



**ÇOK KATLI YAPI ÇERÇEVELERİNDE KOLONLAR İÇİN KRİTİK YÜK  
KOMBİNASYONLARININ BELİRLENMESİNDE GENETİK ALGORİTMA  
YAKLAŞIMI**

**Atilla HASDEMİR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EYLÜL 2021**

## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Atilla HASDEMİR

20/09/2021

ÇOK KATLI YAPI ÇERÇEVELERİNDE KOLONLAR İÇİN KRİTİK YÜK  
KOMBİNASYONLARININ BELİRLENMESİNDE GENETİK ALGORİTMA

YAKLAŞIMI

(Yüksek Lisans Tezi)

Atilla HASDEMİR

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eylül 2021

ÖZET

Genetik Algoritma, bilgisayar üzerinde evrim teorisinin simülasyonu şeklinde kullanılan bir yöntemdir. Yapay zekâ uygulamalarının bir parçasıdır. Genetik algoritmanın inşaat mühendisliği uygulamalarında kullanımı henüz yeterince yaygınlaşmamıştır. Genetik algoritma, rastgele seçilen bireylerin başarı sıralamasına göre dizilip bireyleri oluşturan kromozomların değiştirilmeleri ile önceki bireylerin temel özelliklerini taşıyan yeni bireylerin oluşturulması ve bu işlemin ardışık olarak yeterli yaklaşım sağlanıncaya kadar devam ettirilmesi esasına dayanır. Bu yöntem ile bir çeşit sanal doğal seleksiyon oluşturulur. Oluşturulan doğal seleksiyon, doğal topluluklara benzer şekilde, bilgisayar hafızasına depo edilmiş kromozomlar üzerinde icra edilmektedir. Bu sunumda, genetik algoritma tekniği kullanılarak çok katlı yapılarda farklı hareketli yük kombinasyonları altında elde edilen farklı normal kuvvet-moment kombinasyonlarının kritik olanını bulmak amaçlanmıştır. Yapılan çalışmanın karşılaştırılabileceği herhangi bir analitik metot olmadığı için önce algoritmanın genel olarak doğru sonuçlar verdiği gösterilmiş ve çalışmanın altyapısı olarak aktarılmıştır.

Bilim Kodu : 91114  
Anahtar Kelimeler : Genetik algoritma, Gen, Kromozom, Hareketli yük, Tesir çizgileri, Yapay Zekâ, Yük Kombinasyonları  
Sayfa Adedi : 83  
Danışman : Prof. Dr. Abdussamet ARSLAN

A GENETIC ALGORITHM APPROXIMATION ON THE DETERMINATION OF  
MAXIMUM SECTION MOMENTS IN MULTI STOREY BUILDING FRAMES

(M. Sc. Thesis)

Atila HASDEMİR

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

September 2021

ABSTRACT

Genetic Algorithm is a method used in the form of simulation of the theory of evolution on a computer. It is part of artificial intelligence applications. The use of genetic algorithms in civil engineering applications has not yet become widespread. The genetic algorithm is based on the principle of arranging randomly selected individuals according to the success order and changing the chromosomes that make up the individuals, creating new individuals with the basic characteristics of the ancestors, and continuing this process sequentially until an adequate approach is provided. With this method, a kind of virtual natural selection is created. The generated natural selection is performed on chromosomes stored in computer memory, similar to natural populations. In this text, it is aimed to find the critical one of the different normal force-moment combinations obtained under different live load combinations in multi-storey structures using genetic algorithm technique. Since there is no analytical method with which the study can be compared, it was first shown that the algorithm gave correct results in general and it was transferred as the infrastructure of the study.

|              |                                                                                                               |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Science Code | : 91114                                                                                                       |
| Key Words    | : Genetic algorithm, Gene, Chromosome, Live load, Influence line, Artificial Intelligence, Load Combinations. |
| Page Number  | : 83                                                                                                          |
| Supervisor   | : Prof. Dr. Abdussamet ARSLAN                                                                                 |

## TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında gerekli yardımlarını ve sabrını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Abdussamet ARSLAN' a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.



## İÇİNDEKİLER

|                                                                                               | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET .....                                                                                    | iv    |
| ABSTRACT.....                                                                                 | v     |
| TEŞEKKÜR.....                                                                                 | vi    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                             | vii   |
| ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....                                                                     | x     |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....                                                                       | xi    |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                                                  | xiv   |
| 1. GİRİŞ.....                                                                                 | 1     |
| 2. GENETİK ALGORİTMA .....                                                                    | 7     |
| 2.1. Giriş.....                                                                               | 7     |
| 2.2. Genetik Algoritmanın Tarihine Kısa Bir Bakış .....                                       | 9     |
| 2.3. Genetik Algoritmanın Temel Prensipleri .....                                             | 10    |
| 2.4. Genetik Algoritma Her Zaman Başarılı Sonuçlar Verir Mi? .....                            | 11    |
| 2.5. Genetik Algoritmanın Üstünlükleri.....                                                   | 11    |
| 2.6. Genler ve Kromozomların Tanımlanması.....                                                | 12    |
| 2.7. Popülasyonun Tanımlanması .....                                                          | 13    |
| 2.8. Sıralama.....                                                                            | 13    |
| 2.9. Çaprazlama.....                                                                          | 14    |
| 2.10. Mutasyon.....                                                                           | 15    |
| 3. KOLON KRİTİK YÜK KOMBİNASYONLARI .....                                                     | 17    |
| 3.1. Giriş.....                                                                               | 17    |
| 3.2. Kritik Etkilerin Bulunması İçin Yaklaşımlar .....                                        | 19    |
| 3.3. Bir Kolonun Kritik Yüğü .....                                                            | 26    |
| 4. GENETİK ALGORİTMA KULLANILARAK KRİTİK KOLON<br>YÜKLERİNİN BULUNMASI İÇİN BİR YAKLAŞIM..... | 29    |

|                                                                                                             | <b>Sayfa</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 4.1. Temel Açıklamalar.....                                                                                 | 29           |
| 4.2. Kolon Kritik Yük İkilisinin Hesabı.....                                                                | 29           |
| 4.3. Çözüm Aşamaları ve Statik Hesap Programı.....                                                          | 31           |
| 4.3.1. Statik hesaplamalar .....                                                                            | 31           |
| 4.3.2. Genetik algoritma çözüm aşamaları.....                                                               | 32           |
| 4.3.3. Başlangıç topluluğunun oluşturulması.....                                                            | 32           |
| 4.3.4. Bireylerin başarılarına göre sıralanması.....                                                        | 33           |
| 4.3.5. En başarılı bireylerin korunması .....                                                               | 34           |
| 4.3.6. Çaprazlama işlemi.....                                                                               | 35           |
| 4.4. Düzenli Çerçevesler İçin Örnek Hesaplama.....                                                          | 37           |
| 4.4.1. Yükleme şekilleri .....                                                                              | 38           |
| 4.4.2. Hesaplama adımları.....                                                                              | 41           |
| 4.4.3. Maximum açıklık momenti uygulaması için sonuç ve tartışma .....                                      | 47           |
| 4.5. Düzenli Çerçevesler İçin Kolon Kritik Yüklerinin Genetik Algoritma<br>Kullanılarak Hesaplanması.....   | 47           |
| 4.5.1. Sadece düşey hareketli yük olması durumu için analiz sonuçları.....                                  | 48           |
| 4.5.2. Ölü yük ve düşey hareketli yük olması durumu için analiz sonuçları .....                             | 51           |
| 4.5.3. Ölü yük, düşey hareketli yük ve rüzgâr yükü olması durumu için analiz<br>sonuçları.....              | 54           |
| 4.5.4. Ölü yük, düşey hareketli yük, rüzgâr yükü ve deprem yükü olması<br>durumu için analiz sonuçları..... | 57           |
| 4.6. Düzensiz Çerçevesler İçin Örnek Hesaplama.....                                                         | 60           |
| 4.6.1. Yükleme şekilleri .....                                                                              | 60           |
| 4.6.2. Hesaplama adımları.....                                                                              | 64           |
| 4.6.3. Kolon kritik yüklerinin genetik algoritma kullanılarak hesaplanması.....                             | 65           |
| 4.6.4. Sadece düşey hareketli yük olması durumu için analiz sonuçları.....                                  | 66           |
| 4.6.5. Ölü yük ve düşey hareketli yük olması durumu için analiz sonuçları .....                             | 69           |

**Sayfa**

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.6.6. Ölü yük, düşey hareketli yük ve rüzgâr yükü olması durumu için analiz sonuçları.....  | 72 |
| 4.6.7. Ölü yük, düşey hareketli yük ve deprem yükü olması durumu için analiz sonuçları ..... | 75 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                                                   | 79 |
| KAYNAKLAR .....                                                                              | 81 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                               | 83 |



## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

| Çizelge                                                                                                                                                                            | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 2.1. Genotiplerin fenotip olarak karşılıkları .....                                                                                                                        | 13    |
| Çizelge 4.1. Farklı genetik algoritma modlarının çözüme olan etkisi .....                                                                                                          | 42    |
| Çizelge 4.2. Ölü ve hareketli yük olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım .....                                                                                              | 43    |
| Çizelge 4.3. Sadece hareketli yük olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım.....                                                                                               | 44    |
| Çizelge 4.4. Ölü yük, hareketli yük ve rüzgar yükü olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım .....                                                                             | 45    |
| Çizelge 4.5. Ölü yük, hareketli yük ve rüzgar ve deprem yükü olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım .....                                                                   | 46    |
| Çizelge 4.6. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması .....  | 48    |
| Çizelge 4.7. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması .....  | 51    |
| Çizelge 4.8. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması .....  | 54    |
| Çizelge 4.9. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması .....  | 57    |
| Çizelge 4.10. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması ..... | 66    |
| Çizelge 4.11. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması ..... | 69    |
| Çizelge 4.12. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması ..... | 72    |
| Çizelge 4.13. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması ..... | 75    |

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil                                                                                                                                                                       | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 2.1. Doğadan esinlenme.....                                                                                                                                           | 7     |
| Şekil 2.2. Biyolojik ve yapay kromozomların karşılaştırılması.....                                                                                                          | 8     |
| Şekil 2.3. Gezgin satıcı problemi.....                                                                                                                                      | 12    |
| Şekil 2.4. Dört açıklıklı bir kirişin herhangi bir yükleme düzenine karşılık gelen kromozom ve genler .....                                                                 | 13    |
| Şekil 3.1. Large metoduna göre 45 nolu kiriş için kritik yük kombinasyonları .....                                                                                          | 20    |
| Şekil 3.2. Large metoduna göre 16 nolu kolon için kritik yük kombinasyonları .....                                                                                          | 21    |
| Şekil 3.3. Furlong metoduna göre 45 nolu kiriş için kritik yük kombinasyonları .....                                                                                        | 22    |
| Şekil 3.4. Furlong metoduna göre 16 nolu kolon için kritik yük kombinasyonları .....                                                                                        | 23    |
| Şekil 3.5. Ersoy metoduna göre 16 numaralı kolon için kritik yük kombinasyonları ....                                                                                       | 25    |
| Şekil 3.6. Karşılıklı etkileşim diyagramı .....                                                                                                                             | 27    |
| Şekil 4.1. Genetik algoritma akış şeması .....                                                                                                                              | 30    |
| Şekil 4.2. Hesaplarda kullanılan çerçeve, eleman numaraları ve tesir çizgileri metoduna göre 38 numaralı kirişin açıklık momentini maksimum yapan yükleme kombinasyonu..... | 38    |
| Şekil 4.3. Düzenli çerçeve için sabit yük diyagramı.....                                                                                                                    | 39    |
| Şekil 4.4. Düzenli çerçeve için herhangi bir hareketli yük kombinasyonu .....                                                                                               | 39    |
| Şekil 4.5. Düzenli çerçeve için rüzgâr tipi yükleme .....                                                                                                                   | 40    |
| Şekil 4.6. Düzenli çerçeve için deprem tipi yükleme .....                                                                                                                   | 40    |
| Şekil 4.7. Genetik algoritma tarafından bulunan yükleme düzeni.....                                                                                                         | 41    |
| Şekil 4.8. 50 birey ve 50 iterasyon için, çeşitli genetik algoritma modlarının karşılaştırılması .....                                                                      | 42    |
| Şekil 4.9. Ölü ve hareketli yük olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım .....                                                                                         | 43    |
| Şekil 4.10. Sadece hareketli yük olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım.....                                                                                         | 44    |
| Şekil 4.11. Ölü yük, hareketli yük ve rüzgâr yükü olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım .....                                                                       | 45    |
| Şekil 4.12. Ölü yük, hareketli yük rüzgâr yükü ve deprem yükü durumu .....                                                                                                  | 46    |

| <b>Şekil</b>                                                                                                                                               | <b>Sayfa</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 4.13. 8 nolu kolon uç momentini maximum yapan tesir çizgileri kombinasyonu.                                                                          | 48           |
| Şekil 4.14. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                        | 49           |
| Şekil 4.15. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                | 50           |
| Şekil 4.16. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                  | 50           |
| Şekil 4.17. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                               | 51           |
| Şekil 4.18. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                        | 52           |
| Şekil 4.19. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                | 52           |
| Şekil 4.20. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                  | 53           |
| Şekil 4.21. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                               | 53           |
| Şekil 4.22. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                        | 55           |
| Şekil 4.23. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                | 55           |
| Şekil 4.24. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                  | 56           |
| Şekil 4.25. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                               | 56           |
| Şekil 4.26. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                        | 58           |
| Şekil 4.27. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                | 58           |
| Şekil 4.28. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                  | 59           |
| Şekil 4.29. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                               | 59           |
| Şekil 4.30. Hesaplarda kullanılan düzensiz çerçeve, eleman numaraları. Kırmızı ile işaretli 15 nolu kolon ve 45 nolu giriş üzerinde işlem yapılmıştır..... | 60           |
| Şekil 4.31. Sabit yük diyagramı .....                                                                                                                      | 61           |
| Şekil 4.32. Herhangi bir hareketli yük kombinasyonu .....                                                                                                  | 62           |
| Şekil 4.33. Rüzgâr tipi yükleme.....                                                                                                                       | 63           |
| Şekil 4.34. Deprem tipi yükleme .....                                                                                                                      | 64           |
| Şekil 4.35. 15 nolu kolon uç momentini maximum yapan tesir çizgileri kombinasyonu                                                                          | 65           |
| Şekil 4.36. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                        | 67           |
| Şekil 4.37. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                | 67           |
| Şekil 4.38. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu .....                                                                                  | 68           |

| <b>Şekil</b>                                                                 | <b>Sayfa</b> |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 4.39. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu ..... | 68           |
| Şekil 4.40. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu .....          | 70           |
| Şekil 4.41. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu .....  | 70           |
| Şekil 4.42. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu .....    | 71           |
| Şekil 4.43. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu ..... | 71           |
| Şekil 4.44. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu .....          | 73           |
| Şekil 4.45. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu .....  | 73           |
| Şekil 4.46. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu .....    | 74           |
| Şekil 4.47. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu ..... | 74           |
| Şekil 4.48. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu .....          | 76           |
| Şekil 4.49. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu .....  | 76           |
| Şekil 4.50. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu .....    | 77           |
| Şekil 4.51. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu ..... | 77           |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklamalar

|   |                |
|---|----------------|
| D | Deprem Yüğü    |
| G | Ölü yük        |
| I | Atalet momenti |
| P | Yük            |
| Q | Hareketli yük  |
| R | Rüzgar Yüğü    |

## 1. GİRİŞ

Yeryüzündeki pek çok bilimsel gelişme, doğanın taklit edilmesiyle sağlanmıştır. Günümüzde de hala yeni buluşlar ve makinalar doğanın taklit edilmesiyle tasarlanmaktadır.

Doğanın taklit edilmesi ile keşfedilen ve hala geliştirilmeye devam eden ürünlerden birisi de Yapay Zekadır. Yapay zekâ, problemlerin insan zekasının bilgisayarda simülasyonu yapılarak çözümlenmesinden ibarettir. Yapay Görme (Machine vision), Robotik ve uzman sistemler, Doğal dil işlemleri (natural language processing) yapay zekâ uygulamalarına örnek olarak verilebilir. Son dönemde yapılan çalışmalar neticesinde, Genetik Algoritma (Genethic Algorithm), Bulanık Mantık (Fuzzy Logic), Yapay Sinir Ağları (Neural Networks) gibi teknikler de yapay zekâ sistemlerinde kullanılmaya başlanmıştır.

Yapay sinir ağları, insan beynindeki sinir ağlarını taklit ederek öğrenebilen sistemler kurulabilmesini ve bu sayede büyük miktarlardaki verilerin işlenip daha önceden tanımlı olmayan problemlerin çözülebilmesine imkân sağlamaktadır.

Bulanık mantık, insan akıl yürütmesini taklit ederek, çözümü çok uzun ve dolayısıyla pahalı olan problemleri kolayca çözebilmektedir.

Genetik Algoritmalar ise ekosistemlerdeki doğal gelişme ve evrim mekanizmalarının taklit edilmesine dayanır. Michigan Üniversitesinde Makine Öğrenmesi konusunda çalışmalar yapan John Holland, evrim kuramını ve doğada yaşanan seçim ve gelişim sürecini bilgisayar ortamında gerçekleştirmeyi düşünmüştür. Holland'ın çalışmalarının sonuçlarını açıkladığı kitabının 1975'te yayınlanmasından sonra geliştirdiği yöntemin adı Genetik Algoritmalar ya da kısaca GA olarak yerleşmiştir. Bu çalışmaları ifade etmek için kullanılan Genetik Algoritma tanımlaması isminin ilk kelimesini biyoloji, ikinci kelimesini bilgisayar literatüründen almaktadır (Holland, 1975). Bu çalışmaların sonucunda tek bir mekanik yapının öğrenme yeteneğinin geliştirilmesi yerine, bu tip yapılardan oluşan bir topluluğun doğal gelişim sürecinin uygulanmasıyla başarılı (öğrenebilen) yeni bireylerin oluşturulabildiği görülmüştür.

Genetik Algoritma yöntemi pratikte ilk defa Hollandi'nin öğrencisi olarak doktora yapan David E. Goldberk tarafından kullanılmıştır. Goldberk, gaz boru hatlarının Genetik

Algoritmalar kullanılarak denetimi üzerine yaptığı bu çalışmalar ile Genetik Algoritma yaklaşımının pratik kullanılabilirliği olduğunu kanıtlamıştır (Goldberk, 1983). Bu çalışmalar Goldberg'e 1985 National Science Fundation Genç Araştırmacı Ödülünü kazandırmıştır.

Genetik Algoritma sonuca ulaşmak için doğal seçim ve gelişim süreçlerinin bilgisayar programlarınca taklit edilmesidir. Bir fonksiyonun optimizasyonu veya fonksiyonun maksimum, minimum değerlerinin tespitini de içine alan birçok problem türü için çözüm bulunabilmektedir. Genetik algoritmanın başarılı olduğu bir başka nokta ise, çözüm uzayının sürekli olma zorunluluğunun bulunmamasıdır. Genetik algoritma için oluşturulan seçim ve gelişim, doğal topluluklara benzer şekilde bilgisayara kaydedilen kromozomlar sayesinde yapılmaktadır.

Genetik algoritma skolastik bir araştırma metodudur. Belirli bir düzen izlemediği için, çözüm uzayının da düzenli olması gerekmez. Rastgele dağılmış bir çözüm uzayında yerel minimum veya maksimumlara genetik algoritma ile ulaşılabilir.

Yapı elemanlarına etkiyen yükler de genel olarak düzenli değildir. Bu yükler yapının belli kısımlarına etkiyebildikleri gibi tamamen var ya da yok olabilirler. Bu durumda yapının büyüklüğü ile geometrik orantılı olarak çok sayıda yükleme kombinasyonu ortaya çıkmaktadır. Bir örnek vermek gerekirse, pek çok çalışmada referans olarak kullanılan 5 katlı 5 açıklıklı 25 kirişten oluşan çerçeve sisteminde sadece kirişlere uygulanan hareketli yük kombinasyonları sayısı otuz milyonun üzerindedir. Bunlara deprem rüzgâr gibi etkileri de ilave edecek olursak karşımıza sayılamayacak kadar çok farklı yükleme tipi çıkacaktır. Bunlara ilaveten yapı sisteminin de tasarım aşamasında olduğu bir durumda olasılık sayısı çok daha fazla artacaktır.

Tüm dünya yönetmeliklerinde olduğu gibi ülkemizde TS 500 de “Deprem ve rüzgâr etkilerinin söz konusu olduğu kombinasyonlar dışında değişken yük, elemanlarda en kritik kesit zorlarını oluşturacak biçimde düzenlenmelidir” denmektedir. Bu kurala aynen uyulduğu takdirde çok katlı, çok açıklıklı bir çerçevede çok sayıda çözümleme gerekmektedir. Yapı hesaplarının bilgisayar ile yapılması durumunda dahi hareketli yük düzenlemeleri el ile yapılacağından, bu tür bir yaklaşım ekonomik ve pratik değildir. Bu durumda en akılcı çözümün problemin otomatik olarak çözülmesi olduğu açıktır.

Hareketli yük düzenlemeleri üzerine şimdiye kadar Ersoy, Furlong ve Large olarak adlandırılan üç yöntem geliştirilmiştir ve sıkça kullanılmaktadır. Bu yöntemler çerçeveyi oluşturan kolon veya kirişlerde olması muhtemel en büyük kesit tesirini (moment, kesme kuvveti veya eksenel kuvvet) bulmayı amaçlayan yöntemlerdir.

Large yönteminde maksimum açıklık ve mesnet momentlerinin bulunması için ilk önce açıklık ve mesnetlere ait tesir çizgileri çizilmektedir. Açıklık momentleri için iki yükleme mesnet momentleri içinde kolon kiriş birleşim noktası sayısı adedince değişik yükleme yapılmaktadır (Large, 1950).

Furlong yönteminin temel amacı, olabildiğince az hareketli yük düzenlemesi ile çerçeveyi oluşturan kolon ve kirişlerde oluşacak kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlerinin gerçeğe yakın bir biçimde elde edilebilmesidir. Açıklık momentinin bulunması için önerilen yük düzenlemesi açıklık ve kat sayısından bağımsızdır. Buna karşılık mesnet momentleri yüklemesinde (açıklık sayısı -1) adet yük düzenlemesi gerekmektedir (Furlong, 1981).

Ersoy yönteminin amacı, Furlong yöntemi ile aynıdır. Kirişlerde maksimum ve minimum açıklık momentlerinin elde edilmesinde önerilen yük düzeni, ders kitaplarında verilen ve tesir çizgilerinden elde edilen klasik düzendir. Ersoy metodunda açıklık momentleri için iki, mesnet momentleri için üç olmak üzere toplam beş yükleme yeterli olmaktadır. Ersoy yönteminin Furlong yöntemine göre avantajı yükleme sayısının az olması ve daha büyük moment değerleri vermesidir (Ersoy, 1992).

Yukarıdaki çalışmalara ilaveten 1995 yılında Paki Turgut tarafından, bu makaleye temel oluşturan “çok katlı yapı çerçevelerinde maksimum kesit tesirlerinin belirlenmesinde genetik algoritma yaklaşımı” konulu bir yüksek lisans tezi yapılmıştır. Söz konusu çalışmada maksimum kesit tesirlerinin bulunmasında genetik algoritma yöntemi kullanılmış, sonuçlar yukarıda açıklanan 3 yaklaşık metot ile karşılaştırılmış ve bu metotlara göre daha kritik sonuçlar elde edilmiştir.

Söz konusu araştırmaların tümünde bir çerçeve elemanına gelen maksimum kesit tesirlerinin (moment, kesme kuvveti ve eksenel kuvvet) bulunması üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak bir başka kriter olan Normal kuvvet / Moment kombinasyonu da kritik yükleme düzeninin

bulunmasında etkili olabilir ve bu kombinasyon maksimum kesit tesirlerinden bağımsızdır. Yukarıdaki çalışmaların hiçbiri Normal kuvvet / Moment kombinasyonundan kaynaklı kritiklik ölçüsünü belirlemeye yönelik bir öneri getirmemiştir.

Sunulan çalışmada ise, iki aşamalı bir yol izlenmiştir. Birinci aşamada, Genetik Algoritma metodu kullanılarak, düzenli bir çerçeve için (karşılaştırma yapabilmek için beş açıklıklı ve beş katlı bir çerçeve kullanılmıştır) maksimum kesit tesirleri yanında Normal kuvvet / Moment ilişkisinden kaynaklanan kritik kolon yükleri araştırılmıştır. İkinci aşama olarak ise düzensiz bir çerçeve ele alınmış ve aynı araştırma bu çerçeve üzerinde tekrar edilmiştir.

Kolonlarda Normal kuvvet / Moment ilişkisinin birlikte ele alındığı herhangi bir yaklaşımın bulunmaması, bu çalışmadan elde edilecek sonuçların karşılaştırılabileceği referans değerlerden bizi yoksun bırakmaktadır. Ancak Paki Turgut tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarının etkili olması bize genetik algoritma ile yapılacak benzer çalışmaların da etkili sonuçlar vereceğini düşündürmektedir.

Bu tezde yapılan çalışmada, düzenli 5 açıklık ve 5 katlı iki boyutlu bir çerçevenin seçilen bir elemanının, seçilen bir yükleme şekli için (düşey yayılı yük, düğüm noktalarına gelen yatay, düşey ya da moment yükleri), seçilen bir optimizasyonu (en büyük açıklık momenti, mesnet momenti, eksenel yük, kesme kuvveti, maksimum donatı, maksimum gerilme) yapabilen bir program sunulmuştur. Aynı şekilde seçilen bir düzensiz çerçeve için de aynı özelliklerin araştırılabileceği bir program hazırlanmıştır. Bu çalışma içerisinde örnek olarak aşağıdaki değerler araştırılmıştır.

A- 5x5 düzenli çerçeve için

B- Seçilen düzensiz bir çerçeve için;

- Seçilen bir kiriş için maksimum açıklık momentini veren yükleme kombinasyonu,
- Seçilen bir kolon için maksimum mesnet momentini veren yükleme kombinasyonu,
- Seçilen bir kolon için maksimum eksenel yükü veren yükleme kombinasyonu,
- Seçilen bir kolon için maksimum donatı alanını veren yükleme kombinasyonu,
- Seçilen bir kolon için maksimum eksenel gerilme değerini veren yükleme kombinasyonu;
- Sadece düşey hareketli yük için,

- Düşey hareketli yük + Ölü yükler için,
- Hareketli yük + Ölü yük + Rüzgâr yükü için,
- Hareketli yük + Ölü yük + Rüzgâr yükü + Deprem yükü için

Araştırılmış ve sonuçları Çizelge ve grafik halinde verilmiştir.





## 2. GENETİK ALGORİTMA

### 2.1. Giriş



Şekil 2.1. Doğadan esinlenme

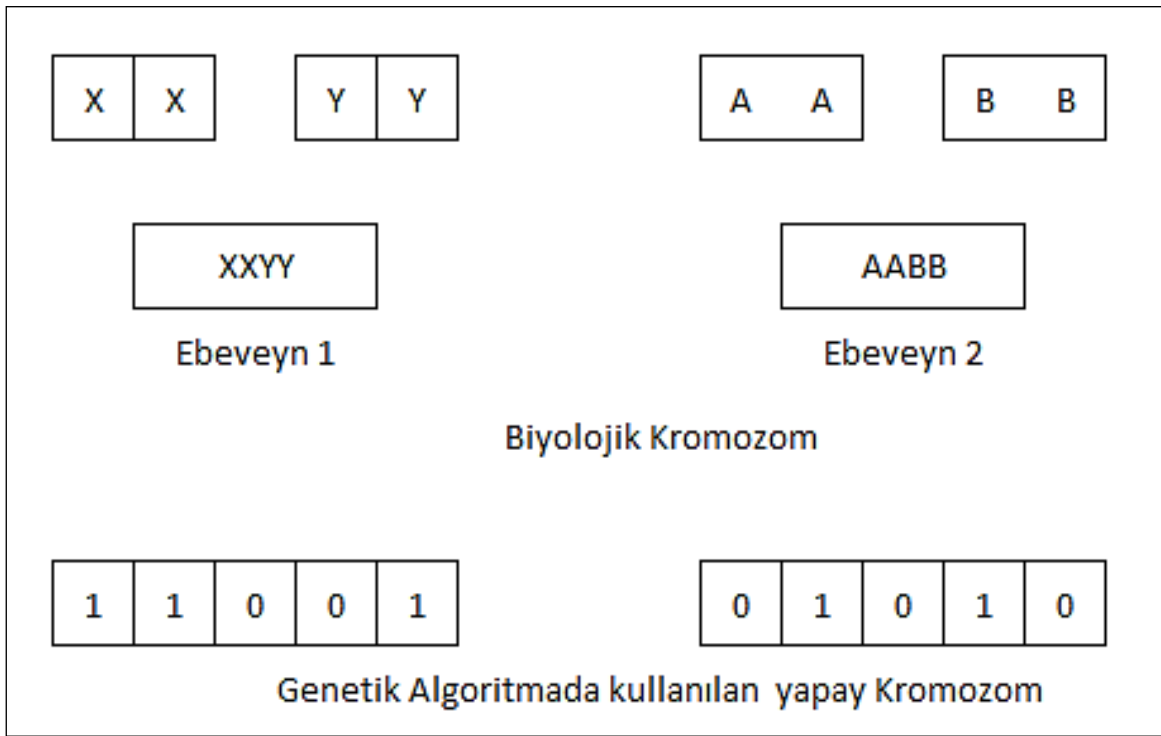
Genetik Algoritma bir optimizasyon metodudur. Temel mantığı, çok fazla sayıda eleman içeren örnek uzay (tek tek hesaplanması çok zor ya da imkânsız olan) içerisinde görece az sayıda (hesaplanabilir miktarda) rastgele seçimler yapıp, seçilen elemanları tanımlanan başarı kriterlerine göre sıralanması ve başarılı olan elemanlara yakın yeni elemanların seçilmesidir. Bu sıralama ve seçim işlemleri için ekosistemlerdeki doğal gelişme, seçilme, üreme olayları taklit edilmiştir.

Evrin sistemlerinin bilgisayarda modellenmesini yapmak çoğu konvansiyonel modellemelere kıyasla biraz daha zor olmaktadır (Arslan, 1996).

Genetik Algoritma, bilgisayar üzerinde oluşan bir evrim şeklidir. Genetik Algoritmanın amacı evrimsel sistemleri modelleyerek problemleri çözmektir. Genetik Algoritma yaklaşımı, değişik planlama teknikleri, bir fonksiyonun optimizasyonu veya ardışık değerlerin tespitini içine alan birçok problem tipleri için çözüm geliştirmektedir. Genetik Algoritma ile oluşturulan seleksiyon, doğal topluluklara benzer bir şekilde bilgisayar hafızasına depo edilmiş kromozomlar üzerinde icra edilmektedir. Bilgisayara uyarlama

tabiatla mukayese edilemeyecek kadar basit düzeyde olmakla birlikte oldukça etkili sonuçlar vermektedir. Genetik Algoritmaların en uygun olduğu problemler geleneksel yöntemler ile çözümü mümkün olmayan ya da çözüm süresi problemin büyüklüğü ile üstel orantılı olarak artanlardır.

Doğada, biyolojik bir kromozom, gen olarak tanımladığımız yapıların bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Her bir gen, kromozomlar üzerine yerleşmiş belirli uzunluktaki DNA molekülüne eşdeğer bir yapıdır.



Şekil 2.2. Biyolojik ve yapay kromozomların karşılaştırılması

Genetik algoritmaların temelinde pek çok varyant olabilmesine rağmen, işlemler genel olarak aşağıdaki gibi listelenebilir.

