve basınç bölgeleri (Ayabakan, 2018)

çekme bölgelerinin değişimine göre farklı normal kuvvet ve moment değerleri elde edilerek diyagram oluşturulur. Eksantrisite de elde edilen değerlere göre farklılık göstermektedir. Şekil 2'de kolona ait eksantrisite durumları gösterilmiştir. Şekil 2'de de görüldüğü gibi kolonlar farklı eksantrisite durumlarına maruz kalmaktadır. Bu durumdan dolayı farklı moment ve normal kuvvet değerleri elde edilmektedir. Şekil 3'te bir kolona ait 2 boyutlu moment etki diyagramı görülmektedir. Diyagramda y eksenini normal kuvvet değerlerinden oluşurken x eksenini ise moment değerlerinden oluşmaktadır. Bu değerlerin farklı oldukları durumlarda ise eksantrisite değişmektedir.

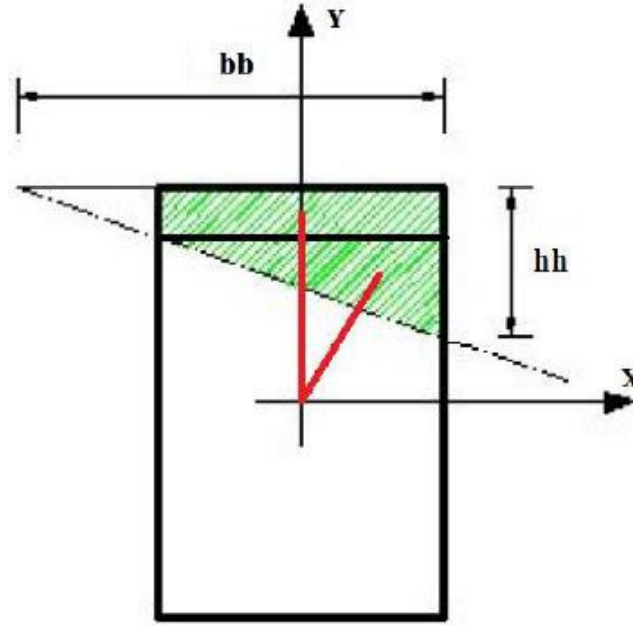
2.2.1 Diyagramın Çizilmesindeki Yöntem

Diyagramın çizilmesinde şu işlemler takip edilir. İşlem sırası şu sıralamaya göre yapılır;

- Denge noktası bulunur.
- Kolonun hiç moment etkimeydiği düşünülerek tüm kolon için maksimum normal kuvvet hesaplanır.
- Kolonun hiç normal kuvvet taşımadığı düşünülerek maksimum moment hesabı yapılır.
- Ara kısımların doldurulması için bir değişken c sayısı atanır ve c sayısının değeri için normal kuvvet ve moment değerleri hesaplanır ve böylece iki boyutlu moment etki diyagramı çizilir.

2.3 Üç Boyutlu Moment Etki Diyagramı

Şekil 4'de üç boyutlu moment etki diyagramına ait bir şekil yer almaktadır. İki boyutlu diyagramda olduğu gibi y eksenini normal kuvvet değerlerini, x eksenini ise moment değerlerini göstermektedir. Üç boyutlu moment etki diyagramının çiziminde farklı yöntem ve kabul edilmiş yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında diyagramın çizimi kolonun merkezi sabit tutularak kolonun kenarlarının belirli bir yönde sırasıyla belirli açılarla döndürülmesi sonucu oluşan geometriye göre yapılmıştır. Dönme açıları 1'er derece artacak



Şekil 7. Durum 2'ye ait kolondaki çekme ve basınç bölgeleri (Ayabakan, 2018)

şekilde 0 dereceden 90 dereceye ulaşmaya kadar her açı için uygulanmıştır. Her açı değerinde karşımıza çıkan yeni denge noktaları ve bu yeni denge noktalarına göre her açıyla beraber değişen donatıların merkeze ve denge noktasına olan uzaklıkları ve bunların sonucu yeni oluşan basınç ve çekme bölgeleri belirlenerek yeni değerler elde edilmiştir. Bu çalışmadaki en temel amacımız kolonun taşıyabileceği maksimum moment ve normal kuvvet değerlerini elde etmek olduğu için bu diyagramın detaylı olarak çizilmesi gerekmektedir.

2.3.1. Diyagramın Çiziminde Kullanılan Yöntem

2.3.1.1 Geometrik Yöntem

Çift eksenli eğilme ve eksenel yük altında kalan dikdörtgen betonarme bir kolon kesiti seçilmiştir. Bu yöntemin uygulamasında yapılan iterasyonlarla **Denk. 1**'e göre doğru denklemleri oluşturulmuş alan ve uzunluk hesapları ona bağlı olarak yapılmıştır.