- 1- Bireylerin seçilmesi ve gen havuzunun oluşturulması
- 2- Bireylerin uygunluklarının değerlendirilmesi
- 3- Bireylerin çaprazlama ve/veya mutasyon ile re kombinasyonu

Yukarıdaki üç temel operasyondan sonra bir sonraki nesil oluşmaktadır. Bu işlemler yeterli yaklaşım sağlanıncaya kadar devam ettirilir. İlk jenerasyonun değerlendirilmesinden sonra

seçilen başarılı bireyler kendi aralarında çaprazlanarak yeni bireyler oluşturulur. Bu aşamada en az başarılı bireyler sistemden atılıp yerlerine yeni bireyler de eklenebilir. Bu tip kararlar problemin tipine göre verilebilirler. Örneğin birçok yerel maksimumu olan bir problemin çözümünde sisteme belli sayıda yeni birey eklemek çözümün bir yerel maksimum etrafında sıkışmasını engelleyebilir. Çaprazlama işleminden sonra elimizdeki topluluk yeni jenerasyon olarak adlandırılır ve değerlendirme işlemine tabii tutularak bir sonraki adım uygulanmış olur. Bu işlemler belirli bir yaklaşım sağlanana kadar ya da belirli jenerasyon sayısınca devam eder.

## 2.2. Genetik Algoritmanın Tarihine Kısa Bir Bakış

nl matematikçi J.Hadamard “Gerek matematikte, gerekse başka alanlarda buluş ve icatlar farklı alanlardan düşüncelerin bir araya getirilmesiyle gerçekleşir.” demiştir. Bu söz, Genetik Algoritmaların nasıl doğduğunu özetlediği gibi temel çalışma ilkesini de açıklamıştır.

Genetik Algoritma alanında ilk gelişmeler genel olarak Holland’ın 1975 yılında yayınladığı çalışmalarla başlamasına rağmen, biyolojik değerlendirme prensipleri esas alınmış düzenleme ve analiz kavramları Rechenberg’in katkılarıyla olmuştur (Forrest, 1993). Holland formülasyonunda, cinsel birleşme, çoğalma ve doğal seleksiyon etkisiyle çevrelerine çok iyi derecede adaptasyon sağlamış türleri geliştirmek düşüncesinden hareket etmiştir. Bu prosedürlerden başka mekanizmanın keşfinde esas olarak formülasyonu Holland tarafından oluşturulan çaprazlama operatörü ilerlemede büyük rol oynamıştır.

Holland ve Rechenberg’ den başka varyasyon ve seçim konusunda, Box’ un gayretleri ve çalışmaları başarılı olmuştur. 1950 ve 1960 yıllarında, Genetik Algoritma konusunda bilim adamları tarafından birbirinden bağımsız birkaç çalışma olmuştur. Bu çalışmaların en iyi bilinenleri Fogel ve Rechenberg tarafından yapılanlarıdır. Rechenberg gerçek değerli ve karmaşık olan optimizasyon problemlerini çözmek için, mekanizma olarak sadece mutasyon ve seçim etkisi üzerinde durmuştur (Rechenberg, 1965). Fogel ise, sınırlı konumdaki bilgisayarları geliştirmek için programlar üretmiştir (Fogel, 1966).

### 2.3. Genetik Algoritmanın Temel Prensipleri

Genetik Algoritmalar temel olarak belirli kodlarla ifade edilen bir konum, durum ya da yerel sonucun, özellikle çaprazlama yoluyla değişikliğe uğratılıp farklı şekillerde yeniden oluşturulması ve bu oluşumlardan en başarılı sonucu verenlerin seçilmesidir. Doğal süreçteki toplulukları gen havuzu, bireyleri kromozom, çiftleşmeyi çaprazlama ve bireyin hayatta kalmasını optimal sonuca yaklaşım ile yer değiştirirsek genetik Algoritma mantığına ulaşmış oluruz.

Çözümün ilk adımı görüldüğü üzere başlangıç topluluğunu oluşturmaktır. Yapay sistemlerde genelde başlangıç topluluğu rastgele oluşturulur. Bu biraz da zorunludur çünkü çözüm uzayı çok fazla elemandan oluşmaktadır. Başarılı bir Genetik Algoritma işlemi için başlangıç topluluğunun mümkün olduğunca birbirine benzemeyen bireylerden oluşması, çözüm uzayının daha çok bölgesine hâkim olmamızı sağlayabilir.

Bir sonraki aşama başlangıç topluluğunu başarılarına göre değerlendirmektir. Bir sonraki topluluğun seçilmesi için bu süreç gereklidir.

Daha sonra problemin tipine göre önceden belirlenmiş kurallara göre çaprazlama ve mutasyon operasyonları yapılır. Bu işlemler yeni bireylerin eski bireylerin civarında ya da onlara uzak olmalarının istenmesine göre programcı tarafından belirlenir.

Çaprazlama işlemlerinden sonra yeni bireyler tekrar başarı testine tabii tutularak yeni jenerasyon oluşturulur. Bu işlemler daha önce belirlenmiş bir sayı da ya da ardışık iki jenerasyondaki başarı farkı belli bir yaklaşıma ulaşana kadar devam ettirilir.

Aşağıda Genetik Algoritmanın yapısı genel hatları ile verilmektedir

- 1- Hedefi tarif eden birey tipinin belirle.
- 2- Toplulukta yer alacak bireyleri oluştur.
- 3- Zaman sayacını başlat.
- 4- Bireylerin uygunluklarını değerlendir.
- 5- Zaman sayacını artır.

- 6- Bir sonraki topluluk için çaprazlanacak bireyleri belirle
- 7- Çaprazlama / Mutasyon işlemlerini yap.
- 8- Sonucun yeterliliğini kontrol et (Belirlenen yaklaşıma ulaşıldı mı ya da belirlenen iterasyon sonucuna ulaşıldı mı)
- 9- Yeterli yaklaşıma ulaşıldı veya belirlenen sayıda iterasyon yapıldı ise sonuçları yazdır yoksa 4 numaraya geri dön.

#### **2.4. Genetik Algoritma Her Zaman Başarılı Sonuçlar Verir Mi?**

Genetik Algoritma ile yapılan çözümler çok büyük bir uzayın uygun bir kısmına çok hızlı yakınsayabilirler. Başlangıç topluluğunun rastgele seçilmesi bu özeliği sağlamaktadır. Ancak Genetik Algoritma sınırlı sayıda bireyler üzerinde işlem yaptığı için sonuçlara istenilen düzeyde yaklaşmayabilmektedir. Aynı şekilde Genetik Algoritma sonuçları yerel optimumlara yakınsayabilmektedir. Yerel optimumlara sahip çözüm uzaylarında çaprazlama operatörü yeterli olmayabilir. Başlangıç topluluğunun sayısı da yakınsamaya etki eden faktörlerdendir.

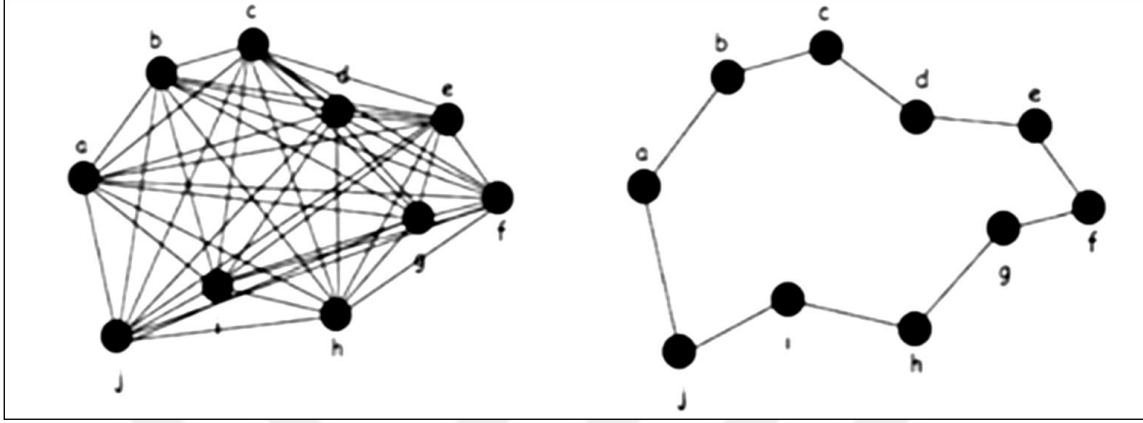
Genetik Algoritma çözümleri rastgele toplulukların dönüştürülmesi ile yapıldığı için, işlemlerin sonunda genel bağlantılar ve formülasyonlar verilememektedir. Akıllıca yazılmamış bir değerlendirme işlemi problemin çözümünün uzamasına veya çözüme hiç ulaşamamasına neden olabilir. Yeterli popülasyon büyüklüğünün sağlanamaması çözüm yaklaşımını azaltırken, gereğinden büyük popülasyonların kullanılması çözüm zamanını gereksiz uzatabilmektedir.

Genetik Algoritmaların kullanılacağı bilgisayarların genelde güçlü olmaları gerekmektedir. Bunlarla birlikte Genetik Algoritma ile yapılan çözümlerin doğruluğu ancak çözümün yapılmasından sonra anlaşılabilmektedir.

#### **2.5. Genetik Algoritmanın Üstünlükleri**

Genetik Algoritma metodu rastgele bireylerle işlem yaptığı için hesap uzayının süreksiz ya da dış bükey olması durumunda bile global optimum ya da buna yakın değerlere ulaşabilmektedir. Ayrıca Genetik Algoritma metodu sonuca ulaşmak için çözüm fonksiyonunun matematiksel çözümüne ihtiyaç duymaz. Dolayısıyla bir fonksiyonla ifade

edilemeyen veya süreksiz hesap uzaylarında başarılı sonuçlar vermektedir. Örneğin, Riche ve Haftka haddeme yöntemi ile üretilcek bir çelik çubuğun burkulma yükünü maksimize edecek şekilde nasıl şekillendirileceği üzerine çalışmalar yapmıştır (Haftka, 1990).

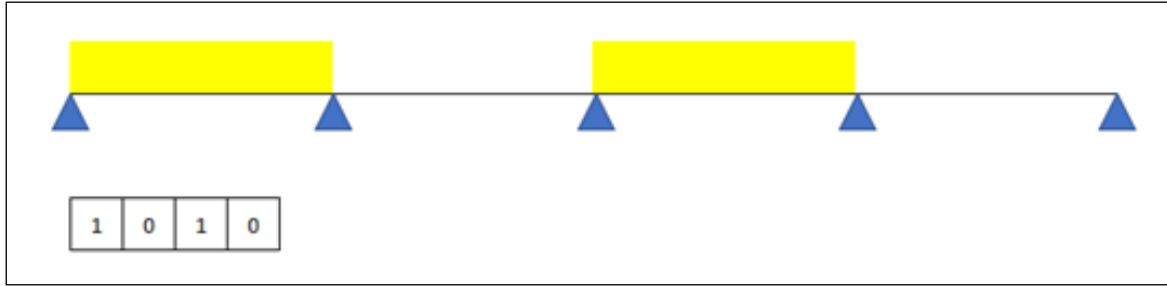


Şekil 2.3. Gezgin satıcı problemi

Aynı şekilde, Gezgin Satıcı Problemi de Genetik Algoritma uygulamalarına bir örnek olabilir. Bu problem bir gezgin satıcının bütün uğraması gereken noktalara uğrayıp başlangıç noktasına dönene kadar kat ettiği yolu minimize etmeyi amaçlar. Bu problemin bir versiyonu olarak düşünebileceğimiz, siyasi mitinglerin sıralamasının optimizasyonu problemini, Doç. Dr. İrfan Ertuğrul ve Arş. Gör. Abdullah Özçil, ‘Siyasi parti mitinglerinin gezgin satıcı problemi yaklaşımı ile analizi’ isimli makalelerinde Genetik Algoritma Metodunu kullanarak analiz etmişlerdir (Ertuğrul, İrfan 2016).

## 2.6. Genler ve Kromozomların Tanımlanması

Kromozomlar iki veya daha fazla genin bir araya gelmesiyle oluşan ve bireyin özelliklerini ifade eden oluşumlardır. Her bir kromozom problemin 1 özel çözümüne karşılık gelmektedir. Şekil 2.3 de 4 açıklıklı bir sürekli kirişin olası yükleme durumlarından birinin 4 genden oluşan kromozomu gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Dört açıklıklı bir kirişin herhangi bir yükleme düzenine karşılık gelen kromozom ve genler

Şekil 2.4'teki 4 açıklıklı kiriş için  $2^4=16$  farklı yükleme kombinasyonu bulunmaktadır. Her bir 2'lik kod, ilgili 10'luk koda karşılık gelir. İkilik kodla ifade edilen her bir kromozoma fenotip, bu kodun onluk tabandaki ifadesine genotip denilmektedir. Programlamanın gereklerine göre 2'lik veya 10'luk tabanda işlemler yapılabilir.

Çizelge 2.1. Genotiplerin fenotip olarak karşılıkları

| Genotip | 000 | 001 | 010 | 011 | 100 | 101 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Fenotip | 0   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |

## 2.7. Popülasyonun Tanımlanması

Genetik algoritma hesaplamalarının performansı, önemli ölçüde popülasyon büyüklüğüne bağlıdır. Popülasyon büyüklüğünün az olması, çeşitliliği azaltacağı için, yakınsamayı yavaşlatacak, çok büyük seçilmesi ise, işlem zamanını gereksiz yere artırarak çalışma süresini uzatacak ve yöntem verimlilikten uzaklaşmaya başlayacaktır.

Popülasyon büyüklüğünün tespiti, büyük ölçüde tecrübeye bağlıdır. Bununla beraber, genellikle 20 gen taşıyan bir kromozom için popülasyon büyüklüğü 50-100 birey arasında seçilmektedir.

## 2.8. Sıralama

Popülasyon seçildikten sonra yapılan işlem, bireyler istenen kıstaslara göre sıralanırlar. En üstteki birey en uygun bireyi göstermektedir. Bu şekilde, çiftleştirme, mutasyon, başarısı çok

düşük olan bireylerin elenmesi ve gerektiğinde sisteme yeni bireyler eklenmesi gibi konular için bu işlem sonrası karar verilir.

Bu madde, belki de genetik algoritmanın başarısı üzerinde en çok etkisi olan maddedir. Sistemi yeterince iyi modelleyemeyen bir uygunluk fonksiyonu, sonuca ulaşılmasını geciktirebilir veya sonuca hiç ulaşamayabilir.

## 2.9. Çaprazlama

Biyolojik anlamda çaprazlama, ebeveyn bireylerin genlerine sahip yeni bireyin oluşması anlamındadır. Bu yeni bireyler, tam olarak ebeveyn genlerine sahip değildirler ama onlarla benzer özellikler gösterirler.

Genetik algoritmada çaprazlama, 2 adet kromozom içerisinde gen değişimi yapılması anlamındadır.

Çaprazlama işlemi için, 2 adet kromozom, analizin gereklerine göre, rastgele ya da sıralı olarak seçilir. Bu iki kromozom arasında yine önceden belirlenmiş sayıda gen yer değiştirilerek işlem tamamlanır.

Aşağıda örnek olarak bir çaprazlama işlemi verilmektedir.

Ebeveyn = 1 1 0 0 1 0 0 1 0

Ebeveyn = 0 1 0 1 1 1 0 0 0

Çocuk = 1 1 1 0 1 0 1 1 0

Çocuk = 0 1 0 0 1 0 0 0 0

Burada koyu karakterde yazılan genler ve altı çizgili yazılan genler yer değiştirilerek çaprazlama işlemi tamamlanmış olur. Çaprazlanan gen sayısı, problemin durumuna göre yakınsamaya olumlu ya da olumsuz etki edebilir. Bazı problemlerde bir adet gen değişimi, bireyi çözüm uzayı üzerinde çok farklı yerlere taşıyabilmektedir. Bu gibi durumlarda çaprazlanan gen sayısının artması, çözüme yakınsamayı olumsuz etkileyebilmektedir. Tam tersi olarak, bazı problemlerde çaprazlanan genler bireyi çok yakın konumda bir başka

noktaya taşıyor olabilir. Bu durumda problemin bir yerel optimuma yakınsamasına sebebiyet verebilirler.

## 2.10. Mutasyon

Mutasyon işlemi, bir kromozoma ait bir ya da daha fazla genin bir çaprazlama olmadan değiştirilmesidir. Mutasyon, özellikle sınırlı sayılarda topluluklar üzerinde çalışılması durumunda etkili olmaktadır. Böyle bir toplulukta, genlerin çoğunluğu 1 ya da 0 olabileceği için, çaprazlama operatörü etkisiz kalabilmektedir. Bu durumda mutasyon operatörü, böyle bir kromozomun değişebilmesini sağlar.

Genetik algoritma çalışmalarında mutasyon işlemi için genellikle bir ihtimal belirlenir ve kromozomun bu ihtimal dahilinde değişmesi sağlanır.

Birey 1 = 1 1 0 0 1 0 0 1 0

Birey 2 = 1 1 0 0 1 0 1 1 0

Birey 2, birey 1 kromozomunun mutasyon operatörü uygulanmış halidir.

Çaprazlama operatörünün yeterli olmadığı durumlarda, mutasyon operatörü ile uygunluk değeri yüksek bireyler oluşturulabilir. Ancak unutulmaması gereken bir husus, mutasyon operatörünün mevcut başarılı bireyleri uygun bölgeden uzaklaştırabilme ihtimalidir.



### 3. KOLON KRİTİK YÜK KOMBİNASYONLARI

#### 3.1. Giriş

Çok katlı veya çok açıklıklı yapıların analizinde, temel olarak sabit yükler ve hareketli yükler dikkate alınmaktadır. Sabit yükler zamanla değişmez ve yer değiştirmezler. Hareketli yükler ise insan, eşya, rüzgâr, deprem gibi zamanı, şiddeti ve lokasyonu tam belli olmayan ama belirli olasılıklarla tahmin edilebilen yüklerdir.

Ulusal ve uluslararası standartlar, yapı çözümlemesinin, hareketli yüklerin en elverişsiz kombinasyonlarının dikkate alınarak yapılmasını önermektedir. Ancak aynı standartlar, bu kombinasyonların nasıl bulunacağına dair pek öneride bulunmamaktadırlar. Tasarım için bu denli önemli olan bir konudaki yayın sayısı da oldukça azdır.

Yapısal çözümleme için kullanılması gereken elverişsiz yüklemelerle ilgili yönetmeliklerde belirtilen esaslara aşağıda yer verilmiştir.

- DIN 1045 Alman Betonarme şartnamesi;

Kesit tesirleri, inşaatın yapılması sırasında ve kullanımı süresince meydana gelebilecek en elverişsiz durumlar göz önüne alınarak hesaplanmalıdır. Ayrıca sistemin uzay rijitliği, stabilitesi ve rötreden meydana gelen kesit tesirlerinin değerleri ve bunların elverişsiz olacak şekilde süperpozisyonu da dikkate alınmalıdır.

Kesit tesirleri, hareketli yüklerin en elverişsiz kombinasyonu için hesaplanmalıdır.

- EUROCODE 2 Betonarme yapıların tasarımı;

Konsolu olmayan sürekli kirişlerde bilinen elverişsiz yükleme durumları için çözüm yapılmalıdır.

Yönetmelik, sürekli kirişlerde mesnetlerin burulma rijitliğine sahip olmaları ve yüklemenin etkisinin uzaklaştıkça azalması nedeni ile, mesnet momenti ile yapılacak hareketli yük düzeninde, mesnetin sadece iki tarafındaki açıklıkların yüklenmesini yeterli görmektedir.

- TS 500 Betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları;

Tasarımda, yapıya etki etme olasılığı olan tüm yük kombinasyonları dikkate alınmalıdır. Deprem ve rüzgâr etkilerinin söz konusu olduğu kombinasyonlar dışında, değişken yükler, elemanda en kritik kesit zorlamaları yaratacak şekilde düzenlenmelidir.

Yukarıdaki örneklerden de görülebileceği üzere, standartlar, tasarım sırasında en elverişsiz kombinasyonların kullanılması gerektiğini söylemekte ancak bu kombinasyonların nasıl hesaplanacağına dair bir metot önermemektedirler.

Yapının büyüklüğüne ve taşıyıcı eleman adedine bağlı olarak, çok sayıda kombinasyon oluşabilmektedir.

Özellikle düşey hareketli yükler, yapı çerçevesinin bir kısmına etki edip, bir kısmına etki etmeyebilirler. Yapıyı oluşturan çerçevelerin bir kısmı hareketli yüke maruzken, bir kısmı boş olabilir ve kısmi yüklü bir çerçeve, belirli bir kolon ya da kiriş için daha kritik sonuçlar verebilir.

Böyle bir durumda, yapıya etki eden yükleme kombinasyonları içerisinde en kritik olanını bulabilmek için, bu farklı kombinasyonların hepsini çözüp sonuçları karşılaştırmak gerekir.

Yukarıdaki paragrafta yapılan çıkarım, kolayca tahmin edilebileceği üzere pratik değildir. Sadece düşey yüklerin çerçeve kirişlerine etkideği bir sistemde,  $n$  kiriş sayısı olmak üzere  $2^n$  sayıda yükleme kombinasyonu olacaktır. Örnek olarak 25 kirişten oluşan bir çerçevede, otuz üç milyonun üzerinde farklı kombinasyon olacaktır. Dolayısı ile yüksek katlı bir yapı için, bütün kombinasyonları denemek mümkün veya pratik olmaktan uzaktır.

Bununla beraber kolonları dikkate aldığımızda durum biraz daha karışık olmaktadır. Bir kirişe etkiyen momentlerin en büyüğü, o kiriş için aranan değerdir. Ancak bir kolon için elde edilen momentlerin en büyüğü en kritik değer olmayabilir. Aynı şekilde, bir kolonun karşılıklı etkileşim diyagramı dikkate alındığında, en yüksek eksenel yükü veren kombinasyonun en kritik kombinasyon olmayacağını söyleyebiliriz. Kolonlar için, normal kuvvet-moment çiftinin birlikte oluşturduğu bir kritiklik düzeyi vardır. Bununla birlikte, En büyük eksenel yük ve en büyük momenti veren kombinasyonların ayrı ayrı bulunup birleştirilerek yapılacak olan tasarımlar da verimli olmayacaklardır.

### 3.2. Kritik Etkilerin Bulunması İçin Yaklaşımlar

Yukarıda bahsedildiği üzere, herhangi bir yapı elemanına etkiyen kritik yüklemeyi bulmak için kombinasyonların tamamını çözmek pratik değildir. Bunun için çeşitli metotlar önerilmiştir. Bu metotlar, yapı elemanına etkiyen maksimum etkileri belirli bir yaklaşıklıkta veren ama buna karşılık işlem miktarını kabul edilebilir düzeylere indirgeyen yaklaşımlardır.

Bu yaklaşımlardan en önemlilerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

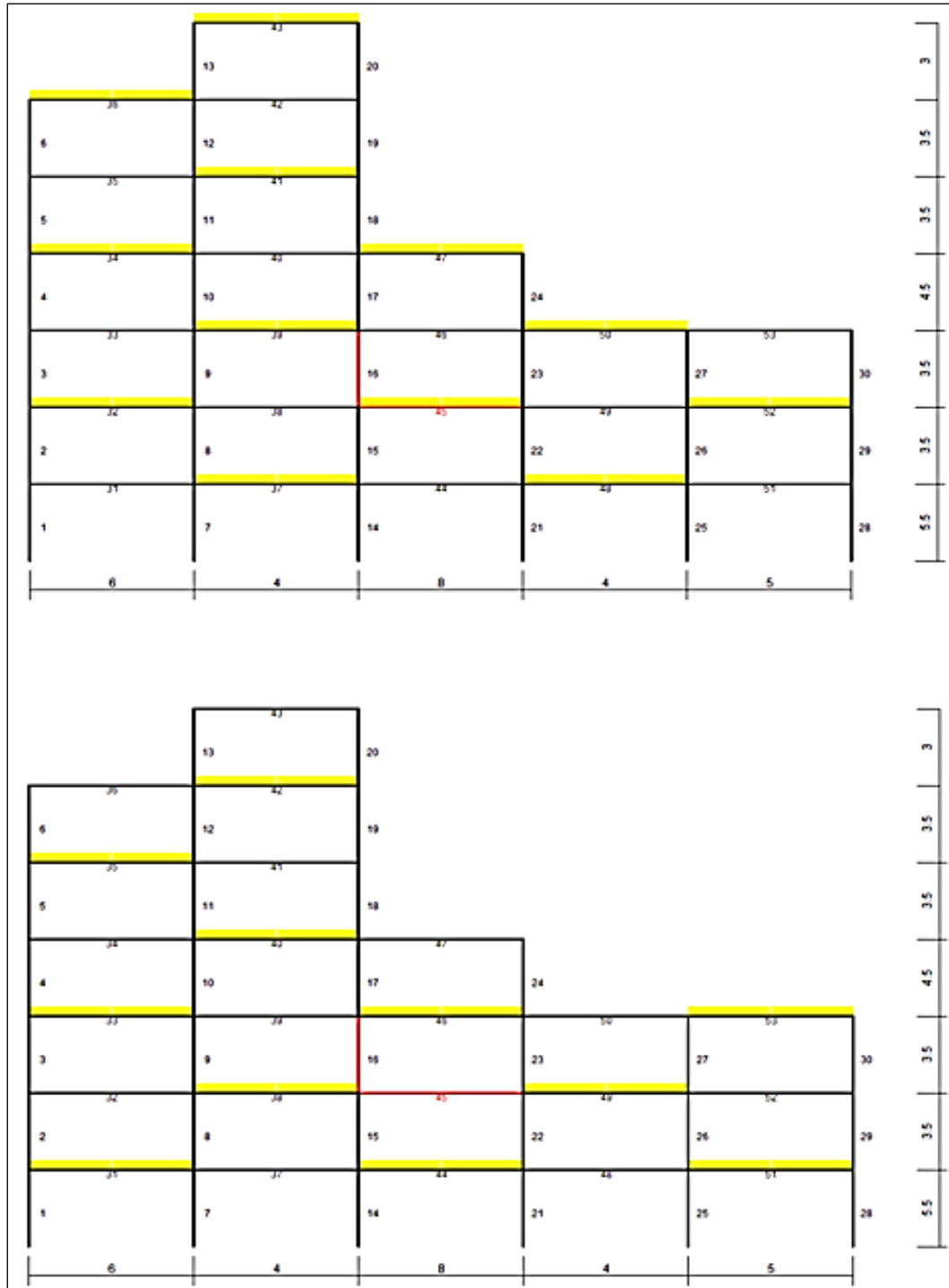
- Large metodu
- Furlong metodu
- Ersoy metodu

#### Large metodu

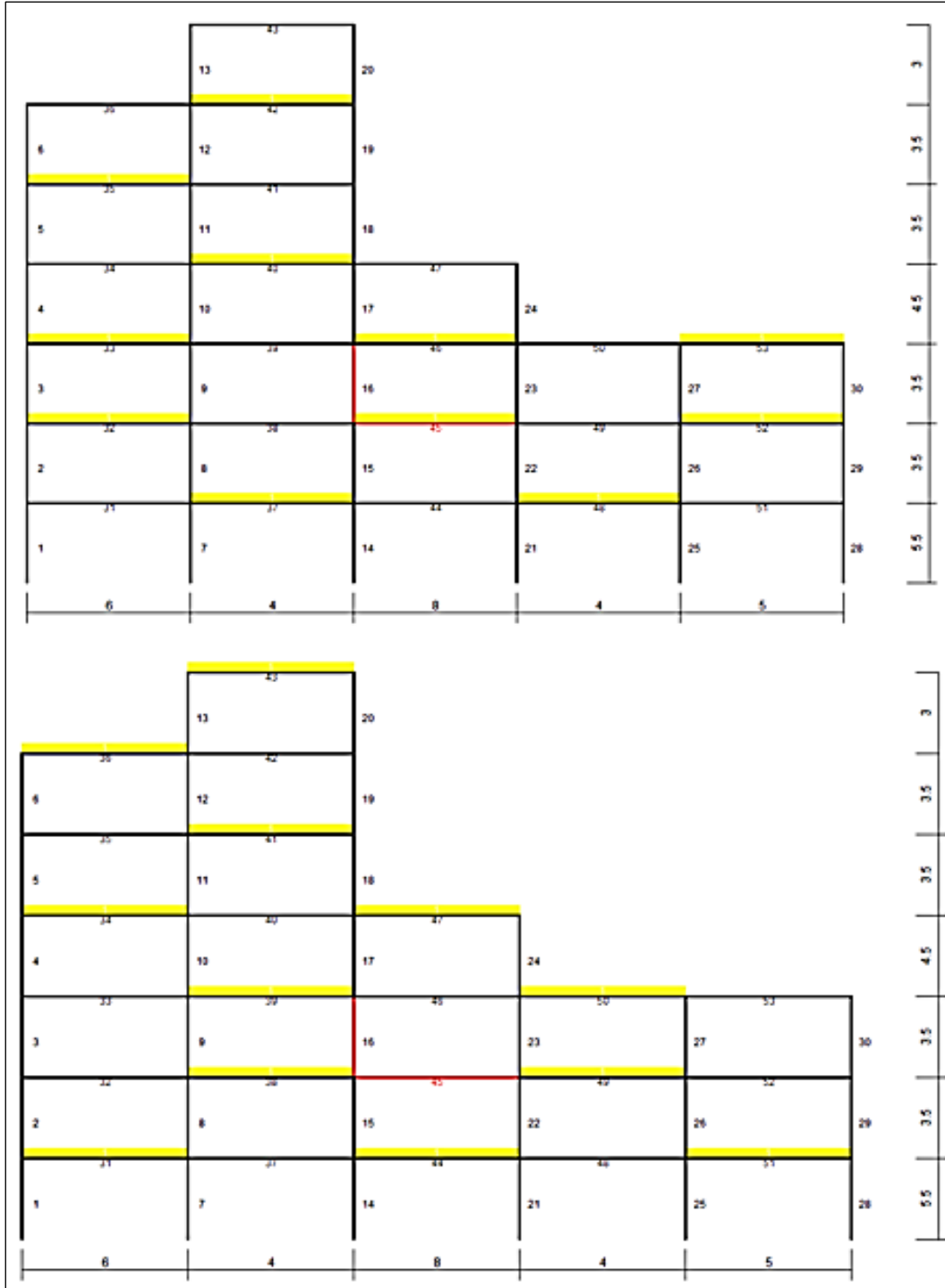
Bu metod tesir çizgileri yaklaşımı üzerine kurulmuştur. Maksimum açıklık ve uç momentlerinin bulunması için tesir çizgileri diyagramı çizilmelidir. Kiriş açıklıklarının çok farklı olmadığı çerçeveler sabit düğümlü çerçeveler olarak bilinir ve tesir çizgileri diyagramlarının çizilmesi sistematik olabileceği için kolaydır. Sistemdeki düzensizlik ve kiriş açıklıkları arasındaki farklar büyüdükçe tesir çizgileri diyagramını çizmek pratik olmaktan uzaklaşır.

Metodun pratik kullanımında, açıklık için 2 farklı yükleme tipi karşımıza çıkar (Dama taşı yüklemeleri). Kolon momentleri için toplam kiriş kolon birleşim sayısı kadar farklı yükleme yapmak gereklidir (Large, 1950). Bu çalışmada karşılaştırma için şematik diyagramlar kullanılmıştır.

Large metodu uyarınca belirlenen yükleme kombinasyonları örnek çerçeve üzerinde gösterilmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).



Şekil 3.1. Large metoduna göre 45 nolu kiriş için kritik yük kombinasyonları

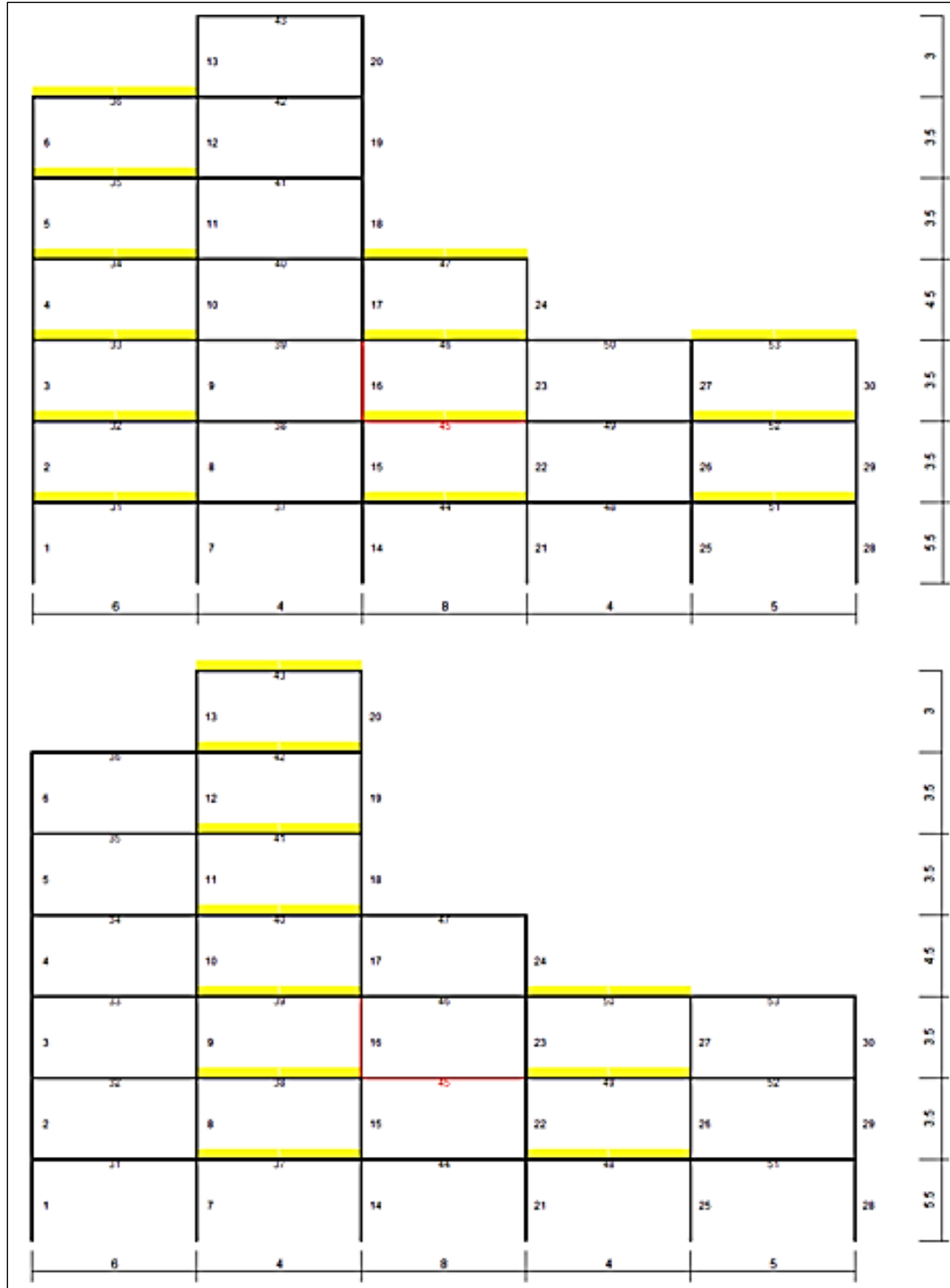


Şekil 3.2. Large metoduna göre 16 nolu kolon için kritik yük kombinasyonları

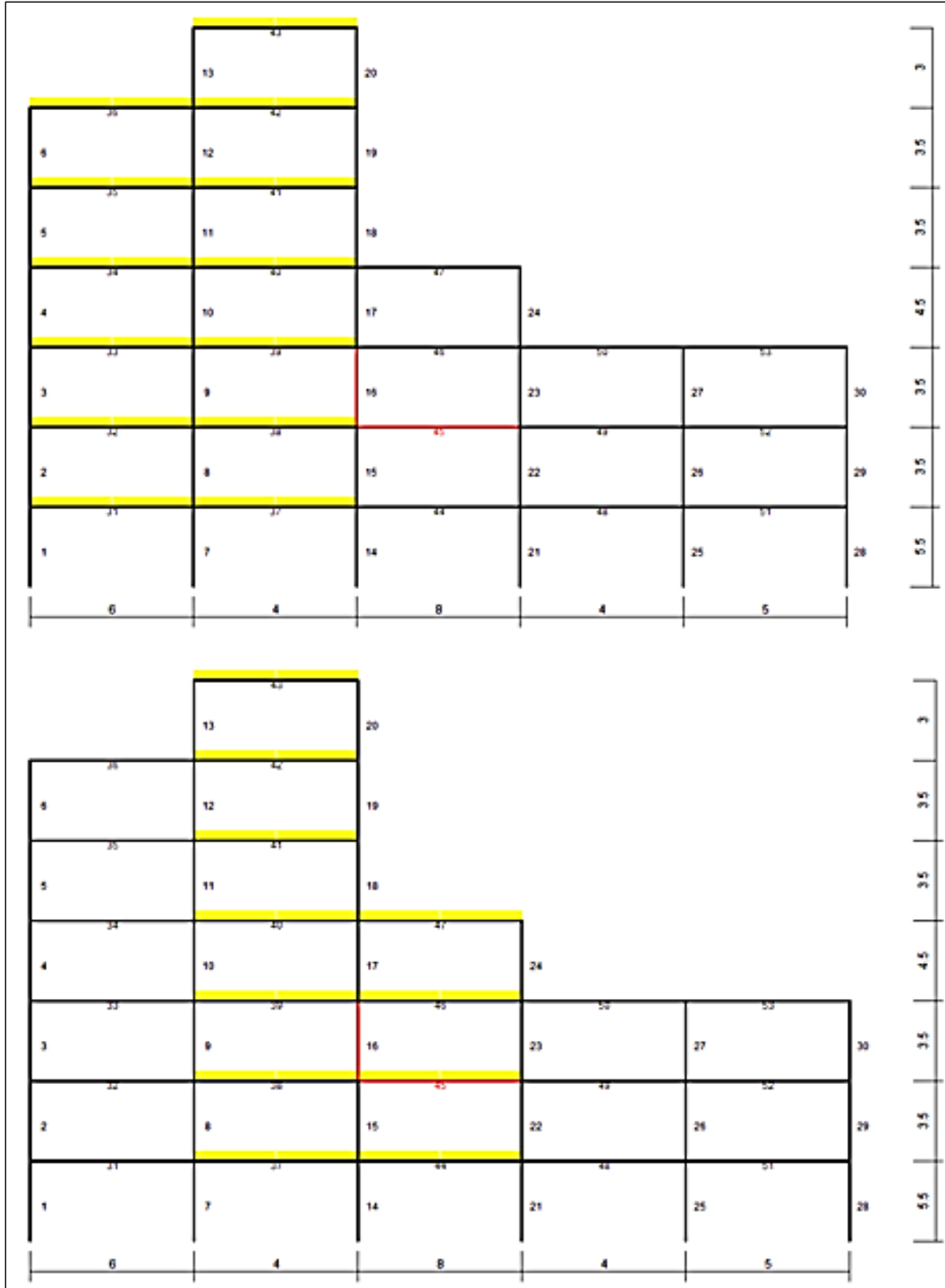
### Furlong metodu

Bu metodun ana amacı yükleme kombinasyonu sayılarının olabildiğince azaltılmasıdır. Furlong tarafından açıklıklar için 2 farklı yükleme kombinasyonu önerilmiştir. Kolon uç momentleri için açıklık sayısı + 1 adet yükleme gerekmektedir (Furlong, 1981).

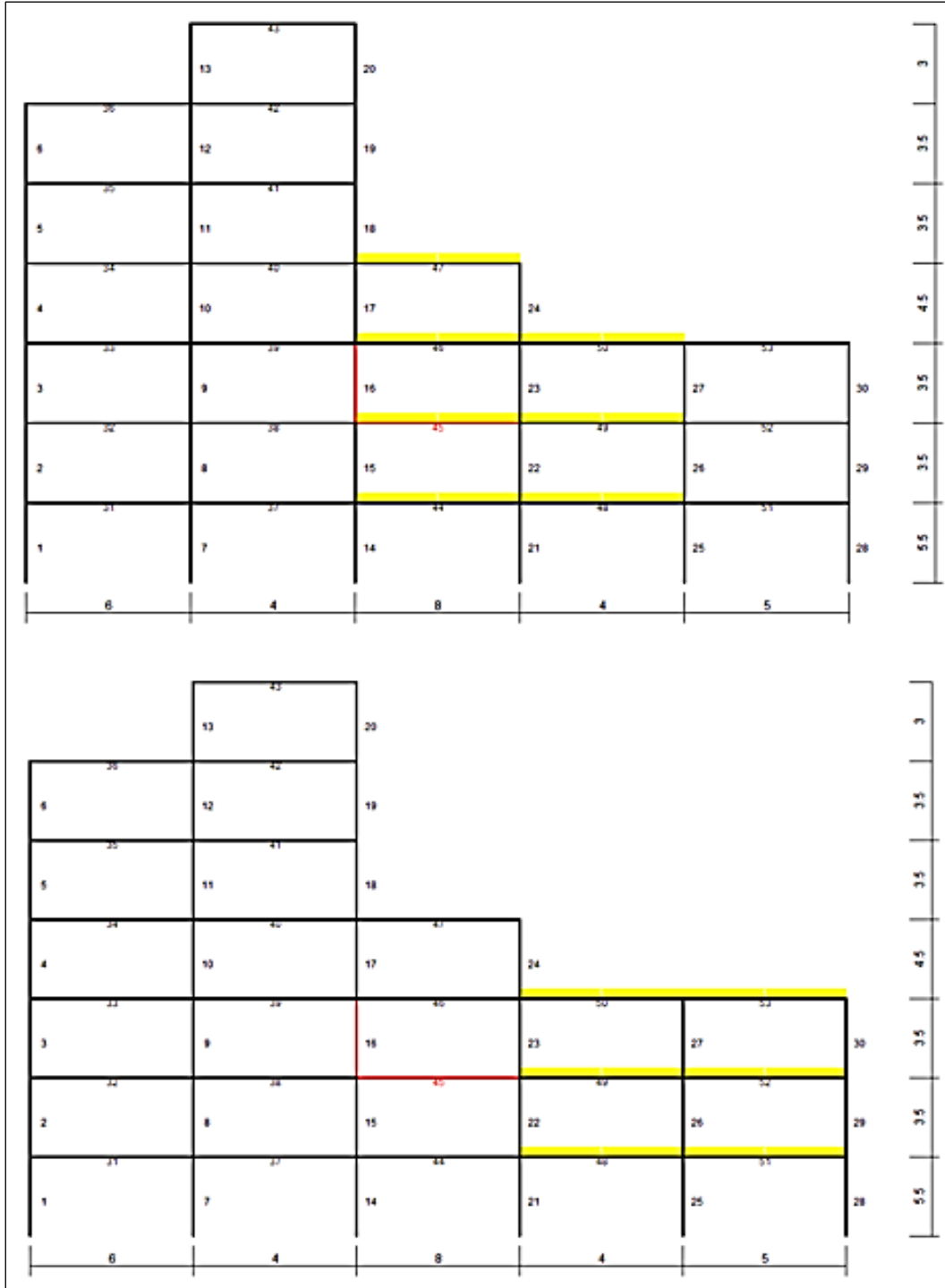
Furlong metodu uyarınca belirlenen yükleme kombinasyonları örnek çerçeve üzerinde gösterilmiştir (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Furlong metoduna göre 45 nolu kiriş için kritik yük kombinasyonları



Şekil 3.4. Furlong metoduna göre 16 nolu kolon için kritik yük kombinasyonları



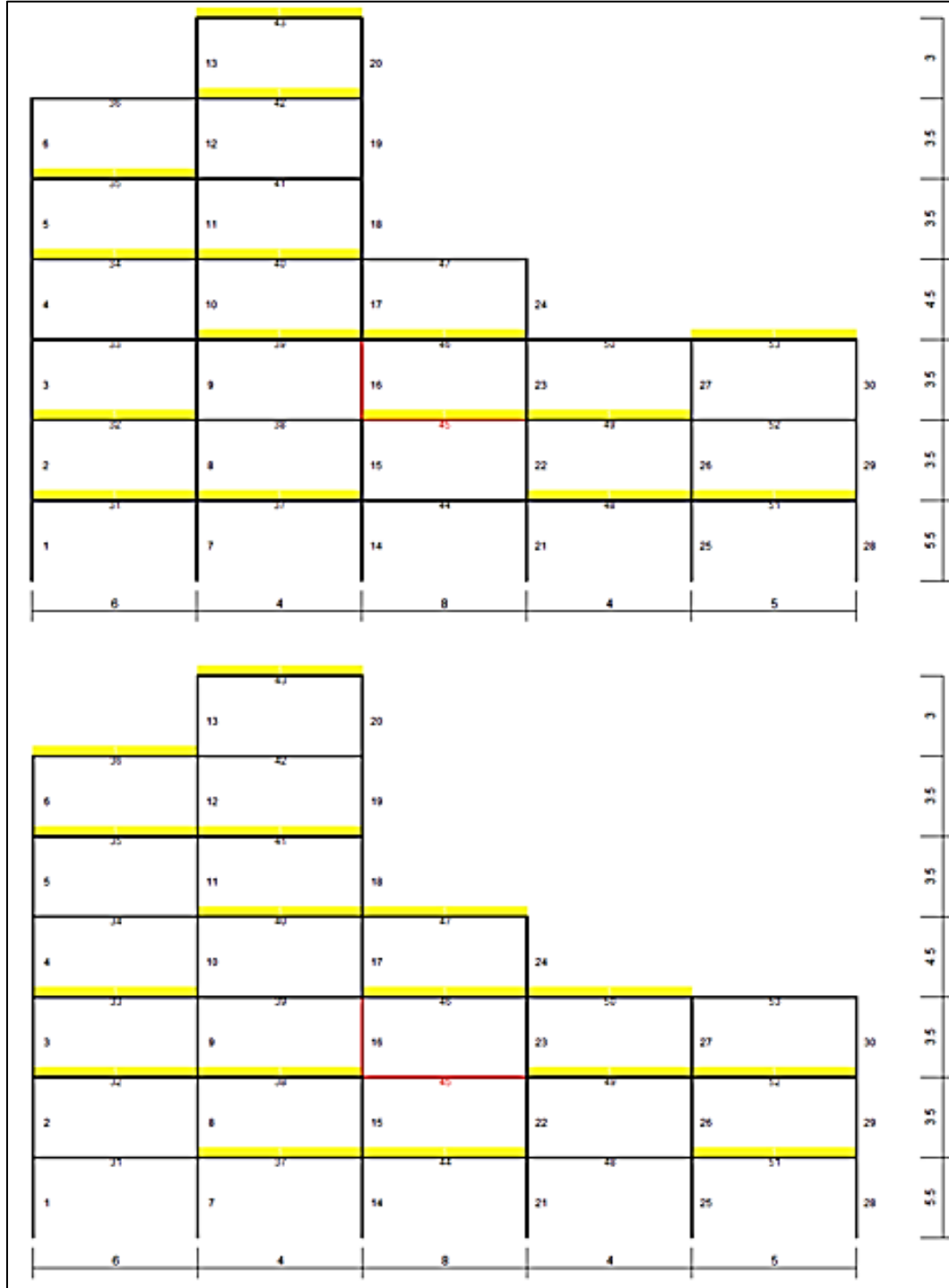
Şekil 3.4 (devam). Furlong metoduna göre 16 nolu kolon için kritik yük kombinasyonları

### Ersoy metodu

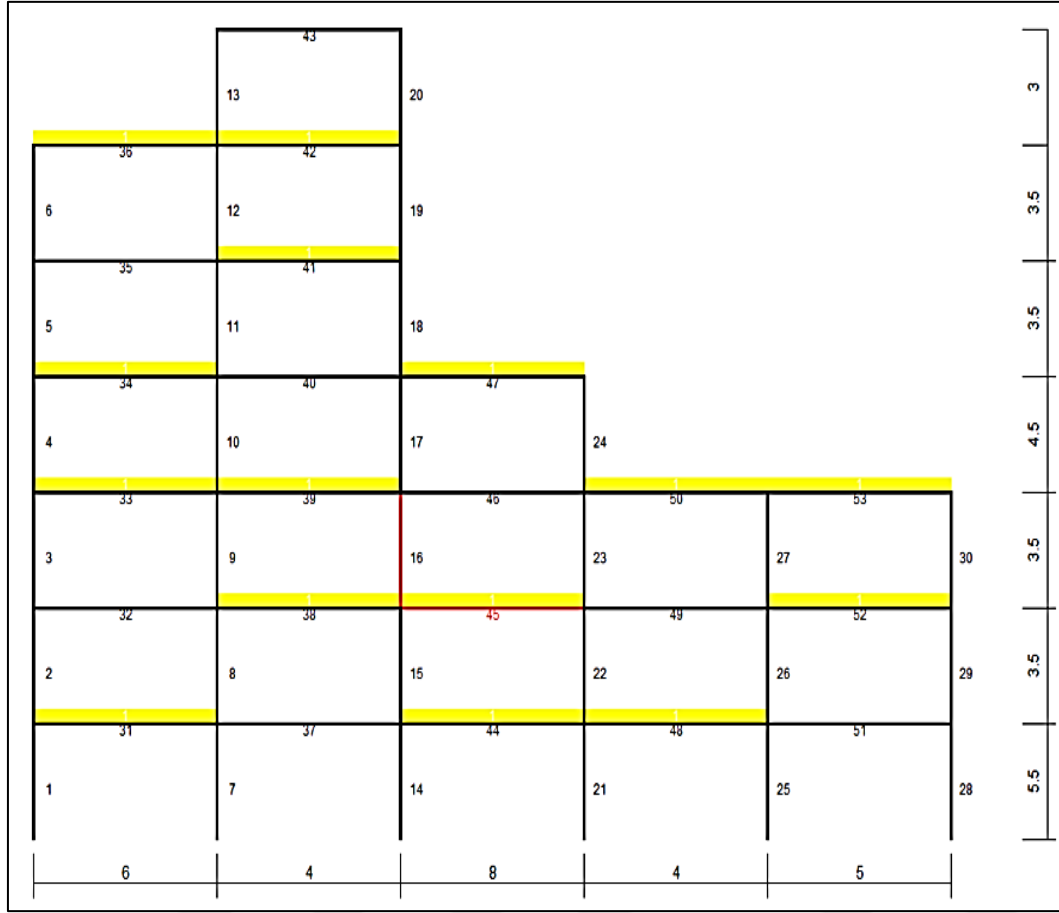
Prof. Dr. Uğur Ersoy tarafından önerilen bu methodda, açıklık momentleri tesir çizgileri yaklaşımı ile bulunmaktadır. Metod, çerçeve tipinden bağımsız olarak toplam 5 farklı

yüklem kombinasyonu kullanılarak çözülmektedir (kirişler için 2 adet ve kolonlar için 3 adet). Ersoy metodu Furlong metoduna göre daha kritik sonuçlar vermektedir (Ersoy, 1992).

Ersoy metodu uyarınca belirlenen yüklem kombinasyonları örnek çerçeve üzerinde Şekil 3.5 te gösterilmiştir (Kirişler için verilen kritik kombinasyonlar Large metodu ile aynıdır).



Şekil 3.5. Ersoy metoduna göre 16 numaralı kolon için kritik yük kombinasyonları



Şekil 3.5 (devam). Ersoy metoduna göre 16 numaralı kolon için kritik yük kombinasyonları

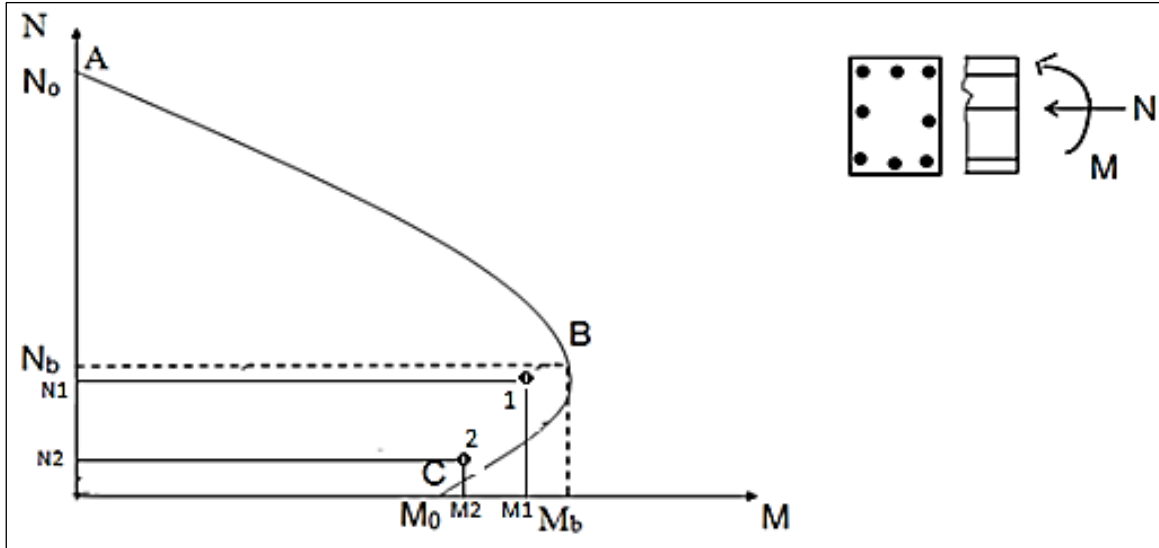
Bu metotlar, bir kiriş ya da kolon için maksimum moment, kesme kuvveti ya da eksenel yüklerin bulunması amacı ile geliştirilmişlerdir.

Bu metotlar incelendiğinde, bizi bir maksimuma götürdüğü görülebilir. Ancak bir kolon için kritik yük, bir maksimum değer ile belirlenemez. Kolonlar için normal kuvvet-moment ikililerinden oluşan bir değer bizim için kritik yüklemeyi verecektir. Yukarıdaki metotlardan hiçbiri bize aranan kritik ikili değeri vermemektedir. Alt maddede bu konu ile ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

### 3.3. Bir Kolonun Kritik Yüğü

Kolonlar, eksenel yük ve momentin birlikte etkidiği yapı elemanlarıdır. Bir betonarme kolonun moment taşıma kapasitesi, üzerine etkiyen eksenel kuvvet miktarına göre değişkenlik göstermektedir. Karşılıklı etkileşim diyagramı ile gösterilen bu ilişki uyarınca,

bir kolon üzerine etkiyen momentin ya da normal kuvvetin maksimum olması tek başına bir şey ifade etmemektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Karşılıklı etkileşim diyagramı

Karşılıklı etkileşim diyagramında gösterilen  $M_b$  momenti, kolonun taşıyabileceği en büyük moment olup, ancak eksenel kuvvetin  $N_b$  olması durumunda geçerlidir. Eksenel kuvvetin  $N_b$  den daha yüksek ya da düşük olması durumunda, kolonun moment kapasitesi azalacaktır. Diyagramdan kolayca görülebileceği üzere, eksenel kuvveti dikkate almadan bulunacak maksimum moment, aranan kritik moment değeri olmayabilir. Aynı şekilde, maksimum eksenel kuvveti bulmak, kritik yüklerden birisini bulduğumuz anlamına gelmeyebilir.

Şekil 3.6'da görülen 2 noktası, kırılma zarfına daha yakın olduğu için 1 noktasından daha kritiktir. Ancak hem normal kuvvet ( $N_2$ ) hem de moment ( $M_2$ ) değeri 1 noktasındaki normal kuvvet ( $N_1$ ) ve moment ( $M_1$ ) değerinden daha küçüktür.

Doğrusu, her farklı yükleme kombinasyonunun oluşturduğu normal kuvvet – moment ikililerinden hangisinin daha kritik olduğunu bulmaktır ki yukarıda açıklandığı üzere, bu değerler maksimum değerler olmak zorunda değildir.



## **4. GENETİK ALGORİTMA KULLANILARAK KRİTİK KOLON YÜKLERİNİN BULUNMASI İÇİN BİR YAKLAŞIM**

### **4.1. Temel Açıklamalar**

Bu çalışmada, genetik algoritma yaklaşımı kullanılarak, bir kolon elemanının kritik yük kombinasyonunun belirlenmesine çalışılmıştır.

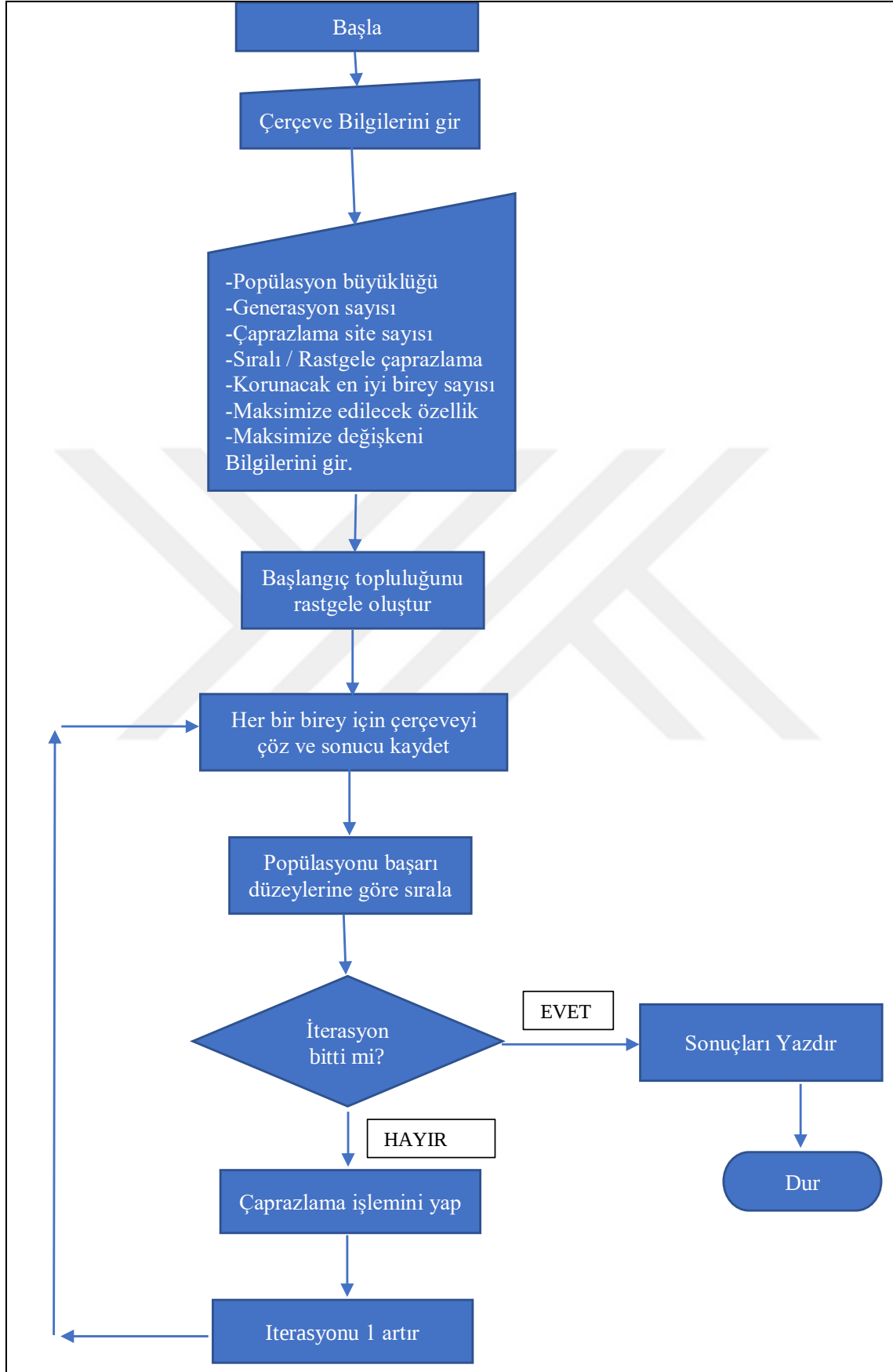
Çalışmaya temel olması amacı ile, belirli sınırlar dahilinde, kullanıcı tanımlı olan bir çerçevenin, sonlu elemanlar metodu ile statik çözümünü yapan bir excel tablosu ve onu destekleyen visual basic kodları yazılmıştır.

Konunun daha rahat anlaşılabilmesi ve analiz metodunun test edilebilmesi için, seçilen bir çerçeve elemanının maksimum moment değeri, genetik algoritma kullanılarak bulunmuş ve sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla kıyaslanmıştır.

Daha sonra 25 elemanlı bir çerçeve üzerinde seçilen bir kolonun kritik normal kuvvet – moment değerini veren kombinasyon araştırılmıştır.

### **4.2. Kolon Kritik Yük İkilisinin Hesabı**

Konunun kolay anlaşılması için, genetik algoritma işlemlerini gösteren akış şeması Şekil 4.1 de verilmiştir.



Şekil 4.1. Genetik algoritma akış şeması

Bir kolonun kritik yükü, yukarıda da açıkladığımız üzere normal kuvvet ve moment ikilisinden oluşmaktadır. Genetik algoritma yordamları, bize herhangi bir kombinasyona ait değerleri vermekte ama bu değerın kritikliği konusunda bilgi vermemektedir. Örneğin, seçilen bir kiriş elemanına ait kritik moment değeri, işlem sonucunda bulunan en yüksek moment değeri ve doğrudan elde edilebilir. Ancak kolonlar için işlem sonucunda elde edilen bir ikilinin aranan kritik kolon yükü olup olmadığını anlamak için ek bir işlem gerekmektedir.

Burada dikkate alınması gereken bir konu, kolonlar için kritik kelimesinin ne anlama geldiğidir. Kolonlar yapıları gereği karmaşık elemanlardır ve çok farklı kabul kriterlerine göre tasarlanabilirler. Sonuç olarak bir kolona etkiyen yük ikilisinin kritik ikili olup olmadığını anlamak için aşağıda sıralanan kriterlerden biri kabul edilebilir.

- Kolon maliyetini en yüksek yapması
- Aynı beton kesiti için, maximum donatı alanını vermesi
- Kolon üzerinde en yüksek gerilmeyi meydana getirmesi (çelik kolonlarda daha pratik olabilir)

Bunların dışında amaca göre farklı kriterler belirlenebilir.

Bu çalışmada, sabit kolon kesiti içerisinde en fazla donatı alanı gerektiren kombinasyon ve en yüksek eksenel gerilme değerini veren kombinasyonlar araştırılmıştır.

### **4.3. Çözüm Aşamaları ve Statik Hesap Programı**

#### **4.3.1. Statik hesaplamalar**

Genetik algoritma işlemlerinin tamamlanabilmesi için, seçilen sistemin hızlı bir biçimde statik olarak analiz edilebilmesi gerekir.

Genetik algoritma, bir iterasyon metodu olduğu için, popülasyon sayısı x iterasyon sayısı kadar sistem yeniden çözülür.

Bu işlemler için, excel üzerinde visual basic desteği ile, sonlu elemanlar metodunu kullanan bir analiz tablosu hazırlanmıştır. Tablo üzerinde seçilen çerçevenin boyutları ve kesit değerleri girildikten sonra, eleman ve toplam sistem rijitlik matrisleri tablo tarafından hesaplanmaktadır.

#### 4.3.2. Genetik algoritma çözüm aşamaları

Genetik algoritma işlemlerini gösteren akış şeması Şekil 4.1’de verilmiştir. Akış şemasında da görüldüğü gibi, çerçeve bilgileri düzenlendikten sonra, popülasyon büyüklüğü, jenerasyon sayısı, çaprazlama site sayısı, çaprazlamanın sıralı ya da rastgele yapılacağı, korunacak en iyi birey sayısı, maksimize edilecek özellik, maksimize ye temel olacak değişken bilgileri tamamlanır ve işlem başlatılır.