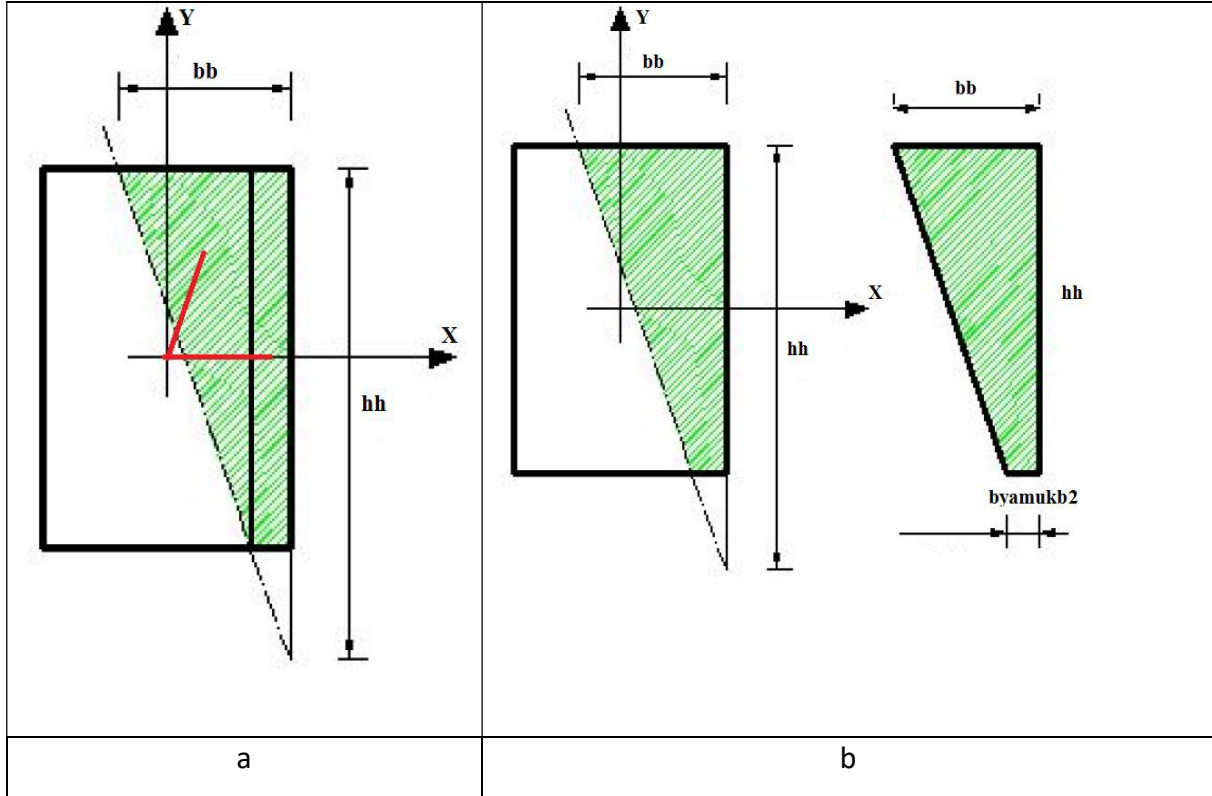
$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1 \quad (1)$$

Kolonun dönem açılarına göre 1 numaralı denkleme göre doğru denklemleri oluşturulmuş ve donatıların tarafsız eksene olan uzaklık değerleri bu şekilde bulunmuş ve işlemler bu uzaklık değerleri üzerinden yapılmıştır.

- **Durum 1**

İlk durumda belirli bir açı ile dönmüş olan kolonumuzda öncelikle bulunması gereken değerler vardır ve bu durumda sadece belli bir mesafe için işlemler ve denklemler çıkarılır:

- ✓ Köşe noktaların simetri merkezine (tarafsız eksene) olan mesafesi $t(i)$ değerinin bulunmasındaki amaç, gerekli alan ve uzunluk hesaplarında, sigma değerlerinin bulunmasında gerekli olan formülasyonu yapmaktır.
- ✓ Donatıların tarafsız eksene olan uzaklıkları $(x(i))$, hesaplarda donatıların basınç, çekme veya tarafsız olduğuna karar vermede kullanılır.
- ✓ Gerekli olan denge merkezinin bulunması şeklinde sıralanmıştır.