Verilen sayıda jenerasyon tamamlandıktan sonra elde edilen sonuç yazdırılmaktadır.

#### 4.3.3. Başlangıç topluluğunun oluşturulması

Tablo içerisinde tanımlanan sayıda eleman rastgele biçimde oluşturulur. Tür çeşitliliğini sağlamak için, oluşturulan her bir bireyin birbirinden farklı olması sağlanmıştır. Çaprazlama işleminde kolaylık olması için, başlangıç topluluğunun çift sayıda olması sağlanmıştır.

Bireylerin kromozom sayısı, giriş yayılı yükü değişken olarak alınacaksa giriş sayısı, noktasal yüklerden biri değişken olarak alınacaksa nokta sayısına eşit olacak şekilde belirlenmiştir.

Başlangıç topluluğunu oluşturan visual basic kodu aşağıdaki gibidir.

```
Private Sub CommandButton4_Click ()
```

```
'BASLANGIC TOPLULUGU
```

```
Dim POP, RAST, I, J, K, HUCRE, TUR, KONTROL1, KONTROL2 As Double
```

```
Randomize Timer
```

```
If Cells (16, 61).Value = 1 Then Cells (16, 62).Value = Cells (16, 62).Value + 1 ' çift sayı kontrolü
```

```
If Cells (19, 61).Value = 1 Then Cells (19, 62).Value = Cells (19, 62).Value + 1 ' çift sayı kontrolü
```

```

POP = Cells (16, 62).Value
If Cells (3, 64).Value = "YAYILI YUK" Then TUR = 25 Else TUR = 30
ReDim POPONLUKTABAN (POP)
'Range ("GS2:IS1000").Select
'Selection.ClearContents
Range ("BL14").Select
For I = 2 To POP + 1
Cells (18, 75).Value = I - 1 & " / " & POP 'BILGI ICIN
KONTROL2 = 0
10 For J = 1 To TUR
RAST = Rnd ()
If RAST > 0.5 Then RAST = 1 Else RAST = 0
KONTROL1 = TUR - J + 1
KONTROL2 = KONTROL2 + RAST * 2 ^ KONTROL1
Cells (I, J + 201).Value = RAST
Cells (I, 201).Value = KONTROL2
Next J
For K = 1 To I - 1
If KONTROL2 = POPONLUKTABAN (K) Then GoTo 10
Next K
POPONLUKTABAN (I - 1) = KONTROL2
Next I
End Sub

```

#### 4.3.4. Bireylerin başarılarına göre sıralanması

Bu aşamada her bir bireyin karşılık geldiği yük kombinasyonu için sistem çözülmekte ve bu değerlere göre azalan ya da artan sıralama yapılmaktadır.

Bu işlem için kullanılan Visual Basic kodu aşağıda verilmiştir.

```

'AZALAN SIRALAMA
Dim POP, HUCRE, KORUMA
KORUMA = Cells (19, 62).Value

```

```
POP = Cells (16, 62).Value
```

```
If Cells (16, 62).Value = 1 Then POP = POP + 1
```

```
HUCRE = "GS2:HZ" & Trim (POP + 1 + KORUMA)
```

```
Range (HUCRE).Select
```

```
Selection.Sort Key1:=Range ("GS2"), Order1:=xlDescending, Header:=xlGuess _
```

```
, OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
```

```
DataOption1:=xlSortNormal
```

```
End Sub
```

```
'ARTAN SIRALAMA
```

```
Dim POP, HUCRE, KORUMA
```

```
KORUMA = Cells (19, 62).Value
```

```
POP = Cells (16, 62).Value
```

```
If Cells (16, 62).Value = 1 Then POP = POP + 1
```

```
HUCRE = "GS2:HZ" & Trim (POP + 1 + KORUMA)
```

```
Range (HUCRE).Select
```

```
Selection.Sort Key1:=Range ("GS2"), Order1:=xlAscending, Header:=xlGuess _
```

```
,OrderCustom:=1, MatchCase:=False, Orientation:=xlTopToBottom, _
```

```
DataOption1:=xlSortNormal
```

```
End Sub
```

#### **4.3.5. En başarılı bireylerin korunması**

Genetik alıgoritmada yeni bireyler rastgele belirlendiği için, yeni bireyin, ebeveyn bireyden daha başarılı olma garantisi yoktur. Bunun için program daha önceden opsiyonel olarak belirlenmiş sayıda en iyi bireyin kopyasını alarak korur ve çaprazlama işleminden olumsuz etkilenmesini önler.

Kopyalama işlemi için yazılan kod aşağıdadır.

```
HUCRE = "GS2:HZ" & POPULASYON + 1
```

```
Range (HUCRE).Select
```

```
Selection.Copy
```

```
HUCRE = "GS" & KORUMA + 2
```

```
Range (HUCRE).Select
```

```
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
```

```
:=False, Transpose:=False
```

```
Application.CutCopyMode = False
```

#### 4.3.6. Çaprazlama işlemi

Çaprazlama işlemi, bir sonraki topluluğu oluşturmak için, opsiyonel olarak seçilebilen sıralı ya da rastgele ikili kromozomların, yine opsiyonel olarak belirlenebilen sayıda geninin yer değiştirmesi işlemidir. Çaprazlama site sayısının artması, ebeveyn ve yavru bireyler arasında büyük farklar oluşmasına, dolayısıyla topluluğun bozulmasına sebebiyet verebilir.

Çaprazlama işlemi için, aşağıdaki kod kullanılmıştır.

```
Dim GENSAYISI, SAYI, SWAP, CIFT
```

```
GENSAYISI = Cells (18, 62).Value
```

```
ReDim GEN1 (GENSAYISI), GEN2 (GENSAYISI), HUCRE1 (GENSAYISI), HUCRE2 (GENSAYISI)
```

```
Dim I, J, K, L, M, N, POP, TUR, ITERASYON, POPONLUKTABAN1, POPONLUKTABAN2, SON, KORUMA
```

```
POP = Cells (16, 62).Value
```

```
ITERASYON = Cells (17, 62).Value
```

```
KORUMA = Cells (19, 62).Value
```

```
CIFT = Cells (20, 62).Value
```

If Cells (3, 64).Value = "YAYILI YUK" Then TUR = 25 Else TUR = 30

ReDim BUTUNELEMANLAR (2 \* POP \* ITERASYON)

'POPULASYON RASTGELE SIRALANIYOR

If CIFT = 1 Then GoTo 50

Randomize Timer

For I = 1 To POP

SAYI = Int ( (POP + 1 - I) \* Rnd)

For J = 1 To TUR

SWAP = Cells (I + KORUMA + 1, J + 201).Value

Cells (I + KORUMA + 1, J + 201).Value = Cells (I + KORUMA + SAYI, J + 201).Value

Cells (I + KORUMA + SAYI, J + 201).Value = SWAP

Next J

Next I

'ÇAPRAZLAMA YAPILIYOR

50 Randomize Timer

For I = 1 To POP - 1 Step 2

90 For K = 1 To GENSAYISI

100 GEN1 (K) = Int ( (TUR \* Rnd) + 1)

If GEN1 (K) = GEN1 (K - 1) Then GoTo 100

200 GEN2 (K) = Int ( (TUR \* Rnd) + 1)

If GEN2 (K) = GEN2 (K - 1) Then GoTo 200

HUCRE1 (K) = Cells (I + KORUMA + 1, GEN1 (K) + 201).Value

HUCRE2 (K) = Cells (I + KORUMA + 2, GEN2 (K) + 201).Value

If HUCRE1 (K) = HUCRE2 (K) Then GoTo 100

Cells (I + KORUMA + 1, GEN1 (K) + 201).Value = HUCRE2 (K)

Cells (I + KORUMA + 2, GEN2 (K) + 201).Value = HUCRE1 (K)

Next K

POPONLUKTABAN1 = 0: POPONLUKTABAN2 = 0

For M = 1 To TUR

POPONLUKTABAN1 = POPONLUKTABAN1 + (Cells (I + KORUMA + 1, M + 201).Value) \* 2 ^ (TUR - M)

POPONLUKTABAN2 = POPONLUKTABAN2 + (Cells (I + KORUMA + 2, M + 201).Value) \* 2 ^ (TUR - M)

Next M

Cells (I + KORUMA + 1, 201).Value = POPONLUKTABAN1

Cells (I + KORUMA + 2, 201).Value = POPONLUKTABAN2

Next I

'For L = 1 To SON - KORUMA

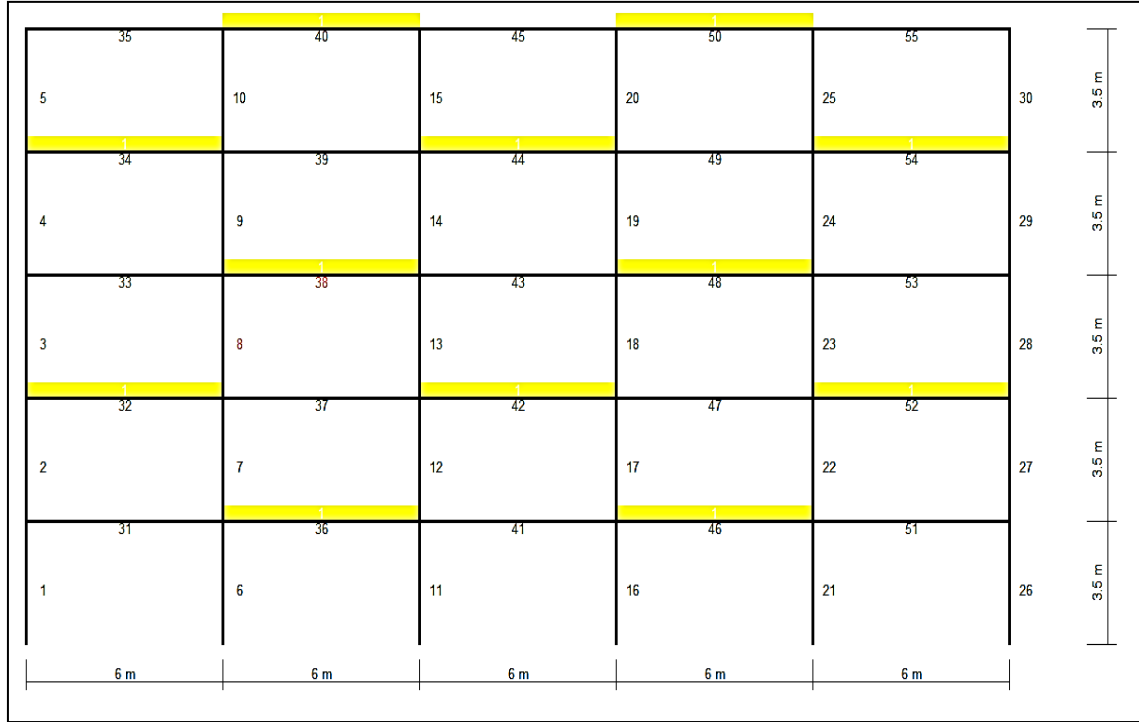
'Cells (L + KORUMA + 1, 193).Value = BUTUNELEMANLAR (L)

'Next L

End Sub

#### 4.4. Düzenli Çerçeveler İçin Örnek Hesaplama

Çalışmanın ana konusu olan kritik kolon yüklerinin (normal kuvvet moment ikililerinin) karşılaştırılması için bir referans noktası bulunmamaktadır. Genetik algoritma prensibinin daha iyi anlaşılması ve yapılan programın bilinen metotlar karşısında test edilebilmesi için, 5 açıklıklı ve 5 katlı düzenli bir çerçeve üzerinde seçilen bir kirişin açıklık momentini maksimum yapan yük kombinasyonları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Tesir çizgileri metodu ile belirlenen maksimum kombinasyon ile kıyaslanmıştır.



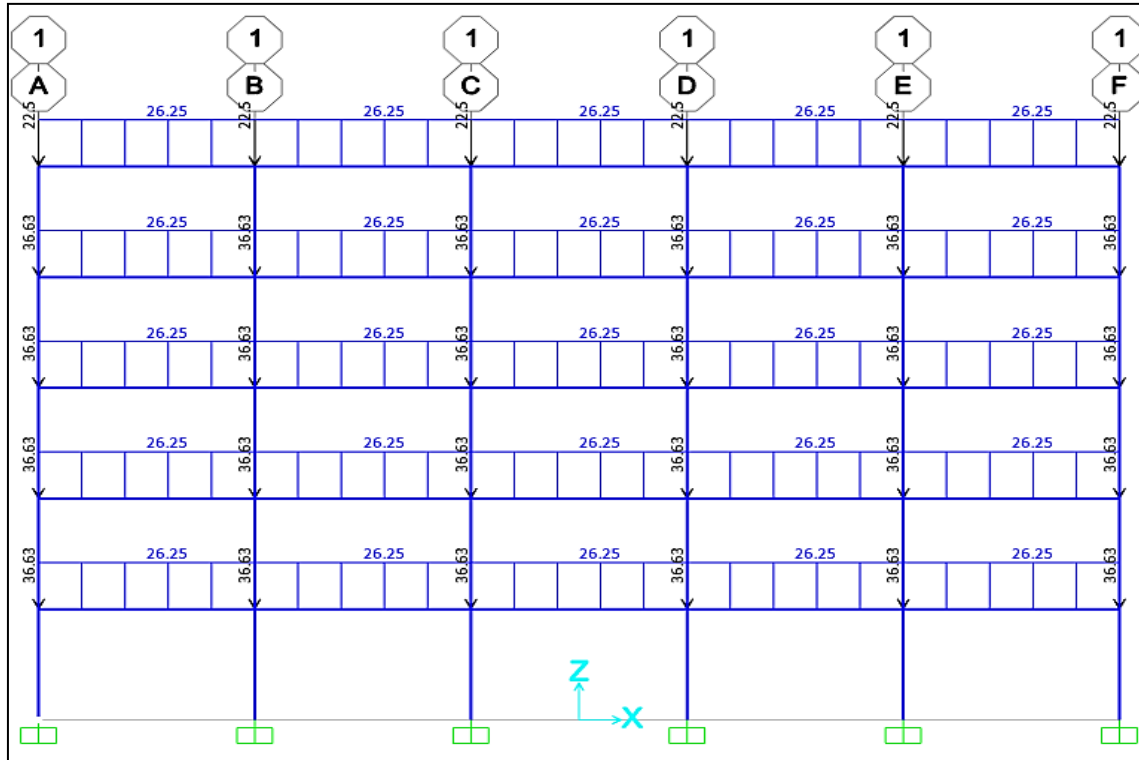
Şekil 4.2. Hesaplarda kullanılan çerçeve, eleman numaraları ve tesir çizgileri metoduna göre 38 numaralı kirişin açıklık momentini maksimum yapan yükleme kombinasyonu

Hesaplarda kullanılan örnek çerçeve Şekil 4.2’de verilmiştir. Çerçeve, 5 açıklık ve 5 kattan oluşmaktadır. Kolonlar ve kirişler 30x50 cm olarak seçilmiştir. Açıklık 6 m ve kat yüksekliği 3.5 m alınmıştır. Çerçevenin diğer yönü de 6 m kabul edilmiş ve ölü yükler buna göre hesaplanmıştır.

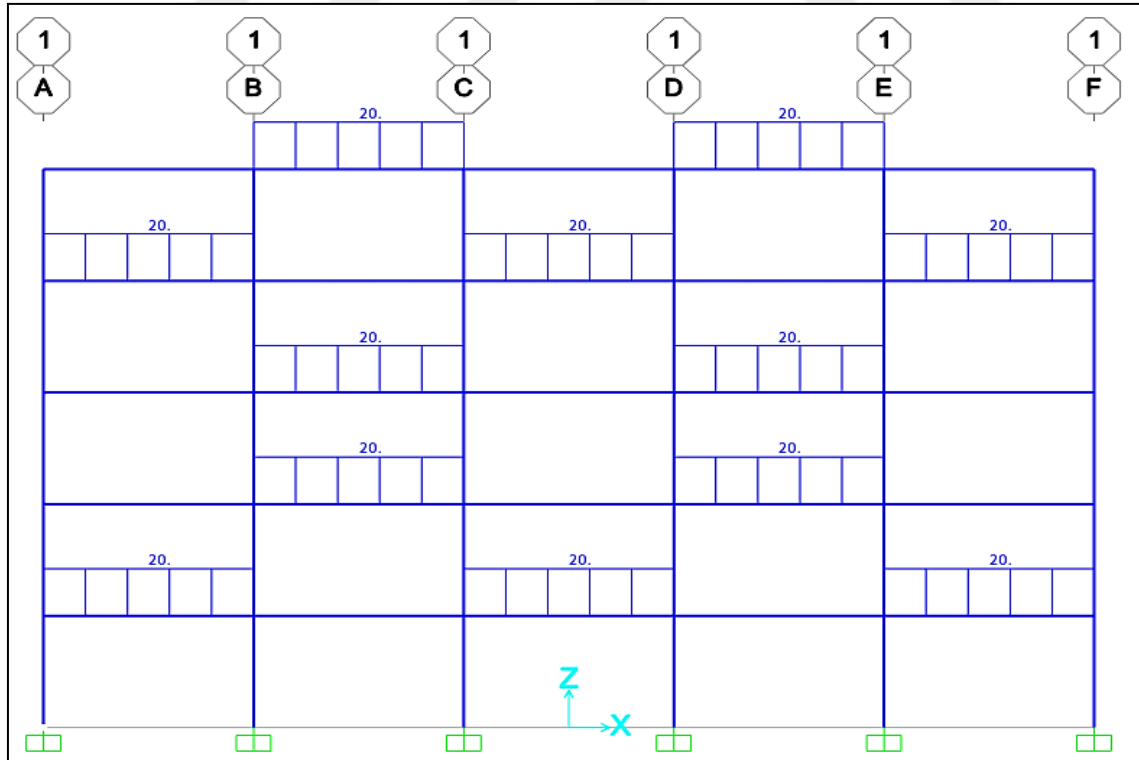
Örnek hesaplamalar için, 38 numaralı kiriş seçilmiştir (kırmızı ile işaretli).

#### 4.4.1. Yükleme şekilleri

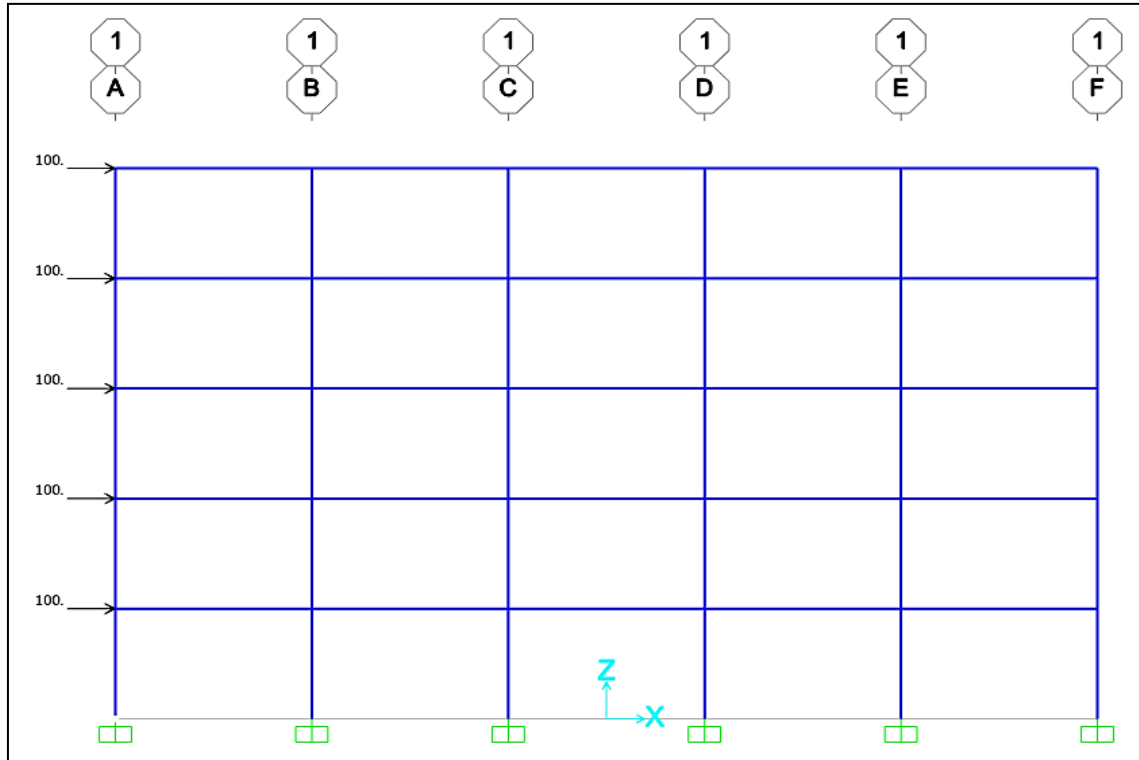
Program, ölü yük, hareketli yük, rüzgâr yükü ve deprem yükünü dikkate alabilecek şekilde hazırlanmıştır.



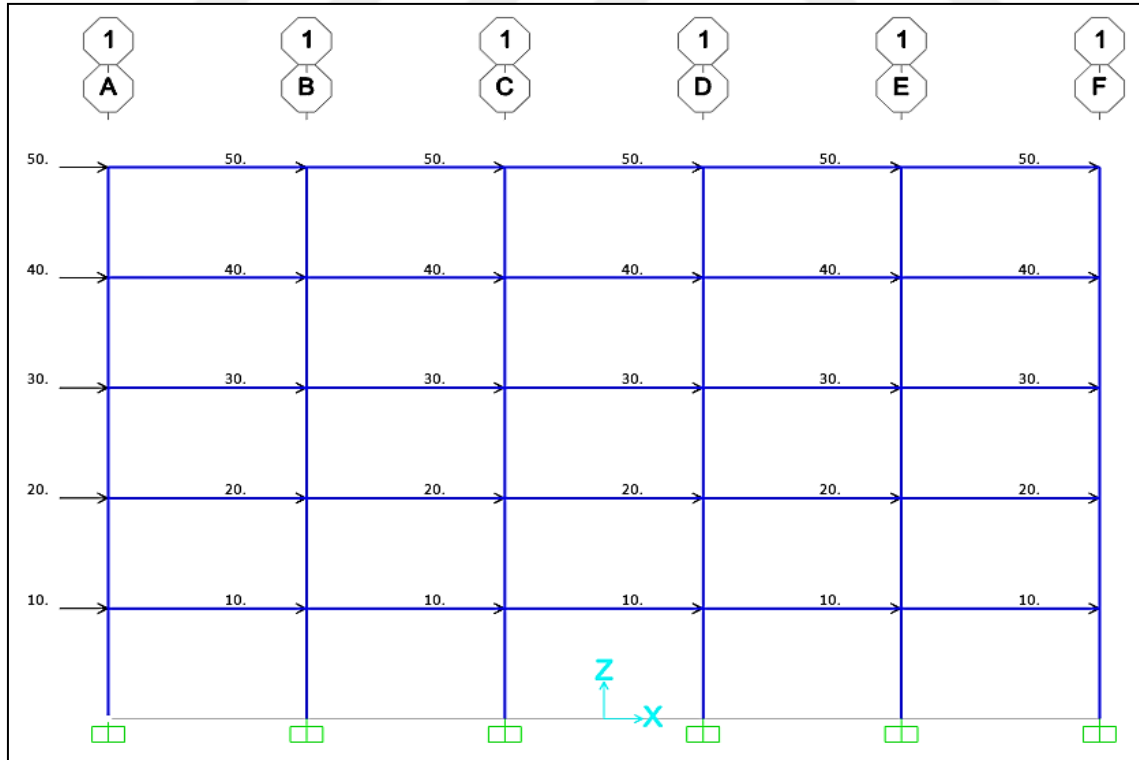
Şekil 4.3. Düzenli çerçeve için sabit yük diyagramı



Şekil 4.4. Düzenli çerçeve için herhangi bir hareketli yük kombinasyonu



Şekil 4.5. Düzenli çerçeve için rüzgâr tipi yükleme



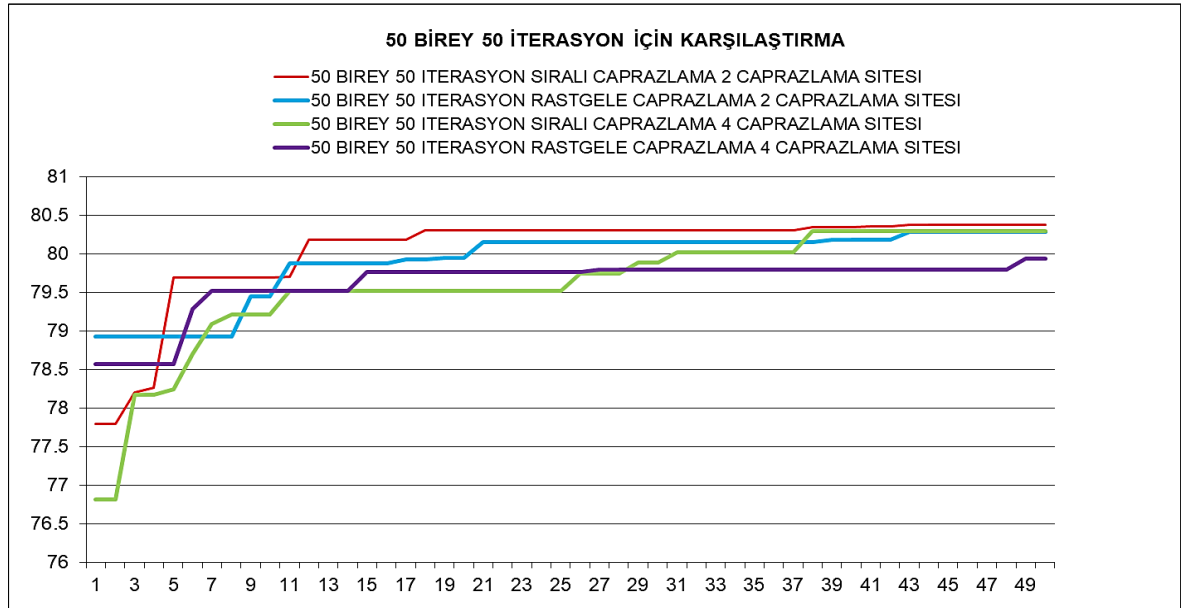
Şekil 4.6. Düzenli çerçeve için deprem tipi yükleme



Çizelge 4.1. Farklı genetik algoritma modlarının çözüme olan etkisi

| HESAPLAMA MODU                                                      | MAX. MOMENT kNm | YAKLAŞIM ORANI |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|
| TESİR ÇİZGİLERİ METODU                                              | 80.363          | 100.000%       |
| 50 BİREY 50 İTERASYON SIRALI<br>CAPRAZLAMA 2 CAPRAZLAMA<br>SİTESİ   | 80.373          | 100.012%       |
| 50 BİREY 50 İTERASYON<br>RASTGELE CAPRAZLAMA 2<br>CAPRAZLAMA SİTESİ | 80.280          | 99.896%        |
| 50 BİREY 50 İTERASYON SIRALI<br>CAPRAZLAMA 4 CAPRAZLAMA<br>SİTESİ   | 80.297          | 99.918%        |
| 50 BİREY 50 İTERASYON<br>RASTGELE CAPRAZLAMA 4<br>CAPRAZLAMA SİTESİ | 79.939          | 99.473%        |

Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere, genetik algoritma uygulamasında yapılan kabuller, sonuçlar üzerinde etkili olmaktadır. Çaprazlama operatörünün rastgele kullanılması veya çaprazlama sitesinin sayısının artması, optimizasyon üzerinde menfi etki yapmaktadır. Buna sebep olarak, çocuk bireylerin, ebeveyn bireylerden çok farklı olmaya başlamasını gösterebiliriz.



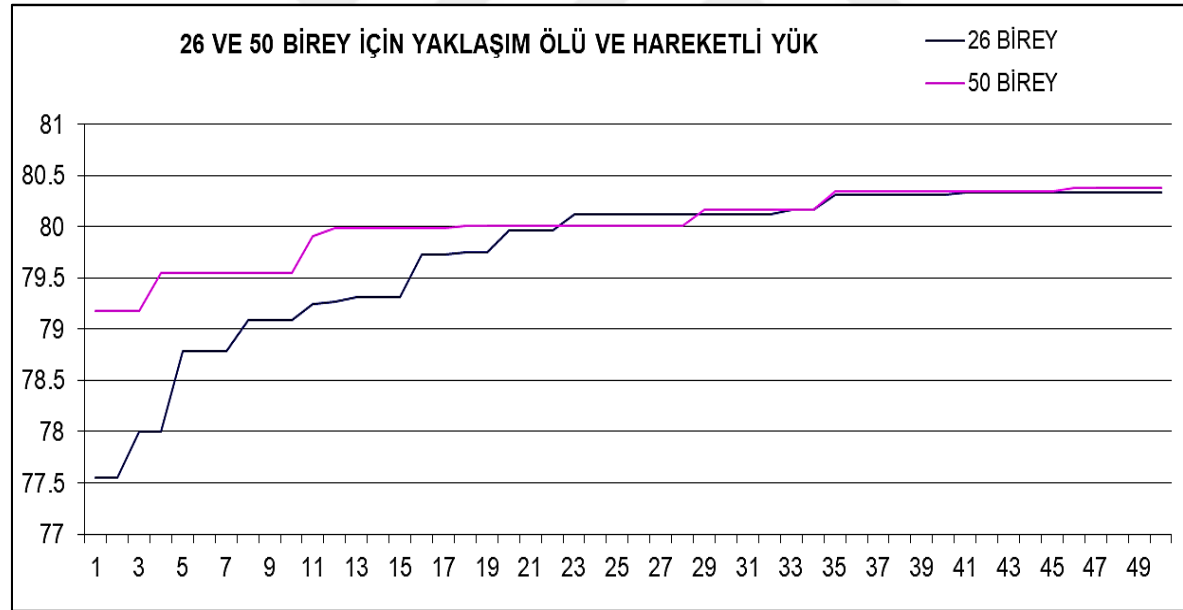
Şekil 4.8. 50 birey ve 50 iterasyon için, çeşitli genetik algoritma modlarının karşılaştırılması

### Başlangıç topluluğunun sonuca etkisi

Yukarıdaki örnek, 26 ve 50 başlangıç bireyi için tekrarlanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yukarıda da belirtildiği üzere, sadece ölü ve hareketli yük için, tesir çizgileri diyagramına göre düzenlenen yükleme uyarınca 38 nolu kirişin açıklık momenti 80.363 kNm hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2. Ölü ve hareketli yük olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım

| HESAPLAMA MODU         | MAX. MOMENT kNm | YAKLAŞIM ORANI |
|------------------------|-----------------|----------------|
| TESİR ÇİZGİLERİ METODU | 80.363          | 100.000%       |
| 26 BİREY               | 80.334          | 99.964%        |
| 50 BİREY               | 80.373          | 100.012%       |



Şekil 4.9. Ölü ve hareketli yük olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım

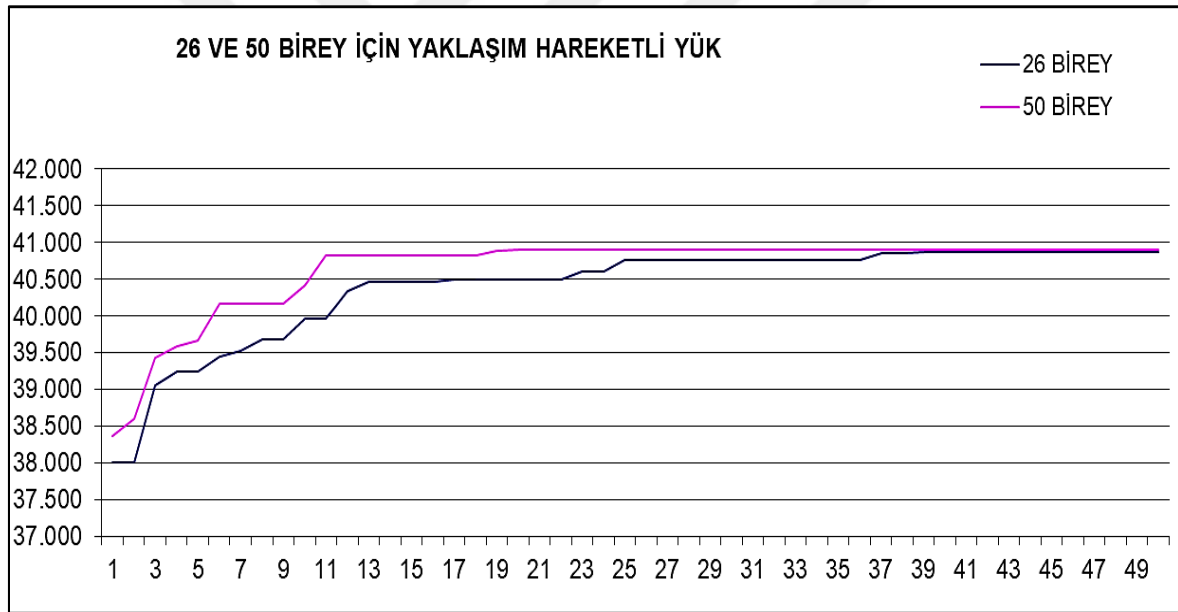
Başlangıç topluluğunun yüksek sayıda olması, daha hızlı yakınsamaya sebep olmakla beraber, dikkate aldığımız sistem için, 26 bireyin de yeterli yaklaşım gösterdiğini düşünebiliriz.