Şekil 8. Durum 3'e ait kolondaki çekme ve basınç bölgeleri (Ayabakan, 2018)

Bulunan değerlerden yola çıkarak değişen değerlere göre alan ve gerilme değerinin bulunması sırası ile şöyledir; Bulunan değerlere göre farklı alanların (üçgen, dikdörtgen, beşgen veya altıgen) bulunması ve betonun karşılayacağı basınç kuvvetinin bulunmasıdır. Sonra sırası ile her donatı için basınç ve ya çekmeye çalıştığının kararı ve gerilme değerlerinin bulunması **Denk. 2**'de verilen formül ile gerçekleştirilmiştir;

$$y - (((h/2 - c / \cot b(f)) * (b/2 + (h/2 - c / \cos b(f)) * \cot b(f))) / (h/2 - c / \cos b(f))) - x * \tan b(f)$$

$$\tan b(f) * ((b/2) + (h * \cot b(f) / 2) - (c * \cot b(f) / \cos b(f))) = 0 \quad (2)$$

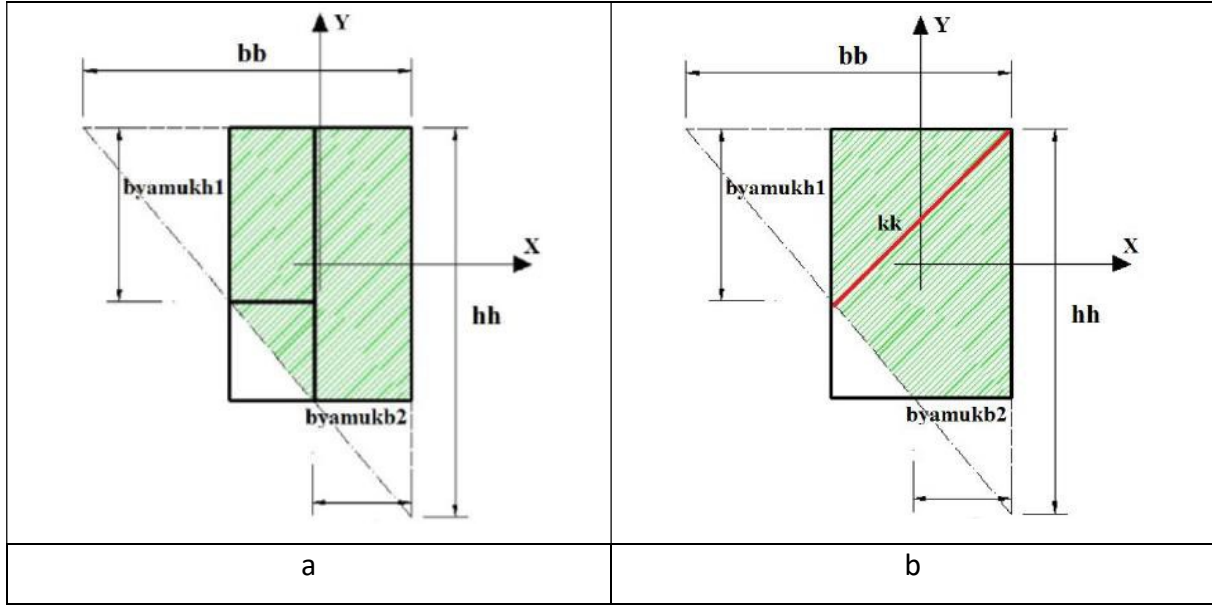
- **Durum 2**

İkinci, durumda ise basınç bölgesinin kolonun köşe noktasından daha ileri geçtiği durum göz önüne alınıp sadece belirli bir mesafe için gerekli işlemler yapılmış ve uzaklık değerleri bulunmuştur. **Denk. 3**'ün uygulanması için yazılım programına sınır şartlar atanmış ve bu sınırlar arasında bu formül uygulanmıştır. Uzaklık değerlerini bulma işlemleri sırasında **Denk. 3**'e verilen formüle göre işlemler yapılmış olup gerekli değerler bu işlemlerden sonra elde edilmiştir.

$$c > ((\sin b(f) * b) / 2) \&\& c < (h * \cos b(f) / 2)$$

$$y - h/2 + ((c - (b * \sin b(f)) / 2) / 2) - x * \tan b(f) - \tan b(f) * (b/2 + (h/2 - \cos b(f)) * \cot b(f)) = 0$$

(3)



Şekil 9. Durum 4'e ait kolondaki çekme ve basınç bölgeleri (Ayabakan, 2018)

- **Durum 3**

Üçüncü durumda ise yine değişen basınç bölgesine uygun olarak **Denk. 4'**de verilen formül uygulanmıştır. Denkleme göre gerekli işlemler sonucunda hesaplarda kullanılacak olan değerler elde edilmiştir.

$$y + ((c - t)/\sin b(f)) * \tan b(f) - \tan b(f) * x + \tan b(f) * ((c - t)/\sin b(f)) \quad (4)$$

- **Durum 4**

Dördüncü durumda ise değişen mesafe ve açığa bağlı olarak **Denk. 5'**te verilen formül uygulanmıştır. **Denk. 5'**de verilen formüle göre basınç bölgesinin değişimine göre farklı uzaklık değerleri elde edilmiş ve bu değerlere bağlı olarak işlem gerçekleştirilmiştir.

$$y + ((c - t)/\sin b(f)) * \tan b(f) - \tan b(f) * x + \tan b(f) * ((c - t)/\sin b(f)) \quad (5)$$

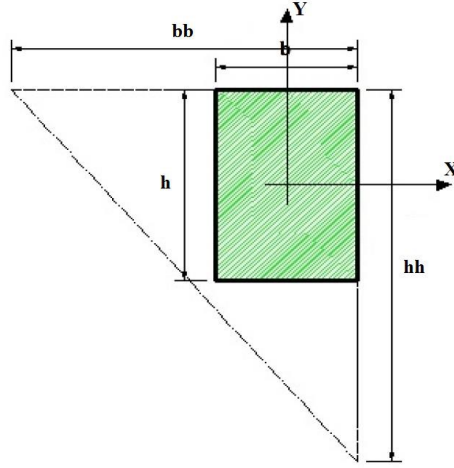
- **Durum 5**

Son durumda da tüm kolonun basınç bölgesi olduğu varsayılarak işlemler buna göre yapılmıştır.