### Sadece hareketli yük olması durumu

Sistemde sadece hareketli yük olması durumunda elde edilen sonuçlar, 26 ve 50 birey ve 50 iterasyon için aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.3. Sadece hareketli yük olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım

| HESAPLAMA MODU         | MAX. MOMENT kNm | YAKLAŞIM ORANI |
|------------------------|-----------------|----------------|
| TESİR ÇİZGİLERİ METODU | 40.897          | 100.000%       |
| 26 BİREY               | 40.877          | 99.952%        |
| 50 BİREY               | 40.898          | 100.004%       |



Şekil 4.10. Sadece hareketli yük olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım

Sistemde sadece hareketli yük olması durumunda, simetrik sistemler için, tesir çizgileri diyagramı maksimum açıklık momentini vermektedir.

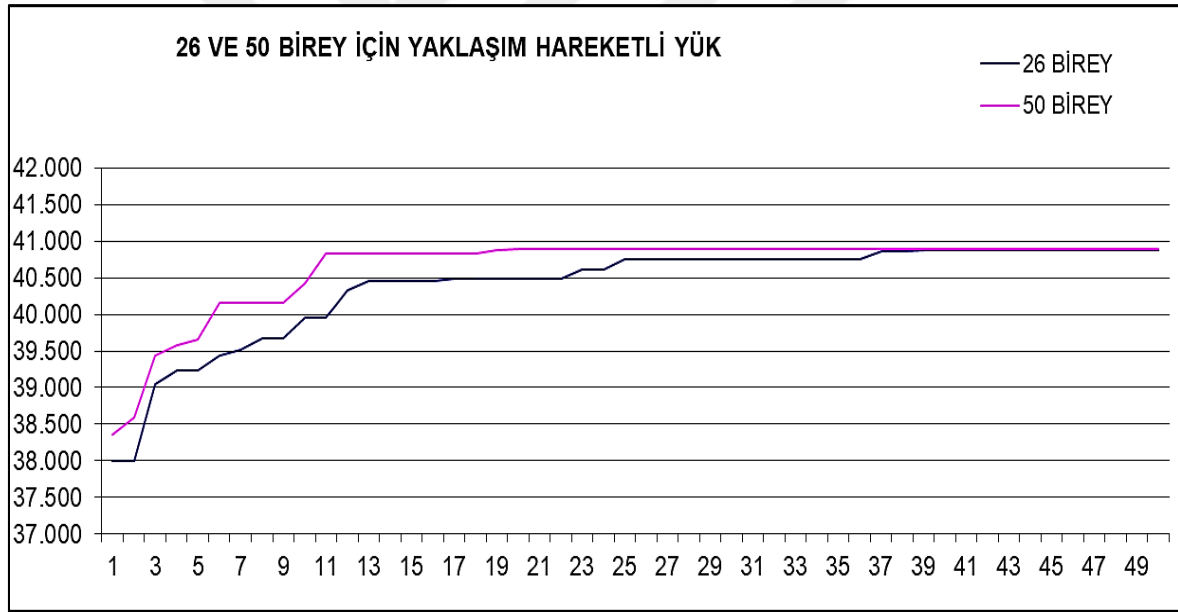
50 birey ve 50 iterasyon uygulanarak, genetik algoritma programı da bu moment değerine ulaşmıştır.

### Ölü yük, hareketli yük ve rüzgâr yükü olması durumu

Sistemde ölü yük, hareketli yük ve rüzgâr yükü olması durumunda elde edilen sonuçlar, 26 ve 50 birey ve 50 iterasyon için aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.4. Ölü yük, hareketli yük ve rüzgâr yükü olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım

| HESAPLAMA MODU         | MAX. MOMENT kNm | YAKLAŞIM ORANI |
|------------------------|-----------------|----------------|
| TESİR ÇİZGİLERİ METODU | 89.092          | 100.000%       |
| 26 BİREY               | 89.128          | 100.040%       |
| 50 BİREY               | 89.154          | 100.070%       |



Şekil 4.11. Ölü yük, hareketli yük ve rüzgâr yükü olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım

Sistemde sadece hareketli yük olması durumunda, simetrik sistemler için, tesir çizgileri diyagramı maksimum açıklık momentini vermektedir.

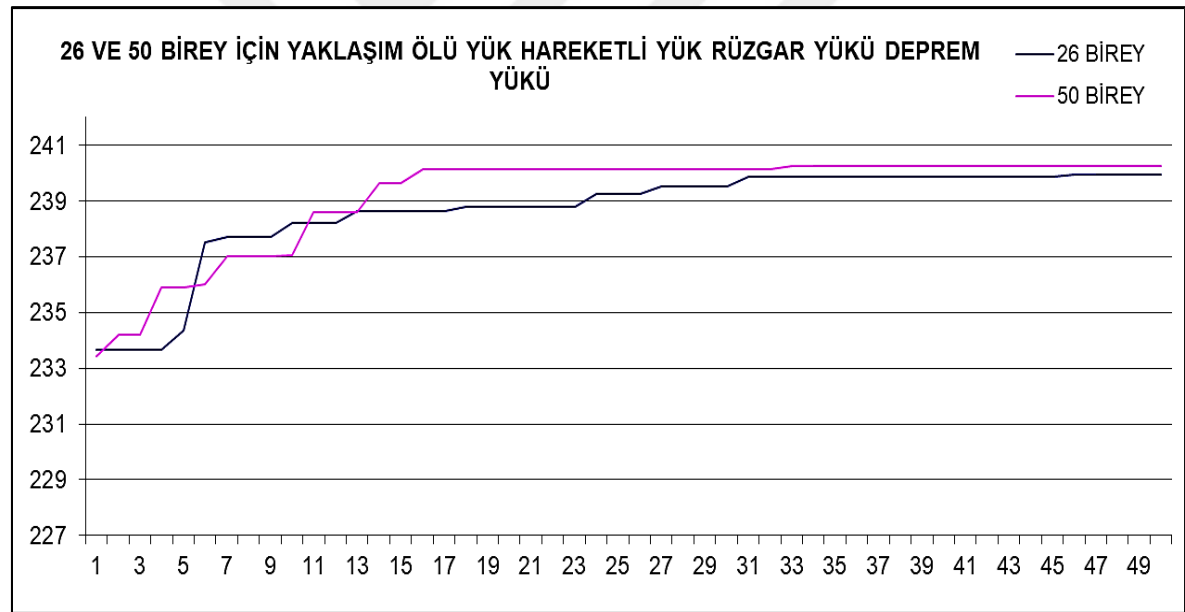
Çizelge 4.4'te de görülebileceği üzere, Genetik Algoritma tarafından bulunan yük, tesir çizgileri metoduna göre daha büyüktür.

*Ölü yük, hareketli yük ve rüzgâr yükü ve deprem yükü durumu*

Sistemde ölü yük, hareketli yük rüzgâr yükü ve deprem yükü olması durumunda elde edilen sonuçlar, 26 ve 50 birey ve 50 iterasyon için aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.5. Ölü yük, hareketli yük ve rüzgar ve deprem yükü olması durumunda 26 ve 50 birey için yaklaşım

| HESAPLAMA MODU         | MAX. MOMENT kNm | YAKLAŞIM ORANI |
|------------------------|-----------------|----------------|
| TESİR ÇİZGİLERİ METODU | 184.549         | 100.000%       |
| 26 BİREY               | 240.379         | 130.253%       |
| 50 BİREY               | 240.270         | 130.193%       |



Şekil 4.12. Ölü yük, hareketli yük rüzgâr yükü ve deprem yükü durumu

Sistemdeki yatay yük artınca, dolayısıyla sistemin simetrisi bozulunca, tesir çizgileri yüklemesi ile genetik algoritma arasındaki fark açılmaktadır.

50 birey ve 50 iterasyon uygulanarak, genetik algoritma programı da bu moment değerine ulaşmıştır.

#### 4.4.3. Maximum açıklık momenti uygulaması için sonuç ve tartışma

Yukarıdaki hesaplamalarda, Genetik Algoritma metodu ile bulunan değerler, tesir çizgileri metoduna göre bulunan değerler ile uygun sonuçlar vermiştir.

Tesir çizgileri metodunda yüklemenin veya çerçevenin düzenli olması gerektiğini bu sonuçlar bize göstermektedir. Düzenli yüklemelerin olduğu durumda genetik algoritma ve tesir çizgileri metodu aynı ya da yakın değerler verirken, yükleme düzeni bozulduğunda genetik algoritma metodu daha kritik sonuçlara ulaşmaktadır.

Genetik Algoritma metodunun avantajı, sistemin düzenli olması, simetri şartı gibi herhangi bir parametreye bağlı olmadan çözüme ulaşmasıdır.

Yukarıdaki sonuçlar bize genetik algoritma metodunun güvenle kullanılabileceğini göstermiştir.

#### 4.5. Düzenli Çerçeveler İçin Kolon Kritik Yüklerinin Genetik Algoritma Kullanılarak Hesaplanması

Bu bölümde, 5 katlı ve 5 açıklıklı bir çerçevenin seçilen bir kolonu için, kritik yükleme değeri araştırılmıştır. Çerçeve açıklığı 6 m ve kat yüksekliği 3.5 m alınmıştır.

Kolon ve kiriş kesitleri 30x50 cm dir.

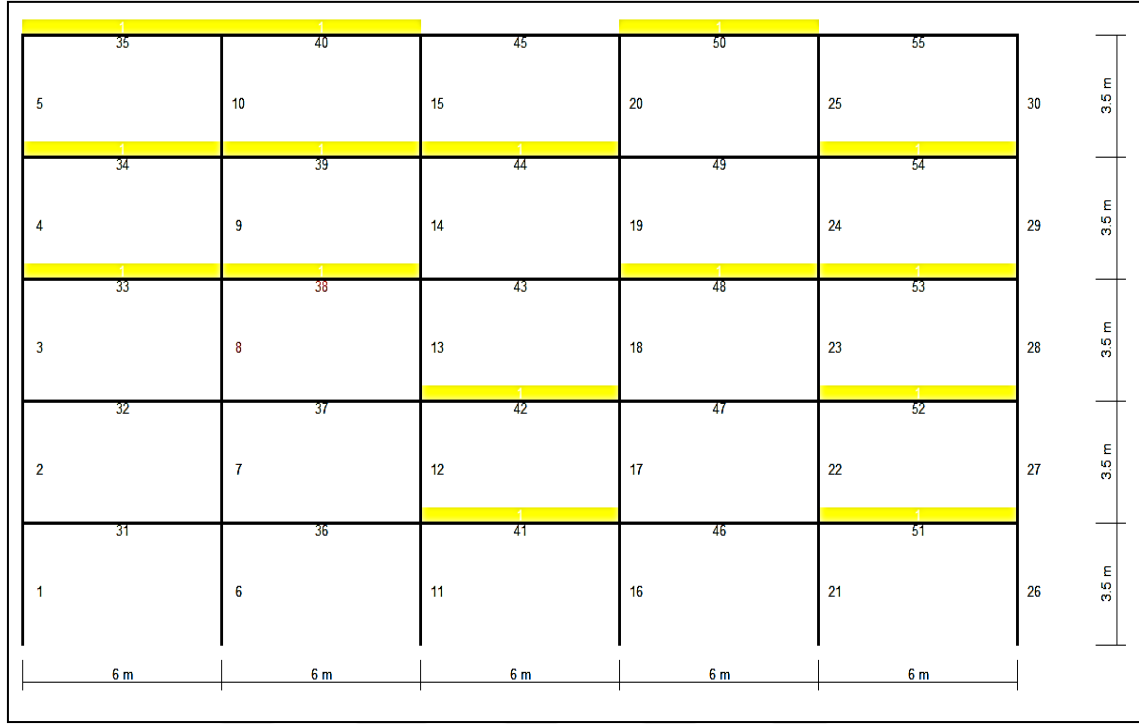
Bir kolona yüklenen moment ve normal kuvvet ikililerinden kritik olanı seçmek için kullanılan 2 adet kriter dikkate alınmıştır. Bu kriterler, kolon donatısını maksimum yapan (betonarme kolonlar için) ve kolon eksenel gerilmesini maximum yapan (çelik kolonlar için) değerlerdir.

Çözümler aşağıdaki yükleme durumları için yapılmıştır.

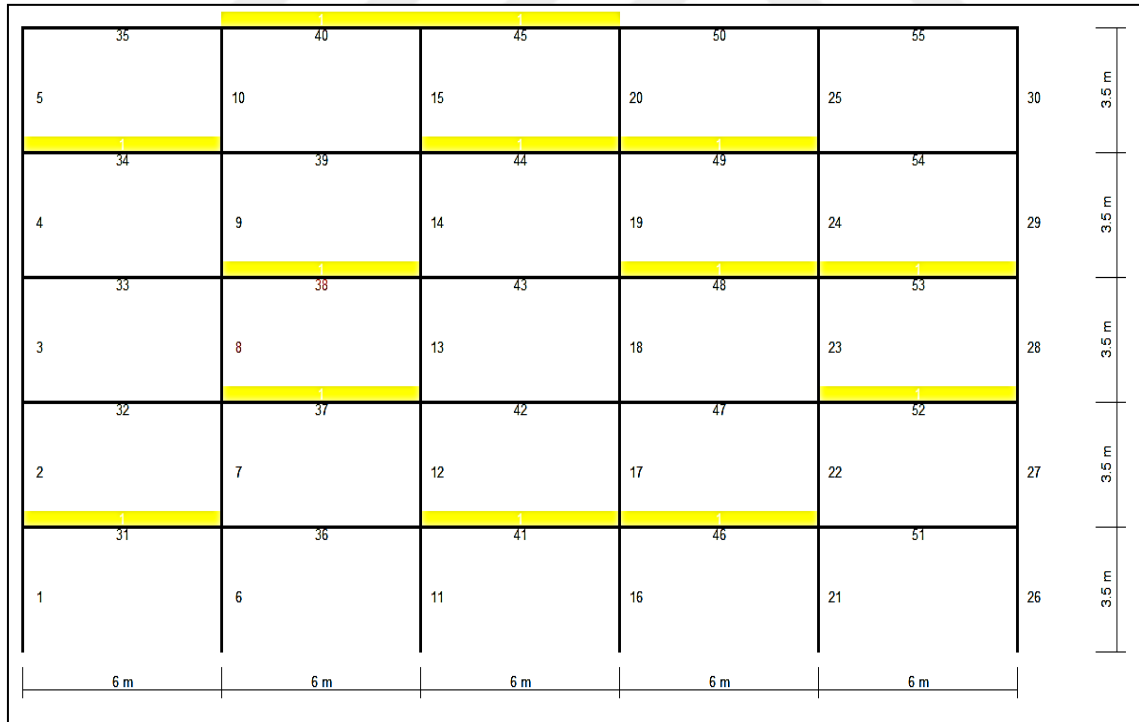
- Sadece düşey hareketli yük olması durumu
- Düşey ölü yük ve hareketli yük olması durumu
- Ölü yük, hareketli yük ve rüzgâr yükü olması durumu
- Ölü yük, hareketli yük, rüzgâr ve deprem yükü olması durumu.



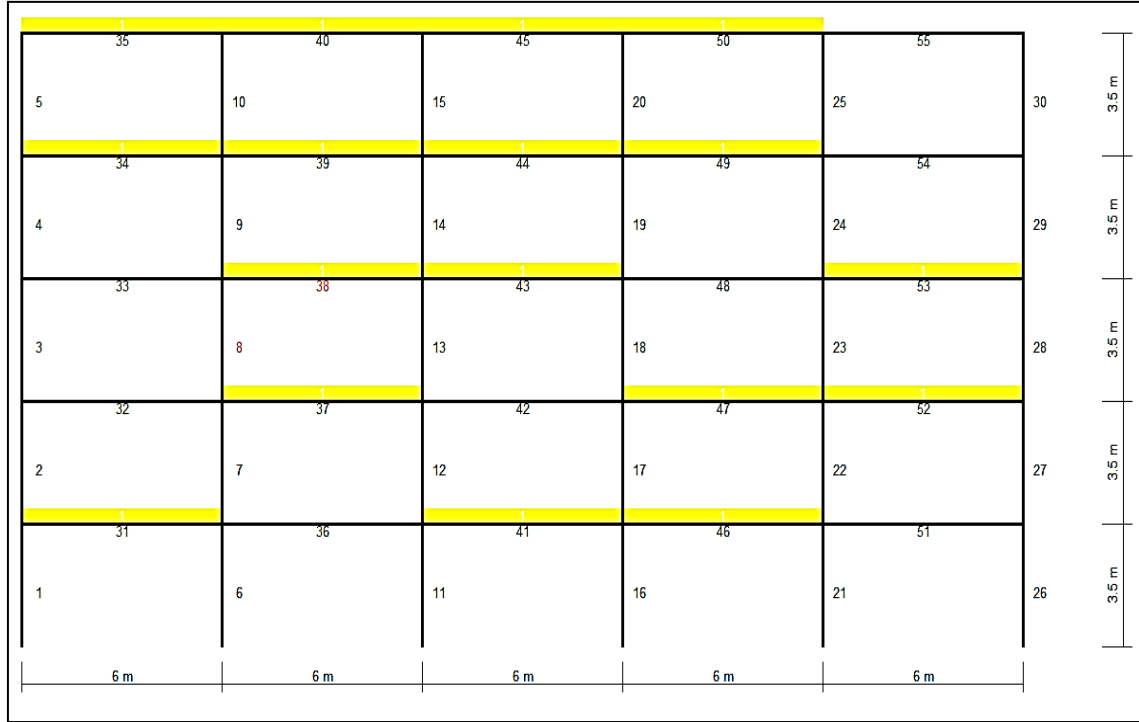




Şekil 4.15. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.16. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu

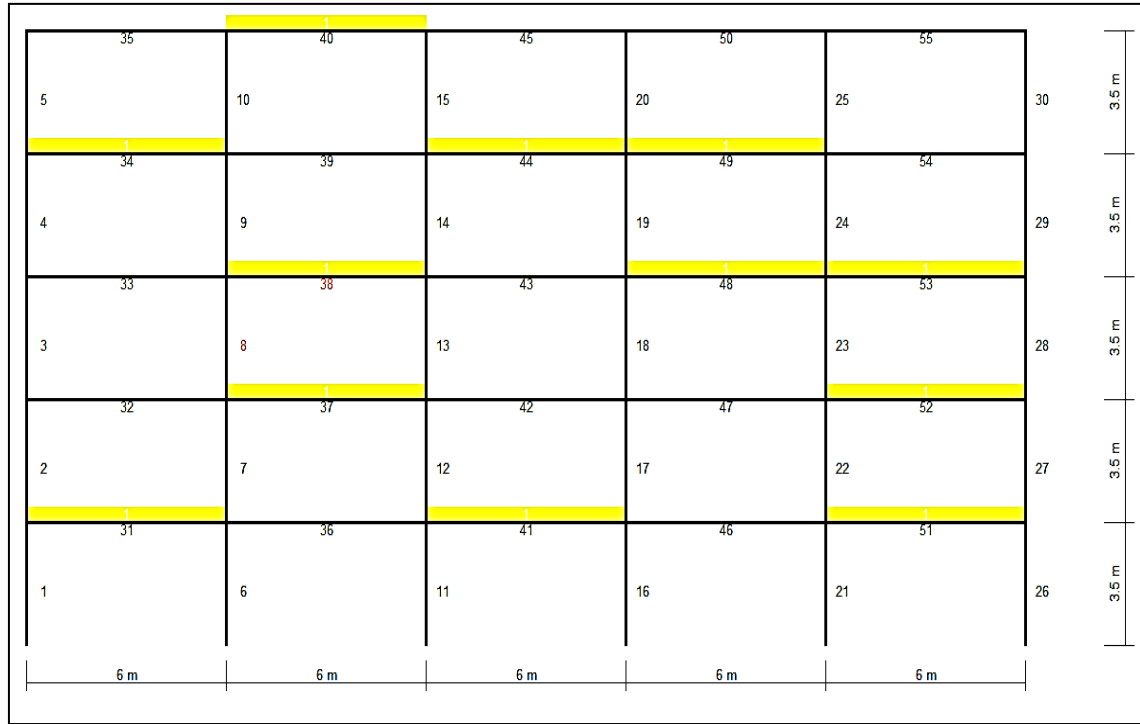


Şekil 4.17. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu

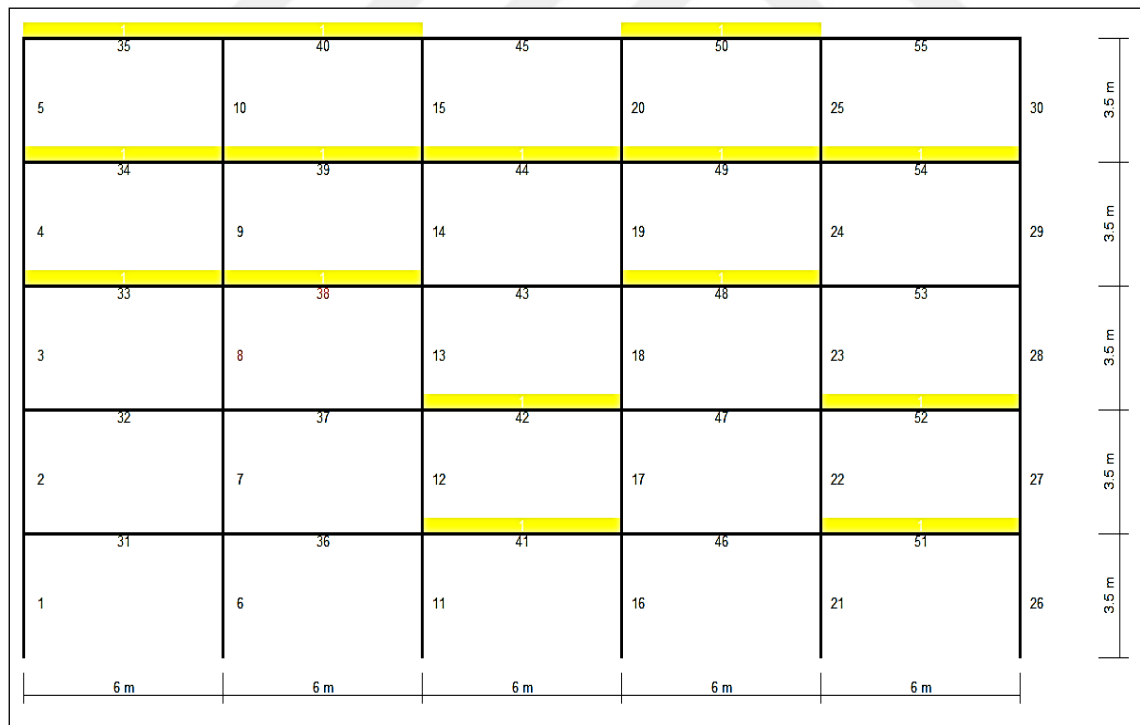
#### 4.5.2. Ölü yük ve düşey hareketli yük olması durumu için analiz sonuçları

Çizelge 4.7. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması

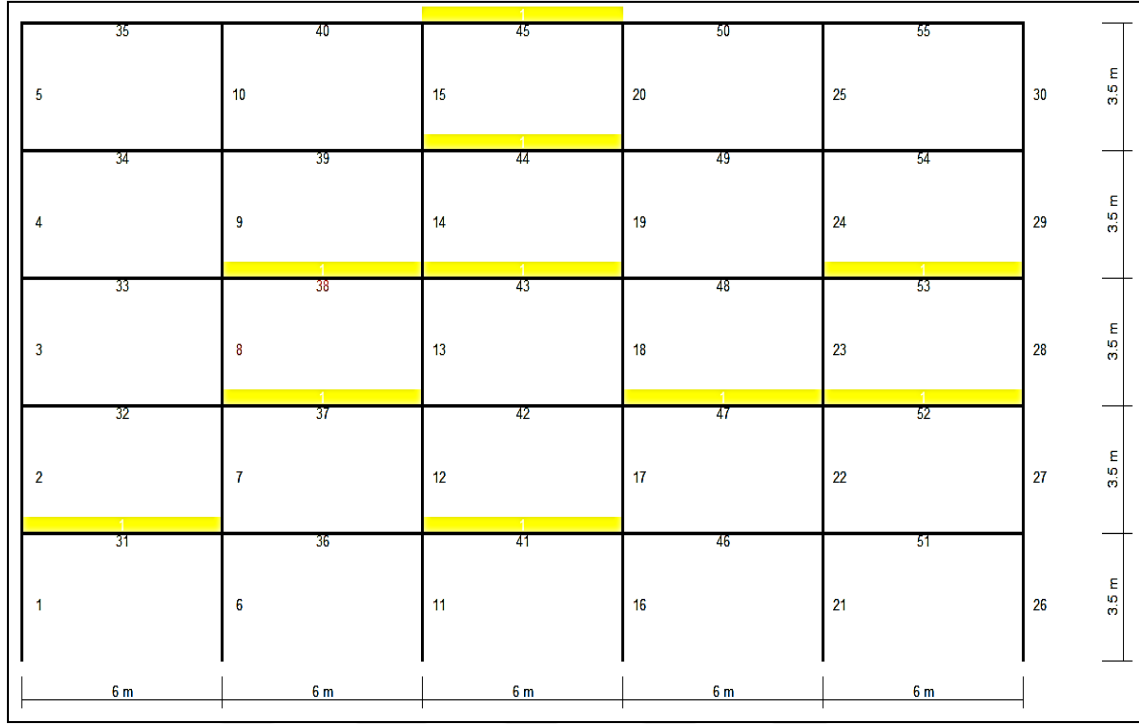
| HESAPLAMA MODU                                       | MAX. MOMENT<br>kNm | MAX. EKSENEL<br>YÜK | MAX. DONATI<br>ALANI | MAX. EKSENEL<br>GERİLME |
|------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|
| TESİR ÇİZGİLERİ<br>METODUNA GÖRE<br>MAKSİMUM MOMENT  | 38,069             | 748,582             | 0,661                | 8036,1                  |
| 50 BİREY 50 ITERASYON<br>MAKSİMUM MOMENT             | 39,283             | 748,465             | 0,777                | 8132,4                  |
| 50 BİREY 50 ITERASYON<br>MAKSİMUM EKSENEL<br>YÜK     | 3,077              | 936,154             | -4,344               | 6487,2                  |
| 50 BİREY 50 ITERASYON<br>MAKSİMUM DONATI<br>ALANI    | 36,855             | 624,969             | 1,443                | 7114,9                  |
| 50 BİREY 50 ITERASYON<br>MAKSİMUM EKSENEL<br>GERİLME | 37,205             | 868,302             | -0,446               | 8765,1                  |



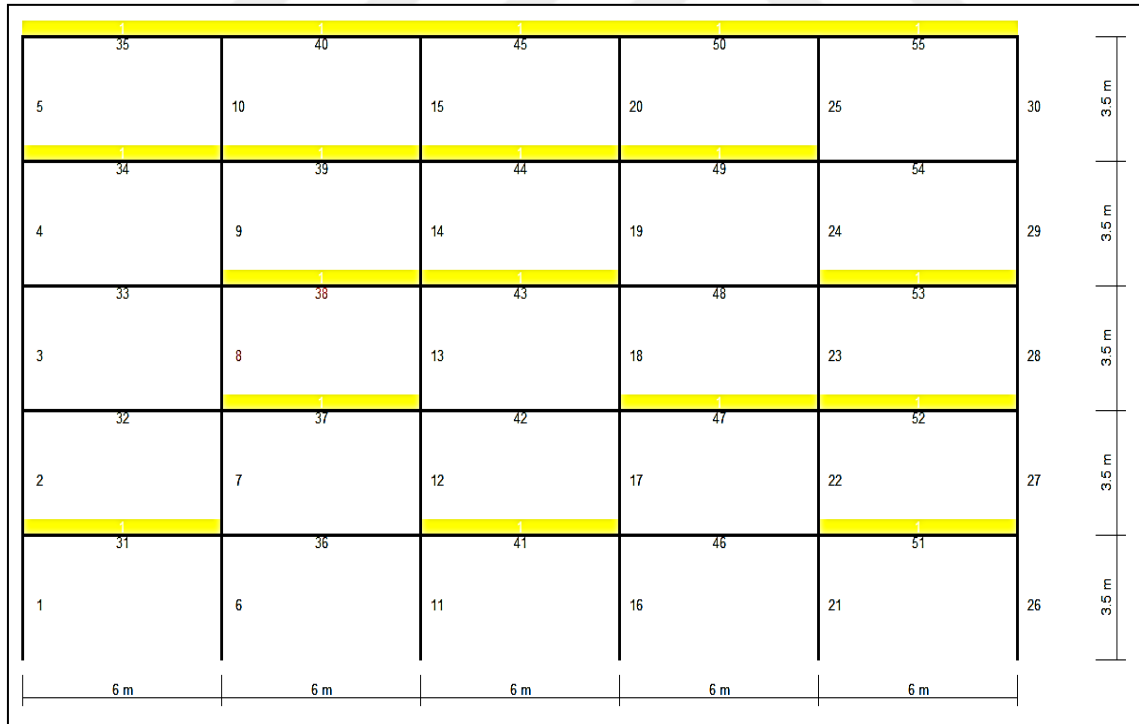
Şekil 4.18. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.19. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.20. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu

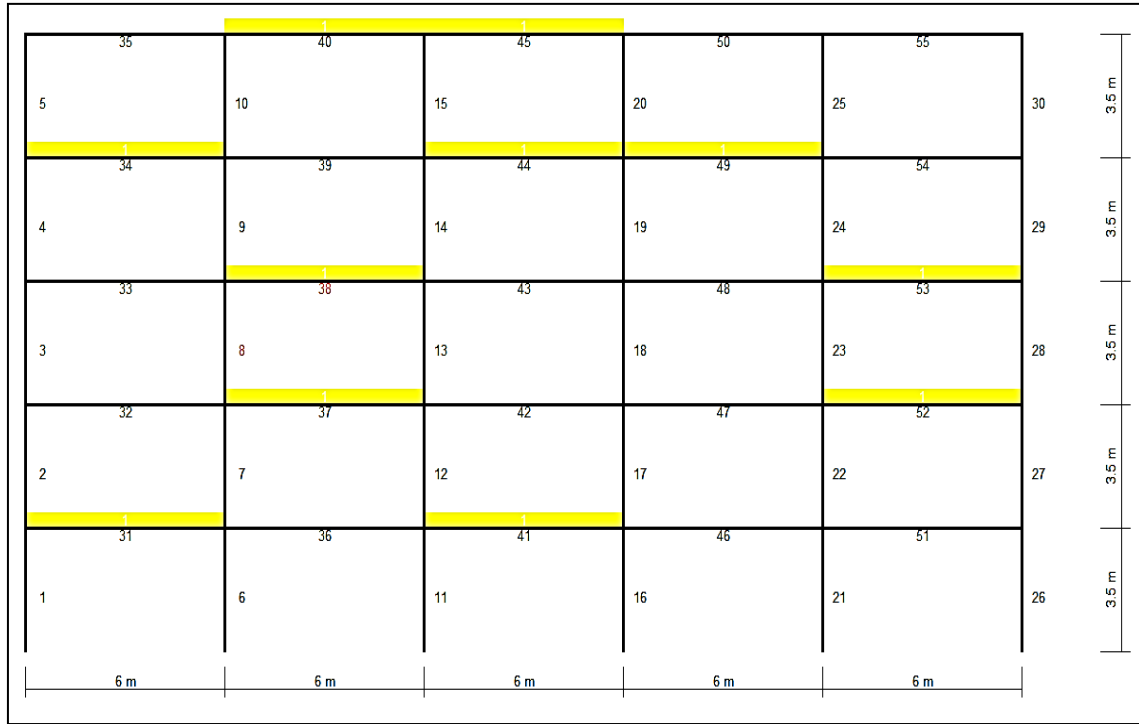


Şekil 4.21. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu

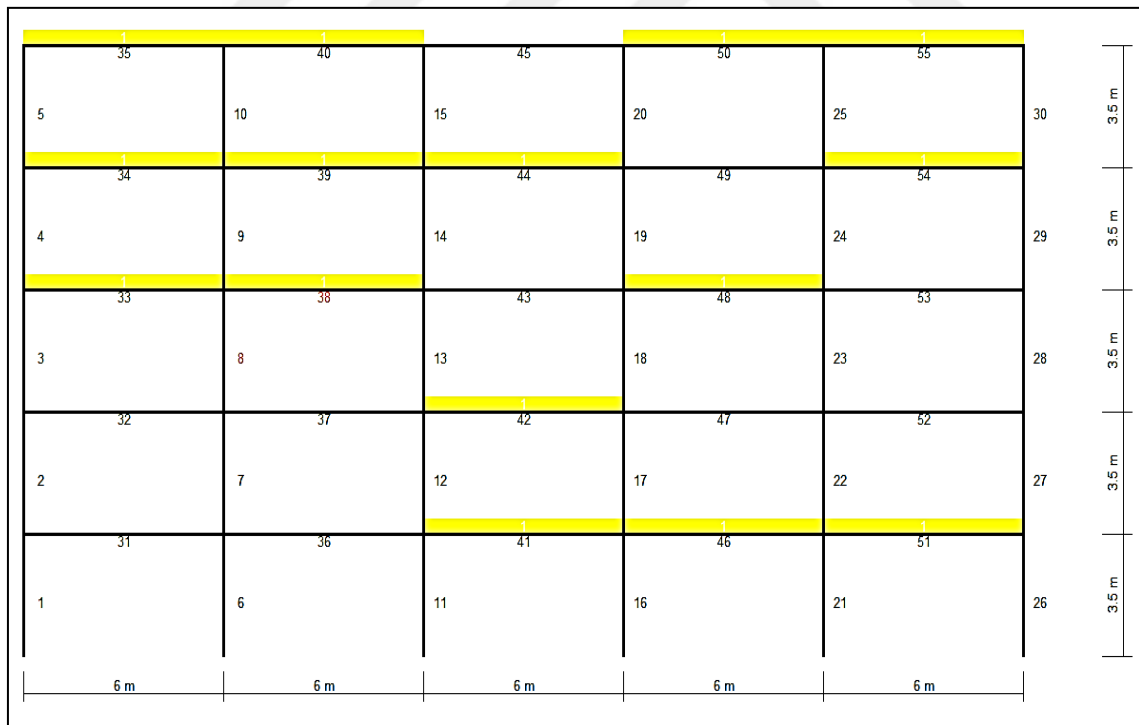
#### 4.5.3. Ölü yük, düşey hareketli yük ve rüzgâr yükü olması durumu için analiz sonuçları

Çizelge 4.8. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması

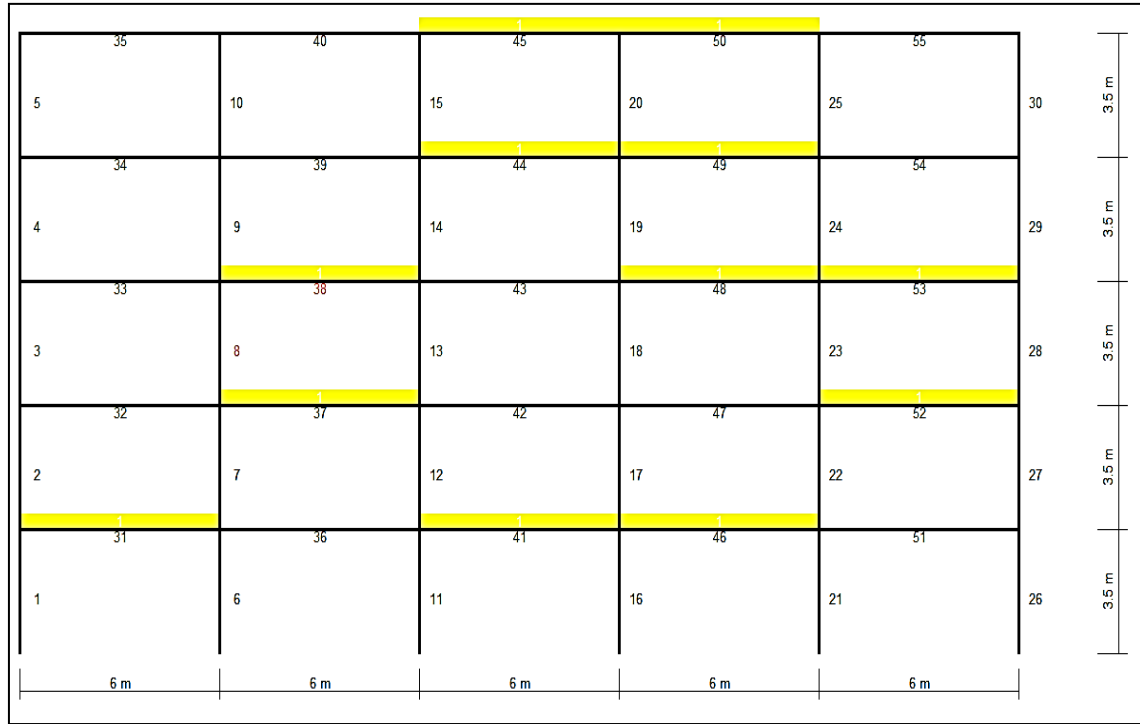
| HESAPLAMA MODU                                          | MAX.<br>MOMENT<br>kNm | MAX.<br>EKSENEL<br>YÜK | MAX.<br>DONATI<br>ALANI | MAX.<br>EKSENEL<br>GERİLME |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| TESİR ÇİZGİLERİ<br>METODUNA GÖRE<br>MAKSİMUM<br>MOMENT  | 149,815               | 745,416                | 11,328                  | 16954,6                    |
| 50 BİREY 50<br>ITERASYON<br>MAKSİMUM<br>MOMENT          | 151,343               | 743,756                | 11,487                  | 17065,8                    |
| 50 BİREY 50<br>ITERASYON<br>MAKSİMUM<br>EKSENEL YÜK     | 114,232               | 933,093                | 6,273                   | 15359,2                    |
| 50 BİREY 50<br>ITERASYON<br>MAKSİMUM<br>DONATI ALANI    | 145,842               | 622,869                | 11,837                  | 15819,8                    |
| 50 BİREY 50<br>ITERASYON<br>MAKSİMUM<br>EKSENEL GERİLME | 146,519               | 867,917                | 9,969                   | 17507,6                    |



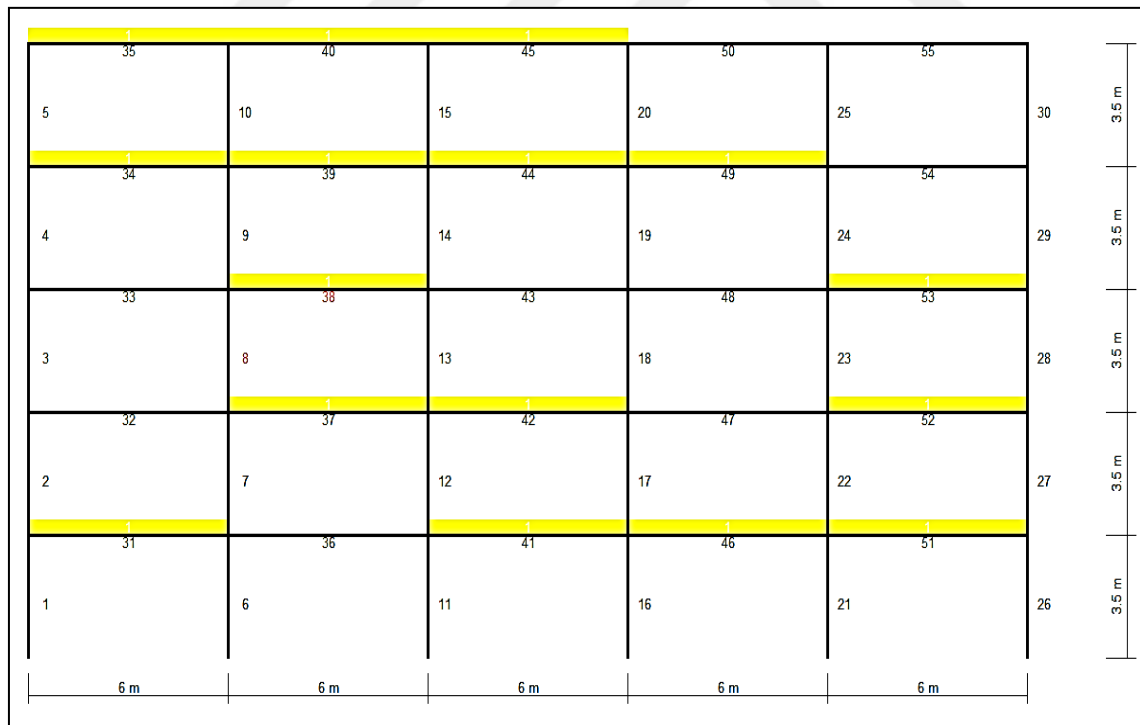
Şekil 4.22. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.23. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.24. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu

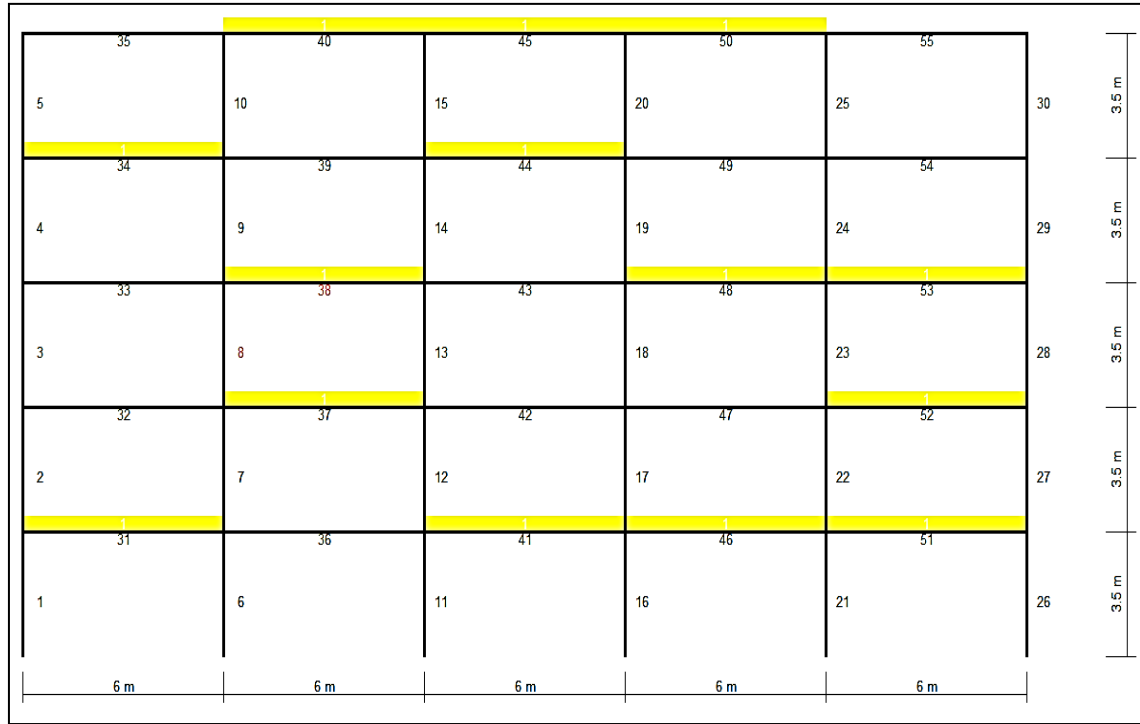


Şekil 4.25. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu

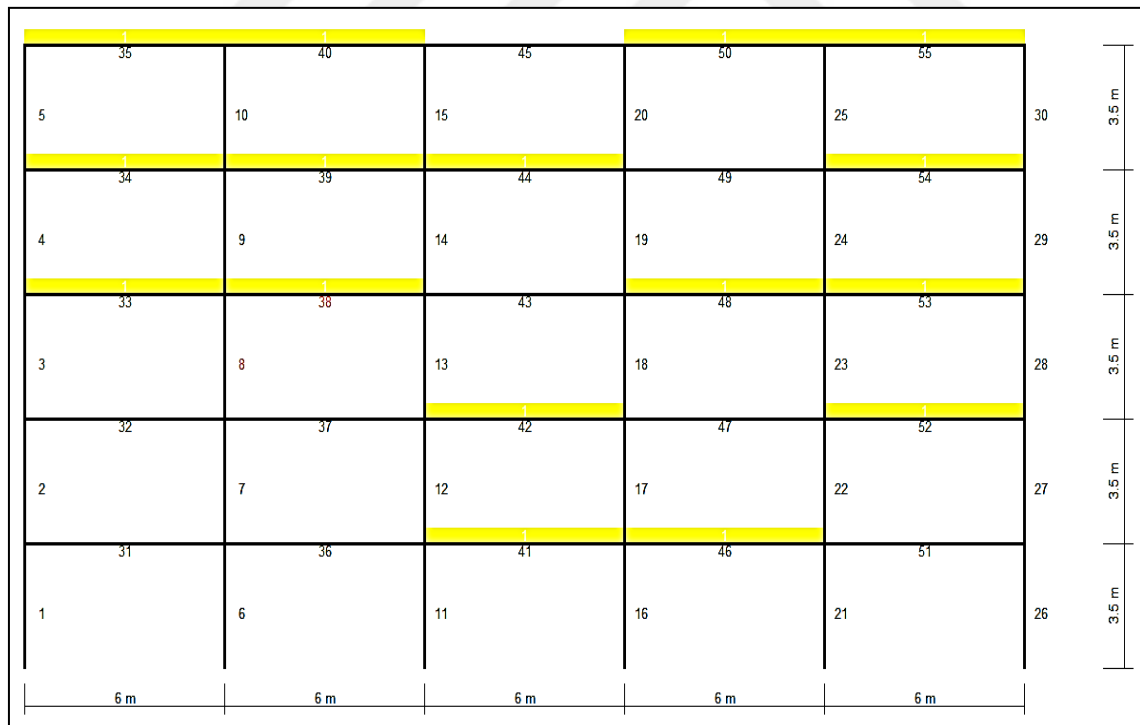
#### 4.5.4. Ölü yük, düşey hareketli yük, rüzgâr yükü ve deprem yükü olması durumu için analiz sonuçları

Çizelge 4.9. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması

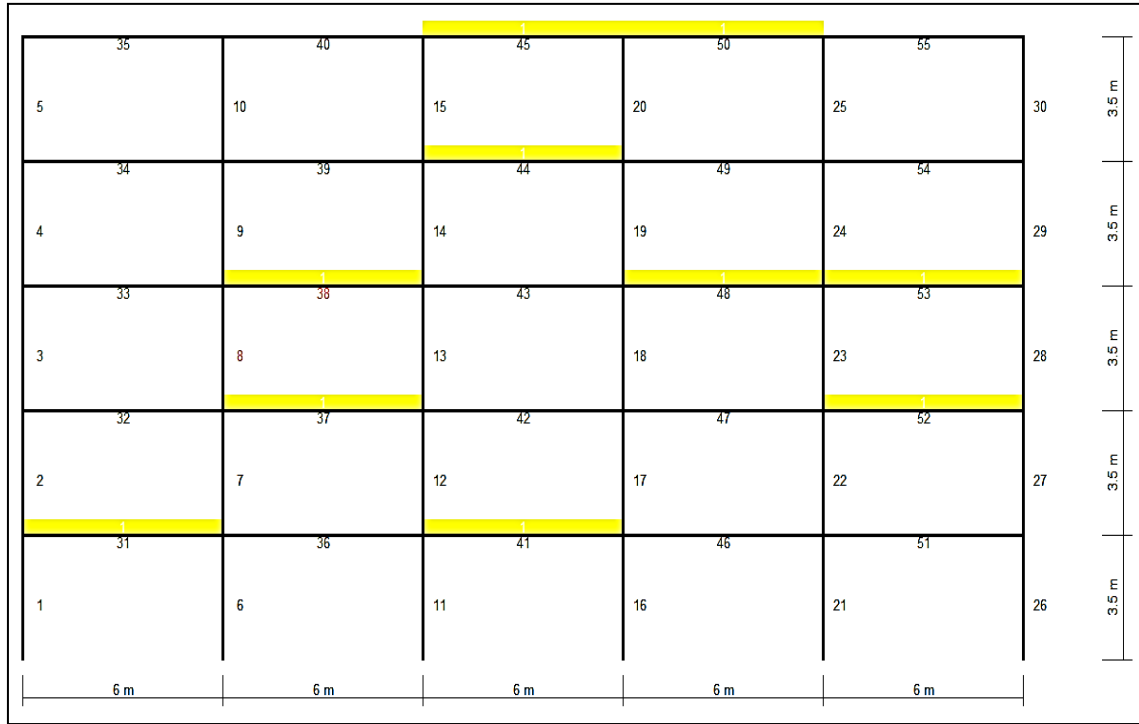
| HESAPLAMA MODU                                          | MAX.<br>MOMENT<br>kNm | MAX.<br>EKSENEL<br>YÜK | MAX.<br>DONATI<br>ALANI | MAX.<br>EKSENEL<br>GERİLME |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| TESİR ÇİZGİLERİ<br>METODUNA GÖRE<br>MAKSİMUM<br>MOMENT  | 409,637               | 736,007                | 36,147                  | 37677,7                    |
| 50 BİREY 50<br>ITERASYON<br>MAKSİMUM<br>MOMENT          | 411,202               | 734,692                | 36,306                  | 37794,1                    |
| 50 BİREY 50<br>ITERASYON<br>MAKSİMUM<br>EKSENEL YÜK     | 374,875               | 923,694                | 31,188                  | 36148,0                    |
| 50 BİREY 50<br>ITERASYON<br>MAKSİMUM<br>DONATI ALANI    | 405,602               | 613,741                | 36,636                  | 36539,8                    |
| 50 BİREY 50<br>ITERASYON<br>MAKSİMUM<br>EKSENEL GERİLME | 406,494               | 858,885                | 34,811                  | 38245,5                    |



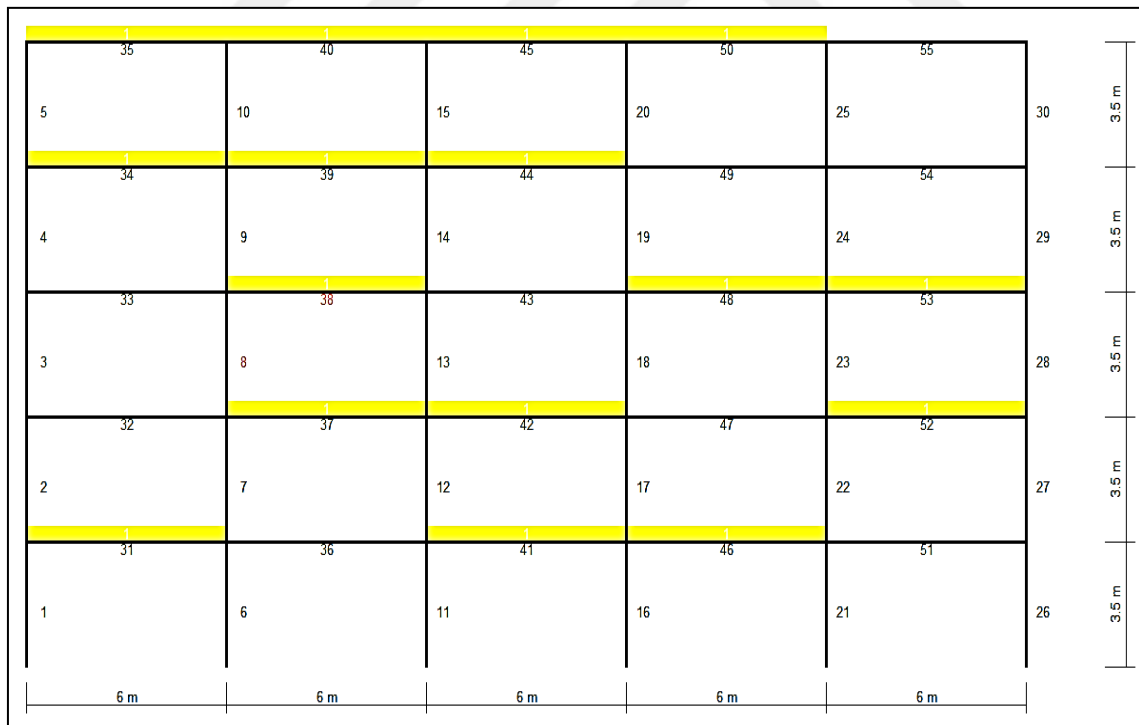
Şekil 4.26. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.27. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu



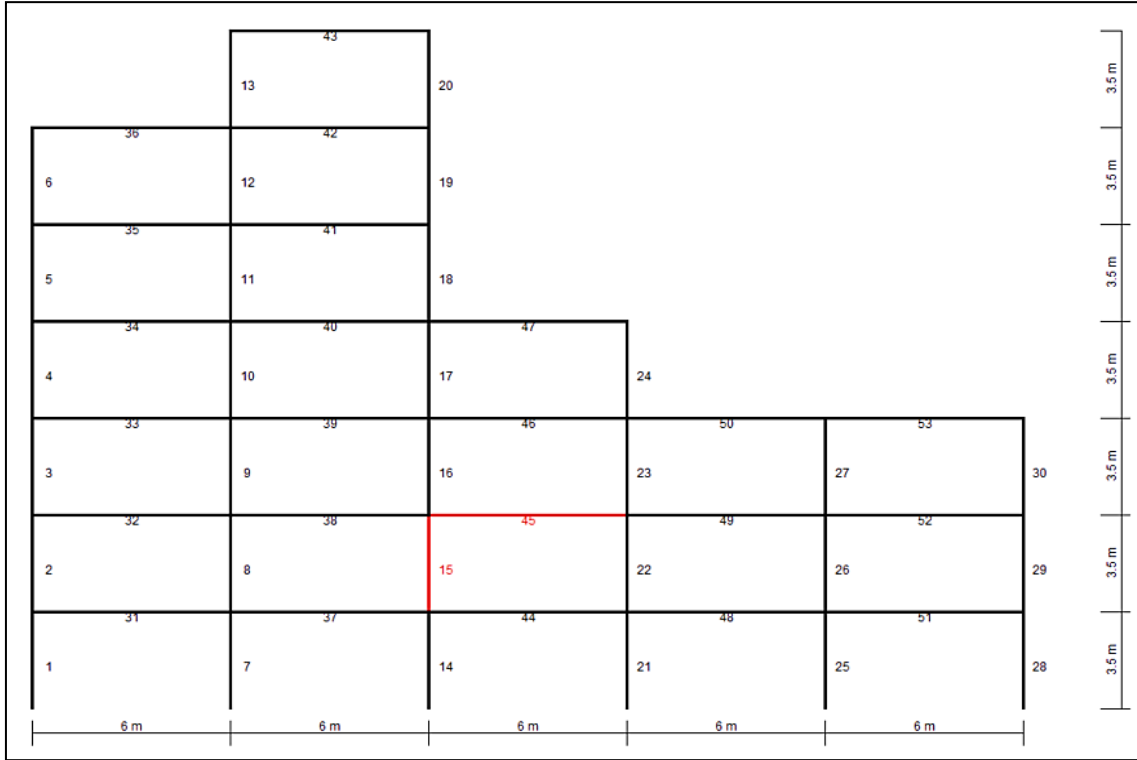
Şekil 4.28. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.29. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu

#### 4.6. Düzensiz Çerçeveler İçin Örnek Hesaplama

Çalışmanın bu bölümünde, 4.5 maddesindeki hesaplamalar, düzensiz çerçeveler için tekrarlanmıştır. Çalışma için aşağıda verilen çerçeve seçilmiştir. Çerçeve üzerinde belirlenen bir kiriş için açıklık momentini maksimum yapan kombinasyon ve yine seçilen bir kolon için kolon kritik yükünü veren kombinasyon araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Tesir çizgileri metodu ile belirlenen maksimum kombinasyon ile kıyaslanmıştır.

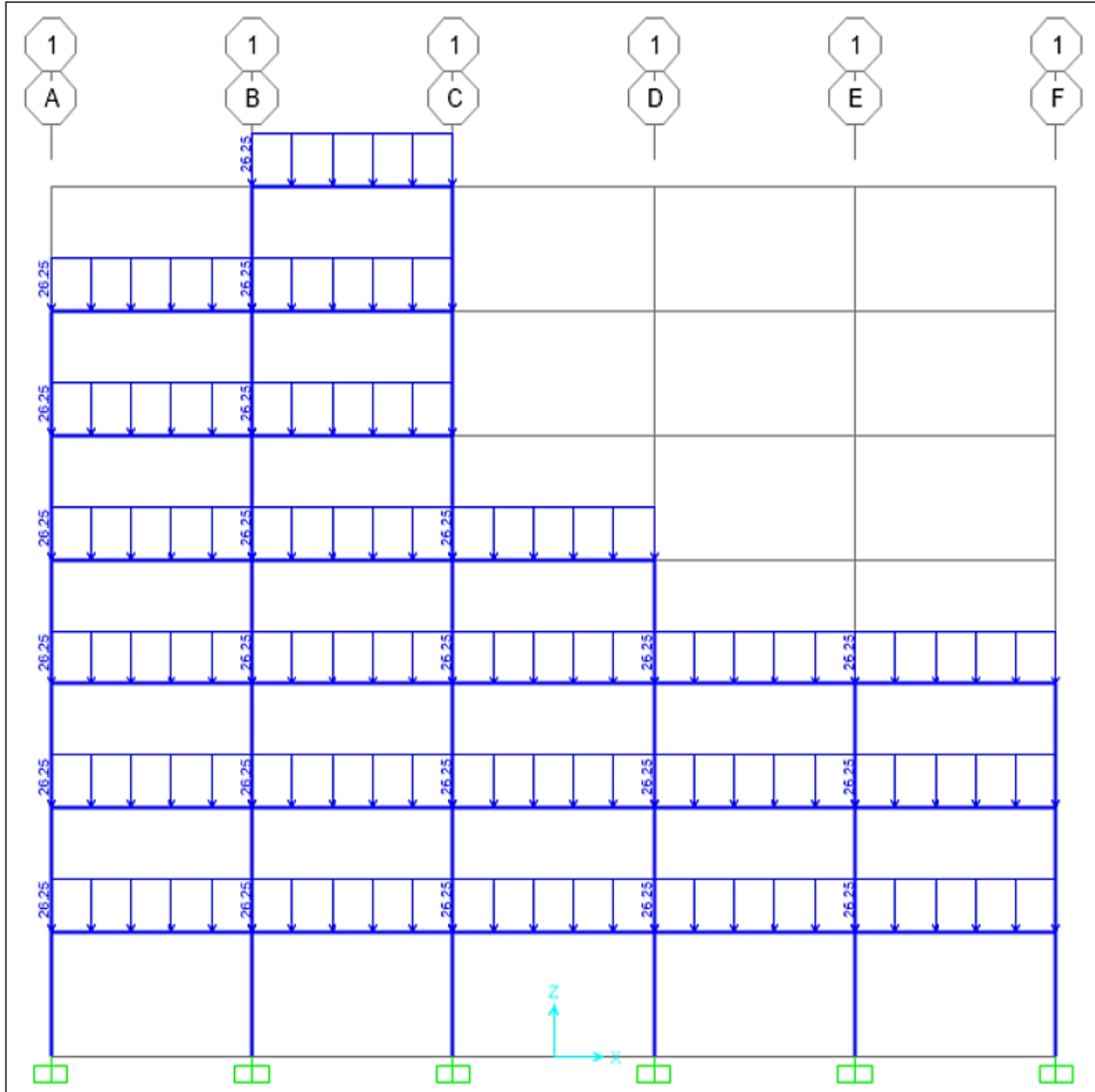


Şekil 4.30. Hesaplarda kullanılan düzensiz çerçeve, eleman numaraları. Kırmızı ile işaretli 15 nolu kolon ve 45 nolu kiriş üzerinde işlem yapılmıştır

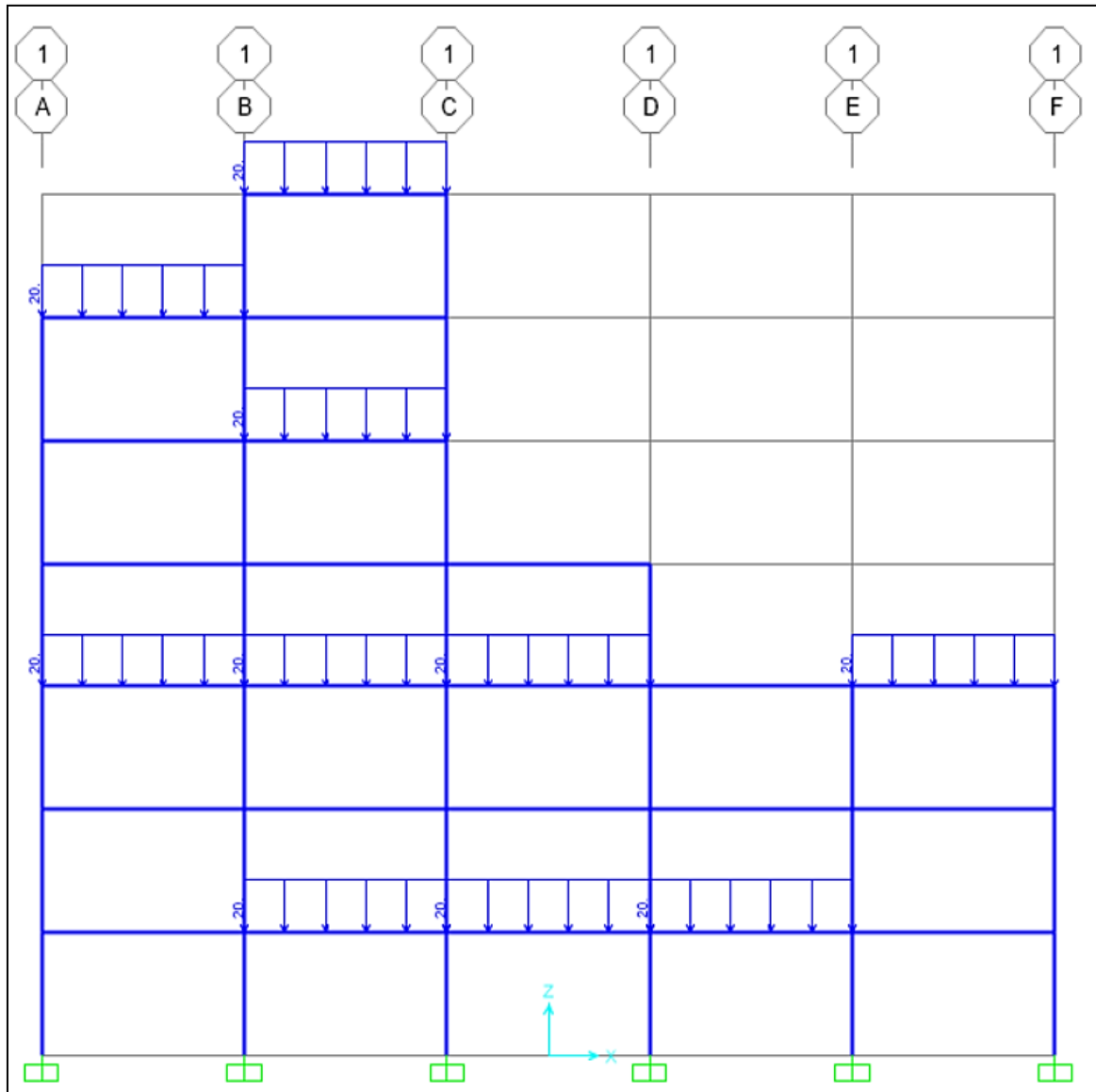
Hesaplarda kullanılan örnek çerçeve Şekil 4.30’da verilmiştir. Kolonlar ve kirişler 30x50 cm olarak seçilmiştir. Açıklık 6 m ve kat yüksekliği 3.5 m alınmıştır. Çerçevenin diğer yönü de 6 m kabul edilmiş ve ölü yükler buna göre hesaplanmıştır.

##### 4.6.1. Yükleme şekilleri

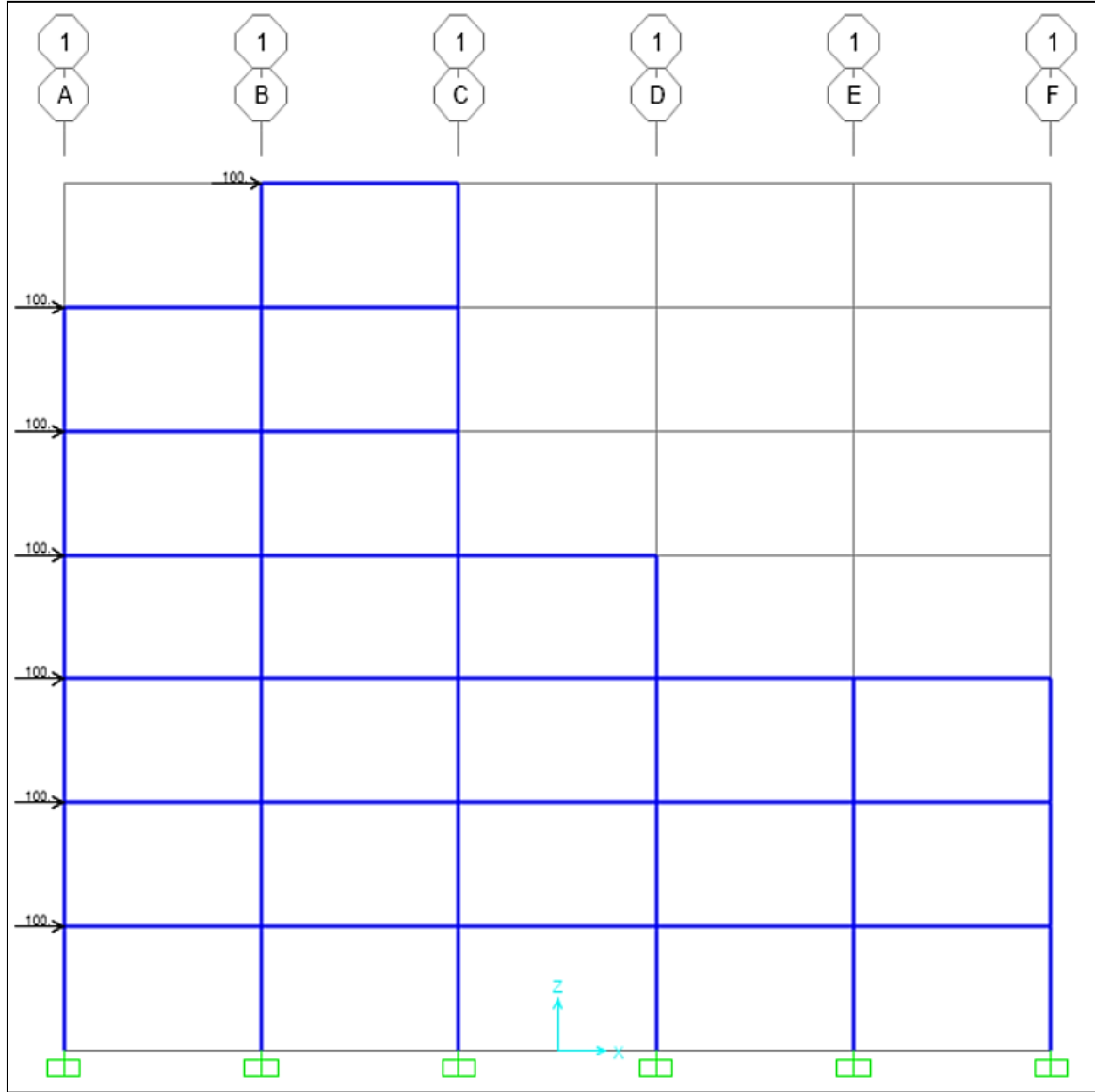
Program, ölü yük, hareketli yük, rüzgâr yükü ve deprem yükünü dikkate alabilecek şekilde hazırlanmıştır.



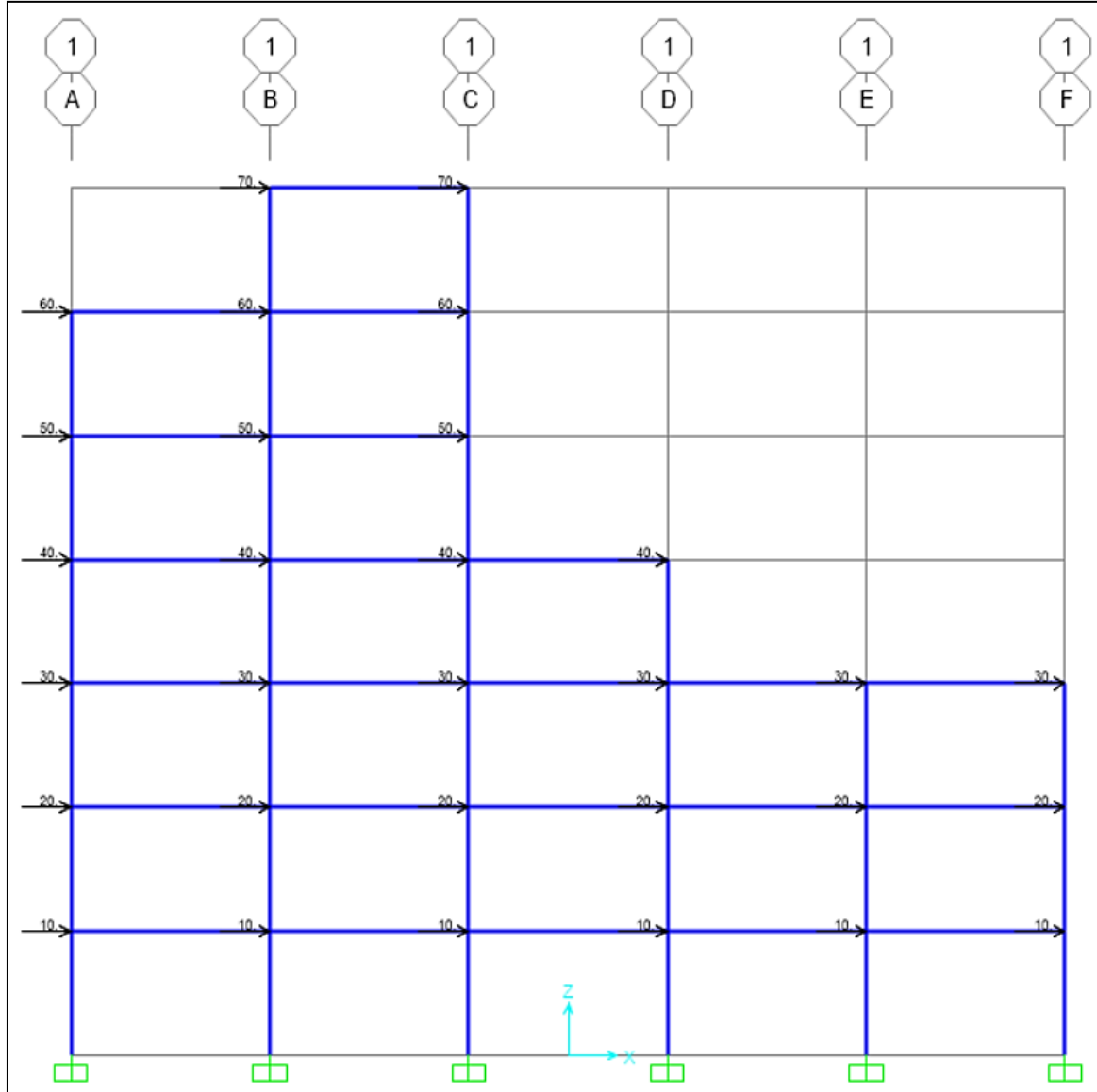
Şekil 4.31. Sabit yük diyagramı



Şekil 4.32. Herhangi bir hareketli yük kombinasyonu



Şekil 4.33. Rüzgâr tipi yükleme



Şekil 4.34. Deprem tipi yükleme

#### 4.6.2. Hesaplama adımları

##### Genetik algoritma modlarının sonuca etkisi

Birey sayısının sonuca etkisi Bölüm 4.5 de incelenmişti. Bu bölümde doğrudan 50 birey ve 50 iterasyon seçeneği, sıralı çaprazlama ve 2 çaprazlama sitesi için işlem yapılmıştır.

Kiriş kritik yükleri dikkate alınmamış, doğrudan çalışmanın konusu olan kolon kritik yükleme kombinasyonları üzerinde yoğunlaşmıştır. Çözüm için 15 numaralı kolon seçilmiş ve bu kolon şekil üzerinde işaretlenmiştir.

#### 4.6.3. Kolon kritik yüklerinin genetik algoritma kullanılarak hesaplanması

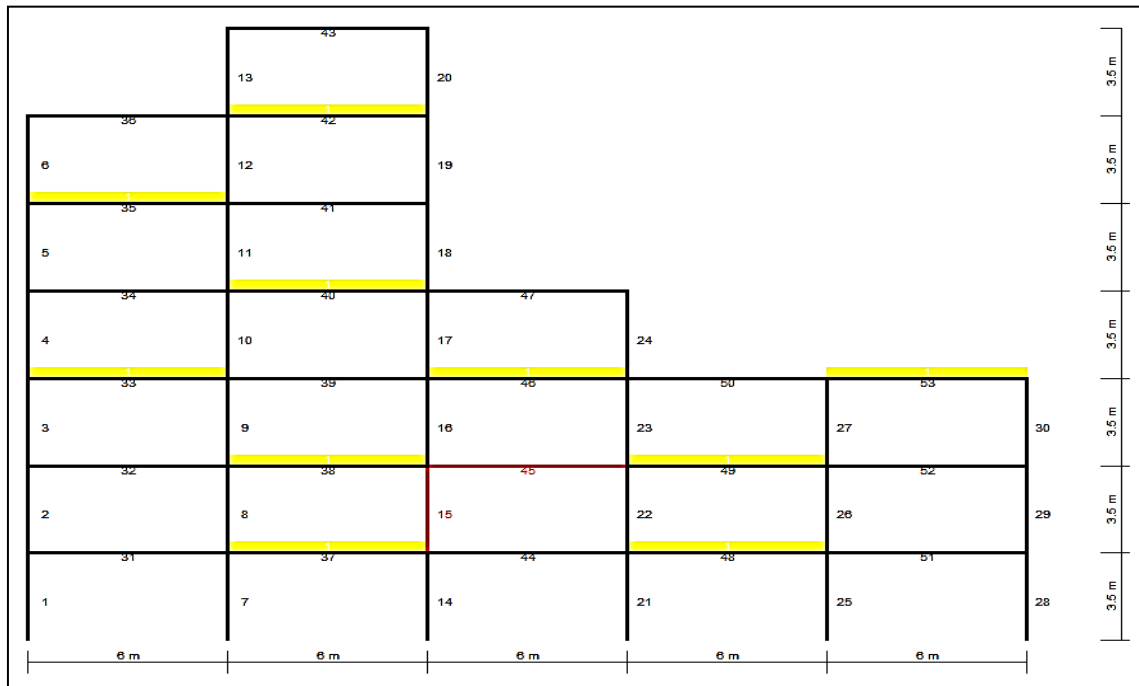
Bu bölümde, yukarıda verilen düzensiz çerçeve için seçilen bir kolonun kritik yükleme değeri araştırılmıştır.

Bir kolona yüklenen moment ve normal kuvvet ikililerinden kritik olanı seçmek için 2 adet kriter dikkate alınmıştır. Bu kriterler, kolon donatısını maksimum yapan (betonarme kolonlar için) ve kolon eksenel gerilmesini maximum yapan (çelik kolonlar için) değerlerdir.

Çözümler 50 birey, 50 iterasyon ve aşağıdaki yükleme durumları için yapılmıştır.

- Sadece düşey hareketli yük olması durumu
- Düşey ölü yük ve hareketli yük olması durumu
- Ölü yük, hareketli yük ve rüzgâr yükü olması durumu
- Ölü yük, hareketli yük, rüzgâr ve deprem yükü olması durumu.

Hesaplanan As değerleri, karşılaştırmanın kolay yapılabilmesi için statikçe gerekli olan değerlerdir.



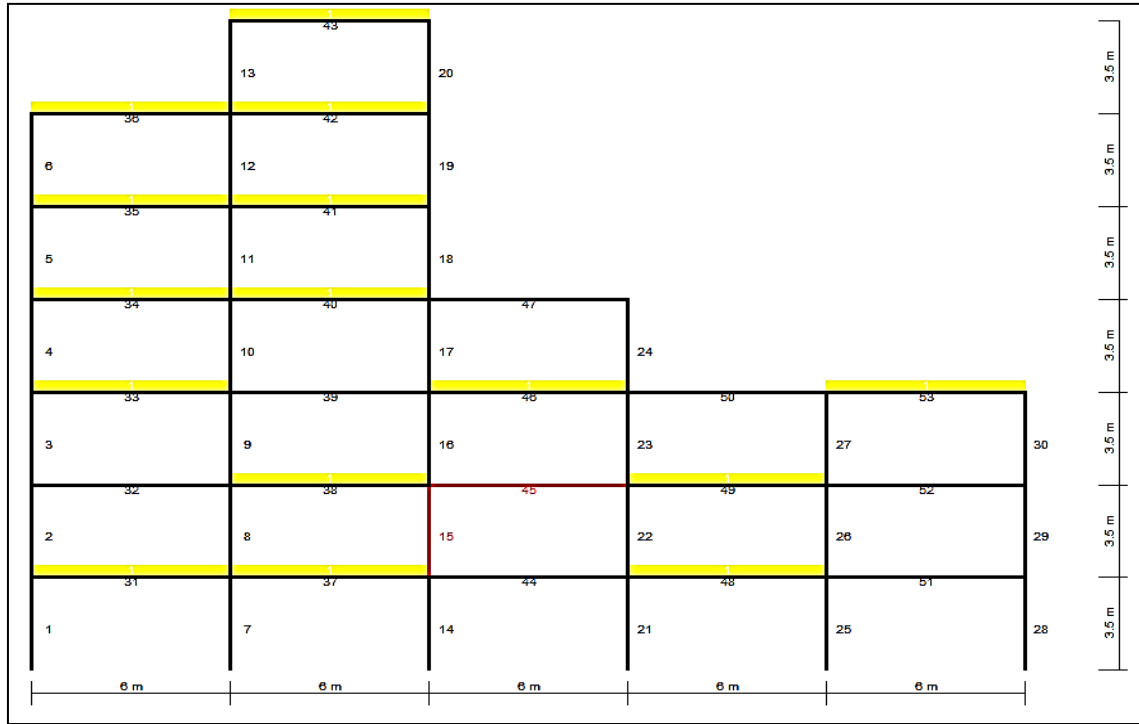
Şekil 4.35. 15 nolu kolon uç momentini maximum yapan tesir çizgileri kombinasyonu

#### 4.6.4. Sadece düşey hareketli yük olması durumu için analiz sonuçları

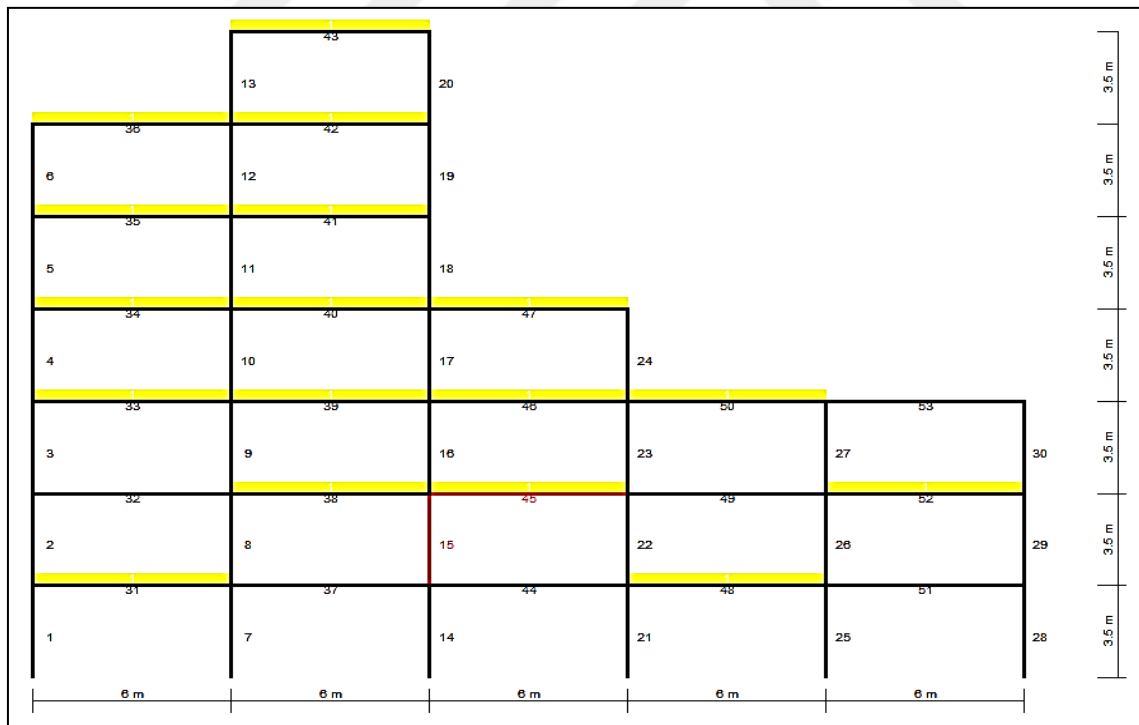
Sadece düşey hareketli yük için bulunan değerler aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.10. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması

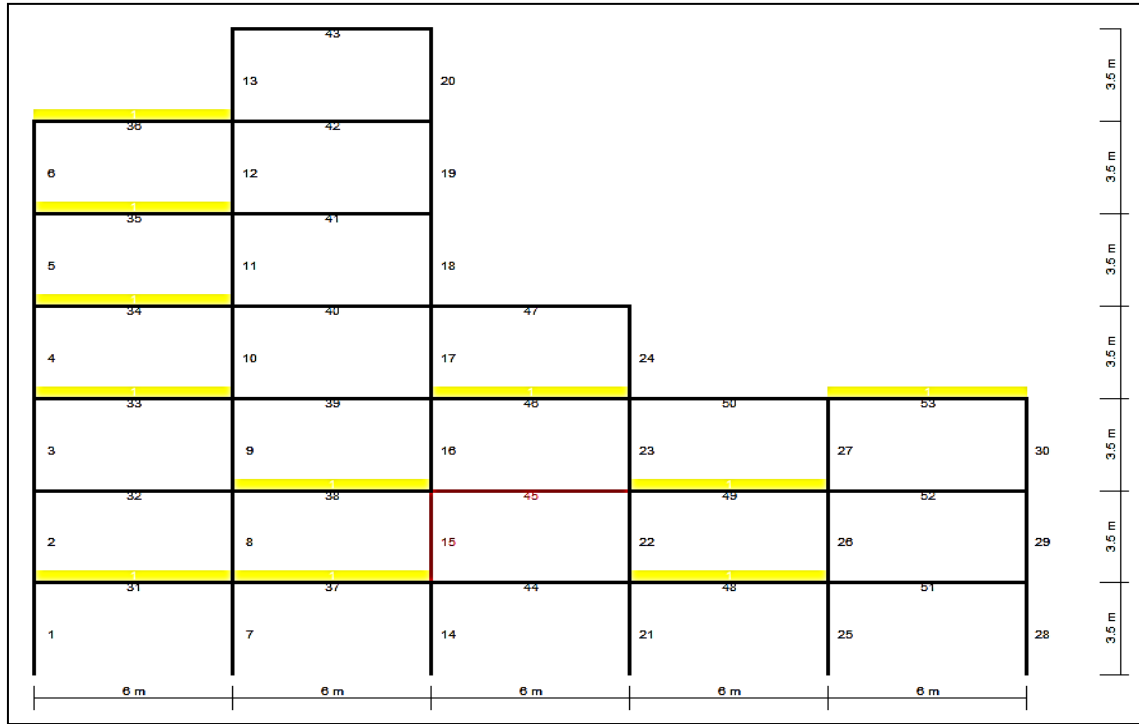
| HESAPLAMA MODU                                          | MAX.<br>MOMENT<br>kNm | MAX.<br>EKSENEL<br>YÜK | MAX.<br>DONATI<br>ALANI | MAX.<br>EKSENEL<br>GERİLME |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| TESİR ÇİZGİLERİ<br>METODUNA GÖRE                        | 35.786                | 243.138                | 3.095                   | 4483.8                     |
| 50 BİREY 50<br>İTERASYON<br>MAKSİMUM<br>MOMENT          | 40.239                | 295.357                | 3.371                   | 5188.2                     |
| 50 BİREY 50<br>İTERASYON<br>MAKSİMUM<br>EKSENEL YÜK     | 1.633                 | 538.519                | -1.463                  | 3817.6                     |
| 50 BİREY 50<br>İTERASYON<br>MAKSİMUM DONATI<br>ALANI    | 39.095                | 177.856                | 3.556                   | 4313.3                     |
| 50 BİREY 50<br>İTERASYON<br>MAKSİMUM<br>EKSENEL GERİLME | 36.029                | 474.733                | 2.239                   | 6047.2                     |



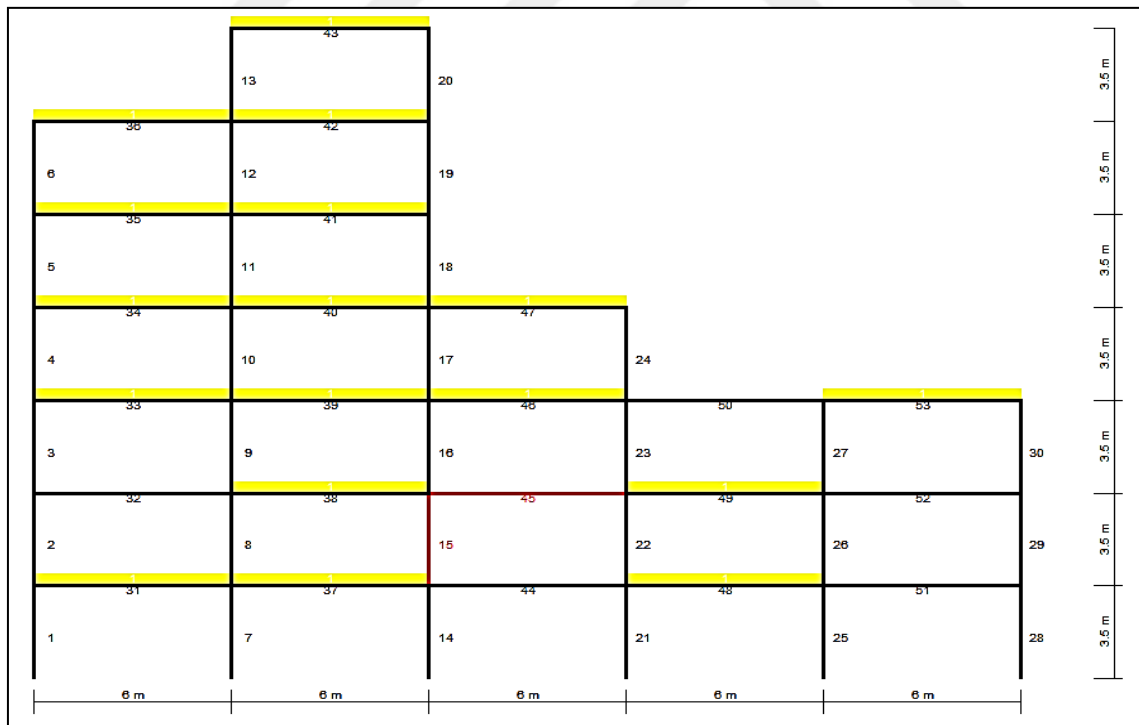
Şekil 4.36. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.37. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.38. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu

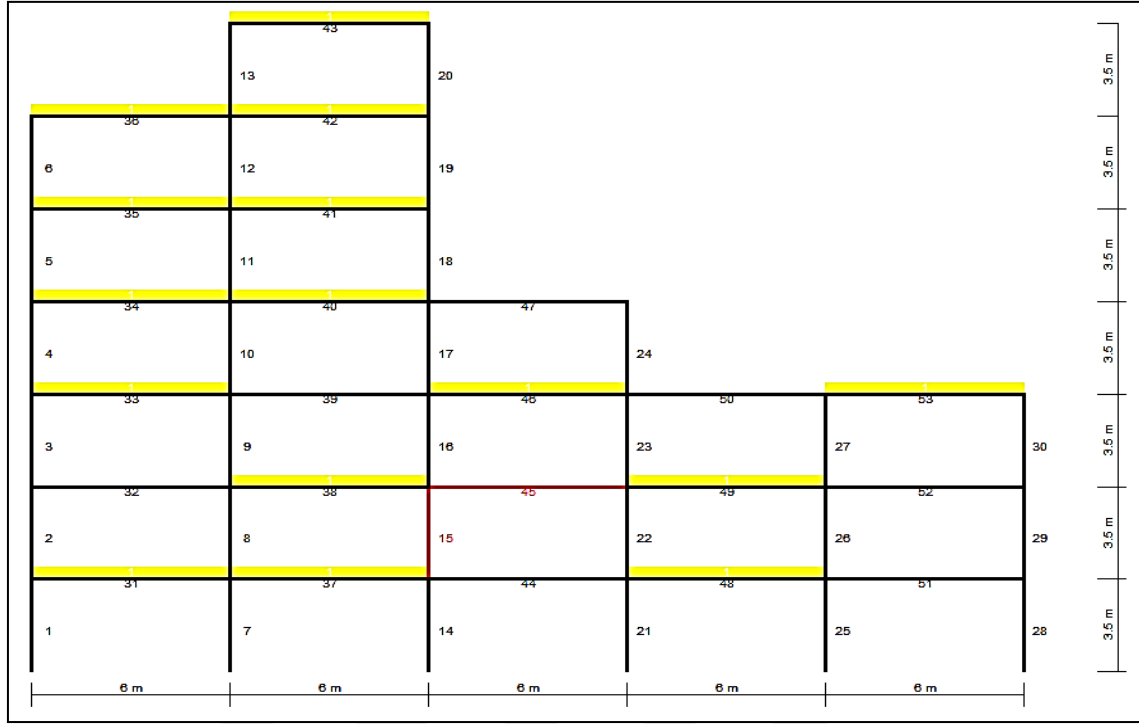


Şekil 4.39. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu

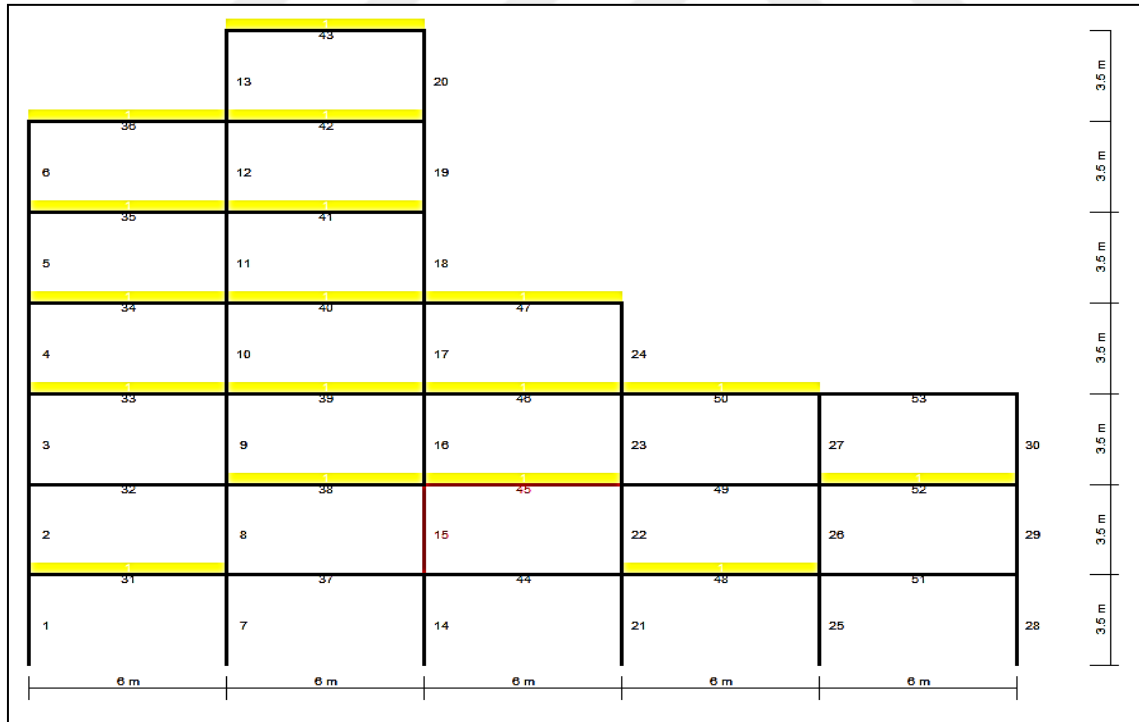
#### 4.6.5. Ölü yük ve düşey hareketli yük olması durumu için analiz sonuçları

Çizelge 4.11. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması

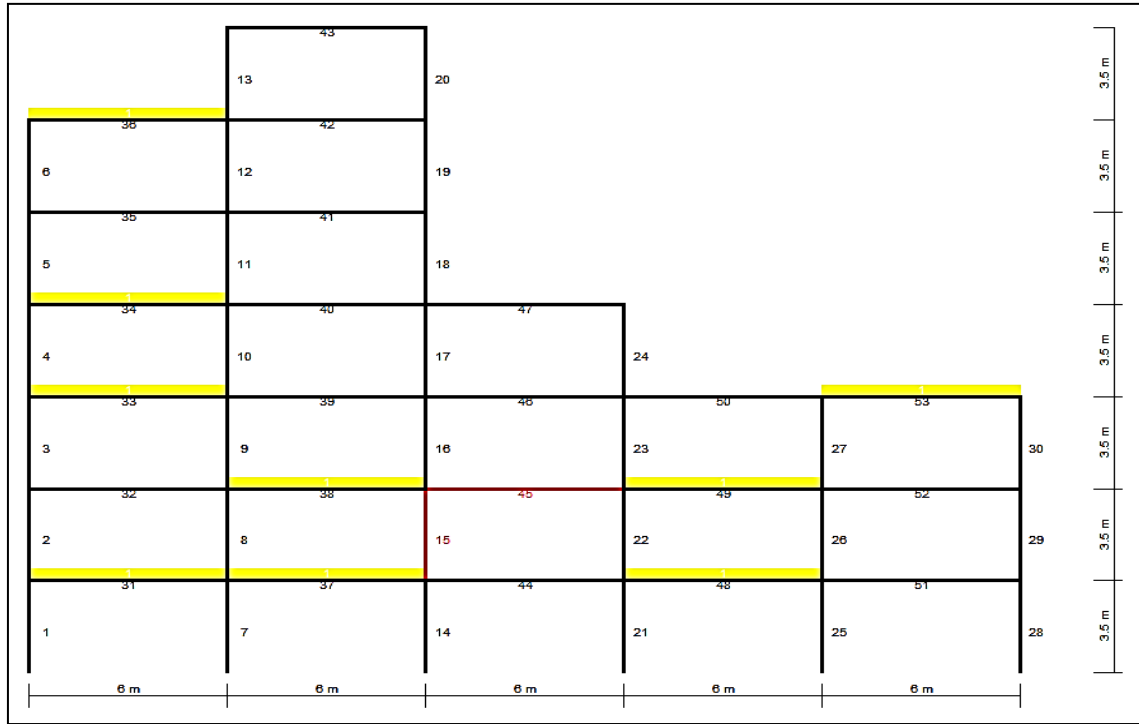
| HESAPLAMA<br>MODU                                          | MAX.<br>MOMENT<br>kNm | MAX.<br>EKSENEL<br>YÜK | MAX.<br>DONATI<br>ALANI | MAX.<br>EKSENEL<br>GERİLME |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| TESİR ÇİZGİLERİ<br>METODUNA<br>GÖRE                        | 38.603                | 1161.405               | -3.460                  | 10830.9                    |
| 50 BİREY 50<br>İTERASYON<br>MAKSİMUM<br>MOMENT             | 40.443                | 1284.055               | -4.872                  | 11795.8                    |
| 50 BİREY 50<br>İTERASYON<br>MAKSİMUM<br>EKSENEL YÜK        | 4.450                 | 1471.306               | -11.030                 | 10164.7                    |
| 50 BİREY 50<br>İTERASYON<br>MAKSİMUM<br>DONATI ALANI       | 35.226                | 982.753                | -1.755                  | 9369.7                     |
| 50 BİREY 50<br>İTERASYON<br>MAKSİMUM<br>EKSENEL<br>GERİLME | 35.925                | 1407.461               | -7.060                  | 12257.1                    |



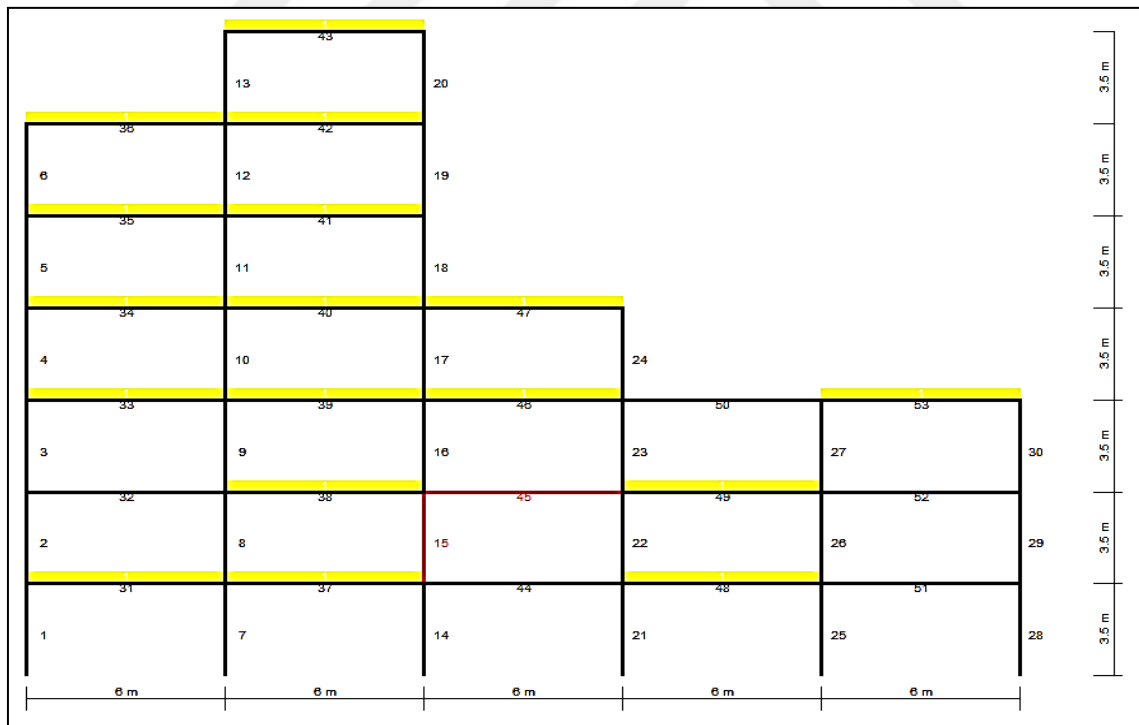
Şekil 4.40. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.41. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu



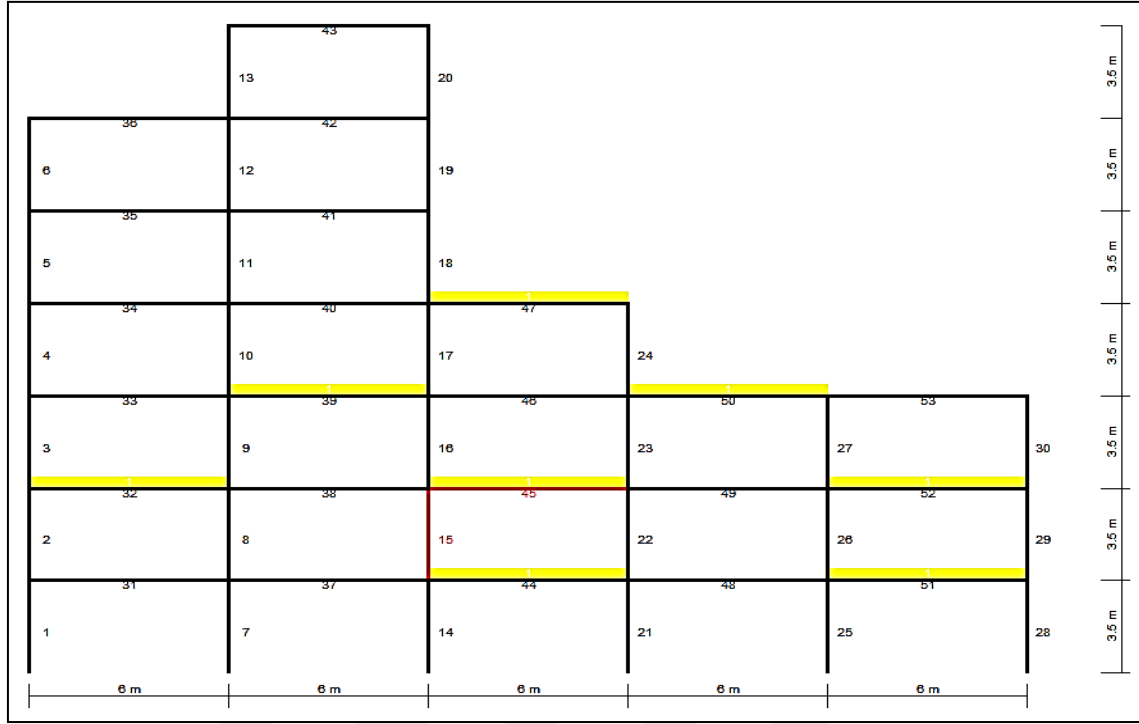
Şekil 4.42. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu



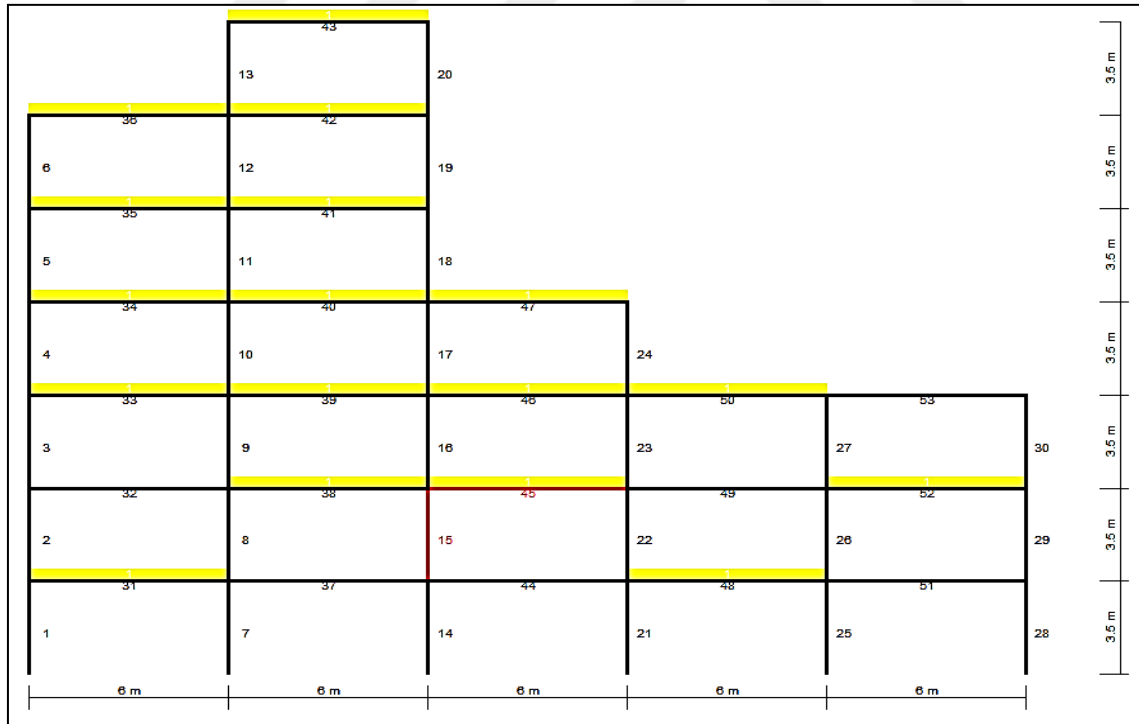
#### 4.6.6. Ölü yük, düşey hareketli yük ve rüzgâr yükü olması durumu için analiz sonuçları

Çizelge 4.12. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması

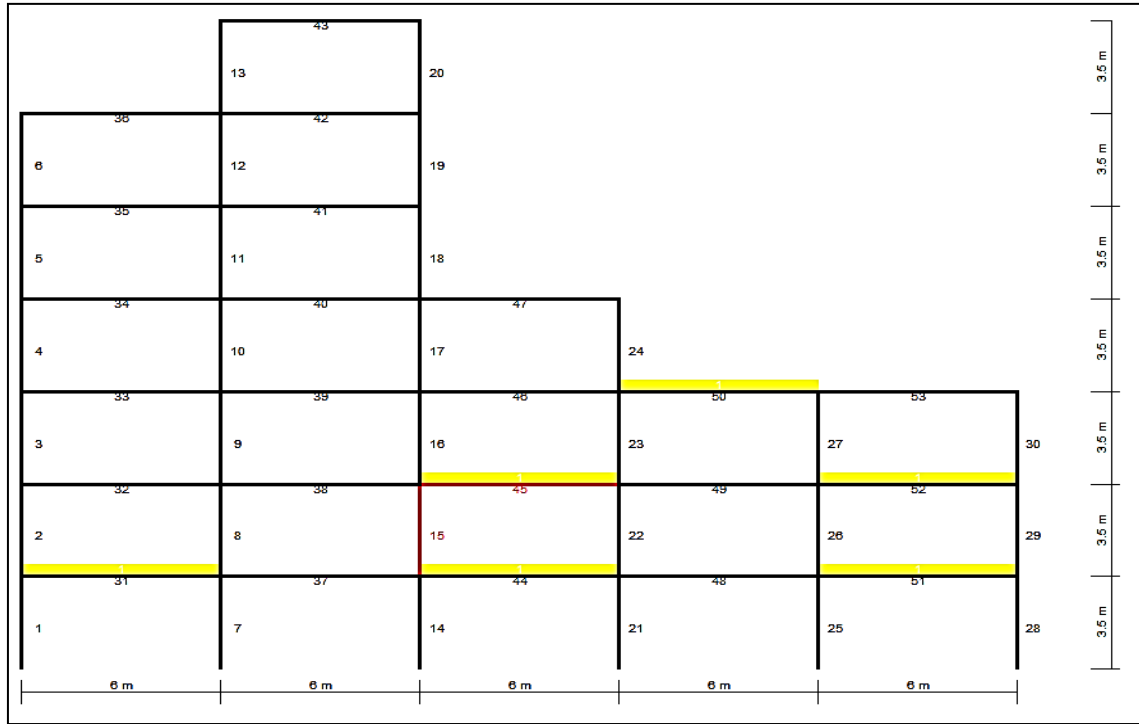
| HESAPLAMA<br>MODU                                          | MAX.<br>MOMENT<br>kNm | MAX.<br>EKSENEL<br>YÜK | MAX.<br>DONATI<br>ALANI | MAX.<br>EKSENEL<br>GERİLME |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|
| TESİR ÇİZGİLERİ<br>METODUNA<br>GÖRE                        | 138.797               | 802.375                | 15.912                  | 21577.0                    |
| 50 BİREY 50<br>İTERASYON<br>MAKSİMUM<br>MOMENT             | 267.853               | 741.351                | 22.602                  | 26370.6                    |
| 50 BİREY 50<br>İTERASYON<br>MAKSİMUM<br>EKSENEL YÜK        | 233.886               | 1112.276               | 15.729                  | 26126.1                    |
| 50 BİREY 50<br>İTERASYON<br>MAKSİMUM<br>DONATI ALANI       | 264.429               | 620.956                | 23.144                  | 25294.0                    |
| 50 BİREY 50<br>İTERASYON<br>MAKSİMUM<br>EKSENEL<br>GERİLME | 263.662               | 1045.665               | 19.325                  | 28064.1                    |



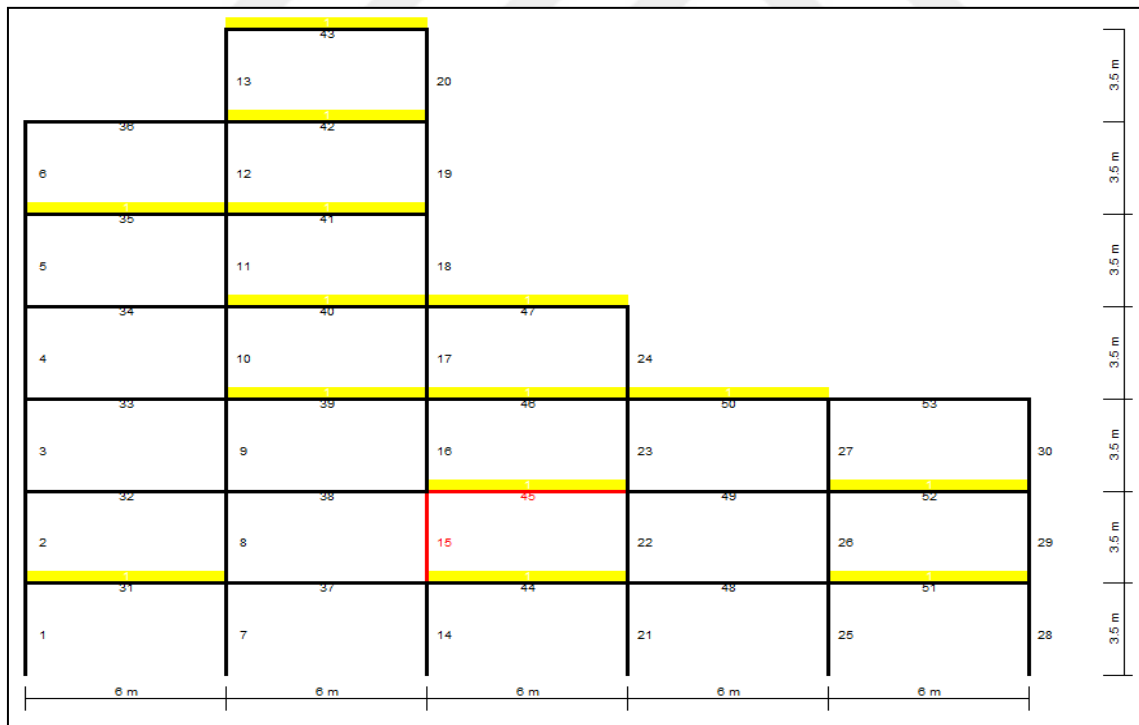
Şekil 4.44. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.45. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.46. Maximum donatı alanı için üretilen yükleme kombinasyonu

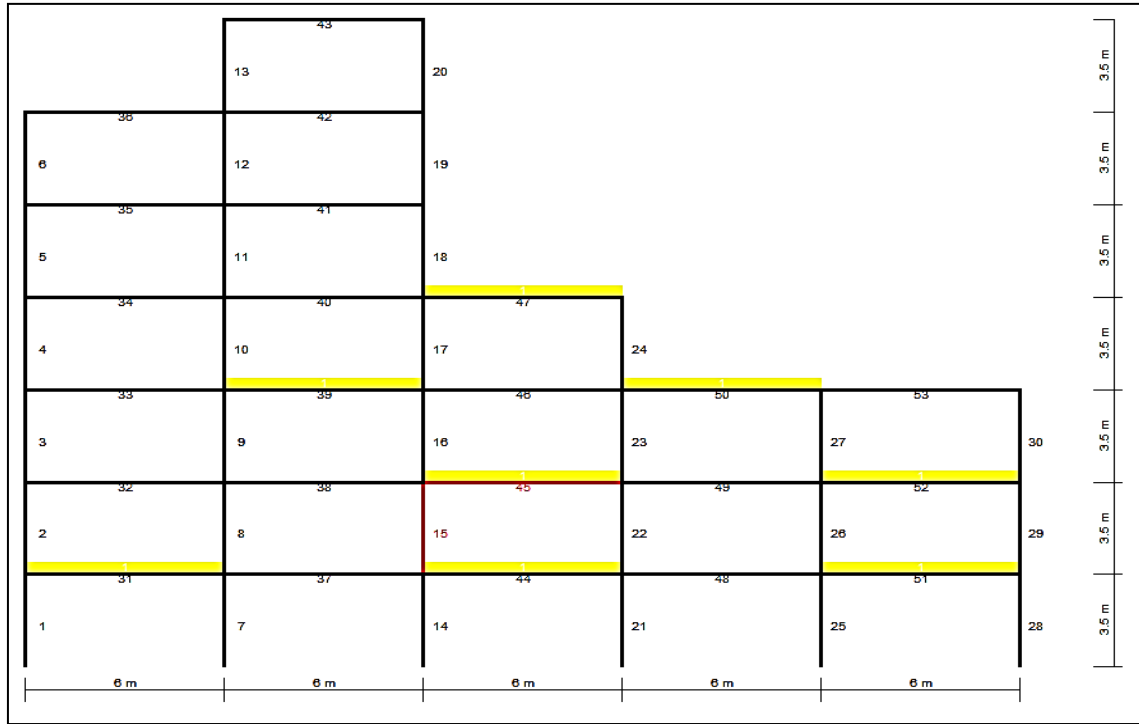


Şekil 4.47. Maximum eksenel gerilme için üretilen yükleme kombinasyonu

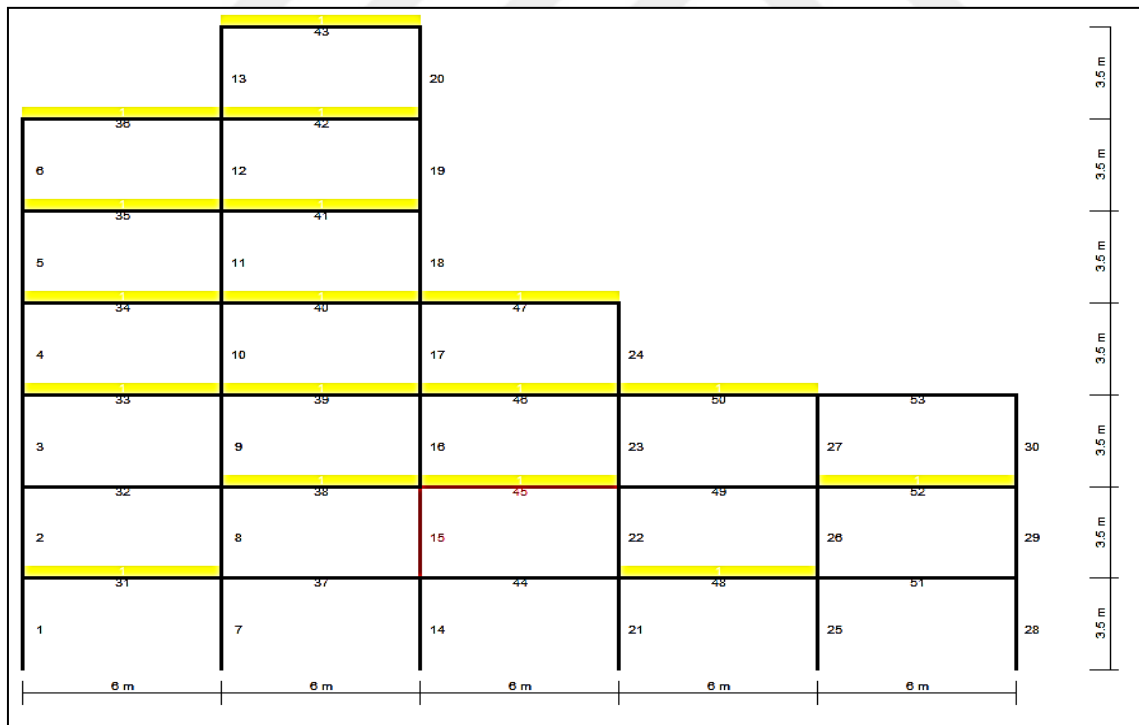
#### 4.6.7. Ölü yük, düşey hareketli yük ve deprem yükü olması durumu için analiz sonuçları

Çizelge 4.13. Baz değer olarak, maximum moment, maximum eksenel yük, maximum donatı alanı ve maximum eksenel gerilme alınması durumunda bulunan değerlerin karşılaştırılması

| HESAPLAMA MODU                                       | MAX. MOMENT<br>kNm | MAX. EKSENEL YÜK | MAX. DONATI ALANI | MAX. EKSENEL GERİLME |
|------------------------------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|----------------------|
| TESİR ÇİZGİLERİ METODUNA GÖRE                        | 282.214            | 725.183          | 24.095            | 27411.7              |
| 50 BİREY<br>50 İTERASYON<br>MAKSİMUM MOMENT          | 345.299            | 667.170          | 30.531            | 32071.7              |
| 50 BİREY<br>50 İTERASYON<br>MAKSİMUM EKSENEL YÜK     | 313.253            | 1035.084         | 24.165            | 31960.8              |
| 50 BİREY<br>50 İTERASYON<br>MAKSİMUM DONATI ALANI    | 343.796            | 543.764          | 31.178            | 31128.8              |
| 50 BİREY<br>50 İTERASYON<br>MAKSİMUM EKSENEL GERİLME | 343.029            | 968.473          | 27.707            | 33898.8              |



Şekil 4.48. Maximum moment için üretilen yükleme kombinasyonu



Şekil 4.49. Maximum eksenel kuvvet için üretilen yükleme kombinasyonu





## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Genetik Algoritmalar, temel felsefesi doğanın taklit edilmesiyle oluşturulmuş, bir topluluğun öğrenme yeteneğinin çoğalma çiftleşme gibi genetik süreçlerden geçirilerek artırılması esasına dayanan bir optimizasyon metodudur.

Günümüzde genetik algoritmalar endüstri mühendisliğinde fabrika ve üretim planlamalarında, iktisadi konularda, doğrusal olmayan denklem çözümlerinde veya benzeri optimizasyon problemlerinde kullanılmaktadır. İnşaat mühendisliğinde ise bazı spesifik konularda kullanılmakla beraber (kafes giriş optimizasyonu gibi) yaygın bir kullanım alanı bulunduğu söylenemez.

Mühendislik uygulamalarındaki optimizasyon çözümleri genellikle karmaşık matematiksel hesaplamalar gerektirir ve çözüm uzayı büyüdükçe çözüm geometrik olarak zorlaşır. Buna karşılık genetik algoritmalar klasik metotlardaki matematik parametrelere (diferansiyel denklemler, türevler gibi) bağlı olmadan, tamamen bağımsız çözümler üretebilen bir optimizasyon metodudur. Bu çalışmada kullandığımız metot da, herhangi bir özel matematik bilgisi gerektirmemektedir. Örnek uzay, tamamen rassal bir biçimde, sistemde var olabilecek olasılıklar içerisinde seçilmiş ve genetik algoritma parametreleri uygulanarak, bu topluluğun etkili ve dikkate alınabilir optimizasyon değerine ulaştığı görülmüştür.

Çözüm metodu herhangi bir matematiksel parametreye bağlı olmadığı gibi, çözümler incelendiğinde, Genetik Algoritma tarafından bulunan yükleme kombinasyonlarının da herhangi bir sistematığa bağlı olmadığı görülebilir. Genetik algoritma çözümleri baz alınarak genel çözümler üretilemez ancak çözüm uzayının kısıtlamalardan uzak, tamamen bağımsız olduğu görülebilir.

Yine çözümler incelendiğinde, simetrik ve düzenli sistemler için genetik algoritma çözümlerinin analitik metotlara yaklaştığını görürüz. Ancak sistem simetriden ve düzenlilikten uzaklaştıkça, klasik metodlar, kendi kabulleri uyarınca etkili sonuçlar vermekten uzaklaşmaktadırlar.

Bu çalışmanın ana konusu kolonlarda kritik yükleme kombinasyonlarının araştırılmasıdır. Klasik metodlarda kolonlar için maksimum eksenel yük ve maksimum moment değerini

veren yük düzenlemeleri araştırılmıştır. Ancak bu yükleme düzenleri ile elde edilen Normal kuvvet-Moment ikilileri ilgili kolona ait en kritik yükleme kombinasyonunu vermemektedir.

Klasik metotlarda kullanılmış olan tipik 5 katlı 5 açıklıklı çerçeve kullanılarak sadece düşey hareketli yükler için mümkün olan bütün yükleme kombinasyonları (33 milyon üzerinde) bir bilgisayar programı yardımıyla çözülmüş ve sonuçları karşılaştırma yapmak için okuyucuların kullanımına sunulmuştur.

Genetik algoritma ile yapılan çözümlerde klasik metotlar ile bulunan maksimum moment ve maksimum eksenel yük değerlerinden daha büyükleri elde edilmiştir. Bununla beraber, en kritik N/M ikilisini de doğrudan araştırmak mümkün olmuştur. Bu ikililer ile ilgili klasik metotlarda herhangi bir yük düzeni önerilmemektedir. Ancak genetik algoritmanın bulduğu yükleme kombinasyonlarının yeterli sonuçlar üretebildiği gösterilebilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan metotlar ile, gelecekte bir yapının genetik algoritma yöntemi ile en düşük maliyetle tasarlanması mümkün olabilecektir.

## KAYNAKLAR

- Dejong, K.A. (1975), Genetic Algorithms. Thesis, University of Michigan, Ann Arbor, MI.
- Ersoy, U. ve Çitipitioğlu, E. (1988), Yüksek Yapıların Tasarım ve Yapımında İzlenecek Temel İlkeler. İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 1.Baskı.
- Ertuğrul, İ. (2016), Siyasi Parti Mitinglerinin Gezgini Satıcı Problemi Yaklaşımı İle Analizi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 2016, yıl: 4, cilt: 4, sayı: 4.
- Fogel, L.J, Owens, A. J, Walsh, M. J. (1966), Artificial Intelligence.
- Forrest, S. (1993), Genetic Algorithms: Principles of Natural Selection Applied to Computation, Science, V.261, pp:872-878.
- Goldberg, D. E. (1989), A Tale of Two Problems: Broad and Efficient Optimization Using Genetic Algorithms, The University of Alabama, pp:44-48.
- Goldberg, D.E. (1983), Computer-Aided Gas Pipeline Operation Using Genetic Algorithms and Rule Learning, Ph.D Dissertation University of Michigan, Ann Arbor.
- Goldberg, E. D (1989), Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning. The University of Alabama.
- Haftka, R.T.; Gurdal, Z And Kamat, M.P. (1990), *Element Structural Optimization*. 2nd.Edition.
- Holland, J.H. (1975), *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan Press, Ann Arbor. 55.
- Janson, D.J. Ve Frenzel, J.F. (1993), Training Product Unit.
- Jenkins, W.M. (1993), Plane Frame Optimum Design Environment Based on Genetic Algorithms. Journal of Structures Engineering, V.118, No.11, pp:3103-3112.
- LIEPPINS, G.E. Ve HILLIARD, M.R. (1989), Genetic Algorithms: Foundation and Applications. Annals of Operations Research, V.21, pp:31-58.
- Nilson, A.H.And Winter, G. (1991), *Design of Concrete Structures*, McGraw-Hill Publication, Eleventh Edition.
- Potts, C.J.; Giddens, D.T. Ve Yadav, S. B. (1994), The Development and Evaluation of an Improved Genetic Algorithms Based on Migration and Artificial Selection. IEEE Transactions on Systems, Man, And Cybernetics, V.24, No.1, pp:73-86.
- Rajeev, S. Ve Krishnamoorthy, C. S. (1992), Discrete Optimization of Structures Using Genetic Algorithms. *Journal of Structural Engineering*, V.118, No.5, pp: 1233-1251.
- Sakamoto, J. ve Oda, Juhachi (1993), A Technique of Optimal Layout Design For Truss Structures Using Genetic Algorithm. American Institute of Aeronautics and Astronautics, pp:2402-2408.

SCHAFFER, J.D. And MORISHIMA, A. (1987), An Adaptive Crossover Distribution Mechanism For Genetic Algorithms. In Proc. 2nd. Int. Conf. Genetic Algorithms, pp:36-40.

Sugimoto, H. (1992), Discrete Optimization Of Truss Structures and Genetic Algorithm. Proc. Korea-Japan Joint Seminar On Structure Optimization 1.

Tankut, T.; Atımtay, E.; Aktan, E.; Erbatur, F. (1979), Taşıma Gücü El Kitabı. Bayındırlık Bakanlığı Yapı işleri Genel Müdürlüğü.

Through Simulated Evaluation. Wiley, New York.

Turğut, P. (1995). Yapılarda hareketli yük kombinasyonlarının Genetik algoritmalar ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elazığ.





*GAZİ GELECEKTİR...*