3 Sonuçlar ve Tartışma

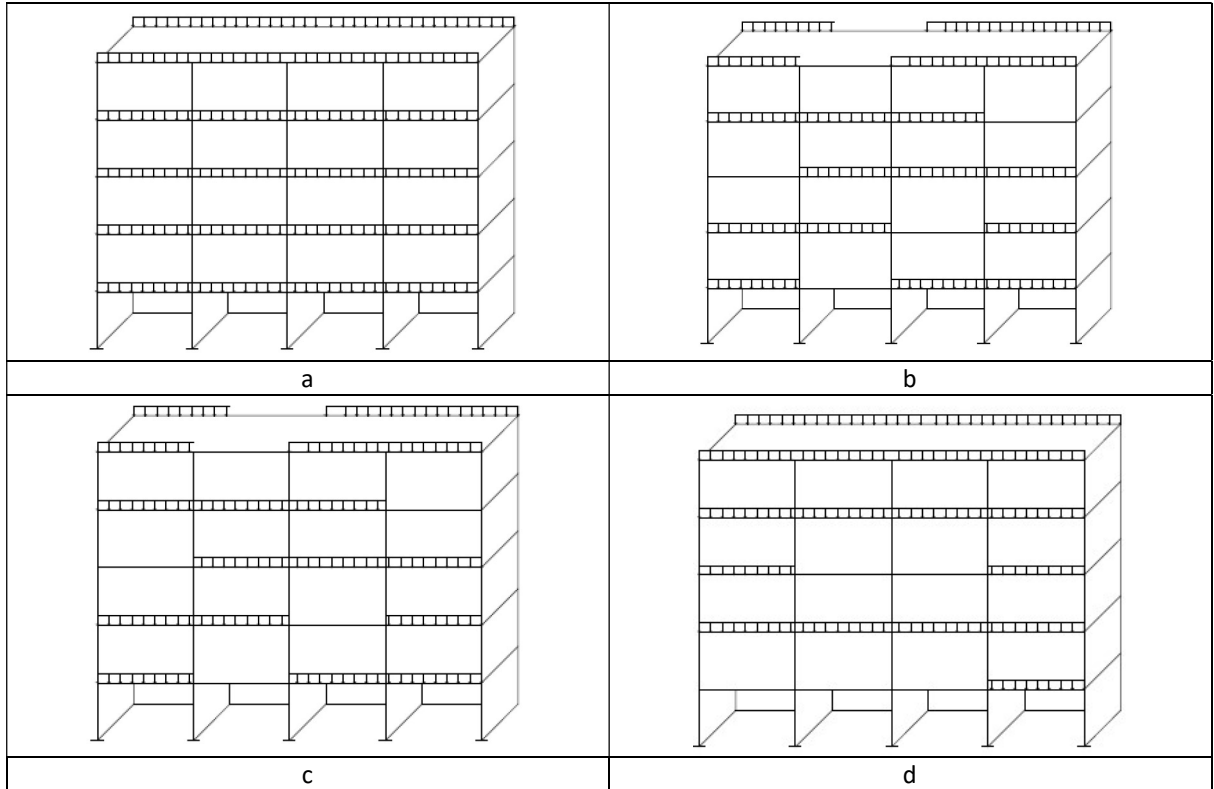
3.1 Sonuçlar

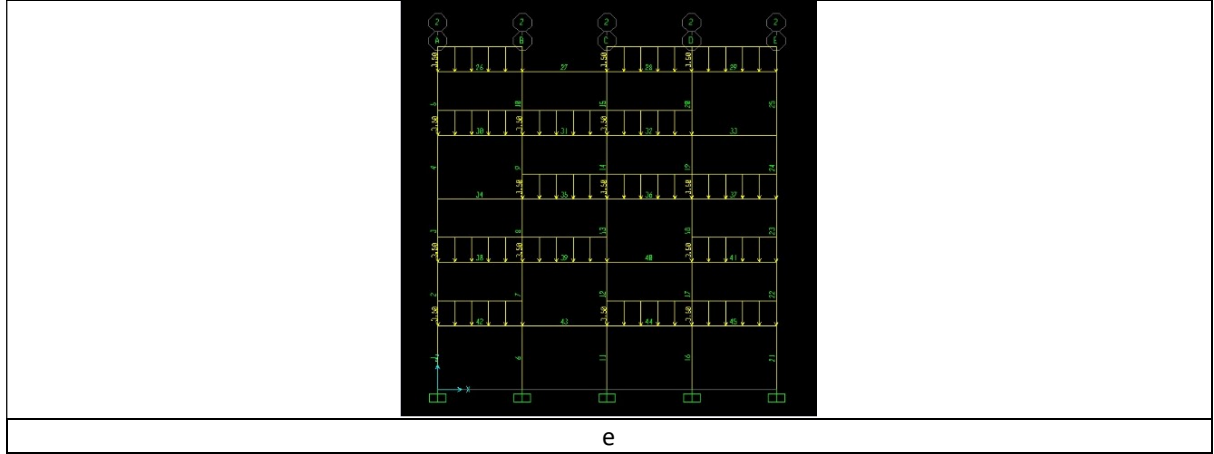
Çalışma kapsamında iki ve üç boyutlu moment etki diyagramları geometrik yöntem kullanılarak Matlab yazılım dilinde oluşturulmuştur. Daha sonrasında Matlab yardımıyla asal yönde dört açıklıkla oluşturulmuş sistem için ilk kromozomlar oluşturulmuştur. İlk kromozomlar SAP2000 sonlu eleman paket programında oluşturulan sistem için analiz edilerek kolonun maruz kaldığı normal kuvvet ve moment değerleri elde edilmiştir. Bu değerler kolonlar için oluşturulan diyagramla eşleştirilmiş ve kolonun taşıma gücüne ulaşip ulaşmadığı kontrol edilmiştir. Taşıma gücünü geçen değerlerin varlığı kontrol edilip daha sonrasında en yüksek değer elde edilen kromozomlar arasında crossover, nutation ve reproduction yapılarak daha yüksek değerlerin elde edileceği kombinasyonlar oluşturulmak



Şekil 10. Durum 5'e ait tüm kolunun basınca çalıştığı durum (Ayabakan, 2018)

istenmiştir. Buradaki asıl amaç, yüksek değerler elde edilen kromozomların kendi arasında yeniden kombinasyon edilip, daha yüksek değerleri elde edebilecek olan yeni kromozomlar üretilmek istenmesidir. Bu döngü her seferinde tekrarlanıp elde edilen değerlere göre yeni kromozomların oluşturulması sağlanmış ve bunun sonucunda kolunun maruz kalabileceği maksimum değerler elde edilmiştir. Çalışmanın amacına uygun olarak yapılan analizlerde Şekil 11' de görülen referans olarak seçilen yapı sistemleri analiz edilmiş ve değerler elde edilerek farklı kombinasyon durumunda farklı değerlerin elde edilebileceği **Tablo 1** 'de ki değerler sayesinde görülmüştür.

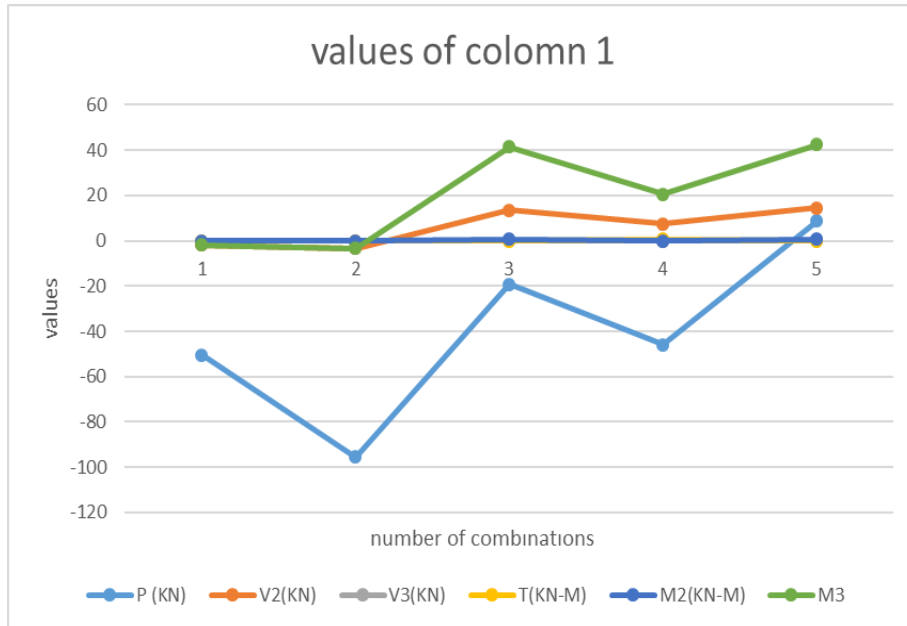




Şekil 11. Farklı açıklık yükleme durumları

Tablo 1'de yapılan analizler sonucu, 5 farklı kombinasyon kullanılarak elde edilmiş olan değerler görülmektedir. Buradaki yapı elemanları analiz sonucu rastgele seçilmiş olup değerler arasındaki farklılıkların olup olmadığı kontrol edilmek istenmiştir. Seçilen 3 kolon için normal kuvveti, kesme kuvveti ve moment değerleri elde edilmiştir. Her kombinasyon için elde edilen değerler ilk analizden itibaren kromozomlar arasında yapılan crossover, mutation ve reproduction sonucu oluşan yapı sisteminde farklı yükleme durumları için elde edilmiştir. Tablodaki değerlerden de görüldüğü gibi her yükleme için değerler diğer kombinasyon durumundan farklı olarak elde edilmiştir.

3.2 Tartışma



Şekil 12. Kolon 1'e ait iç kuvvet değerleri

Yapı sistemine ait 1 numaralı yapı elemanının beş farklı kombinasyon sonucunda normal kuvvet, kesme kuvveti ve moment değerlerinin her kombinasyona ait değerleri Şekil 12'te görülmektedir. Şekildeki değerlerden de anlaşılacağı gibi her kombinasyonda değerler diğer kombinasyonlardan farklı değerler almıştır. Normal kuvvet değeri açısından bakılacak

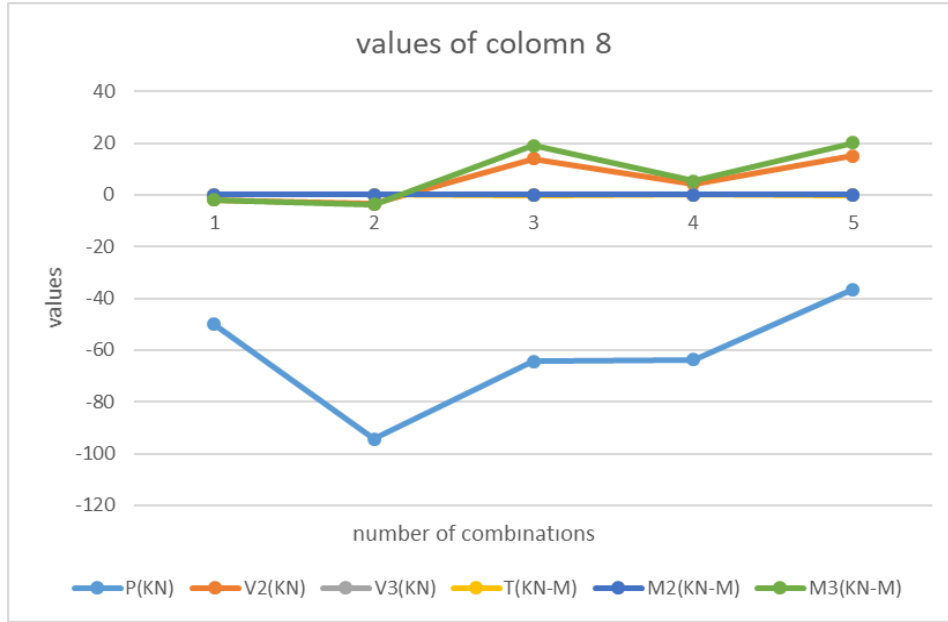
olursa, en yüksek ikinci kombinasyondan elde edilmiştir. En düşük normal kuvvet değeri ise beşinci kombinasyondan elde edilmiştir. Moment açısından bakılacak olursa en yüksek M3 değeri beşinci kombinasyona aitken en düşük değer ise birinci kombinasyondan elde edilmiştir. Kesme kuvveti olarak en yüksek değer üçüncü kombinasyonda gerçekleşmiş olup en düşük değer ise birinci kombinasyonda gerçekleşmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı gibi kolonun maruz kaldığı maksimum değerler farklı kombinasyonda gerçekleşip hepsi aynı kombinasyonda gerçekleşmemiştir. Bu nedenler bu çalışma kapsamında, tasarım aşaması için gerekli olan değerler farklı kombinasyonlardan elde edilen maksimum değerler kullanılmıştır.

Tablo 1. Yapı sisteminden rastgele seçilmiş olan elamanlara ait farklı kombinasyon durumlarındaki farklı değerler

Frame	OutputCase	P (KN)	V2(KN)	V3(KN)	T (KN-m)	M2(KN-m)	M3(KN-m)
1	COMB1	-50,537	-1,732	-1,2E-16	5,8E-17	-3,7E-16	-1,7384
1	COMB2	-95,459	-3,271	-1,1E-16	3,57E-17	-3,3E-16	-3,2836
1	COMB3	-19,261	13,485	0,238	-0,0972	0,7128	41,5813
1	COMB4	-45,881	7,565	-0,00244	0,7292	-0,0047	20,5582
1	COMB5	8,816	14,447	0,238	-0,0972	0,7128	42,547
8	COMB1	-49,991	-1,869	9,14E-17	2,94E-17	-9E-17	-1,9562
8	COMB2	-94,427	-3,531	1,53E-16	-2,6E-17	-1,2E-16	-3,695
8	COMB3	-64,384	14,008	0,082	-0,1487	0,1068	19,1119
8	COMB4	-63,603	4,222	0,000101	-0,0304	0,000107	5,2927
8	COMB5	-36,611	15,046	0,082	-0,1487	0,1068	20,1986
136	COMB1	1,513	-12,71	5,73E-18	-5,2E-18	1,56E-17	-8,2607
136	COMB2	2,859	-24,02	-1,6E-18	2,42E-18	3,61E-19	-15,604
136	COMB3	-2,806	-5,206	-0,012	0,0212	-0,0288	11,8232
136	COMB4	-0,051	-10,88	-0,189	0,000237	-0,5574	0,2439
136	COMB5	-3,647	1,858	-0,012	0,0212	-0,0288	16,4125

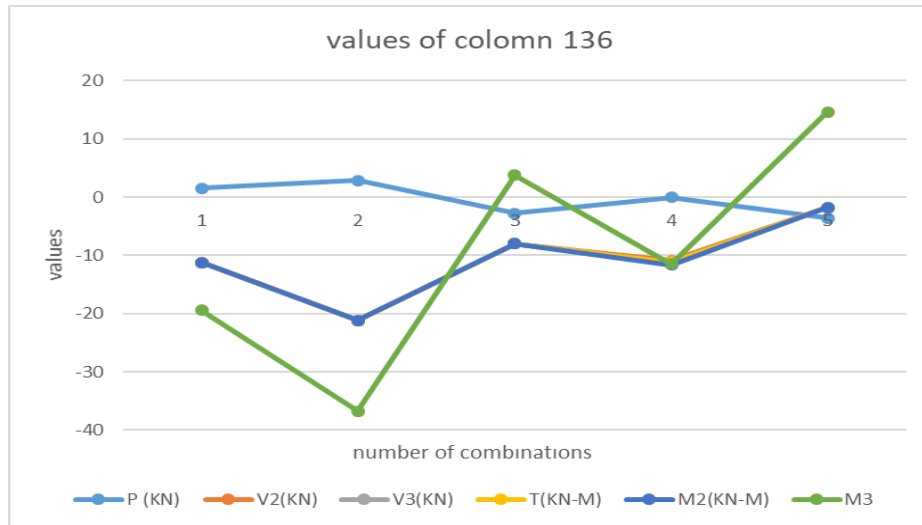
Yapı sistemine ait 8 numaralı yapı elamanı olan kolona ait 5 farklı kombinasyon sonucunda elde edilmiş olan değerler **Şekil 13**'te görülmektedir. **Şekil 13**'te ki değerlerden de anlaşılacağı gibi her kombinasyonda farklı değerler elde edilmiştir. Moment açısından bakılacak olursa, en yüksek M3 değeri beşinci kombinasyona ait olup en düşük değer ise birinci kombinasyondan elde edilmiştir. Normal kuvvet değeri arasında en yüksek değer ikinci kombinasyona ait olup en düşük değer ise beşinci kombinasyondan elde edilmiştir. Kesme kuvvetleri arasında ise en yüksek beşinci kombinasyondan elde edilirken en düşük

değer birinci kombinasyondan elde edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre bu kolon için tasarım aşasında moment ve normal kuvvet değerleri için farklı kombinasyonlardan elde edilen değerlerin kullanılması gerekmektedir. Çünkü en yüksek değerlerin elde edildiği kombinasyonlar farklıdır.



Şekil 13. Kolon 8'e ait iç kuvvet değerleri

Yapı sistemine ait 136 numaralı yapı elamanına ait normal kuvvet, kesme kuvveti ve moment değerleri Şekil 14'de görülmektedir. Şekil 14'de ki değerlere göre maksimum değerler farklı kombinasyonlar sayesinde elde edilmiştir. Şekil 14'de ki moment(M3) değerlerine göre en yüksek değer ikinci kombinasyonda elde edilmiş olup en düşük değer ise dördüncü kombinasyona aittir. Moment(M2) değerleri açısından incelenecek olursa, en yüksek değer ikinci kombinasyona ait iken, en düşük değer beşinci kombinasyondan elde edilmiştir. Normal kuvvet değerleri arasında ise en yüksek değer beşinci kombinasyona ait iken en düşük değer ise dördüncü kombinasyondan elde edilmiştir. Bu yapı elamanı için M3 moment değeri olarak ikinci kombinasyondan elde edilen değeri kullanılmıştır. Normal kuvvet için ise



Şekil 14. Kolon 136'ya ait iç kuvvet değerleri

beşinci kombinasyona ait değerler kullanılmıştır. Kullanılacak olan bu değerler ayrıca elde edilen 3 boyutlu moment etki diyagramındaki değerlerle karşılaştırılıp sınır değerler arasında olup olmadığı da karşılaştırılmıştır.

4 SONUÇLAR

- Tasarım aşamasında kullanılacak olan normal kuvvet değerleri her kombinasyon için elde edilmiş ve en yüksek değer elde edildiği kombinasyonun tasarım kombinasyonu olarak kullanılmasının doğru olacağı görülmüştür.
- Tasarımda kullanılacak olan moment değerleri için farklı kombinasyonlardan elde edilecek olan değerler kıyaslanıp en yüksek değer kullanılması doğru olduğu görülmüştür.
- Farklı kombinasyonlar sonucu elde edilen değerlerin oluşturulan üç boyutlu moment etki diyagramı değerleri ile kıyaslanması ve bulunan değerlerin sınır değerler içerisinde kalıp kalamayacağını kontrol edilmesi gerektiği görülmüştür.
- Bu sistematik analiz ve sonuç döngüsünün her yapı sisteminde tasarım aşamasında kullanılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

REFERANSLAR

Ayabakan, A. H. (2018). Betonarme Kolonlarda Eksenel Kuvvet-Moment Etkileşim Diyagramlarının C# İle Programlanması.

Dündar, C., & Tokgöz, S. (2010). Betonarme Kolonların Normal Kuvvet Moment Etkileşim Diyagramları. Ç.Ü.Müh.Mim.Fak.Dergisi, 59-71.

Forest, S. (1993). Genetic Algorithms.

Özmen, A., & Sayın, E. (2021). Deprem Etkisinde Çok Katlı Betonarme Bir Binanın TDY-2007 ve TBDY-2018 Deprem. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 124-133.

URL-1. (tarih yok). T.C. İçişleri Bakanlığı. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı: <https://deprem.afad.gov.tr/> adresinden alındı.

Matlab, (1999). Mathworks Inc, MATLAB User Guide, Natick, MA.

SAP2000, (2008). Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures, Computers and Structures Inc, Berkeley, California, USA.

TBDY, 2018. Deprem Etkisi Altında Binaların Tasarımı İçin Esaslar, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği.