



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**ÇELİK YAPILARDA KOLON TABAN
PLAKALARI, TABAN DESTEK PLAKALARI
VE ANKRAJLARIN ANALİTİK OLARAK
İNCELENMESİ**

Melikşah ÖZAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Kasım-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır.

TEZ KABUL VE ONAYI

Melikşah Özay tarafından hazırlanan “Çelik Yapılarda Kolon Taban Plakaları, Taban Destek Plakaları ve Ankrajların Analitik Olarak İncelenmesi” adlı tez çalışması 07/11/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Nail KARA
Konya Teknik Üniversitesi

.....

Danışman

Prof. Dr. Ali KÖKEN
Konya Teknik Üniversitesi

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi A. Serdar ECEMİŞ
Necmettin Erbakan Üniversitesi

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Melikşah ÖZAY

07.11.2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇELİK YAPILARDA KOLON TABAN PLAKALARI, TABAN DESTEK PLAKALARI VE ANKRAJLARIN ANALİTİK OLARAK İNCELENMESİ

Melikşah ÖZAY

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali KÖKEN

2024, 209 Sayfa

Jüri

Başkan Dr. Öğr. Üyesi Nail KARA
Danışman Prof. Dr. Ali KÖKEN
Üye Dr. Öğr. Üyesi A. Serdar ECEMİŞ

Çelik yapılarda kolon taban plakasının tasarımı oldukça önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında çelik yapılarda taşıyıcı sistemin en önemli yapı taşlarından biri olan çelik kolon taban plakası birleşiminin detayları hakkında açıklamalar yapılmıştır. Çelik kolon-temel birleşim yerinde kullanılacak taban plakası, ankraj ve bulonlar hakkında bilgilendirmelerde bulunulmuştur. Bağlantıdaki elemanların özellikleri ve kullanımı hakkında detaylar verilmiştir. Analizlerde kullanılan program hakkında detaylı bilgiler verilmiş ve arka plandaki teorik bilgilerden bahsedilmiştir.

Bu çalışmada, değişken parametrelerle oluşturulan birleşimlerin statik yüklemeler doğrultusunda yapılan analizleri neticesinde birleşim elemanlarında meydana gelen gerilme ve deformasyonlar karşılaştırılarak değerlendirmelerde bulunulmuştur. Taban plakası kalınlık farklılıkları, ankraj elemanlarının çap ve adet farklılıkları, berkitme levhaların kullanımının birleşime etkileri incelenerek yorumlanmıştır. Mühendislik hizmetlerinde çelik bağlantı hesaplarında kullanımı tercih edilen sonlu elemanlar yazılımı olan IDEA Statica programı kullanılarak analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre çelik kolon taban plakası tasarımında olumlu ve olumsuz yönler ele alınarak çıkarımlarda bulunulmuştur.

Analizler doğrultusunda rijitleştirilmiş kolon taban plakasındaki birleşiminin, berkitme levhası kullanılmayan birleşime göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Taban plakasının kolon başlığı ile birleştirilmiş bölgelerde, ankraj ve çevresinde oluşan gerilmelerin berkitme levhası kullanımında oldukça azaldığı görülmüştür. Bu sebeple rijitleştirilmiş birleşimlerde berkitme plakası kullanımının, birleşim için oldukça yararlı olacağı görülmüş ve kullanımı önerilmiştir. Berkitme levhası kullanımının, çelik kolon taban plakası birleşiminde diğer elemanlardaki gerilme ve deformasyonları olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Taban plakası kalınlığının birleşim elemanlarının gerilme ve deformasyonları üzerinde önemli bir etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Ankraj çaplarının ve adetlerinin ise birleşimdeki gerilme ve deformasyonları etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ankraj tasarımı, çelik bağlantı analizi, çelik kolon taban plakası bağlantısı, gerilme ve deformasyon, sonlu eleman yöntemi

ABSTRACT

MS THESIS

ANALYTICAL INVESTIGATION OF COLUMN BASE PLATES, BASE SUPPORT PLATES AND ANCHORS IN STEEL STRUCTURES

Melikşah ÖZAY

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Civil Engineering**

Advisor: Prof. Dr. Ali KÖKEN

2024, 209 Pages

Jury

**Head Asst. Prof. Dr. Nail KARA
Advisor Prof. Dr. Ali KÖKEN
Member Asst. Prof. Dr. A. Serdar ECEMİŞ**

The design of the column base plate is very important in steel structures. In this study, the details of the steel column base plate joint, which is one of the most important building blocks of the structural system in steel structures, are explained. Information about the base plate, anchors and bolts to be used at the steel column-foundation joint is given. Details about the properties and usage of the elements in the connection are given. Detailed information about the program to be analyzed is given and the theoretical information in the background is mentioned.

In this study, the stresses and deformations occurring in the joint elements as a result of the analysis of the joints formed with variable parameters in the direction of static loads were compared and evaluated. The effects of base plate thickness differences, anchor element diameter and number differences, and the use of reinforcing plates on the joint are analyzed and interpreted. Analyses were performed using the IDEA Statica program, which is the preferred finite element software for steel connection calculations in engineering services. According to the results obtained, positive and negative aspects of steel column base plate design are discussed and conclusions are made.

According to the analyses, it is observed that the joint of the rigidized column at the base plate gives better results than the joint without the use of the bracing plate. In the areas where the base plate is connected with the column head, it is observed that the stresses in and around the anchorage are significantly reduced with the use of berming plates. For this reason, it was observed that the use of berming plates in rigidized joints would be very beneficial for the joint and its use was recommended. It is stated that the use of berming plates positively affects the stresses and deformations in other elements in the steel column base plate joint. It was observed that the thickness of the base plate has a significant effect on the stresses and deformations of the joint elements. Anchor diameters and number of anchors were found to affect the stresses and deformations in the joint.

Keywords: Anchorage design, steel connection analysis, steel column base plate connection, stress and deformation, finite element method

ÖNSÖZ

Bu çalışma kapasımda ve haricinde benimle ilgilenen, yardımını esirgemeyip sorularıma tüm içtenliğiyle cevap veren ve en önemlisi beni daha ileri taşımak için bilgisini esirgemeyip elinden gelen tüm desteği sağlayan yüksek lisans kapsamında danışmanım olan Prof. Dr. Ali KÖKEN hocamıza en içten duygularla teşekkürü bir borç bilir ve saygılarımı sunarım.

Tez çalışmamın süresi boyunca her zaman yanımda olup manevi desteğini eksik etmeyen sevgili eşim Sümeyra Savran ÖZAY'a, eğitim hayatım boyunca bana sürekli güvenen, elde ettiğim başarılarda ve karşılaştığım zorluklarda yanımda olan çok değerli annem Mine ÖZAY'a, babam Yavuz Selim ÖZAY'a, kardeşlerim Zeki ÖZAY'a ve Bilgehan ÖZAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimimde bana destek olan dostlarım İlyas ÖZTÜRK, Mehmet İLHAN ve Yusuf Talha TEMİZ'e de ayrıca teşekkür ederim.

Melikşah ÖZAY
KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	8
3.1. Çelik Kolon Taban Bağlantısı.....	8
3.1.1. Şablon Plakası Tanımı	9
3.1.2. Ankraj Yerleşimi.....	10
3.1.3. Berkitme Plaka Tanımı	11
3.1.4. Grout Tanımı.....	12
3.2. Ankraj Çeşitleri.....	13
3.2.1. Taze Dökülecek Olan Betona Yapılan Ankrajlar	13
3.2.2. Mevcut Sertleşen Betona Yapılan Ankrajlar	14
3.3. Ankraj Bulonları ve Özellikleri	15
3.4. Idea Statica Birleşim Analiz Programının Tanıtılması	19
3.4.1. Giriş	19
3.5. Çelik Kolon Taban Plakası Birleşiminin Sonlu Eleman Yöntemiyle Analizi	20
3.5.1. Analiz Parametreleri ve Yapısal Model.....	20
3.5.1.1. (1) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	22
3.5.1.2. (2) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	29
3.5.1.3. (3) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	36
3.5.1.4. (4) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	43
3.5.1.5. (5) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	50
3.5.1.6. (6) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	57
3.5.1.7. (7) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	64
3.5.1.8. (8) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	71
3.5.1.9. (9) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	78
3.5.1.10. (10) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	85
3.5.1.11. (11) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	92
3.5.1.12. (12) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	99
3.5.1.13. (13) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	106
3.5.1.14. (14) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	113
3.5.1.15. (15) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	120
3.5.1.16. (16) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	127
3.5.1.17. (17) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	134

3.5.1.18. (18) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	141
3.5.1.19. (19) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	148
3.5.1.20. (20) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	155
3.5.1.21. (21) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	162
3.5.1.22. (22) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	169
3.5.1.23. (23) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	176
3.5.1.24. (24) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	183
3.5.2. PROFIS Engineering ile Yapısal Modelleme	190
3.5.2.1. (17.1) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	191
3.5.2.2. (19.1) Numaralı Birleşim Analiz Modeli.....	194
4. ANALİZ SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	198
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	206
KAYNAKLAR	208



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A	: Alan (cm ²)
Fu	: Yapısal çelik karakteristik kopma dayanımı
Fub	: Bulonların karakteristik çekme dayanımı
Fy	: Yapısal çelik karakteristik akma dayanımı
Fyb	: Bulonların karakteristik akma gerilmesi
Fyd	: Malzeme akma dayanımı
P	: Kuvvet (kgf)
Sjs	: Rijitliğin ikincil değeri
Sj,ini	: Rijitlik başlangıç değeri
σ	: Gerilme (kgf /cm ²)
ε	: Şekil değiştirme
φ	: Dönme açısı (mrad)
Φc	: Dönme kapasite değeri
Φ	: Dönme deformasyon değeri

Kısaltmalar

AISC	: The American Institute of Steel Construction
ASD	: Allowable Strength Design
CBFEM	: Bileşen Tabanlı Sonlu Elemanlar Modeli
CM	: Component Method
ÇYTHY	: Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapımına Dair Esaslar
FEM	: Sonlu Elemanlar Metodu
LRFD	: Load and Resistance Factor Design
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Kolon taban plakası birleşimi.....	2
Şekil 3.1. Kolon taban plakası birleşim detayı (https://www.insapedia.com/).....	9
Şekil 3.2. Şablon (kılavuz) plakası gösterimi	10
Şekil 3.3. Ankraj deliklerinin kaymasından kaynaklanan ankraj bozuklukları	11
Şekil 3.4. Tahliye edilemeyen suyun taban levhasında birikmesi	12
Şekil 3.5. Ankraj yerleşiminde grout uygulaması örneği	13
Şekil 3.6. Farklı yapıdaki ankraj tipleri (Moore ve ark., 2003)	14
Şekil 3.7. Ankraj çeşitleri (Değirmenci ve ark., 2015)	14
Şekil 3.8. Taban plakasındaki ankraj çubuklarının sayıları (ÇYTHYE 2018)	15
Şekil 3.9. Ankraj çubuklarının sınır değerleri (ÇYTHYE 2018)	16
Şekil 3.10. Çekme ve kesme yükleri etkisinde ankraj bulonlarında yenilme modları (https://santiyede.com/)	18
Şekil 3.11. IDEA StatiCa programında tanımlanmış dayanım faktörleri	21
Şekil 3.12. (1) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	23
Şekil 3.13. (1) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi	24
Şekil 3.14. (1) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi	25
Şekil 3.15. (1) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı	26
Şekil 3.16. (1) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı	26
Şekil 3.17. (1) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	27
Şekil 3.18. (1) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı	28
Şekil 3.19. (1) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	28
Şekil 3.20. (1) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	29
Şekil 3.21. (2) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	30
Şekil 3.22. (2) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi	31
Şekil 3.23. (2) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi	32
Şekil 3.24. (2) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı	33
Şekil 3.25. (2) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı	33
Şekil 3.26. (2) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	34
Şekil 3.27. (2) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	35
Şekil 3.28. (2) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı	35
Şekil 3.29. (2) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	36
Şekil 3.30. (3) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	37
Şekil 3.31. (3) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi	38
Şekil 3.32. (3) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi	39
Şekil 3.33. (3) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı	40
Şekil 3.34. (3) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı	40
Şekil 3.35. (3) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	41
Şekil 3.36. (3) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	42
Şekil 3.37. (3) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı	42

Şekil 3.38. (3) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	43
Şekil 3.39. (4) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	44
Şekil 3.40. (4) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi.....	45
Şekil 3.41. (4) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	46
Şekil 3.42. (4) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	47
Şekil 3.43. (4) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	47
Şekil 3.44. (4) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	48
Şekil 3.45. (4) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	49
Şekil 3.46. (4) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı	49
Şekil 3.47. (4) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	50
Şekil 3.48. (5) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	51
Şekil 3.49. (5) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi.....	52
Şekil 3.50. (5) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	53
Şekil 3.51. (5) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	54
Şekil 3.52. (5) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	54
Şekil 3.53. (5) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	55
Şekil 3.54. (5) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	56
Şekil 3.55. (5) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı	56
Şekil 3.56. (5) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	57
Şekil 3.57. (6) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	58
Şekil 3.58. (6) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi.....	59
Şekil 3.59. (6) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	60
Şekil 3.60. (6) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	61
Şekil 3.61. (6) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	61
Şekil 3.62. (6) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	62
Şekil 3.63. (6) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	63
Şekil 3.64. (6) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı	63
Şekil 3.65. (6) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	64
Şekil 3.66. (7) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	65
Şekil 3.67. (7) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi.....	66
Şekil 3.68. (7) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	67
Şekil 3.69. (7) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	68
Şekil 3.70. (7) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	68
Şekil 3.71. (7) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	69
Şekil 3.72. (7) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	70
Şekil 3.73. (7) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı	70
Şekil 3.74. (7) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	71
Şekil 3.75. (8) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	72
Şekil 3.76. (8) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi.....	73
Şekil 3.77. (8) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	74

Şekil 3.78. (8) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	75
Şekil 3.79. (8) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	75
Şekil 3.80. (8) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	76
Şekil 3.81. (8) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	77
Şekil 3.82. (8) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı	77
Şekil 3.83. (8) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	78
Şekil 3.84. (9) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	79
Şekil 3.85. (9) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi.....	80
Şekil 3.86. (9) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	81
Şekil 3.87. (9) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	82
Şekil 3.88. (9) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	82
Şekil 3.89. (9) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	83
Şekil 3.90. (9) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	84
Şekil 3.91. (9) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı	84
Şekil 3.92. (9) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	85
Şekil 3.93. (10) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	86
Şekil 3.94. (10) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi.....	87
Şekil 3.95. (10) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	88
Şekil 3.96. (10) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	89
Şekil 3.97. (10) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	89
Şekil 3.98. (10) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	90
Şekil 3.99. (10) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	91
Şekil 3.100. (10) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı	91
Şekil 3.101. (10) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	92
Şekil 3.102. (11) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	93
Şekil 3.103. (11) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi....	94
Şekil 3.104. (11) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	95
Şekil 3.105. (11) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	96
Şekil 3.106. (11) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	96
Şekil 3.107. (11) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	97
Şekil 3.108. (11) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri ..	98
Şekil 3.109. (11) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı	98
Şekil 3.110. (11) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	99
Şekil 3.111. (12) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	100
Şekil 3.112. (12) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	101
Şekil 3.113. (12) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	102
Şekil 3.114. (12) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	103
Şekil 3.115. (12) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	103
Şekil 3.116. (12) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	104
Şekil 3.117. (12) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	105
Şekil 3.118. (12) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	105

Şekil 3.119. (12) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	106
Şekil 3.120. (13) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	107
Şekil 3.121. (13) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	108
Şekil 3.122. (13) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	109
Şekil 3.123. (13) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	110
Şekil 3.124. (13) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	110
Şekil 3.125. (13) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	111
Şekil 3.126. (13) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	112
Şekil 3.127. (13) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	112
Şekil 3.128. (13) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	113
Şekil 3.129. (14) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	114
Şekil 3.130. (14) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	115
Şekil 3.131. (14) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	116
Şekil 3.132. (14) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	117
Şekil 3.133. (14) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	117
Şekil 3.134. (14) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	118
Şekil 3.135. (14) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	119
Şekil 3.136. (14) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	119
Şekil 3.137. (14) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	120
Şekil 3.138. (15) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	121
Şekil 3.139. (15) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	122
Şekil 3.140. (15) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	123
Şekil 3.141. (15) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	124
Şekil 3.142. (15) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	124
Şekil 3.143. (15) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	125
Şekil 3.144. (15) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	126
Şekil 3.145. (15) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	126
Şekil 3.146. (15) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	127
Şekil 3.147. (16) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	128
Şekil 3.148. (16) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	129
Şekil 3.149. (16) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	130
Şekil 3.150. (16) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	131
Şekil 3.151. (16) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	131
Şekil 3.152. (16) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	132
Şekil 3.153. (16) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	133
Şekil 3.154. (16) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	133
Şekil 3.155. (16) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	134
Şekil 3.156. (17) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	135
Şekil 3.157. (17) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	136
Şekil 3.158. (17) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	137

Şekil 3.159. (17) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	138
Şekil 3.160. (17) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	138
Şekil 3.161. (17) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	139
Şekil 3.162. (17) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	140
Şekil 3.163. (17) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	140
Şekil 3.164. (17) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	141
Şekil 3.165. (18) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	142
Şekil 3.166. (18) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	143
Şekil 3.167. (18) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	144
Şekil 3.168. (18) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	145
Şekil 3.169. (18) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	145
Şekil 3.170. (18) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	146
Şekil 3.171. (18) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	147
Şekil 3.172. (18) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	147
Şekil 3.173. (18) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	148
Şekil 3.174. (19) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	149
Şekil 3.175. (19) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	150
Şekil 3.176. (19) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	151
Şekil 3.177. (19) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	152
Şekil 3.178. (19) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	152
Şekil 3.179. (19) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	153
Şekil 3.180. (19) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	154
Şekil 3.181. (19) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	154
Şekil 3.182. (19) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	155
Şekil 3.183. (20) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	156
Şekil 3.184. (20) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	157
Şekil 3.185. (20) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	158
Şekil 3.186. (20) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	159
Şekil 3.187. (20) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	159
Şekil 3.188. (20) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	160
Şekil 3.189. (20) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	161
Şekil 3.190. (20) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	161
Şekil 3.191. (20) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	162
Şekil 3.192. (21) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	163
Şekil 3.193. (21) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	164
Şekil 3.194. (21) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	165
Şekil 3.195. (21) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	166
Şekil 3.196. (21) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	166
Şekil 3.197. (21) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	167
Şekil 3.198. (21) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	168
Şekil 3.199. (21) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	168

Şekil 3.200. (21) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	169
Şekil 3.201. (22) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	170
Şekil 3.202. (22) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	171
Şekil 3.203. (22) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	172
Şekil 3.204. (22) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	173
Şekil 3.205. (22) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	173
Şekil 3.206. (22) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	174
Şekil 3.207. (22) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	175
Şekil 3.208. (22) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	175
Şekil 3.209. (22) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	176
Şekil 3.210. (23) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	177
Şekil 3.211. (23) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	178
Şekil 3.212. (23) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	179
Şekil 3.213. (23) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	180
Şekil 3.214. (23) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	180
Şekil 3.215. (23) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	181
Şekil 3.216. (23) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	182
Şekil 3.217. (23) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	182
Şekil 3.218. (23) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	183
Şekil 3.219. (24) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	184
Şekil 3.220. (24) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi..	185
Şekil 3.221. (24) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	186
Şekil 3.222. (24) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.....	187
Şekil 3.223. (24) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	187
Şekil 3.224. (24) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli	188
Şekil 3.225. (24) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri	189
Şekil 3.226. (24) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı ..	189
Şekil 3.227. (24) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler	190
Şekil 3.228. (17.1) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	191
Şekil 3.229. (17.1) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi	192
Şekil 3.230. (17.1) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi.....	192
Şekil 3.231. (17.1) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	193
Şekil 3.232. (17.1) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme ve kesme kuvvetleri	194
Şekil 3.233. (19.1) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri	194
Şekil 3.234. (19.1) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi	195
Şekil 3.235. (19.1) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	195
Şekil 3.236. (19.1) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı.....	196
Şekil 3.237. (19.1) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme ve kesme kuvvetleri	197

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3.1. Bulonların karakteristik akma gerilmeleri, F_{yb} ve çekme dayanımları, F_u , MPa (ÇYTHYE 2018, Tablo 2.2).....	15
Çizelge 3.2. Bulonların karakteristik gerilme dayanımları (ÇYTHYE 2018, Tablo 13.7)	16
Çizelge 3.3. Köşe kaynakların minimum kalınlıkları (ÇYTHYE 2018, Tablo 13.4).....	17
Çizelge 3.4. Karakteristik delik boyutları, (mm), (ÇYTHYE 2018, Tablo 13.8).....	17
Çizelge 3.5. Minimum Bulon Önçekme Kuvveti, (kN), (ÇYTHYE 2018, Tablo 13.6)	18
Çizelge 3.6. Çelik kolon taban plakası birleşim detayı parametreleri	22
Çizelge 3.7. (1) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	25
Çizelge 3.8. (2) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	32
Çizelge 3.9. (3) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	39
Çizelge 3.10. (4) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	46
Çizelge 3.11. (5) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	53
Çizelge 3.12. (6) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	60
Çizelge 3.13. (7) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	67
Çizelge 3.14. (8) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	74
Çizelge 3.15. (9) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	81
Çizelge 3.16. (10) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	88
Çizelge 3.17. (11) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	95
Çizelge 3.18. (12) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	102
Çizelge 3.19. (13) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	109
Çizelge 3.20. (14) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	116
Çizelge 3.21. (15) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	123
Çizelge 3.22. (16) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	130
Çizelge 3.23. (17) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	137
Çizelge 3.24. (18) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	144

Çizelge 3.25. (19) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	151
Çizelge 3.26. (20) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	158
Çizelge 3.27. (21) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	165
Çizelge 3.28. (22) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	172
Çizelge 3.29. (23) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	179
Çizelge 3.30. (24) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu.....	186



1. GİRİŞ

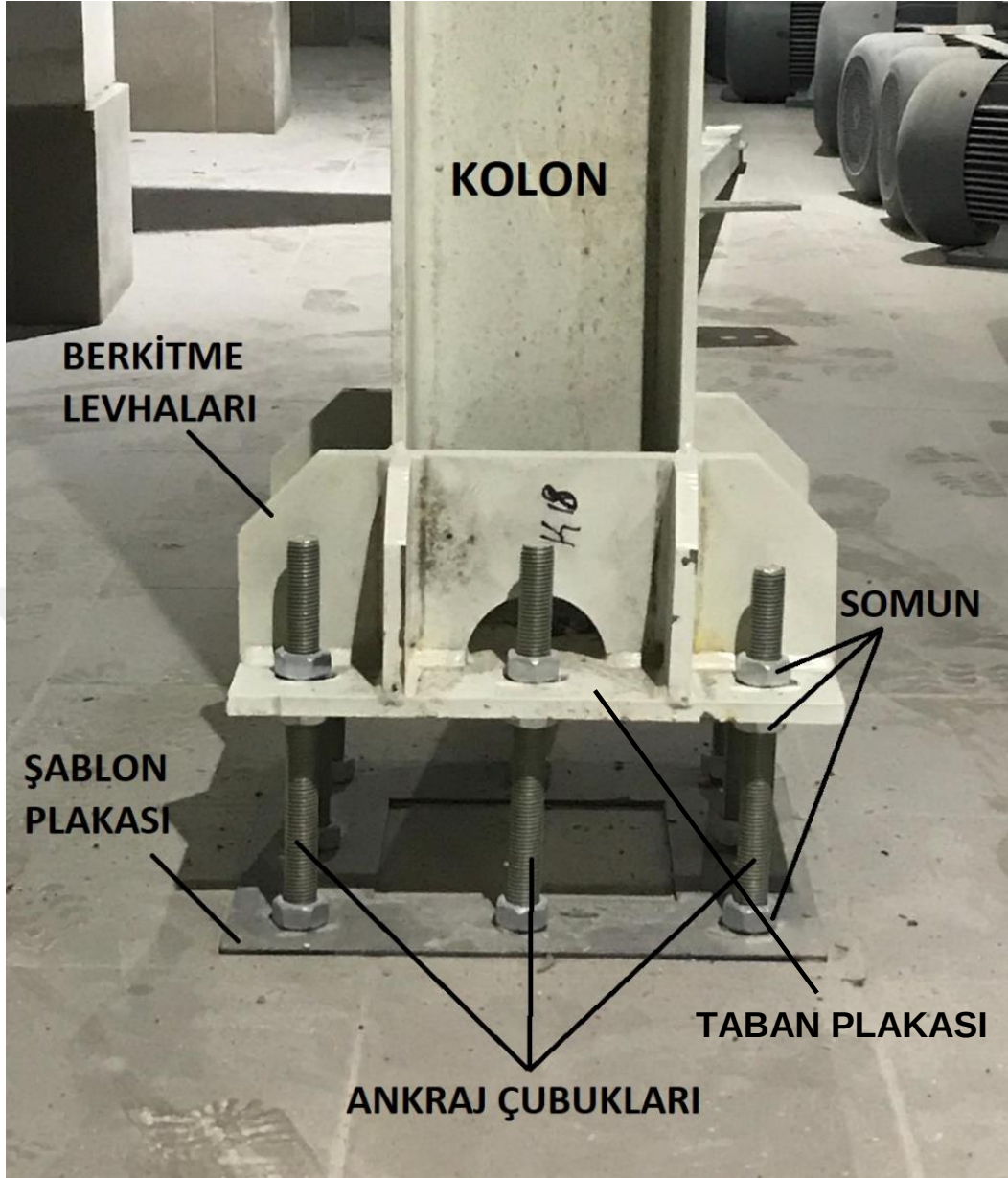
Geçmişten günümüze gelene kadar çelik yapıların kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Depreme karşı göstermiş oldukları performanslar, yüksek süneklik düzeylerine sahip olmaları, imalat ve montaj kısımlarının diğer yapılara oranla daha hızlı ve kolay olması başlıca sebepler olarak gösterilebilir. Bununla birlikte depolar, atölyeler, endüstriyel tesisler, uçak hangarları, spor tesisleri vb. ihtiyacımız olan yapılara hızlı ve pratik çözümlerle cevap verebilmesi, çelik yapıların günümüzde kullanımını olumlu yönde etkilemiştir.

Çelik yapılarda, yapının davranışına etki eden birçok faktör vardır. Birleşim detayları bunların en önemlilerinden bir tanesidir. Tasarlanan birleşim detaylarının yükleme altındaki çalışma kapasiteleri, yapının toplam kapasitesini de doğrudan etkilemektedir. Çelik yapılarda kullanılan birçok birleşim detayı vardır. Bu birleşim çeşitlerinden ve aynı zamanda en önemlilerinden birisi de çelik kolon taban plakası birleşimidir.

Yapıdaki kolon ayakları üst yapıdan gelecek olan yükleri betonarme temele güvenli bir şekilde aktarmak için tasarlanan ve kullanılan elemanlardır. Bu yükleri betonarme temele aktarma görevi, tasarlanan kolon taban plakası birleşimi sayesinde sağlanır. Bu birleşimler normal kuvvetlere, kesme kuvvetlerine ve düzlem içi eğilme momentlerine maruz kaldıklarında, özellikle dönme sırasında deforme olurlar. Bu dönme davranışı genellikle mafsallı ya da tamamen rijit olarak idealize edilir (Jaspart, 1998).

Kolon taban plakası birleşimi; çelik kolon, taban plakası, ankraj çubukları, somun ve pullardan oluşmaktadır (Şekil 1.1.).

Tasarlanacak kolon taban plakası birleşimlerinde eksenel kuvvet, kesme kuvveti ve momentler temele taban plakası aracılığı ile aktarılır. Birleşim bölgesindeki momentlerin fazla olması durumunda ise berkitme adı verilen ilave levhalarla desteklenmektedir. Buradaki temas yüzeyi kolon en kesit alanı kadar olacaktır. Gerilme formülünde ($\sigma = \frac{P}{A}$) temas yüzeyinin artırılması, taban plakasına gelecek olan gerilmeleri de azaltmış olacaktır. Bu sebeple berkitme levhalarının kullanılması halinde kolonlardan taban plakasına gelecek olan yükleri; kolon en kesit alanıyla birlikte berkitme plakaları da karşılamış olacaktır. Bu sayede temas yüzeyindeki alan artacak ve gerilmeler düşecektir. Berkitme plakaları bu nedenlerden dolayı taban plakalarının ezilme kontrollerinde de oldukça önemlidir.



Şekil 1.1. Kolon taban plakası birleşimi

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada; günümüz bağlantı hesaplarında oldukça öneme sahip çelik kolon taban plakası birleşim detaylarının özellikleri değişken parametreler doğrultusunda incelenerek ideal bir tasarım elde etmek hedeflenmiştir. Bu parametre değişikliklerinin tasarımda hangi elemanları ne ölçüde etkilediği analizler doğrultusunda belirlenecek ve bu veriler doğrultusunda daha sonraki bağlantılar için ön tasarım verileri elde edilmiş olacaktır. Bu ön tasarım bilgileri sayesinde oluşturulacak yeni tasarımlar için ideale yakın bir tasarım kurgusu yapabilmek amaçlanmaktadır.

Yapılan bu Yüksek Lisans tezi kapsamında; çelik yapılarda yaygın olarak kullanılmakta olan çeşitli çelik kolon taban plakası birleşiminin analizleri yapılmıştır.

Çalışmada ele alınan parametreler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Taban plakası kalınlığı: 15mm, 20mm ve 30mm olarak,
- Berkitme plakalarının varlığı ve kalınlığı: 15mm, 20mm ve 30mm olarak,
- Ankraj adedi: 6 veya 8 adet olarak,
- Ankraj çapları: M24 ve M30 olarak.

Kolon profili olarak HEA550 malzemesi ve 5.6 kalite ankraj malzemeleri tasarımların hepsinde sabit olarak kullanılmıştır.

Her bir bağlantı tasarımı için aksenal kuvvet (-150kN), kesme kuvveti (100kN) ve moment kuvvetleri (400kNm) etki ettirilerek aynı yükler altında farklı analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçları irdelenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre şekil değiştirme ve gerilme diyagramları incelenmiştir. Ayrıca taban plakası deformasyon oranları ve ankrajlara gelen çekme kuvvetleri irdelenmiştir. Her bir bağlantı için 24 farklı analiz daha yapılarak bağlantıların alabileceği maksimum yükler de ayrıyeten belirlenmiştir. Bağlantıların alabileceği maksimum yükler doğrultusunda çıkarımlarda bulunulmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Díaz ve ark. (2020) çalışmalarında, eksenel kuvvet ve eğilme momenti etkisindeki açıkta kalan çelik kolon taban plakalarının davranışını incelemişlerdir. Berkitme plakaları kullanılan ve kullanılmayan taban plakalarındaki göçme mekanizmalarını sayısal olarak karşılaştırmışlardır. Yapılan analizlerde taban plakasının kalınlığı, ankraj çubuklarının kalitesi ve konumu, berkitme plakalarının konumu dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda ANSYS sonlu eleman yöntemi ile on altı farklı model analiz gerçekleştirmişlerdir. Kalın taban plakaları, daha az sünek davranışa sahip olan ince taban plakalarına kıyasla daha fazla mukavemet ve elastik rijitlik davranış sergilediğini söylemişlerdir. Yüksek dirençli ankraj bulonları kullanıldığında taban plakalarının narinleştiğini söylemişlerdir. Plaka kalınlığının ve berkitme levhalarının yeterli olduğu birleşimlerde ankraj çubuklarının davranışı oldukça üst seviyededir. Ayrıca ankraj çubuklarının kolon başlıklarının dışında yer aldığı modeller, ankraj çubuklarının kolon başlıklarının arasına yerleştirildiği modellere göre daha düşük eğilme mukavemeti ve dönme rijitliği gösterdiğini belirtmişlerdir. Berkitme plakaları taban plakası konfigürasyonuna dahil edildiğinde eğilme mukavemetinde ve dönme rijitliğinde önemli bir artış elde edildiğini fakat süneklikte de önemli bir azalma olduğunu vurgulamışlardır.

Güleryüz (2021) yapmış olduğu çalışmada, çelik kolon taban plakası ile betonarme temel arasındaki tesviye harcının ankrajlar üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çelik kolon taban plakası ile betonarme temel arasında tesviye harcı kullanılmayıp boşluk bırakılması durumunda, bırakılan bu boşluğun düğüm noktasına olan etkileri irdelemiştir. Aynı zamanda bırakılan boşluğun daha da artırılması ile hiç boşluk olmaması durumlarını da karşılaştırmıştır. Bu karşılaştırmaları sonlu eleman yazılımı olan ANSYS programı kullanarak analiz etmiştir. Çelik kolon taban plakası ile betonarme temel arasındaki boşluğun artması durumlarında, düğüm noktalarındaki moment kapasitelerinin olumsuz şekilde etkilendiği sonucuna varmıştır.

Hussein ve Yavuz (2019) yapmış oldukları çalışmada, çelik sanayi yapısındaki çelik kolon taban plakası davranışını incelemişlerdir. Önce bir çelik sanayi yapısının iki boyutlu statik analizi, daha sonra bu yapıdaki çelik kolon taban plaka boyutlandırması yapılmıştır. Yapılan bu boyutlandırma çalışması AISC-LRFD (The American Institute of Steel Construction-Load and Resistance Factor Design) yöntemine göre sonlu

elemanlar yapısal analiz programı olan RFEM kullanılarak yapılmıştır. Farklı tiplerdeki üç adet kolon taban plakası bağlantısını karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Yapılan üç bağlantı modelinde de kolonun taban plakası bağlantı bölgesinde ve ankraj bulonları çevresinde kritik gerilme alanları oluştuğunu gözlemlemişlerdir.

Mehdi ve ark. (2022) çalışmalarında, eğilme momenti ve eksenel kuvvet etkisindeki çelik kolon taban plaka bağlantısının davranışını incelemişlerdir. Moment dönme ilişkisini incelemek için sonlu eleman yazılımı olan ANSYS programı kullanılarak analizler yapmışlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda ankraj çubuklarının sadece eksenel kuvvetten değil, aynı zamanda tasarımdaki yerel bir eğilme momentinden de gerilmeye maruz kaldığı sonucuna varmışlardır. Berkitme levhalarının taban plakası bağlantısında rijitliği ve eğilmeye karşı gösterilen direnci olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca üçgen berkitme plakalarının, dikdörtgen plakalardan daha verimli ve ekonomik olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Özdemir (2019) çalışmasında, çelik kolon taban plakasındaki montaj için bırakılan deliklerin, tasarımda belirlenen ölçü ve konumlarının, değişik etkenlerden dolayı şantiye sahasında farklılıklar gösterdiğini belirtmiştir. Belirlenen bu farklılıklardan dolayı oluşması muhtemel yeni gerilme ve yük dağılımlarını öngörmeye çalışmıştır. Uluslararası standartlar ve şartnamelere uygun olarak yapılan çözümlemelerin yanında sonlu elemanlar yazılımı olan ABAQUS programıyla da sayısal analizler yapılmıştır. Ayrıca sarsma tablası üzerinde yapılacak olan deney modeli hazırlanmıştır. Formül çözümlemeleri, sayısal analizler ve yapılan deneyler doğrultusunda çelik kolon taban plakası tasarımında eksiklikler belirlenerek en doğru tasarımı ortaya çıkarmaya çalışmıştır.

Seco ve ark. (2021) yapmış oldukları çalışmada, sürekli olarak artan statik bir yüklemeye maruz kalan 4 adet ankraj bulonuna sahip çelik kolon taban plakasını incelemişlerdir. Taban plakası kalınlığının ve eğilme momenti eksen yönünün bağlantıya olan etkisini de kapsamlı bir şekilde araştırmışlardır. ABAQUS sonlu elemanlar yazılım programını kullanarak analiz modelleri oluşturmuşlardır. Ayrıca deneysel ve sayısal çalışmalar yaparak analitik verilerle karşılaştırmalar yapmışlardır. Taban plakası kalınlığının eğilme direnci ve dönme rijitliğini etkilediği sonucuna varmışlardır. Taban plakası kalınlığı arttıkça dönme kapasitesi azalmasına neden olduğunu söylemişlerdir.

İnce plaka kullanımının taban plakalarında ve ankrajlarda yüksek gerilmelere sebebiyet verdiğini belirtmişlerdir.

Sözen ve Atılğan (2021) yapmış oldukları çalışmada, tasarlamış oldukları birleşim tiplerini statik yükler altında sonlu eleman yazılımı olan ANSYS programı kullanılarak analiz etmişlerdir. Bu birleşimlerde oluşan gerilme ve deformasyonların birleşim elemanlarında oluşturduğu etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Yapılan bu analizlerde; farklı kalınlıklara sahip taban plakaları, farklı adetlerdeki ankraj çubukları ve birbirinden farklı kolon tipleri kullanmışlardır. Farklı birleşimlerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir. Taban plakası kalınlığının birleşim üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur. Aynı zamanda birleşimde kullanılan ankraj çubuk adedinin gerilme ve deformasyonları etkilediği sonucuna varılmıştır. Birleşim tiplerinin davranışına bakıldığı zaman birleşimin genel rijitliğinin önemli bir etken olduğu belirlenmiştir.

Tsavdaridis ve ark. (2015) yapmış oldukları çalışmada, çekme gerilmesi altındaki ankrajların sonlu elemanlar yazılımı olan ABAQUS programını kullanarak analizleri incelemişlerdir. Ayrıca SAP2000 programıyla da belirlenen taban plakasındaki gerilmeler, ABAQUS programından elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır. Taban plakası bağlantılarında gerçek rijitliklerin hesaba katılarak yükleme senaryoları, ankraj çubuklarının sayısı ve ankraj yerleşimlerinden bağımsız olarak sade ve uygulanabilir bir bağlantı önermek için bu çalışmaları yapmışlardır. Aynı zamanda ilgili sayısal sonuçları deneysel sonuçlarla karşılaştırılarak çelik kolon taban plaka bağlantısı için doğrulamalar yapılmıştır. Gömme derinliklerinin ankraj çubukları üzerindeki etkisi vurgulanmış ve göçme modunu etkilediğini gözlemlemişlerdir.

Yalçın (2010) çalışmasında, çelik kolon taban plakası bağlantısını incelemiştir. Bağlantı hesabı için gereken tanımlamalara ve uygulama esaslarına yer vermiştir. Taban plakası tasarımı için Yük ve Dayanım Katsayılarıyla Tasarım (LRFD) ve Güvenlik Gerilmeleriyle Tasarım (ASD) yöntemlerini kullanmıştır. Farklı beton ve çelik sınıfları esas alınarak, plaka ölçülerinin ve kalınlıklarının daha kolay hesaplanabilmesi için çizelgeler oluşturmuştur. Eksenel kuvvet etkisindeki çelik kolon taban plakası birleşimin boyutlandırılması için oluşturulan bu hesap çizelgesini, örnek bir problem çözerek tanıtmıştır. Çalışma sonucunda hazırlamış olduğu hesap çizelgesi programlarını farklı

parametrelere göre çözümleyerek ortaya çıkan sonuçları karşılaştırmıştır. Beton sınıfına bağlı olarak kullanılan plaka kalınlığının değiştiğini vurgulamıştır. Beton sınıfının yükselmesi ve taşıma kapasitesinin artması durumunda plaka boyutlarının daha da küçüleceğini belirtmiştir.

You ve Lee (2020) yapmış oldukları çalışmada, Güney Kore’de depremlemler son yıllarda artmasından dolayı az katlı çelik yapıların açıkta kalan çelik kolon taban plakası bağlantısını incelemişlerdir. Kullanılan altı adet büyük ölçekli kolon taban plakası bağlantı numunesi için yapılan testler sonucunda hem eksenel basınç kuvveti hem de yanal döngüsel yükleme altında zayıf eksen bağlantılarının stabilitesini elde etmek için orta ankraj cıvatalarının büyük ölçüde önem arz ettiğini belirtmişlerdir. Açıkta kalan çelik kolon taban plakası bağlantıları için, sismik performansı ve stabiliteyi yükseltmek adına az katlı çelik yapılarda dahi iki sıra halinde dört yerine üç sıra halinde sekiz dişli ankraj kullanılmasını şiddetle tavsiye etmişlerdir.

Zakwan (2018) yapmış olduğu çalışmasında, çelik beton bağlantılarında taban plakası sorunlarından bahsetmiş ve incelemelerde bulunmuştur. Gerekli rijitlik kontrolleri yapılmadan hesaplanan taban plakalarında, ankrajlardaki çekme kuvvetlerinin olması gerekenden daha azıyla hesap yapıldığı dolayısıyla daha küçük ankraj cıvatası seçildiğini belirtmiştir. Bu durumun da güvenli olmayan çelik kolon taban plakası hesaplarının yapılmasına sebebiyet verdiğini vurgulamıştır. Plaka kalınlığı, kullanılan profil çeşitleri ve uygulanan kuvvetlerin değiştirildiği parametrelerle sonlu eleman yöntemiyle modellemeler yapmıştır. Yüksek deprem bölgelerinde tasarlanacak olan kolon taban plakası birleşimlerinde dört adetten fazla ankraj bulonunun kullanılmasını tavsiye etmiştir. Ayrıca ankraj cıvatalarının sertliğini ve plaka kalınlığını, birleşim üzerine gelen kuvvetlerle ilişkilendirerek çıkarımlarda bulunmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çelik yapılarda üst yapıdan kolanlara aktarılan iç kuvvetler temel sistemi sayesinde zemine aktarılmaktadır. Bu nedenle çelik kolon-temel bağlantısı yapı güvenliği açısından büyük öneme haizdir. Yapılan bu çalışma ile çelik yapıların taşıyıcı sisteminin temeli olan kolon-taban plakası birleşiminin sonlu eleman yöntemi analizi ile uygun bir tasarım şeklinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda çelik kolon taban plakası birleşiminin çeşitli değişken parametrelerle analizleri yapılmış ve incelenmiştir. Çalışma kapsamında ele alınan parametreler;

- taban plakası kalınlıkları
- berkitme plakalarının varlığı ve kalınlığı
- ankraj adedi
- ankraj çapları olarak belirlenmiştir.

Kolon profili olarak HEA550 malzemesi ve 5.6 kalite ankraj malzemeleri tasarımların hepsinde sabit olarak kullanılmıştır. Bu kapsamda farklı özellikte toplam 24 kolon-temel bağlantı detayı geliştirilmiştir.

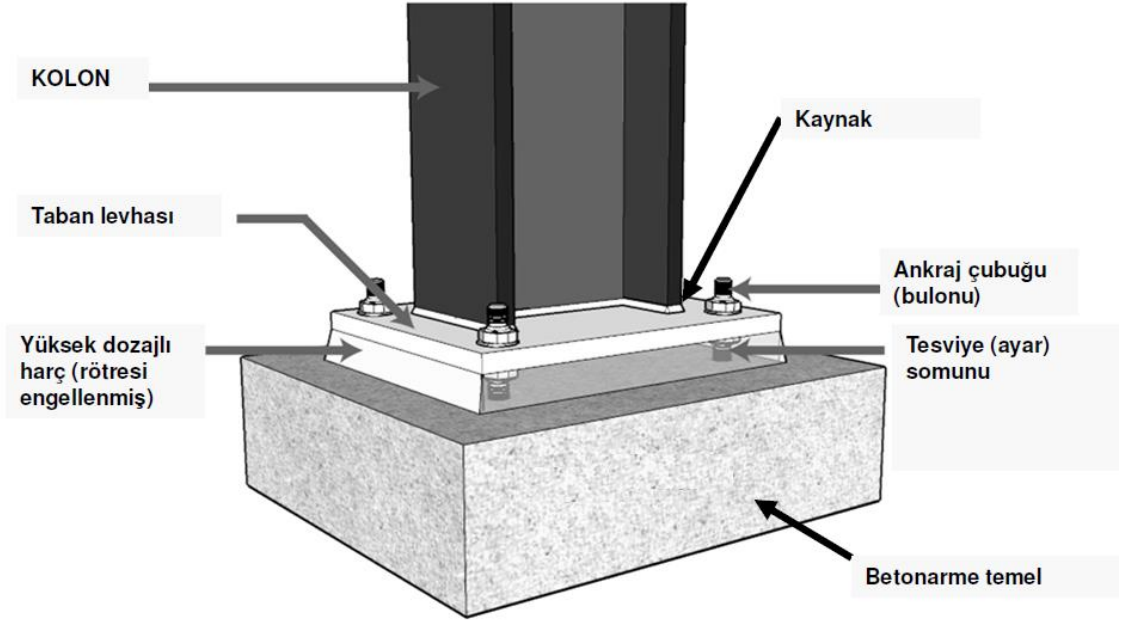
Her bir bağlantı tasarımı için eksenel kuvvet (-150kN), kesme kuvveti (100kN) ve moment kuvvetleri (400kNm) etki ettirilerek aynı yükler altında IDEA StatiCa programı kullanılarak farklı analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre şekil değiştirme ve gerilme diyagramları incelenmiştir. Ayrıca taban plakası deformasyon oranları ve ankrajlara gelen çekme kuvvetleri irdelenmiştir. Her bir bağlantı için 24 farklı analiz daha yapılarak bağlantıların alabileceği maksimum yükler de ayrıca belirlenmiştir. Bağlantıların alabileceği maksimum yükler doğrultusunda çıkarımlarda bulunulmuştur.

Analitik çalışmalara başlamadan önce aşağıdaki bölümlerde çelik kolon taban plakasıyla ilgili bilgiler verilerek şantiyede yaşanabilecek problemlerden bahsedilmiş ve analiz için de ön hazırlık oluşturulmuştur.

3.1. Çelik Kolon Taban Bağlantısı

Kolon profili ile betonarme temelin ara yüzü olan taban levhası, kolona tüm çevresinden atölyede kaynaklanır. Taban levhasındaki eğilmeleri sınırlandırmak için, genellikle levha ile kolon arasına çeşitli şekillerde berkitme levhaları tasarlanmaktadır. Bu berkitme levhaları, kolon taban levhasına verdikleri eğilme katkısının yanında, kesme kuvveti aktarımında rol alan kaynak boyunu da uzatmaktadırlar. Taban levhasına açılan

delikler, betonarme temel betonu dökülürken beton içine yerleştirilen ankraj çubukları içindir. Bu birleşimler moment aktarmayan basit mesnet olarak da moment aktaran ankastre mesnet olarak da tasarlanabilirler. Ankastre tasarımlarda rijitlik levhalarının kullanımı zorunludur (Sözen, 2022). Kolon taban plakası birleşim detayları şekilde gösterilmiştir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Kolon taban plakası birleşim detayı (<https://www.insapedia.com/>)

3.1.1. Şablon Plakası Tanımı

Çelik kolon ve taban plakası birbirine kaynaklanmış bir şekilde şantiye sahasına gelmektedir. Beton dökülürken ankrajlar projeye uygun bir şekilde yerleştirilmelidir. Ankrajların yerleşimi için taban plakasına benzer şablon (kılavuz) plakası gerekmektedir. Şablon plakalarının amacı beton dökümü esnasında deliklerin kaymamasını sağlayarak ankrajların hareketini engellemektir. Dolayısıyla taban plakasıyla delik çapları ve yerleri aynı olup toleransı az olacak şekilde kesilmelidir. Kalınlık olarak ise taban plakası kalınlığı kadar olmasına gerek yoktur (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Şablon (kılavuz) plakası gösterimi

3.1.2. Ankraj Yerleşimi

Ankraj delik yerlerinde şablon plakasının hareket ederek sabit kalmaması durumunda dökülen betonun şiddetiyle birlikte ankrajlarda hareket meydana gelecektir (Şekil 3.3.). Ankrajların beton üst kotundan bu denli eğik çıkması, kaynaklanmış bir şekilde şantiye sahasına gelen kolon ve taban plakasının ankrajlara karşı montajını imkânsız hale getirecektir. Bu durum da sahada çekiç vb. yardımıyla ankraj düzeltmeleri ya da zorlama şekilde montajlar yapılmaya sebebiyet verir. Eğik ankraj durumunda cıvataları torklarken alttaki betonu patlatma durumları ortaya çıkabilir.

Ankraj çubuklarının düzgün sıkılmaması durumları ciddi problemlere sebebiyet verebilir. Bu sebeple mevcut cıvatalarda bırakılan toleranslara nazaran ankrajlardaki toleranslar oldukça fazla verilmelidir. Beton dökümü esnasında hareket etmesi önlenmelidir.



Şekil 3.3. Ankraj deliklerinin kaymasından kaynaklanan ankraj bozuklukları

3.1.3. Berkitme Plaka Tanımı

Taban plakalarına kaynatılan berkitme plakaları şantiye alanına gönderildikten sonra montaj öncesi, sonrası ya da montaj esnasında hava şartlarından dolayı (yağmur vb.) su birikme durumlarıyla karşılaşılabilir. Bu doğrultuda berkitme levhalarının alt kısımlarına su birikmesini engellemek için 50-60 mm çapında yarım dairesel delikler açılarak su tahliyesi sağlanabilir. Aksi halde biriken sular taban plakalarında korozyon gibi olumsuz sonuçlara sebebiyet verecektir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. Tahliye edilemeyen suyun taban levhasında birikmesi

3.1.4. Grout Tanımı

Çelik kolonların taban plakalarının üst kotları tüm yapıda aynı olması gerekmektedir. Aksi taktirde üst katlara çıkıldıkça kat hizaları değişir ve kirişler birbirini tutmayabilir. Betonun; yapının yapılacağı sahanın eğimli olması, kazı işçiliğinin düzgün olmaması vb. durumlarından dolayı aynı kotta dökülmesi kolay kolay mümkün değildir. Bu sebeple kolon taban plakası doğrudan temel kotuna oturtulmaz. Temelin bir miktar yukarısında bırakılır. Daha sonra noktalar arasındaki yükseklik farkları belirlenerek çelik kolonların her birinin taban plakalarının üst kotu proje kotuna getirtilir. Kot hizaları; ayar somunu adı verilen somunlar yardımıyla şablon plakasının yukarı aşağı şeklinde hareket ettirilmesiyle ayarlanır.

Her kolon taban plaka üst kotları aynı seviye olup betonarme ile arasındaki mesafeler farklılıklar gösterecektir. Betonarme ile arada kalan kot farkları grout adı verilen su, çimento ve kumdan oluşan yüksek mukavemetli bir malzeme ile doldurulur. Bu malzeme sayesinde yüzeydeki sızdırmazlık ve derz boşlukları kapatılır. Yapı daha dayanıklı hale gelmektedir. Yüksek yapışma gücü, tutuculuk gibi özelliklerinin yanında donma ve çözülme gibi çevresel etkenlere karşı da direnç gösterir. Bu sayede kullanımda tercih edilen yapısal bir üründür (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Ankraj yerleşiminde grout uygulaması örneği

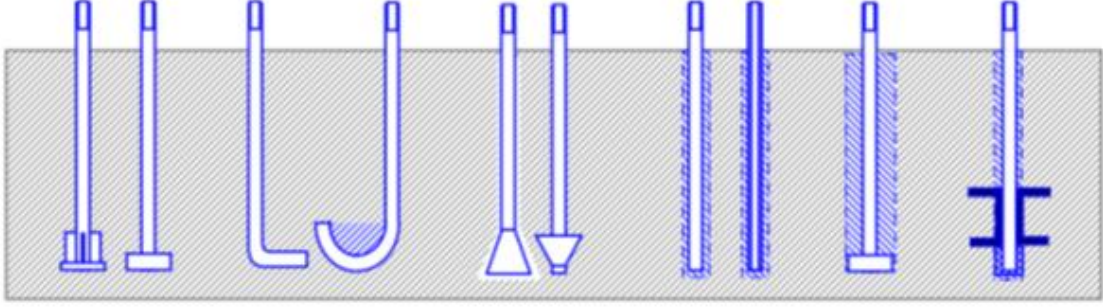
3.2. Ankraj Çeşitleri

Ankraj; yapı elemanının başka malzeme veya elaman arasında yük aktarımını sağlayan elemanlardır. Bu noktada tercih edilen malzeme genel olarak çelik olduğu için ülkemizde yaygın olarak çelik ankraj olarak kullanılmaktadır. Çelik konstrüksiyon alanında ankraj kullanımı oldukça yaygındır. Bunun haricinde makine montajlarında ya da sonradan mevcut yapıya ilave edilecek yapılarda da kullanılır. Taze dökülecek olan betona yapılan ve mevcut sertleşen betona yapılan ankrajlar olarak ikiye ayrılmıştır.

3.2.1. Taze Dökülecek Olan Betona Yapılan Ankrajlar

Çelik ankrajların beton dökümü öncesi yerinde bırakılarak sıyrılmaya direnç gösteren somunlar ve plakalar kullanılarak yapılan ankraj çeşididir. Temel donatısı hazırlanan yapıya beton dökümü öncesi ankraj elemanları yerleşimi yapılır. Temel betonu dökülür ve çelik kolon üzerine kaynaklı taban plakası ile yerleştirilir. Somun ve pullar

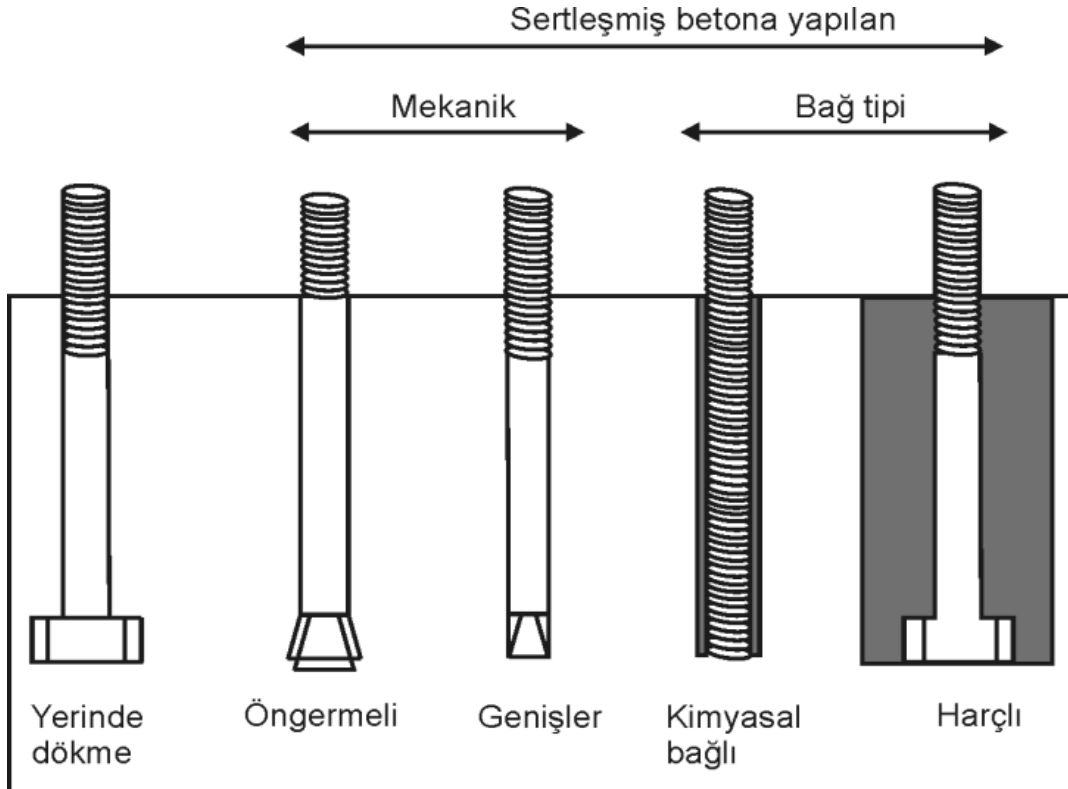
takılarak torklama işlemi gerçekleştirilir. Kancalı, konik uçlu vb. farklı yapıda ankraj tipleri vardır (Şekil 3.6.). Temelin boyutuna göre uzunlukları ayarlanabilir.



Şekil 3.6. Farklı yapıdaki ankraj tipleri (Moore ve ark., 2003)

3.2.2. Mevcut Sertleşen Betona Yapılan Ankrajlar

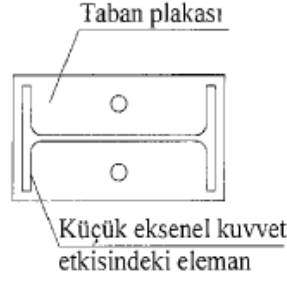
Mevcut yapıya sonradan yapılan ankrajlardır. Mekanik ve kimyasal ankrajlar olarak ikiye ayrılabiliriz. Mekanik ankrajlar, deliğe mekanik kenetlenme üzerine çalışan arada başka bir ajana ihtiyaç olmadan tutunma prensibi üzerine çalışan ankrajlardır. Kimyasal ankrajlar ise deliklerin içine yüksek yapışma kapasitesi olan epoksi reçinesi doldurulup daha sonra ankraj rotu koyularak yapılan ankrajlardır (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Ankraj çeşitleri (Değirmenci ve ark., 2015)

Tasarımda kullanılacak olan ankraj çubuklarının adetleri ÇYTHYE-2018 Bölüm 13.8’de belirtilen hususlar doğrultusunda tasarlanmalıdır (Şekil 3.8.).

Taban plakalarının ankrajında minimum 4 adet ankraj çubuğu kullanılacaktır. Küçük eksenel kuvvet etkisindeki elemanların ankrajlarının tasarımında, yeterliliği gösterilmek koşuluyla, aşağıdaki şekilde verilen taban plakası kullanılması halinde, en az 2 adet ankraj çubuğu kullanılmasına izin verilir.



Şekil 3.8. Taban plakasındaki ankraj çubuklarının sayısı (ÇYTHYE 2018)

3.3. Ankraj Bulonları ve Özellikleri

Silindirik gövdeli ve başlıklı birleşim elemanları olarak tanımlanan cıvatalar(bulonlar), normal ve yüksek dayanımlı olarak sınıflandırılırlar. Üzerlerine gelecek yükler (çekme-kesme-moment kuvvetleri) doğrultusunda boyutlandırılacak olan bulonların karakteristik akma ve çekme dayanımları ÇYTHYE-2018 Bölüm 2.2’de belirtilmiştir (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Bulonların karakteristik akma gerilmeleri, F_{yb} ve çekme dayanımları, F_{ub} , MPa (ÇYTHYE 2018, Tablo 2.2)

Bulon sınıfı	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
F_{yb}	240	320	300	400	480	640	900
F_{ub}	400	400	500	500	600	800	1000

Ankrajlarda kullanılacak bulonların karakteristik gerilme dayanımları ÇYTHYE-2018 Bölüm 13.3’te belirtilmiştir (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.2. Bulonların karakteristik gerilme dayanımları (ÇYTHYE 2018, Tablo 13.7)

Bulon Sınıfı	Diş Açılmış Gövde Bölümünün Konumu	Karakteristik Çekme Gerilmesi Dayanımı, F_{nt} (MPa) ^a	Ezilme Etkili Birleşimlerde Karakteristik Kayma Gerilmesi Dayanımı, F_{nv} (MPa) ^b
4.6 ^c	-	300	180
4.8 ^c	-	300	180
5.6 ^c	-	375	225
5.8 ^c	-	375	225
6.8 ^c	-	450	270
8.8	Kayma Düzlemi İçinde	600	360
	Kayma Düzlemi Dışında		450
10.9	Kayma Düzlemi İçinde	750	450
	Kayma Düzlemi Dışında		563

^a : Yorulma yüklemesi altında çekme etkisindeki yüksek dayanımlı bulonlar için **Ek 2'**e bakınız.

^b : Doğrudan eksenel (çekme ve basınç) yük etkisindeki bir birleşim uzunluğunun 950mm'yi aşması halinde, tablodaki F_{nv} değerleri %15 oranında azaltılacaktır.

^c : Birleşimin kalınlığı bulon çapının 5 katını aştığında, aşan her 2mm için normal bulonların tabloda verilen değerleri %1 oranında azaltılmalıdır.

Ankrajların çubuklarının sınır değerleri ise ÇYTHYE-2018 Bölüm 2.3'te belirtilmiştir (Şekil 3.9.).

Ankraj çubuklarının malzeme özellikleri, **Bölüm 1.3.2** ve **Bölüm 1.3.5**'te verilen standartlara uygun olacaktır. Ankraj çubuklarının karakteristik çekme dayanımı 1000 N/mm^2 değerini aşmayacaktır. Çekme testi ile belirlenen toplam uzama oranı en az %14, enkesit azalma oranı da en az %30 olacaktır. Çekme dayanımı 800 N/mm^2 değerini aşmayan ankraj çubuklarının çapları 100 mm değerini, bunun dışındaki durumlarda ise 75 mm değerini aşmayacaktır.

Şekil 3.9. Ankraj çubuklarının sınır değerleri (ÇYTHYE 2018)

Ankraj tasarımında kullanılacak olan plakalardaki kaynak kalınlık değerleri ÇYTHYE-2018 Bölüm 13.4'te belirtilmiştir (Çizelge 3.3.). Gelen yükler doğrultusunda yapılacak olan hesaplarda 6mm den az kalınlıkta plaka kullanılması mümkün değildir. Dolayısıyla yapılacak olan kaynak kalınlık hesaplamaları $0.7(t-2\text{mm})$ formülüyle hesaplanmıştır.

Çizelge 3.3. Köşe kaynakların minimum kalınlıkları (ÇYTHYE 2018, Tablo 13.4)

Birleşen İnce Elemanın Kalınlığı, t (mm)	Minimum Köşe Kaynak Kalınlığı, ^a (mm)
$t \leq 6$	3.0
$6 < t \leq 13$	3.5
$13 < t \leq 19$	4.0
$19 < t$	5.5

^a: Tek geçişli kaynaklar kullanılmalıdır.

Kaynaklanan elemanın kenar kalınlığı, t , olmak üzere (Şekil 13.3), köşe kaynakların maksimum kalınlığı için aşağıdaki koşullar göz önüne alınacaktır.

- (a) Kaynaklanan elemanın kenar kalınlığı 6mm ve daha ince ise $0.7t$ kalınlığından büyük olamaz.
- (b) Kaynaklanan elemanın kenar kalınlığı 6mm'den daha kalın ise, öngörülen kaynak kalınlığının sağlanabilmesi amacıyla, $0.7(t - 2\text{mm})$ şeklinde belirlenecektir.

Ankraj tasarımında kullanılacak olan bulonların delik çaplarının maksimum boyutları ÇYTHYE-2018 Bölüm 13.3'te gösterilmiştir (Çizelge 3.4.). Taban plakalarında ise ankrajlar için daha büyük bulon delik çaplarının kullanılabileceği belirtilmiştir (ÇYTHYE, 2018).

Çizelge 3.4. Karakteristik delik boyutları, (mm), (ÇYTHYE 2018, Tablo 13.8)

Bulon	Delik Boyutları			
	Standart Dairesel Delik Çapları	Büyük Dairesel Delik Çapları	Kısa Oval Delik (Genişlik × Uzunluk)	Uzun Oval Delik (Genişlik × Uzunluk)
M16	18	20	18 × 22	18 × 40
M20	22	24	22 × 26	22 × 50
M22	24	28	24 × 30	24 × 55
M24	26	30	26 × 32	26 × 60
M27	30	35	30 × 37	30 × 67
M30	33	38	33 × 40	33 × 75
≥ M36	$d + 3$	$d + 8$	$(d + 3) \times (d + 10)$	$(d + 3) \times 2.5d$

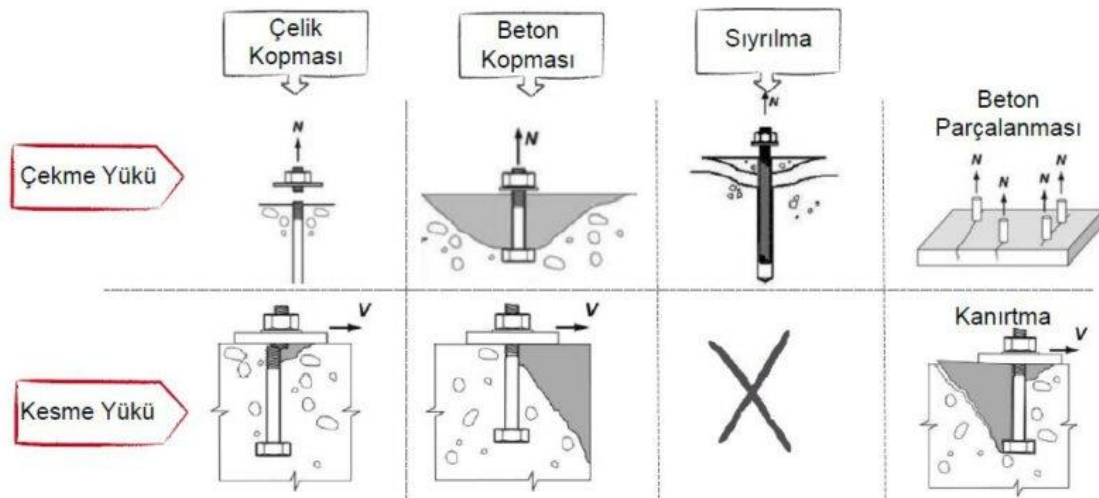
Ankraj tasarımında önçekme verilerek kullanılacak olan yüksek dayanımlı bulonlara, aşağıdaki tabloda belirtilen çekme kuvvetlerinden daha düşük olmayacak şekilde önçekme kuvveti uygulanacağı belirtilmiştir (Çizelge 3.5.). Bu uygulamayı ise; somun döndürme, çekme kontrollü bulon, göstergeli sıkma anahtarı ve çekme kuvvetini doğrudan belirten göstergeç yöntemlerinden birisinin kullanılabileceği belirtilmiştir (ÇYTHYE, 2018).

Çizelge 3.5. Minimum Bulon Önçekme Kuvveti, (kN), (ÇYTHYE 2018, Tablo 13.6)

Bulon	8.8	10.9
M16	88	110
M20	137	172
M22	170	212
M24	198	247
M27	257	321
M30	314	393
M36	458	572

*:Minimum önçekme kuvveti, bulonların minimum çekme kuvveti dayanımının %70'i olarak belirlenmektedir.

Ankraj tasarımında çekme ve kesme kuvvetleri etkisinde yenilme modları bulunmaktadır (ACI-318-14). Çekme kuvvetleri etkisinde ankrajın kopması ve sıyrılması oluşabilirken, betonda ise kopma ve parçalanma meydana gelebilir. Kesme kuvvetleri etkisinde ise ankraj kopabilir, beton kopması ve kanırtma adı verilen durum gerçekleşebilir (Şekil 3.10.).

**Şekil 3.10.** Çekme ve kesme yükleri etkisinde ankraj bulonlarında yenilme modları (<https://santiyede.com/>)

3.4. Idea Statica Birleşim Analiz Programının Tanıtılması

3.4.1. Giriş

Çelik yapılar alanında tasarım yapılırken çubuk eleman kullanımı mühendisler tarafından oldukça fazla tercih edilmektedir. Bununla birlikte yapı üzerindeki elemanların davranışını etkileyen birçok faktör vardır. Cıvatalı ve kaynaklı birleşimler, temeller, duvar delikleri, kolon ayakları, profil ve enkesitlerin incelererek sivrilen noktaları ve bu noktalara gelen yükler örnek olarak verilebilir. Bu bölgelerdeki analizleri gerçekleştirmek ve doğru sonuçlar almak oldukça zordur. O yüzden bu tarz analizler özel ve detaylı çalışmalar gerektirir.

Bu bağlantı hesaplarında davranışlar doğrusal değildir ve doğrusal olmayan hesaplamalar da dikkate alınmalıdır. Taban plakası ile beton arasındaki temas yüzeyleri, plaka malzemelerinin akması, ankraj ve cıvataların tek yönlü çalışarak hareket etmeleri ve kaynaklar bu durumlara örnek gösterilebilir. Teknik literatürler ve EN1993-1-8 (2005) gibi tasarım şartnamelerinde mühendislik çözümü olarak detaylar verilmiştir. Genel anlamda bu çözümler, tipik modeller ve basit yükleme yöntemleri için oluşturulmuştur. Bu kullanılan yöntemlerin başında ise sık kullanılan “bileşen yöntemi” gelmektedir.

IDEA StatiCa programı, Prag İnşaat Fakültesi Çelik ve Ahşap Yapılar Bölümü ve Brno Teknoloji Üniversitesi İnşaat Fakültesi Metal ve Ahşap Yapılar Enstitüsü proje ekibi tarafından çelik yapısal bağlantılarının gelişmiş tasarımı için yapılan analizlerde kullanılmaktadır.

Bileşen Tabanlı Sonlu Elemanlar Modeli (CBFEM) yönteminin tercih edilme sebepleri:

- ✓ Mühendislik pratiğinde kullanılan temel, düğüm noktaları gibi detaylarda kullanılabilir olması,
- ✓ Günlük uygulamalarda basit ve hızlı kullanımı sayesinde mevcut yöntemlerle kıyaslandığı zaman olumlu sonuçlar sağlaması,
- ✓ Yapısal tasarım yapan mühendisler için, bağlantı tasarımındaki elemanların davranışını, üzerlerindeki gerilme ve şekil değiştirmeleri net bilgilerle verecek kadar kapsamlı olmasıdır.

Bileşen Tabanlı Sonlu Elemanlar Modeli (CBFEM) yönteminin temelleri, doğrulanmış ve çok faydalı bölümlere sahip olan bileşen yöntemine dayanmaktadır. Fakat bileşen yönteminin zayıf noktası yaygın olarak bileşenlerin gerilmelerini tek tek analiz etmesidir. Bu noktada bileşen yöntemi, Sonlu Elemanlar Metodu (FEM) kullanılarak modelleme ve analize yerini bıraktı. Sonlu Elemanlar Metodu (FEM) yapısal analiz için yaygın olarak kullanılan genel bir yöntemdir. Herhangi bir şekildeki bağlantıların modellenmesi ve düğüm noktalarının analizi için idealdir (Virdi, 1999).

3.5. Çelik Kolon Taban Plakası Birleşiminin Sonlu Eleman Yöntemiyle Analizi

3.5.1. Analiz Parametreleri ve Yapısal Model

Çelik kolon taban plakası birleşim analizi sonlu elemanlar yazılımı olan IDEA StatiCa programında gerçekleştirilecektir.

Çelik kolon taban plakası modellemesi daha sonrasında yapılacak olan analiz işlemleri için birleşim elemanları ve yapısal özellikleri programa tanımlanmıştır. Çelik kolon taban birleşiminin yerleştirileceği temel betonu olarak C30 betonu kullanılmıştır. Program içerisinde birleşim elemanlarının boyutları ve malzemeleri yönetmelik doğrultusunda belirlenerek modellenmiştir. Daha sonra birleşimler belirlenen mesnet reaksiyonlarıyla yüklenerek analizleri gerçekleştirilmiştir.

Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yapılacak olan analiz için elemanlara mesh atanmıştır. Ankraj deliklerinin çevresi ve berkitme plakalarının kenar bölgeleri gibi gerilmelerin fazla olacağı öngörülen bölgeler için bu mesh atamaları sayesinde detaylı sonuçlar elde edilecektir.

Yapılan tüm modellemelerde çelik kolon malzemesi taşıyıcı profil olarak tanımlanmış ve plastik şekil değiştirme sınırı %5 olarak alınmıştır. IDEA StatiCa programında modellerin LRFD yöntemi ile analizinde kullanılan dayanım faktörleri aşağıdaki gibi tanımlanmıştır (Şekil 3.11.).

LRFD - Resistance factors ϕ

Tensile and shear strength - bolts	0.75
Combined tensile and shear strength - bolts	0.75
Bearing at bolt holes	0.75
Fillet welds	0.75
Material resistance factor	0.9
Slip resistant joint	1
Strength reduction factor for anchors in tension	0.7
Strength reduction factor for anchors in shear	0.65

Şekil 3.11. IDEA StatiCa programında tanımlanmış dayanım faktörleri

Tasarımda kullanılacak parametrelerin detayları aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.6.). Sonlu elemanlar yazılımı olan IDEA StatiCa programında üç boyutlu katı modellemeler oluşturulmuştur.

Birleşim numarasına göre isimlendirilen 24 farklı analiz yapılmıştır. Bu analizlerde taban plakası kalınlıkları, berkitme plakalarının varlığı ve kalınlığı, ankraj adedi ve ankraj çaplarının farklılıklarına göre değişken parametreler mevcuttur. Bununla birlikte kolon profili olarak HEA550 malzemesi ve 5.6 kalite ankraj malzemeleri tasarımların hepsinde sabit olarak kullanılmıştır. Her bir bağlantı tasarımı için eksenel kuvvet, kesme kuvveti ve moment kuvvetleri etki ettirilerek aynı yükler altında farklı analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçları irdelenmiştir.

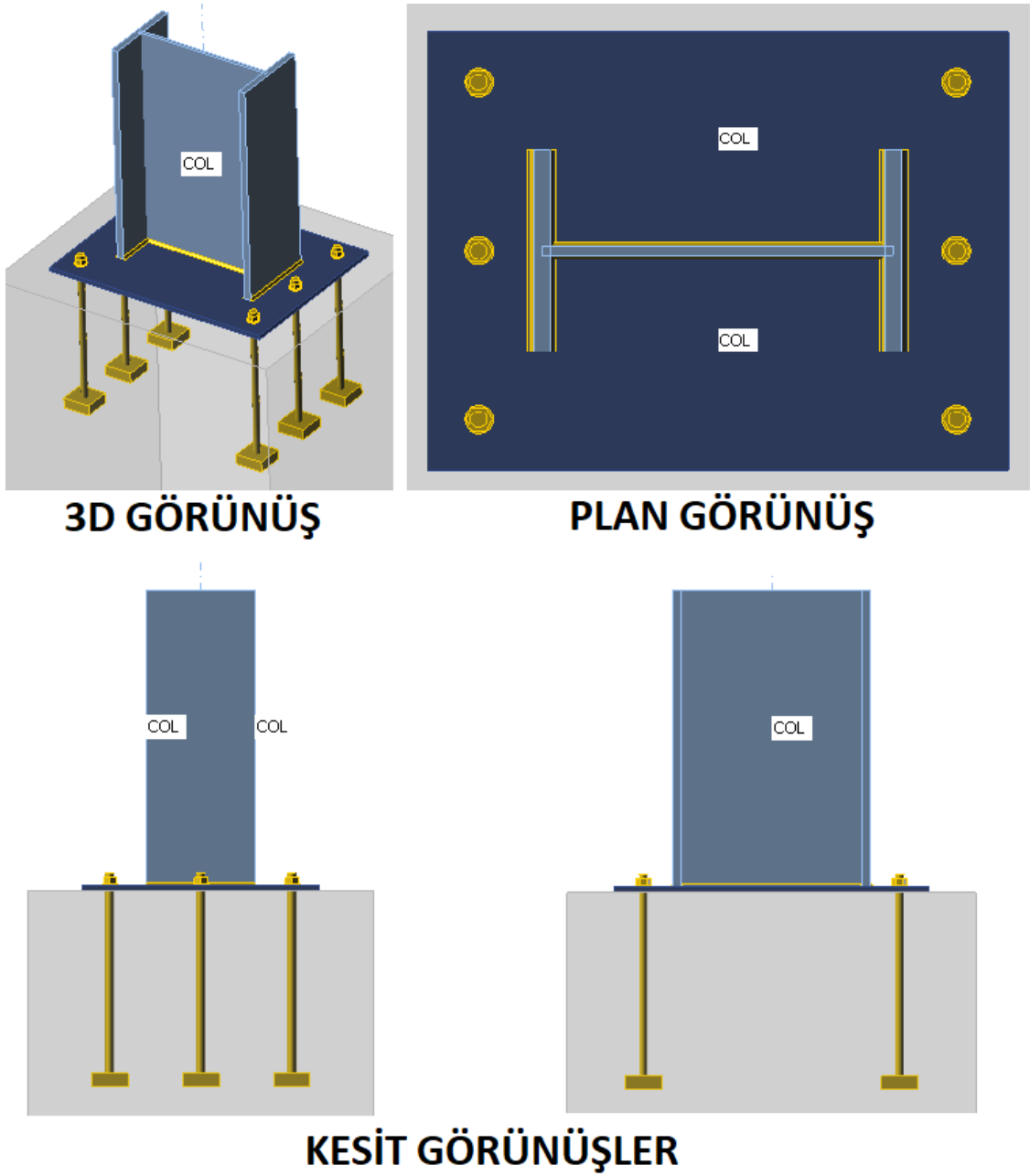
Elde edilen analiz sonuçlarına göre şekil değiştirme ve gerilme diyagramları incelenmiştir. Ayrıca taban plakası deformasyon oranları ve ankrajlara gelen çekme kuvvetleri irdelenmiştir. Her bir bağlantı için 24 farklı analiz daha yapılarak bağlantıların alabileceği maksimum yükler de ayrıyeten belirtilerek birleşimdeki yük dağılımları hakkında yorumlamalar yapılmıştır.

Çizelge 3.6. Çelik kolon taban plakası birleşim detayı parametreleri

ÇELİK KOLON TABAN PLAKASI BİRLEŞİM DETAYI PARAMETRELERİ								
BİRLEŞİM NUMARASI	KOLON PROFİL	TABAN PLAKASI KALINLIĞI (mm)	RİJİTLİK PLAKASI KALINLIĞI (mm)	ANKRAJ ADEDİ	ANKRAJ ÇAPı (mm) ANKRAJ KALİTESİ (MPa)	EKSENEL KUVVET (kN)	KESME KUVVETİ (kN)	MOMENT (kNm)
1	HEA550	15	0	6	M24 - 5.6	-150	100	400
2	HEA550	15	15	6	M24 - 5.6	-150	100	400
3	HEA550	15	0	8	M24 - 5.6	-150	100	400
4	HEA550	15	15	8	M24 - 5.6	-150	100	400
5	HEA550	15	0	6	M30 - 5.6	-150	100	400
6	HEA550	15	15	6	M30 - 5.6	-150	100	400
7	HEA550	15	0	8	M30 - 5.6	-150	100	400
8	HEA550	15	15	8	M30 - 5.6	-150	100	400
9	HEA550	20	0	6	M24 - 5.6	-150	100	400
10	HEA550	20	20	6	M24 - 5.6	-150	100	400
11	HEA550	20	0	8	M24 - 5.6	-150	100	400
12	HEA550	20	20	8	M24 - 5.6	-150	100	400
13	HEA550	20	0	6	M30 - 5.6	-150	100	400
14	HEA550	20	20	6	M30 - 5.6	-150	100	400
15	HEA550	20	0	8	M30 - 5.6	-150	100	400
16	HEA550	20	20	8	M30 - 5.6	-150	100	400
17	HEA550	30	0	6	M24 - 5.6	-150	100	400
18	HEA550	30	30	6	M24 - 5.6	-150	100	400
19	HEA550	30	0	8	M24 - 5.6	-150	100	400
20	HEA550	30	30	8	M24 - 5.6	-150	100	400
21	HEA550	30	0	6	M30 - 5.6	-150	100	400
22	HEA550	30	30	6	M30 - 5.6	-150	100	400
23	HEA550	30	0	8	M30 - 5.6	-150	100	400
24	HEA550	30	30	8	M30 - 5.6	-150	100	400

3.5.1.1. (1) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

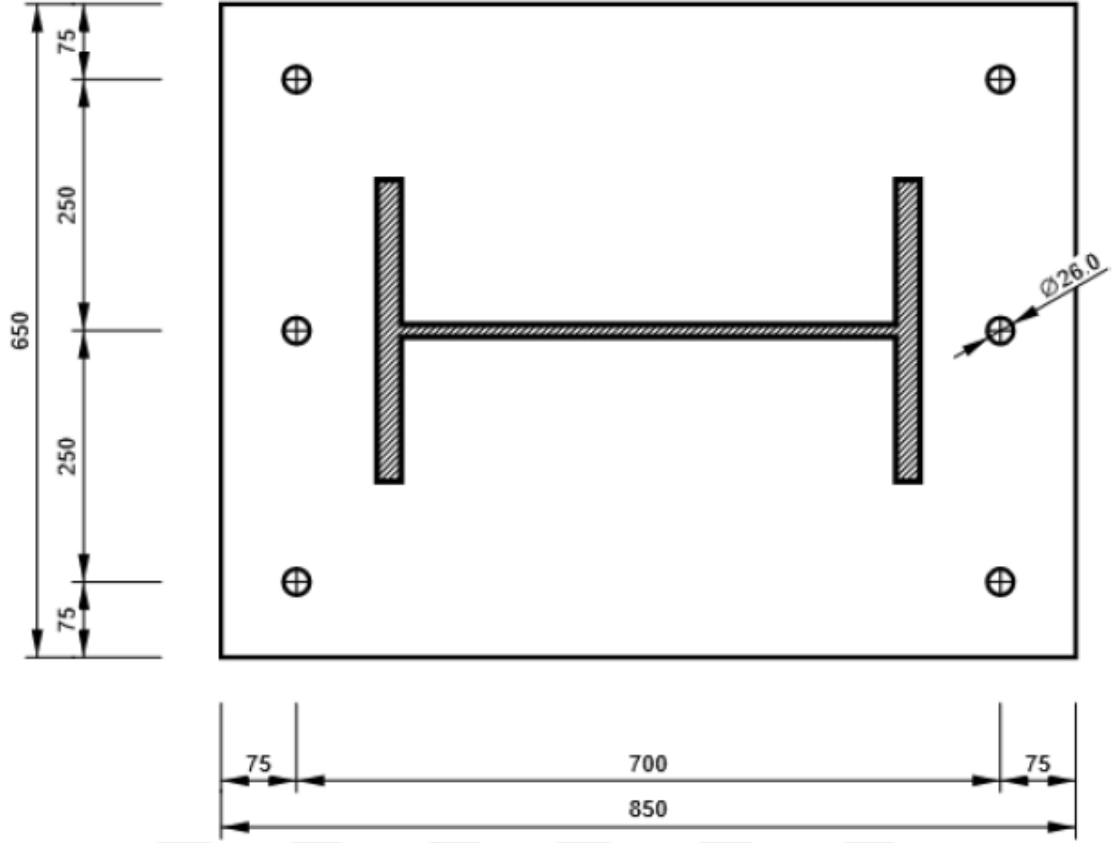
(1) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.12.). HEA550 kolonu için 15mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Altı adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.



Şekil 3.12. (1) numaralı birleşim analiz modeli görüşleri

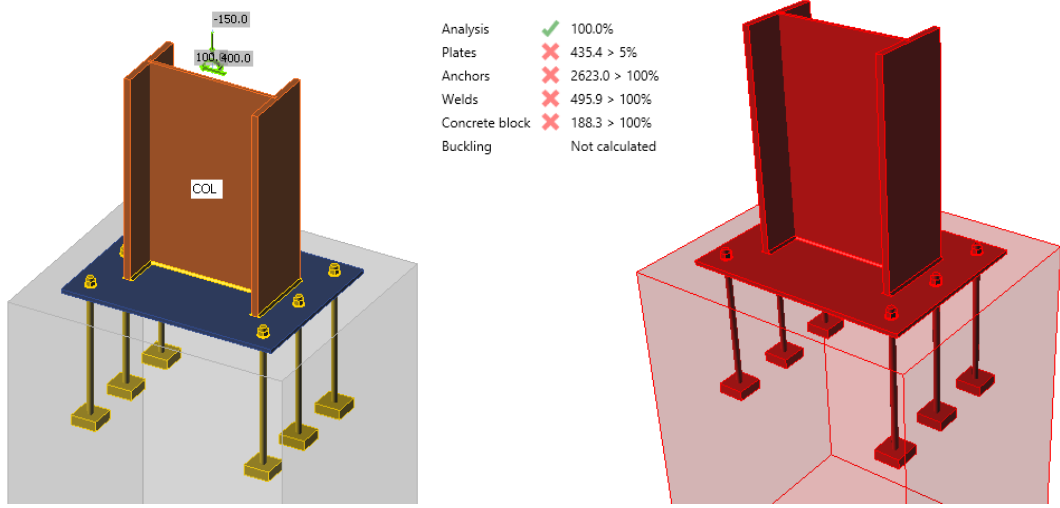
Birleşimde kullanılan taban plakası 15mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.13.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Altı adet M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır.

P15.0x850-650 (S235)



Şekil 3.13. (1) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akmlar oldukça yüksektir. Berkitme levhalarının olmamasından kaynaklı malzemedeki yüksek deformasyonlar göze çarpmaktadır. Aynı şekilde kaynaklar da oldukça yetersiz kalmaktadır. Tasarımda bu ankrajların kullanılabilirliği ise mümkün gözükmemektedir (Şekil 3.14.).



Şekil 3.14. (1) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

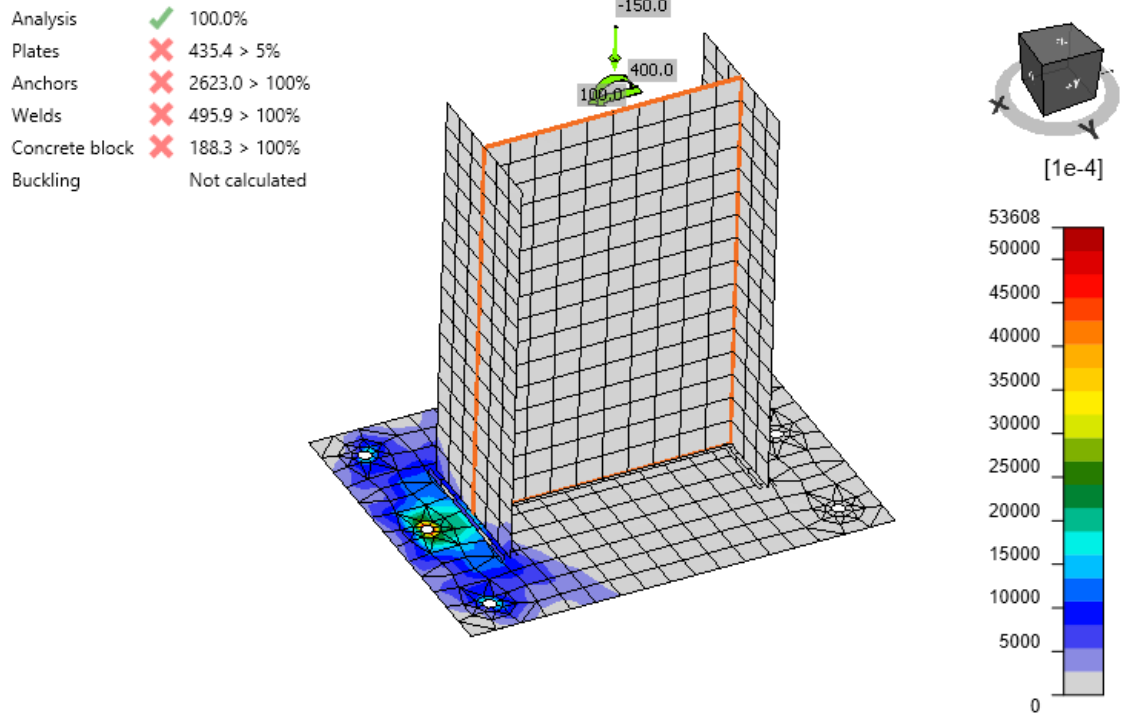
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.7.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer elde edilmiştir. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirliğin oldukça üzerindedir.

Çizelge 3.7. (1) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

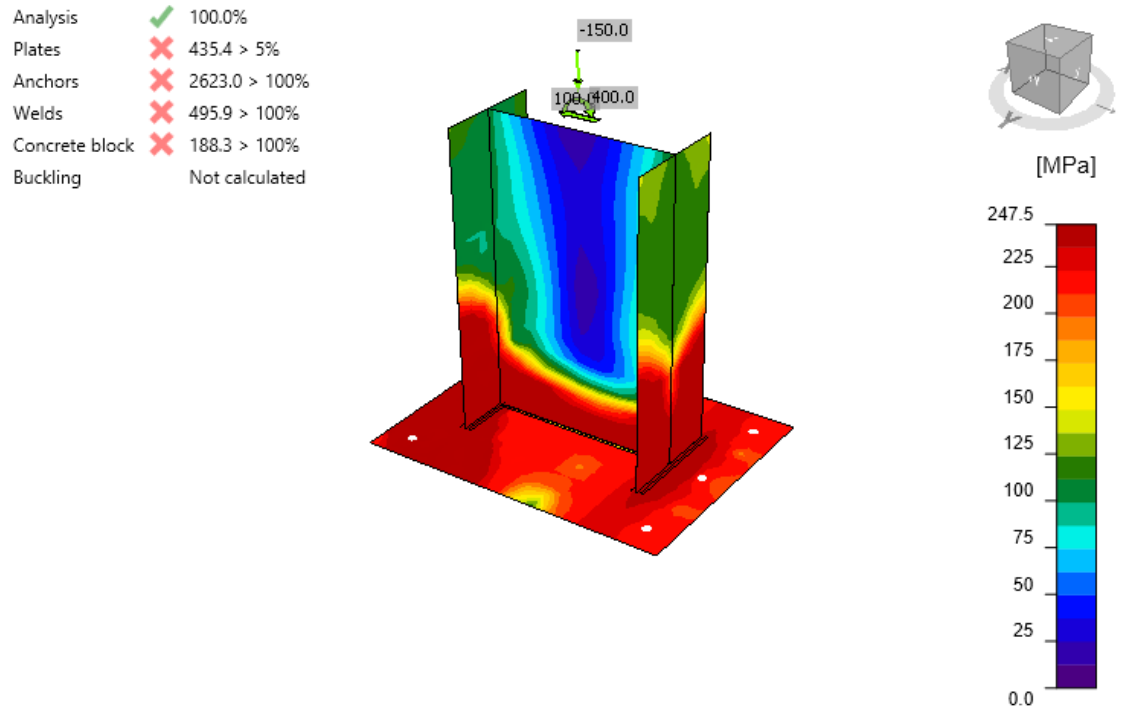
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	435.4 > 5%	Not OK!
Anchors	2623.0 > 100%	Not OK!
Welds	495.9 > 100%	Not OK!
Concrete block	188.3 > 100%	Not OK!
Buckling	Not calculated	

(1) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.15.). Bu yüklemeye doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.16.).

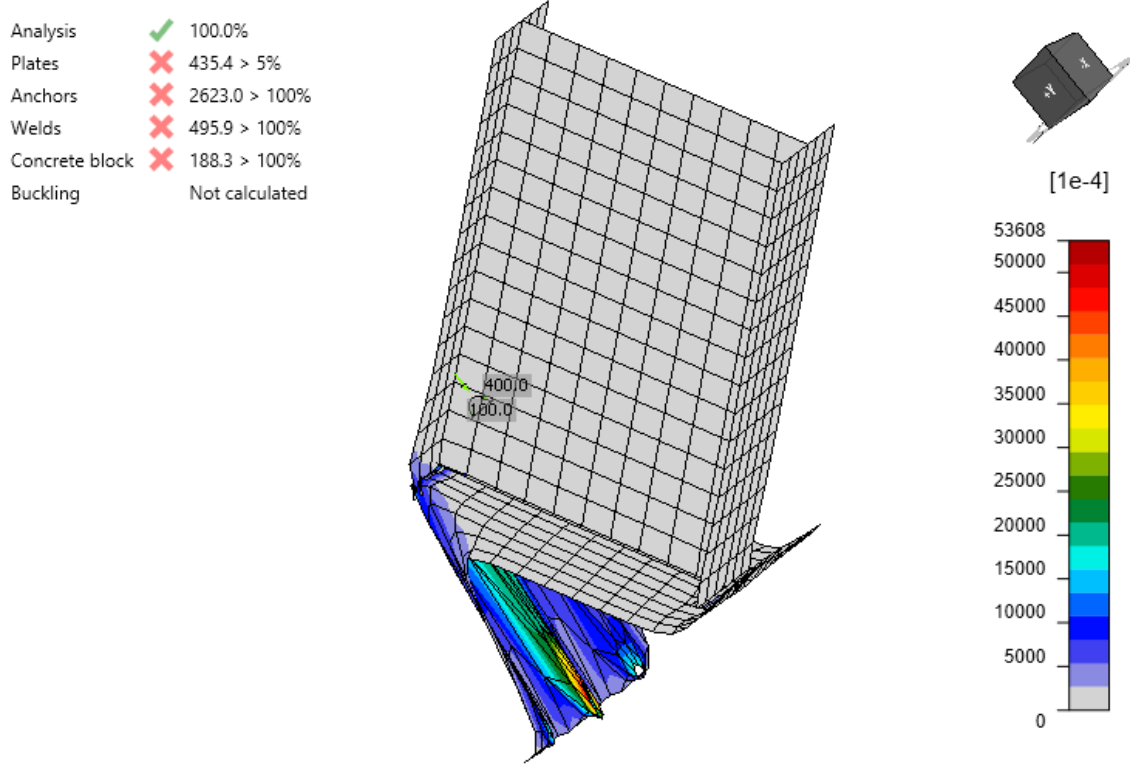


Şekil 3.15. (1) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



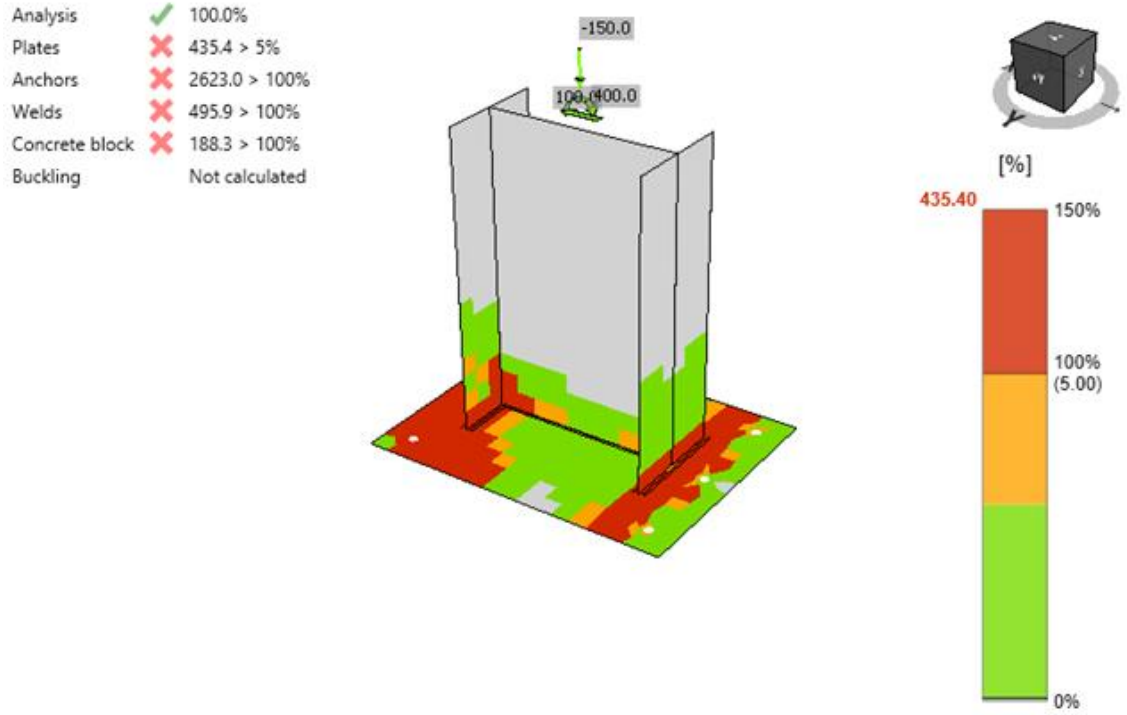
Şekil 3.16. (1) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde ve bu noktalardan kenarlara doğru gidildikçe gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıda gösterildiği gibidir (Şekil 3.17.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.

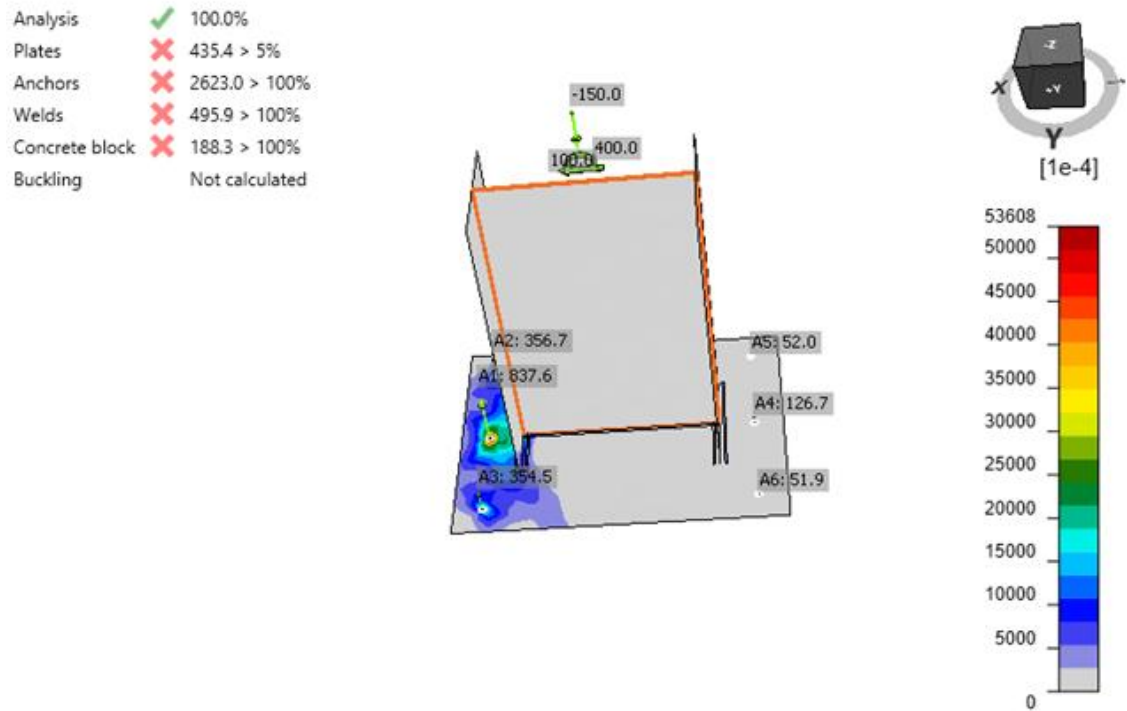


Şekil 3.17. (1) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(1) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.19.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 837.6 kN gelmektedir. Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır. Bu durumda ankrajların da yetersiz olduğu görülmektedir. Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer olan %454.4 değeri elde edilmiştir. Özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar oldukça fazladır (Şekil 3.18.).



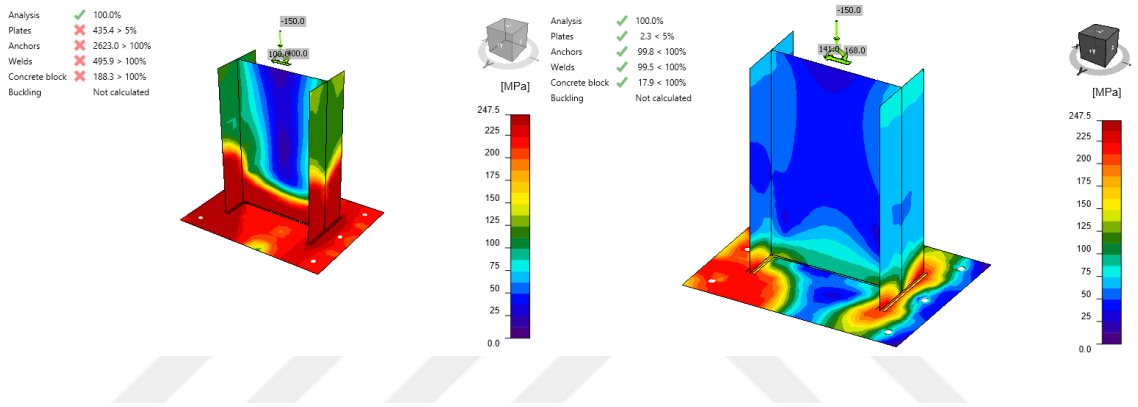
Şekil 3.18. (1) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı



Şekil 3.19. (1) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri

(1) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.20.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin sabit kaldığı ve 141 kN kesme kuvveti alabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 168 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.

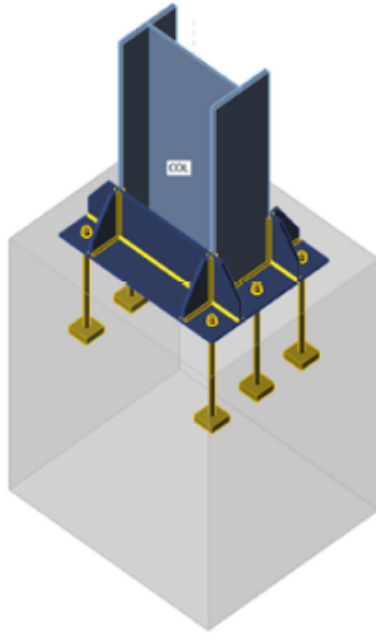
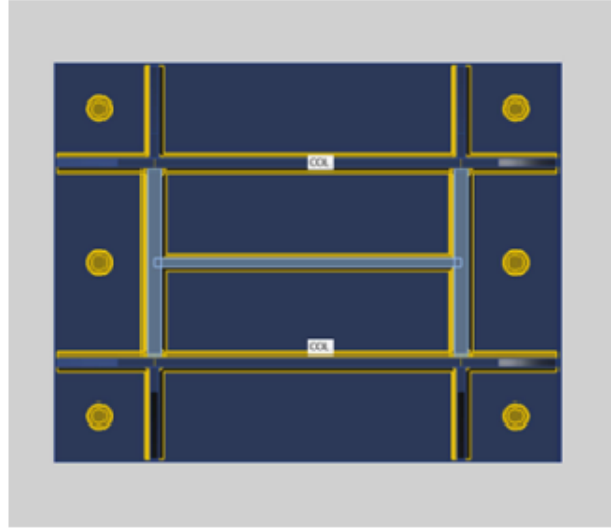
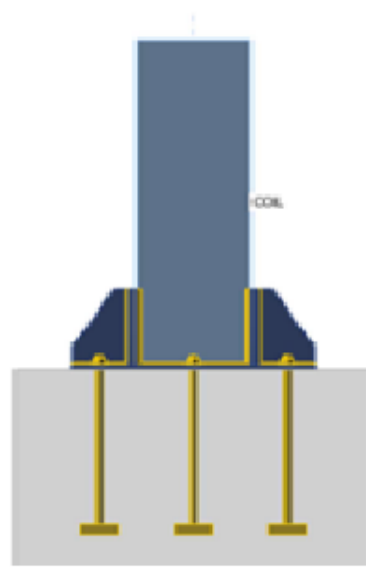
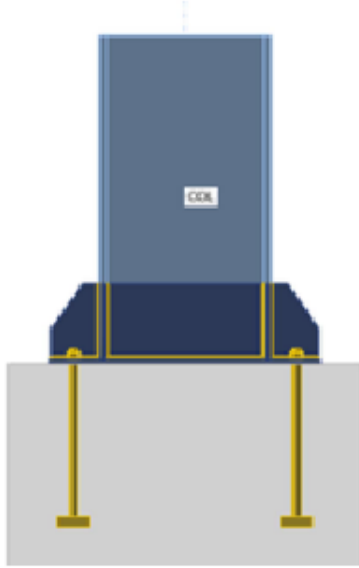


Şekil 3.20. (1) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.2. (2) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

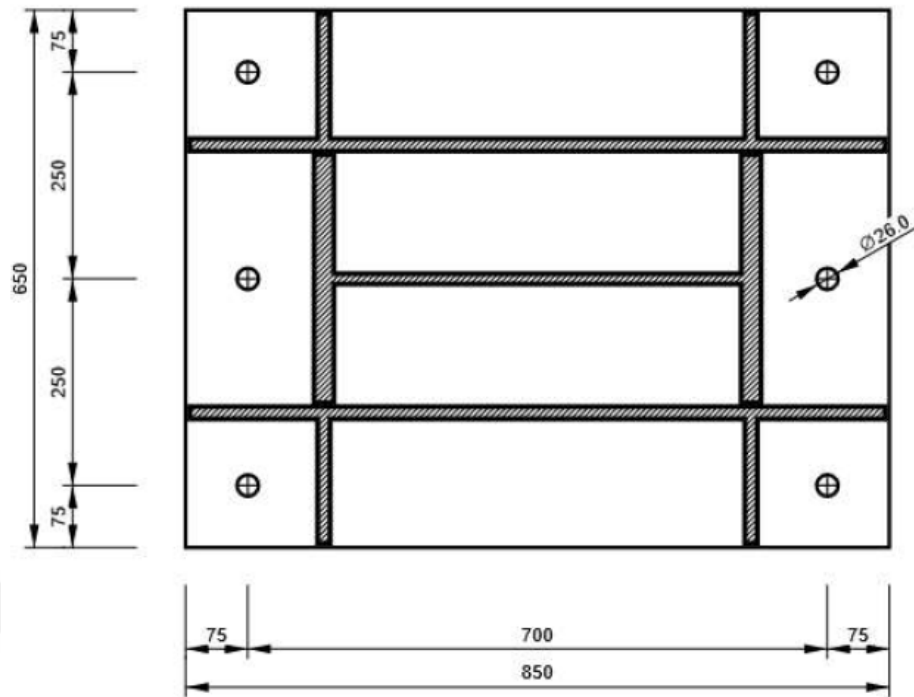
(2) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.21.). HEA550 kolonu için 15mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Ayrıca 15mm kalınlığında yatay ve dikey doğrultuda berkitme plakaları kullanılmıştır.

Altı adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır. Berkitme plakalarının köşe kısımlarında pah kırılarak keskin plaka uçları kullanılmamıştır.

**3D GÖRÜNÜŞ****PLAN GÖRÜNÜŞ****KESİT GÖRÜNÜŞLER****Şekil 3.21.** (2) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

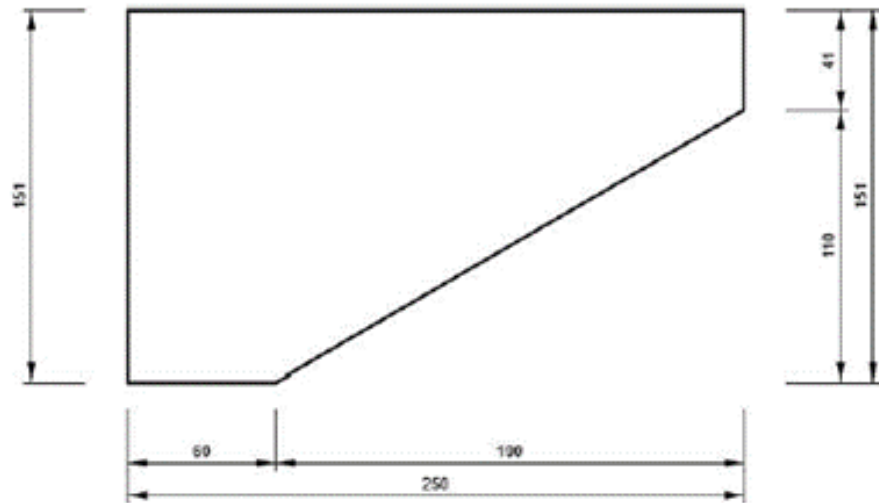
Birleşimde kullanılan taban plakası 15mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.22.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Altı adet M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır. Ayrıca 15mm kalınlığında iki adet SP1 ve dört adet WID1 berkitme destek plakaları kullanılmıştır.

P15,0x850-650 (S235)



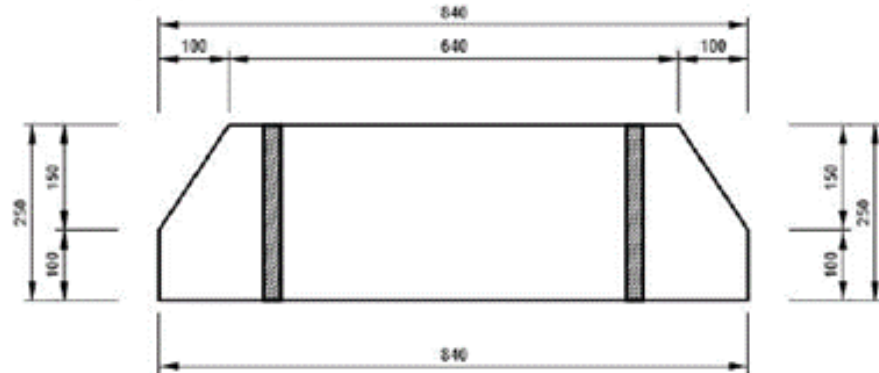
WID1

P15,0x250x151 (S235)



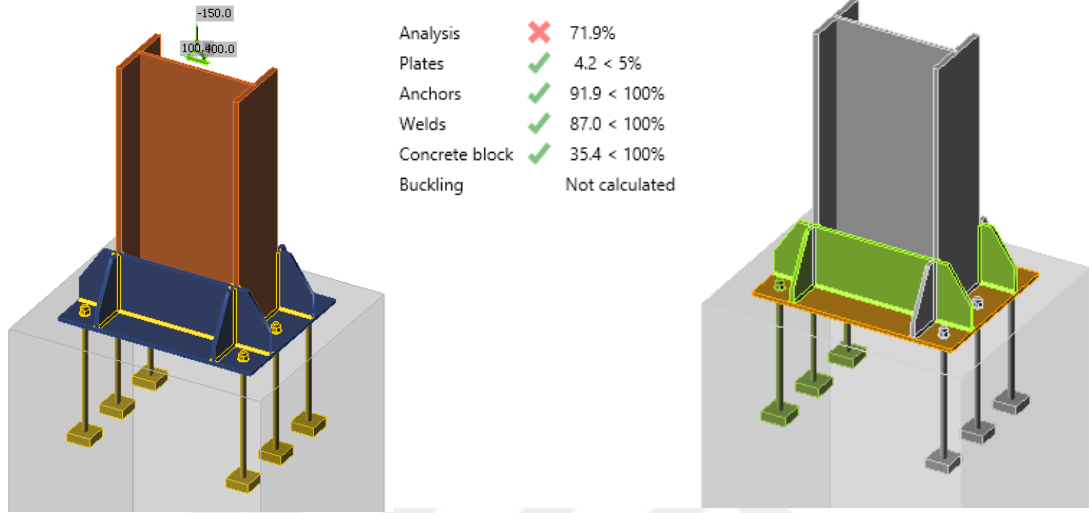
SP1

P15,0x250-840 (S235)



Şekil 3.22. (2) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akmalara %5 sınırına oldukça yakındır. Berkitme levhalarının varlığından dolayı malzemedeki deformasyonlar oldukça düşmüştür. Aynı şekilde kaynaklar da yeterli gözükmemektedir. Tasarımda bu ankrajların kullanılabilirliği (1) numaralı analiz modelinin aksine mümkün gözükmemektedir (Şekil 3.23.).



Şekil 3.23. (2) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

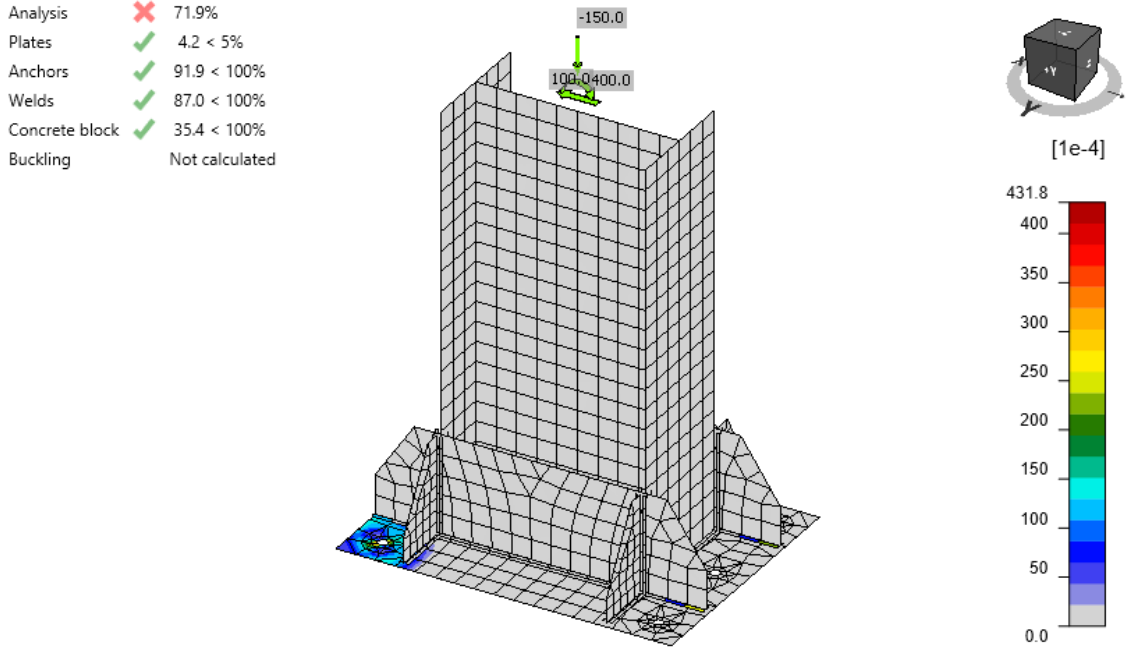
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.8.). Analizin %71.9 oranla tamamlandığı ve nihai olmayan sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı, ankrajlar ve kaynak elemanları kullanılabilirlik açısından uygun gözükmemektedir. Fakat %100 bir analiz yapılamadığından dolayı tasarıma uygun kabul edilemez.

Çizelge 3.8. (2) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

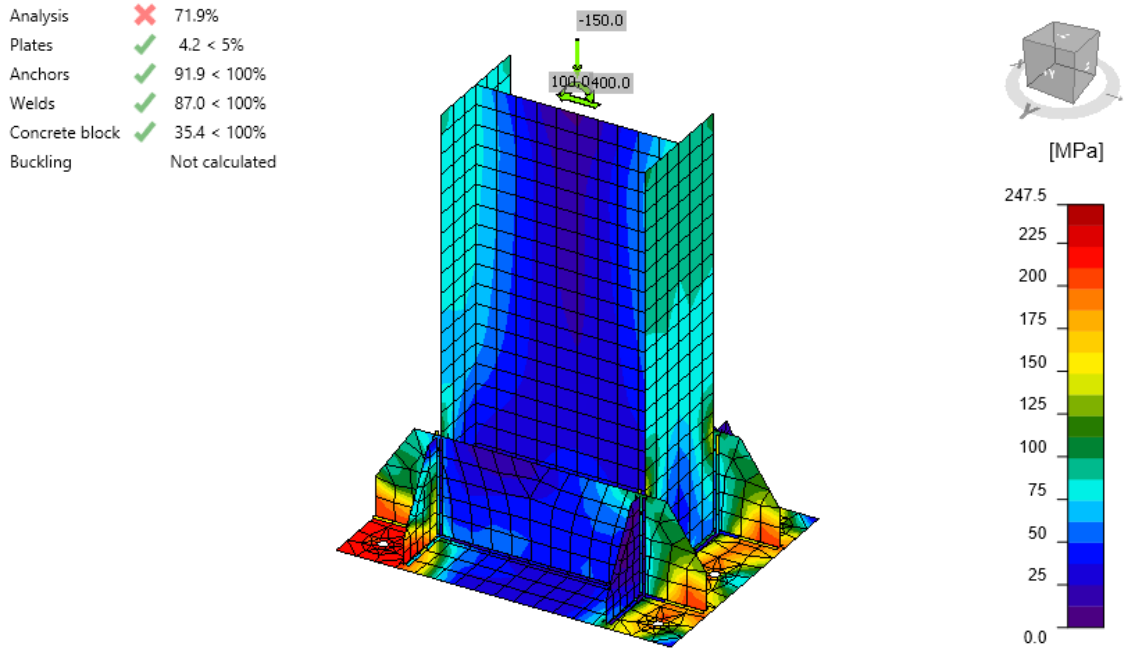
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	71.9%	Not OK!
Plates	4.2 < 5%	OK
Anchors	91.9 < 100%	OK
Welds	87.0 < 100%	OK
Concrete block	35.4 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(2) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının bulunması taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir (Şekil 3.24.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.25.).

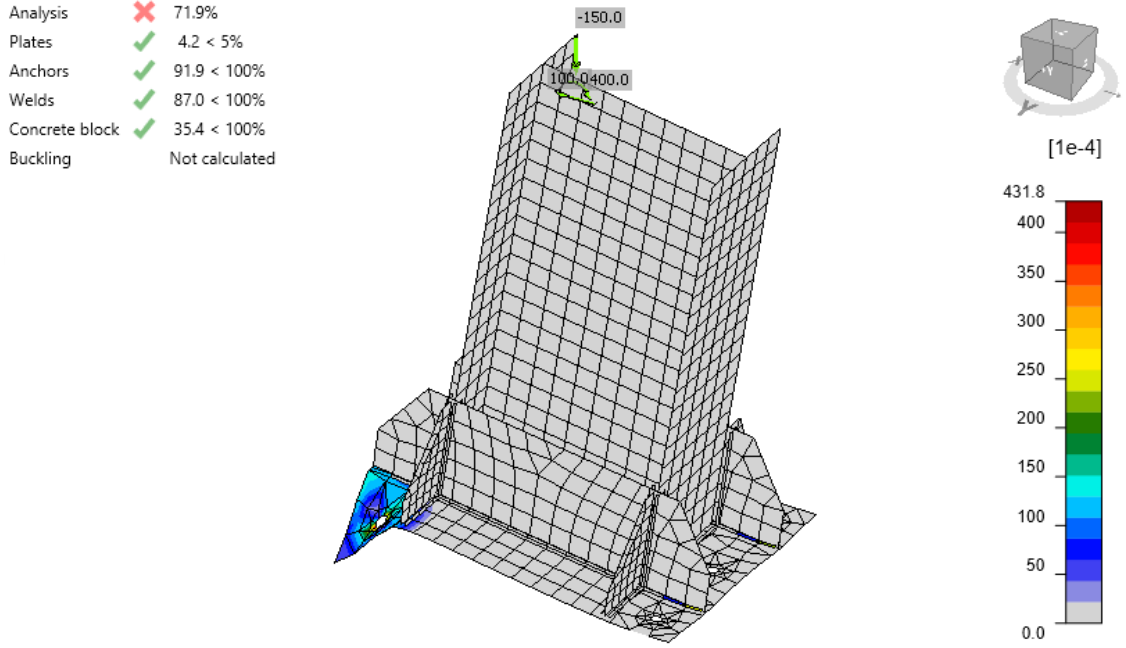


Şekil 3.24. (2) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.25. (2) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

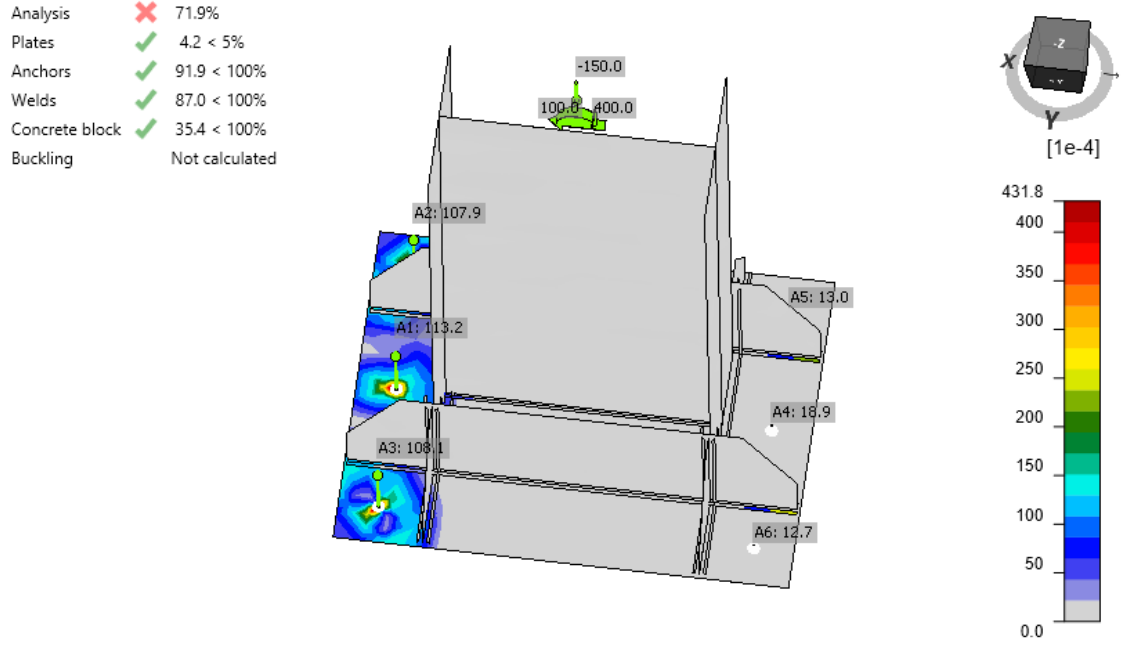
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.26.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



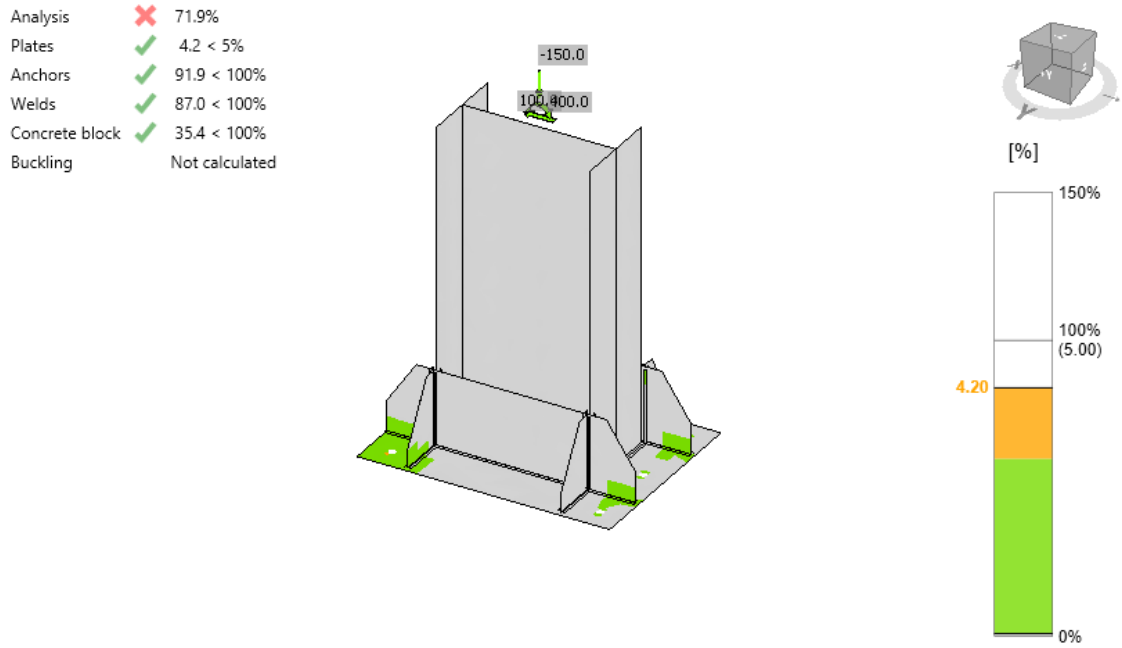
Şekil 3.26. (2) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(2) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.27.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 113.2 kN gelmektedir. Ankraj kapasitelerinin hemen hemen hepsini kullanmaktadır ve yeterli gözükmemektedir.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %4.2 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar daha fazladır (Şekil 3.28.).



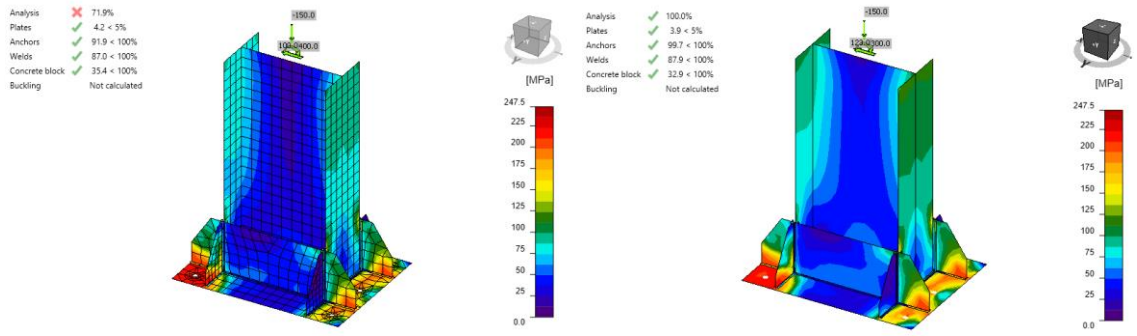
Şekil 3.27. (2) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.28. (2) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(2) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.29.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin sabit kaldığı ve 123 kN kesme kuvveti alabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 300 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

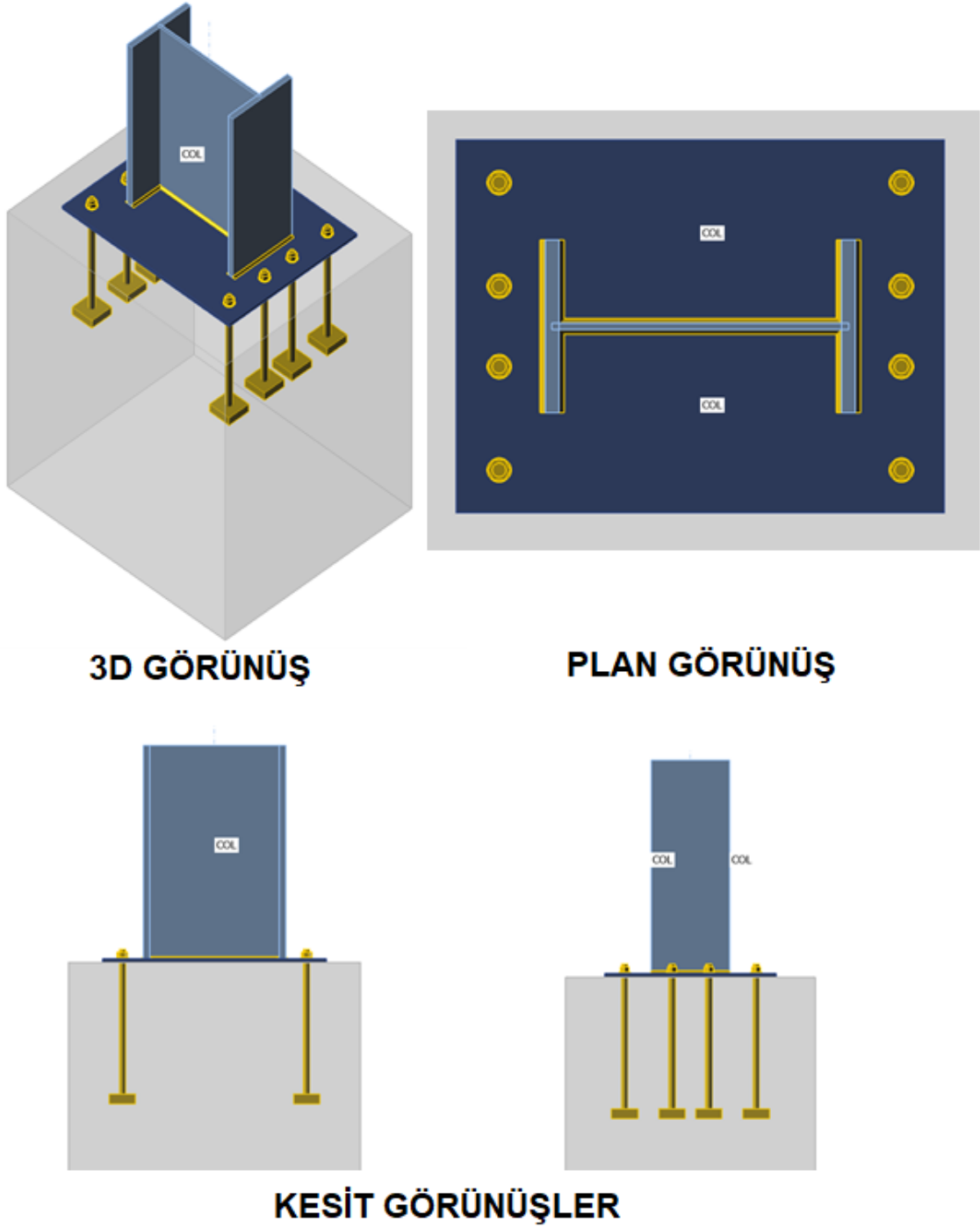
Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.29. (2) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

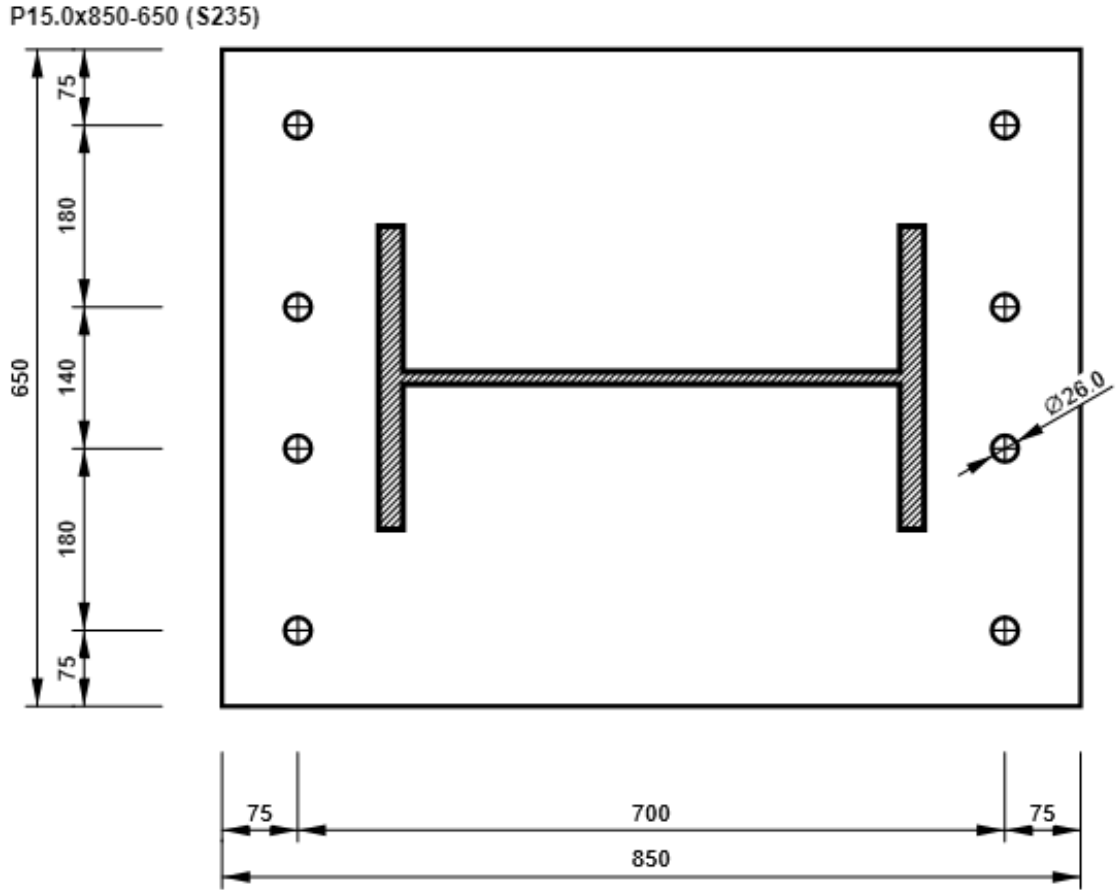
3.5.1.3. (3) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

(3) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.30.). HEA550 kolonu için 15mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Sekiz adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.



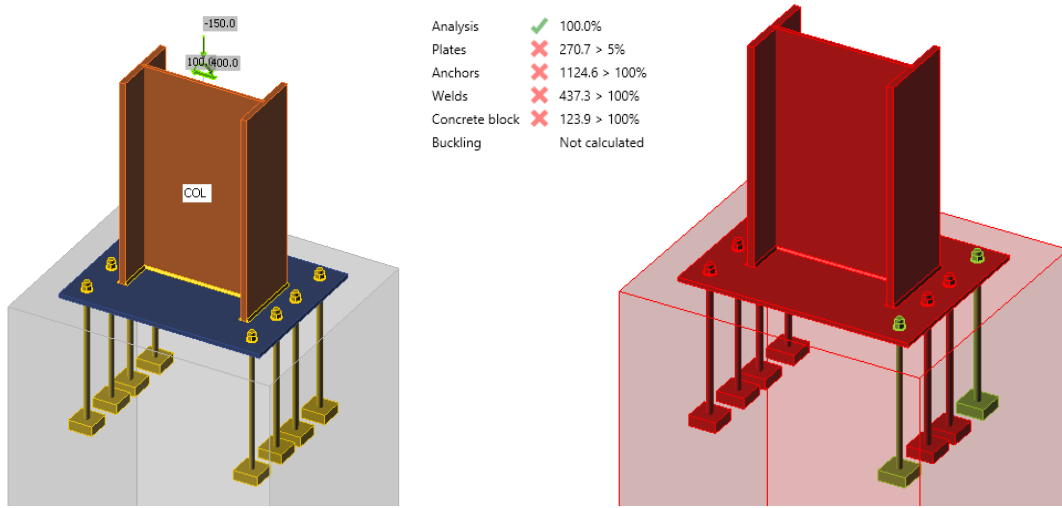
Şekil 3.30. (3) numaralı birleşim analiz modeli görüşleri

Birleşimde kullanılan taban plakası 15mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.31.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Sekiz adet M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır.



Şekil 3.31. (3) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akmalara oldukça yüksektir. Berkitme levhalarının olmamasından kaynaklı malzemedeki yüksek deformasyonlar göze çarpmaktadır. Aynı şekilde kaynaklar da oldukça yetersiz kalmaktadır. Ankraj sayısının artması olumlu yönde etki etmiş olsa da tasarım için uygun gözükmemektedir (Şekil 3.32.).



Şekil 3.32. (3) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

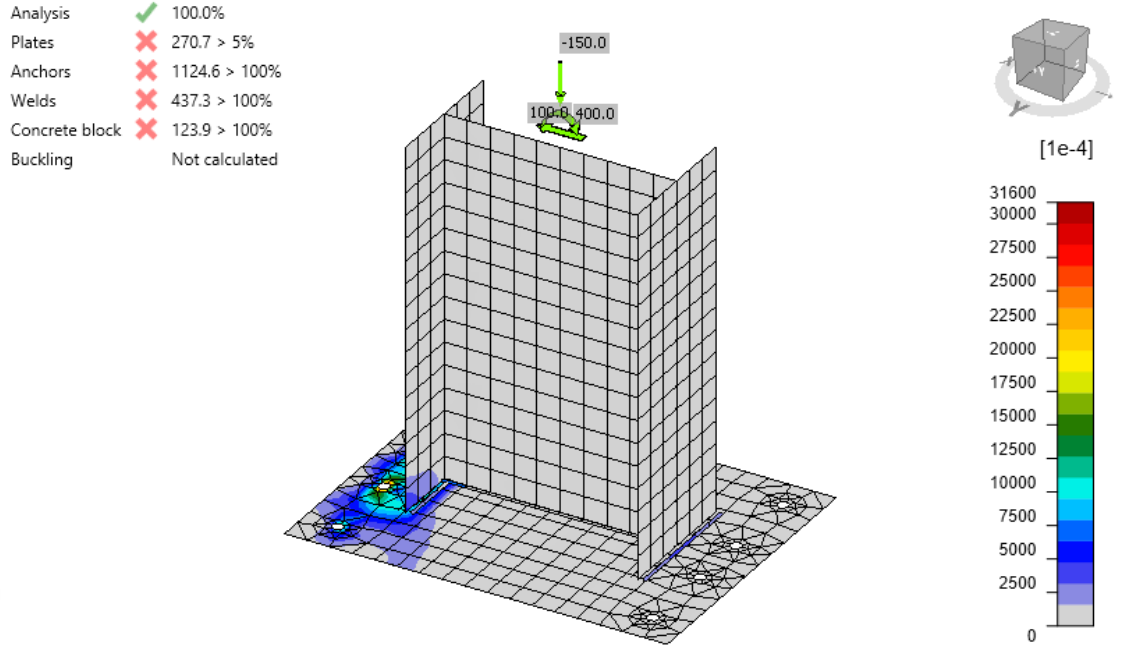
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.9.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer elde edilmiştir. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirliğin oldukça üzerindedir.

Çizelge 3.9. (3) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

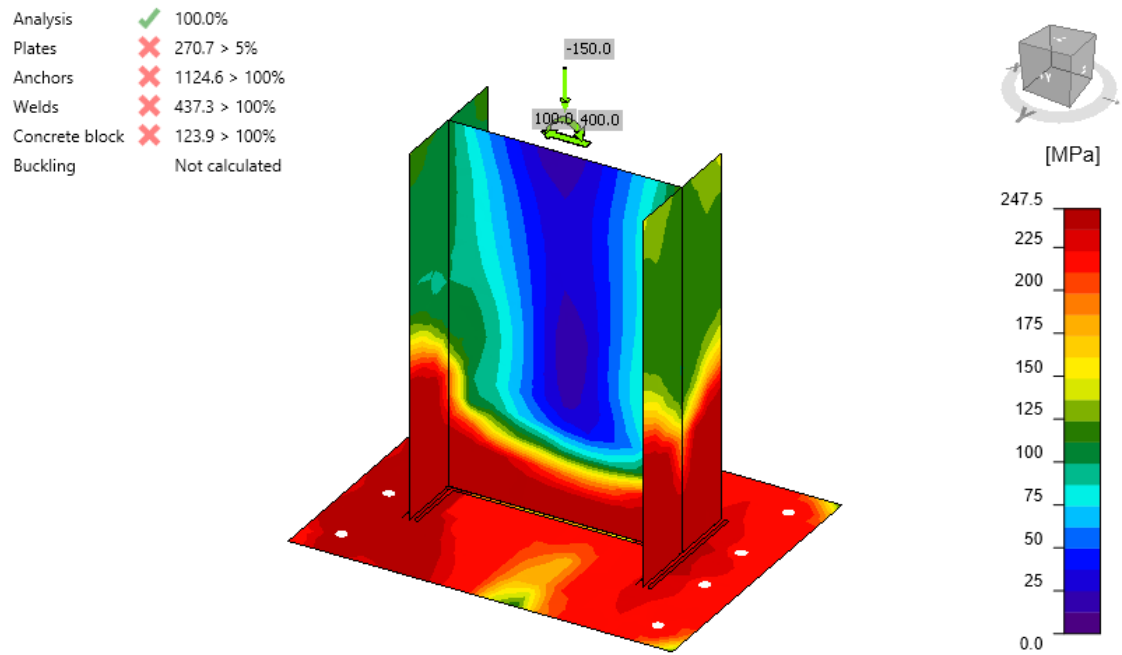
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	270.7 > 5%	Not OK!
Anchors	1124.6 > 100%	Not OK!
Welds	437.3 > 100%	Not OK!
Concrete block	123.9 > 100%	Not OK!
Buckling	Not calculated	

(3) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.33.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.34.).

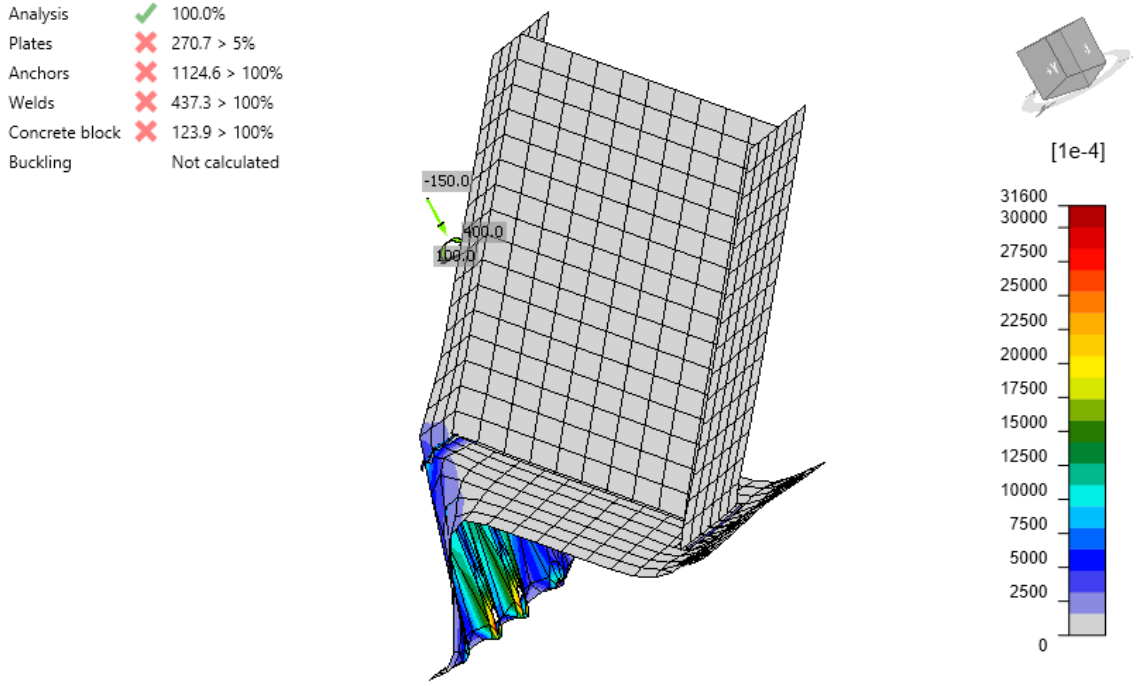


Şekil 3.33. (3) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



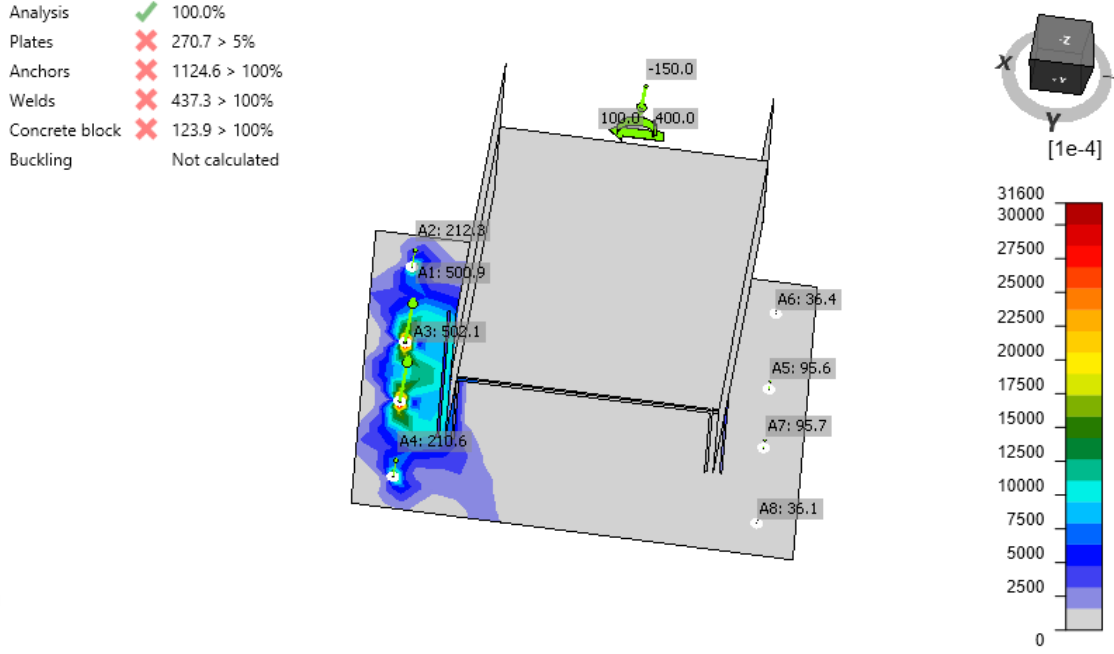
Şekil 3.34. (3) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde ve bu noktalardan kenarlara doğru gidildikçe gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.35.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.

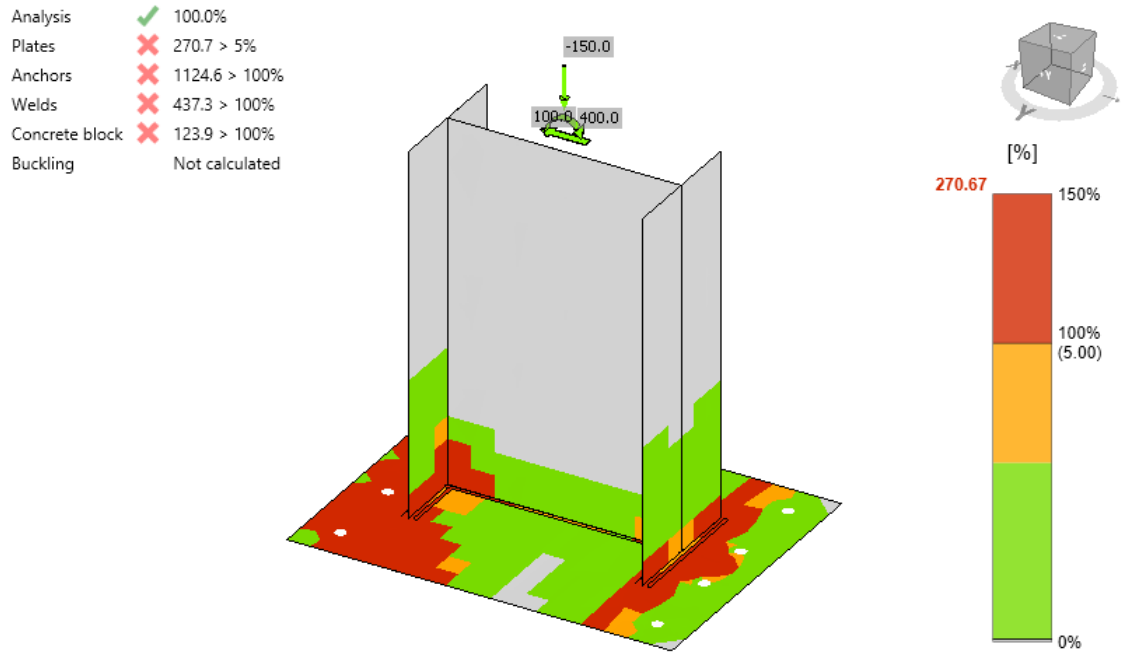


Şekil 3.35. (3) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(3) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.36.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 502.1 kN gelmektedir. Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır. Bu durumda ankrajların da yetersiz olduğu görülmektedir. Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer olan %270,67 değeri elde edilmiştir. Özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar oldukça fazladır (Şekil 3.37.).



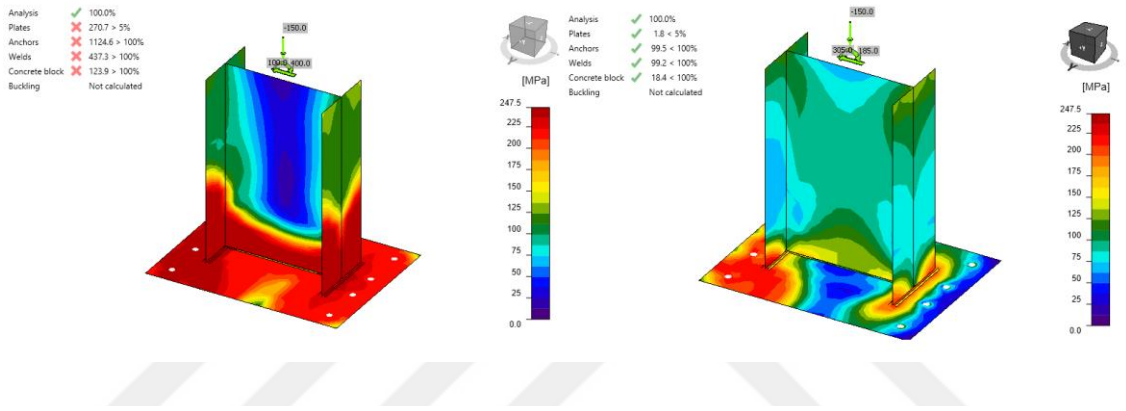
Şekil 3.36. (3) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.37. (3) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(3) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.38.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin sabit kaldığı ve 305 kN kesme kuvveti alabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 185 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.

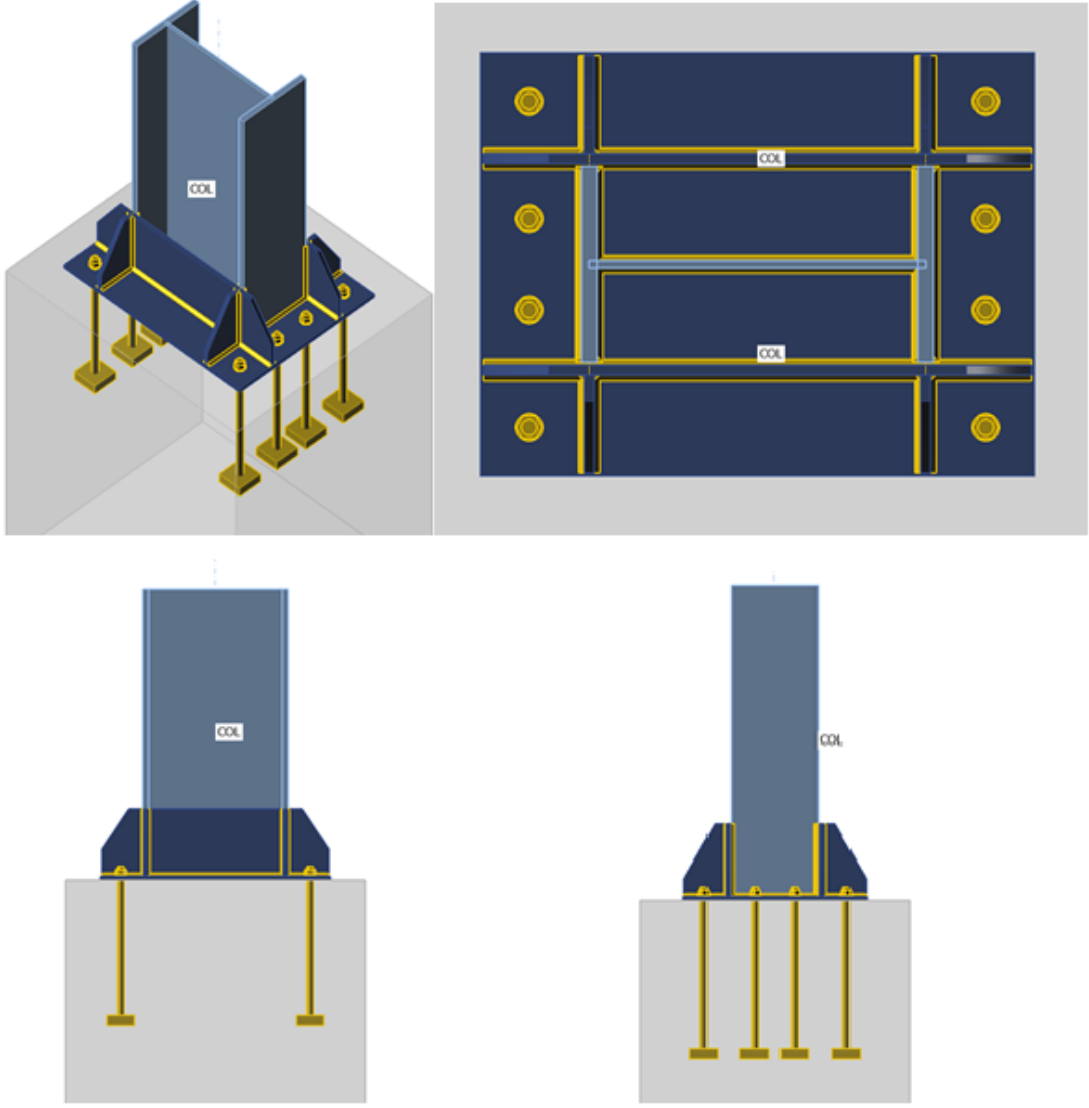


Şekil 3.38. (3) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.4. (4) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

(4) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.39.). HEA550 kolonu için 15mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Ayrıca 15mm kalınlığında yatay ve dikey doğrultuda berkitme plakaları kullanılmıştır.

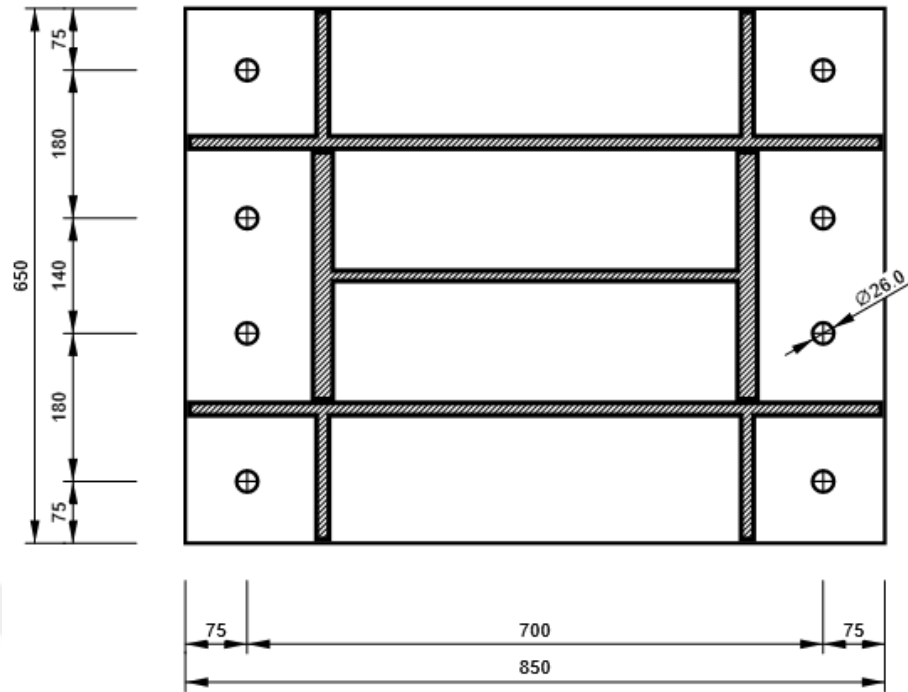
Sekiz adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır. Berkitme plakalarının köşe kısımlarında pah kırılarak keskin plaka uçları kullanılmamıştır.



Şekil 3.39. (4) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

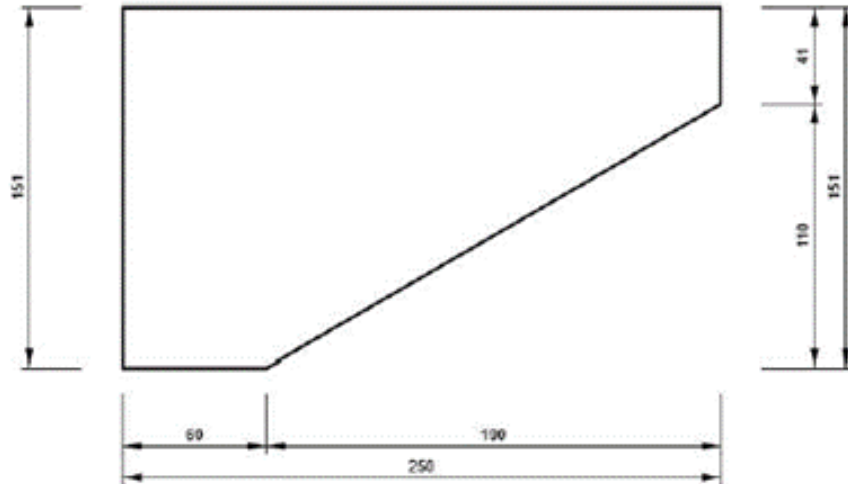
Birleşimde kullanılan taban plakası 15mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.40.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Sekiz adet M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır. Ayrıca 15mm kalınlığında iki adet SP1 ve dört adet WID1 berkitme destek plakaları kullanılmıştır.

P15.0x850-650 (S235)



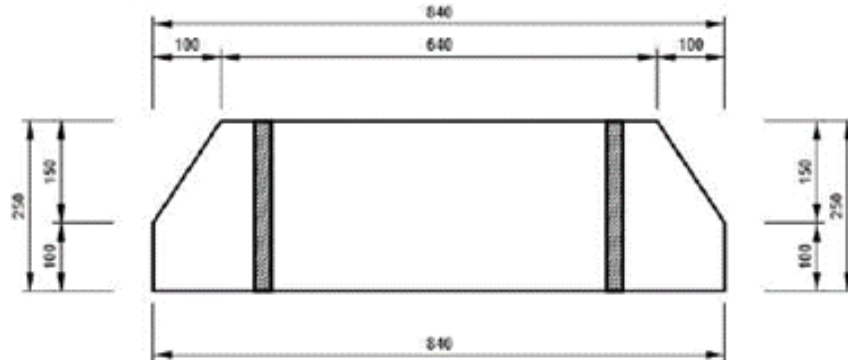
WID1

P15.0x250x151 (S235)



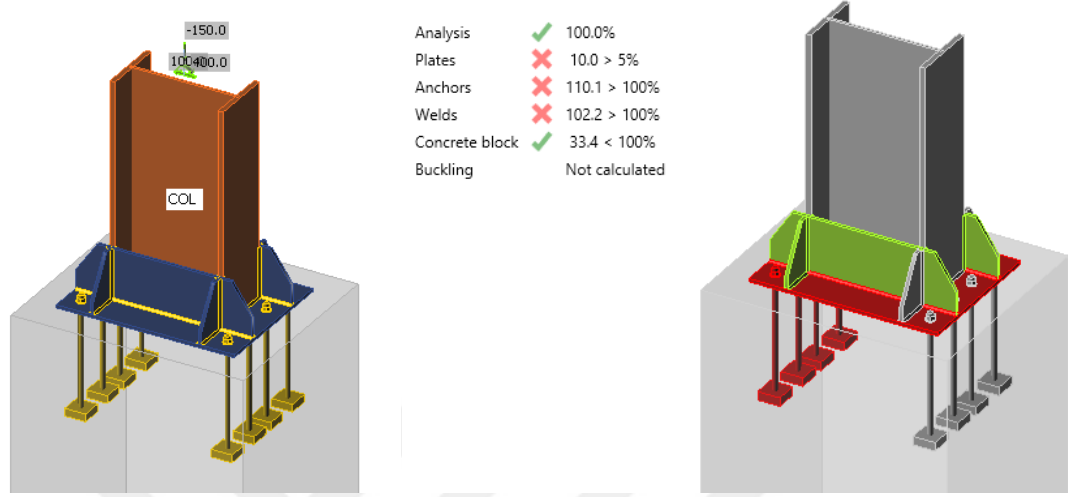
SP1

P15.0x250-840 (S235)



Şekil 3.40. (4) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akmalara %5 sınırının üzerindedir. Berkitme levhalarının varlığından dolayı malzemedeki deformasyonlar azalmış fakat yeterli gelmemiştir. Aynı şekilde kaynaklar ve ankrajlar da sınıra yakın fakat yeterli gözükmemektedir (Şekil 3.41.).



Şekil 3.41. (4) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

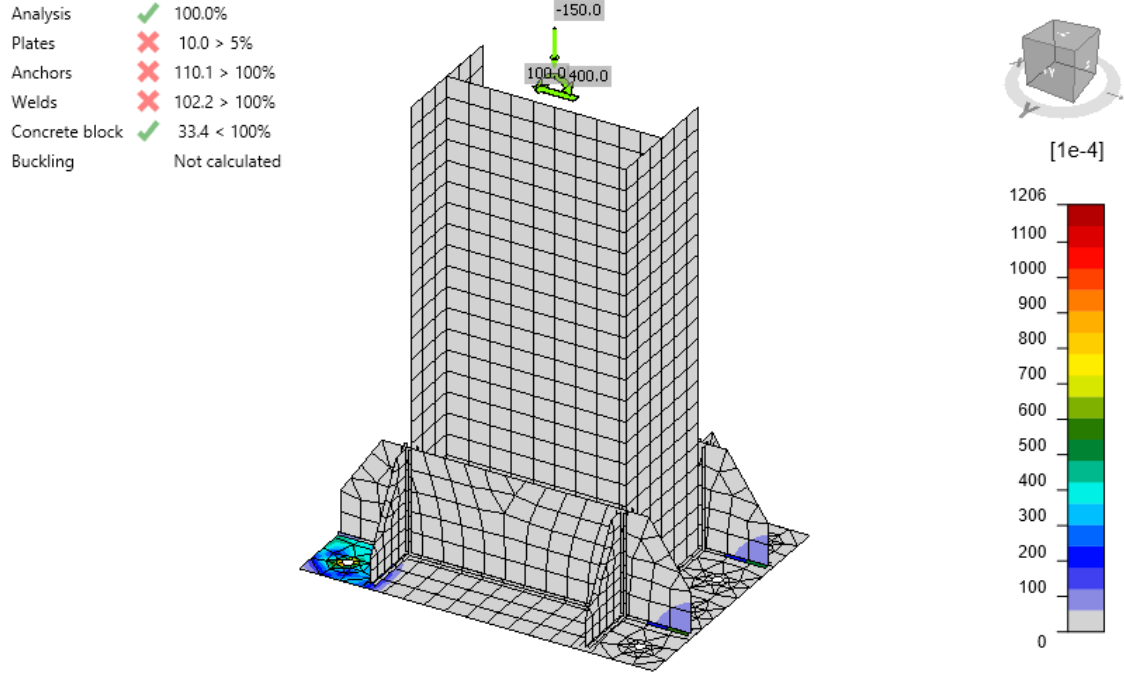
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.10.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer elde edilmiştir. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirliğin oldukça üzerindedir.

Çizelge 3.10. (4) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

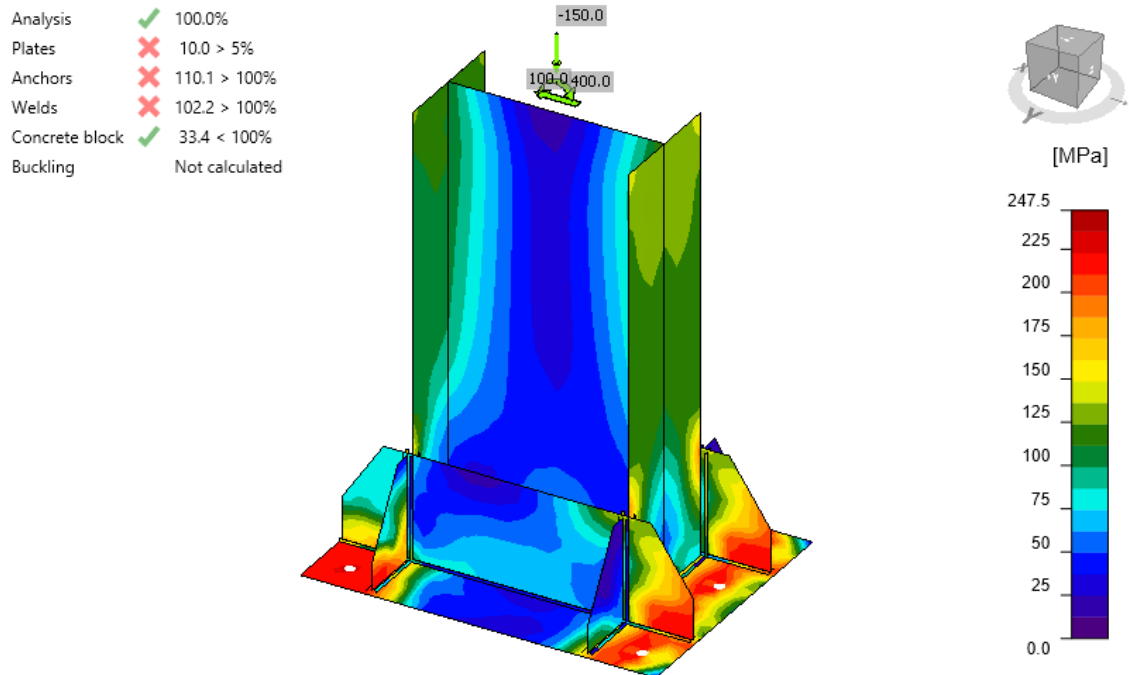
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	10.0 > 5%	Not OK!
Anchors	110.1 > 100%	Not OK!
Welds	102.2 > 100%	Not OK!
Concrete block	33.4 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(4) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının bulunması taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir (Şekil 3.42.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.43.).

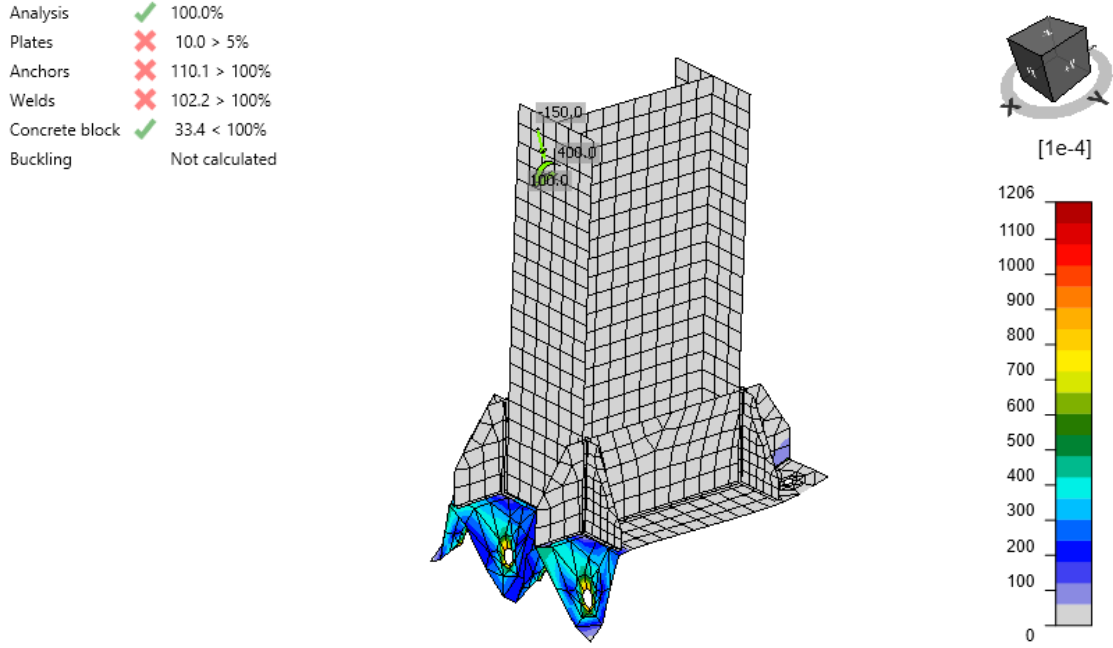


Şekil 3.42. (4) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.43. (4) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

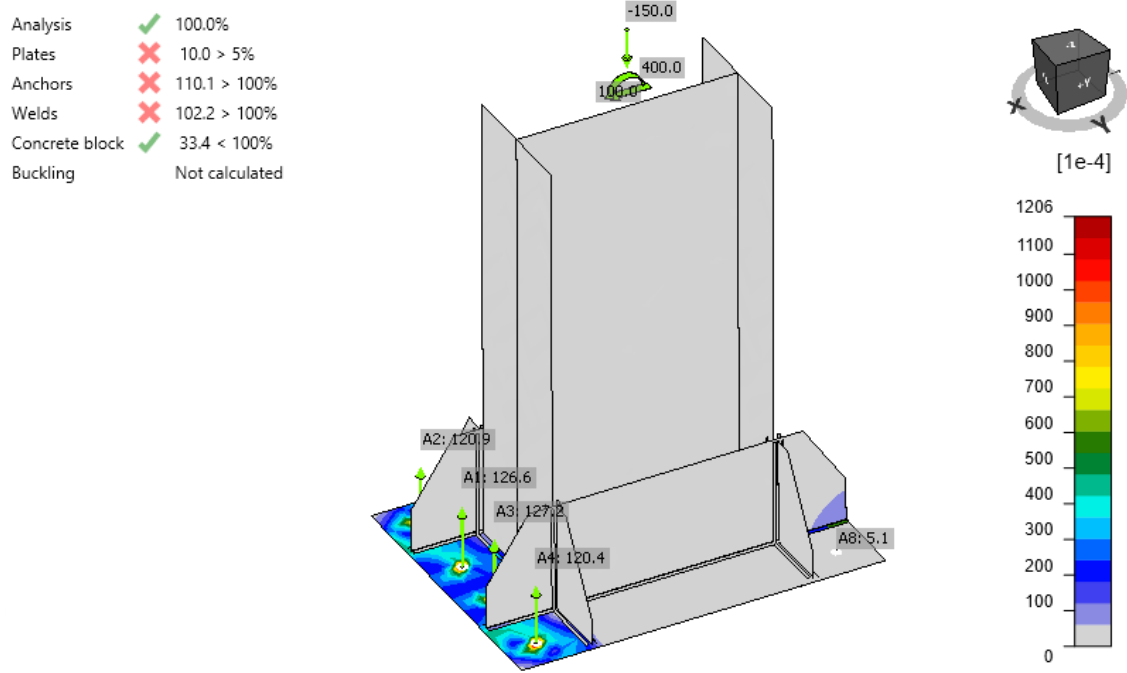
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.44.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



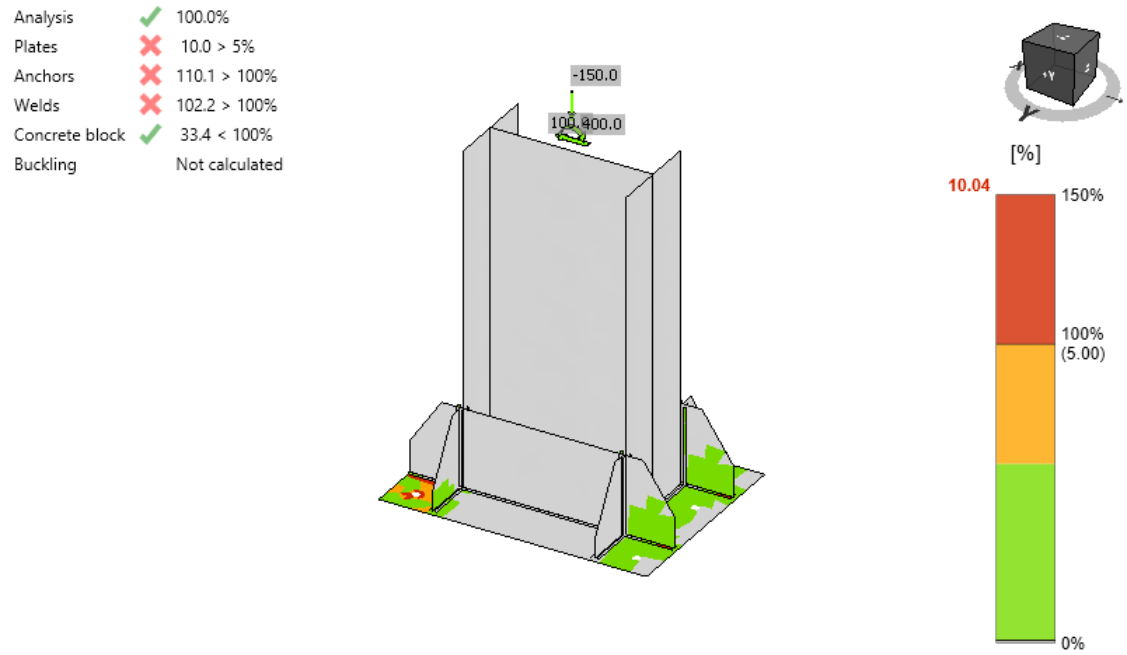
Şekil 3.44. (4) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(4) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.45.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 127.2 kN gelmektedir. Ankrajlar, kapasitelerinin biraz üzerinde çalışmaktadır ve yeterli gözükmemektedir.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin üzerinde bir değer olan %10 değeri elde edilmiştir. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar daha fazladır (Şekil 3.46.).



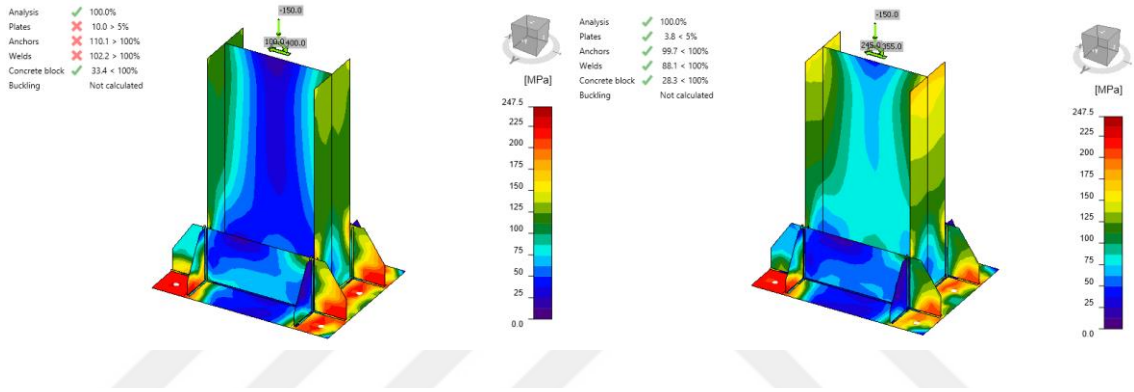
Şekil 3.45. (4) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.46. (4) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(4) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.47.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin sabit kaldığı ve 245 kN kesme kuvveti alabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 355 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

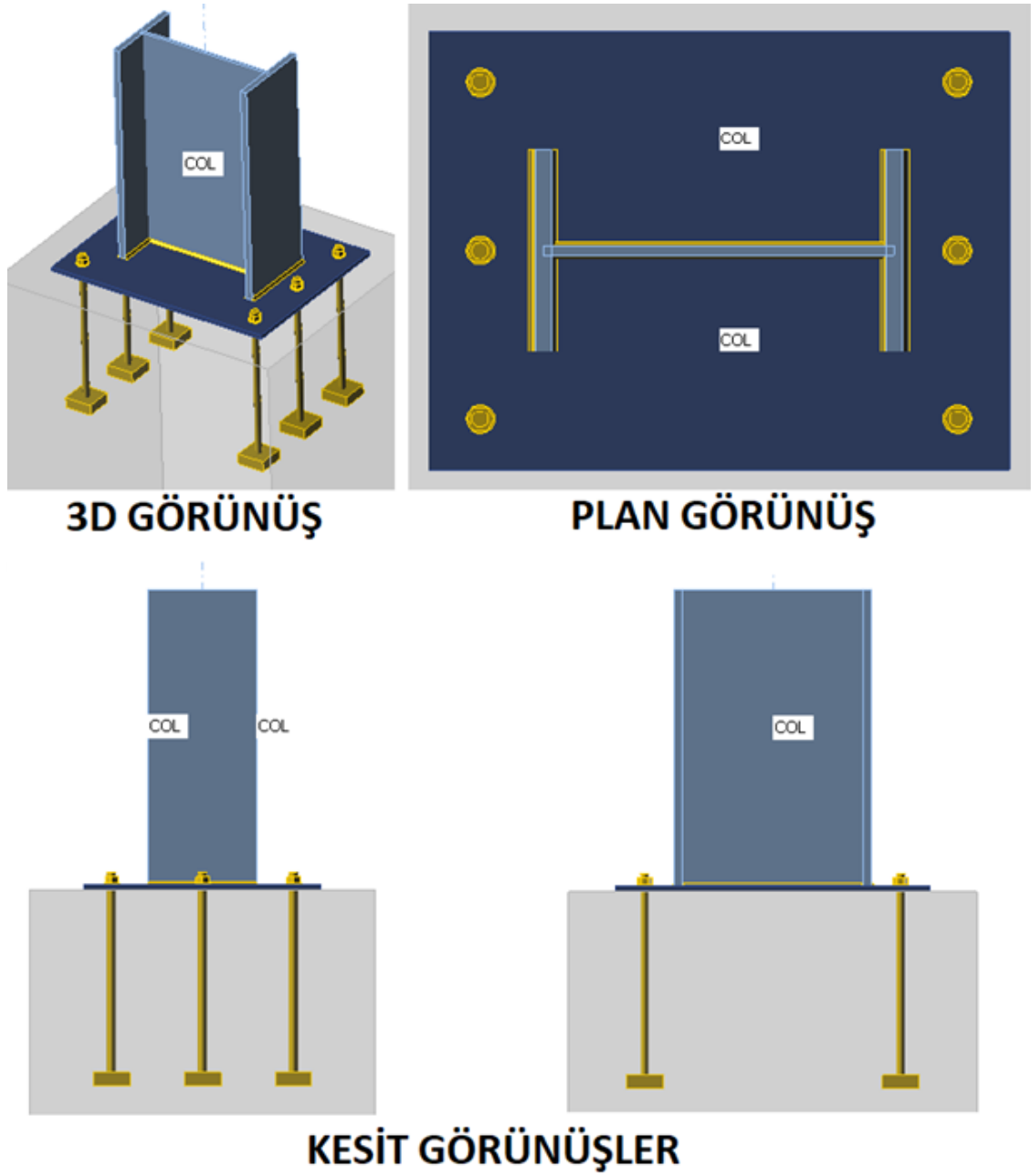
Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.47. (4) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.5. (5) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

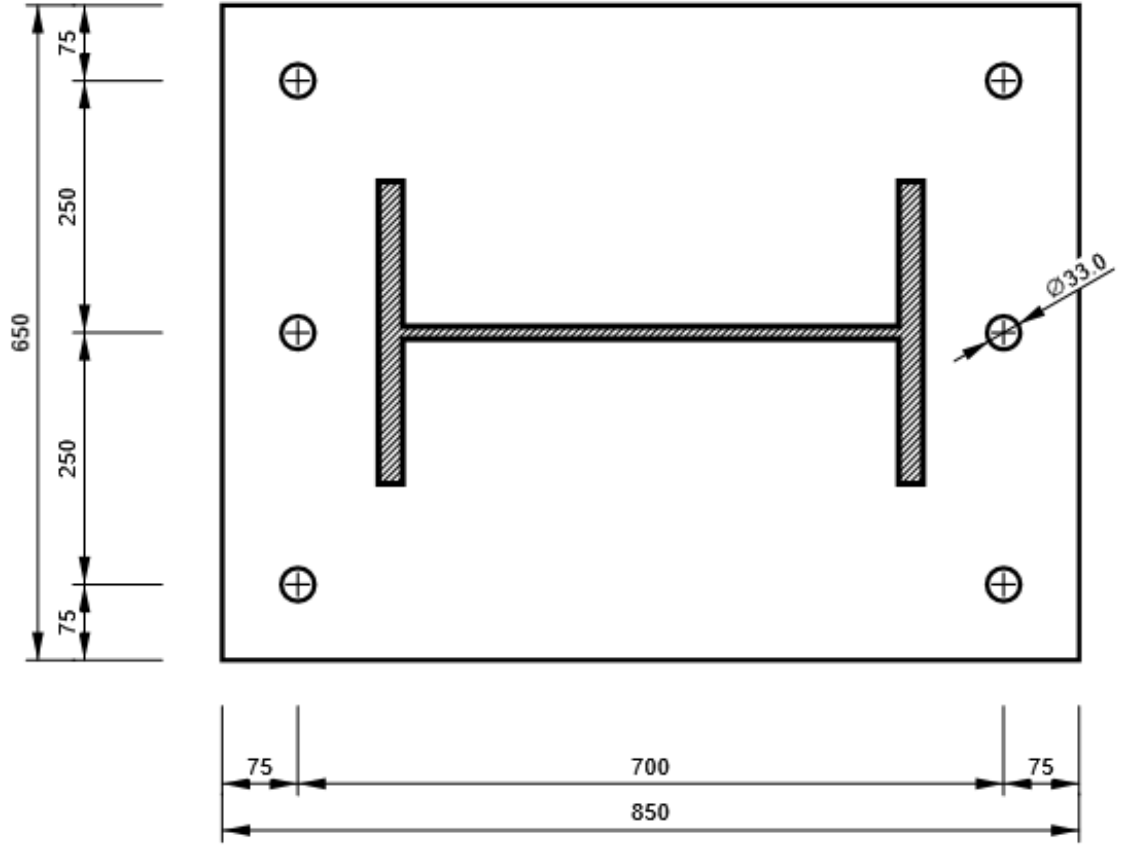
(5) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.48.). HEA550 kolonu için 15mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Altı adet M30-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.



Şekil 3.48. (5) numaralı birleşim analiz modeli görüşleri

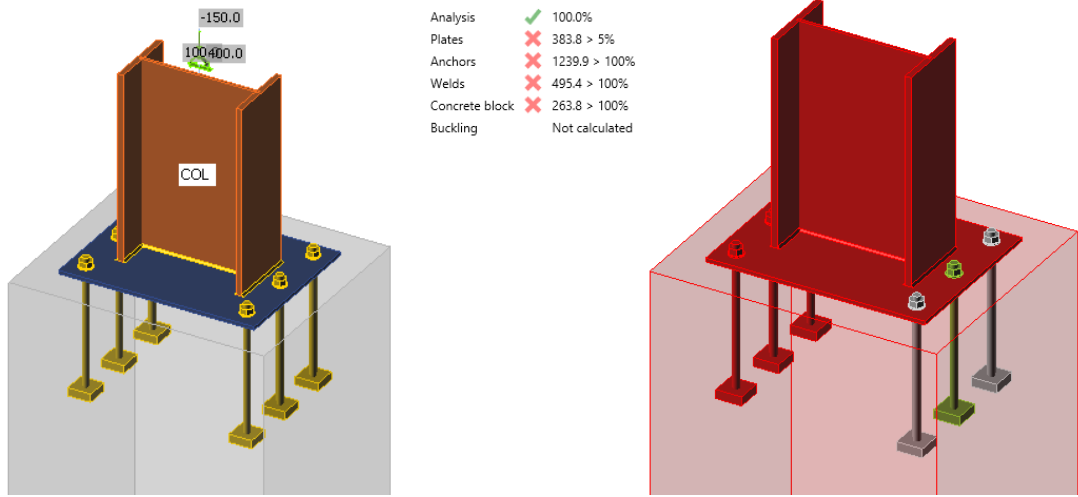
Birleşimde kullanılan taban plakası 15mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.49.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Altı adet M30-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 3mm delik toleransı verilerek taban plakasında 33mm delik açılmıştır.

P15.0x850-650 (S235)



Şekil 3.49. (5) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akımlar oldukça yüksektir. Berkitme levhalarının olmamasından kaynaklı malzemedeki yüksek deformasyonlar göze çarpmaktadır. Aynı şekilde kaynaklar da oldukça yetersiz kalmaktadır. Ankraj çapının artması olumlu yönde etki etmiş olsa da tasarım için uygun gözükmemektedir (Şekil 3.50.).



Şekil 3.50. (5) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

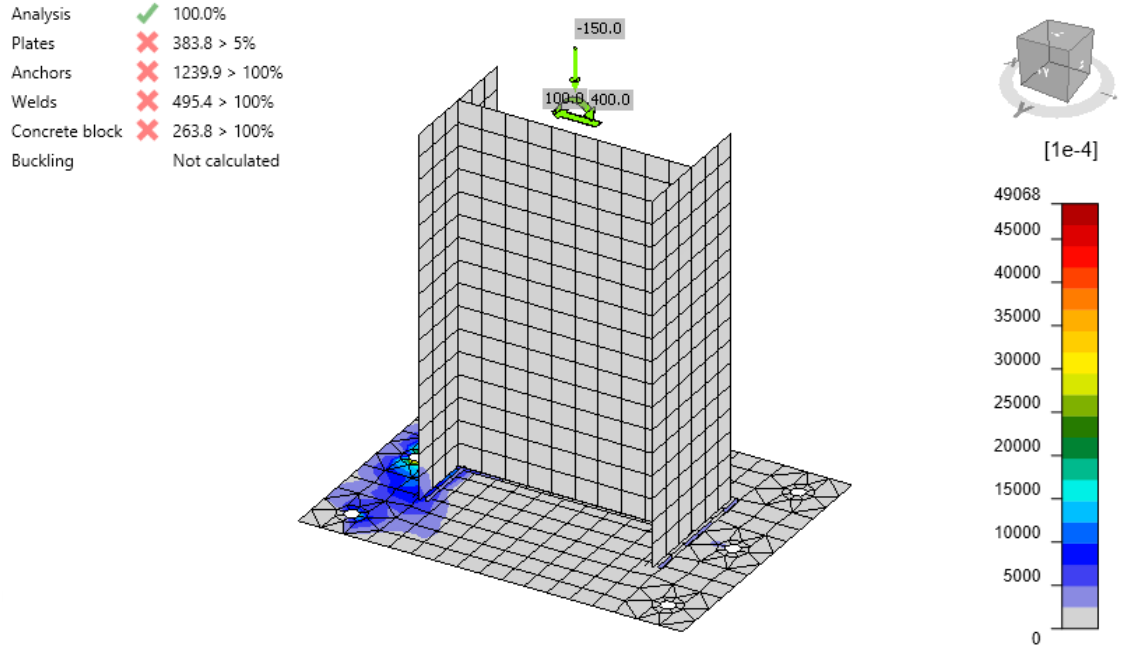
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.11.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer elde edilmiştir. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirliğin oldukça üzerindedir.

Çizelge 3.11. (5) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

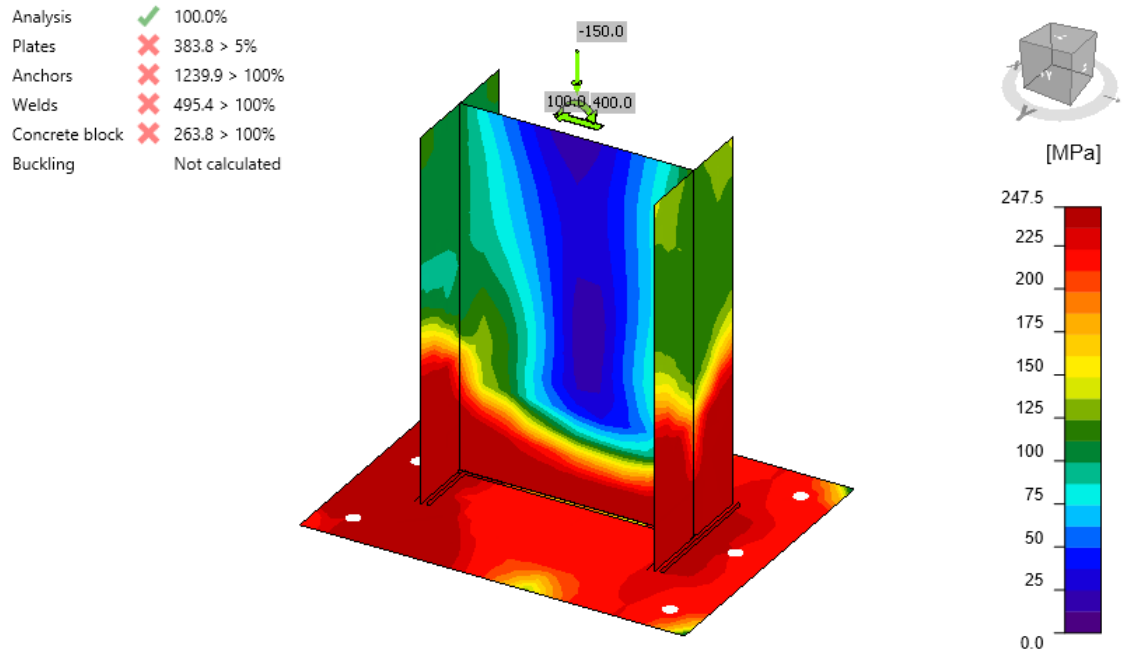
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	383.8 > 5%	Not OK!
Anchors	1239.9 > 100%	Not OK!
Welds	495.4 > 100%	Not OK!
Concrete block	263.8 > 100%	Not OK!
Buckling	Not calculated	

(5) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.51.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.52.).

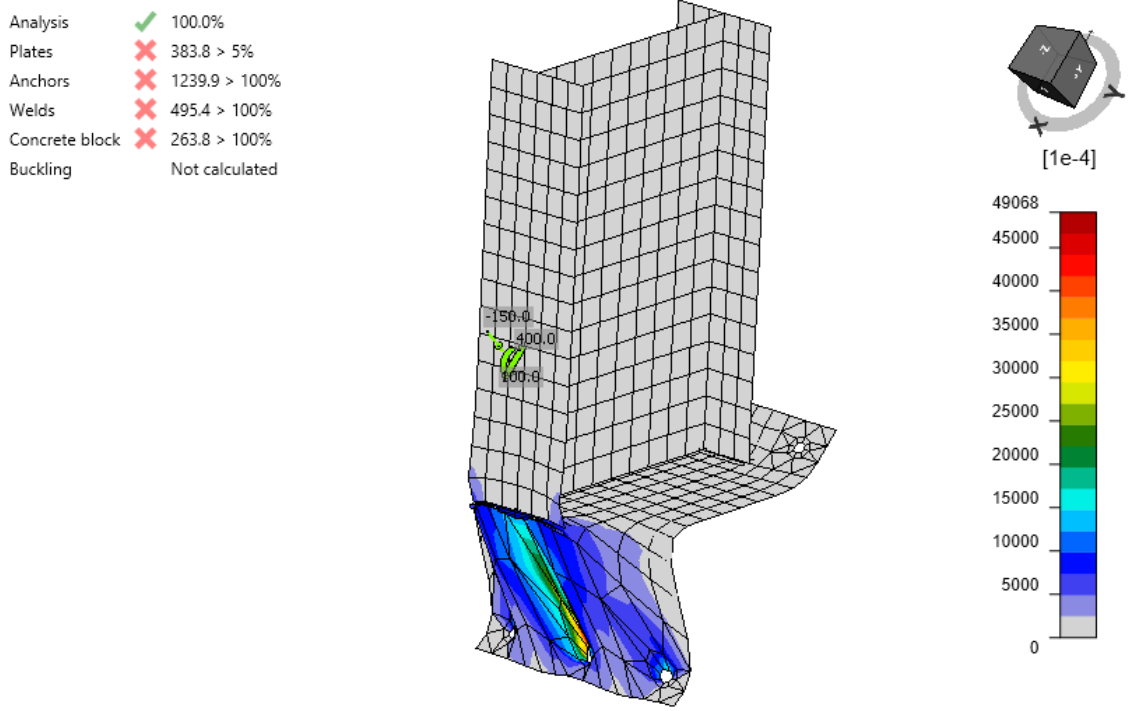


Şekil 3.51. (5) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.52. (5) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

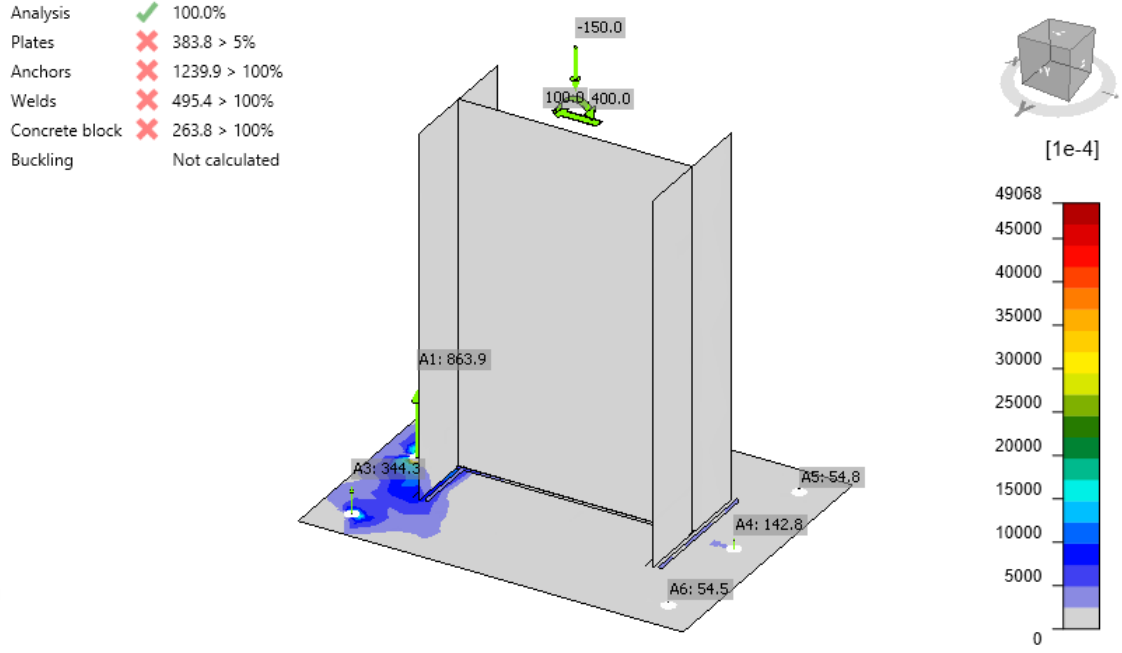
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.53.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



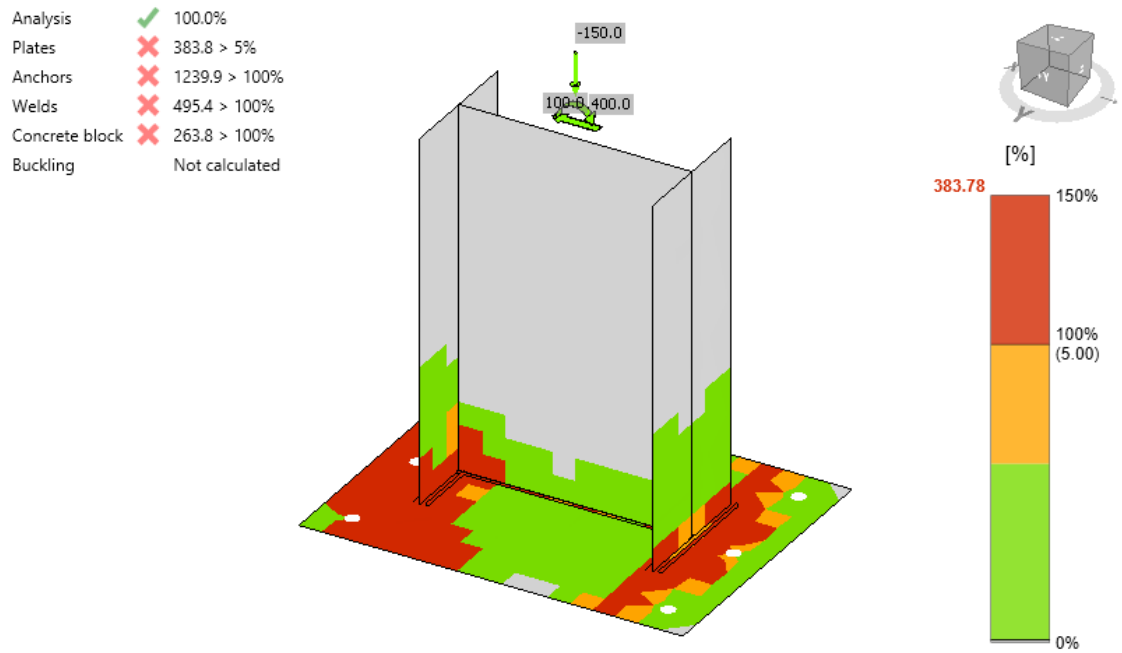
Şekil 3.53. (5) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(5) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.54.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 863.9 kN gelmektedir. Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer olan %383.8 değeri elde edilmiştir. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar oldukça fazladır (Şekil 3.55.).



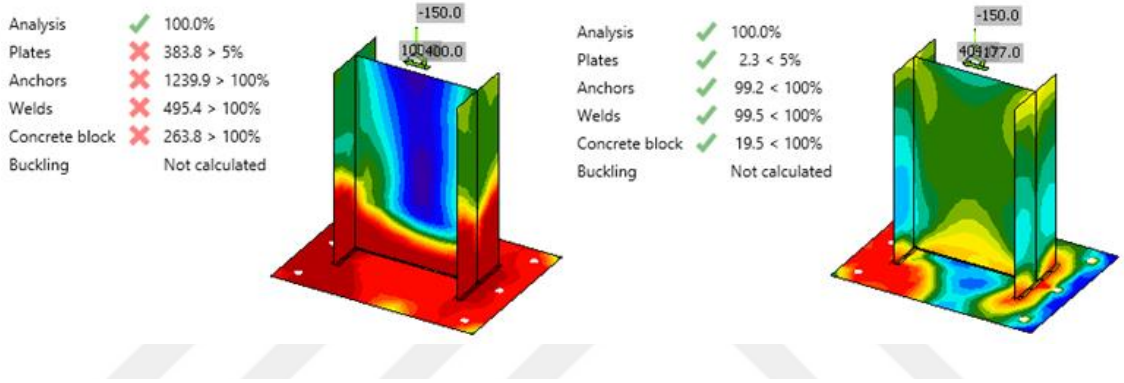
Şekil 3.54. (5) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.55. (5) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(5) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.56.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin sabit kaldığı ve 404 kN kesme kuvveti alabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 177 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.

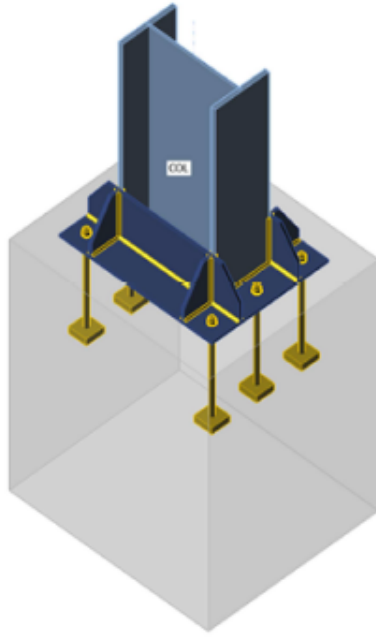
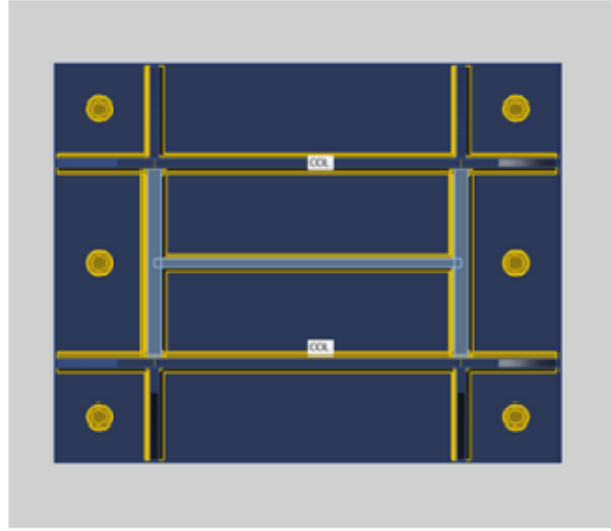
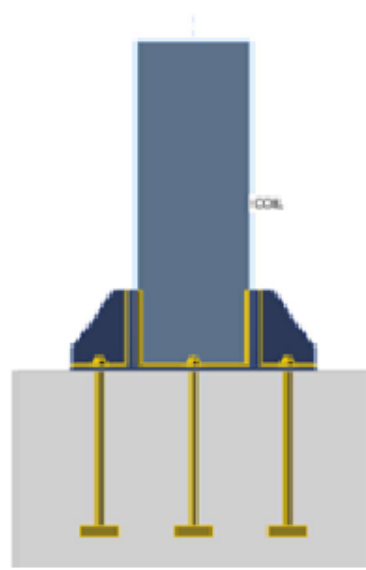
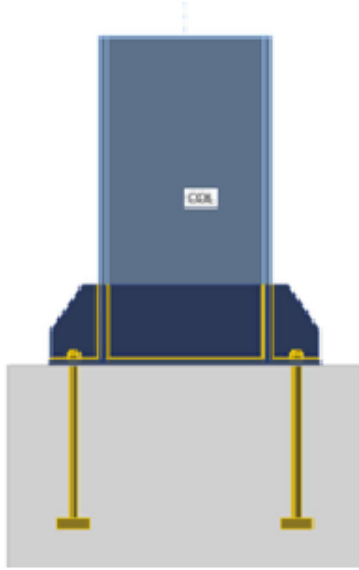


Şekil 3.56. (5) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.6. (6) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

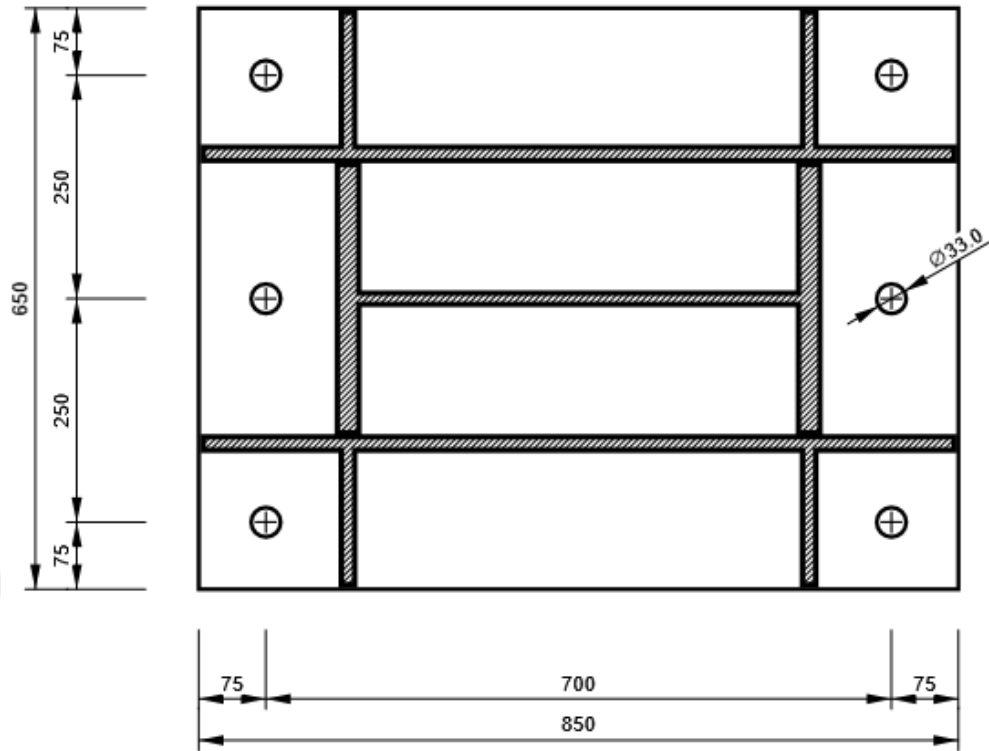
(6) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.57.). HEA550 kolonu için 15mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Ayrıca 15mm kalınlığında yatay ve dikey doğrultuda berkitme plakaları kullanılmıştır.

Altı adet M30-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır. Berkitme plakalarının köşe kısımlarında pah kırılarak keskin plaka uçları kullanılmamıştır.

**3D GÖRÜNÜŞ****PLAN GÖRÜNÜŞ****KESİT GÖRÜNÜŞLER****Şekil 3.57.** (6) numaralı birleşim analiz modeli görüşleri

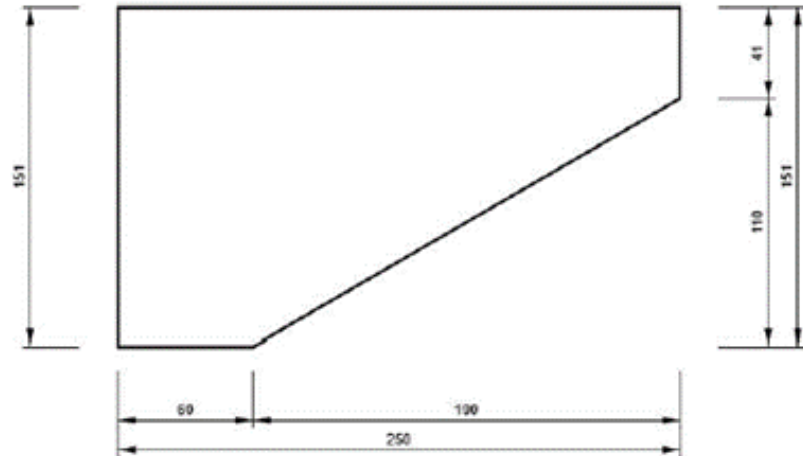
Birleşimde kullanılan taban plakası 15mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.58.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Altı adet M30-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 3mm delik toleransı verilerek taban plakasında 33mm delik açılmıştır. Ayrıca 15mm kalınlığında iki adet SP1 ve dört adet WID1 berkitme destek plakaları kullanılmıştır.

P15.0x850-650 (S235)



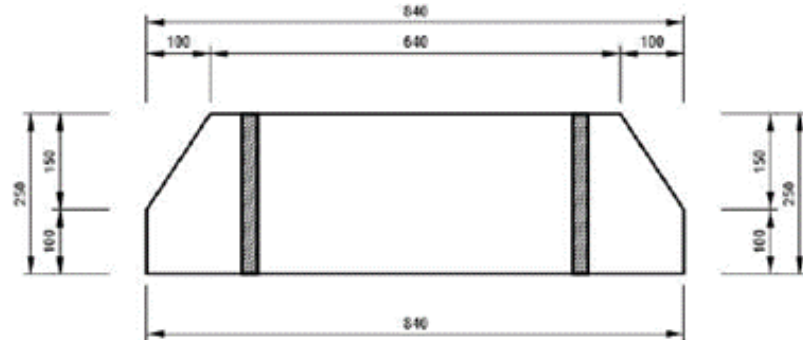
WID1

P15.0x250x151 (S235)



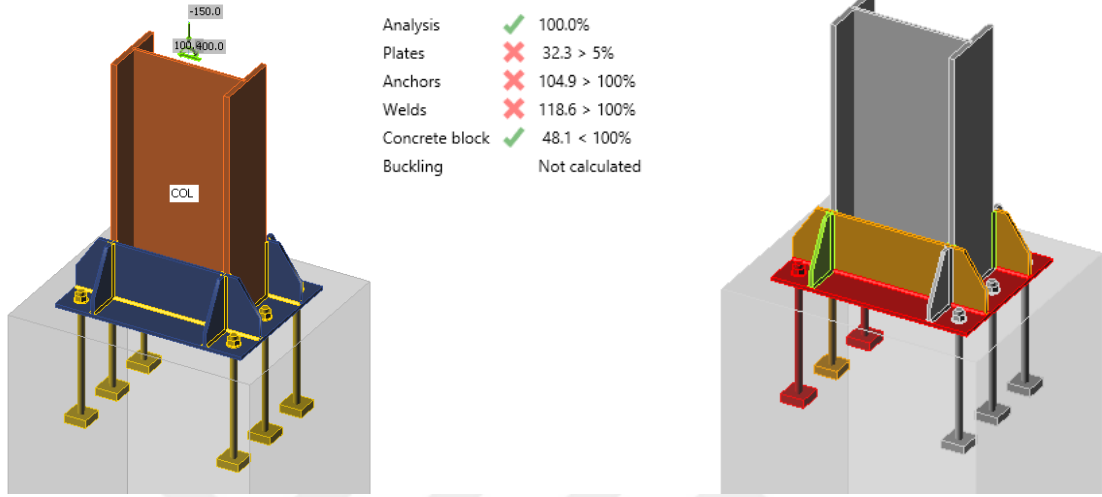
SP1

P15.0x250x840 (S235)



Şekil 3.58. (6) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akmlar %5 sınırının üzerindedir. Berkitme levhalarının varlığından dolayı malzemedeki deformasyonlar azalmış fakat yeterli gelmemiştir. Aynı şekilde kaynaklar ve ankrajlar da sınıra yakın fakat yeterli gözükmemektedir (Şekil 3.59.).



Şekil 3.59. (6) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

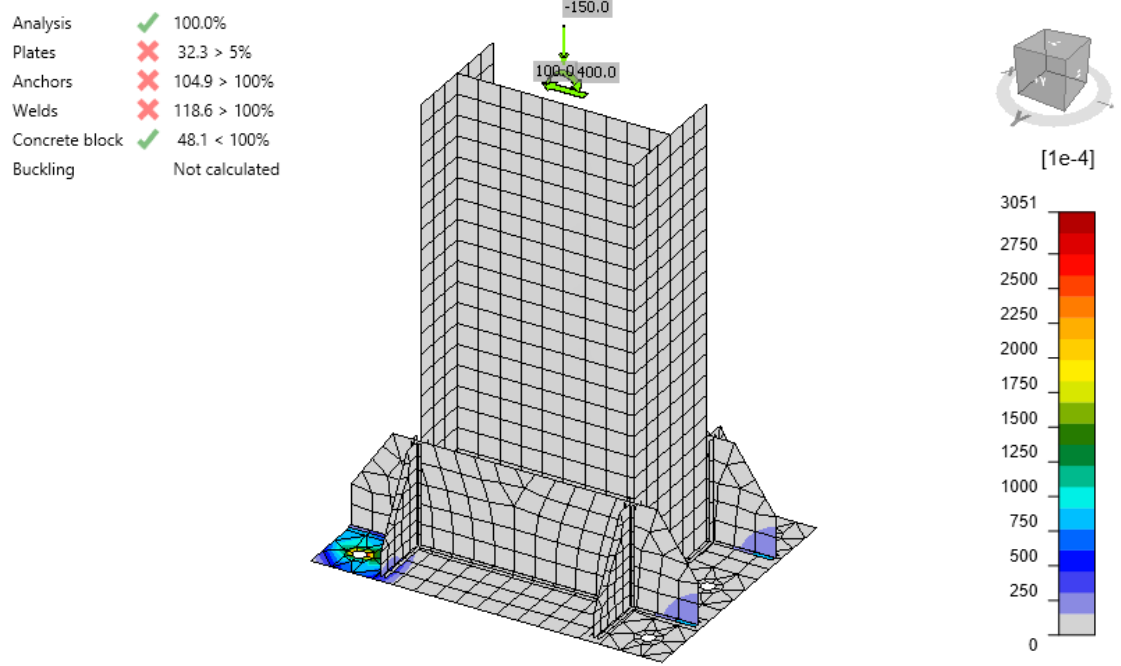
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.12.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer elde edilmiştir. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirliğin oldukça üzerindedir.

Çizelge 3.12. (6) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

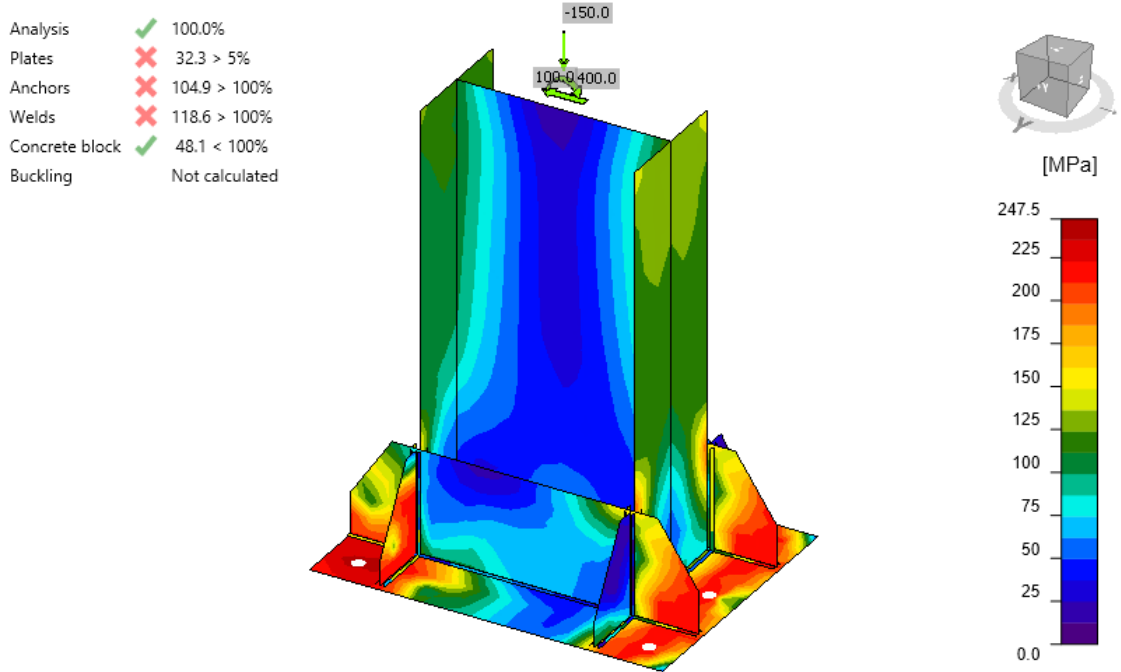
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	32.3 > 5%	Not OK!
Anchors	104.9 > 100%	Not OK!
Welds	118.6 > 100%	Not OK!
Concrete block	48.1 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(6) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.60.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.61.).

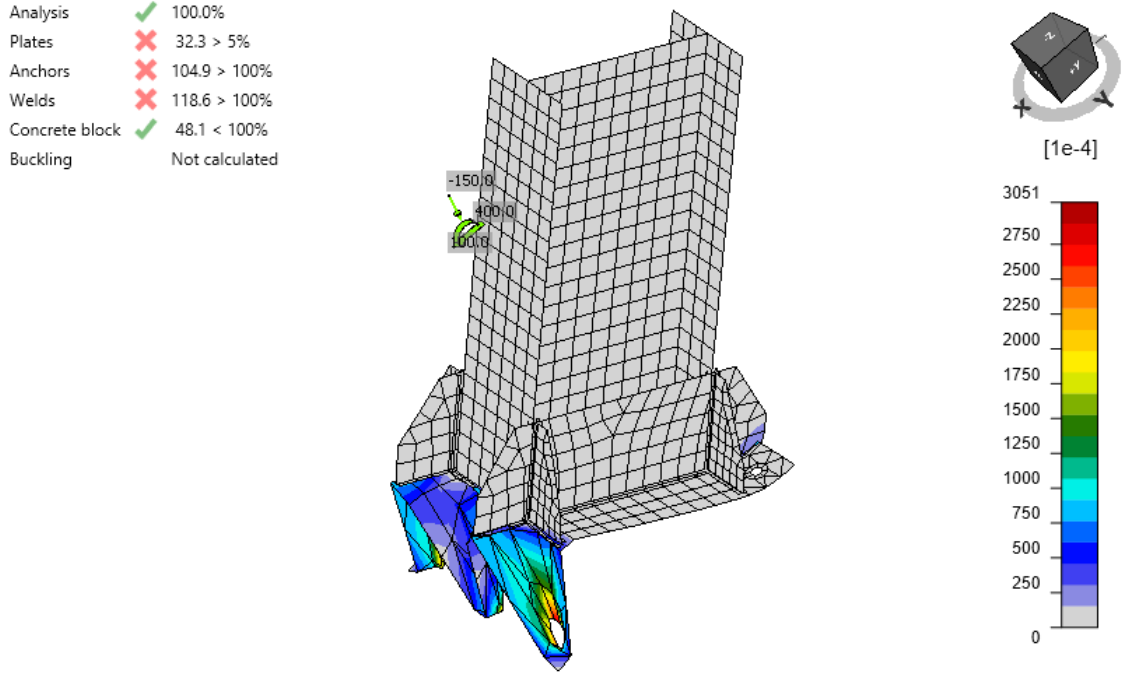


Şekil 3.60. (6) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.61. (6) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

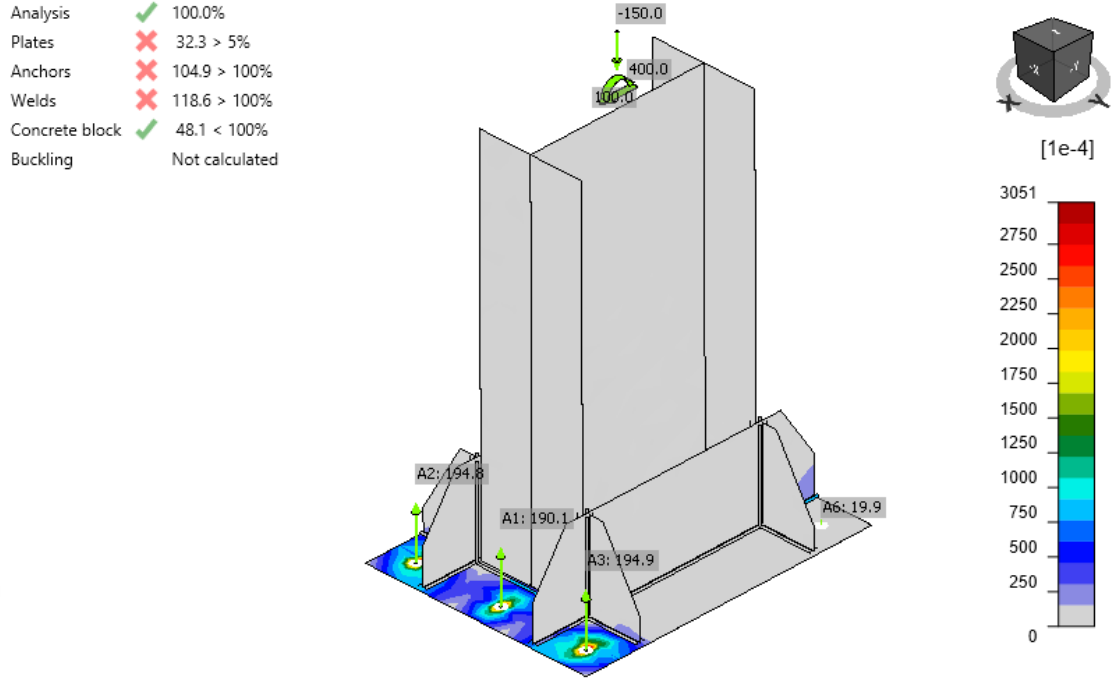
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.62.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



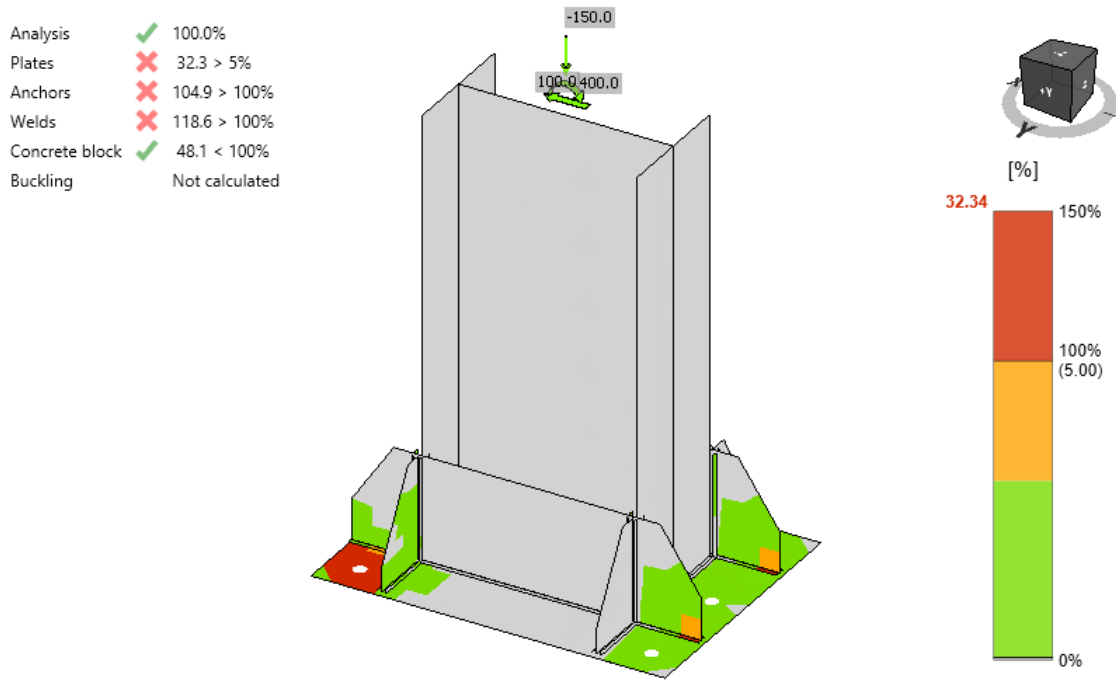
Şekil 3.62. (6) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(6) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.63.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 194.9 kN gelmektedir. Ankrajlar, kapasitelerinin biraz üzerinde çalışmaktadır ve yeterli gözükmemektedir.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin üzerinde bir değer olan %32.3 değeri elde edilmiştir. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar daha fazladır (Şekil 3.64.).



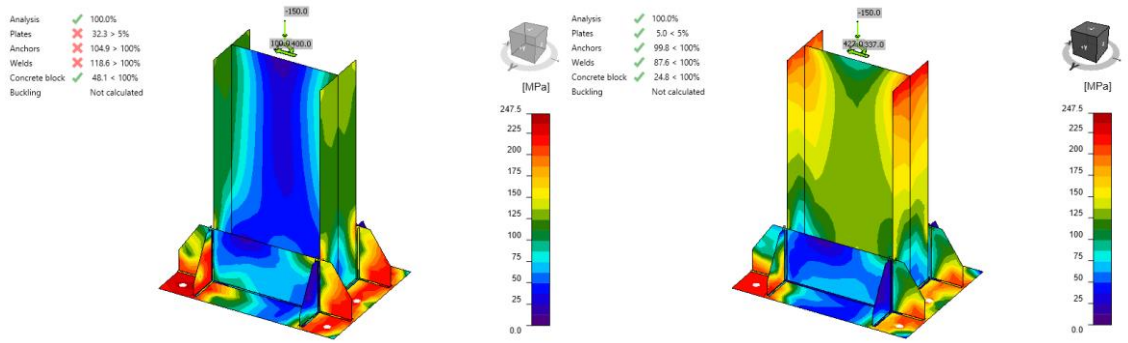
Şekil 3.63. (6) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.64. (6) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(6) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.65.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin sabit kaldığı ve 427 kN kesme kuvveti alabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 337 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

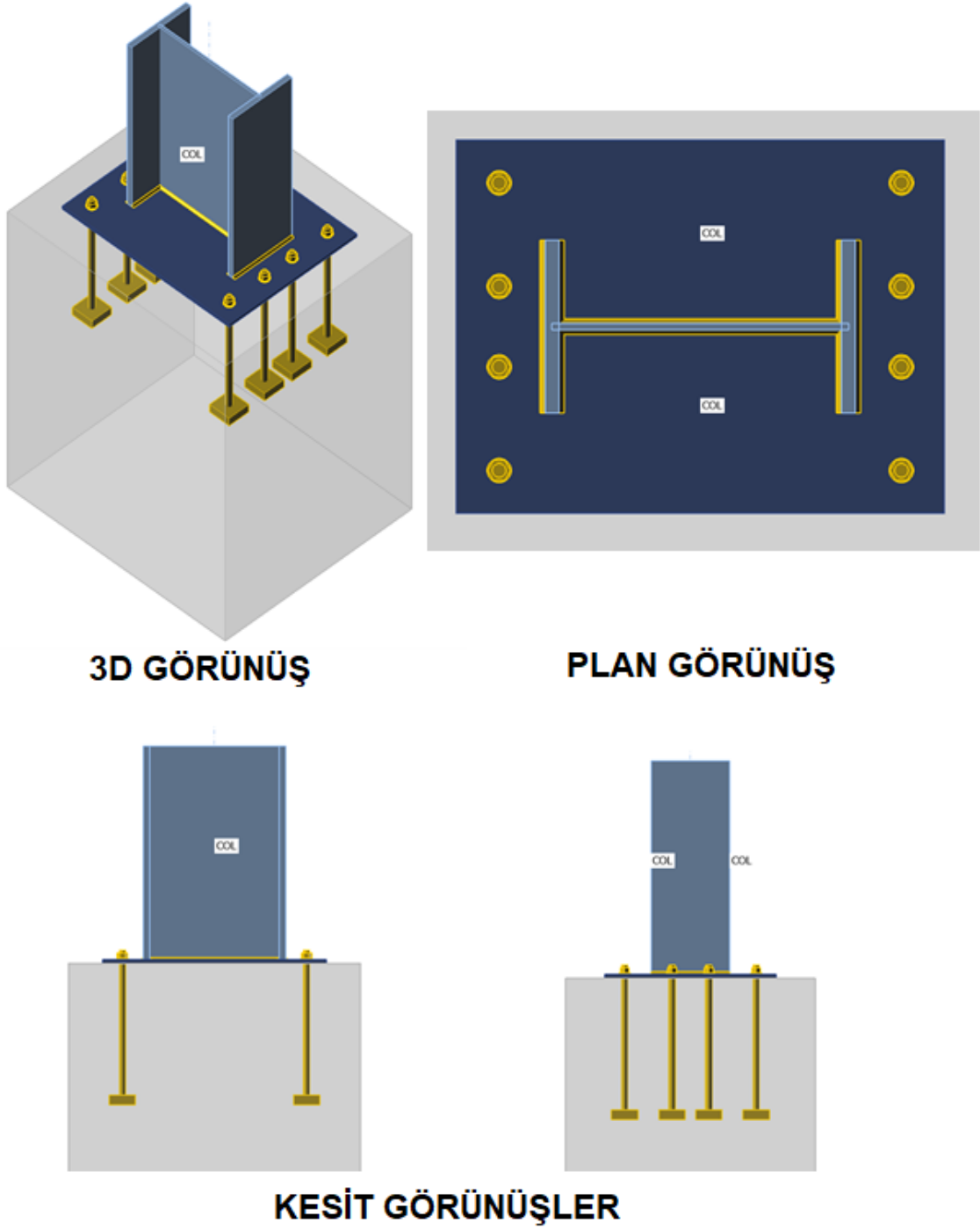
Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.65. (6) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

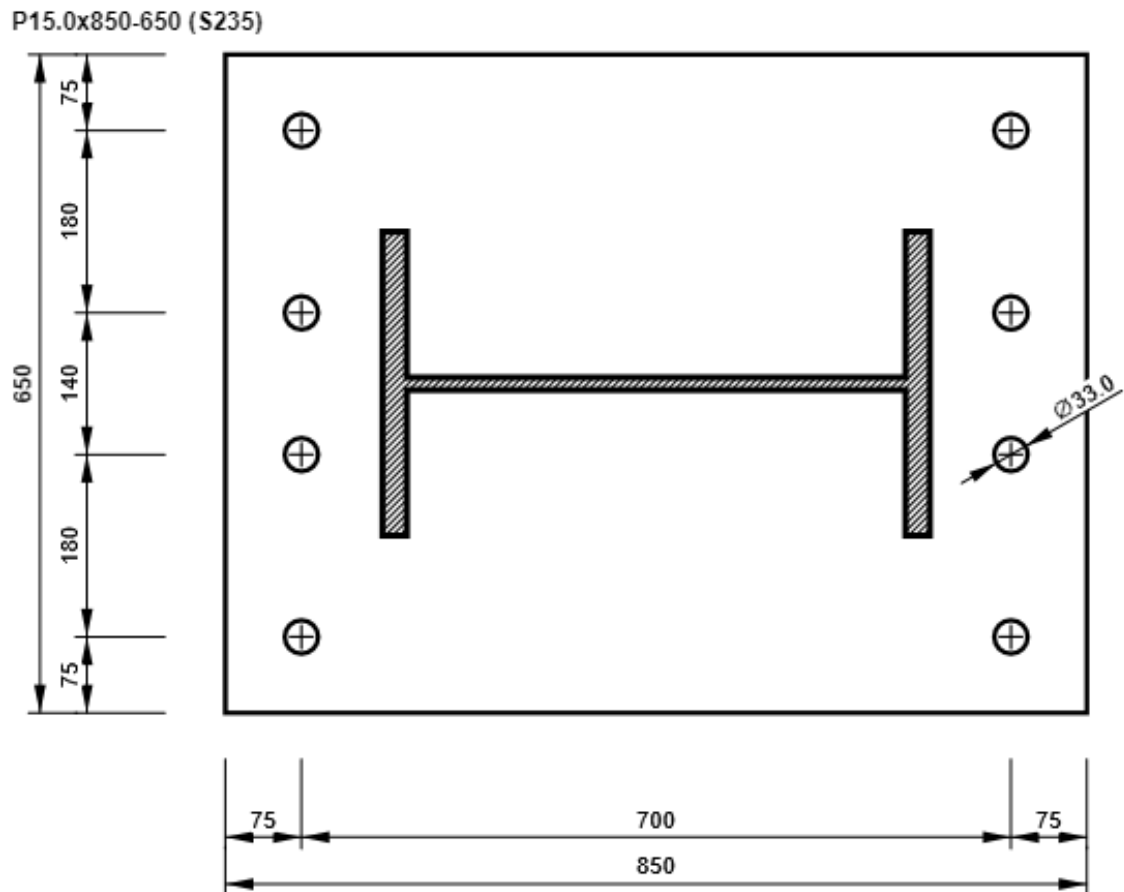
3.5.1.7. (7) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

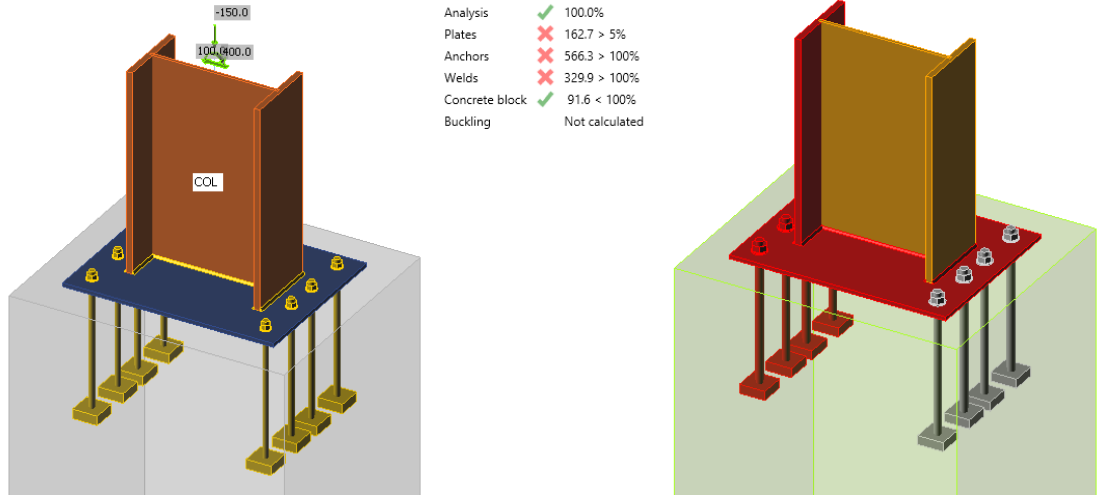
(7) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.66.). HEA550 kolonu için 15mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Sekiz adet M30-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.



Şekil 3.66. (7) numaralı birleşim analiz modeli görüşleri

Birleşimde kullanılan taban plakası 15mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.67.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Sekiz adet M30-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 3mm delik toleransı verilerek taban plakasında 33mm delik açılmıştır.





Şekil 3.68. (7) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

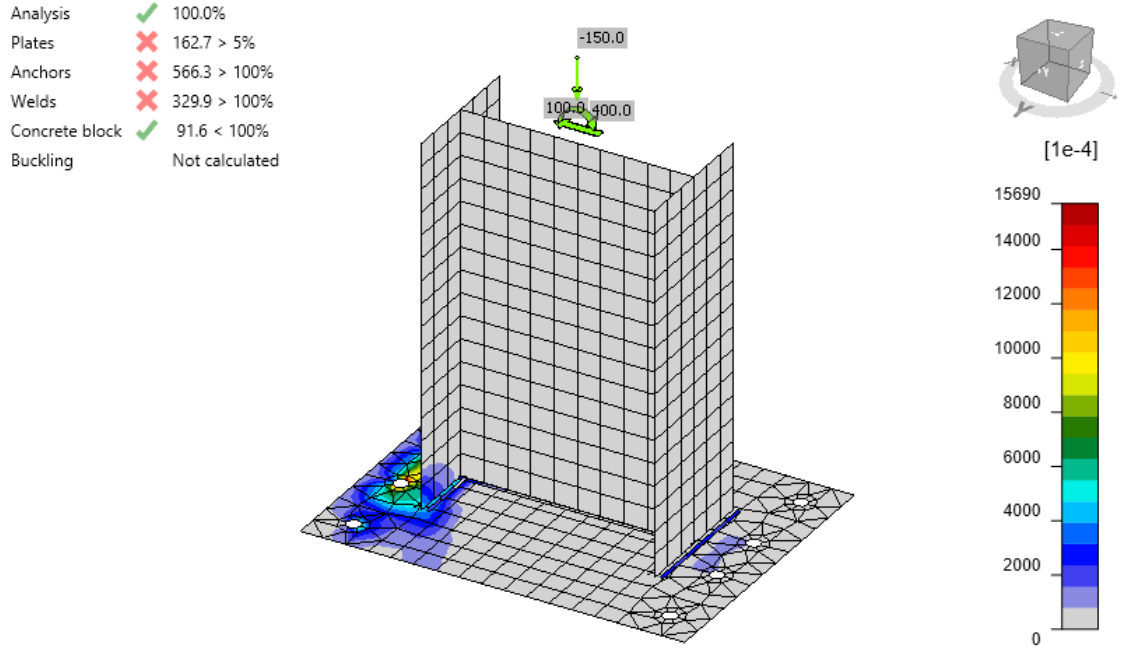
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.13.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer elde edilmiştir. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirliğin oldukça üzerindedir.

Çizelge 3.13. (7) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

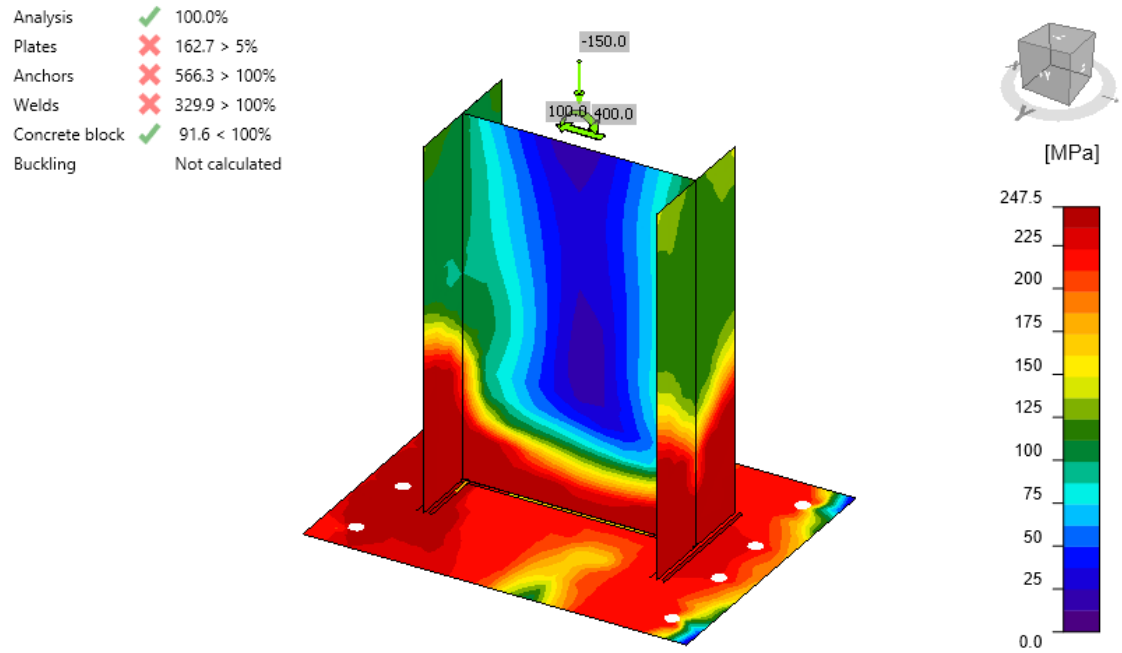
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	162.7 > 5%	Not OK!
Anchors	566.3 > 100%	Not OK!
Welds	329.9 > 100%	Not OK!
Concrete block	91.6 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(7) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.69.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.70.).

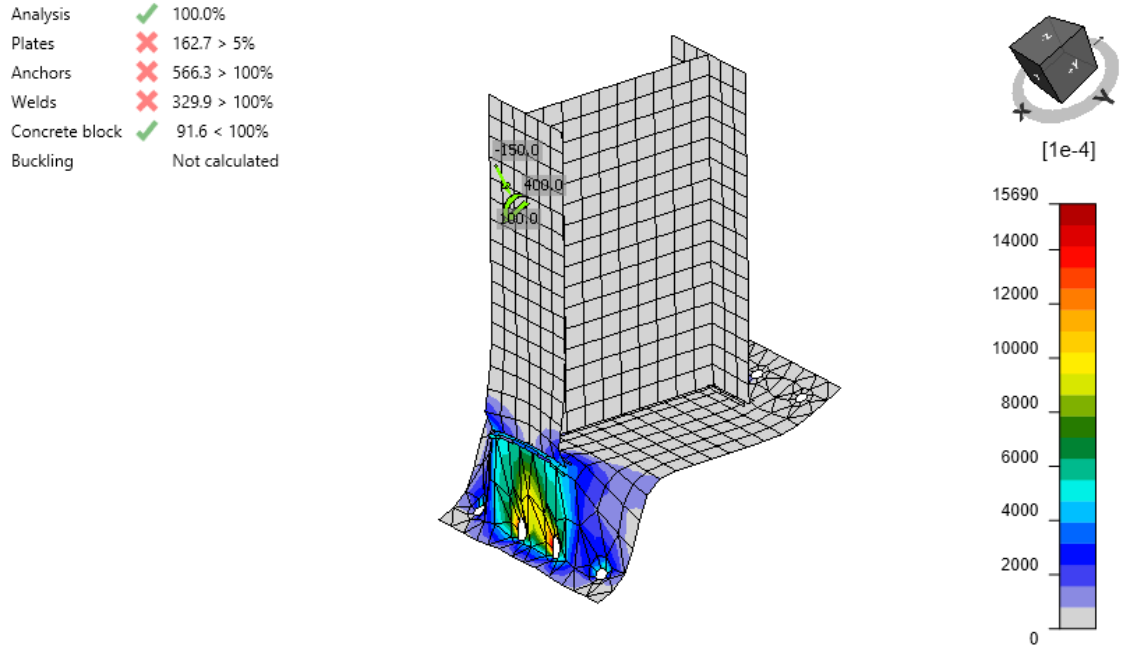


Şekil 3.69. (7) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



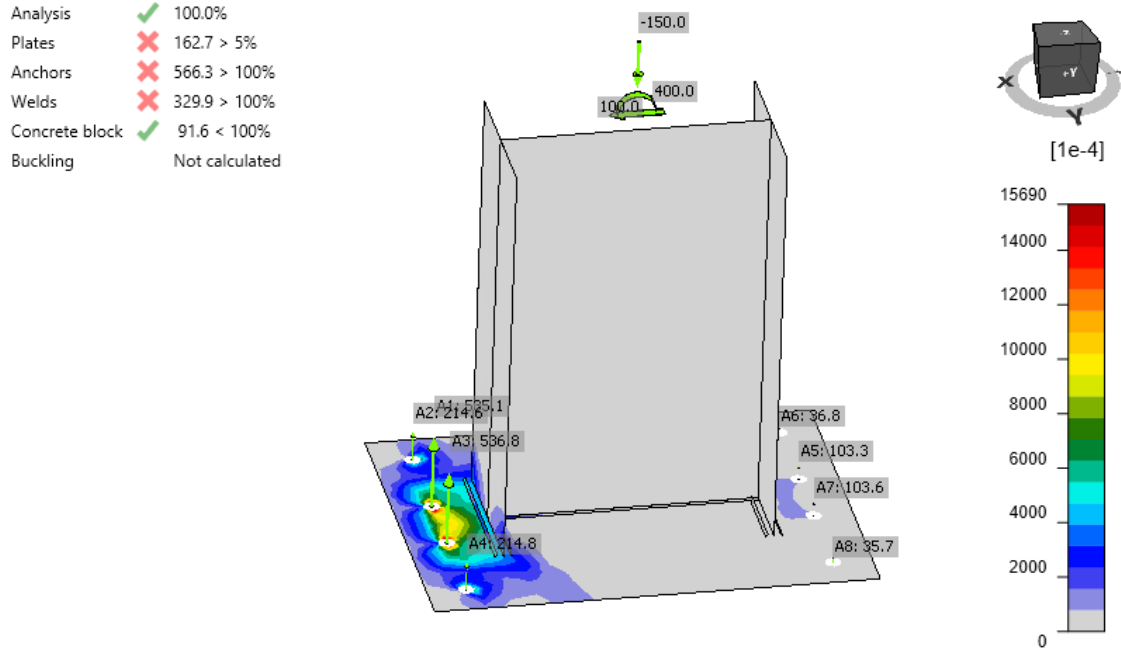
Şekil 3.70. (7) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu noktalardaki gerilmeler oldukça fazladır. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde ve bu noktalardan kenarlara doğru gidildikçe gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.71.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.

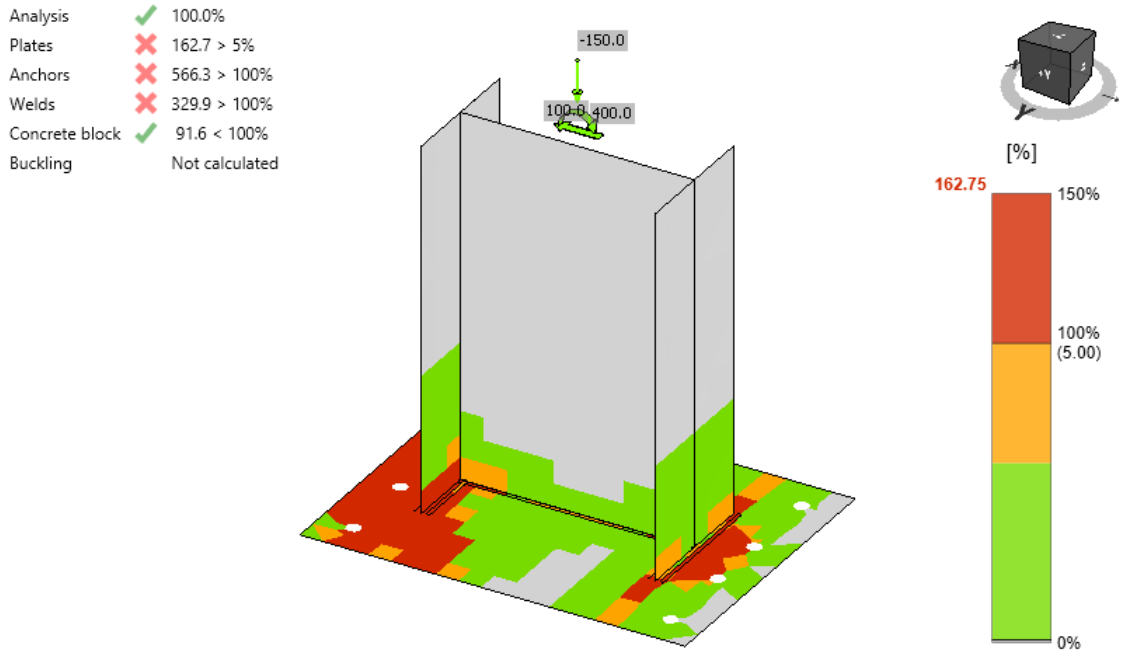


Şekil 3.71. (7) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(7) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.72.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 536.8 kN gelmektedir. Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır. Bu durumda ankrajların da yetersiz olduğu görülmektedir. Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer olan %162,7 değeri elde edilmiştir. Özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar oldukça fazladır (Şekil 3.73.).



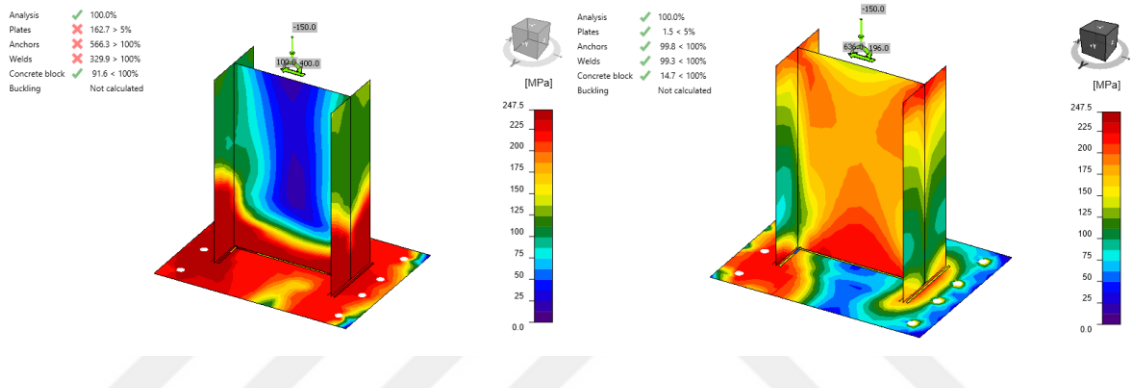
Şekil 3.72. (7) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.73. (7) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(7) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.74.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin sabit kaldığı ve 636 kN kesme kuvveti alabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 196 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.

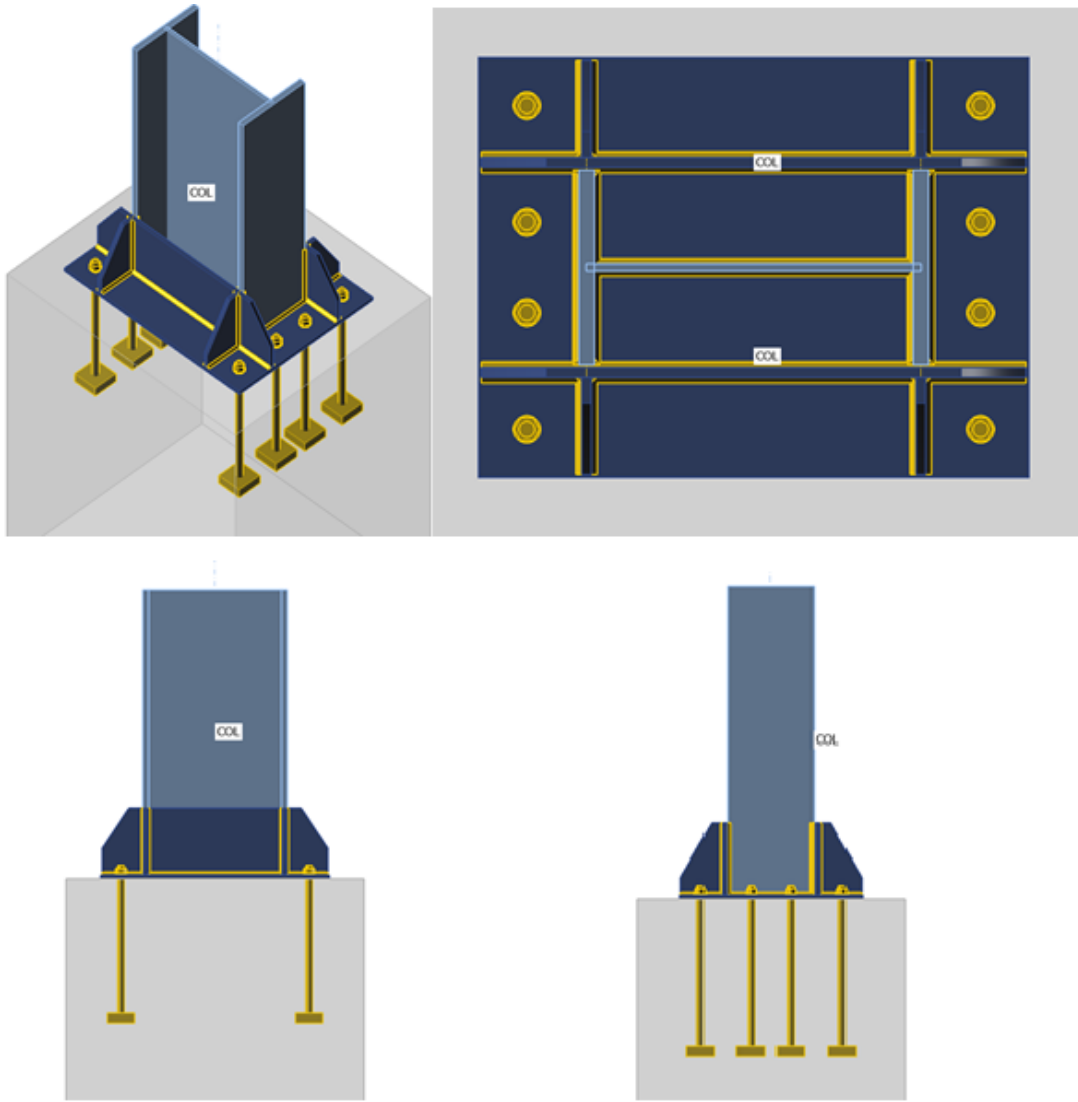


Şekil 3.74. (7) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.8. (8) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

(8) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.75.). HEA550 kolonu için 15mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Ayrıca 15mm kalınlığında yatay ve dikey doğrultuda berkitme plakaları kullanılmıştır.

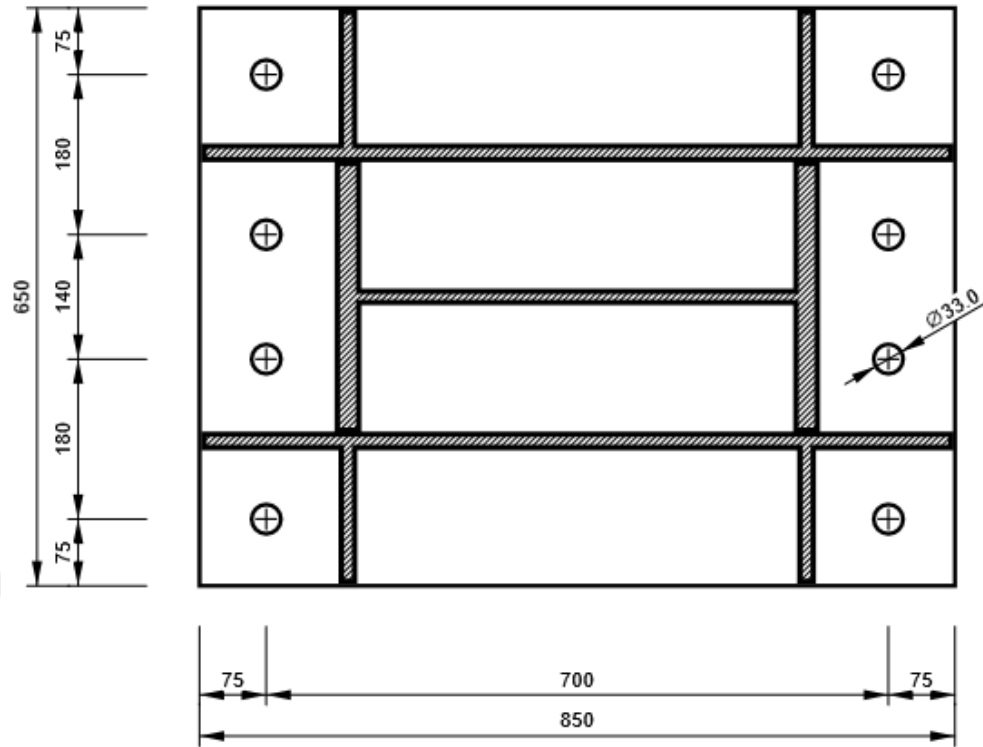
Sekiz adet M30-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır. Berkitme plakalarının köşe kısımlarında pah kırılarak keskin plaka uçları kullanılmamıştır.



Şekil 3.75. (8) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

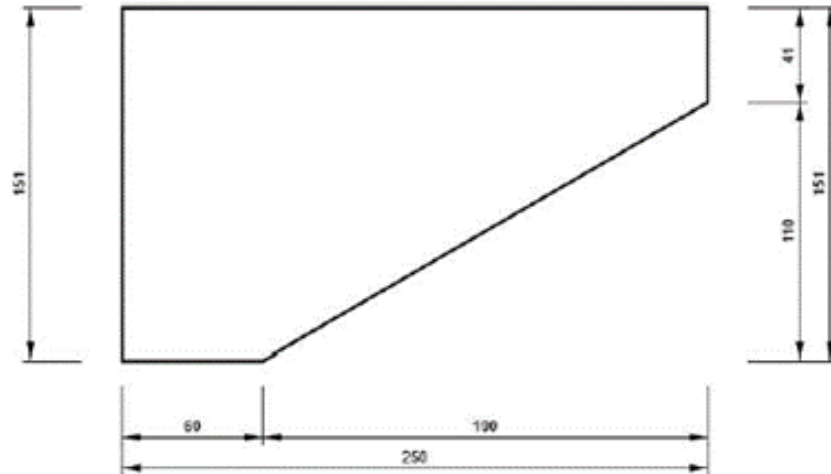
Birleşimde kullanılan taban plakası 15mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.76.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Altı adet M30-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 3mm delik toleransı verilerek taban plakasında 33mm delik açılmıştır.

P15.0x850-650 (S235)



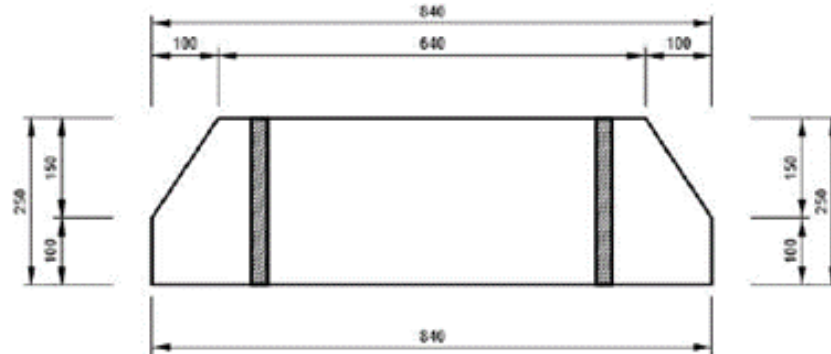
WD1

P15.0x250x151 (S235)



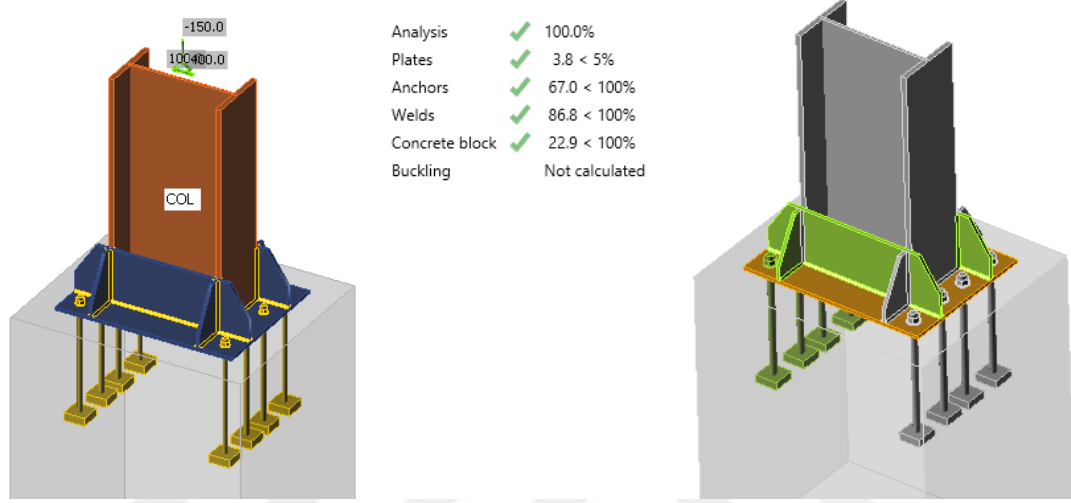
SP1

P15.0x250-840 (S235)



Şekil 3.76. (8) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akma %3.8 değerle akma sınırına yaklaşmış olup tasarım için yeterli gözükmemektedir. Berkitme levhalarının varlığından dolayı malzemedeki deformasyonlar azalmıştır. Kaynak yeterliliği sağlanmıştır. Ankraj sayısındaki artıştan dolayı ankrajlar da yeterli seviyede çalışmaktadır (Şekil 3.77.).



Şekil 3.77. (8) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

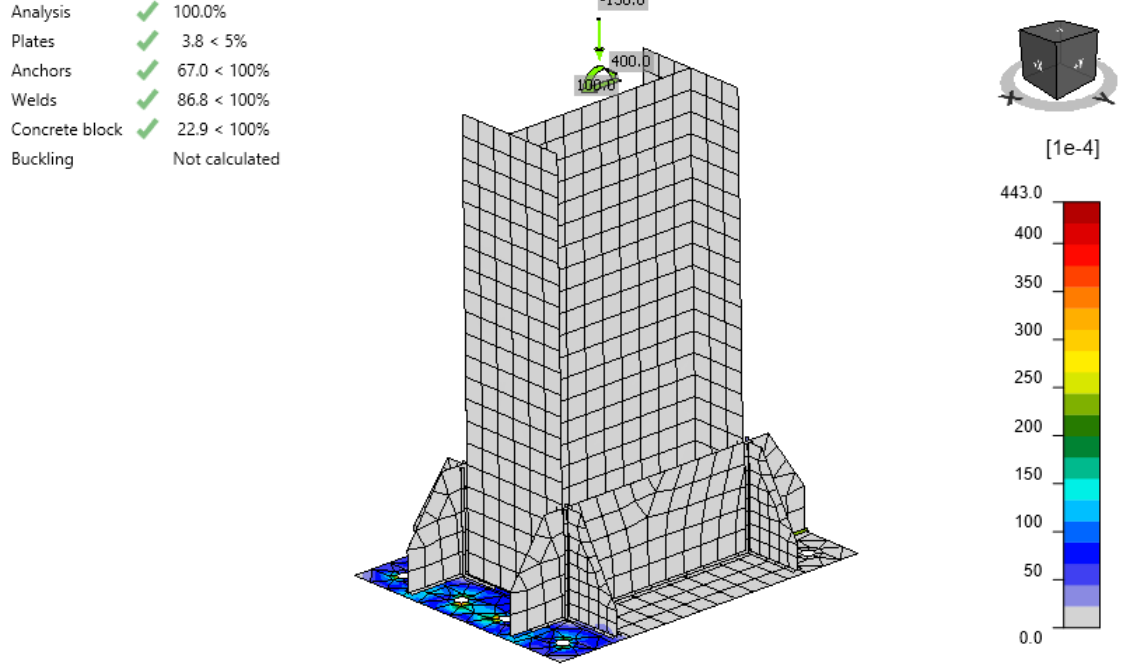
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.14.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirlik açısından yeterli gözükmemektedir.

Çizelge 3.14. (8) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

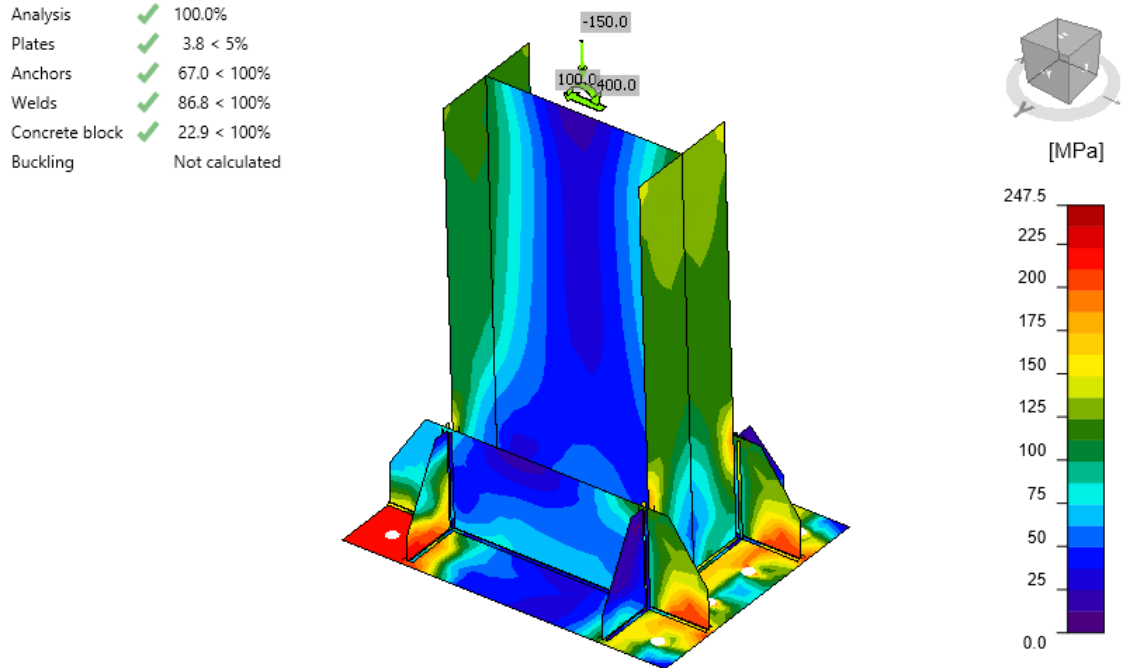
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	3.8 < 5%	OK
Anchors	67.0 < 100%	OK
Welds	86.8 < 100%	OK
Concrete block	22.9 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(8) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının bulunması taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir (Şekil 3.78.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.79.).

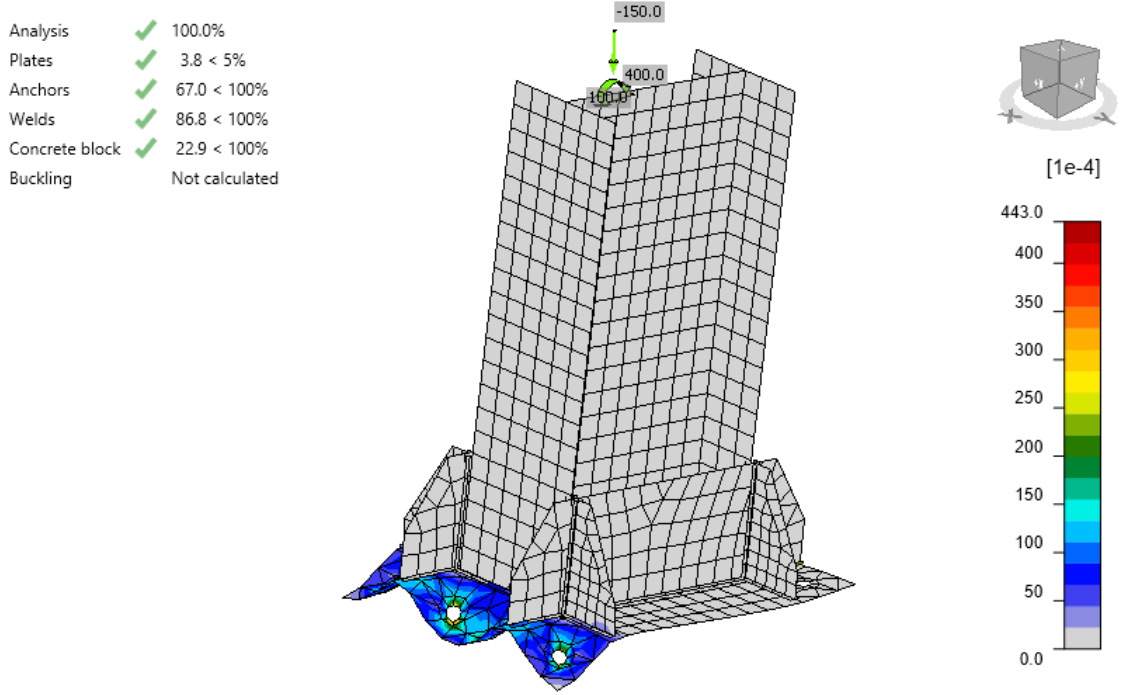


Şekil 3.78. (8) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.79. (8) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

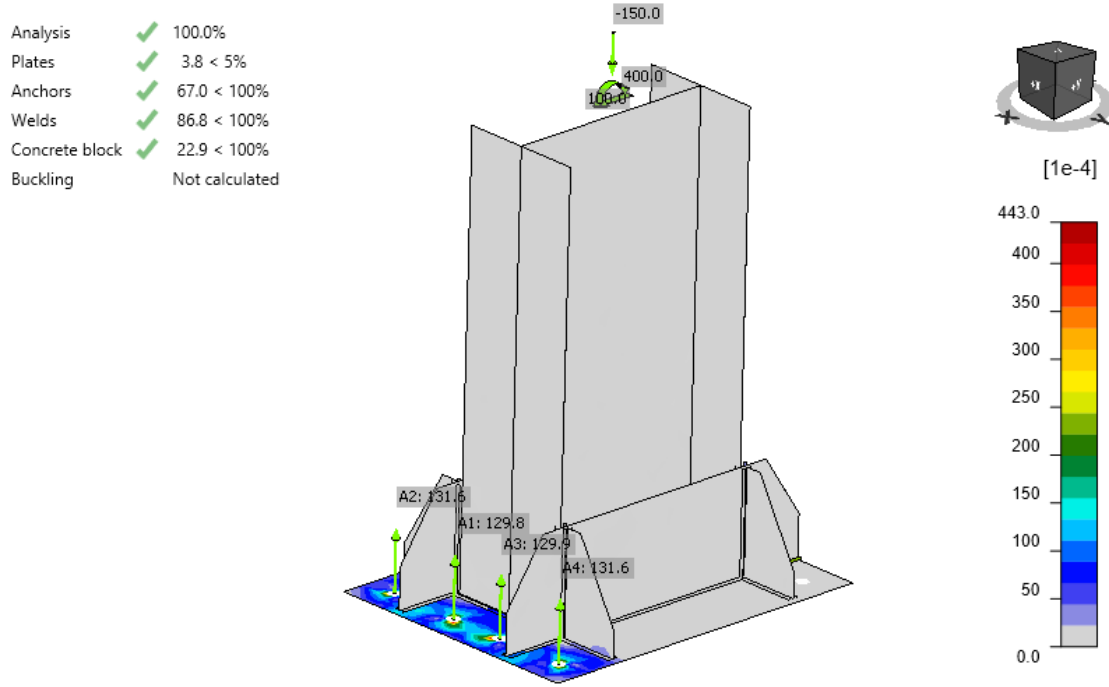
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.80.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



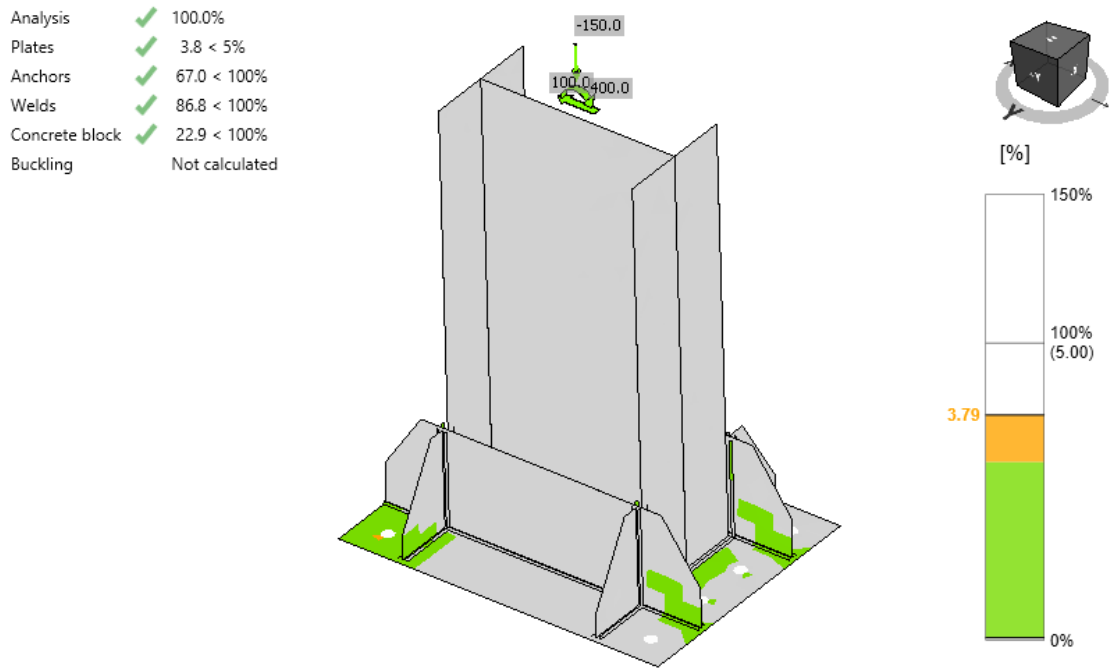
Şekil 3.80. (8) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(8) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.81.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 131.6 kN gelmektedir. Ankrajlar, kapasitelerinin sınırları içerisinde çalışmaktadır ve yeterli gözükmektedir.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %3.8 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar daha fazladır (Şekil 3.82.).



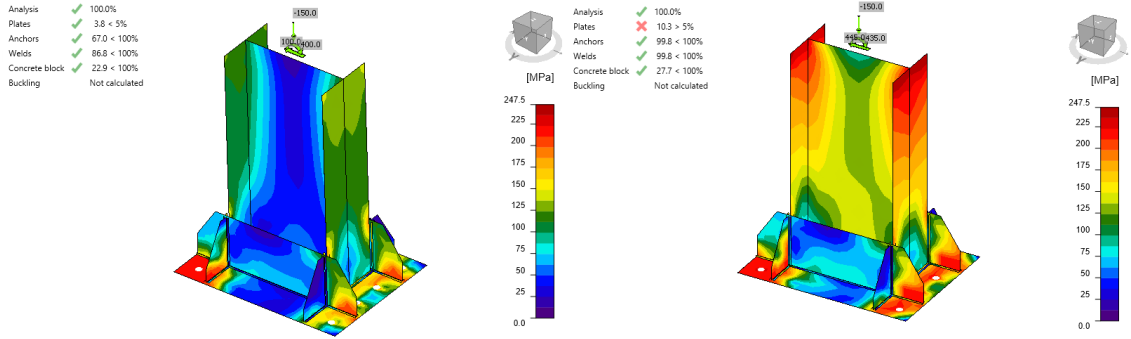
Şekil 3.81. (8) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.82. (8) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(8) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.83.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin sabit kaldığı ve 445 kN kesme kuvveti alabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayabildiği ve maksimum 435 kNm moment kuvveti alabildiği belirlenmiştir.

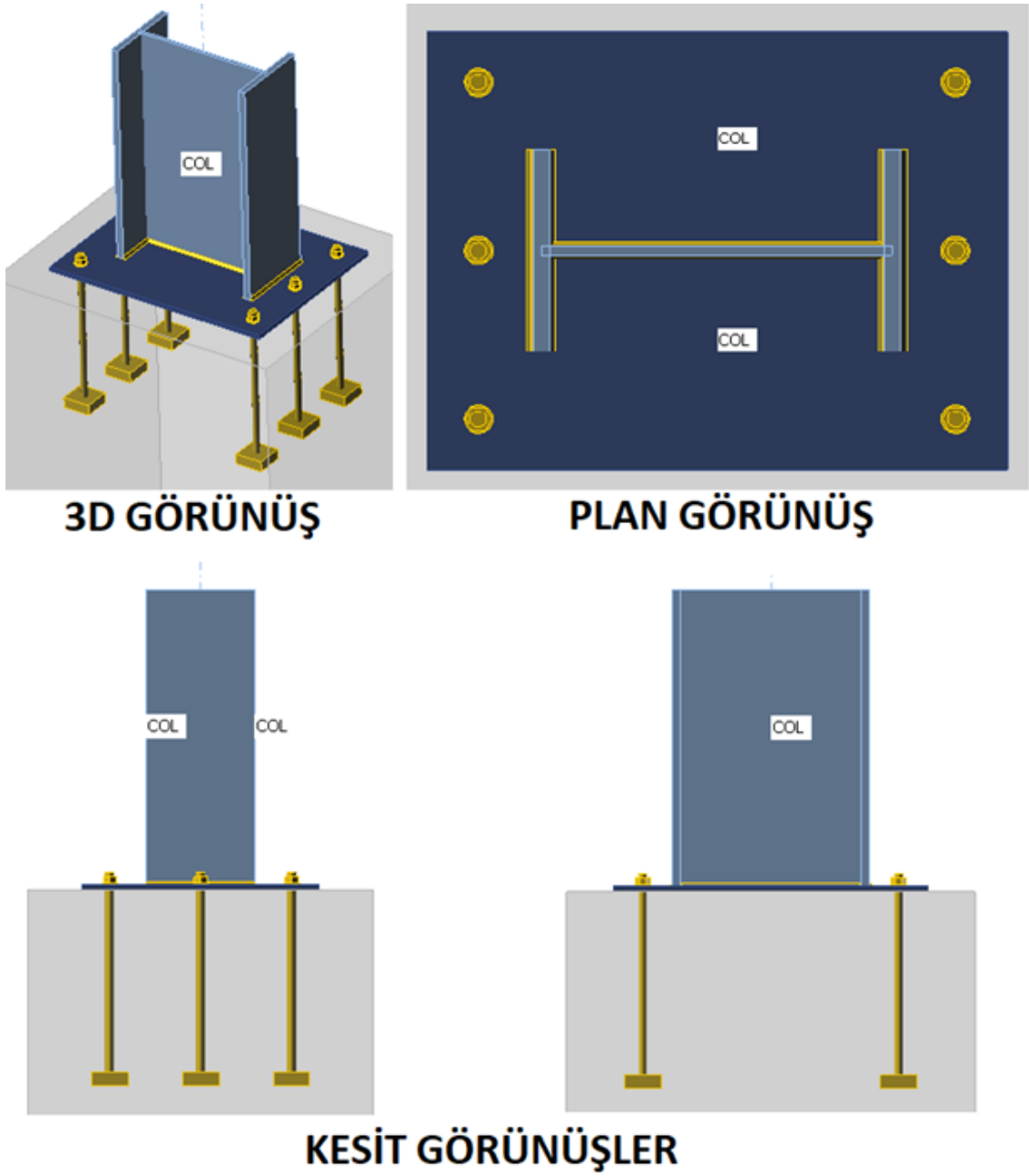
Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.83. (8) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.9. (9) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

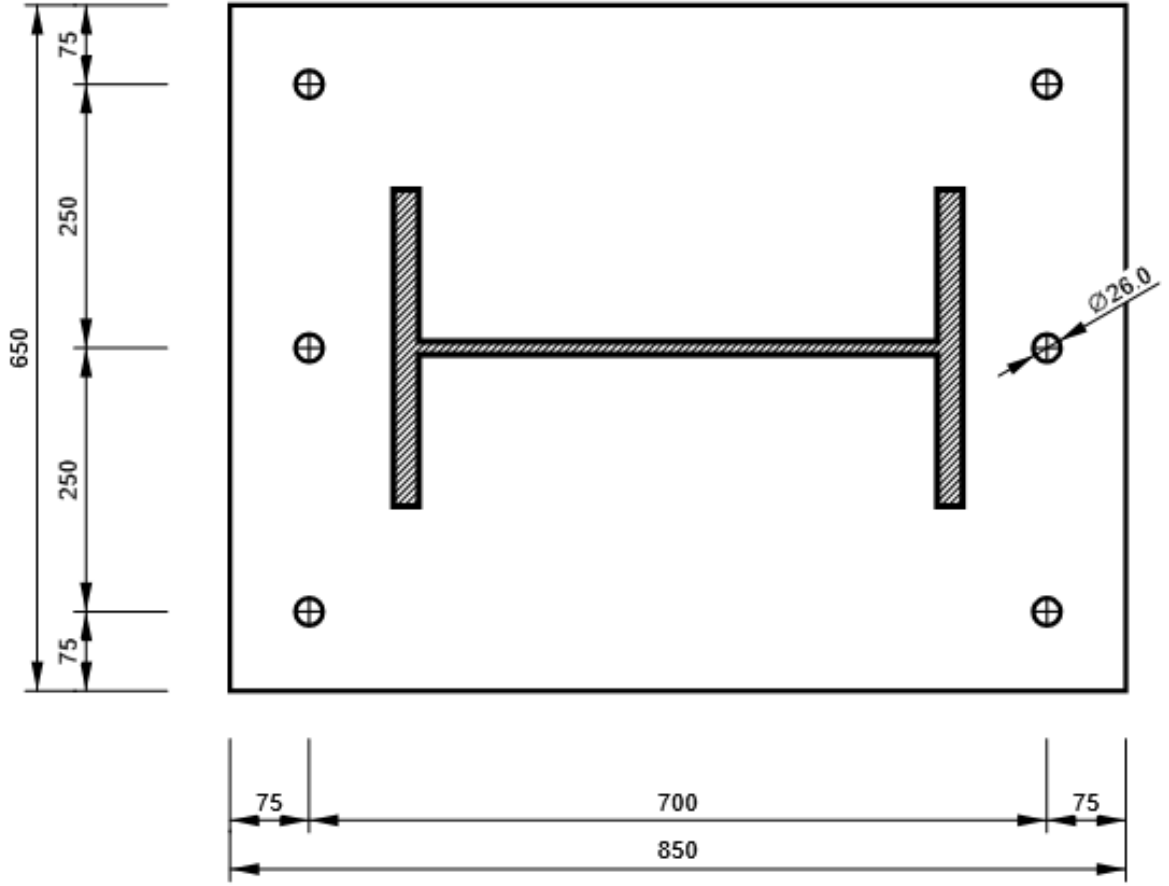
(9) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.84.). HEA550 kolonu için 20mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Altı adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.



Şekil 3.84. (9) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

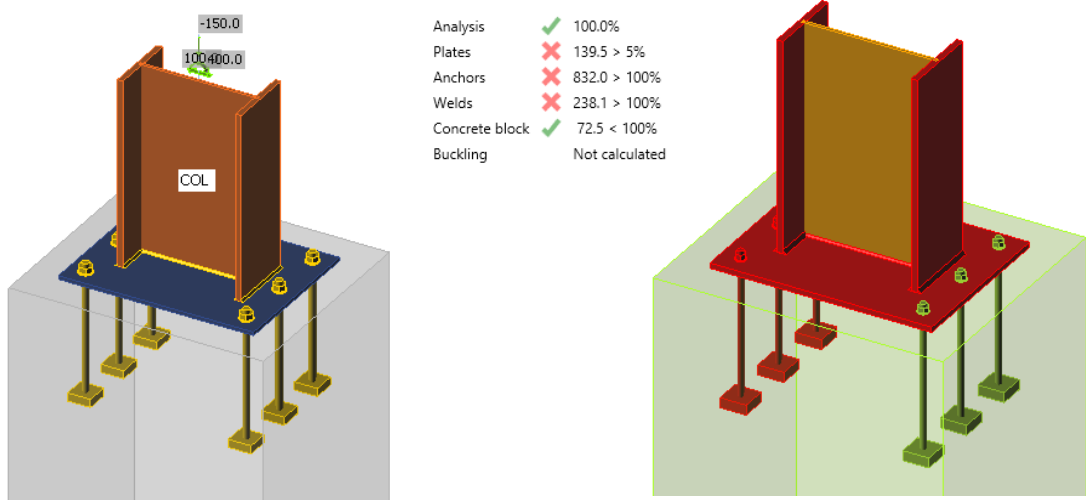
Birleşimde kullanılan taban plakası 20mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.85.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Altı adet M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır.

P20.0x850-650 (S235)



Şekil 3.85. (9) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akımlar oldukça yüksektir. Berkitme levhalarının olmamasından kaynaklı malzemedeki yüksek deformasyonlar göze çarpmaktadır. Aynı şekilde kaynaklar da oldukça yetersiz kalmaktadır. Plaka kalınlığının artması olumlu yönde etki etmiş olsa da tasarım için uygun gözükmemektedir (Şekil 3.86.).



Şekil 3.86. (9) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

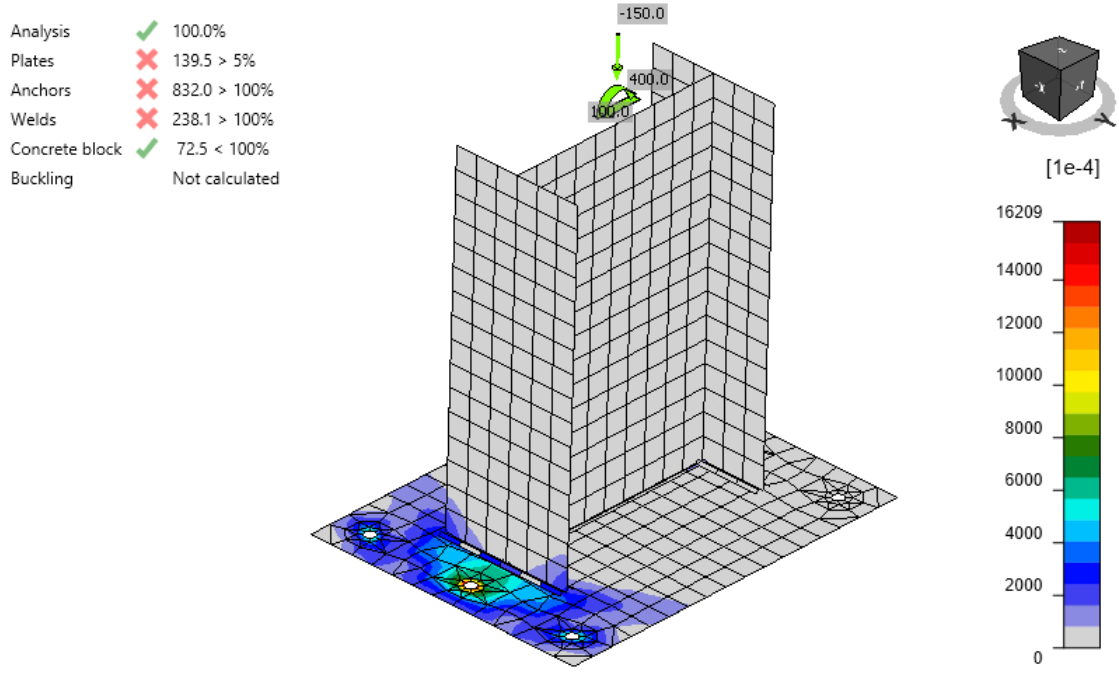
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.15.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer elde edilmiştir. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirliğin oldukça üzerindedir.

Çizelge 3.15. (9) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

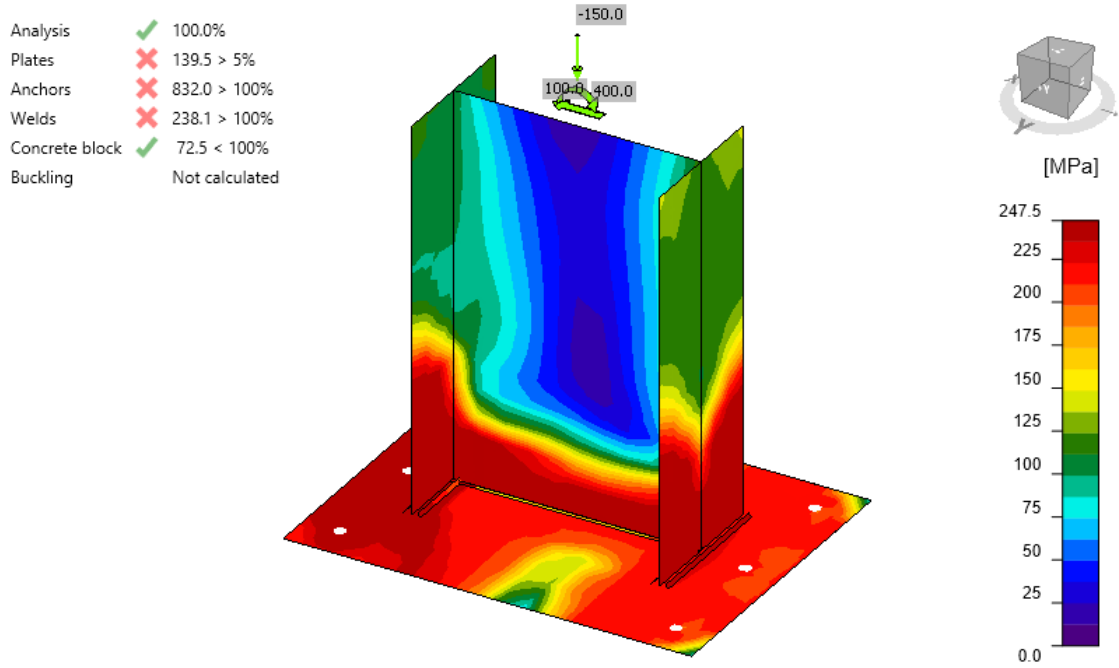
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	139.5 > 5%	Not OK!
Anchors	832.0 > 100%	Not OK!
Welds	238.1 > 100%	Not OK!
Concrete block	72.5 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(9) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.87.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.88.).

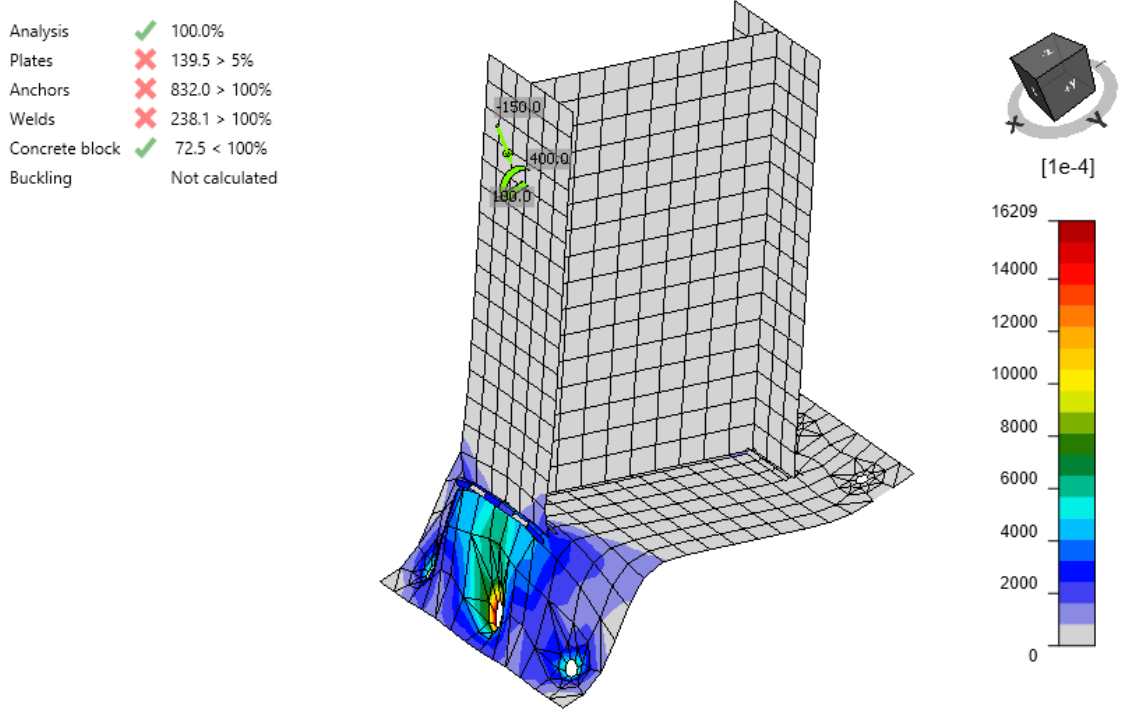


Şekil 3.87. (9) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.88. (9) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

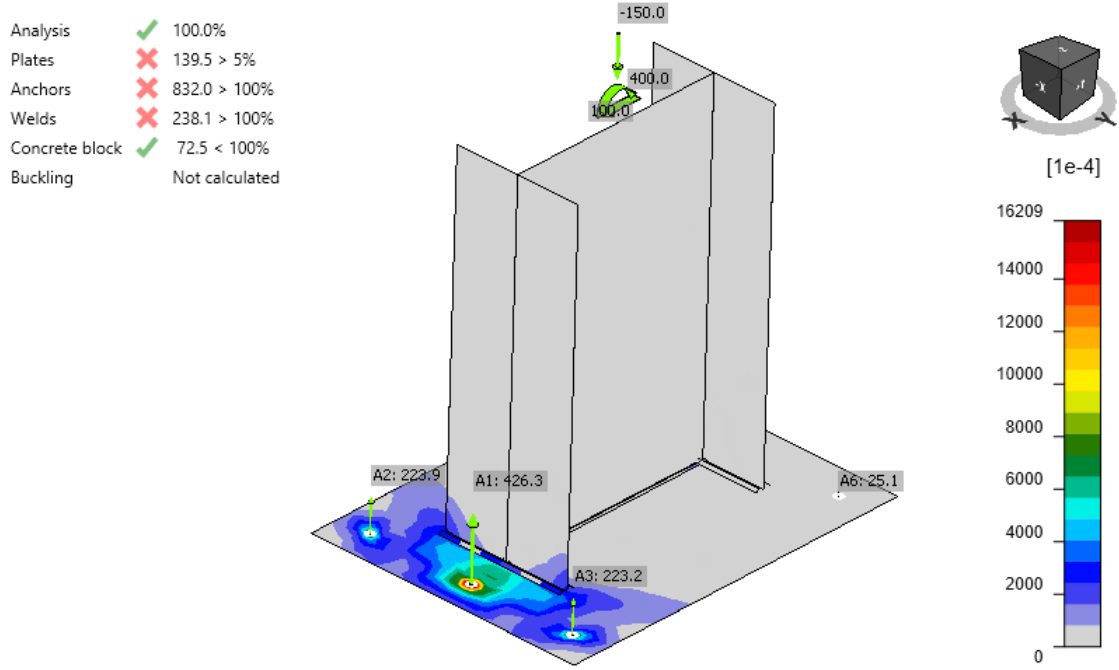
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.89.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



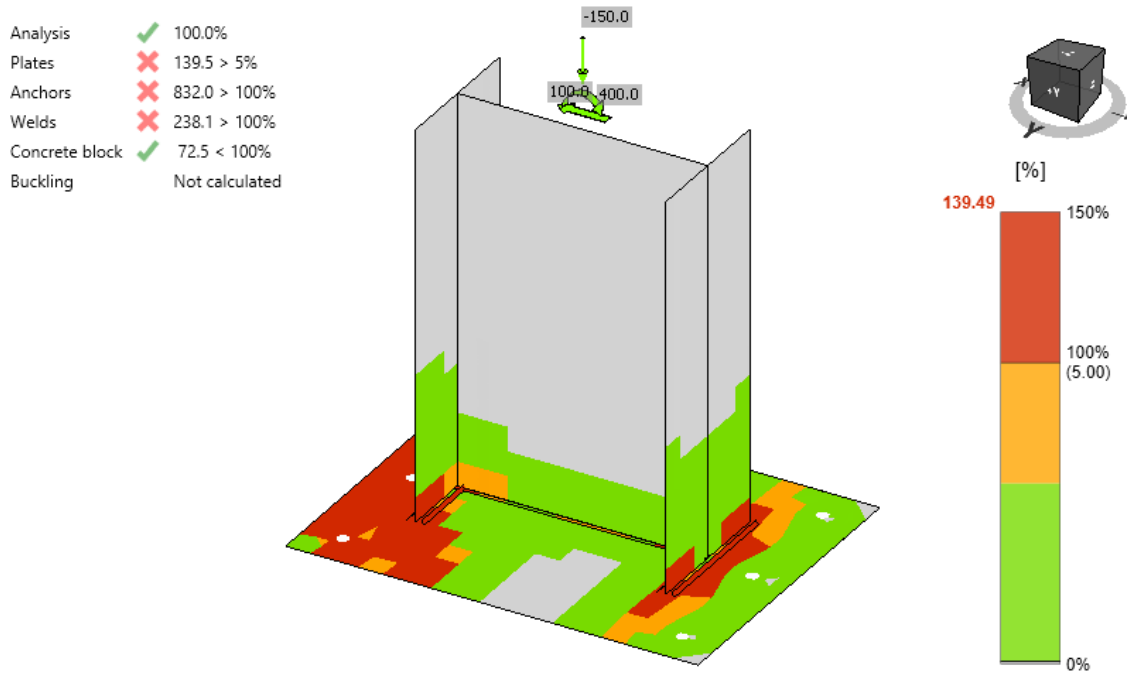
Şekil 3.89. (9) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(9) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.90.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 426.3 kN gelmektedir. Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer olan %139.5 değeri elde edilmiştir. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar oldukça fazladır (Şekil 3.91.).



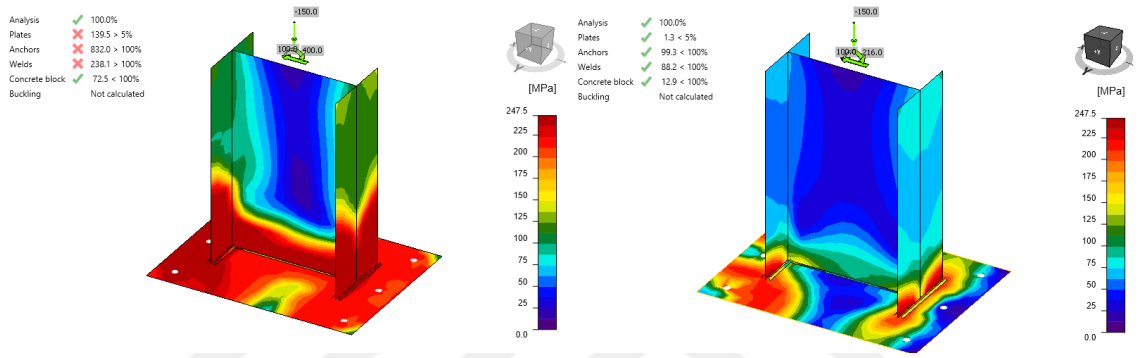
Şekil 3.90. (9) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.91. (9) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(9) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.92.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin ve 100 kN kesme kuvvetinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 216 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.

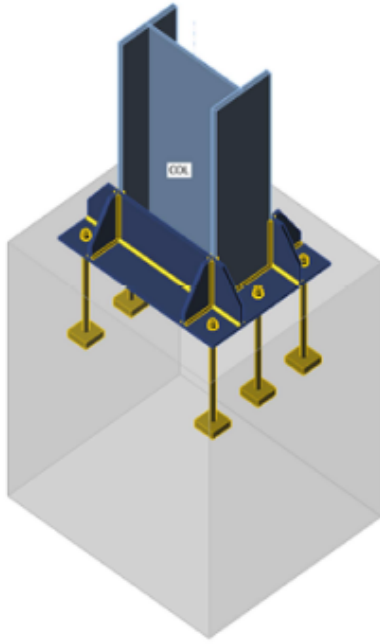
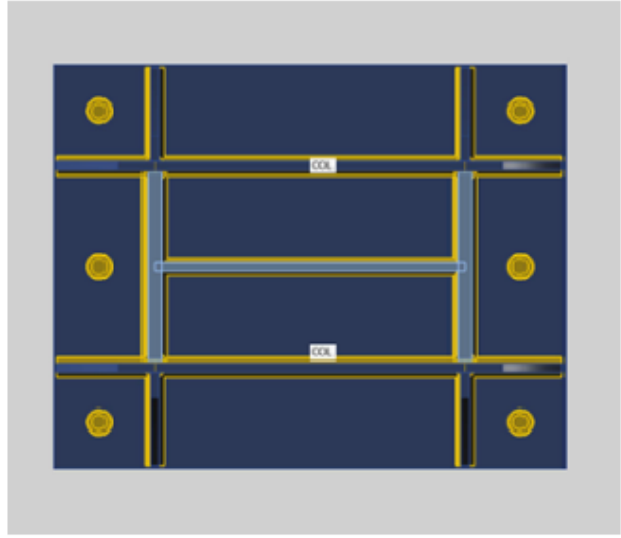
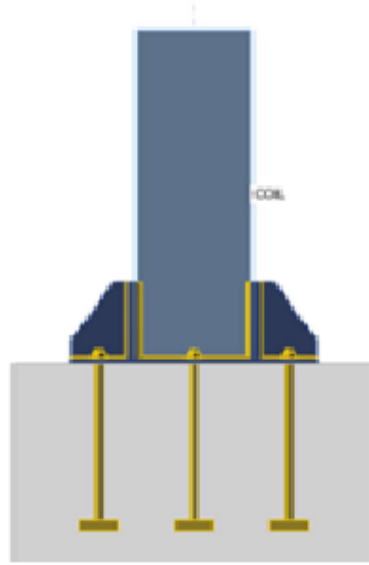
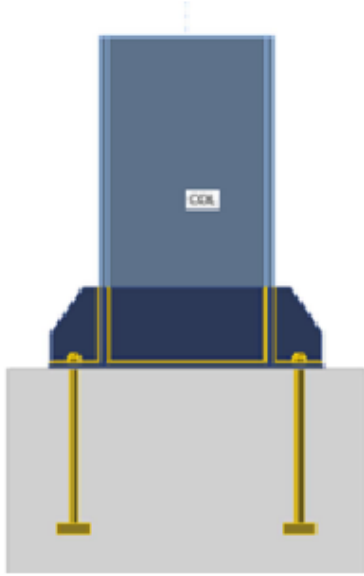


Şekil 3.92. (9) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.10. (10) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

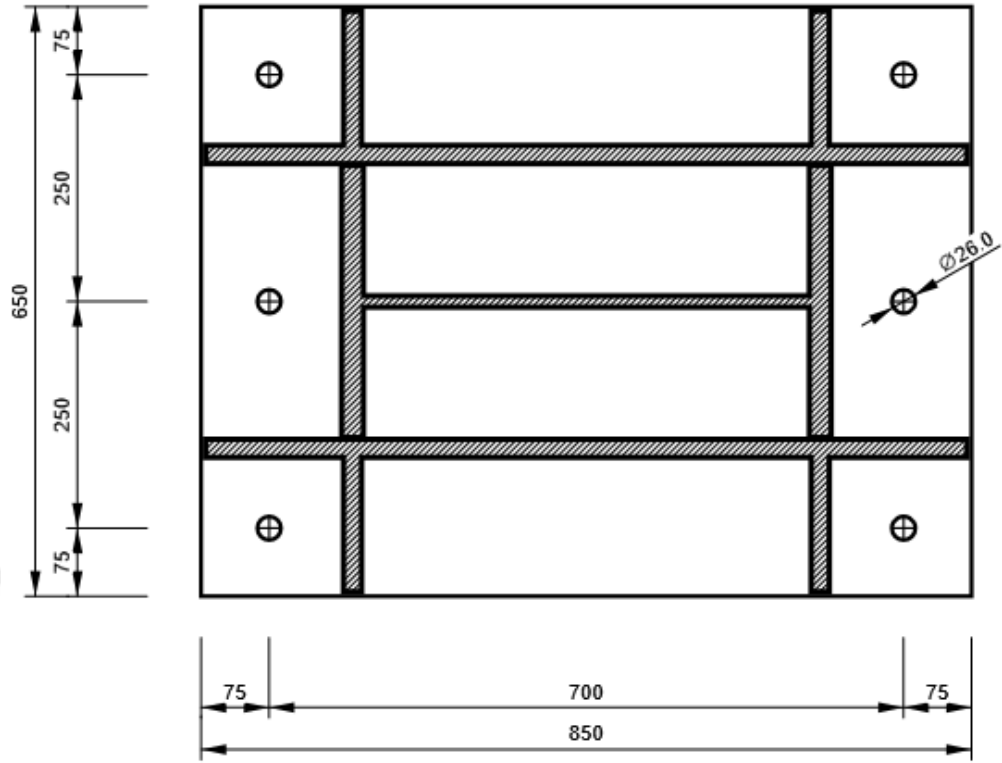
(10) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.93.). HEA550 kolonu için 20mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Ayrıca 20mm kalınlığında yatay ve dikey doğrultuda berkitme plakaları kullanılmıştır.

Altı adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır. Berkitme plakalarının köşe kısımlarında pah kırılarak keskin plaka uçları kullanılmamıştır.

**3D GÖRÜNÜŞ****PLAN GÖRÜNÜŞ****KESİT GÖRÜNÜŞLER****Şekil 3.93.** (10) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

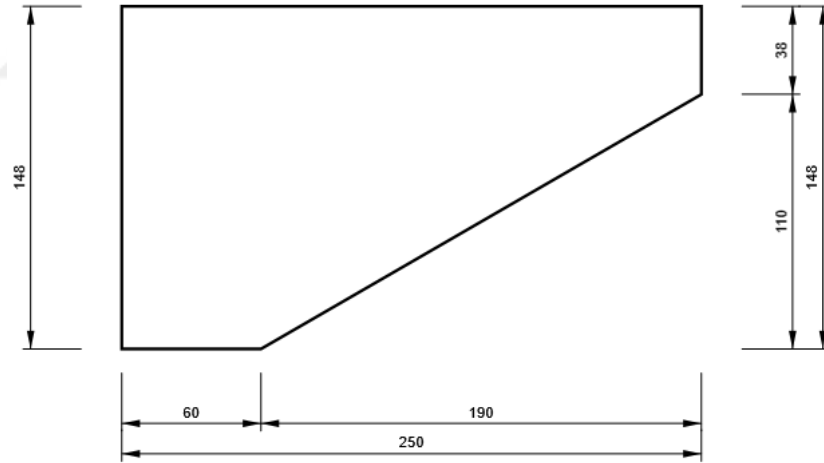
Birleşimde kullanılan taban plakası 15mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.94.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır. Ayrıca 20mm kalınlığında iki adet SP1 ve dört adet WID1 berkitme destek plakaları kullanılmıştır.

P20.0x850-650 (S235)



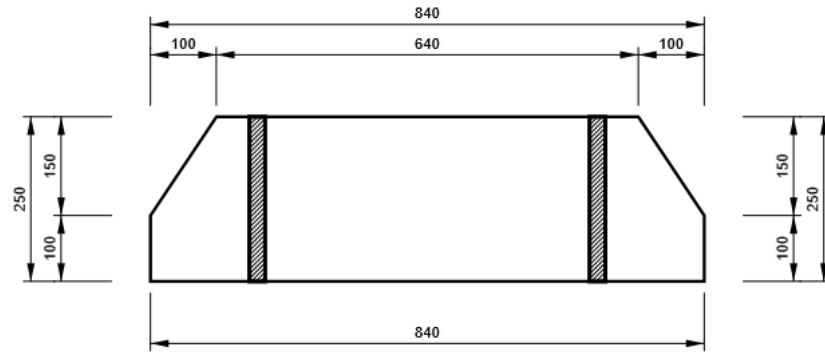
WID1

P20.0x250-148 (S235)



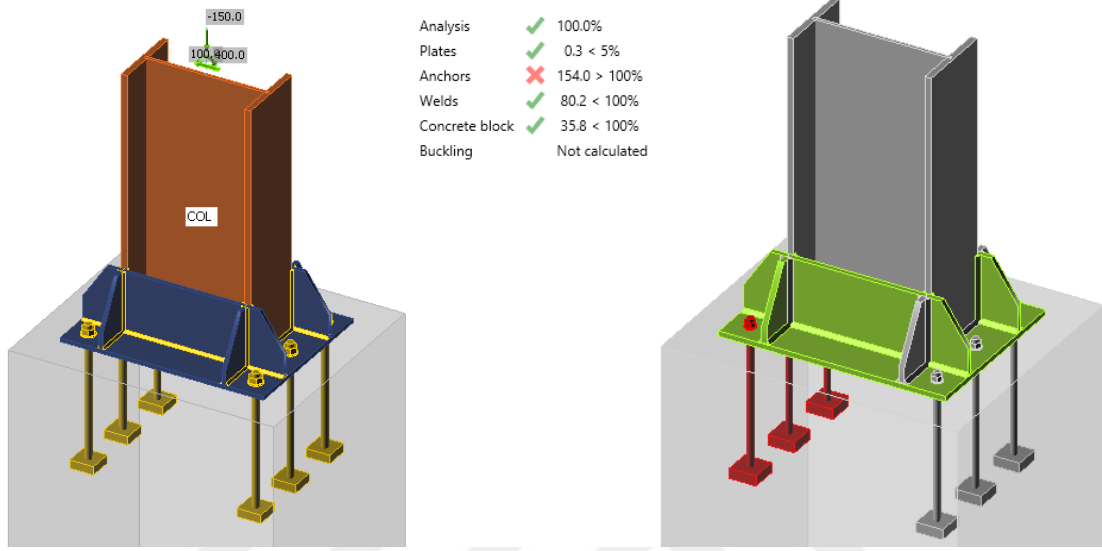
SP1

P20.0x250-840 (S235)



Şekil 3.94. (10) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akmalara %5 sınırının altında ve yeterlidir. Berkitme levhalarının varlığından dolayı malzemedeki deformasyonlar oldukça azalmış ve yeterli gelmiştir. Bağlantıdaki kaynaklar da yeterli gözükmemektedir. Fakat ankrajlar üzerine gelen yükleri taşıyamayarak yetersiz kalmıştır (Şekil 3.95.).



Şekil 3.95. (10) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme

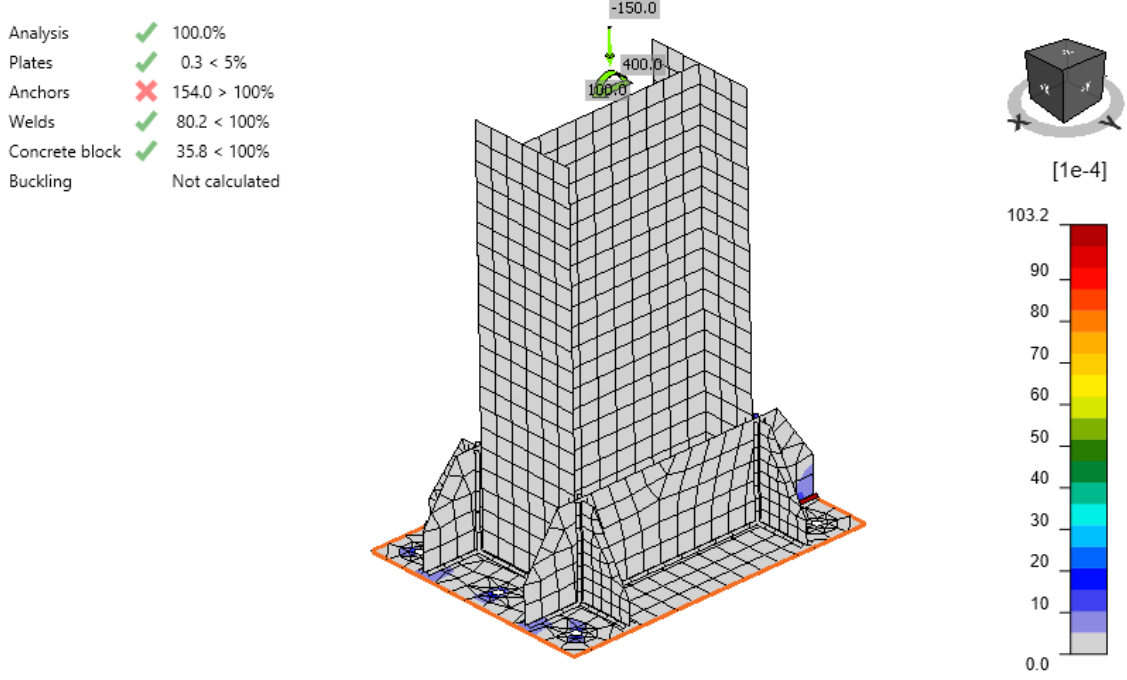
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.16.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Kaynaklar tasarım için yeterli fakat ankrajların çalışma kapasiteleri kullanılabilirlik açısından yeterli gözükmemektedir.

Çizelge 3.16. (10) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

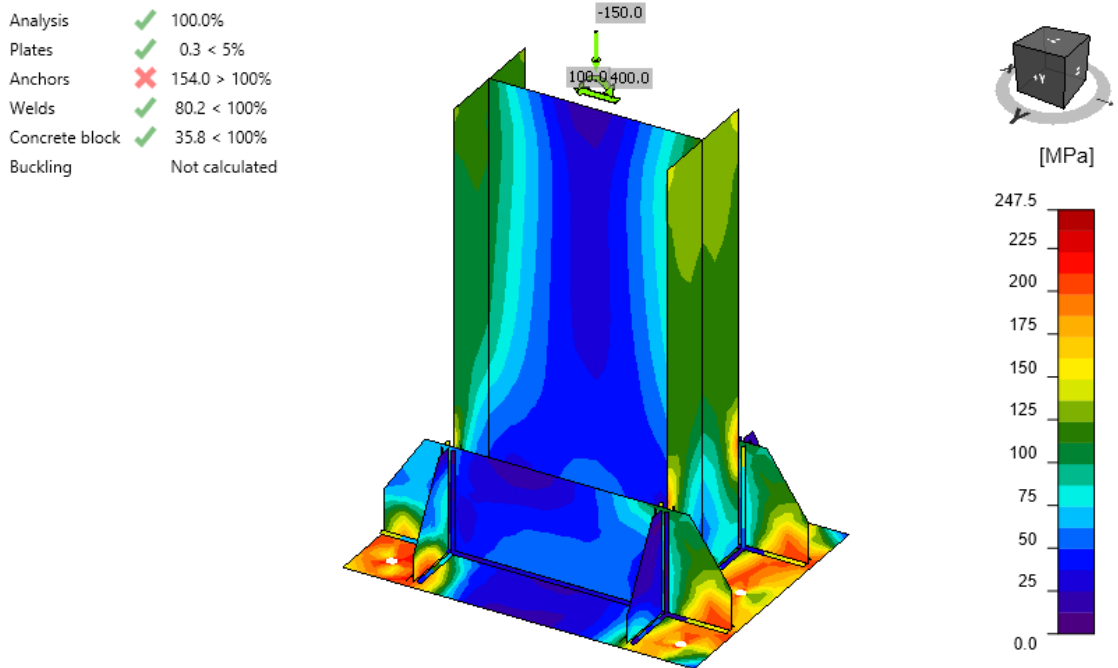
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.3 < 5%	OK
Anchors	154.0 > 100%	Not OK!
Welds	80.2 < 100%	OK
Concrete block	35.8 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(10) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının bulunması taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir (Şekil 3.96.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.97.).

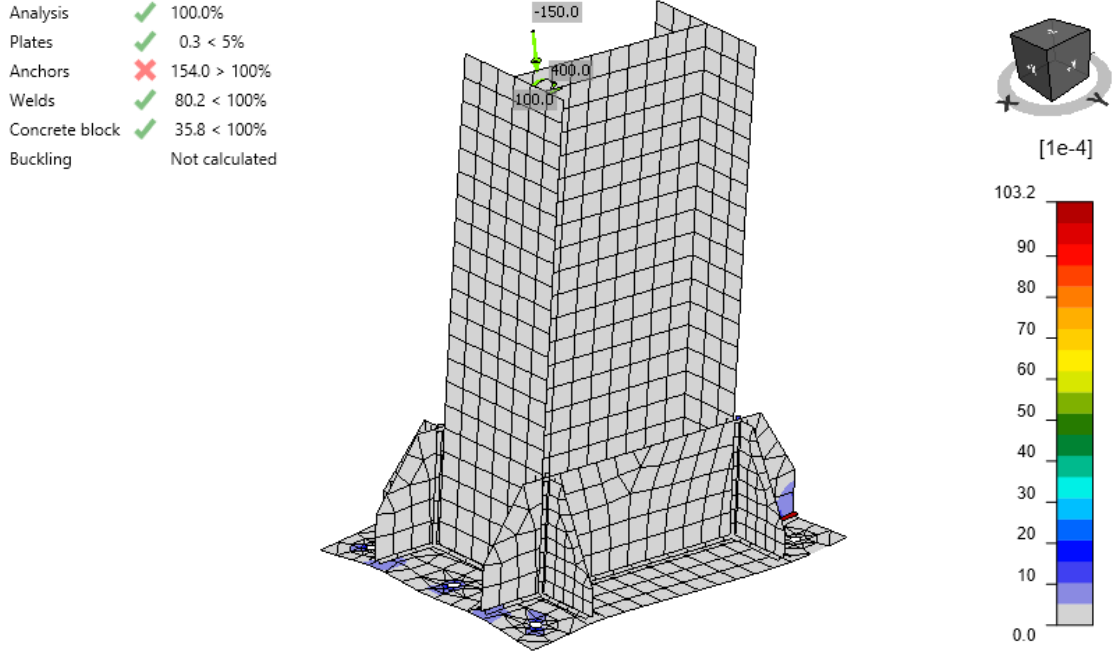


Şekil 3.96. (10) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.97. (10) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

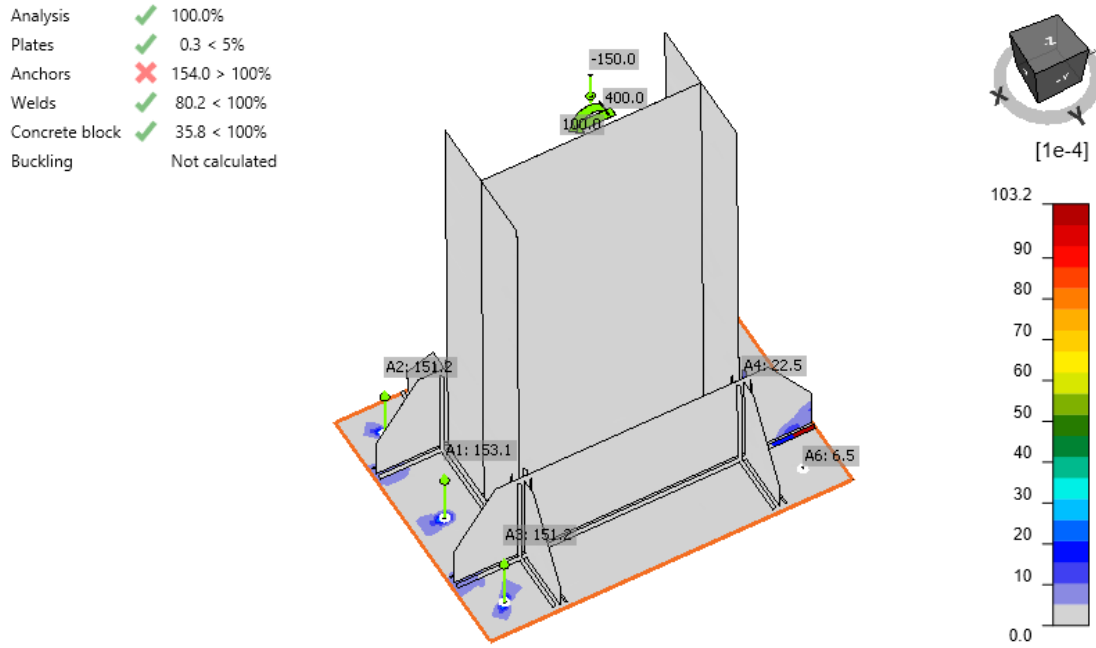
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.98.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



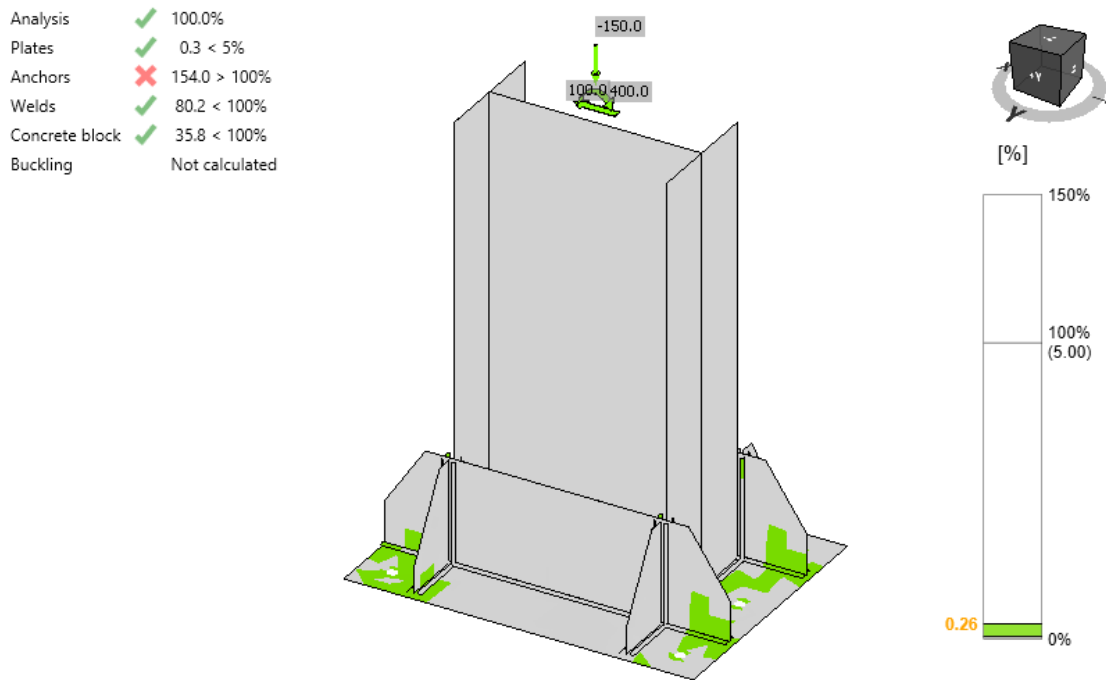
Şekil 3.98. (10) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(10) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.99.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 153.1 kN gelmektedir. Ankrajlar, kapasitelerinin biraz üzerinde çalışmaktadır ve yeterli gözükmemektedir.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %0.3 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar daha fazladır (Şekil 3.100.).



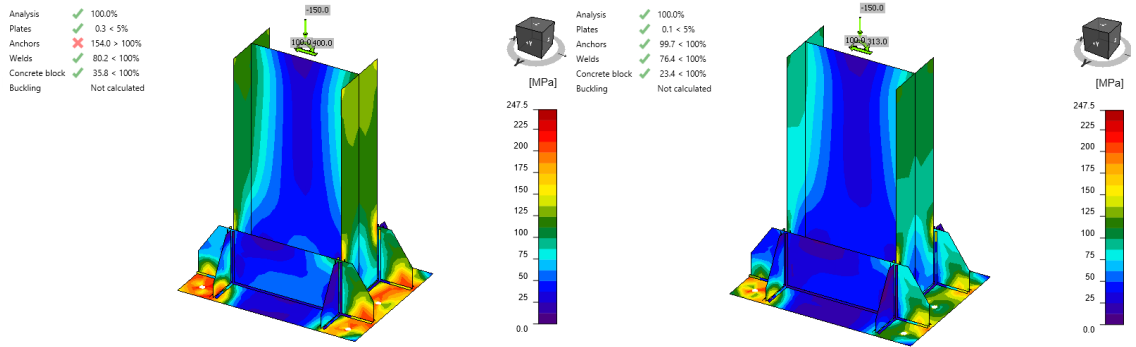
Şekil 3.99. (10) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.100. (10) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(10) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.101.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin ve 100 kN kesme kuvvetinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 313 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

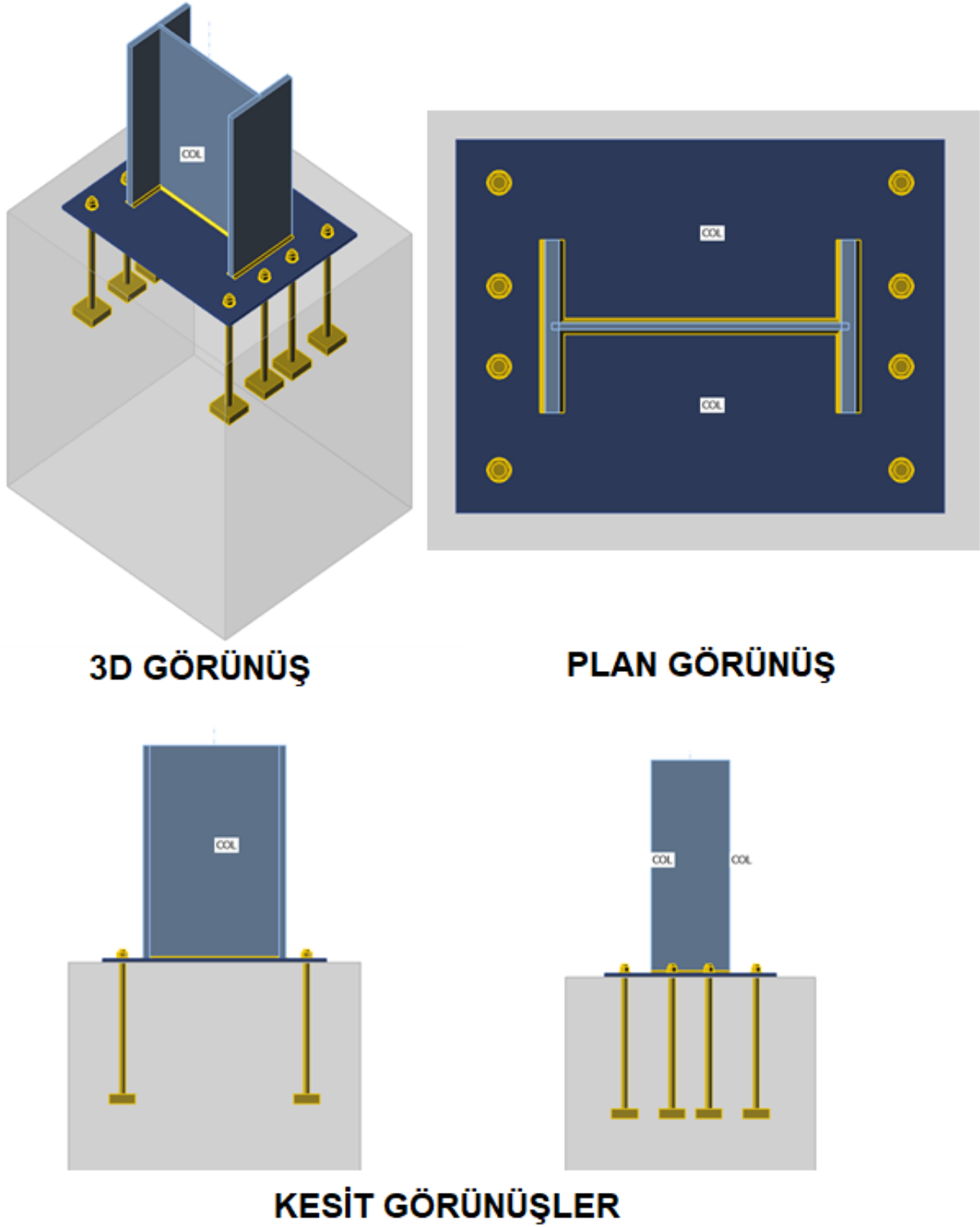
Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.101. (10) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.11. (11) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

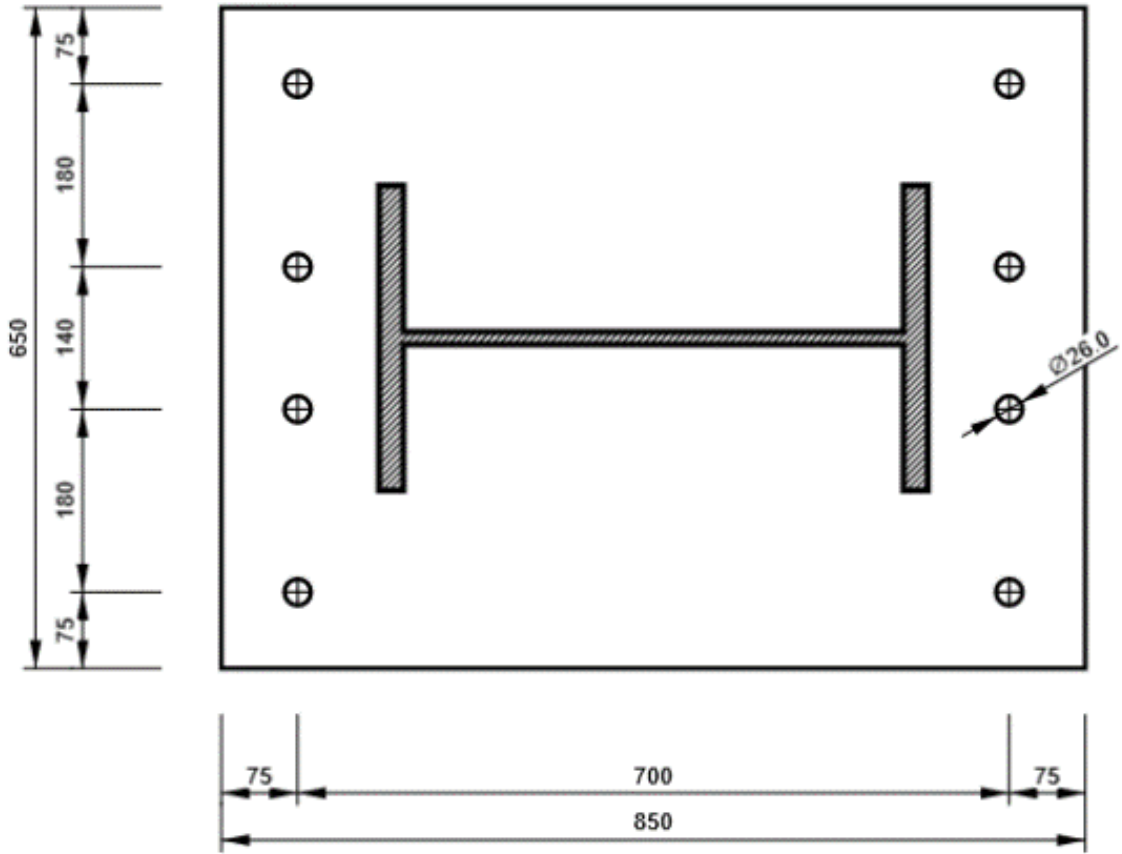
(11) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.102.). HEA550 kolonu için 20mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Sekiz adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.



Şekil 3.102. (11) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

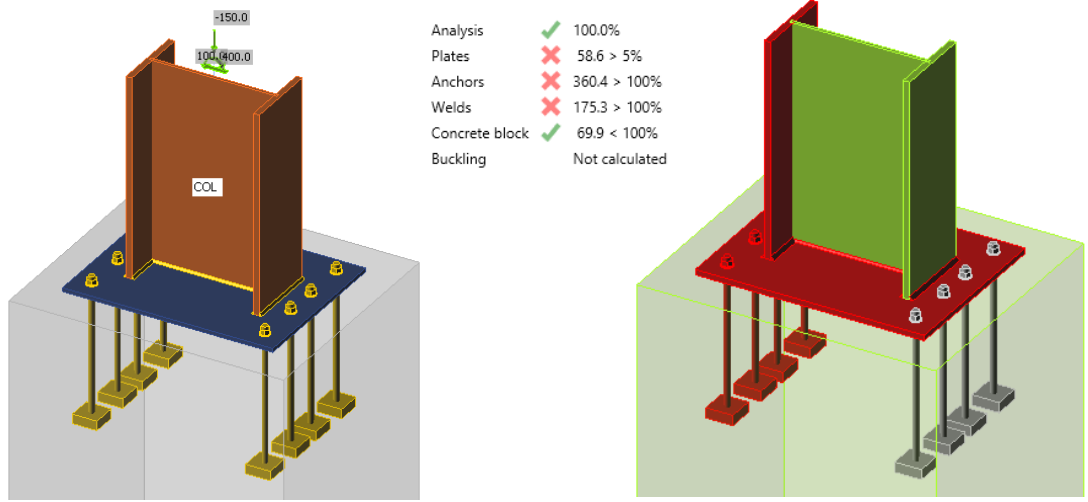
Birleşimde kullanılan taban plakası 20mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.103.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Sekiz adet M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır.

P20.0x850-650 (S235)



Şekil 3.103. (11) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akımlar oldukça yüksektir. Berkitme levhalarının olmamasından kaynaklı malzemedeki yüksek deformasyonlar göze çarpmaktadır. Aynı şekilde kaynaklar da oldukça yetersiz kalmaktadır. Plaka kalınlığının ve ankraj adedinin artması olumlu yönde etki etmiş olsa da istenilen tasarım için yeterli gözükmemektedir (Şekil 3.104.).



Şekil 3.104. (11) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

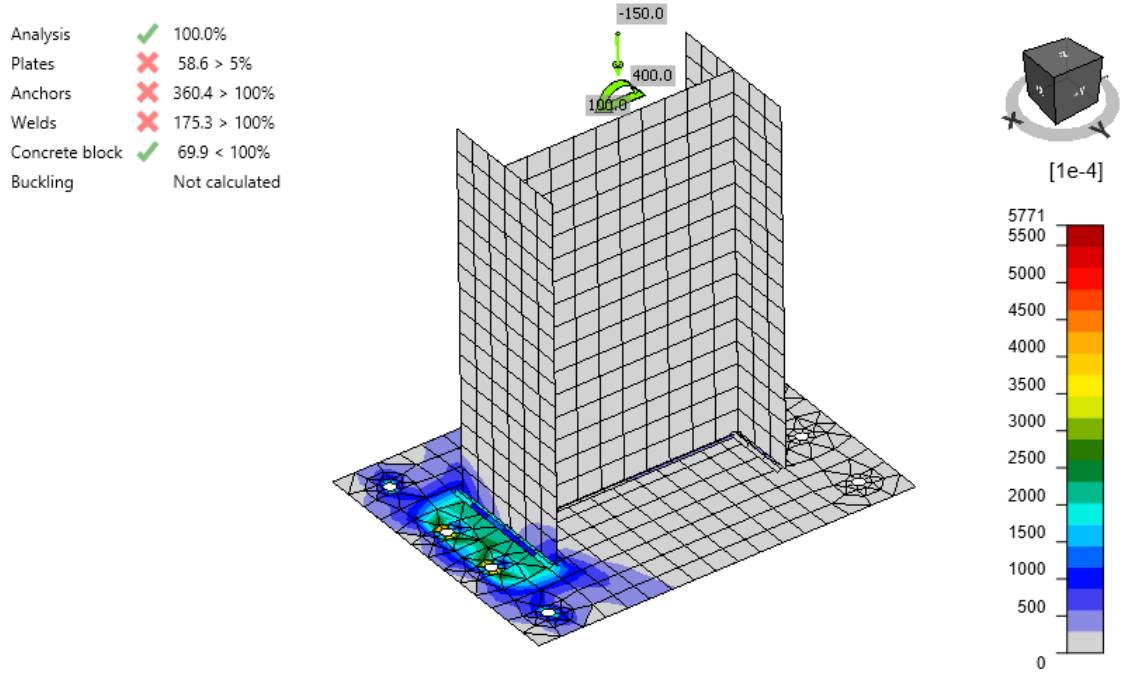
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.17.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer elde edilmiştir. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirliğin oldukça üzerindedir.

Çizelge 3.17. (11) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

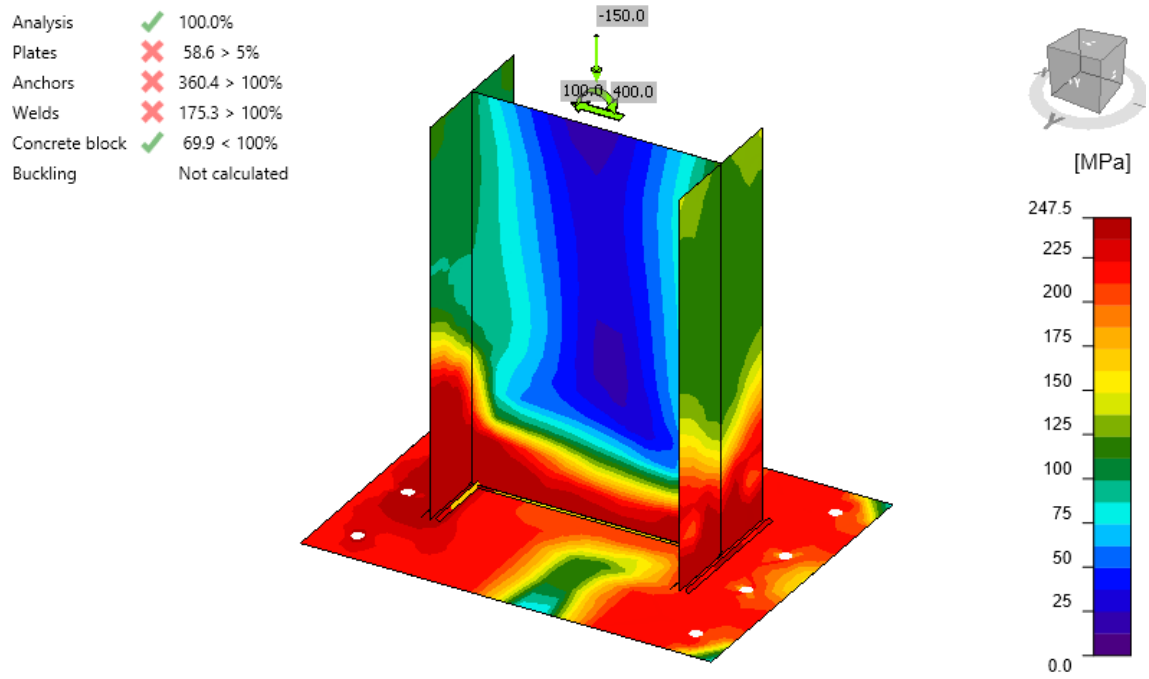
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	58.6 > 5%	Not OK!
Anchors	360.4 > 100%	Not OK!
Welds	175.3 > 100%	Not OK!
Concrete block	69.9 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(11) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.105.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.106.).

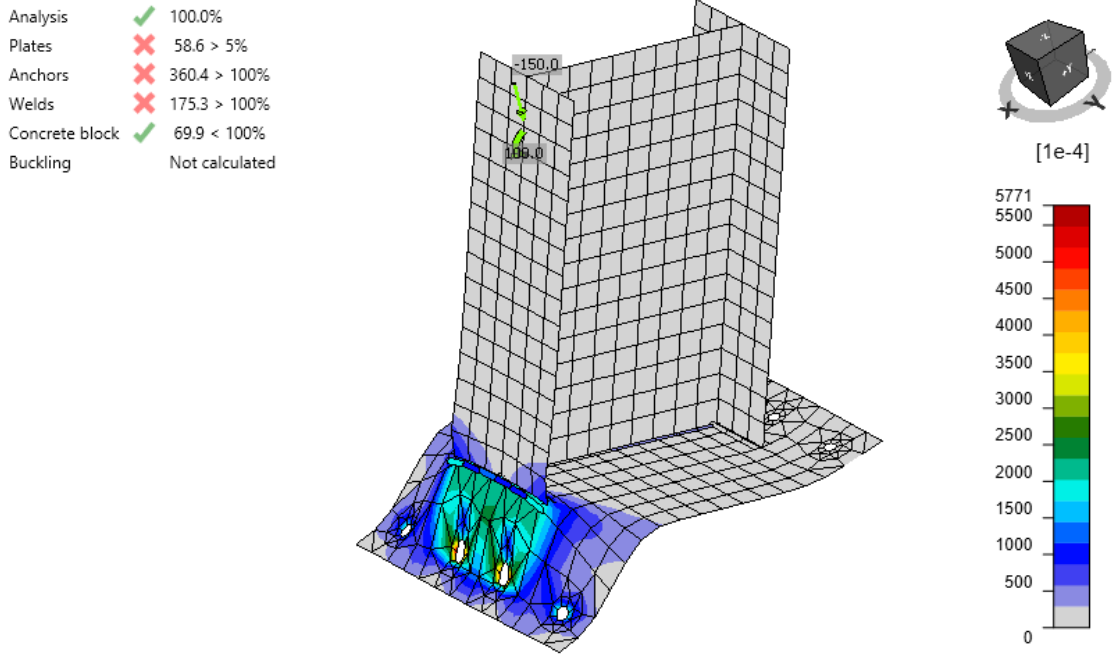


Şekil 3.105. (11) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.106. (11) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

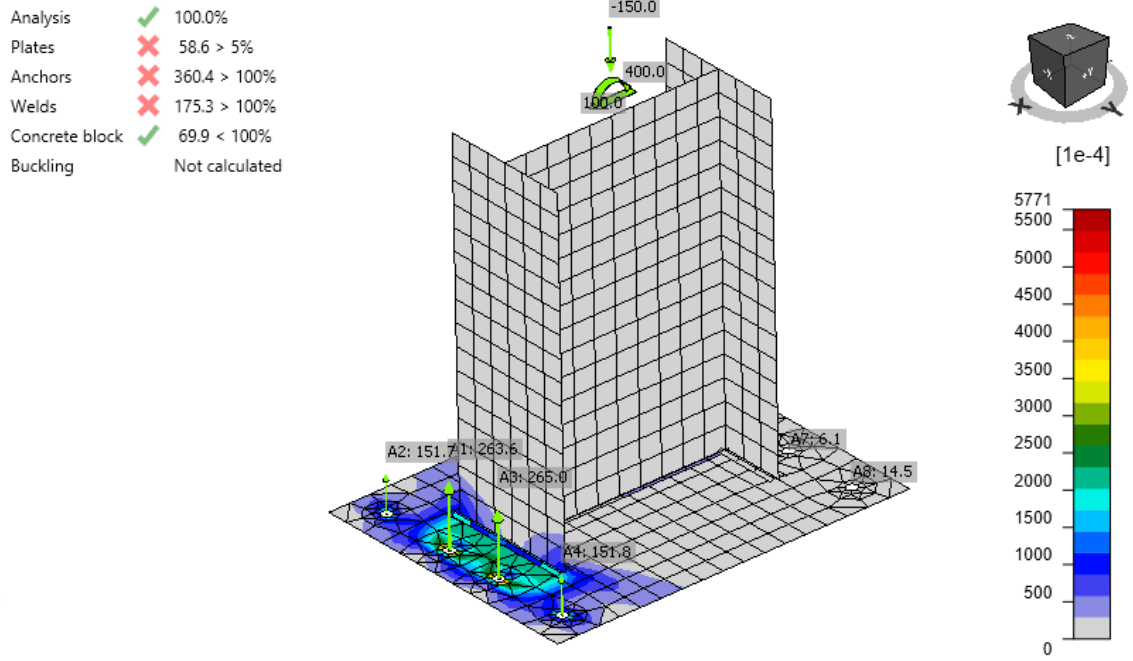
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.107.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



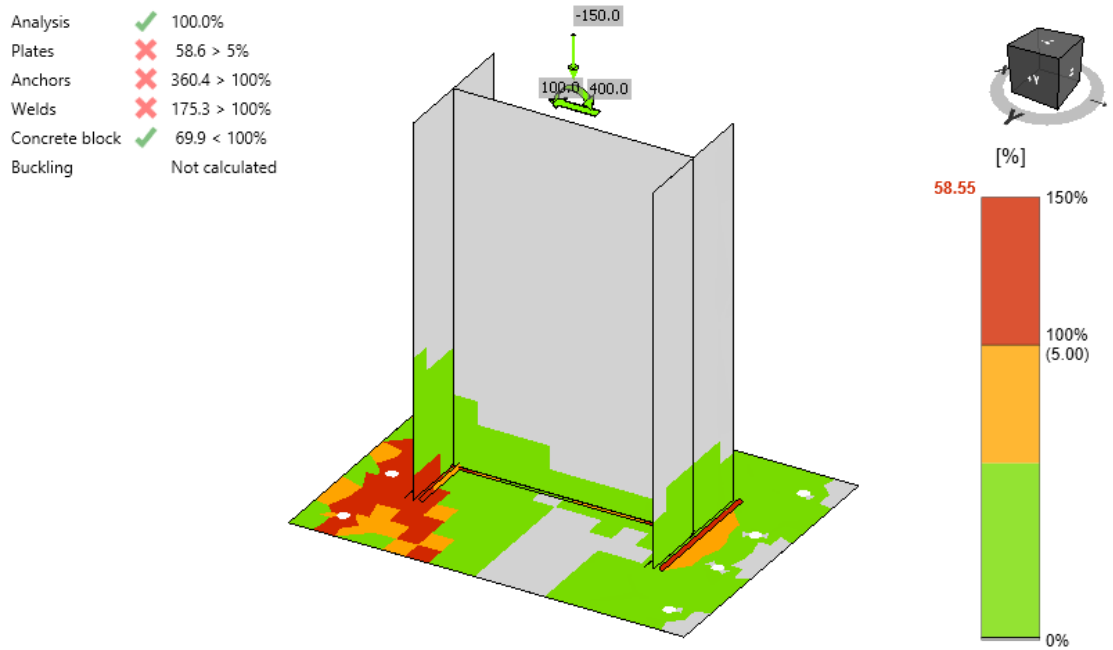
Şekil 3.107. (11) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(11) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.108.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 265 kN gelmektedir. Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer olan %58.6 değeri elde edilmiştir. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar oldukça fazladır (Şekil 3.109.).



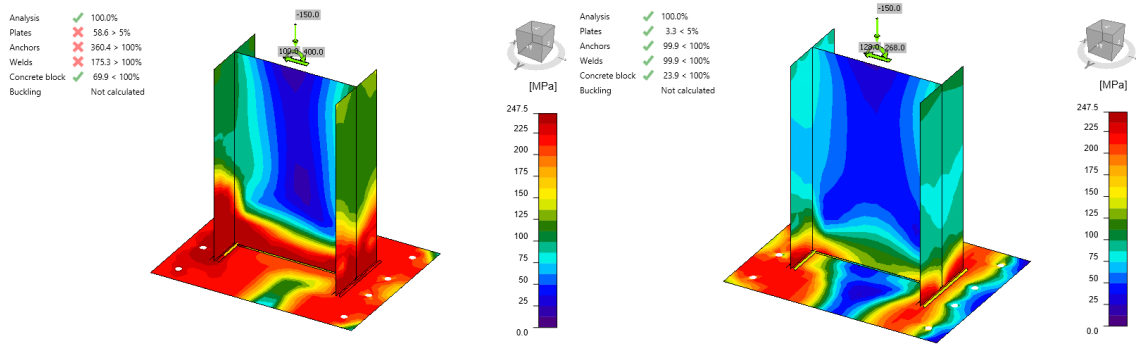
Şekil 3.108. (11) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.109. (11) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(11) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.110.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin sabit kaldığı ve 128 kN kesme kuvveti alabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 268 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.

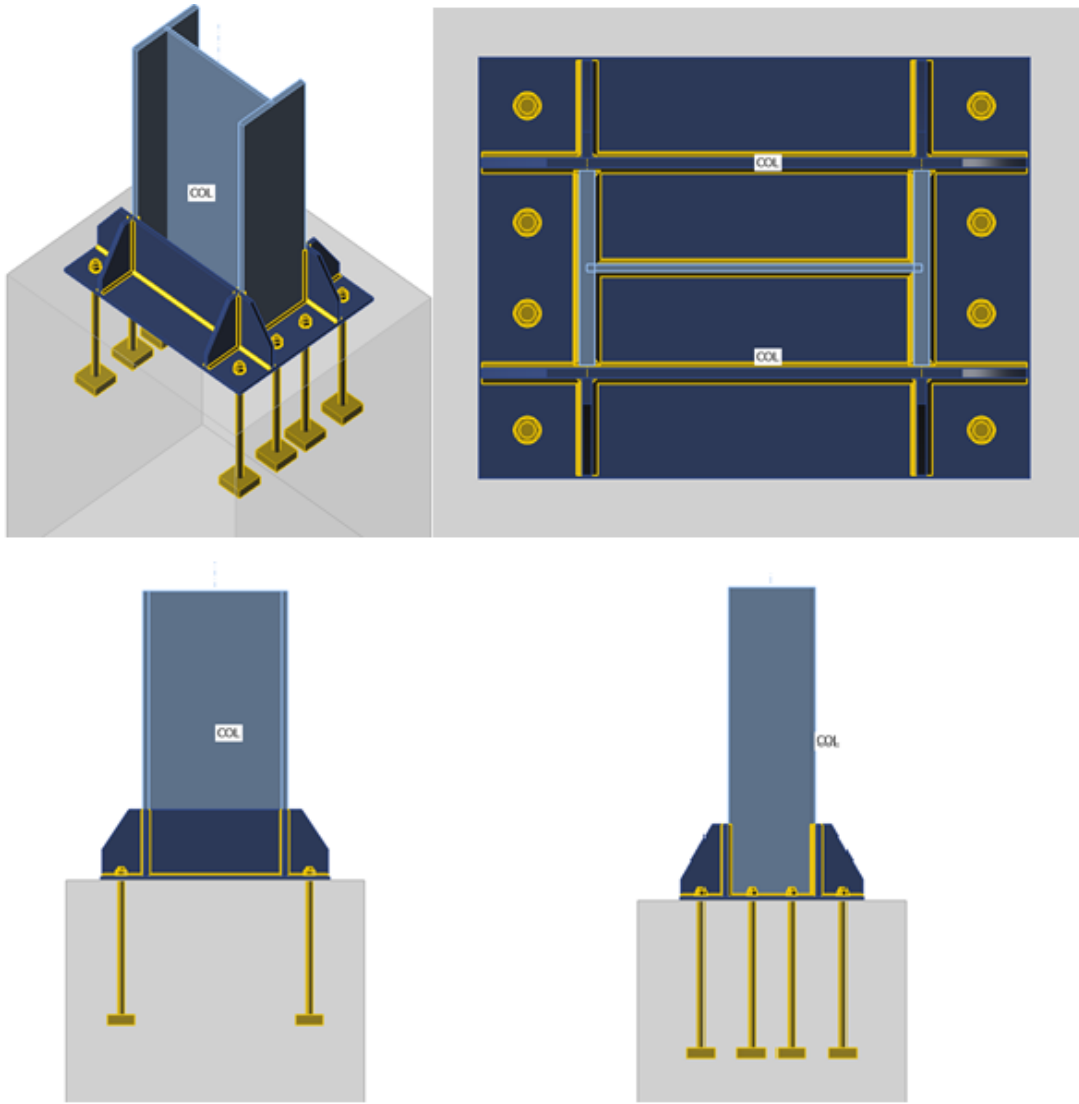


Şekil 3.110. (11) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.12. (12) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

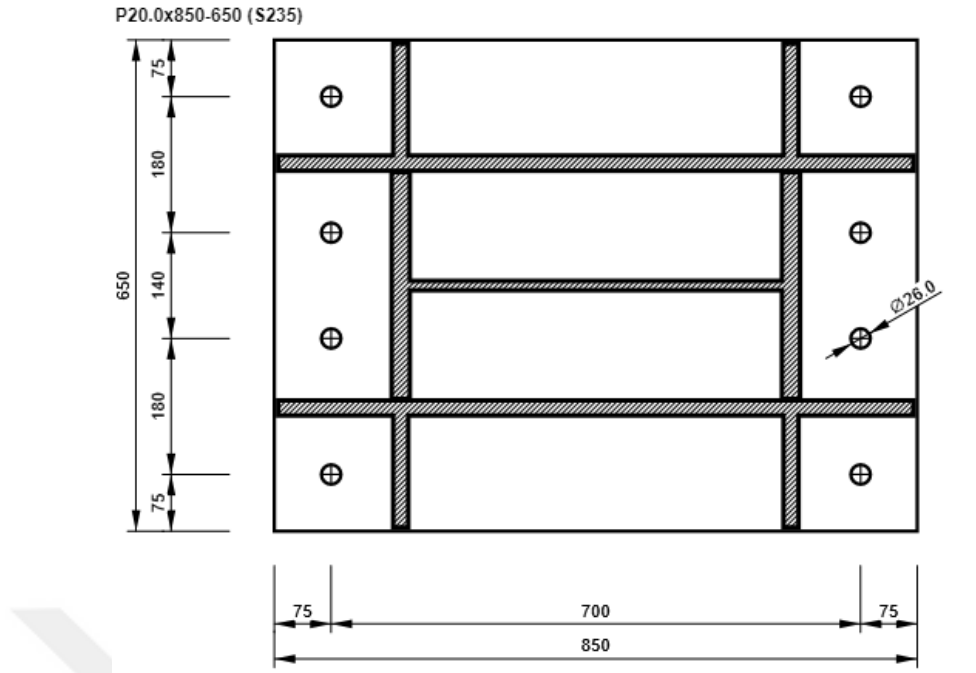
(12) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.111.). HEA550 kolonu için 20mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Ayrıca 20mm kalınlığında yatay ve dikey doğrultuda berkitme plakaları kullanılmıştır.

Sekiz adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır. Berkitme plakalarının köşe kısımlarında pah kırılarak keskin plaka uçları kullanılmamıştır.



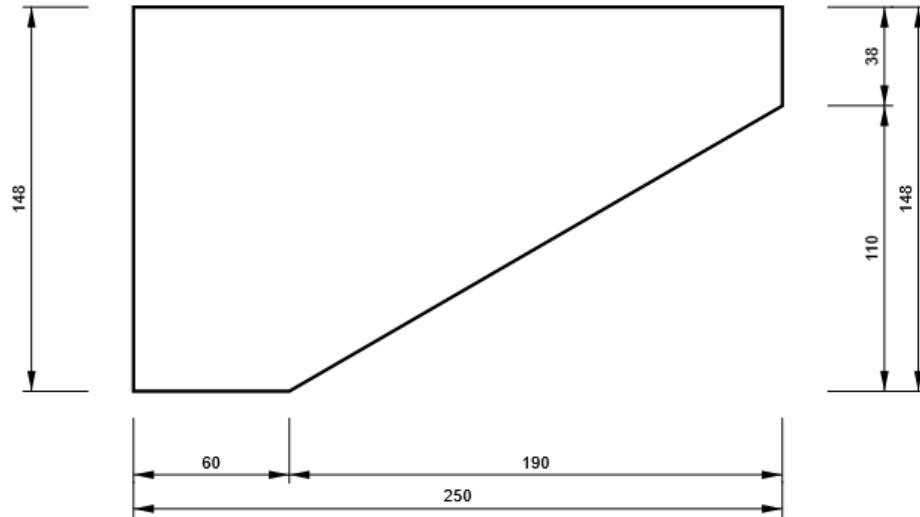
Şekil 3.111. (12) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

Birleşimde kullanılan taban plakası 20mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.112.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır. Ayrıca 20mm kalınlığında iki adet SP1 ve dört adet WID1 berkitme destek plakaları kullanılmıştır.



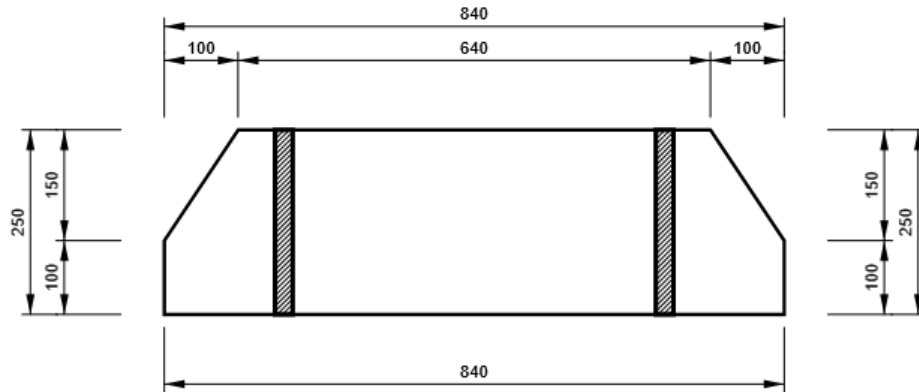
WID1

P20.0x250-148 (S235)



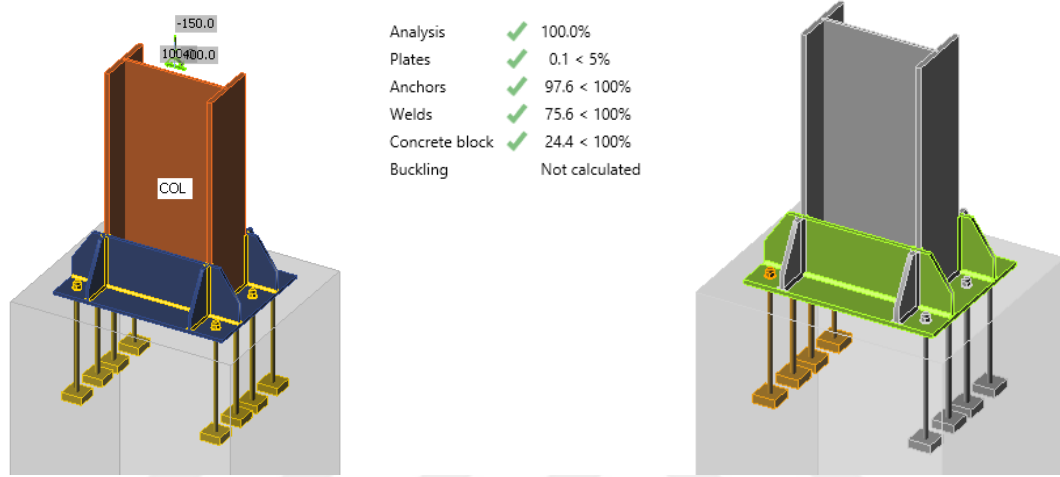
SP1

P20.0x250-840 (S235)



Şekil 3.112. (12) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akma sınırları %0.1 değerle akma sınırının altında olup tasarım için yeterli gözükmemektedir. Berkitme levhalarının varlığından dolayı malzemede deformasyonlar azalmıştır. Kaynak yeterliliği sağlanmıştır. Ankraj sayısındaki artıştan dolayı ankrajlar da yeterli seviyede çalışmaktadır (Şekil 3.113.).



Şekil 3.113. (12) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme

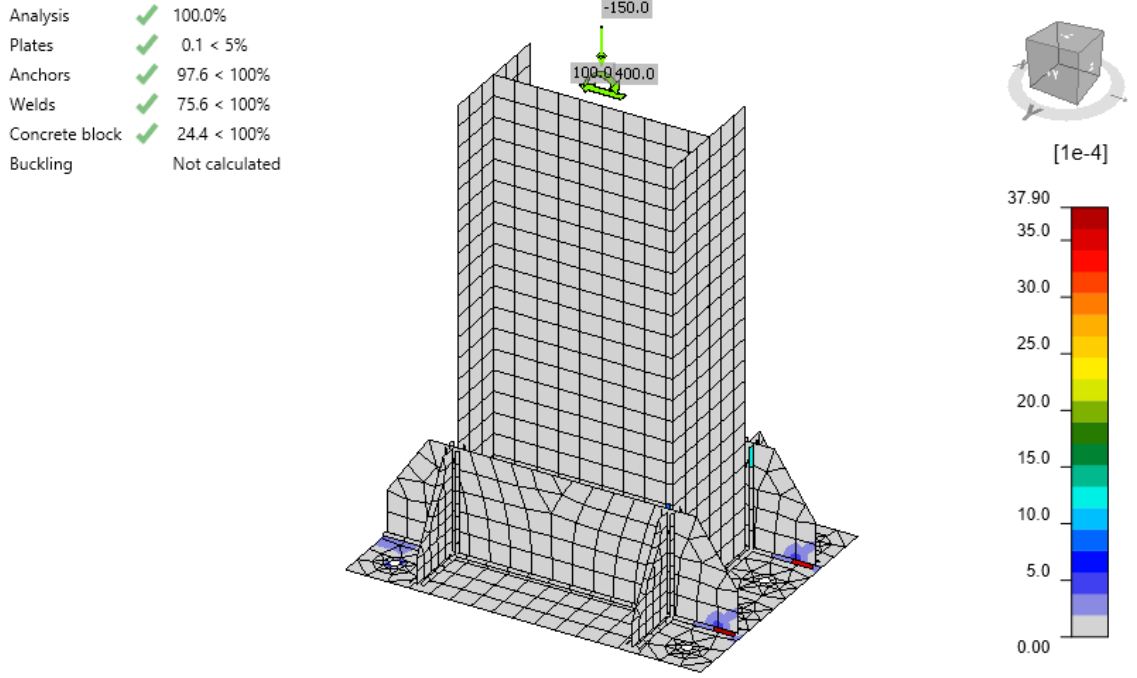
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.18.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirlik açısından yeterli gözükmemektedir.

Çizelge 3.18. (12) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

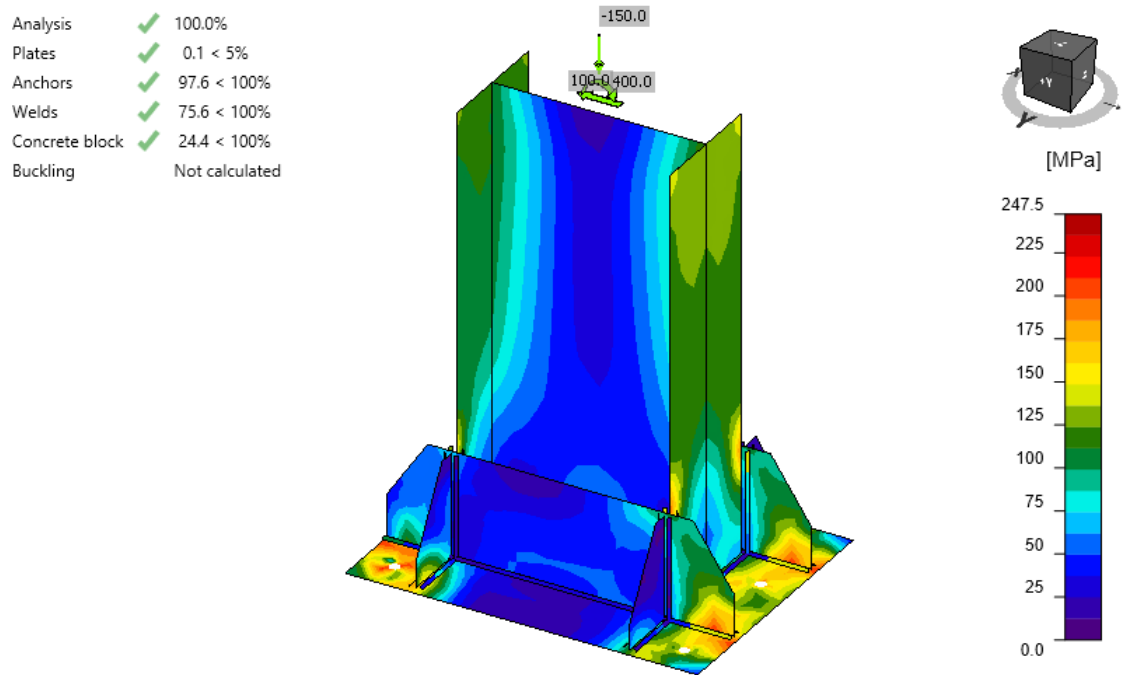
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.1 < 5%	OK
Anchors	97.6 < 100%	OK
Welds	75.6 < 100%	OK
Concrete block	24.4 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(12) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının bulunması taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir (Şekil 3.114.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.115.).

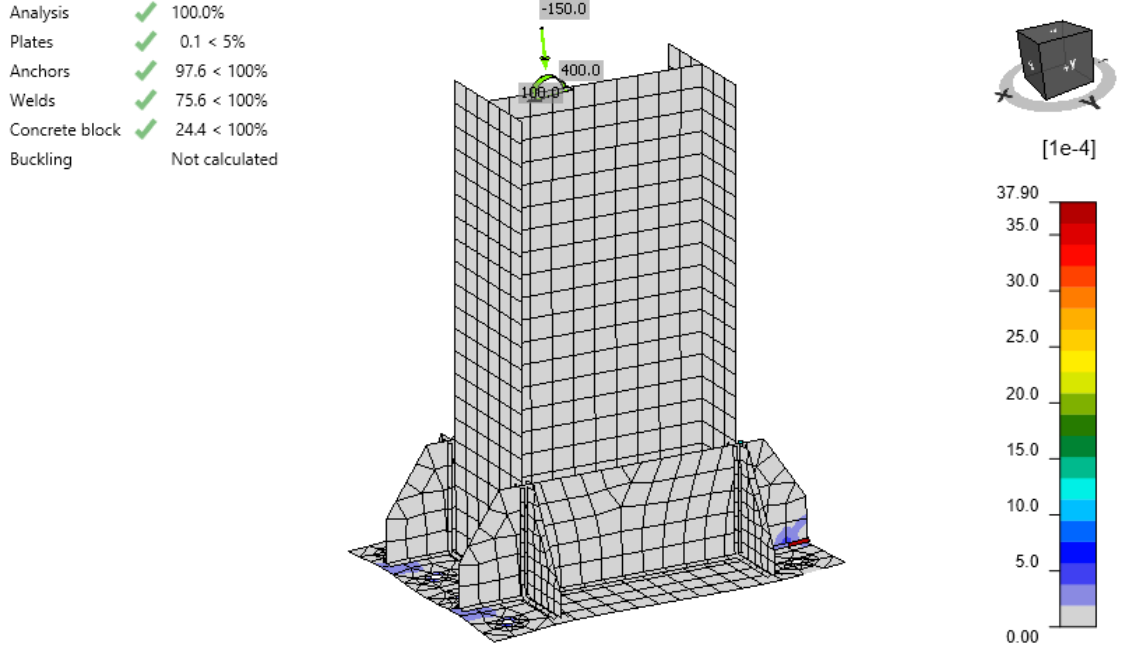


Şekil 3.114. (12) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.115. (12) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.116.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.

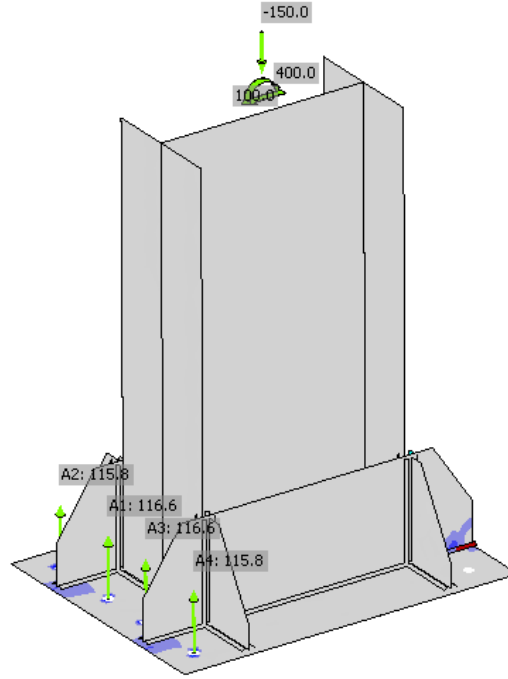


Şekil 3.116. (12) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(12) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.117.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 116.6 kN gelmektedir. Ankrajlar, kapasitelerinin sınırları içerisinde çalışmaktadır ve yeterli gözükmektedir.

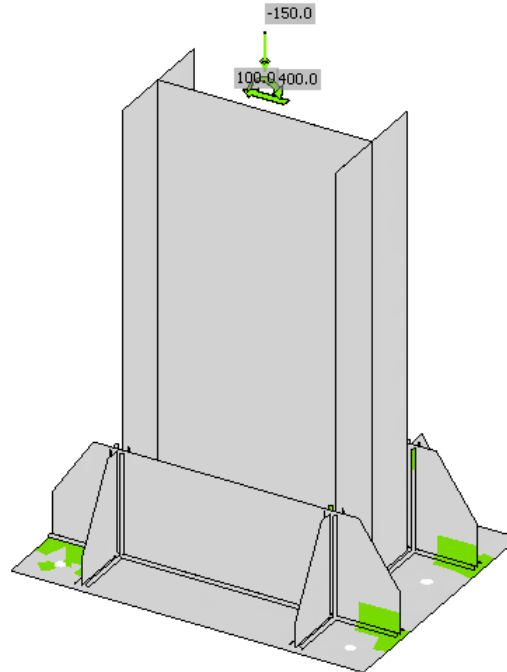
Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %0.1 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar daha fazladır (Şekil 3.118.).

Analysis	✓	100.0%
Plates	✓	0.1 < 5%
Anchors	✓	97.6 < 100%
Welds	✓	75.6 < 100%
Concrete block	✓	24.4 < 100%
Buckling		Not calculated



Şekil 3.117. (12) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri

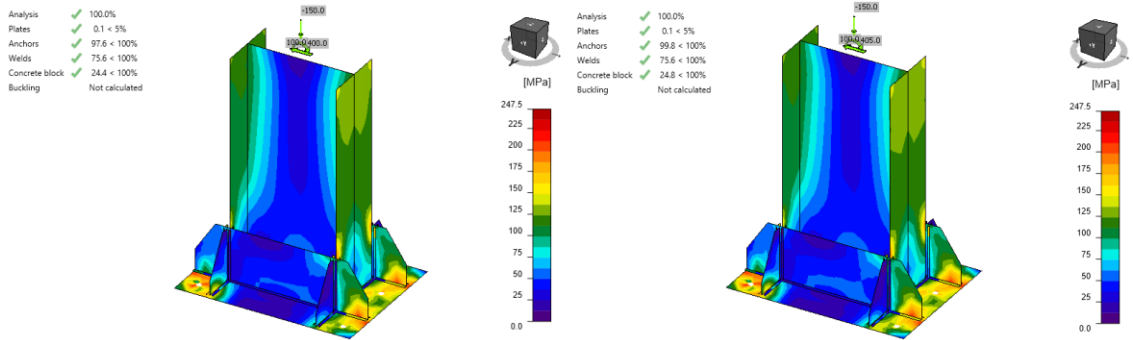
Analysis	✓	100.0%
Plates	✓	0.1 < 5%
Anchors	✓	97.6 < 100%
Welds	✓	75.6 < 100%
Concrete block	✓	24.4 < 100%
Buckling		Not calculated



Şekil 3.118. (12) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(12) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.119.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin ve 100 kN kesme kuvvetinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayabildiği ve maksimum 405 kNm moment kuvveti alabildiği belirlenmiştir.

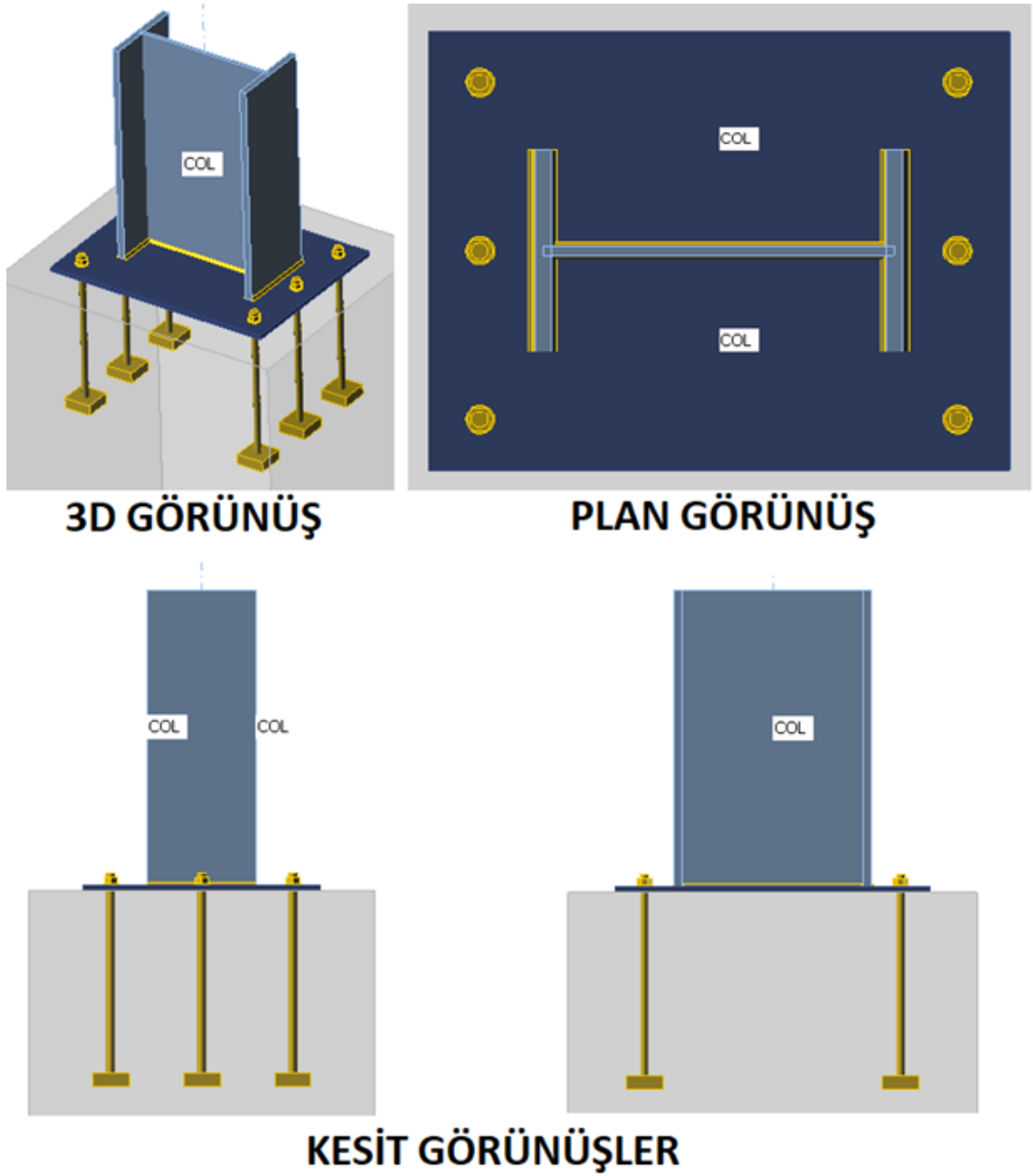
Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.119. (12) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.13. (13) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

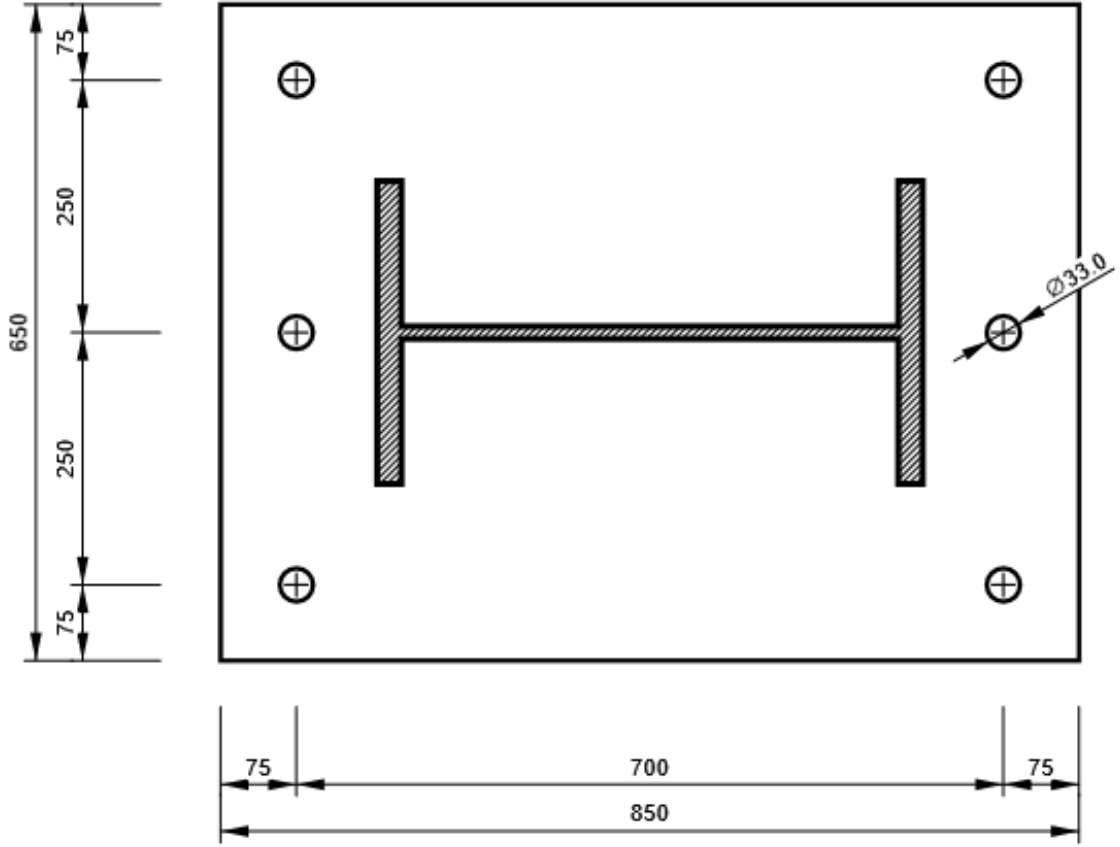
(13) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.120.). HEA550 kolonu için 20mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Altı adet M30-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.



Şekil 3.120. (13) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

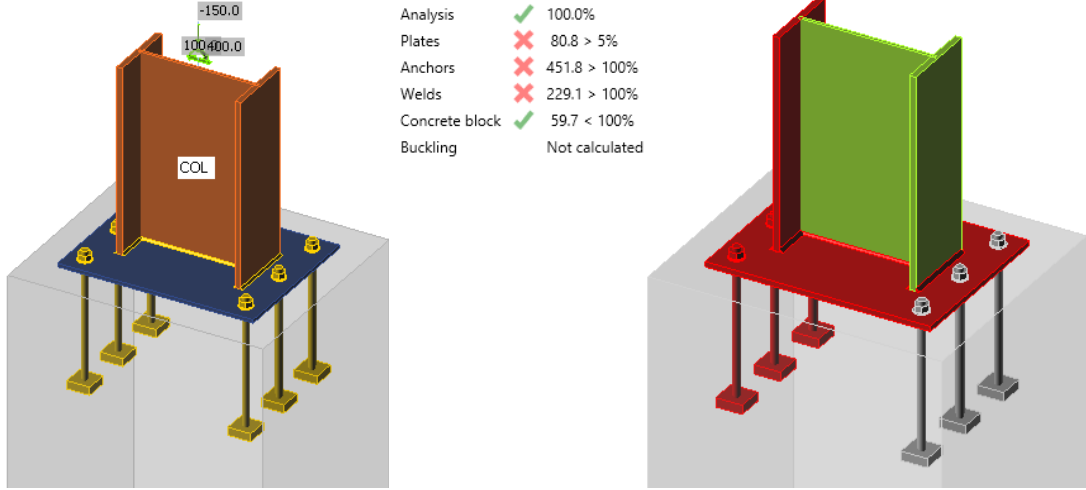
Birleşimde kullanılan taban plakası 20mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.121.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Altı adet M30-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 3mm delik toleransı verilerek taban plakasında 33mm delik açılmıştır.

P20.0x850-650 (S235)



Şekil 3.121. (13) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akmlar oldukça yüksektir. Berkitme levhalarının olmamasından kaynaklı malzemedeki yüksek deformasyonlar göze çarpmaktadır. Aynı şekilde kaynaklar da oldukça yetersiz kalmaktadır. Plaka kalınlığının ve ankraj çapının artması olumlu yönde etki etmiş olsa da tasarım için uygun gözükmemektedir (Şekil 3.122.).



Şekil 3.122. (13) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

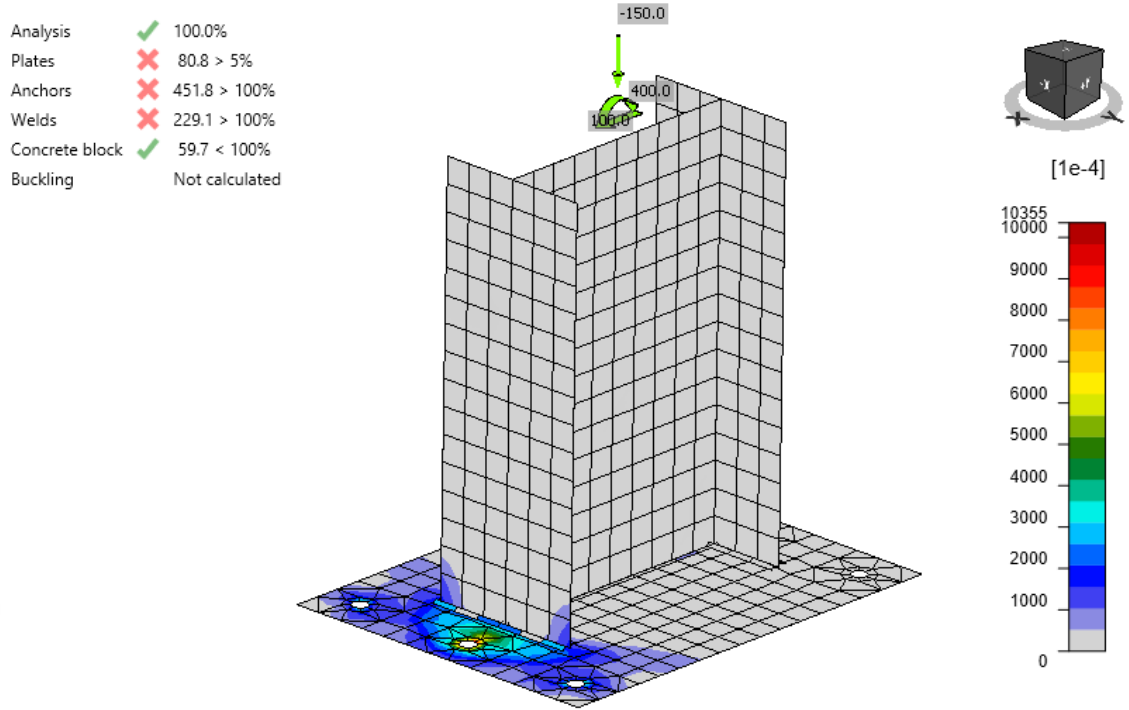
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.19.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer elde edilmiştir. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirliğin oldukça üzerindedir.

Çizelge 3.19. (13) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

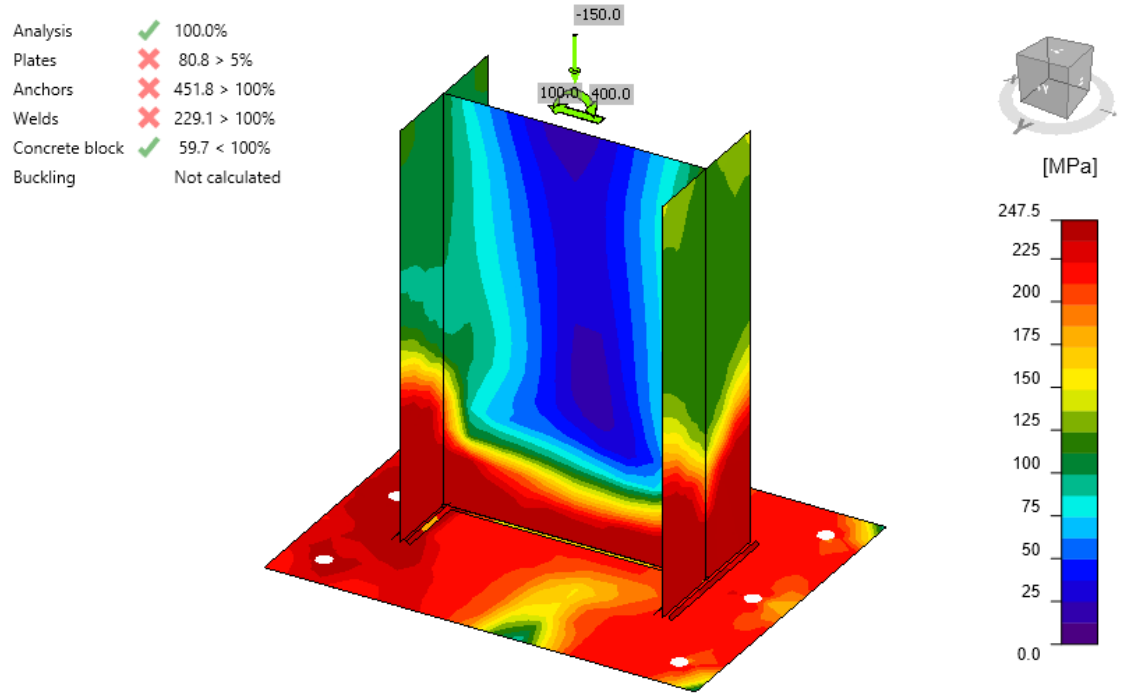
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	80.8 > 5%	Not OK!
Anchors	451.8 > 100%	Not OK!
Welds	229.1 > 100%	Not OK!
Concrete block	59.7 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(13) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.123.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.124.).

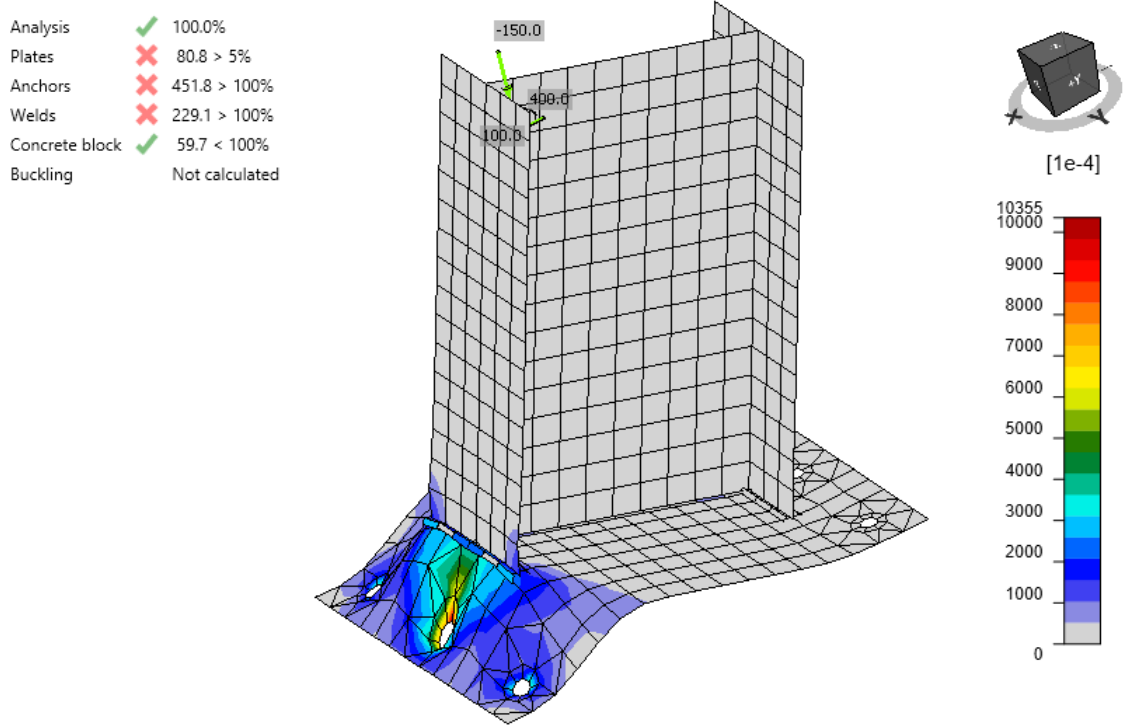


Şekil 3.123. (13) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.124. (13) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

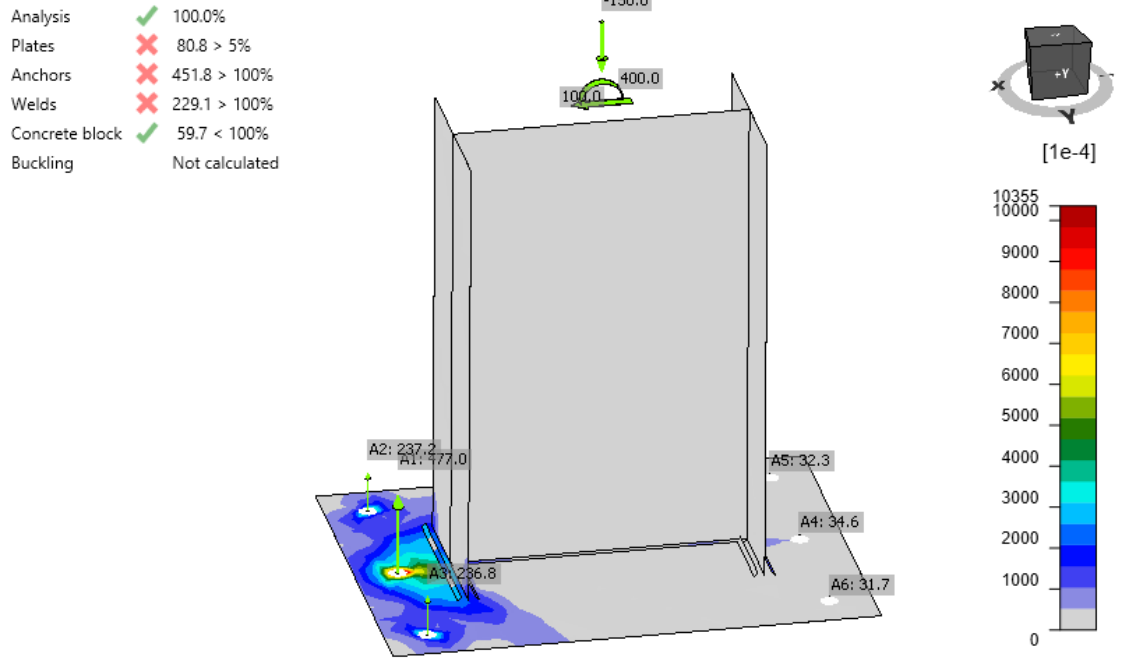
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.125.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



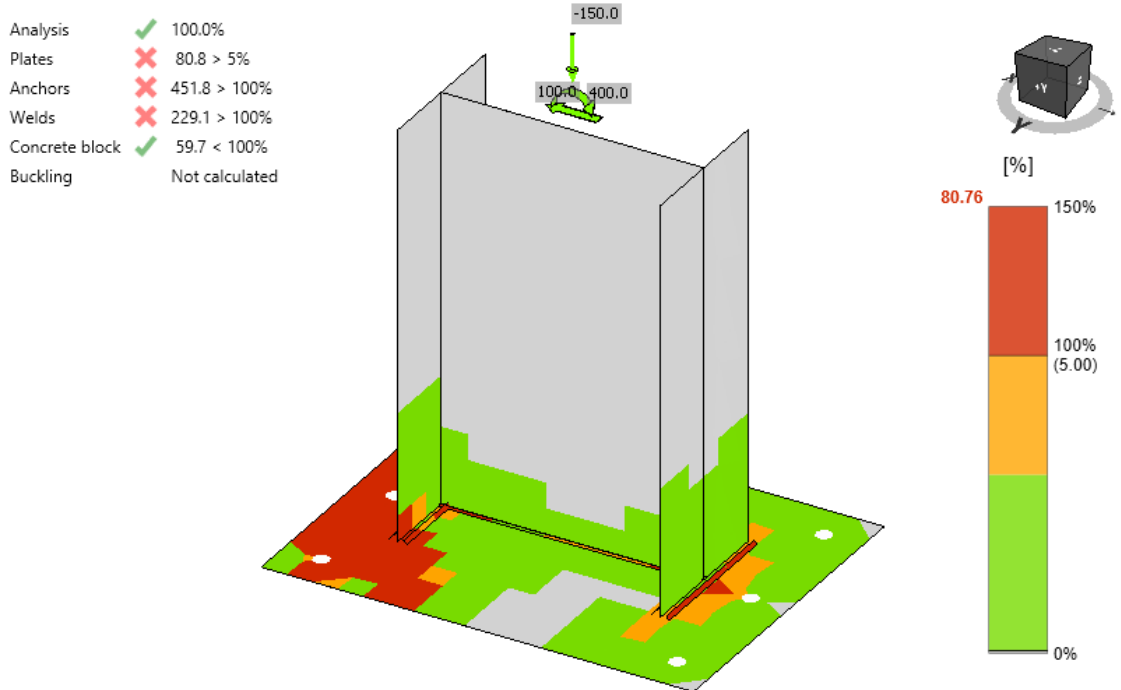
Şekil 3.125. (13) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(13) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.126.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 477.0 kN gelmektedir. Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer olan %80.8 değeri elde edilmiştir. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar oldukça fazladır (Şekil 3.127.).



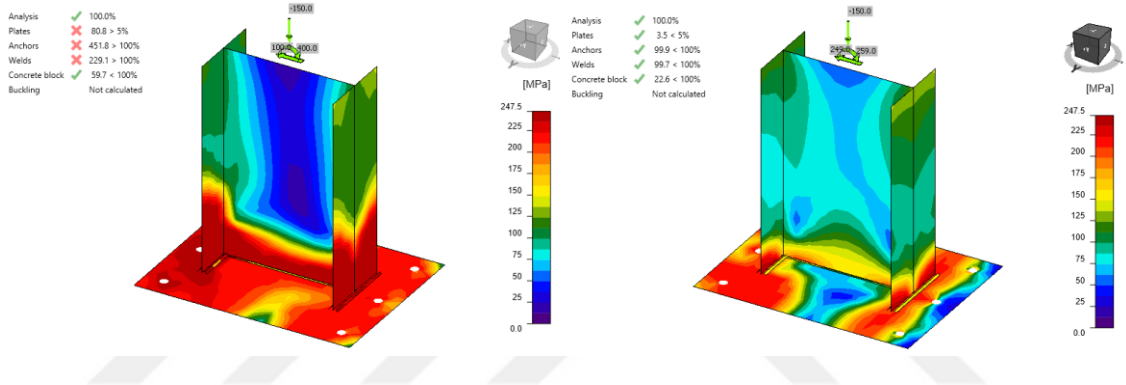
Şekil 3.126. (13) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.127. (13) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(13) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.128.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin sabit kaldığı ve 249 kN kesme kuvveti alabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 259 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.

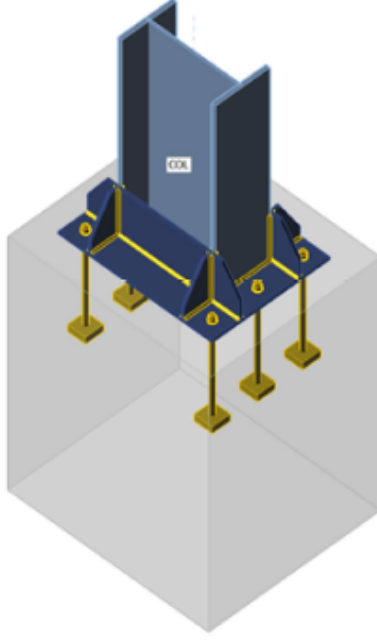
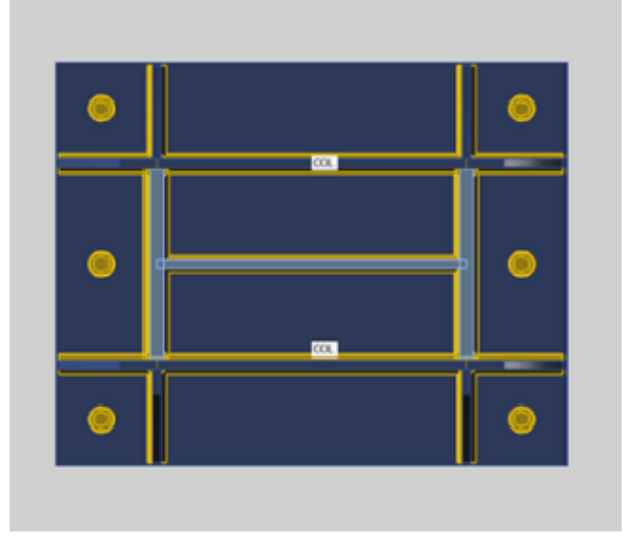
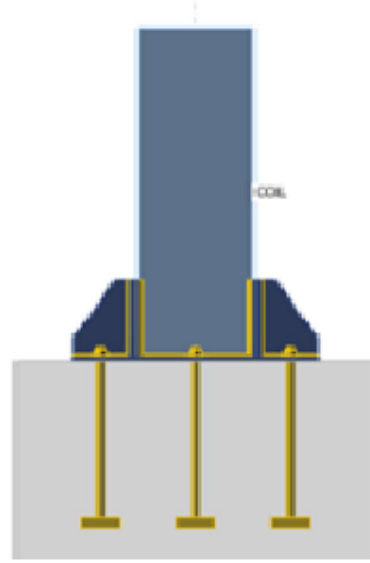
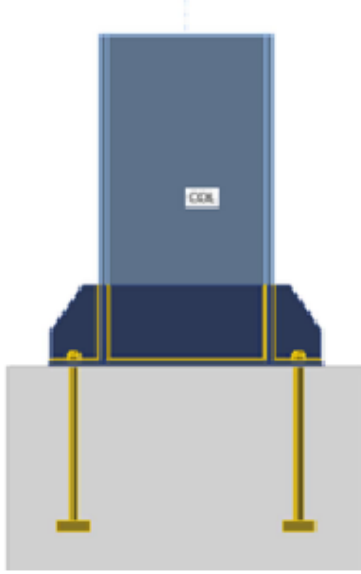


Şekil 3.128. (13) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.14. (14) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

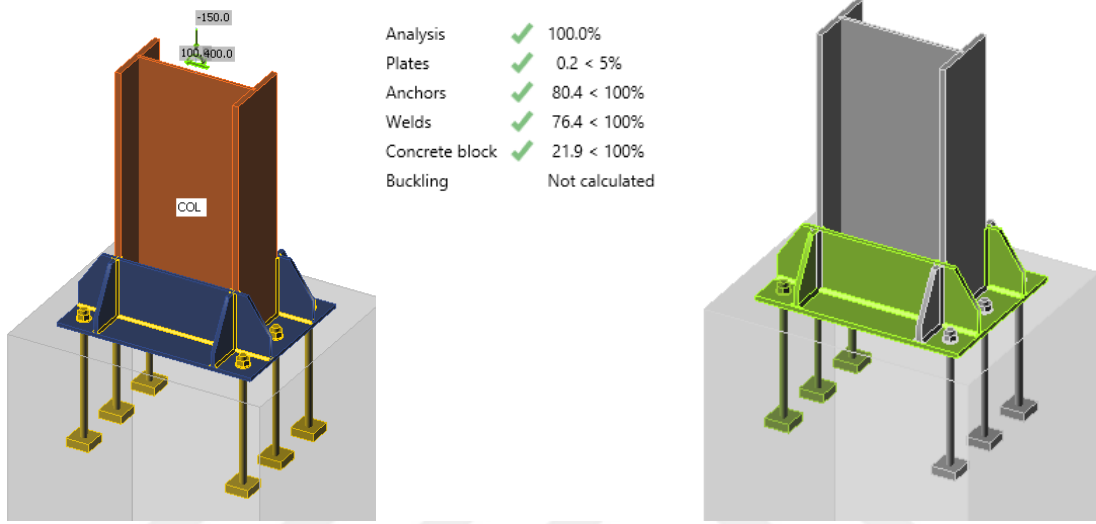
(14) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.129.). HEA550 kolonu için 20mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Ayrıca 20mm kalınlığında yatay ve dikey doğrultuda berkitme plakaları kullanılmıştır.

Altı adet M30-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır. Berkitme plakalarının köşe kısımlarında pah kırılarak keskin plaka uçları kullanılmamıştır.

**3D GÖRÜNÜŞ****PLAN GÖRÜNÜŞ****KESİT GÖRÜNÜŞLER****Şekil 3.129.** (14) numaralı birleşim analiz modeli görüşleri

Birleşimde kullanılan taban plakası 20mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.130.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. M30-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 3mm delik toleransı verilerek taban plakasında 33mm delik açılmıştır. Ayrıca 20mm kalınlığında iki adet SP1 ve dört adet WID1 berkitme destek plakaları kullanılmıştır.

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akma %0.2 değerle akma sınırının altında olup tasarım için yeterli gözükmemektedir. Berkitme levhalarının varlığından dolayı malzemedeki deformasyonlar azalmıştır. Kaynak yeterliliği sağlanmıştır. Ankraj sayısındaki artıştan dolayı ankrajlar da yeterli seviyede çalışmaktadır (Şekil 3.131.).



Şekil 3.131. (14) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

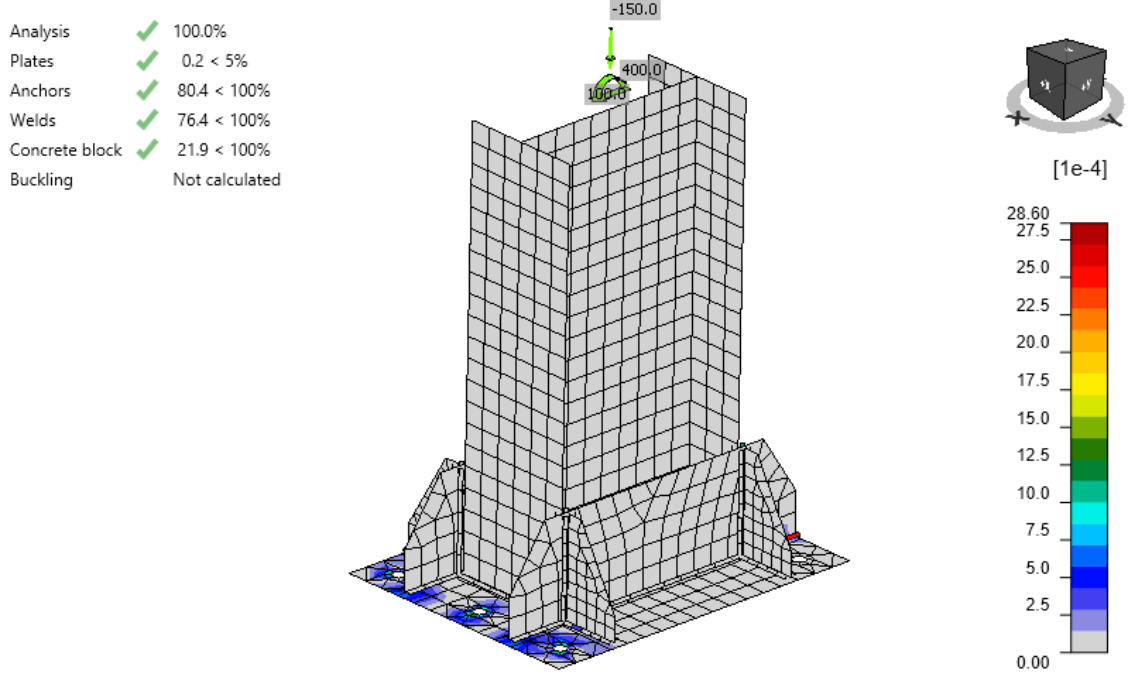
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.20.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirlik açısından yeterli gözükmemektedir.

Çizelge 3.20. (14) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

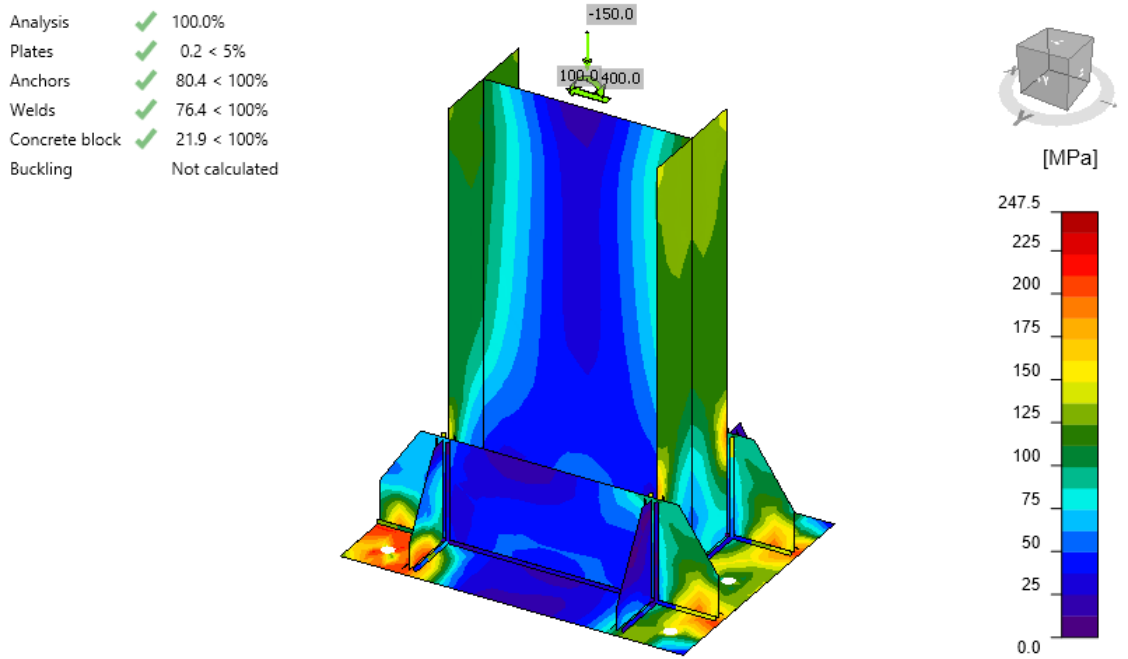
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.2 < 5%	OK
Anchors	80.4 < 100%	OK
Welds	76.4 < 100%	OK
Concrete block	21.9 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(14) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının bulunması taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir (Şekil 3.132.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.133.).

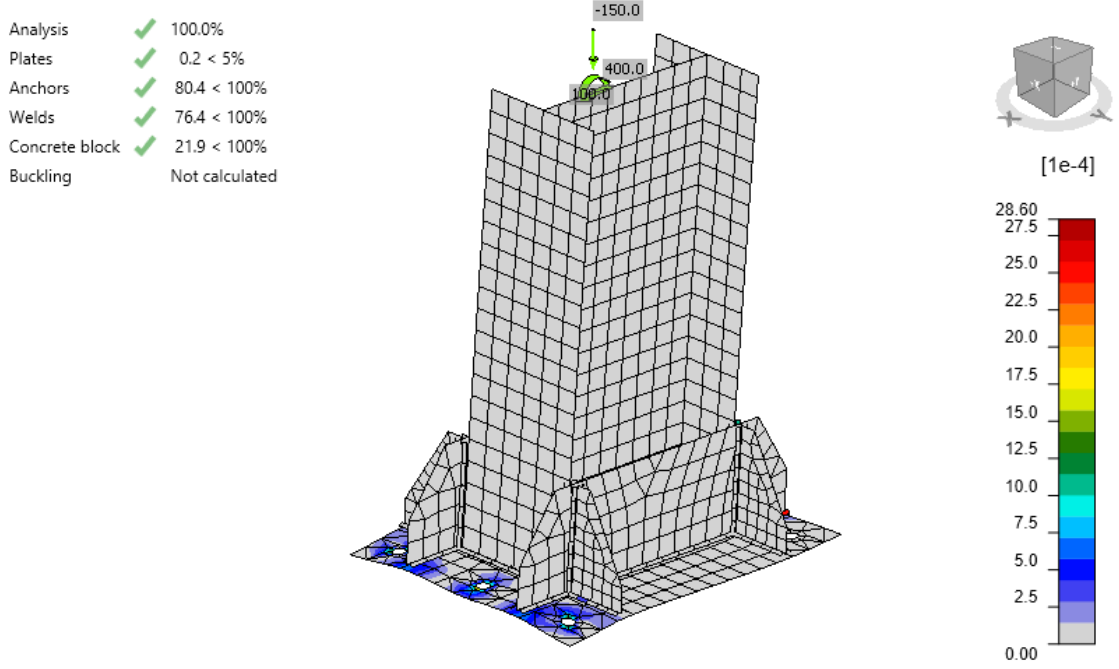


Şekil 3.132. (14) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.133. (14) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

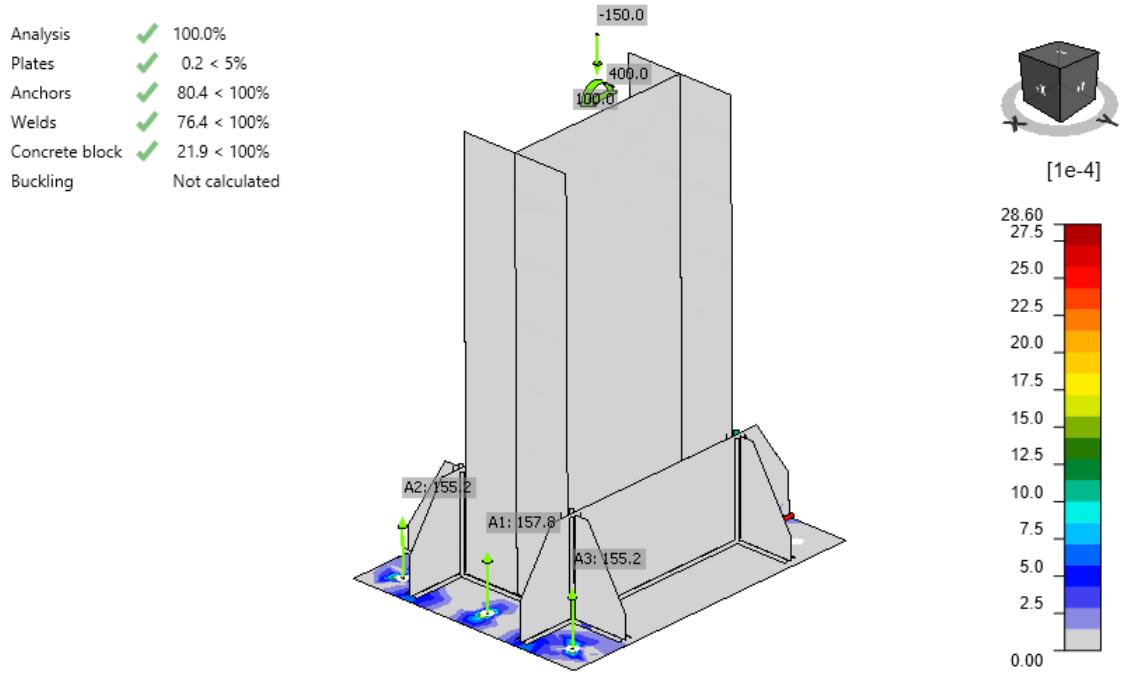
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.134.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



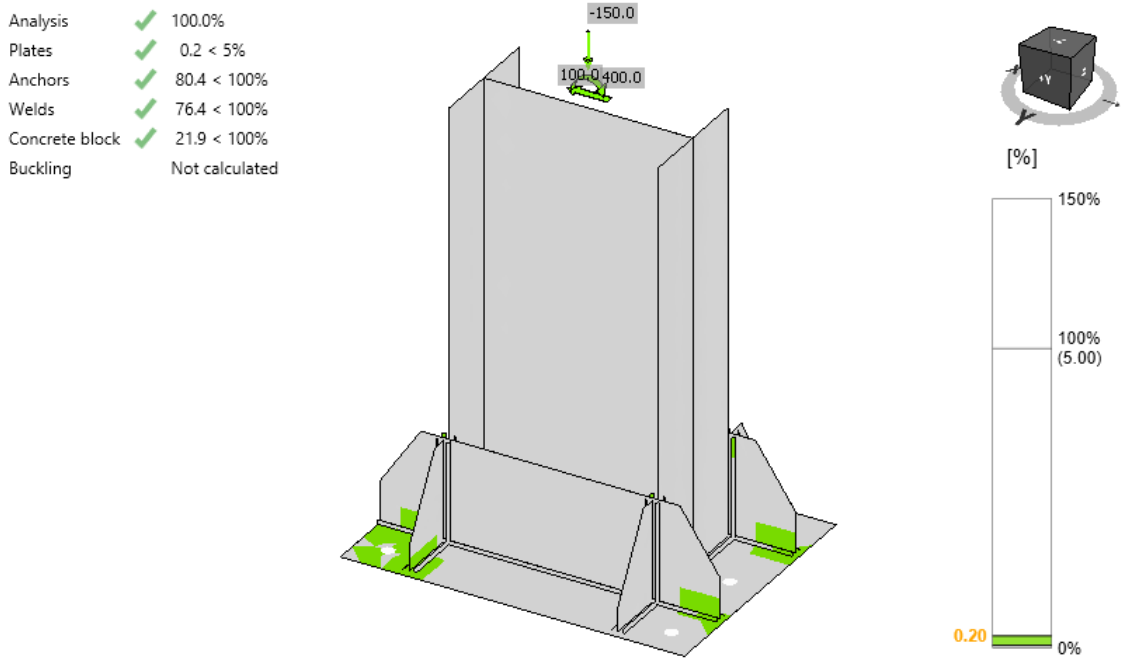
Şekil 3.134. (14) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(14) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.135.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 157.8 kN gelmektedir. Ankrajlar, kapasitelerinin sınırları içerisinde çalışmaktadır ve yeterli gözükmektedir.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %0.2 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar daha fazladır (Şekil 3.136.).



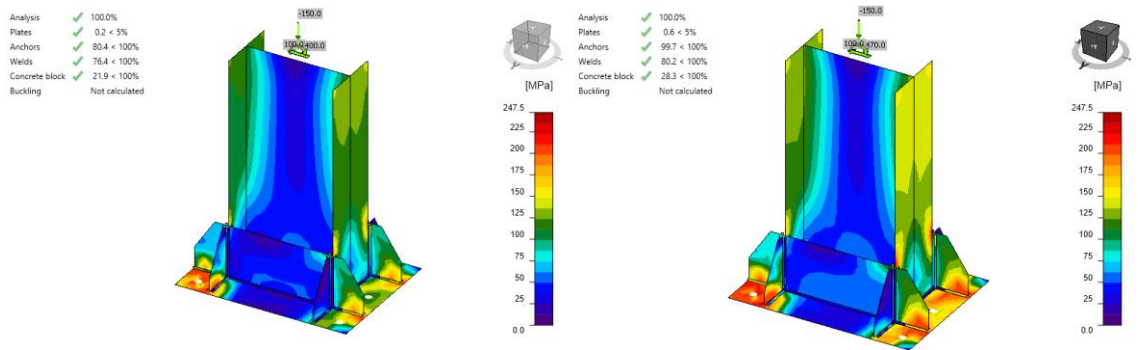
Şekil 3.135. (14) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.136. (14) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(14) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.137.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin ve 100 kN kesme kuvvetinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayabildiği ve maksimum 470 kNm moment kuvveti alabildiği belirlenmiştir.

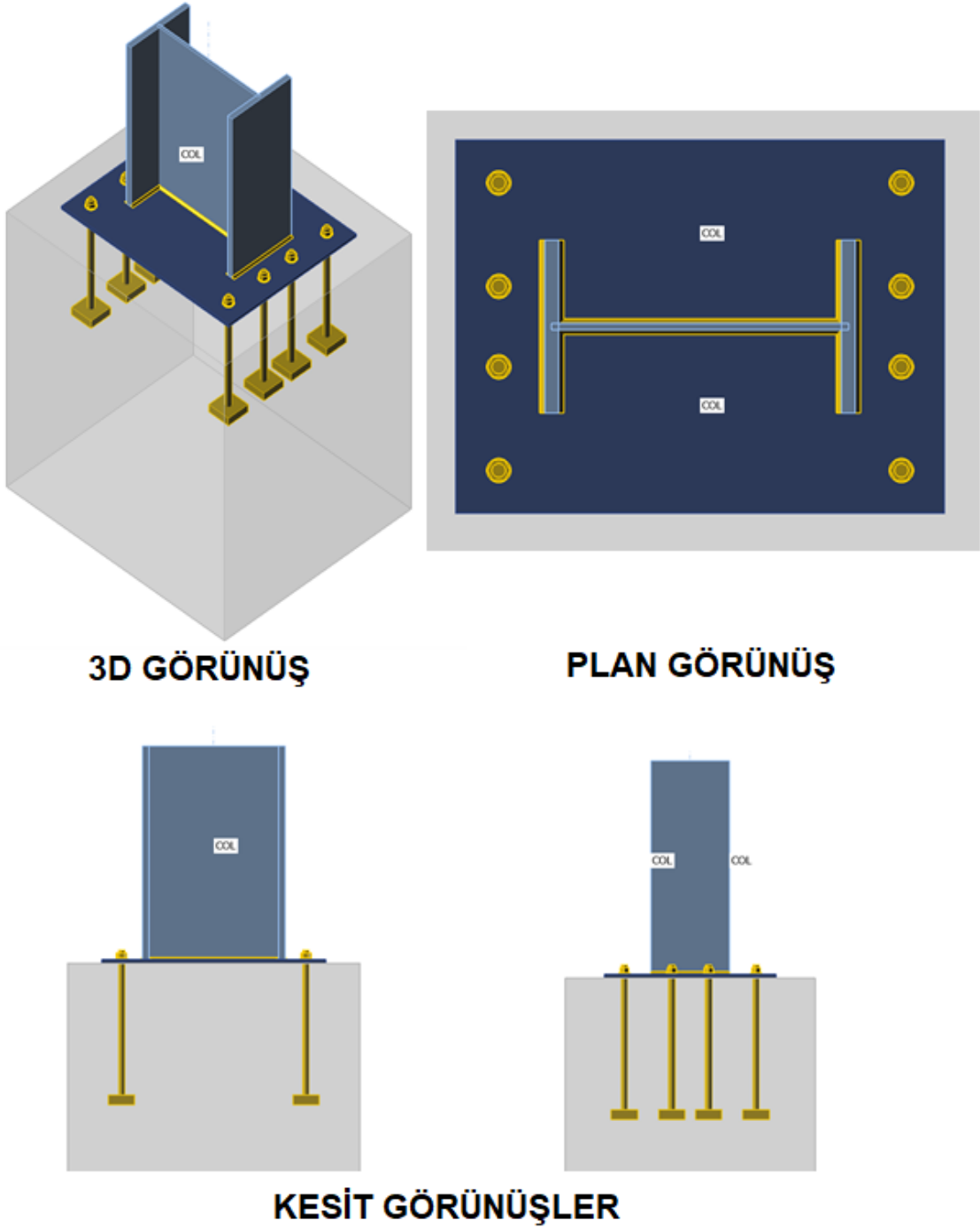
Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.137. (14) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

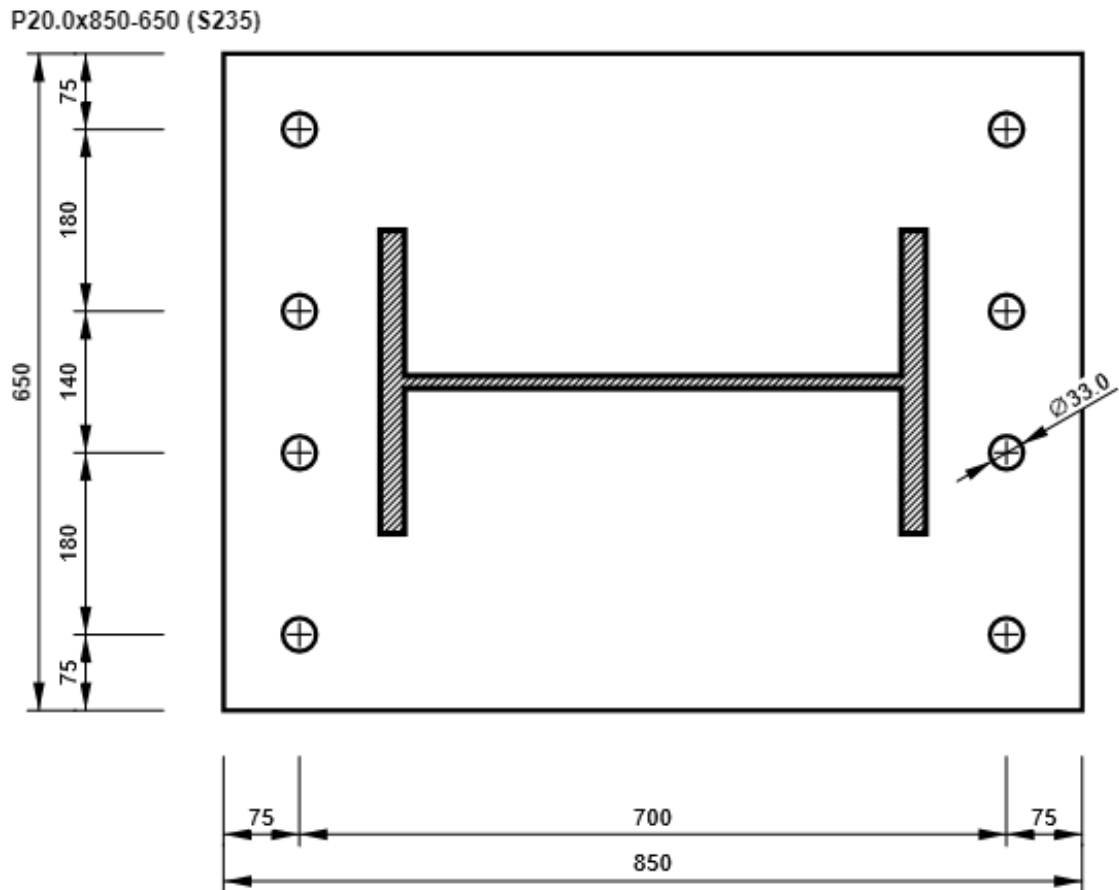
3.5.1.15. (15) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

(15) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.138.). HEA550 kolonu için 20mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Sekiz adet M30-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.



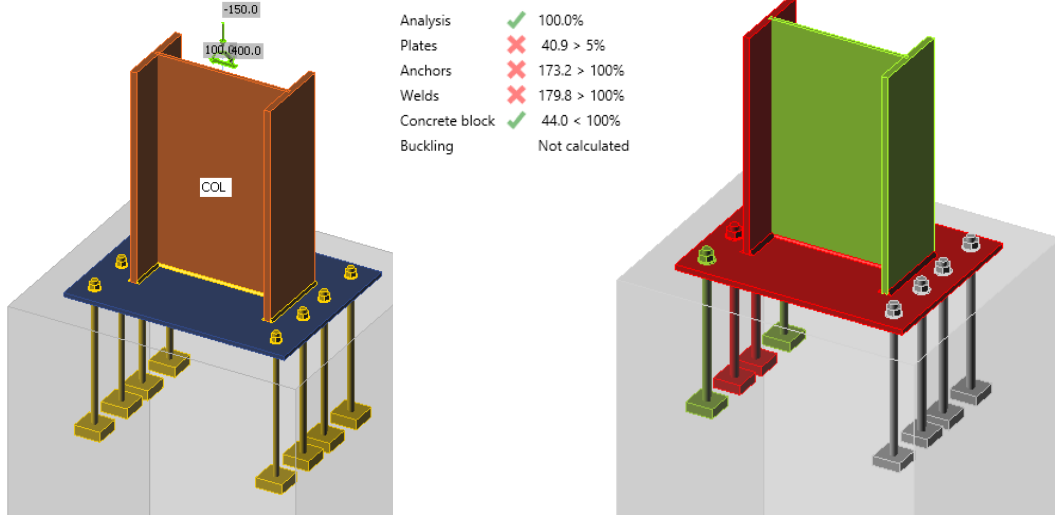
Şekil 3.138. (15) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

Birleşimde kullanılan taban plakası 20mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.139.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Sekiz adet M30-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 3mm delik toleransı verilerek taban plakasında 33mm delik açılmıştır.



Şekil 3.139. (15) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akmlar oldukça yüksektir. Berkitme levhalarının olmamasından kaynaklı malzemedeki yüksek deformasyonlar göze çarpmaktadır. Aynı şekilde kaynaklar da oldukça yetersiz kalmaktadır. Plaka kalınlığının artması olumlu yönde etki etmiş olsa da tasarım için uygun görülmemektedir (Şekil 3.140.).



Şekil 3.140. (15) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme

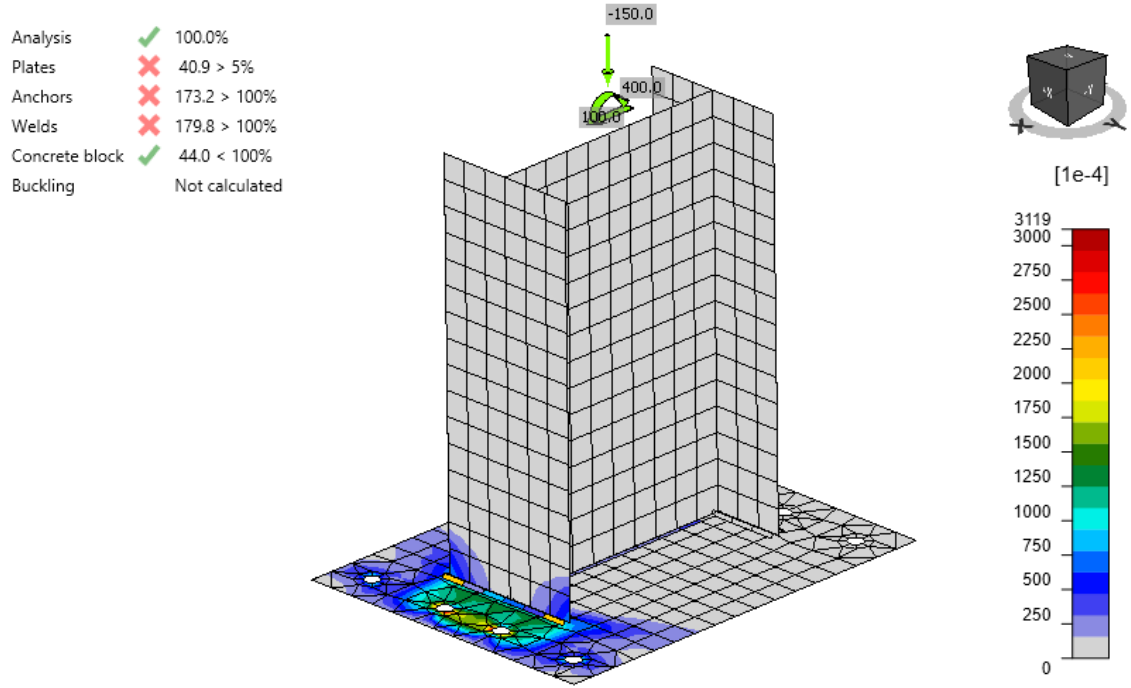
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.21.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer elde edilmiştir. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirliğin oldukça üzerindedir.

Çizelge 3.21. (15) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

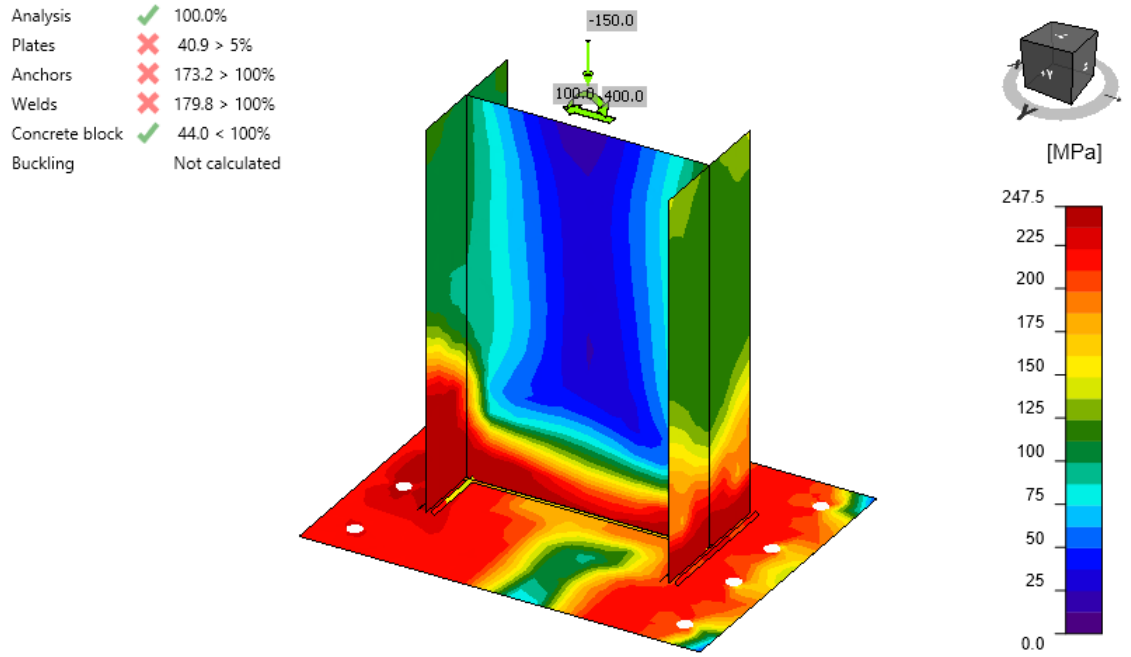
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	40.9 > 5%	Not OK!
Anchors	173.2 > 100%	Not OK!
Welds	179.8 > 100%	Not OK!
Concrete block	44.0 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(15) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.141.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.142.).

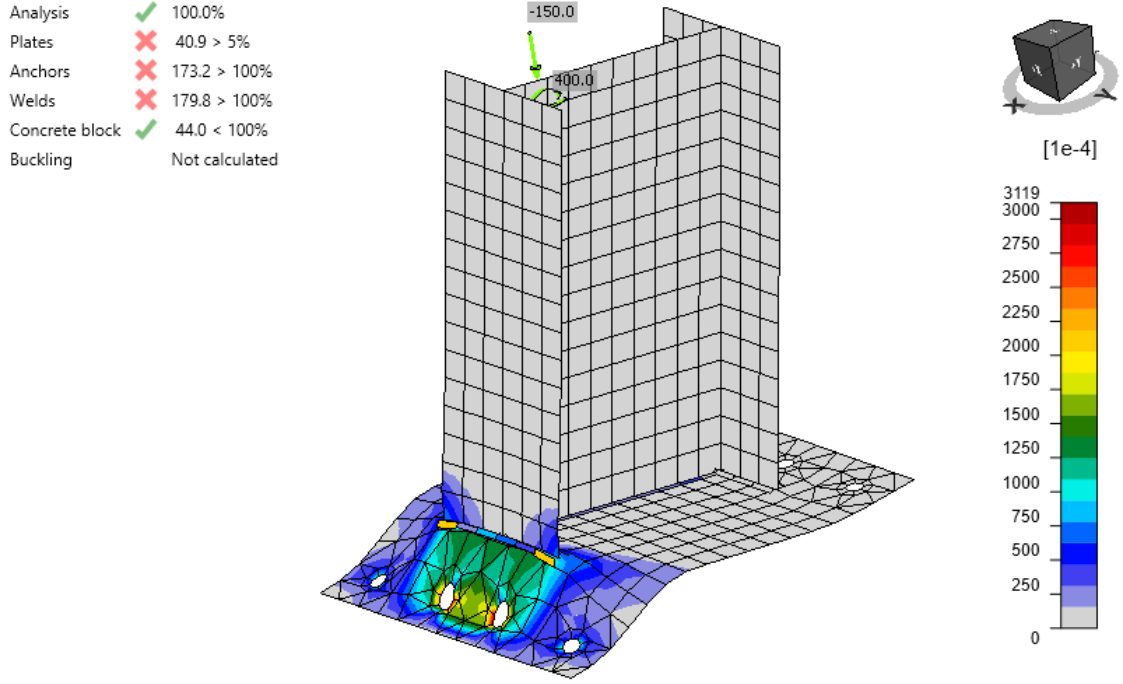


Şekil 3.141. (15) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.142. (15) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

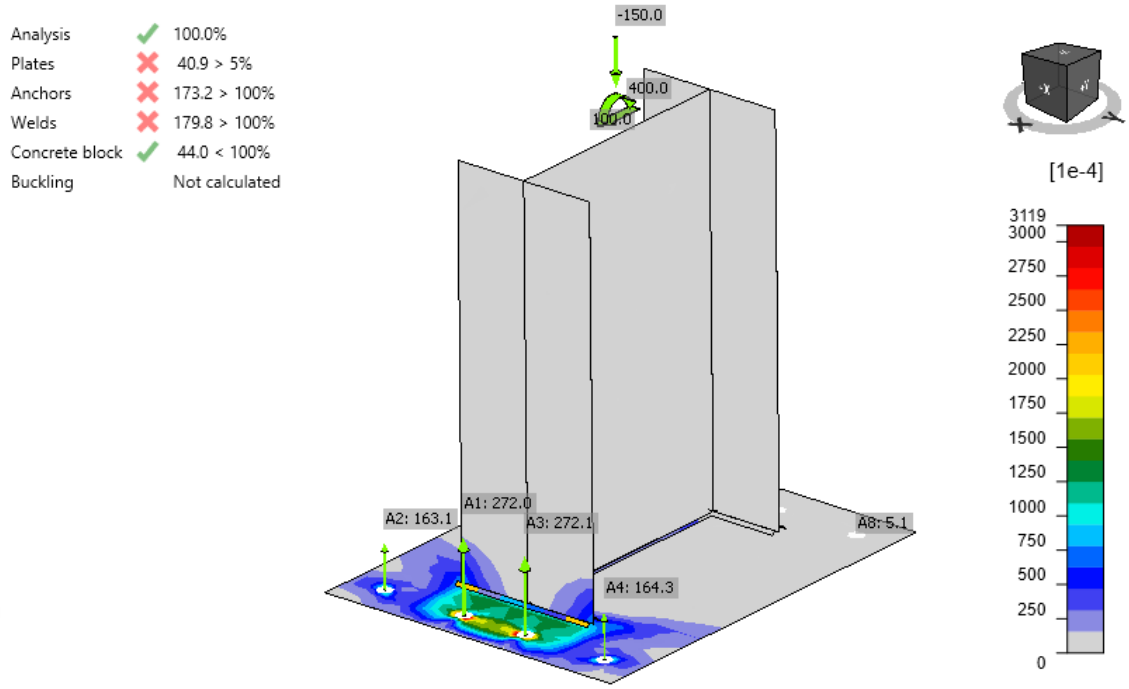
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.143.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



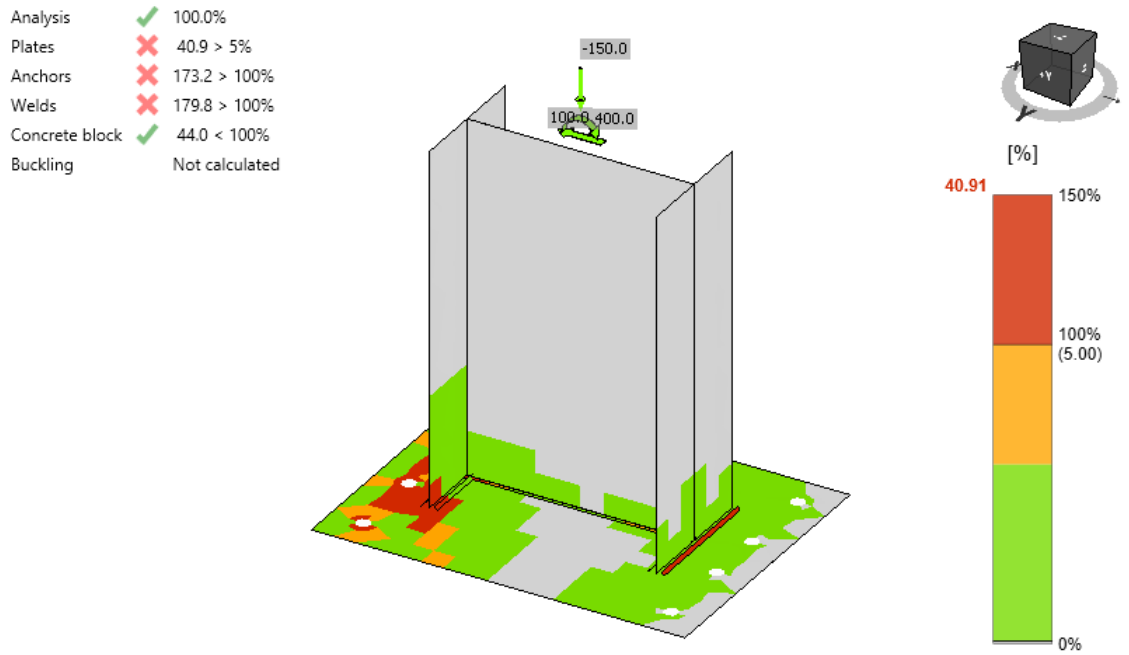
Şekil 3.143. (15) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(15) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.144.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 272.1 kN gelmektedir. Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin oldukça üzerinde bir değer olan %40.9 değeri elde edilmiştir. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar oldukça fazladır (Şekil 3.145.).



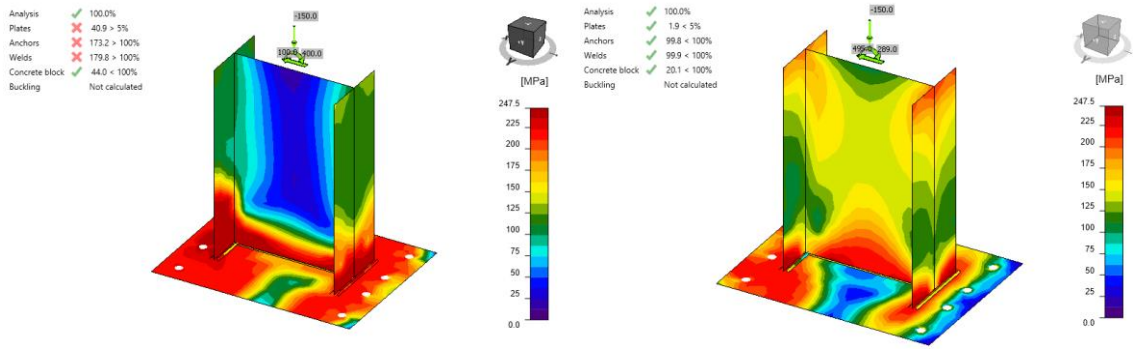
Şekil 3.144. (15) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.145. (15) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(15) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.146.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin sabit kaldığı ve 495 kN kesme kuvveti alabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 289 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.

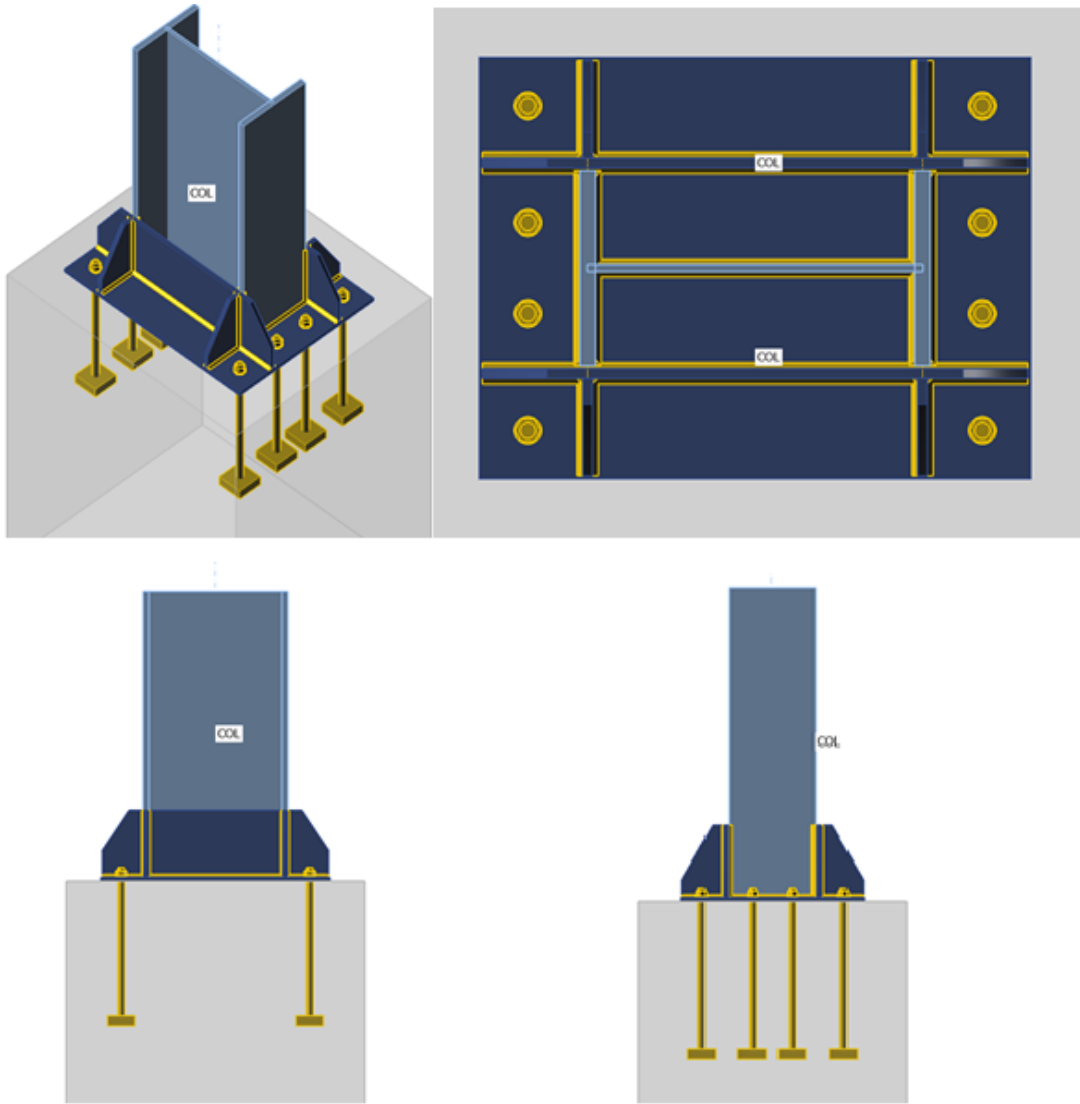


Şekil 3.146. (15) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.16. (16) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

(16) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.147.). HEA550 kolonu için 20mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Ayrıca 20mm kalınlığında yatay ve dikey doğrultuda berkitme plakaları kullanılmıştır.

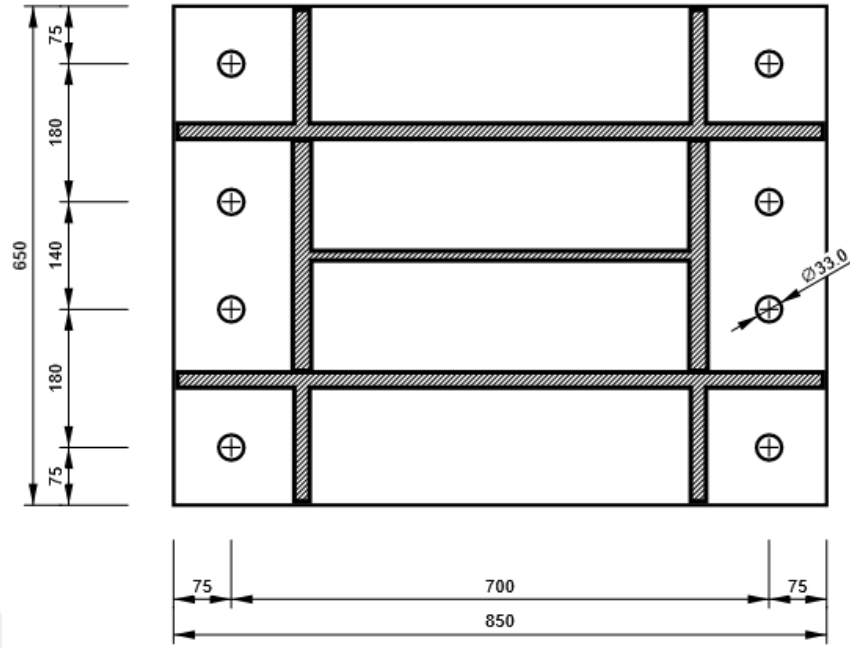
Sekiz adet M30-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır. Berkitme plakalarının köşe kısımlarında pah kırılarak keskin plaka uçları kullanılmamıştır.



Şekil 3.147. (16) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

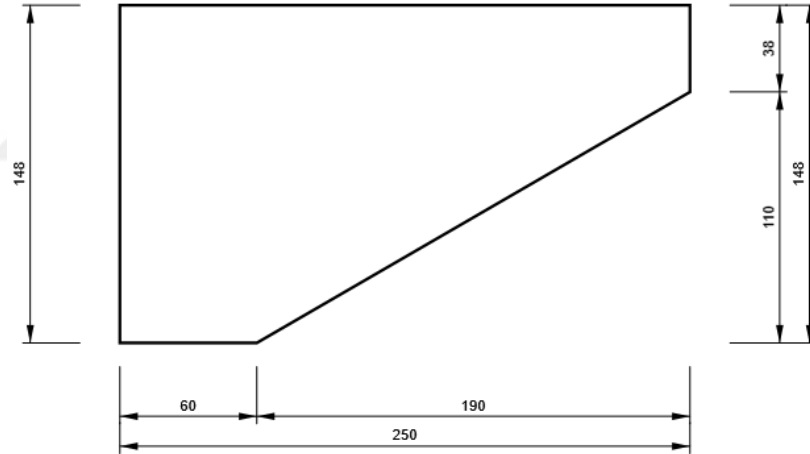
Birleşimde kullanılan taban plakası 20mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.148.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. M30-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 3mm delik toleransı verilerek taban plakasında 33mm delik açılmıştır. Ayrıca 20mm kalınlığında iki adet SP1 ve dört adet WID1 berkitme destek plakaları kullanılmıştır.

P20.0x850-650 (S235)



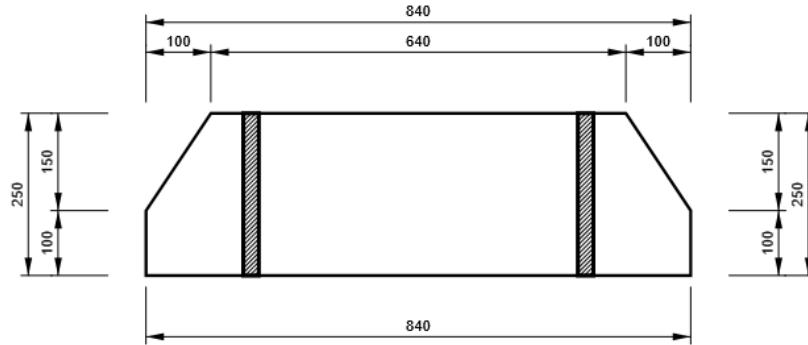
WID1

P20.0x250-148 (S235)



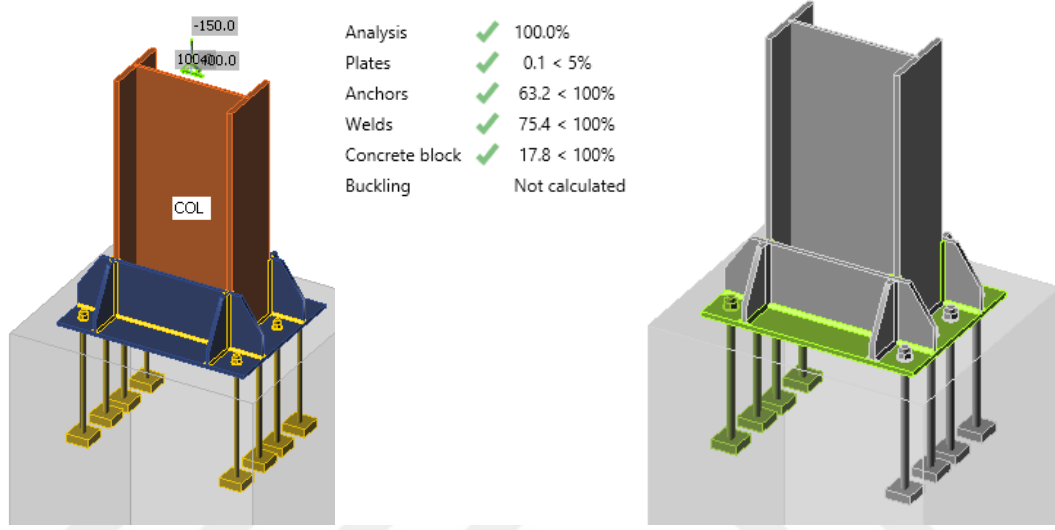
SP1

P20.0x250-840 (S235)



Şekil 3.148. (16) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akma sınırları %0.1 değerle akma sınırının altında olup tasarım için yeterli gözükmemektedir. Berkitme levhalarının varlığından dolayı malzemedeki deformasyonlar azalmıştır. Kaynak yeterliliği sağlanmıştır. Ankraj sayısındaki artıştan dolayı ankrajlar da yeterli seviyede çalışmaktadır (Şekil 3.149.).



Şekil 3.149. (16) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme

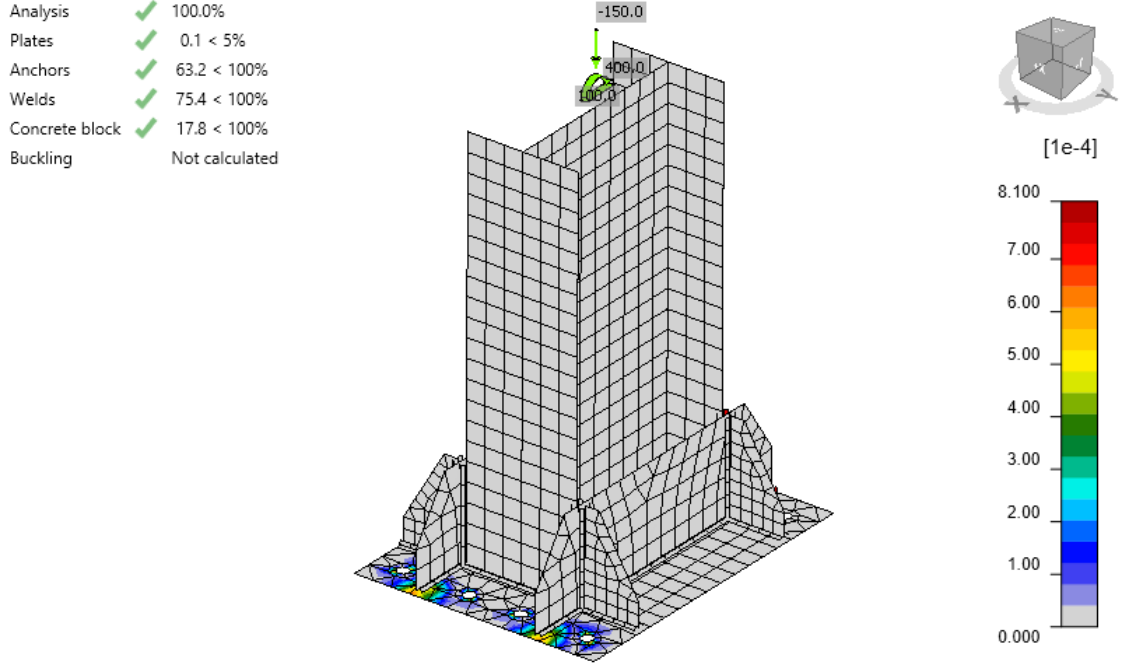
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.22.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirlik açısından yeterli gözükmemektedir.

Çizelge 3.22. (16) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

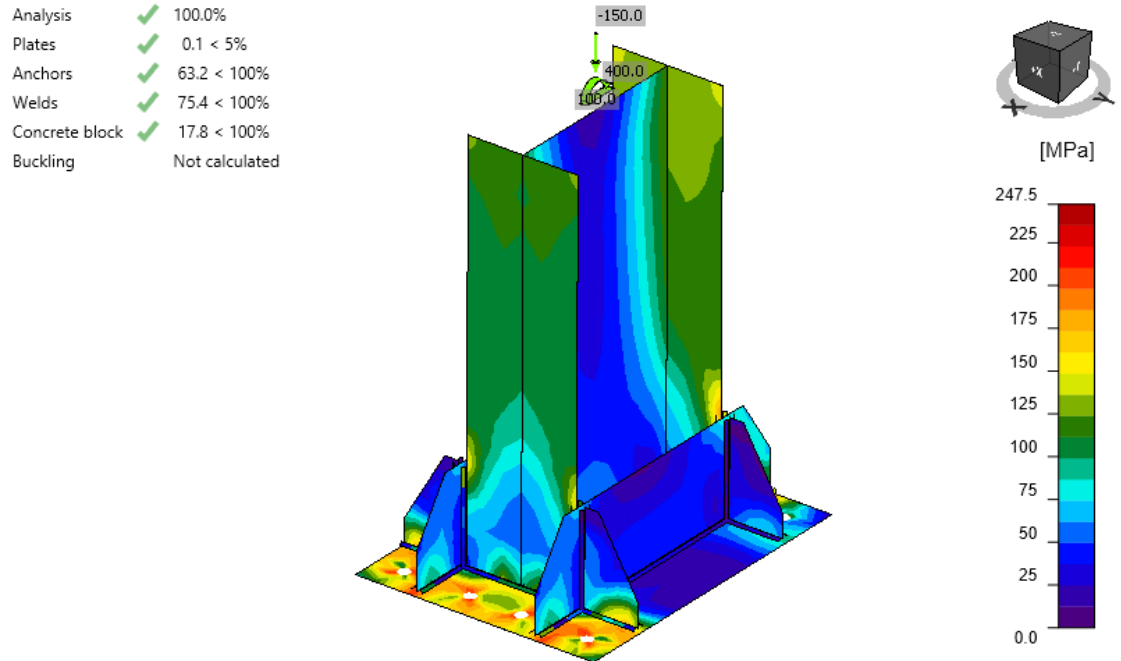
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.1 < 5%	OK
Anchors	63.2 < 100%	OK
Welds	75.4 < 100%	OK
Concrete block	17.8 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(16) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının bulunması taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir (Şekil 3.150.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.151.).

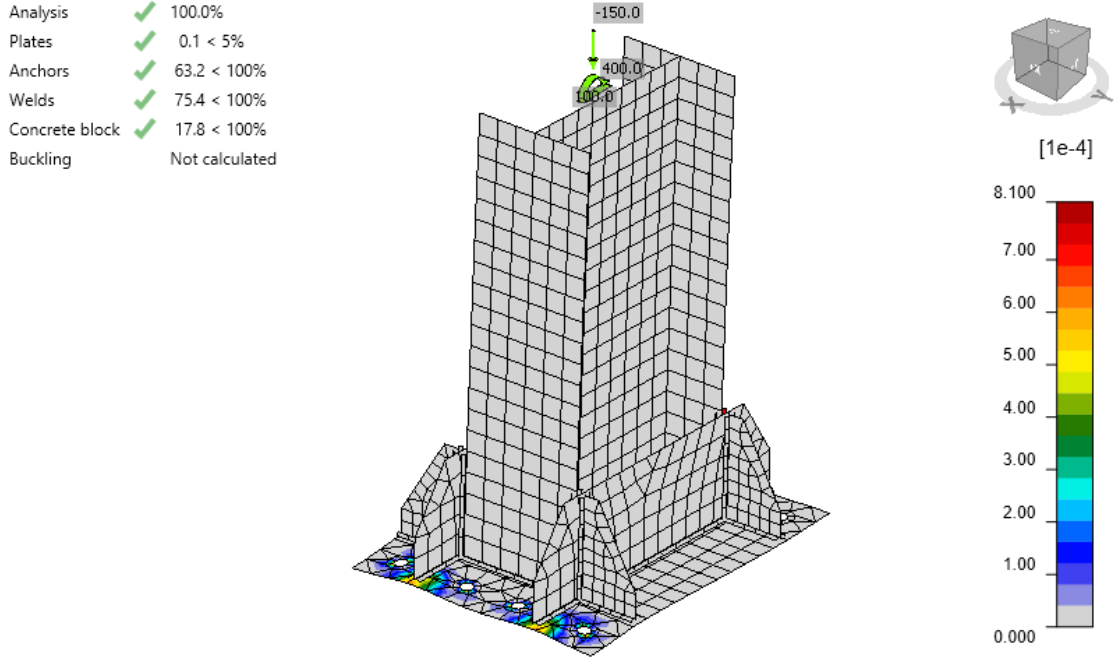


Şekil 3.150. (16) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.151. (16) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

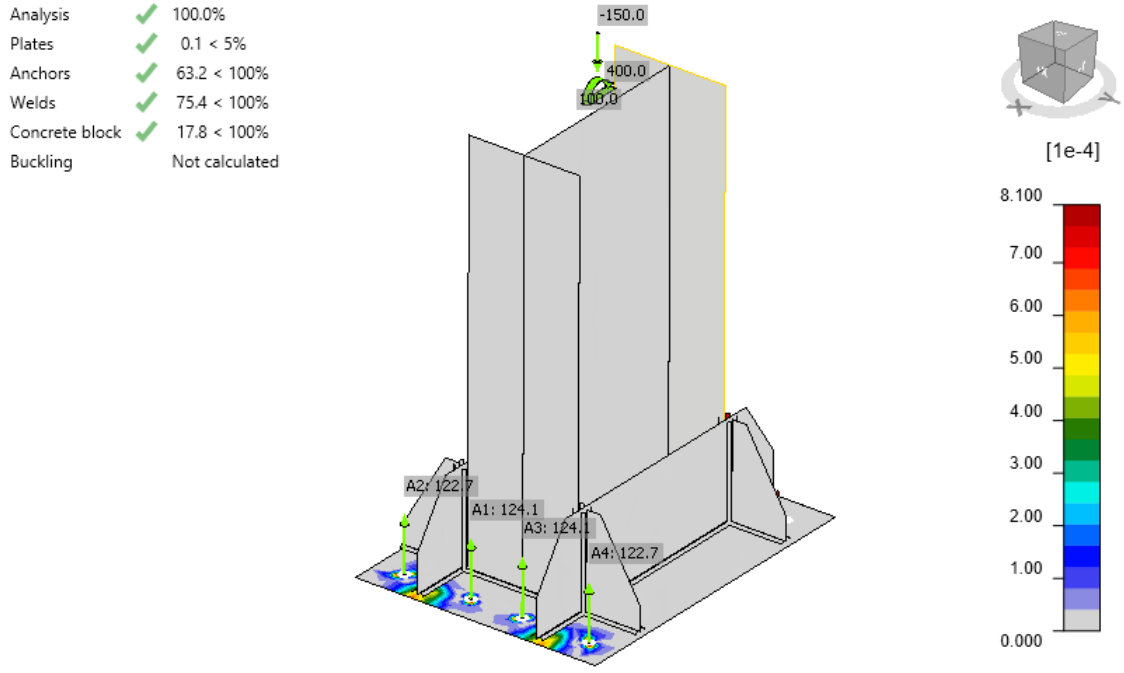
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.152.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



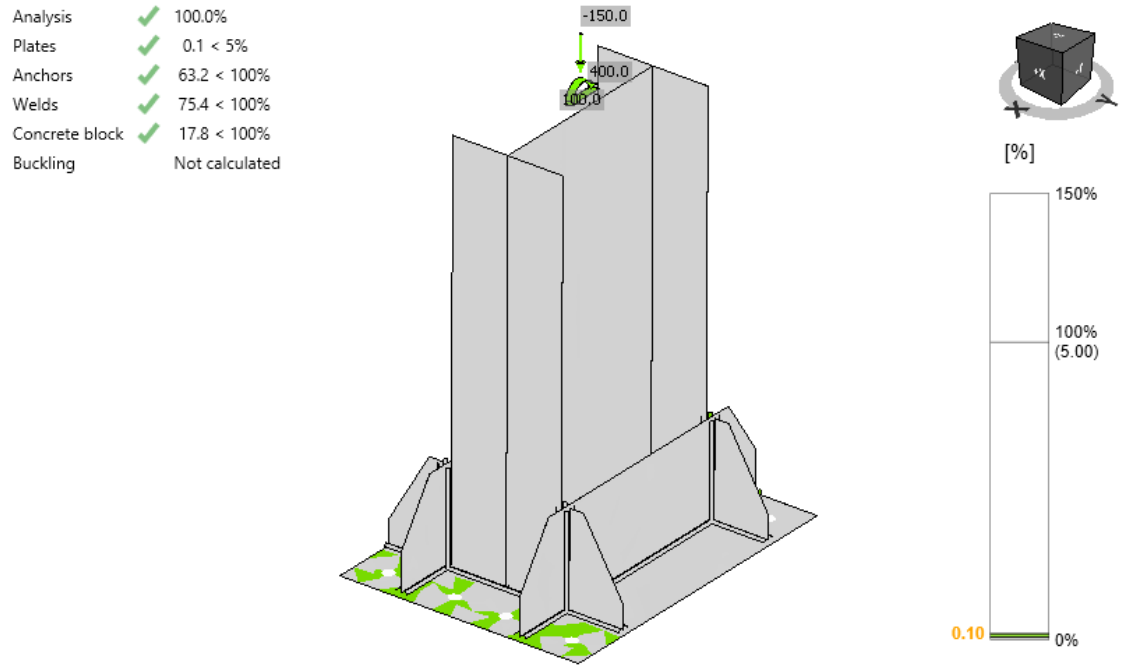
Şekil 3.152. (16) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(16) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.153.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 124.1 kN gelmektedir. Ankrajlar, kapasitelerinin sınırları içerisinde çalışmaktadır ve yeterli gözükmektedir.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %0.1 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar daha fazladır (Şekil 3.154.).



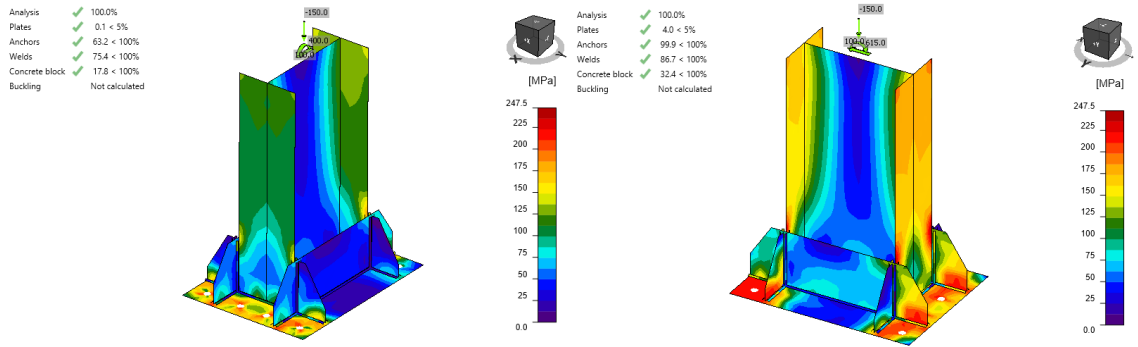
Şekil 3.153. (16) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.154. (16) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(16) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.155.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin ve 100 kN kesme kuvvetinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayabildiği ve maksimum 615 kNm moment kuvveti alabildiği belirlenmiştir.

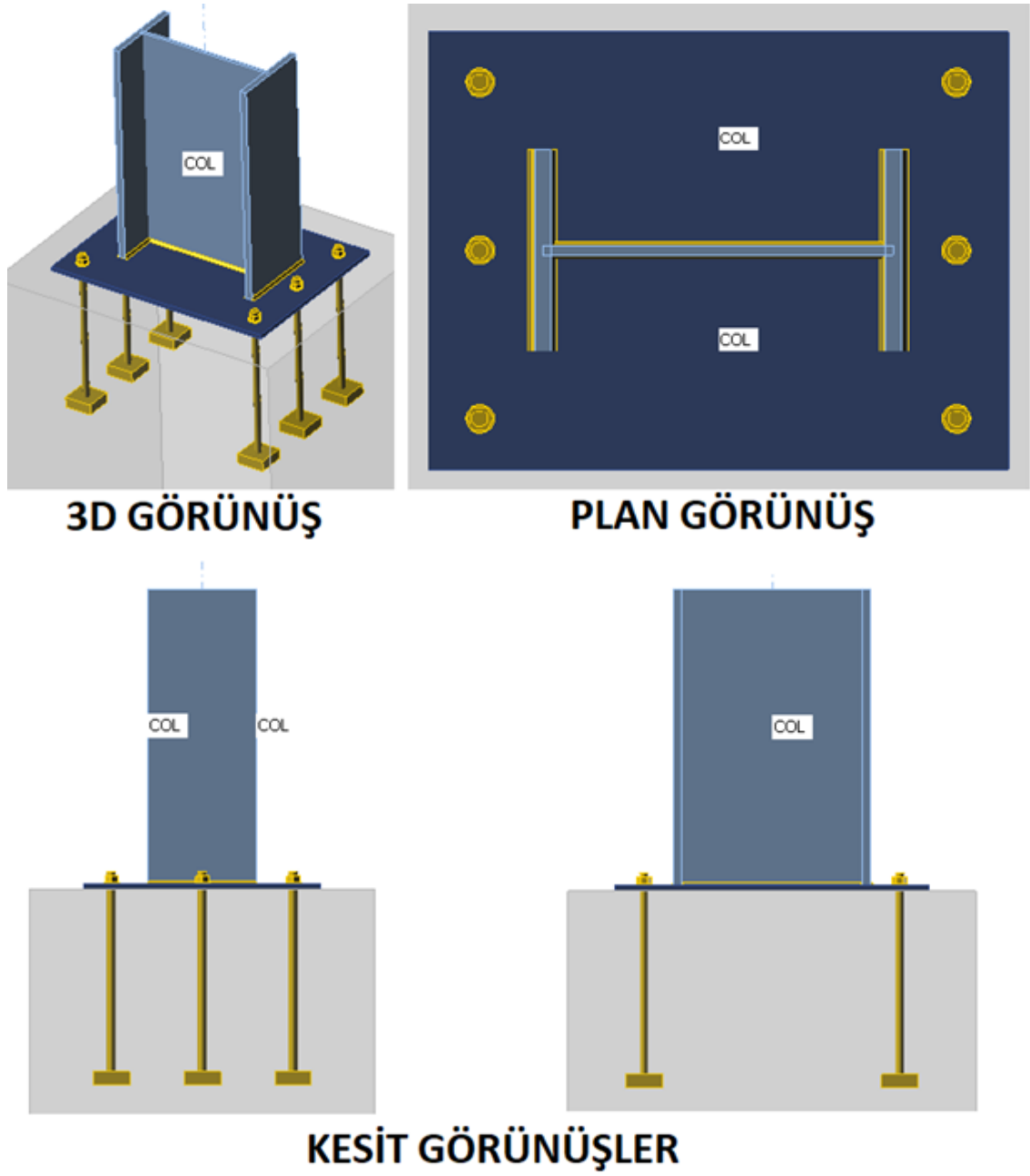
Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.155. (16) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.17. (17) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

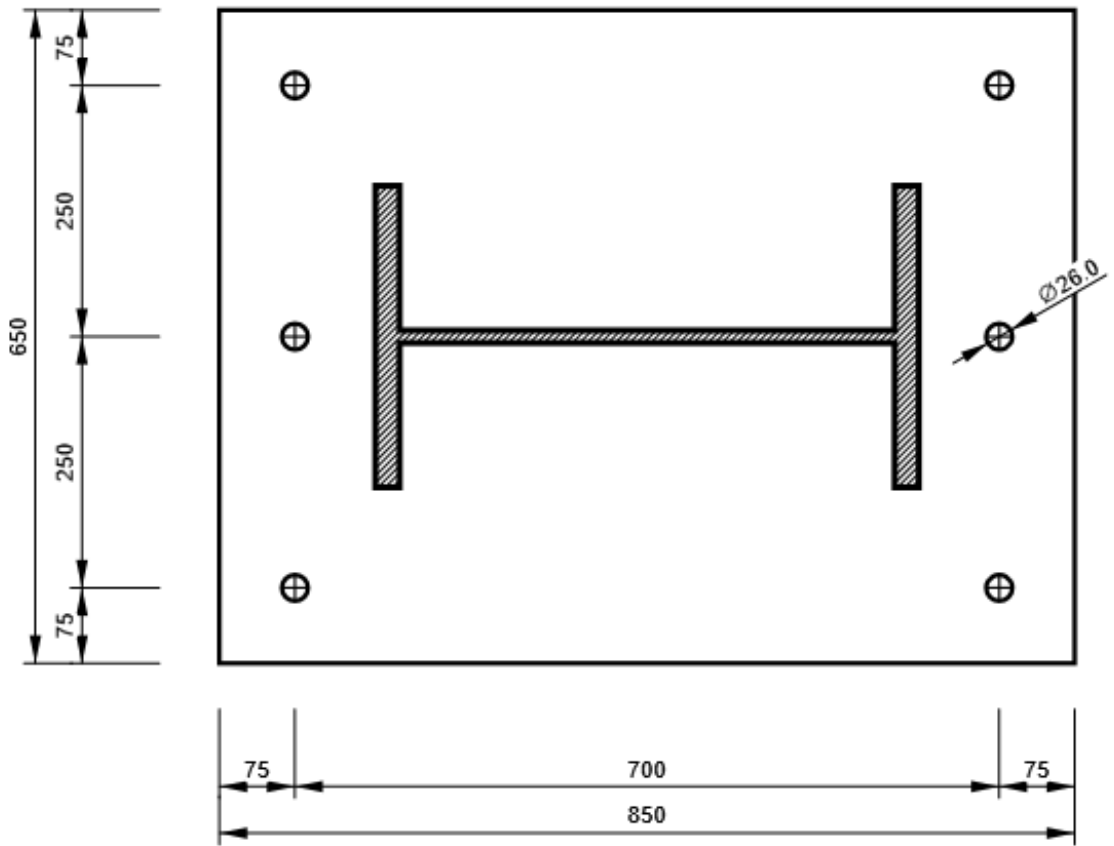
(17) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.156.). HEA550 kolonu için 30mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Altı adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.



Şekil 3.156. (17) numaralı birleşim analiz modeli görüşleri

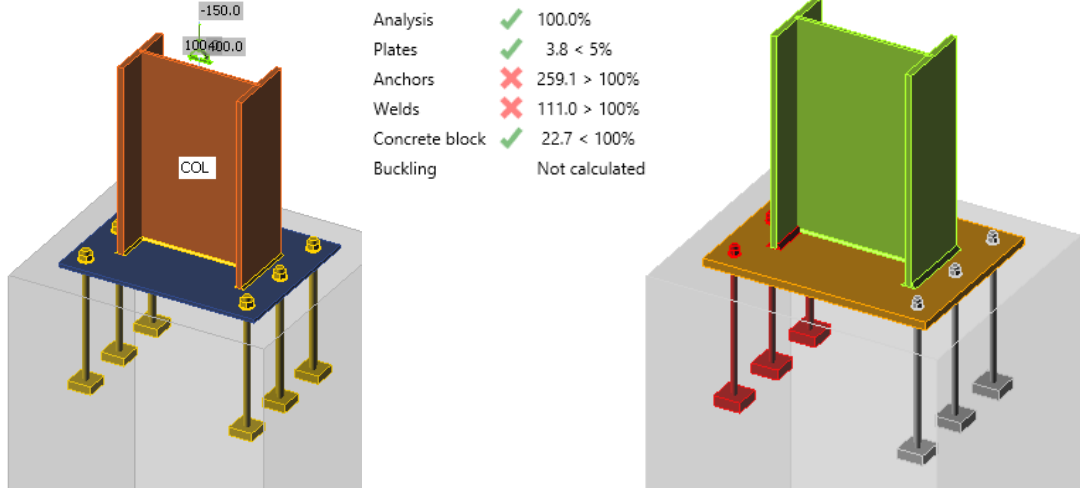
Birleşimde kullanılan taban plakası 30mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.157.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Altı adet M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır.

P30.0x850-650 (S235)



Şekil 3.157. (17) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akmalar %3.8 değerle akma sınırına yaklaşmış olup tasarım için yeterli gözükmemektedir. Berkitme levhalarının olmamasından kaynaklı malzemedeki deformasyonlar sınır seviyesine yaklaşmıştır. Ankrajlar ve kaynaklar ise oldukça yetersiz kalmaktadır. Plaka kalınlığının artması olumlu yönde etki etmiş olsa da tasarım için uygun gözükmemektedir (Şekil 3.158.).



Şekil 3.158. (17) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

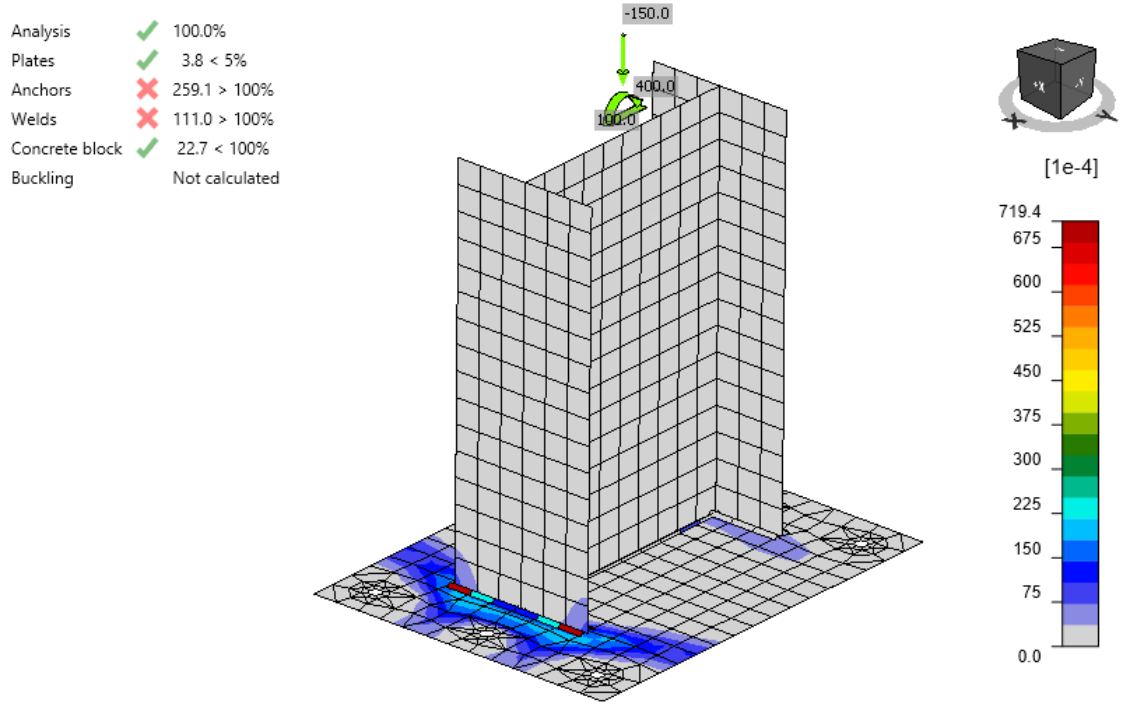
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.23.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirliğin oldukça üzerindedir.

Çizelge 3.23. (17) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

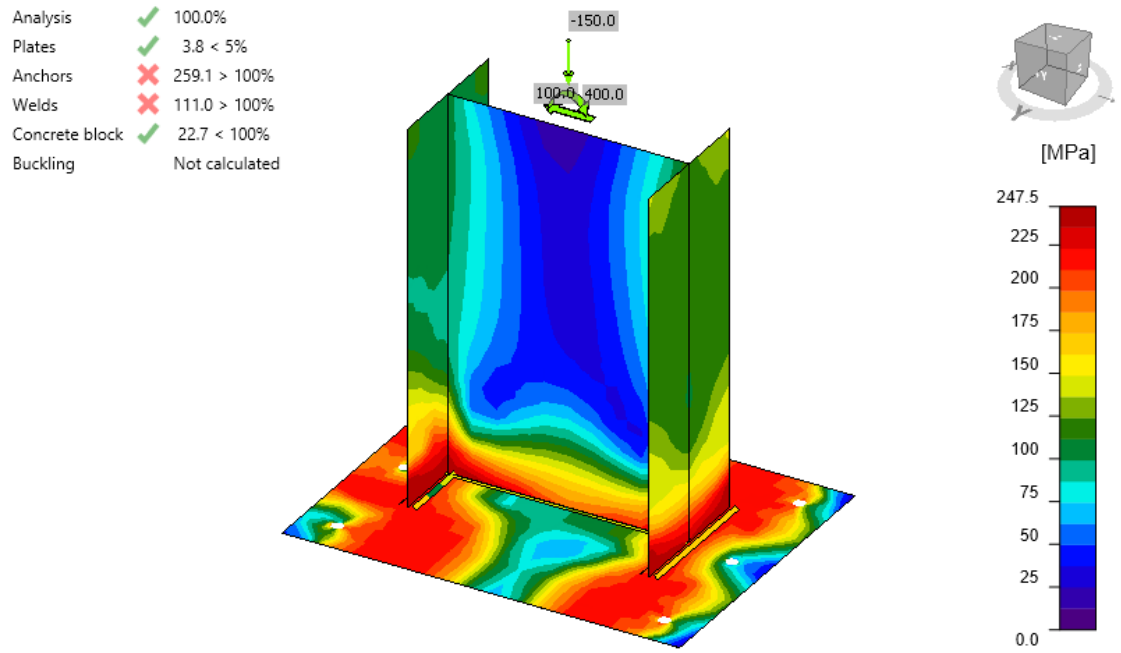
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	3.8 < 5%	OK
Anchors	259.1 > 100%	Not OK!
Welds	111.0 > 100%	Not OK!
Concrete block	22.7 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(17) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.159.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.160.).

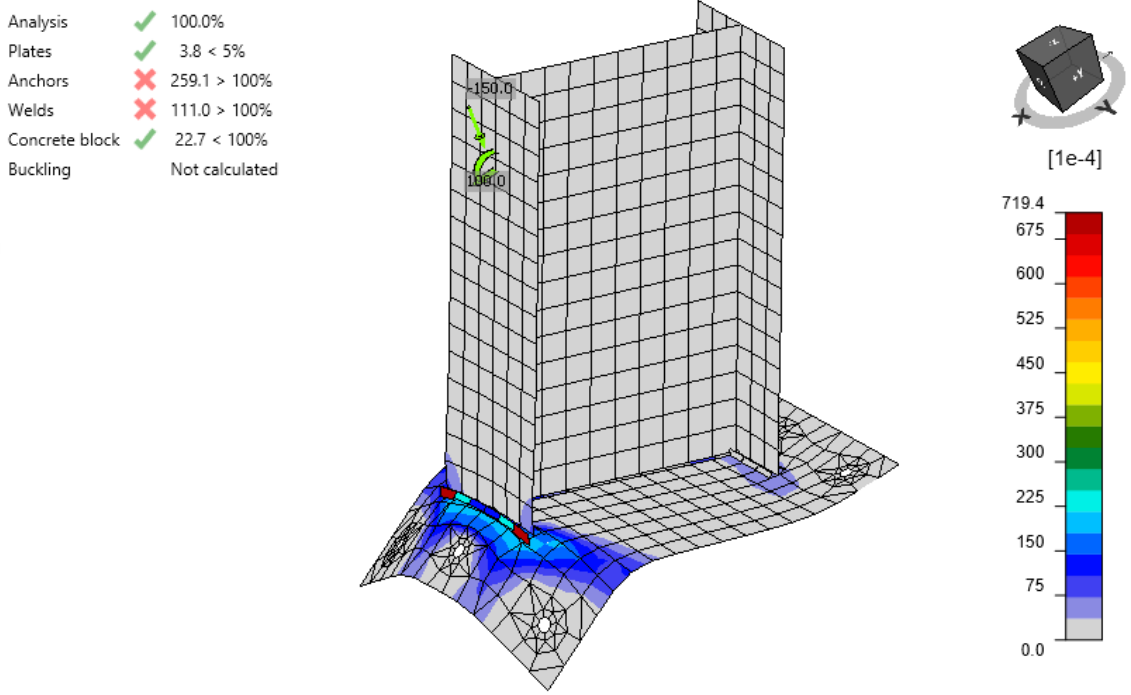


Şekil 3.159. (17) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.160. (17) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

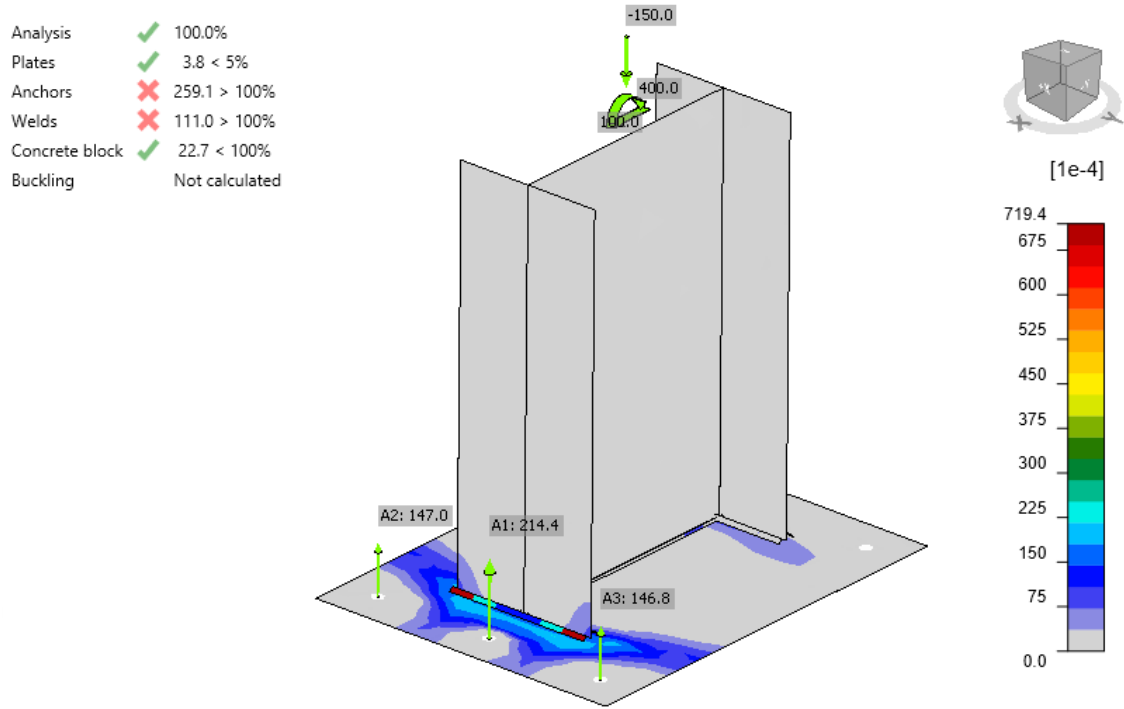
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.161.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



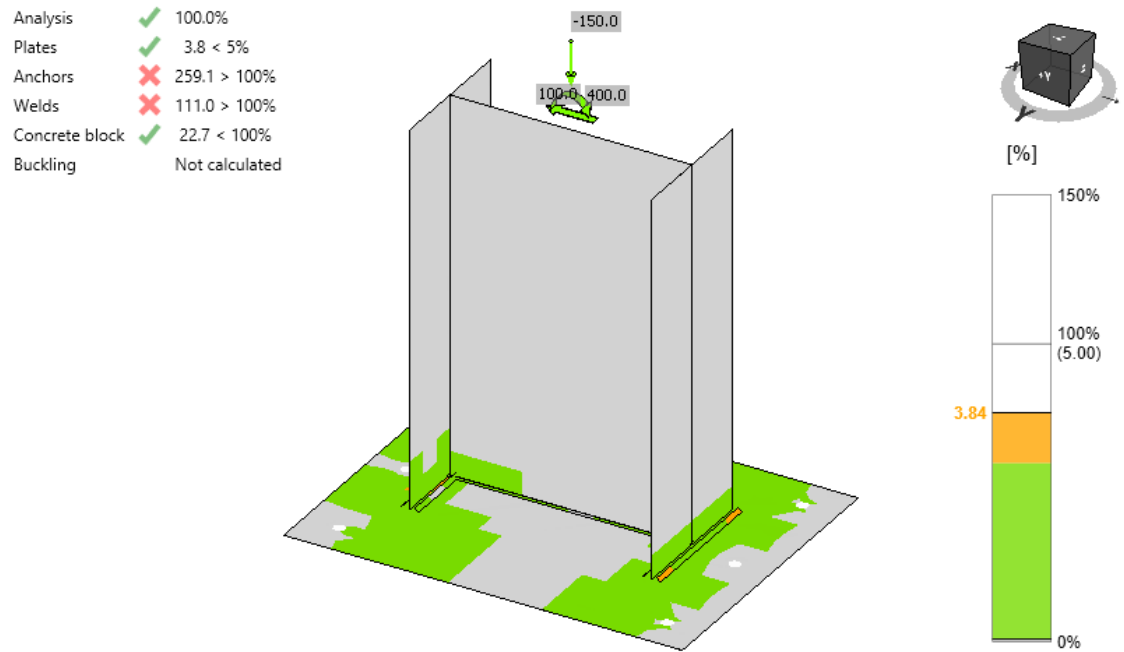
Şekil 3.161. (17) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(17) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.162.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 214.4 kN gelmektedir. Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %3.8 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar oldukça fazladır (Şekil 163.).



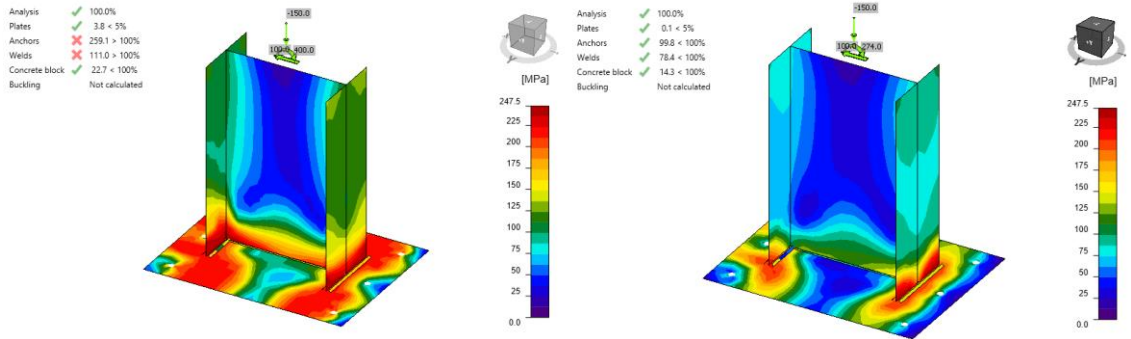
Şekil 3.162. (17) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.163. (17) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(17) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.164.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin ve 100 kN kesme kuvvetinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 274 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.

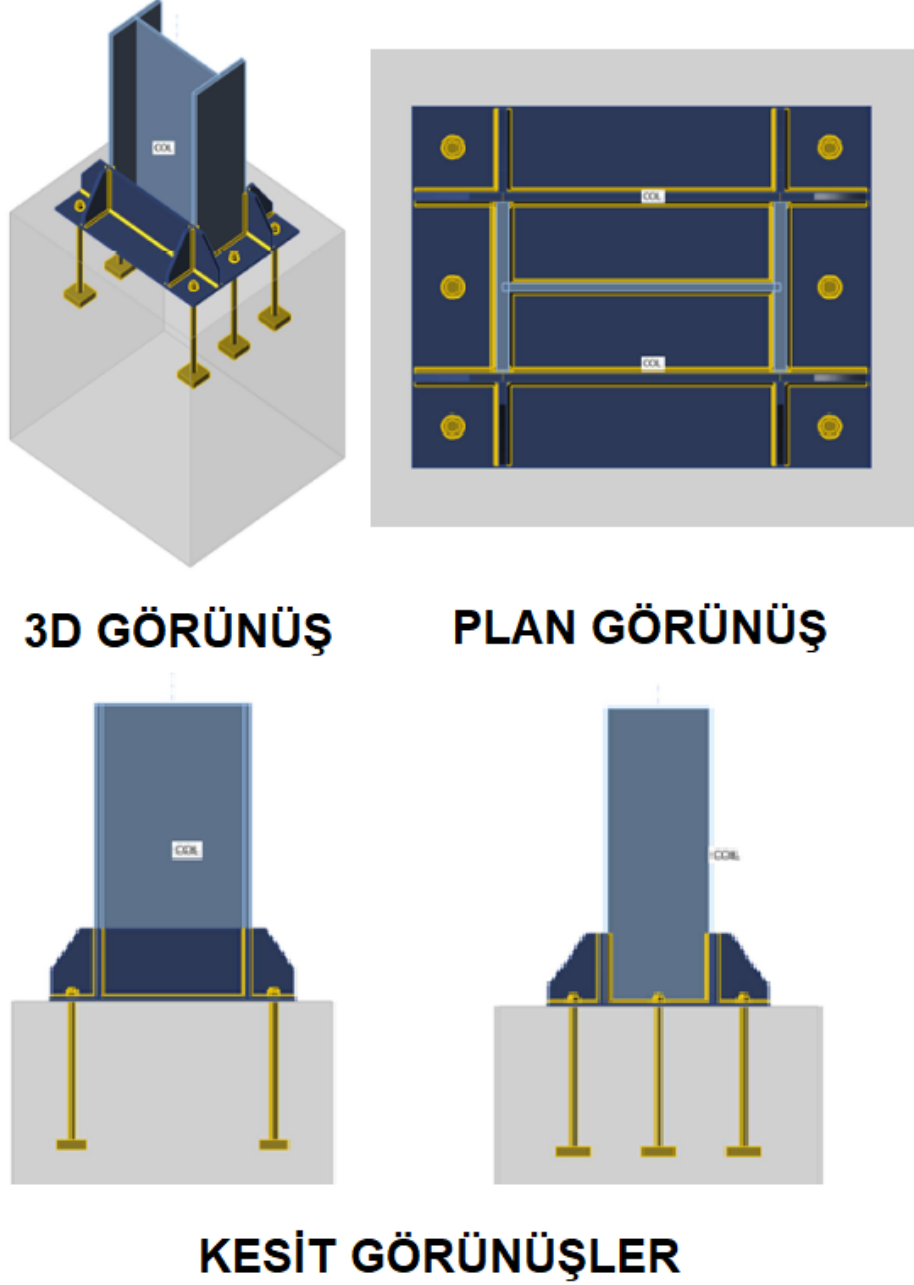


Şekil 3.164. (17) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.18. (18) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

(18) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.165.). HEA550 kolonu için 30mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Ayrıca 30mm kalınlığında yatay ve dikey doğrultuda berkitme plakaları kullanılmıştır.

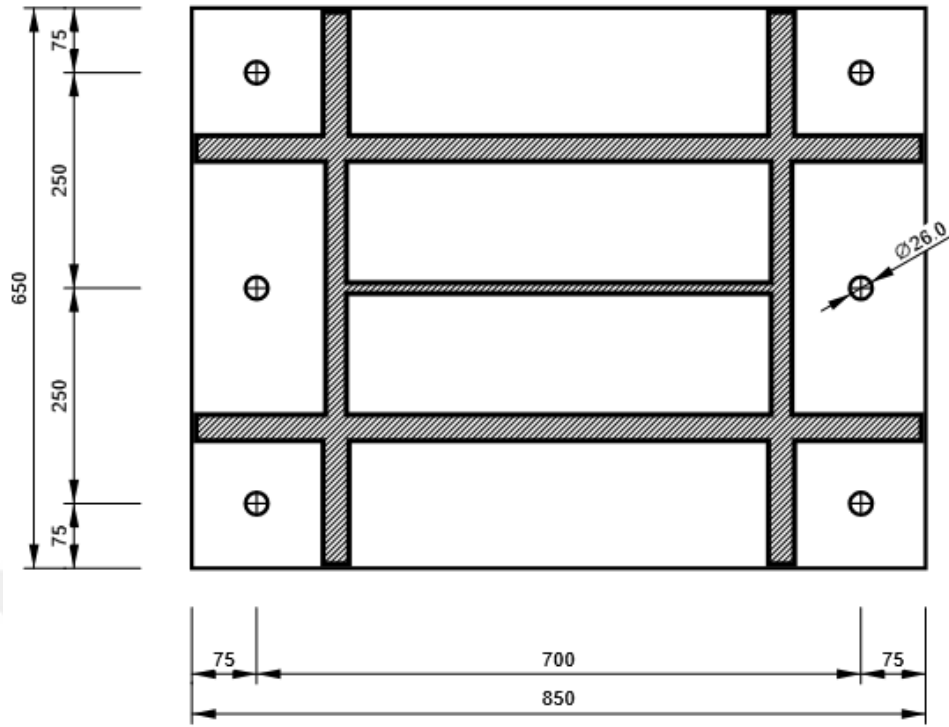
Altı adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır. Berkitme plakalarının köşe kısımlarında pah kırılarak keskin plaka uçları kullanılmamıştır.



Şekil 3.165. (18) numaralı birleşim analiz modeli görüntüleri

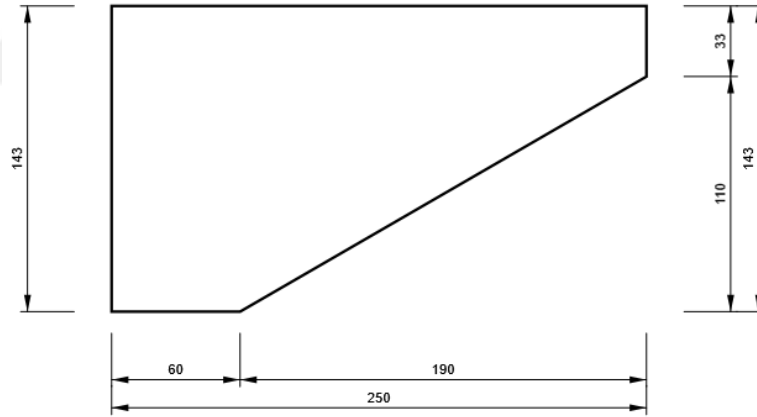
Birleşimde kullanılan taban plakası 30mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.166.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır. Ayrıca 30mm kalınlığında iki adet SP1 ve dört adet WID1 berkitme destek plakaları kullanılmıştır.

P30.0x850-650 (S235)



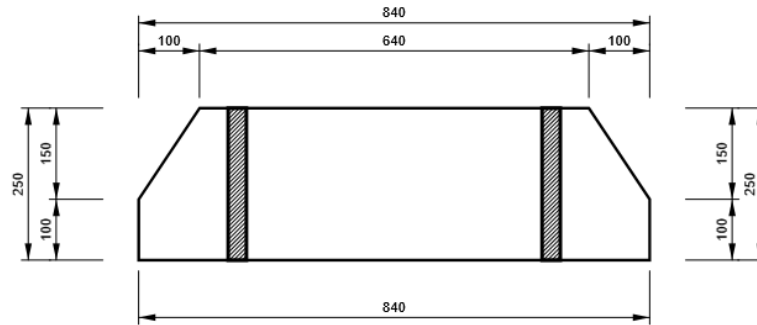
WID1

P30.0x250-143 (S235)



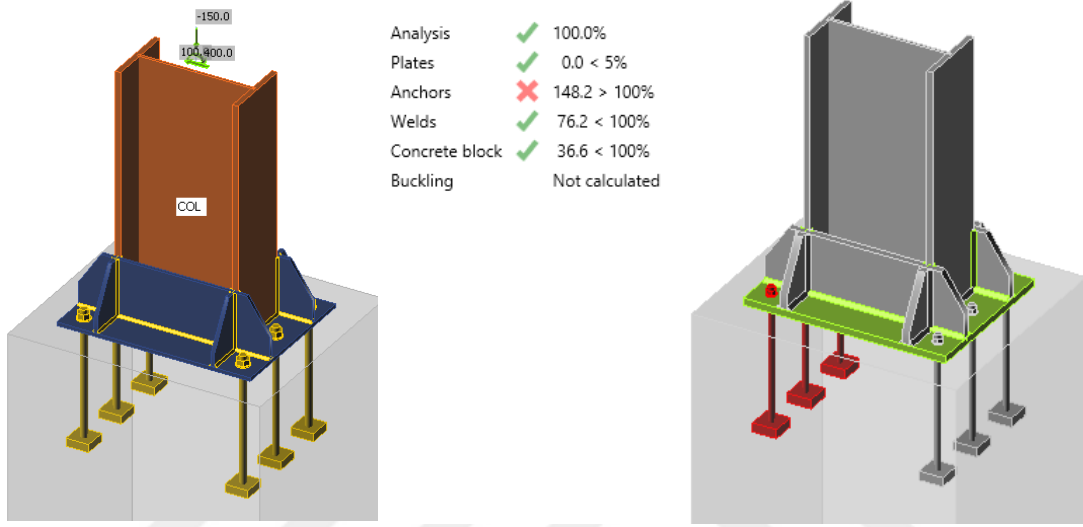
SP1

P30.0x250-840 (S235)



Şekil 3.166. (18) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akma sınırları %0.0 değerle akma sınırının altında olup herhangi bir deformasyona uğramamıştır. Berkitme levhalarının varlığından dolayı malzemede deformasyonlar gözükmemektedir. Kaynak yeterliliği sağlanmıştır. Ankraj ise yeterli seviyede çalışmamaktadır (Şekil 3.167.).



Şekil 3.167. (18) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirilmesi

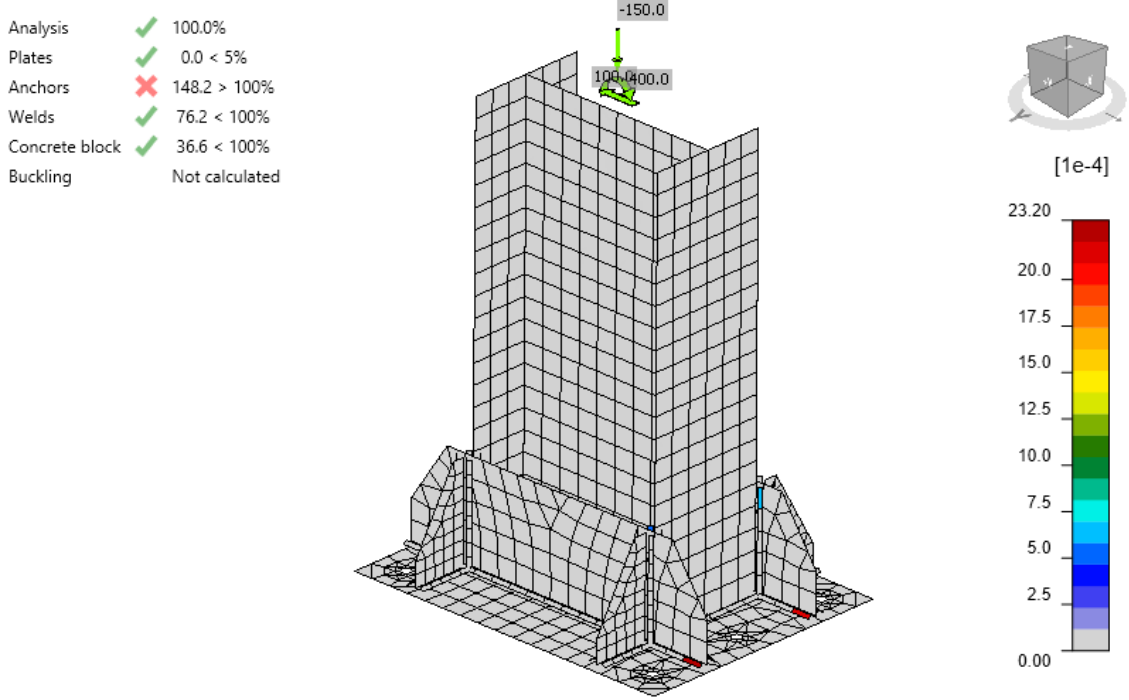
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.24.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Kaynaklar tasarım için yeterli fakat ankrajların çalışma kapasiteleri kullanılabilirlik açısından yeterli gözükmemektedir.

Çizelge 3.24. (18) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

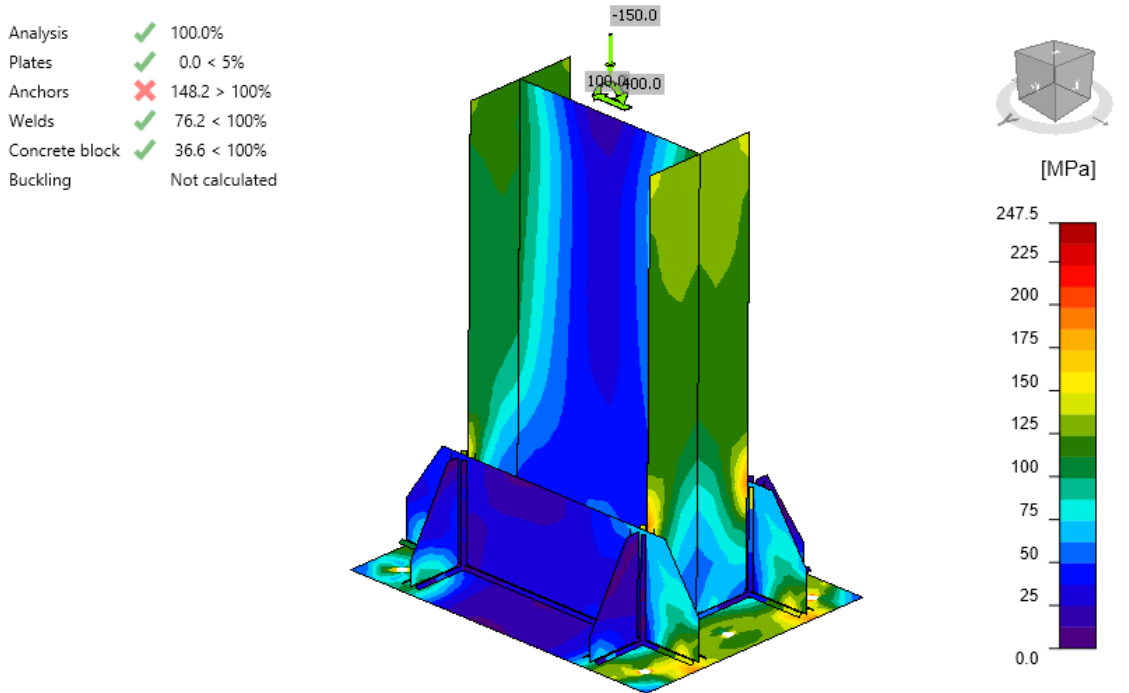
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5%	OK
Anchors	148.2 > 100%	Not OK!
Welds	76.2 < 100%	OK
Concrete block	36.6 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(18) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının bulunması taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir (Şekil 3.168.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.169.).

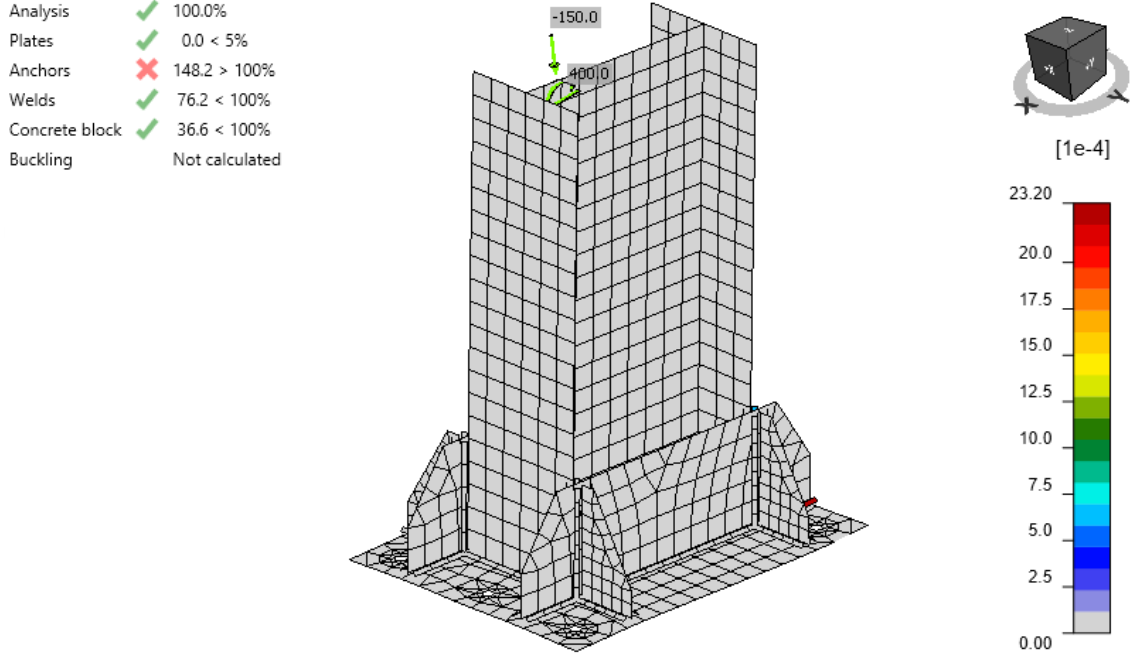


Şekil 3.168. (18) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.169. (18) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.170.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.

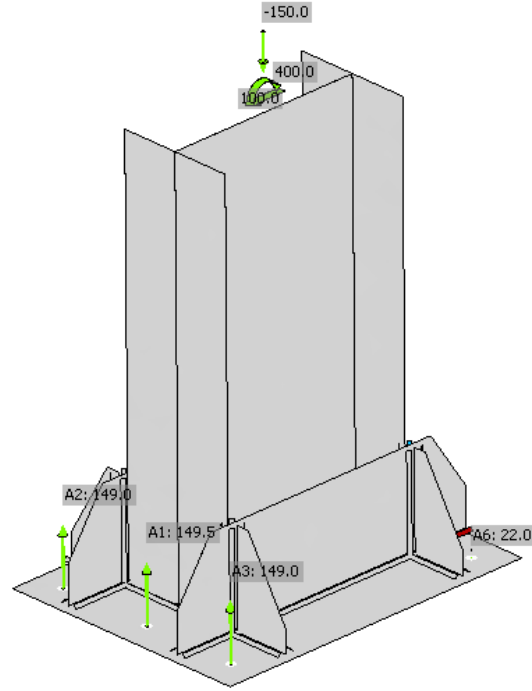


Şekil 3.170. (18) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

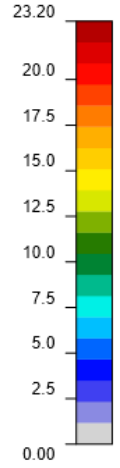
(18) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.171.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 149.5 kN gelmektedir. Ankrajlar, kapasitelerinin biraz üzerinde çalışmaktadır ve yeterli gözükmemektedir.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %0.0 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar daha fazladır (Şekil 3.172.).

Analysis	✓	100.0%
Plates	✓	0.0 < 5%
Anchors	✗	148.2 > 100%
Welds	✓	76.2 < 100%
Concrete block	✓	36.6 < 100%
Buckling		Not calculated

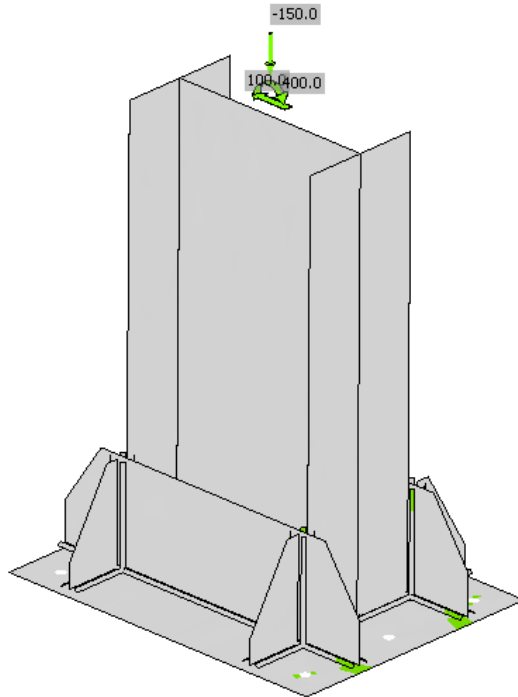


[1e-4]

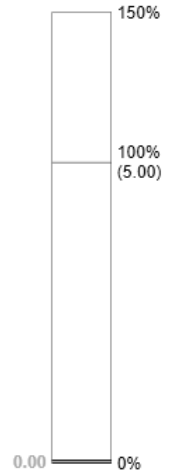


Şekil 3.171. (18) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri

Analysis	✓	100.0%
Plates	✓	0.0 < 5%
Anchors	✗	148.2 > 100%
Welds	✓	76.2 < 100%
Concrete block	✓	36.6 < 100%
Buckling		Not calculated



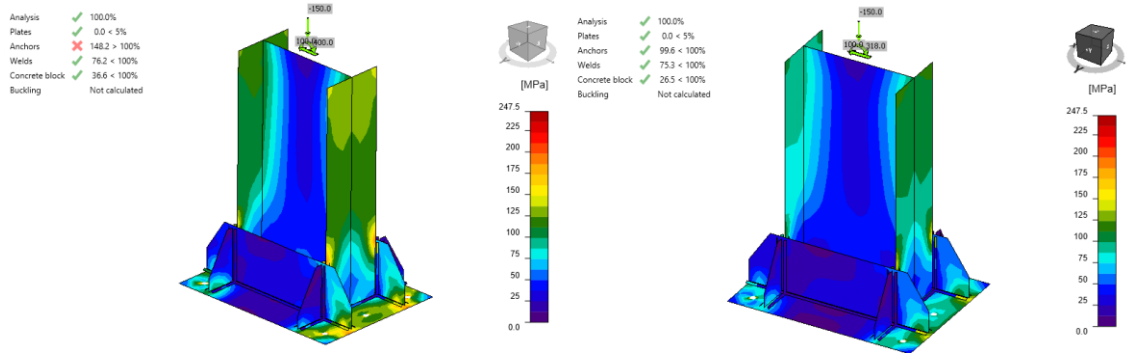
[%]



Şekil 3.172. (18) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(18) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.173.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin ve 100 kN kesme kuvvetinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 318 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

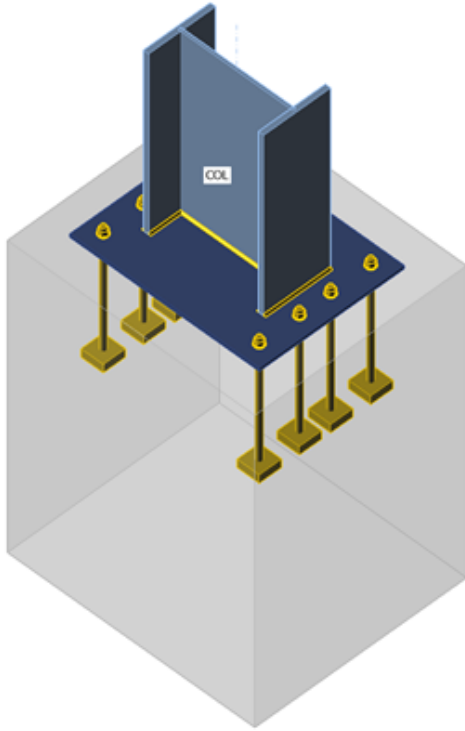
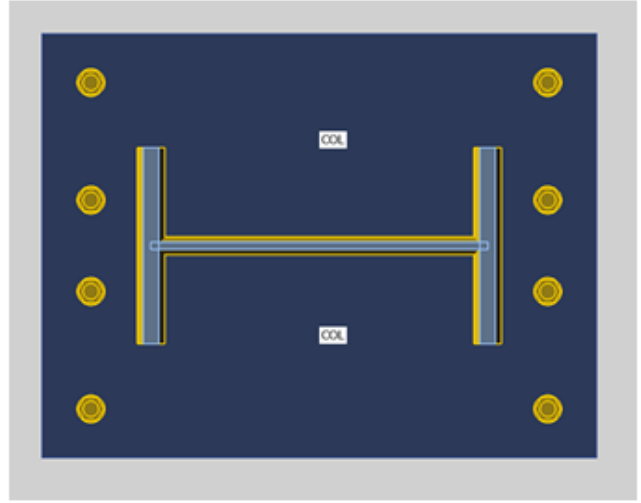
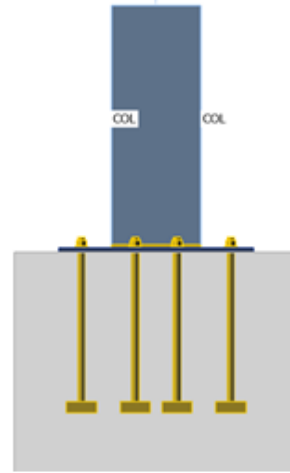
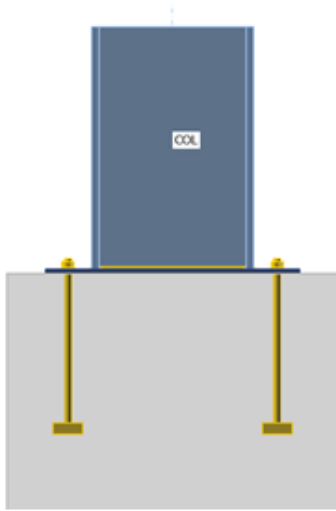
Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.173. (18) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

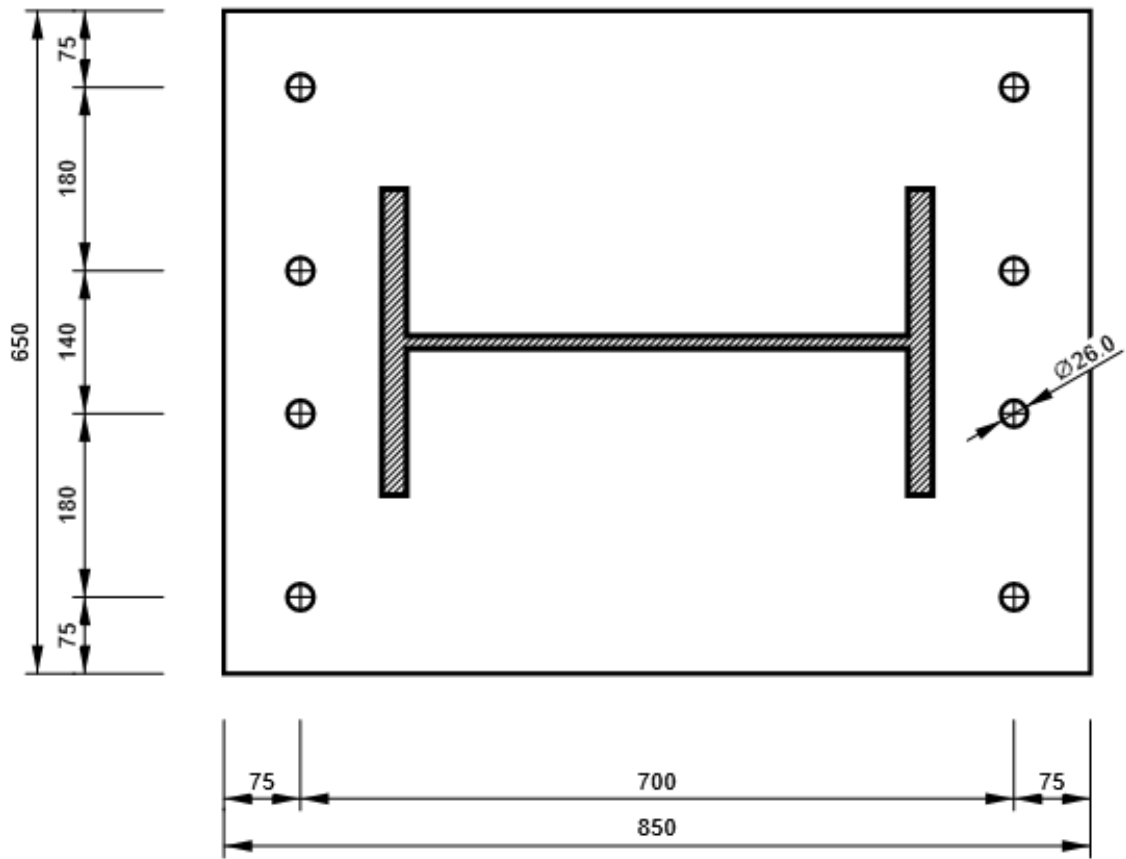
3.5.1.19. (19) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

(19) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.174.). HEA550 kolonu için 30mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Sekiz adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.

**3D GÖRÜNÜŞ****PLAN GÖRÜNÜŞ****KESİT GÖRÜNÜŞLER****Şekil 3.174.** (19) numaralı birleşim analiz modeli görüşleri

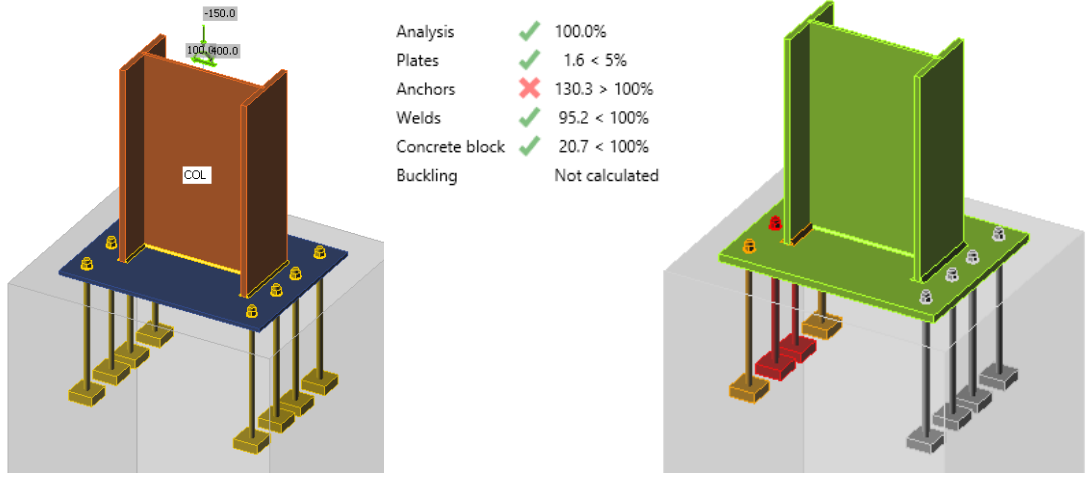
Birleşimde kullanılan taban plakası 30mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.175.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Sekiz adet M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır.

P30.0x850-650 (S235)



Şekil 3.175. (19) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akma %1.6 değerle akma sınırının altında kalıp ciddi bir deformasyona uğramamıştır. Berkitme levhalarının olmamasından dolayı malzemede deformasyonlar başlamıştır. Tasarımdaki kaynaklar neredeyse maksimum şekilde çalışmaktadır. Fakat ankrajlar ise oldukça yetersiz kalmaktadır. Plaka kalınlığının artması olumlu yönde etki etmiş olsa da tasarım için uygun gözükmemektedir (Şekil 3.176.).



Şekil 3.176. (19) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

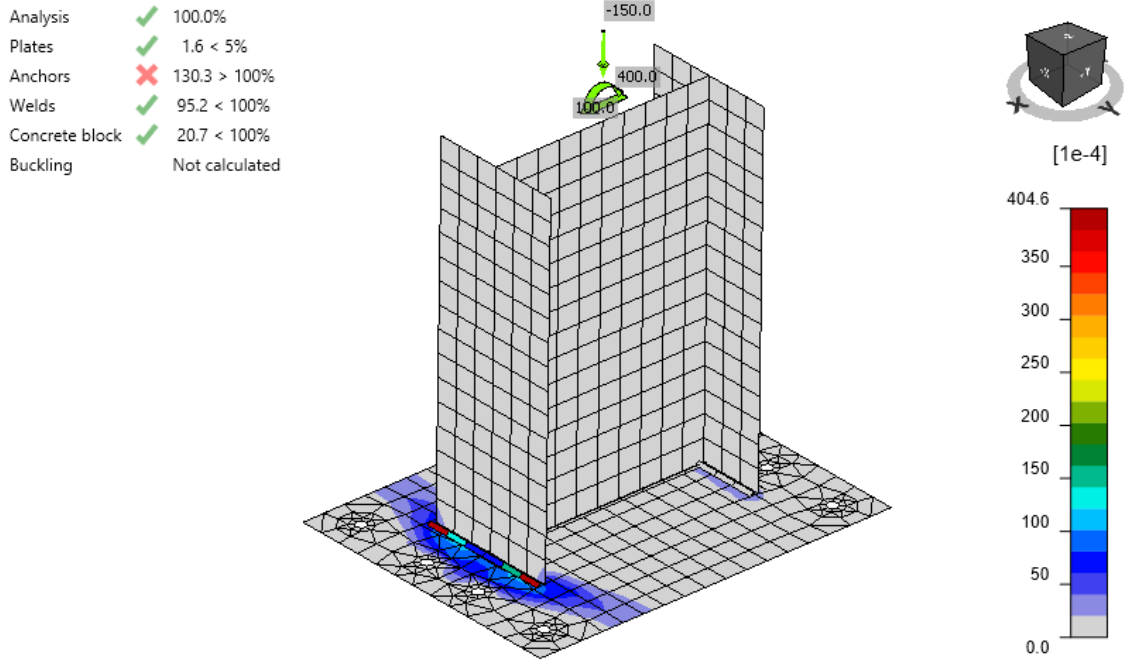
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.25.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Kaynaklar tasarım için yeterli fakat ankrajların çalışma kapasiteleri kullanılabilirlik açısından yeterli gözükmemektedir.

Çizelge 3.25. (19) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

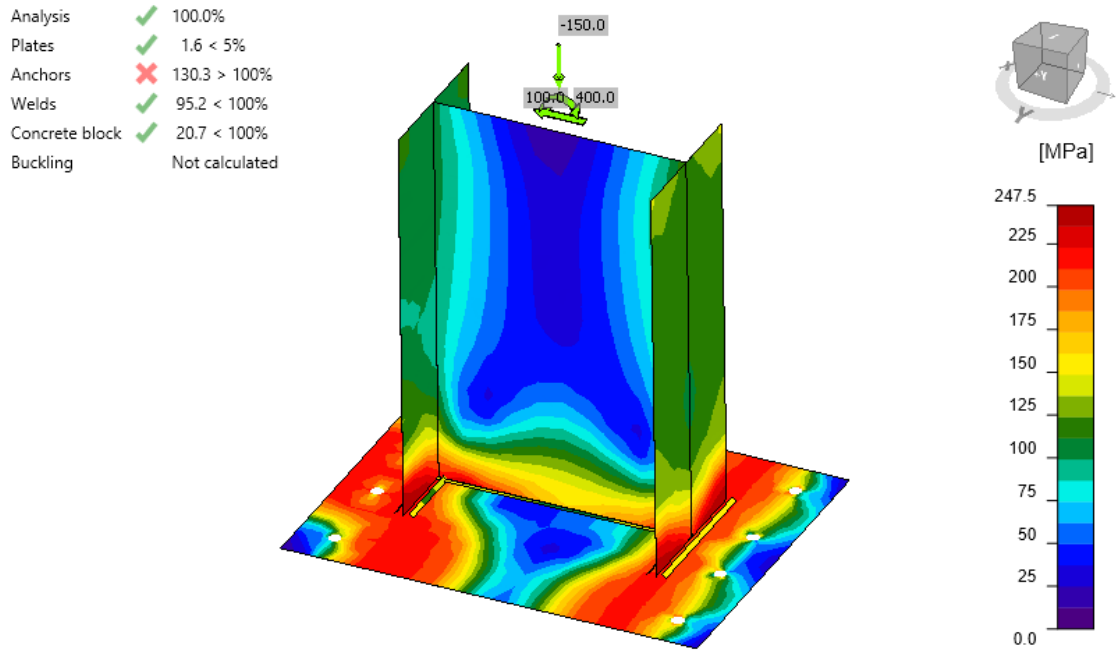
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	1.6 < 5%	OK
Anchors	130.3 > 100%	Not OK!
Welds	95.2 < 100%	OK
Concrete block	20.7 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(19) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.177.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.178.).

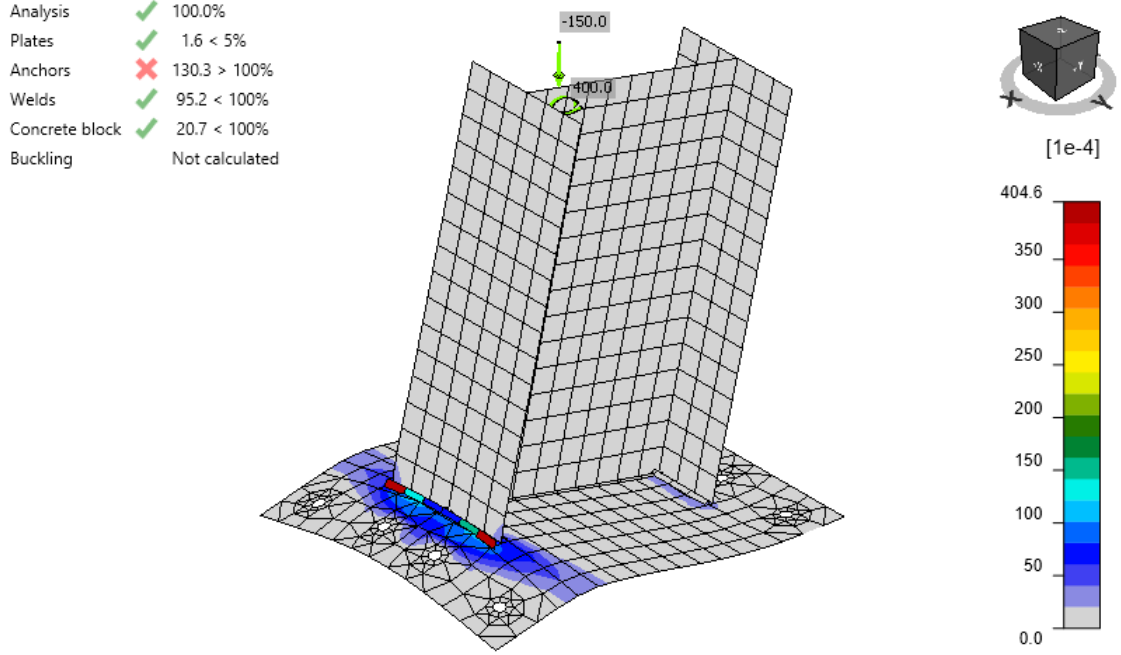


Şekil 3.177. (19) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.178. (19) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

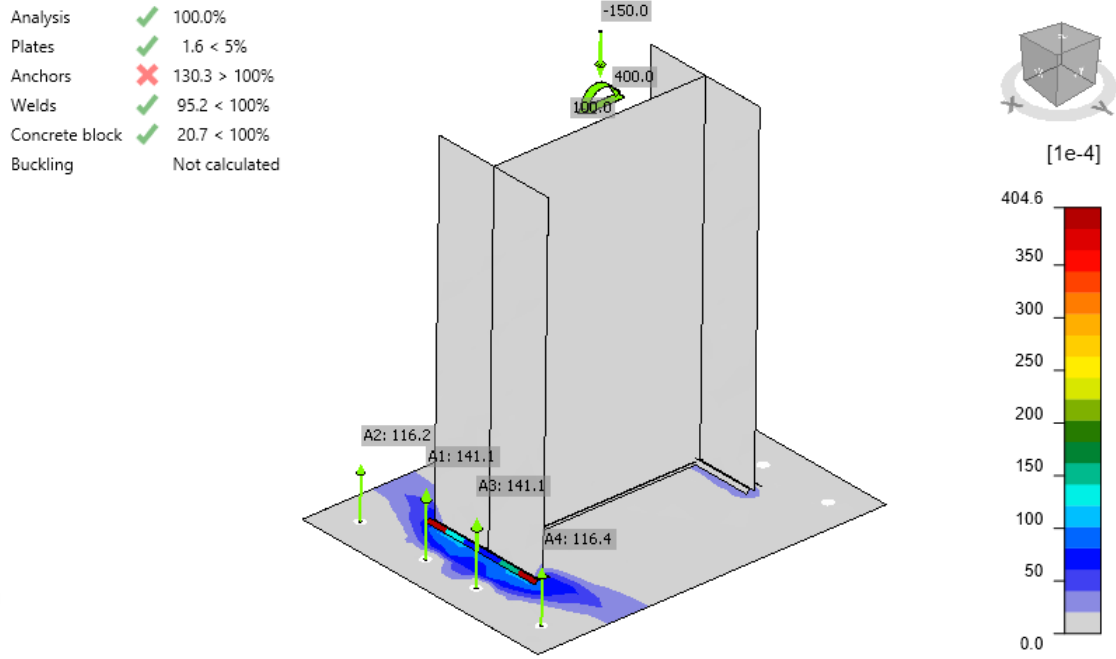
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.179.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



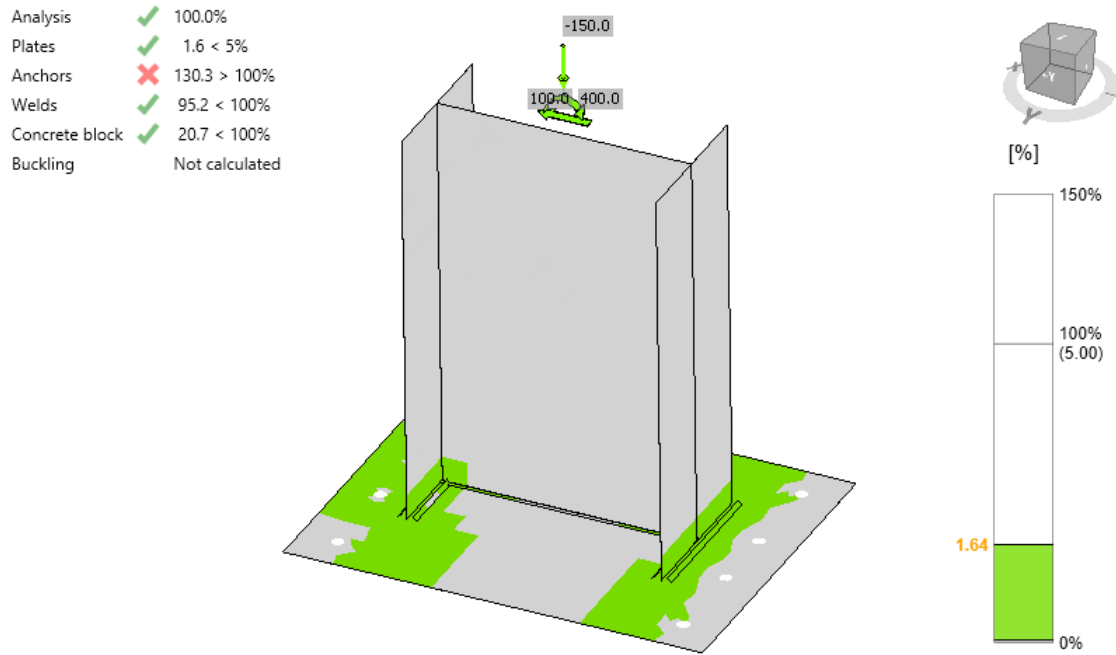
Şekil 3.179. (19) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(19) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.180.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 141.1 kN gelmektedir. Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %1.6 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar oldukça fazladır (Şekil 3.181.).



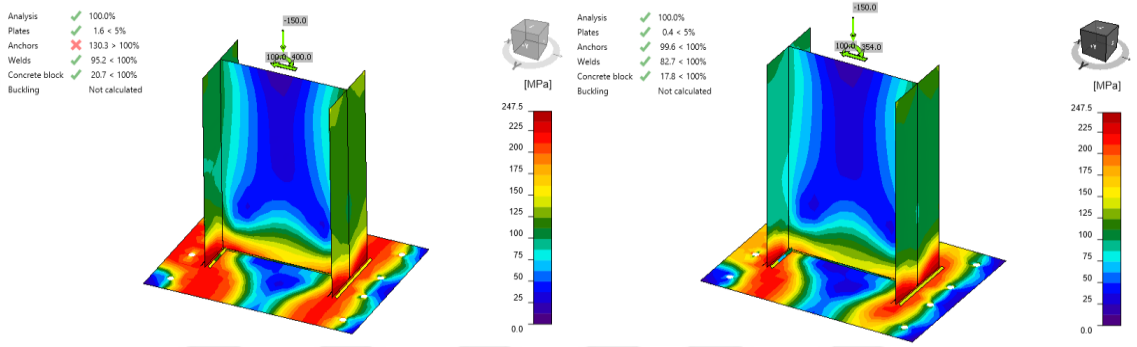
Şekil 3.180. (19) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.181. (19) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(19) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.182.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin ve 100 kN kesme kuvvetinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 354 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.

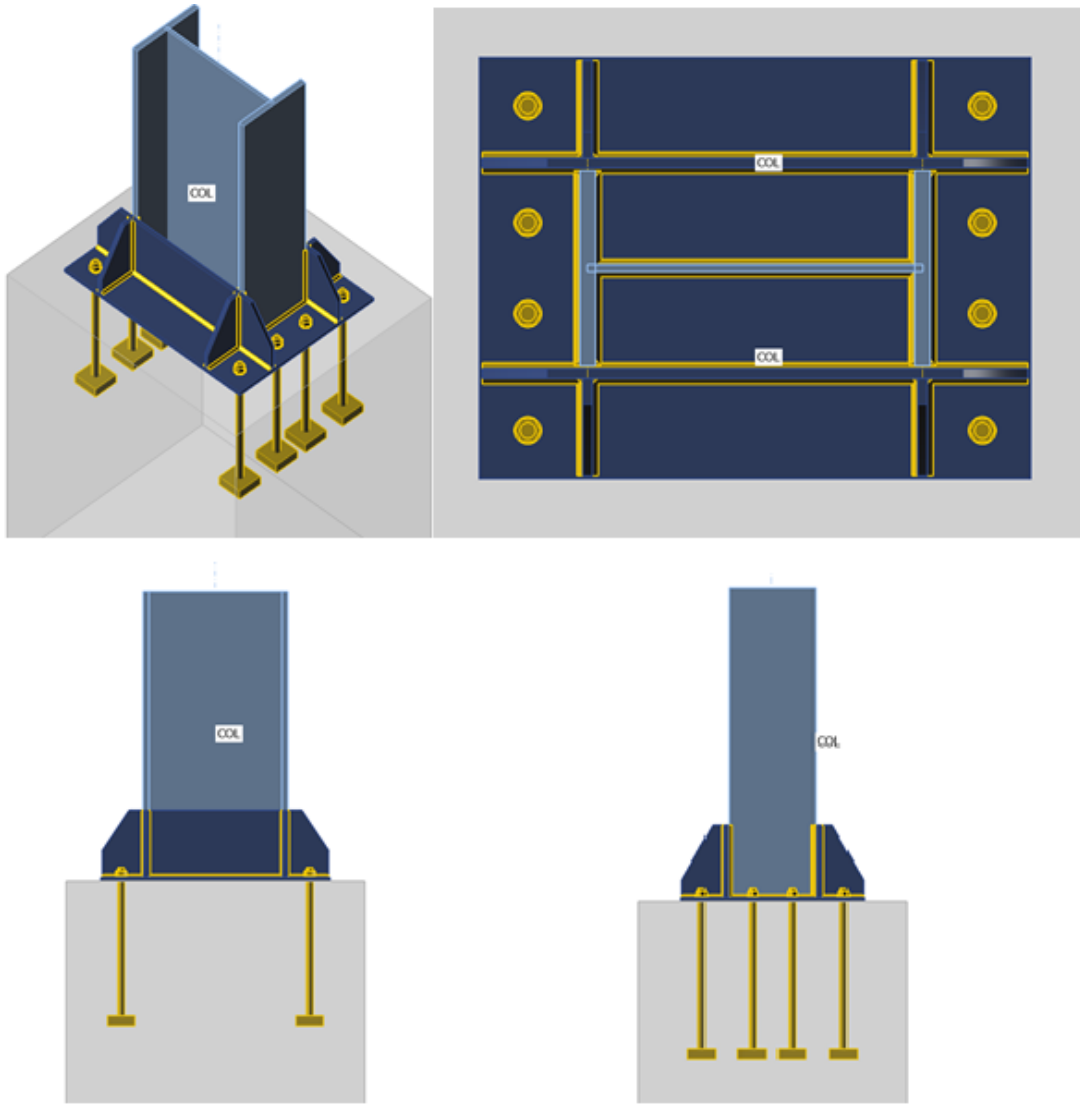


Şekil 3.182. (19) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.20. (20) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

(20) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.183.). HEA550 kolonu için 30mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Ayrıca 30mm kalınlığında yatay ve dikey doğrultuda berkitme plakaları kullanılmıştır.

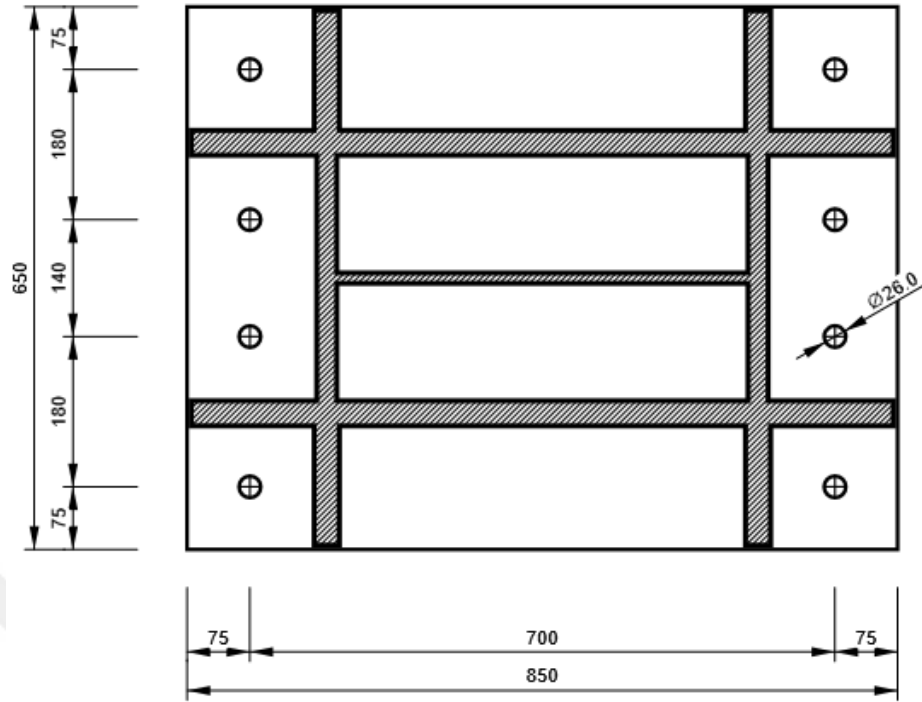
Sekiz adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır. Berkitme plakalarının köşe kısımlarında pah kırılarak keskin plaka uçları kullanılmamıştır.



Şekil 3.183. (20) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

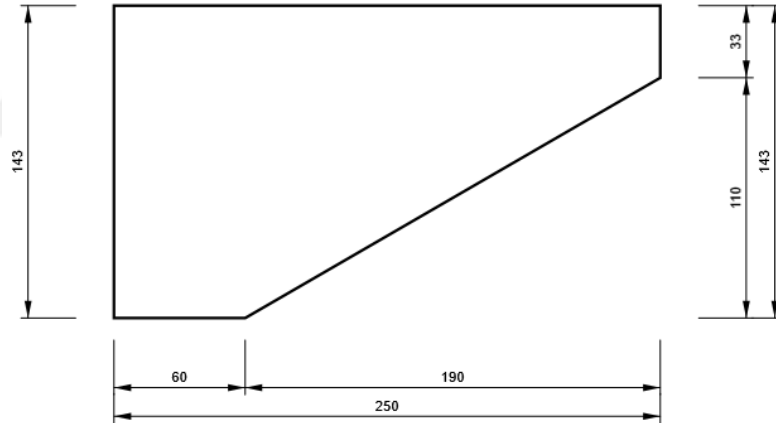
Birleşimde kullanılan taban plakası 30mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.184.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır. Ayrıca 30mm kalınlığında iki adet SP1 ve dört adet WID1 berkitme destek plakaları kullanılmıştır.

P30.0x850-650 (S235)



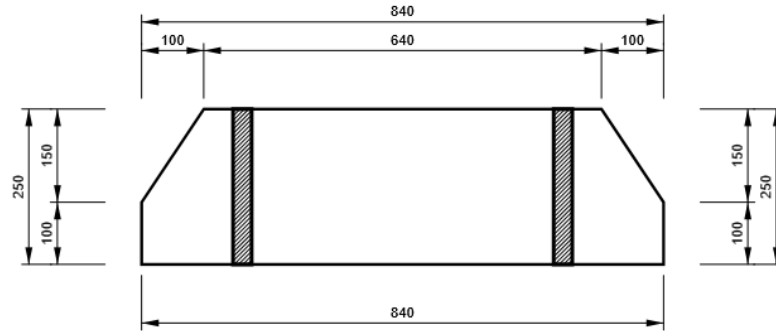
WID1

P30.0x250-143 (S235)



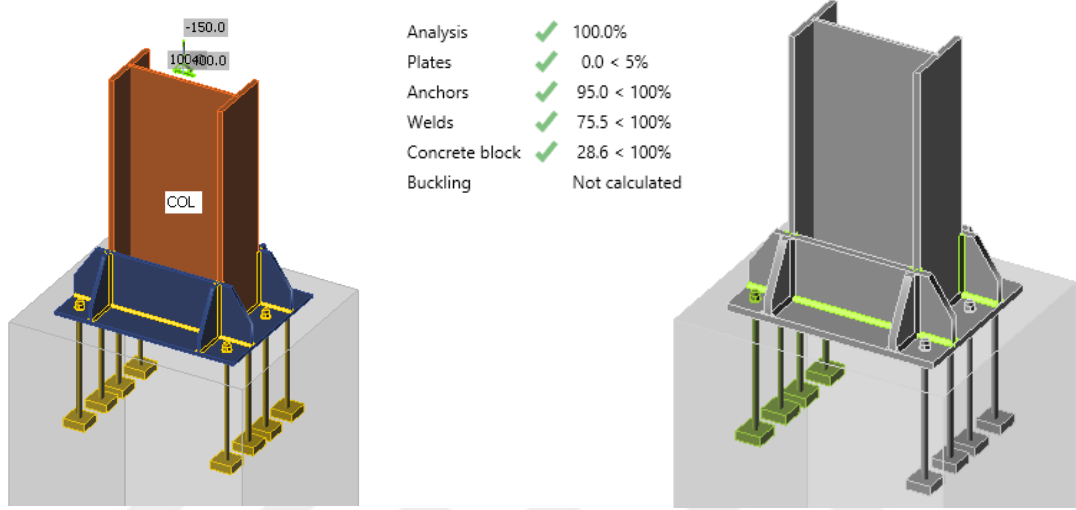
SP1

P30.0x250-840 (S235)



Şekil 3.184. (20) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akma %0.0 değerle akma sınırının altında olup tasarım için yeterli gözükmemektedir. Berkitme levhalarının varlığından dolayı malzemede deformasyonlar gözükmemektedir. Kaynak yeterliliği sağlanmıştır. Ankraj sayısındaki artıştan dolayı ankrajlar da yeterli seviyede çalışmaktadır (Şekil 3.185.).



Şekil 3.185. (20) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirilmesi

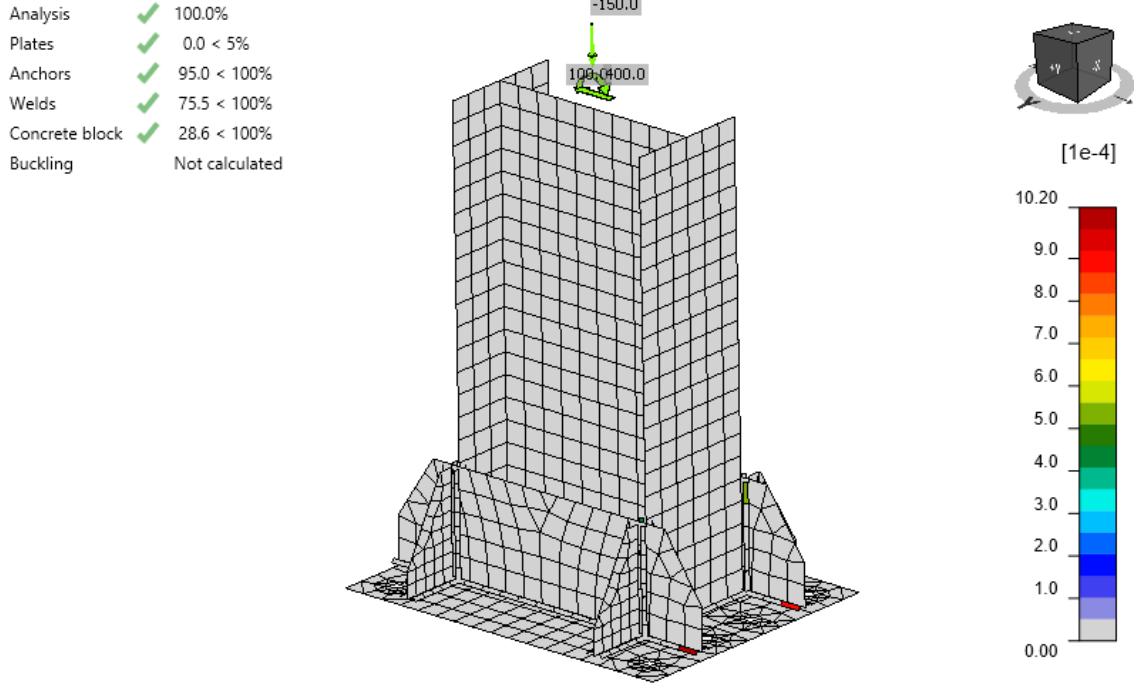
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.26.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirlik açısından yeterli gözükmemektedir.

Çizelge 3.26. (20) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

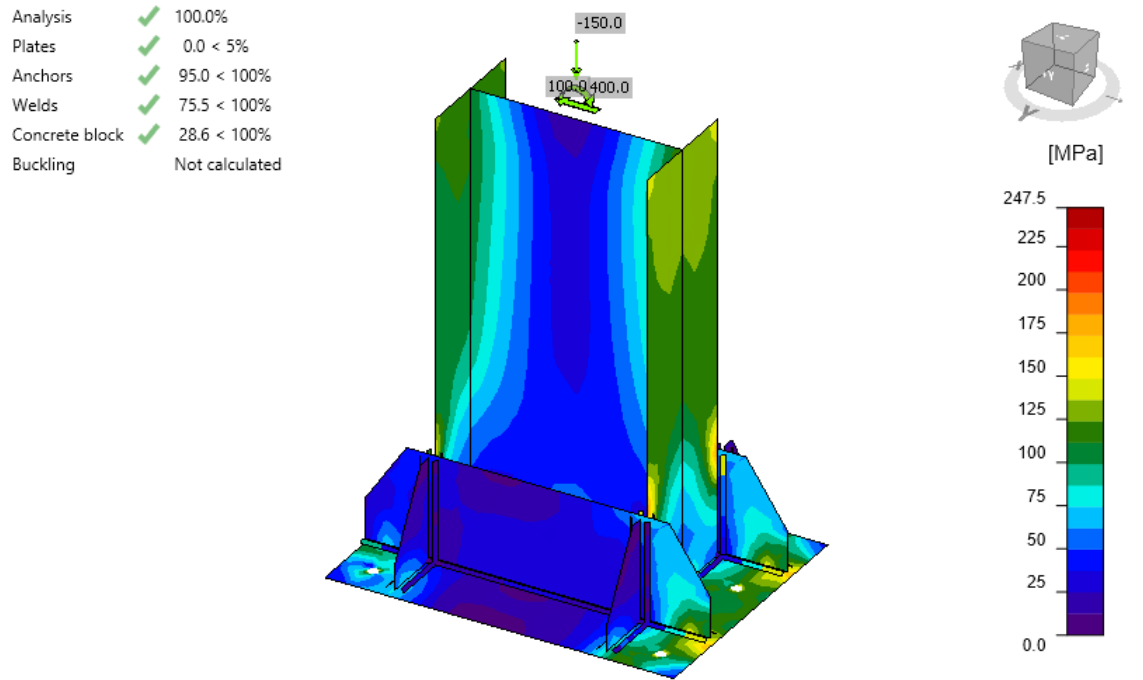
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5%	OK
Anchors	95.0 < 100%	OK
Welds	75.5 < 100%	OK
Concrete block	28.6 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(20) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının bulunması taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir (Şekil 3.186.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.187.).

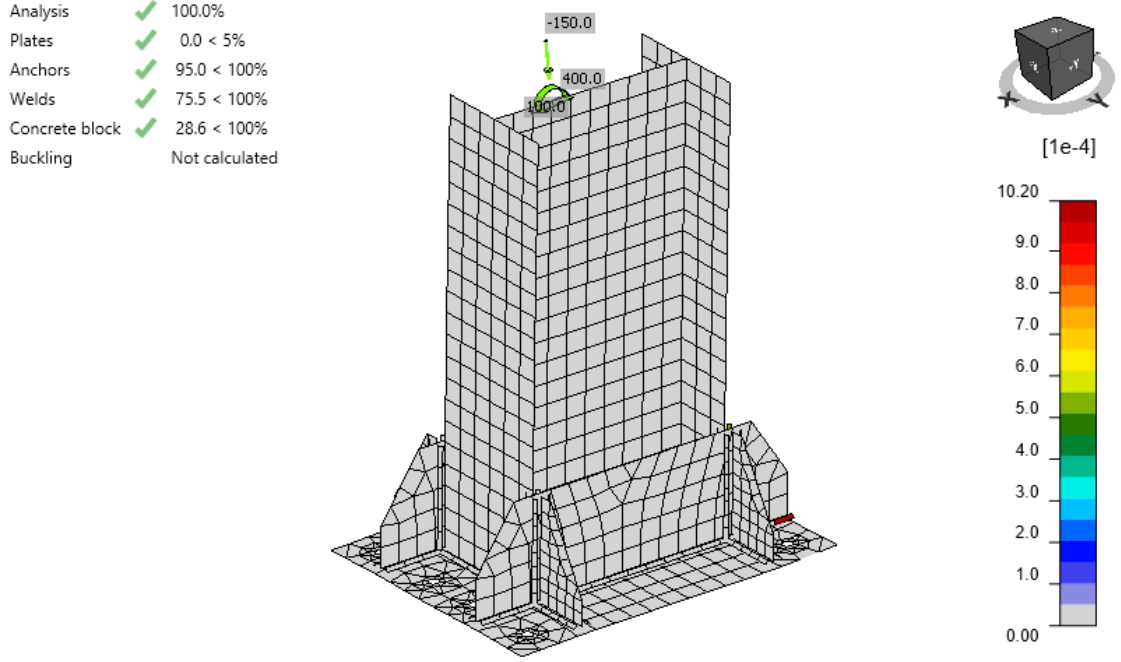


Şekil 3.186. (20) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.187. (20) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.188.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.

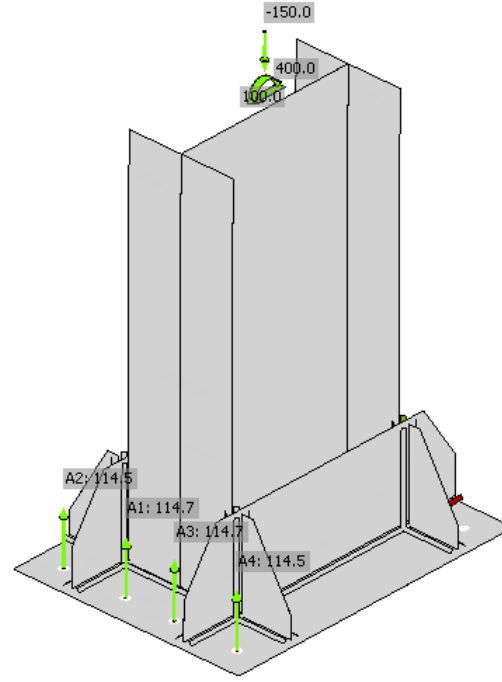


Şekil 3.188. (20) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(20) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.189.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 114.7 kN gelmektedir. Ankrajlar, kapasitelerinin sınırları içerisinde çalışmaktadır ve yeterli gözükmektedir.

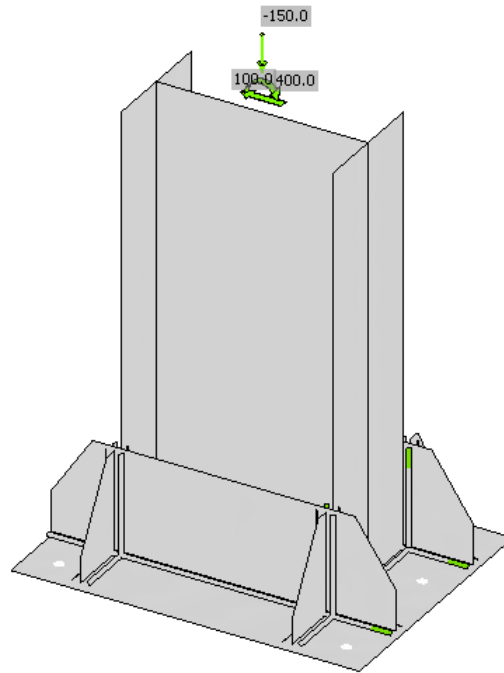
Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %0.0 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar daha fazladır (Şekil 3.190.).

Analysis	✓	100.0%
Plates	✓	0.0 < 5%
Anchors	✓	95.0 < 100%
Welds	✓	75.5 < 100%
Concrete block	✓	28.6 < 100%
Buckling		Not calculated



Şekil 3.189. (20) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri

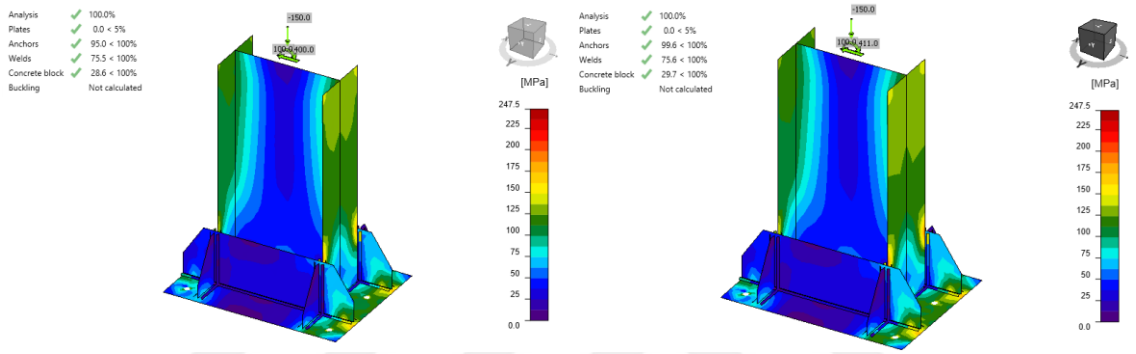
Analysis	✓	100.0%
Plates	✓	0.0 < 5%
Anchors	✓	95.0 < 100%
Welds	✓	75.5 < 100%
Concrete block	✓	28.6 < 100%
Buckling		Not calculated



Şekil 3.190. (20) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(20) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.231.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin ve 100 kN kesme kuvvetinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayabildiği ve maksimum 411 kNm moment kuvveti alabildiği belirlenmiştir.

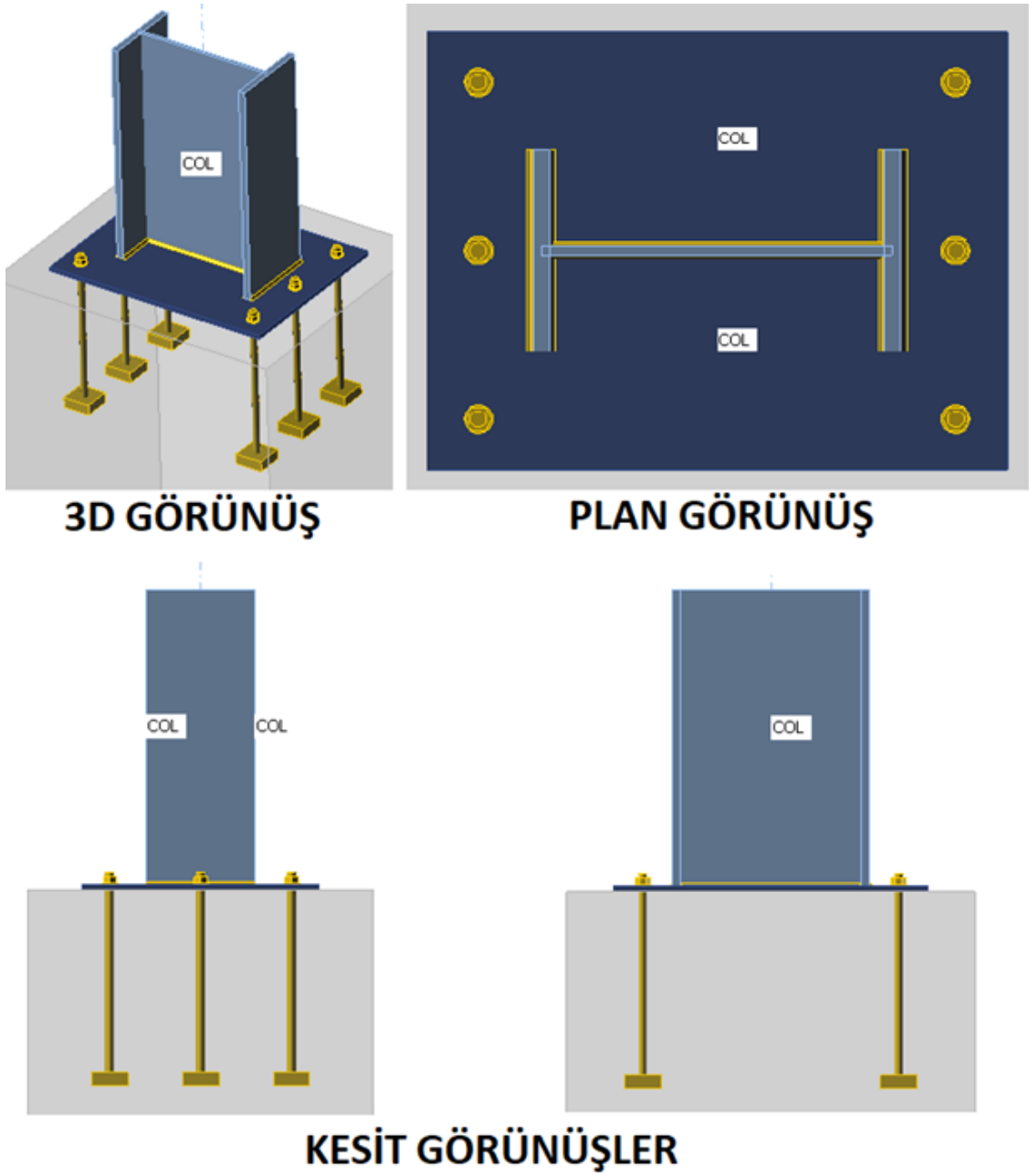
Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.191. (20) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

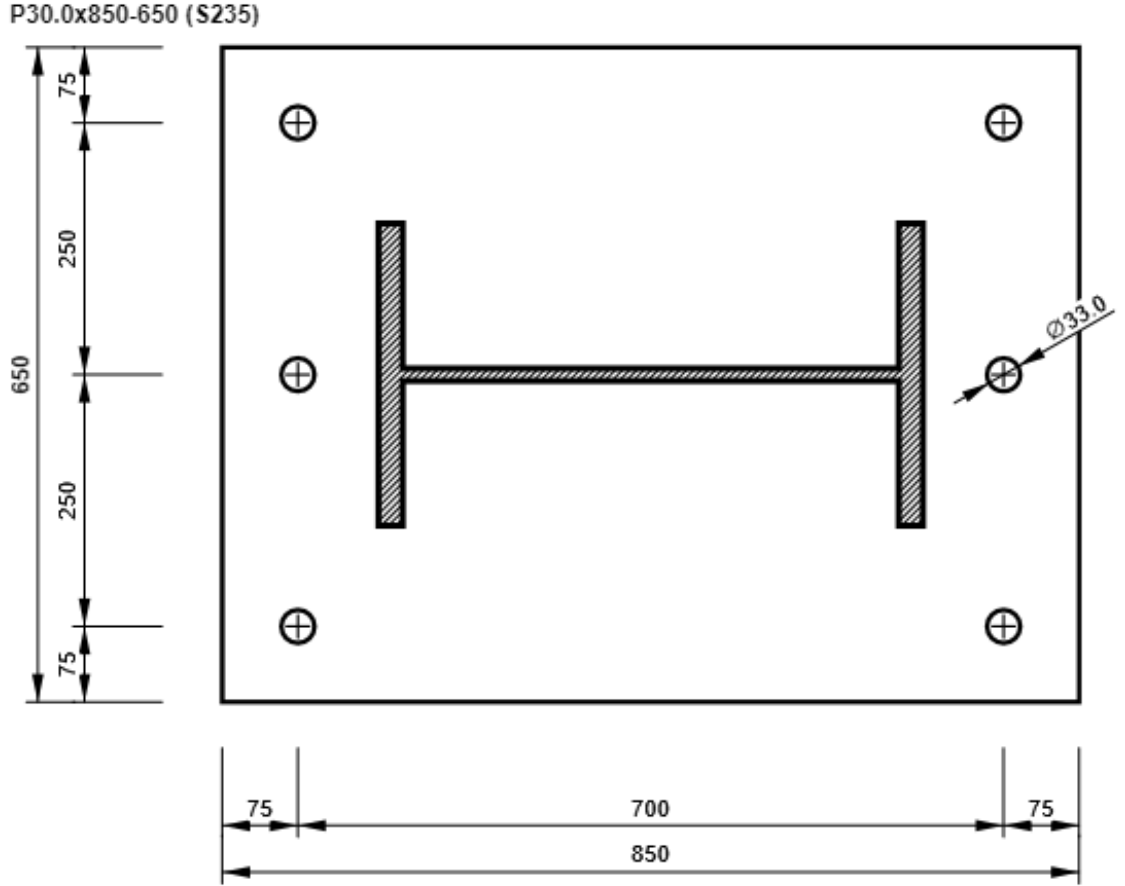
3.5.1.21. (21) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

(21) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.192.). HEA550 kolonu için 30mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Altı adet M30-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.



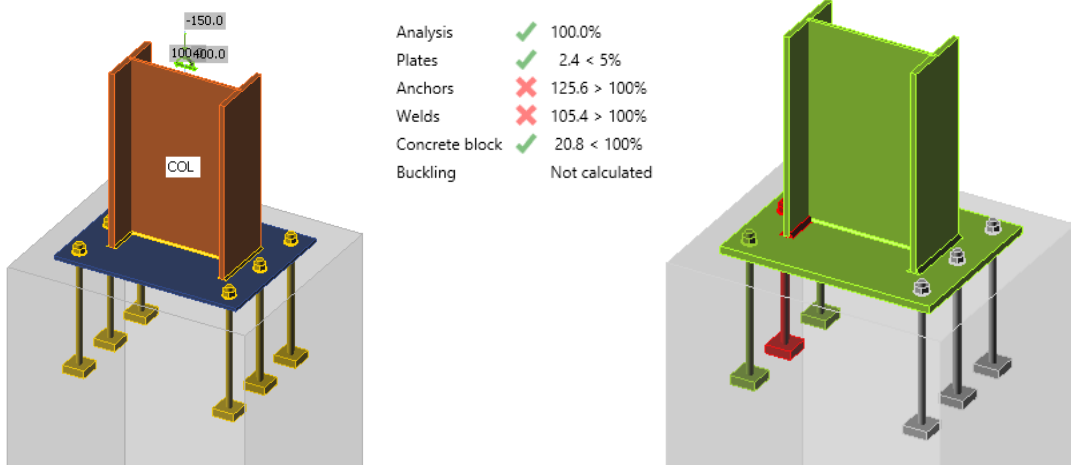
Şekil 3.192. (21) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

Birleşimde kullanılan taban plakası 30mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.193.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Altı adet M30-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 3mm delik toleransı verilerek taban plakasında 33mm delik açılmıştır.



Şekil 3.193. (21) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akma %2.4 değerle akma sınırının altında kalıp ciddi bir deformasyona uğramamıştır. Berkitme levhalarının olmamasından dolayı malzemede deformasyonlar başlamıştır. Tasarımdaki ankrajlar ve kaynaklar da oldukça yetersiz kalmaktadır. Plaka kalınlığının artması olumlu yönde etki etmiş olsa da tasarım için uygun gözükmemektedir (Şekil 3.194.).



Şekil 3.194. (21) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme

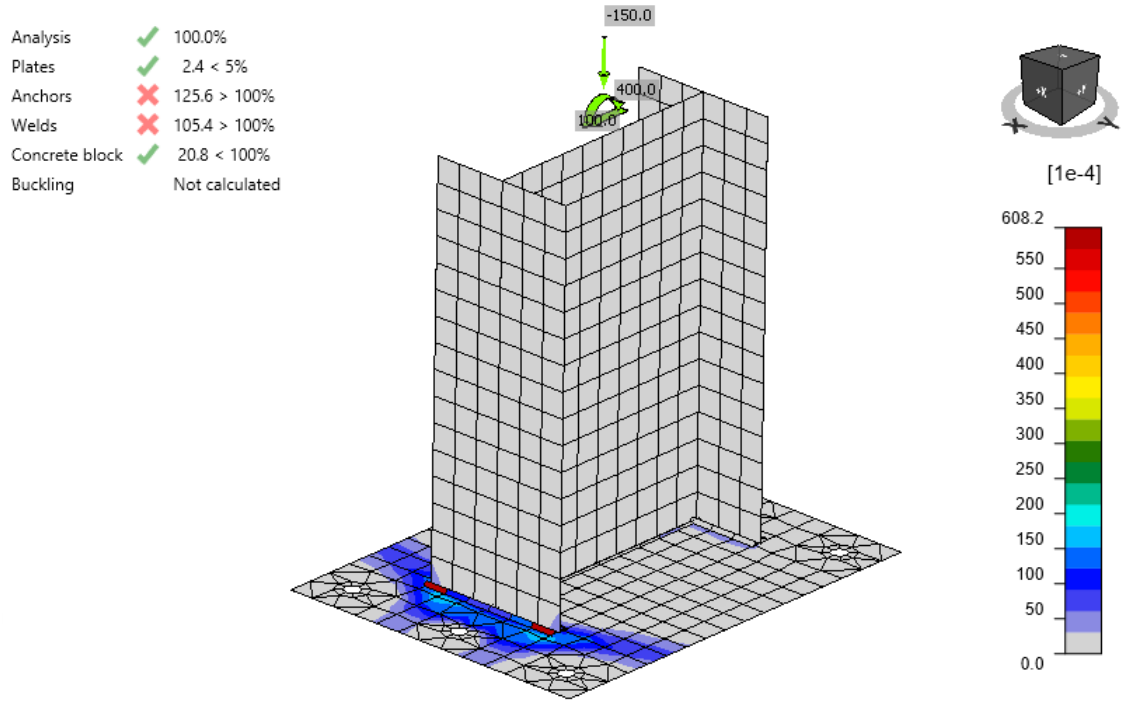
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.27.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirliğin oldukça üzerindedir.

Çizelge 3.27. (21) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

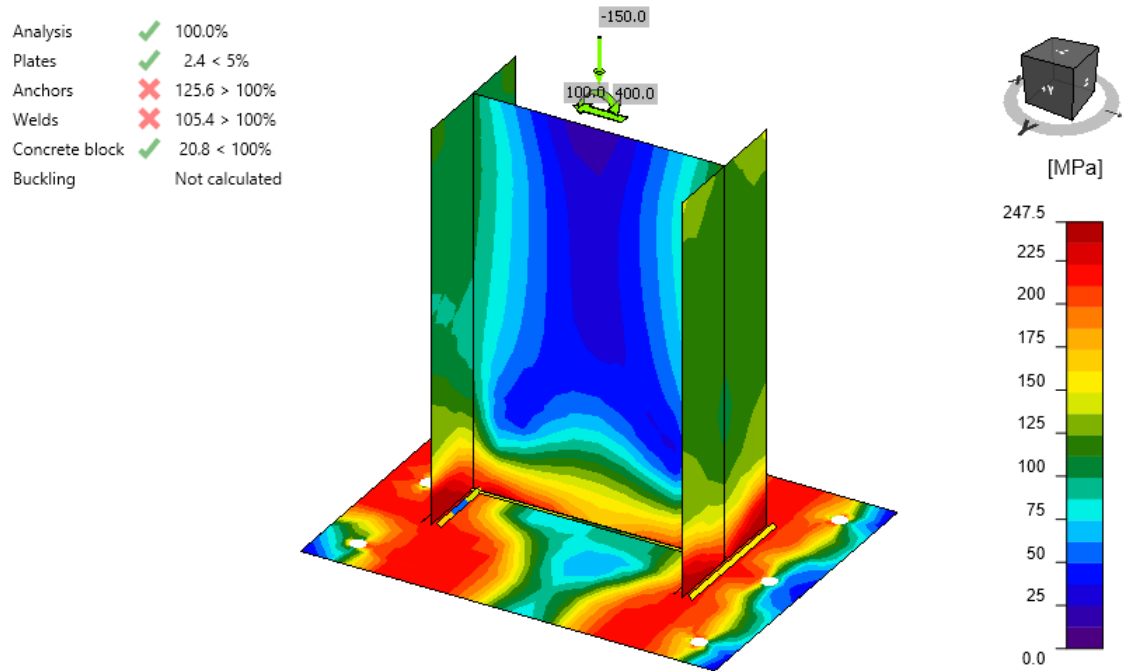
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	2.4 < 5%	OK
Anchors	125.6 > 100%	Not OK!
Welds	105.4 > 100%	Not OK!
Concrete block	20.8 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(21) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.195.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.196.).

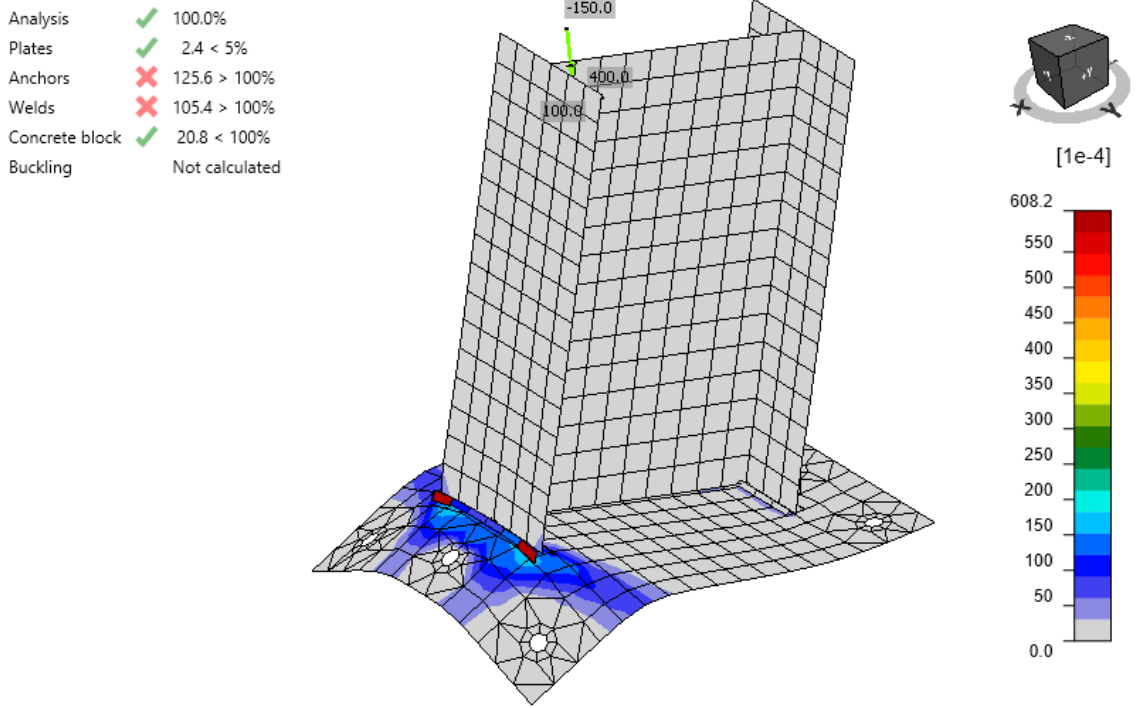


Şekil 3.195. (21) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.196. (21) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

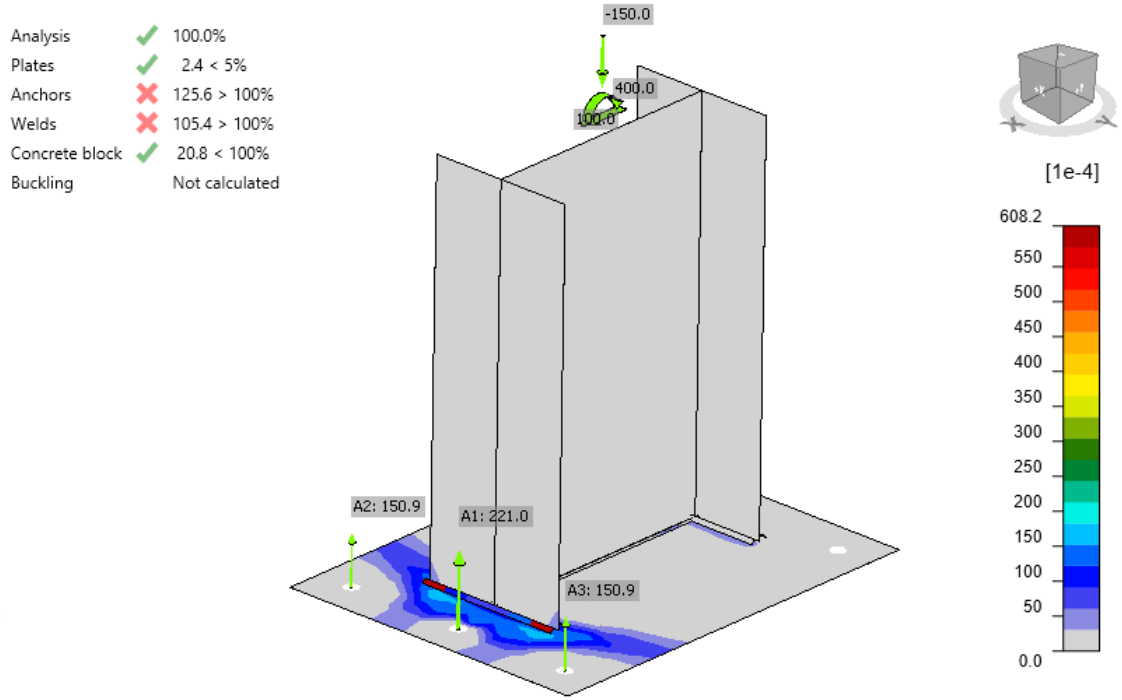
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.197.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



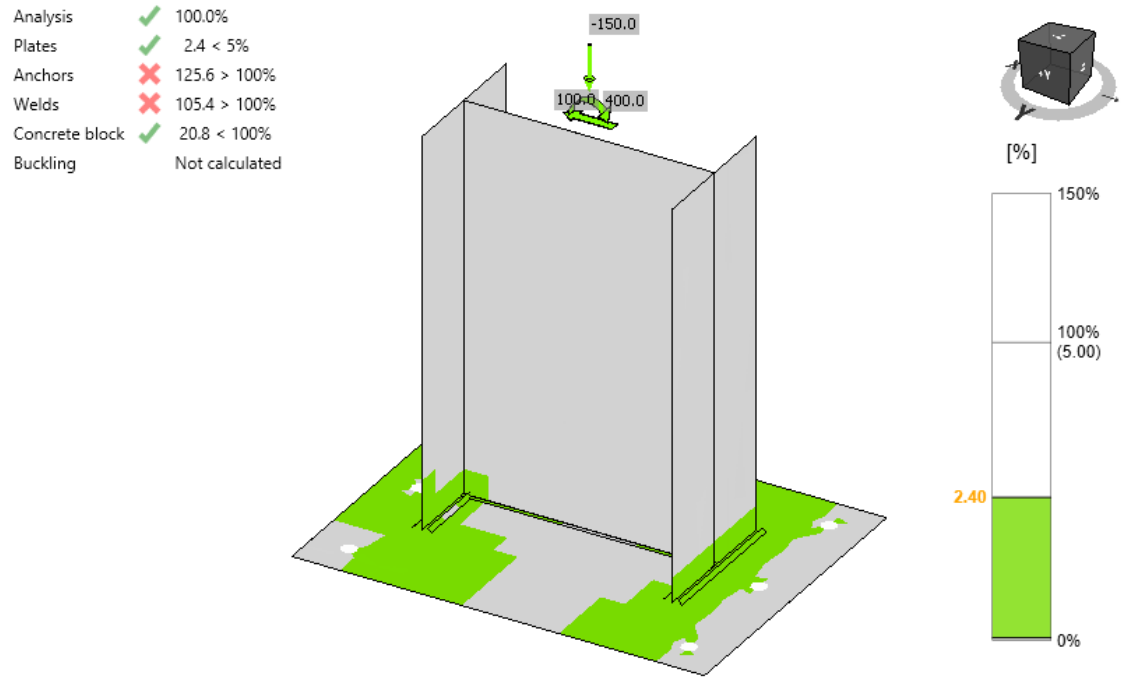
Şekil 3.197. (21) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(21) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.198.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 221.0 kN gelmektedir. Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %2.4 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar oldukça fazladır (Şekil 3.199.).



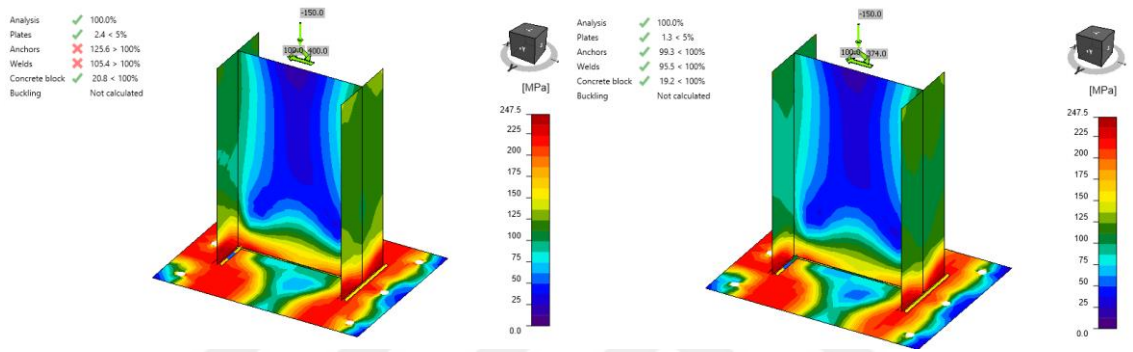
Şekil 3.198. (21) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.199. (21) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(21) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.200.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin ve 100 kN kesme kuvvetinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayamadığı; bunun yerine maksimum 374 kNm moment kuvveti alması gerektiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.

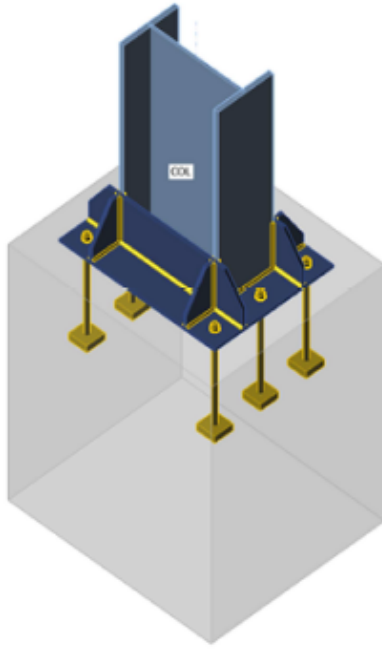
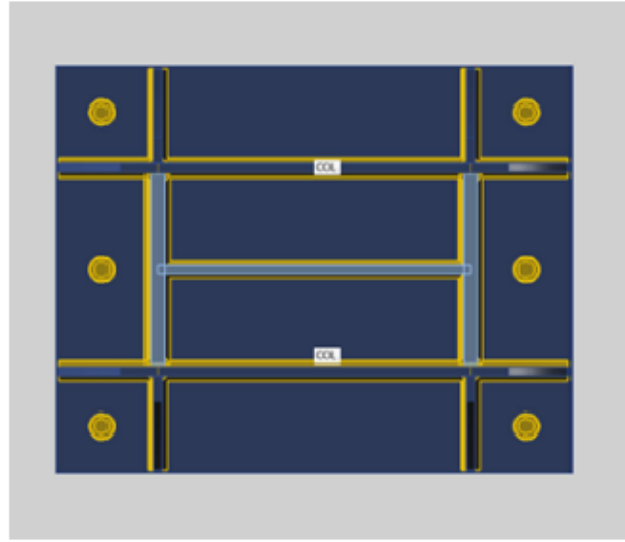
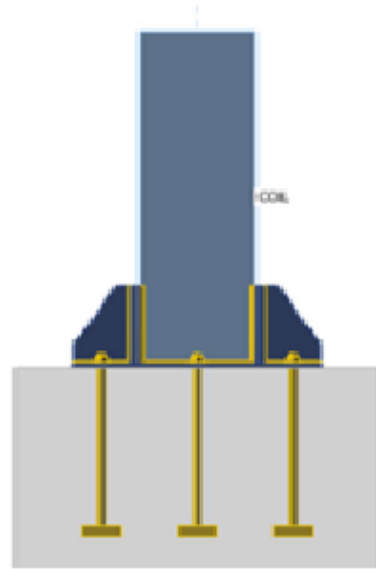
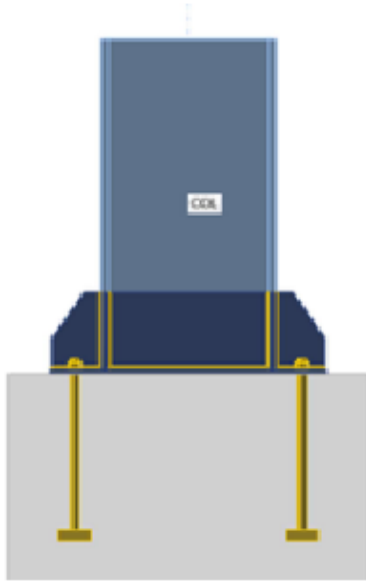


Şekil 3.200. (21) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.22. (22) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

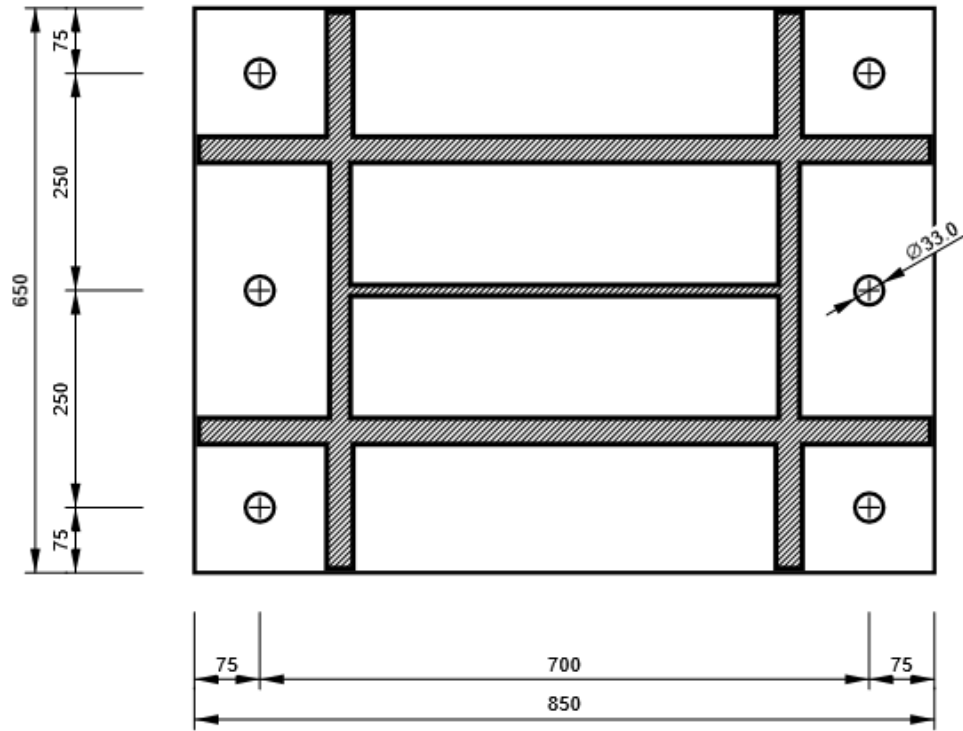
(22) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.201.). HEA550 kolonu için 30mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Ayrıca 30mm kalınlığında yatay ve dikey doğrultuda berkitme plakaları kullanılmıştır.

Altı adet M30-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır. Berkitme plakalarının köşe kısımlarında pah kırılarak keskin plaka uçları kullanılmamıştır.

**3D GÖRÜNÜŞ****PLAN GÖRÜNÜŞ****KESİT GÖRÜNÜŞLER****Şekil 3.201.** (22) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

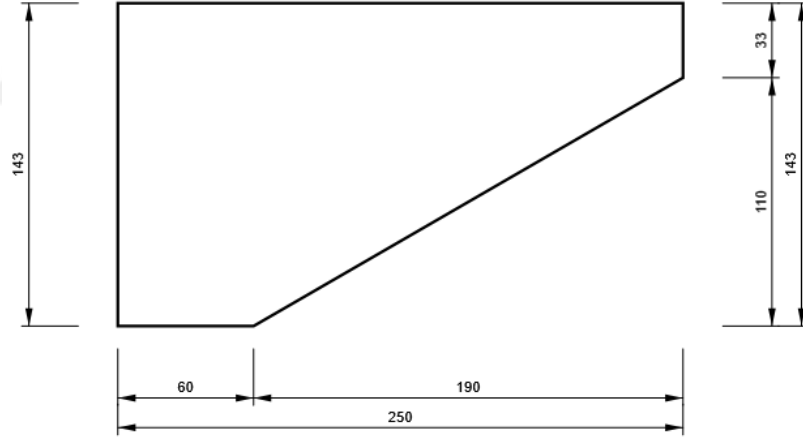
Birleşimde kullanılan taban plakası 30mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.202.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. M30-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 3mm delik toleransı verilerek taban plakasında 33mm delik açılmıştır. Ayrıca 30mm kalınlığında iki adet SP1 ve dört adet WID1 berkitme destek plakaları kullanılmıştır.

P30.0x850-650 (S235)



WID1

P30.0x250-143 (S235)



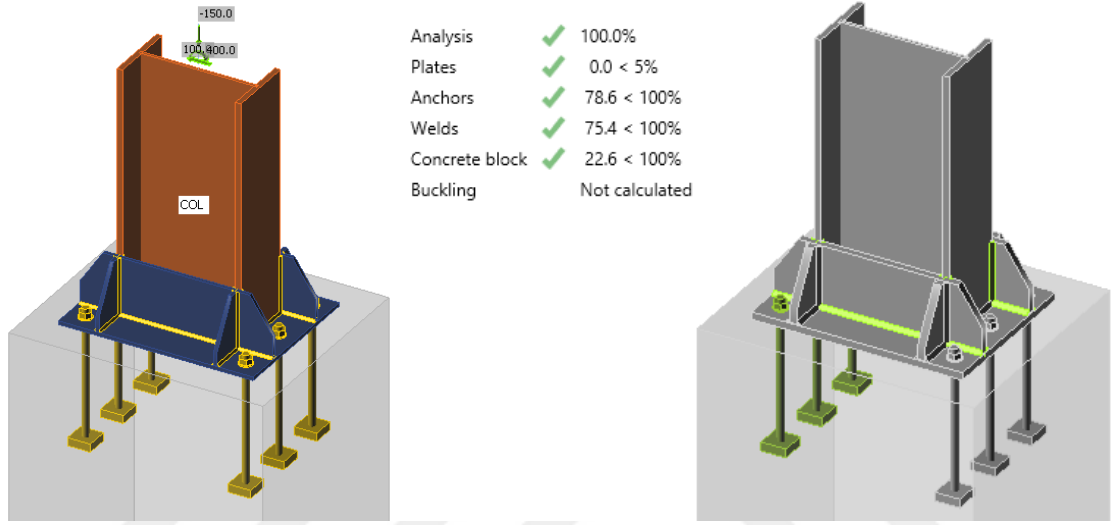
SP1

P30.0x250-840 (S235)



Şekil 3.202. (22) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akma %0.0 değerle akma sınırının altında olup tasarım için yeterli gözükmemektedir. Berkitme levhalarının varlığından dolayı malzemedeki deformasyonlar azalmıştır. Kaynak yeterliliği sağlanmıştır. Ankraj sayısındaki artıştan dolayı ankrajlar da yeterli seviyede çalışmaktadır (Şekil 3.203.).



Şekil 3.203. (22) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi

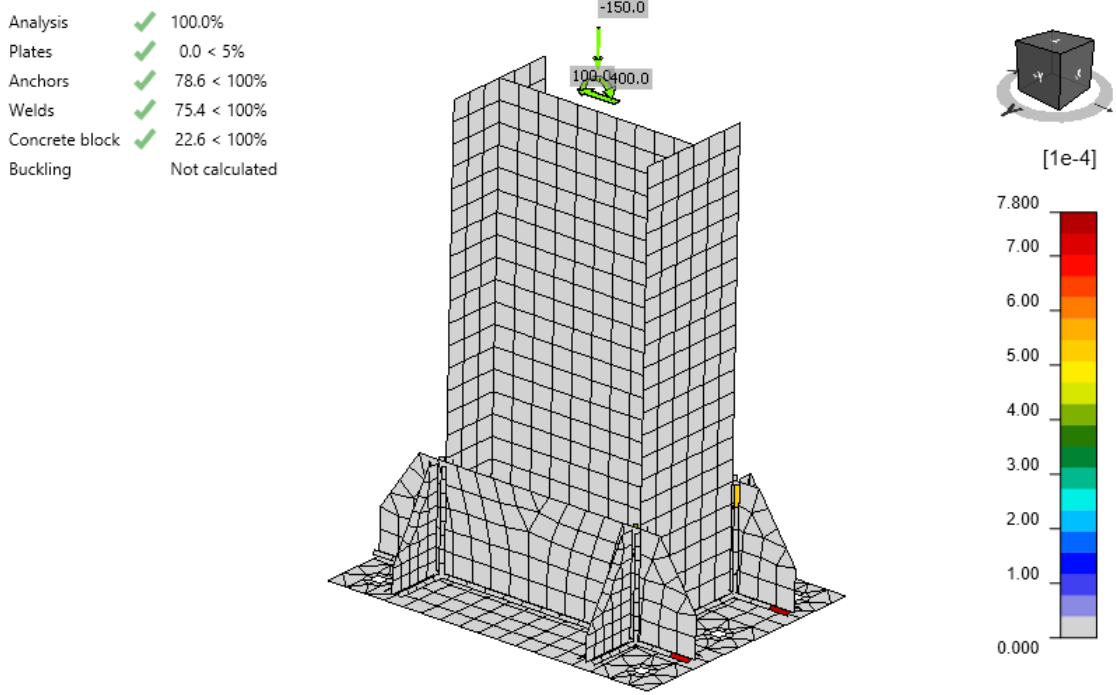
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.28.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirlik açısından yeterli gözükmemektedir.

Çizelge 3.28. (22) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

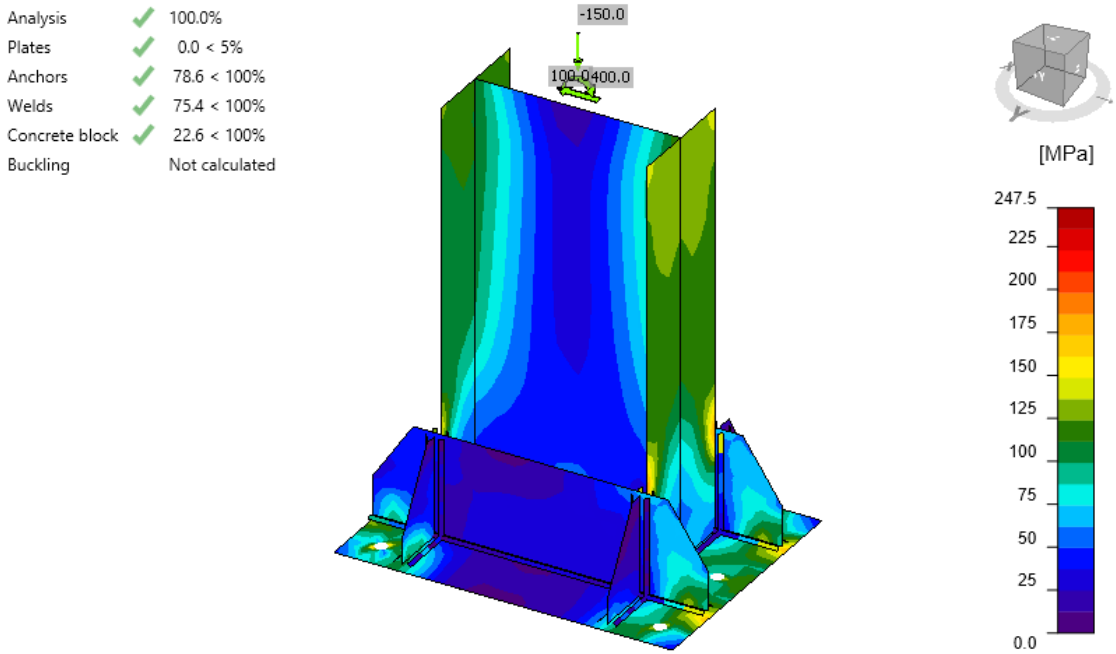
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5%	OK
Anchors	78.6 < 100%	OK
Welds	75.4 < 100%	OK
Concrete block	22.6 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(22) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının bulunması taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir (Şekil 3.204.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.205.).

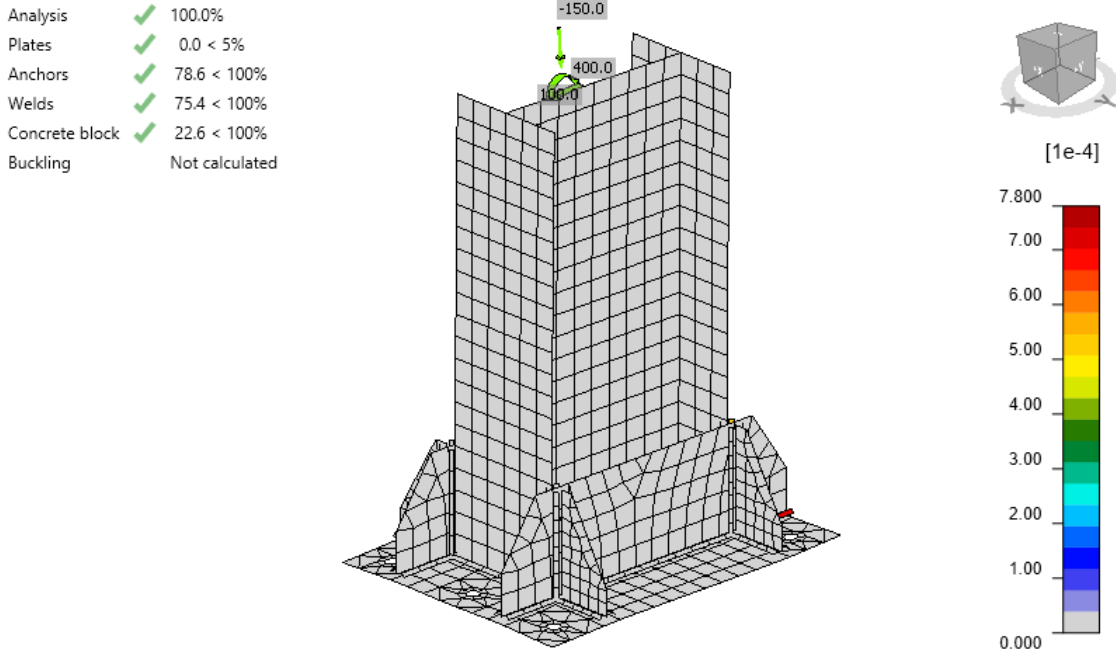


Şekil 3.204. (22) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.205. (22) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.206.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.

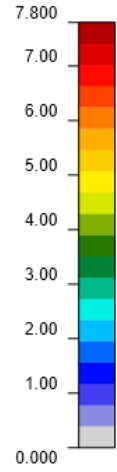
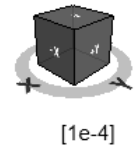
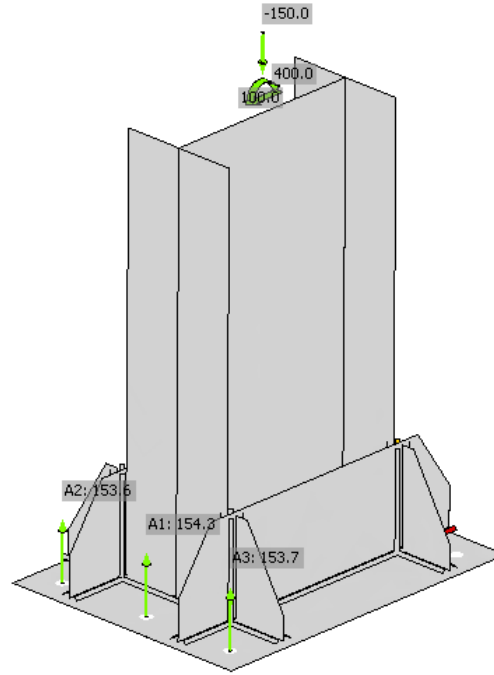


Şekil 3.206. (22) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(22) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.207.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 154.3 kN gelmektedir. Ankrajlar, kapasitelerinin sınırları içerisinde çalışmaktadır ve yeterli gözükmektedir.

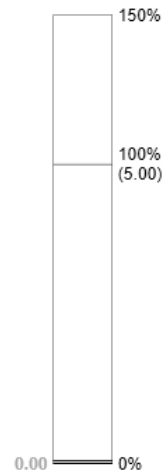
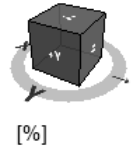
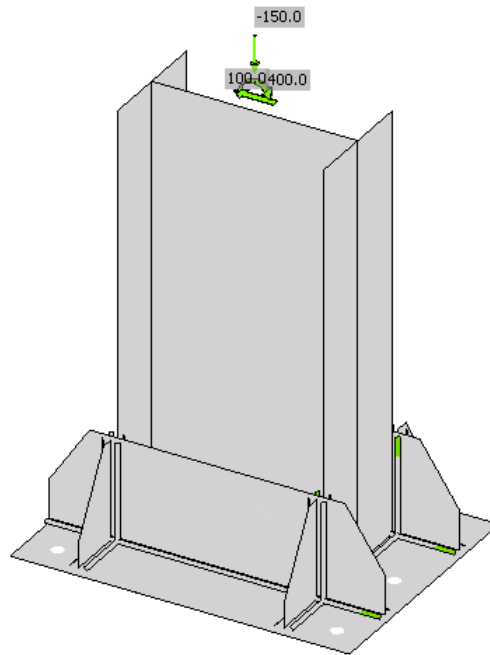
Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %0.0 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar daha fazladır (Şekil 3.208.).

Analysis	✓	100.0%
Plates	✓	0.0 < 5%
Anchors	✓	78.6 < 100%
Welds	✓	75.4 < 100%
Concrete block	✓	22.6 < 100%
Buckling		Not calculated



Şekil 3.207. (22) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri

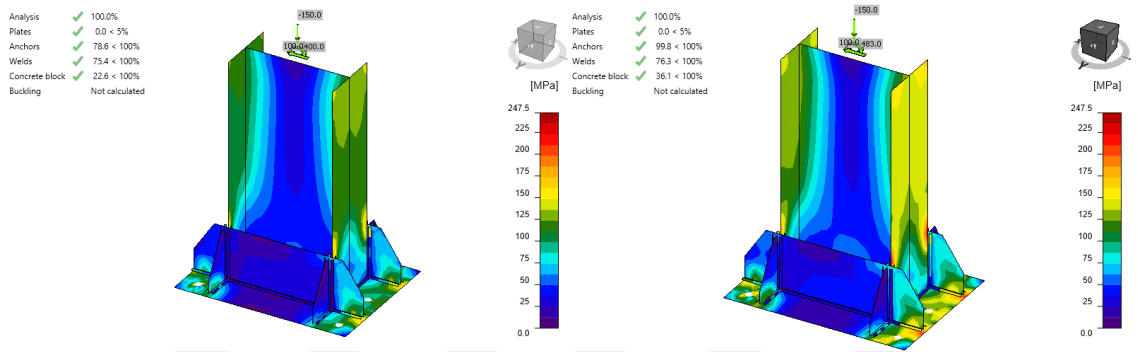
Analysis	✓	100.0%
Plates	✓	0.0 < 5%
Anchors	✓	78.6 < 100%
Welds	✓	75.4 < 100%
Concrete block	✓	22.6 < 100%
Buckling		Not calculated



Şekil 3.208. (22) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(20) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.209.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin ve 100 kN kesme kuvvetinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayabildiği ve maksimum 483 kNm moment kuvveti alabildiği belirlenmiştir.

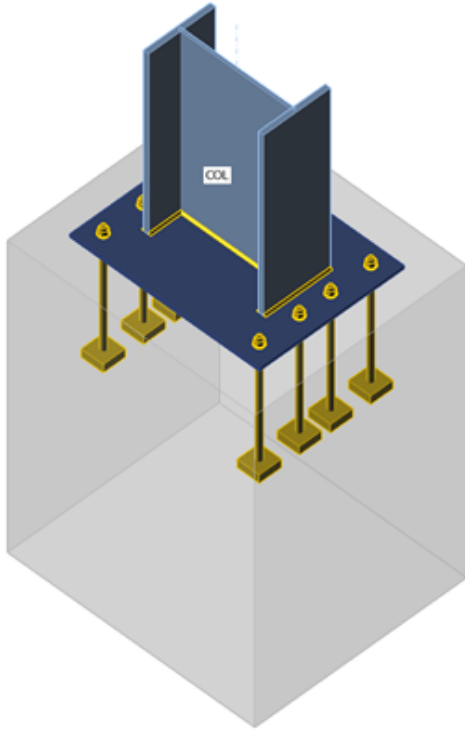
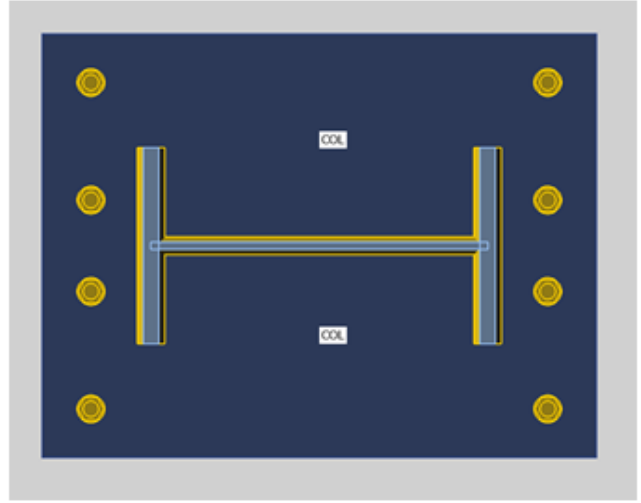
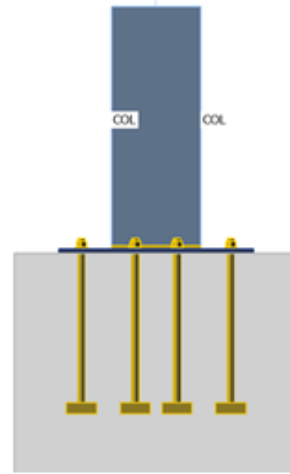
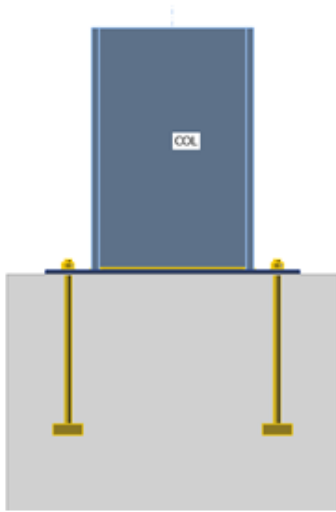
Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.209. (22) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

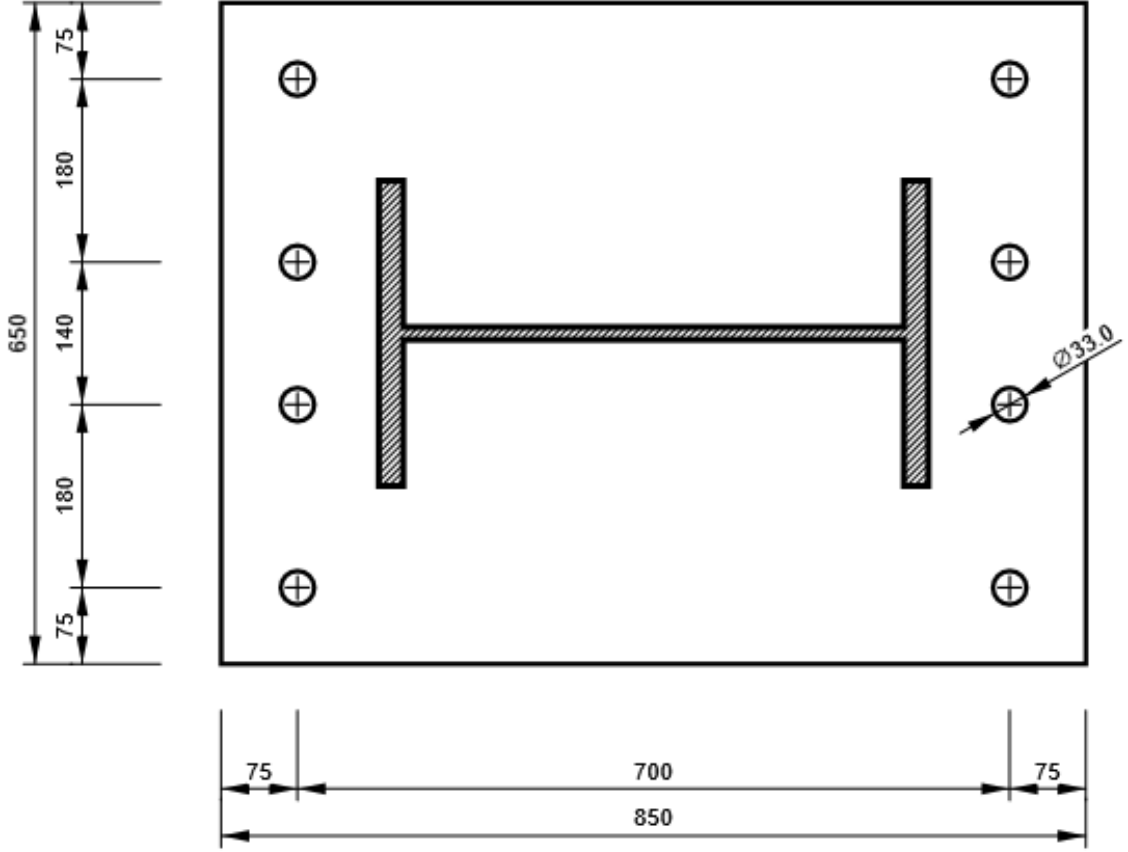
3.5.1.23. (23) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

(23) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.210.). HEA550 kolonu için 30mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Sekiz adet M30-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.

**3D GÖRÜNÜŞ****PLAN GÖRÜNÜŞ****KESİT GÖRÜNÜŞLER****Şekil 3.210.** (23) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

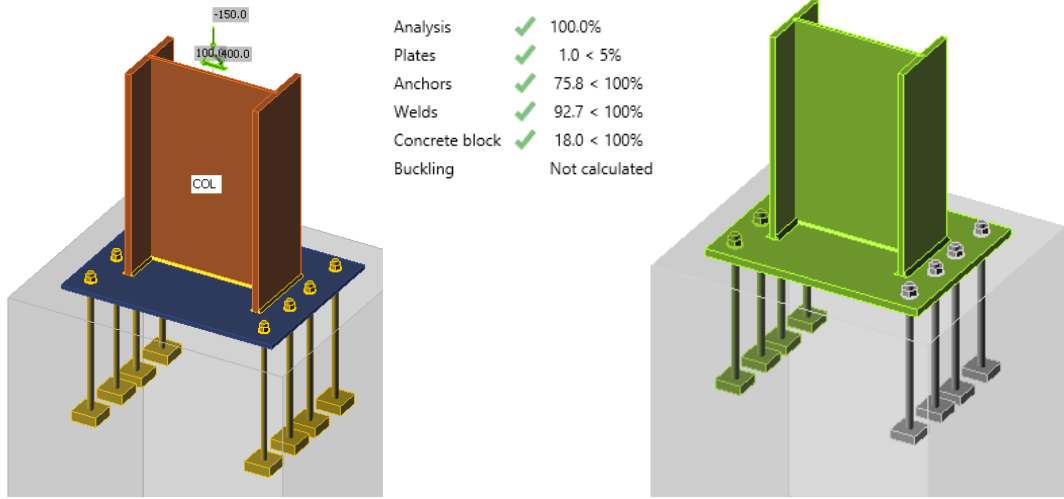
Birleşimde kullanılan taban plakası 30mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.211.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Sekiz adet M30-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 3mm delik toleransı verilerek taban plakasında 33mm delik açılmıştır.

P30.0x850-650 (S235)



Şekil 3.211. (23) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akma %1.0 değerle akma sınırının altında kalıp ciddi bir deformasyona uğramamıştır. Berkitme levhalarının olmamasından dolayı malzemede deformasyonlar başlamıştır. Aynı şekilde kaynaklar da oldukça yetersiz kalmaktadır. Plaka kalınlığının artması olumlu yönde etki etmiş olsa da tasarım için uygun gözükmemektedir (Şekil 3.212.).



Şekil 3.212. (23) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme

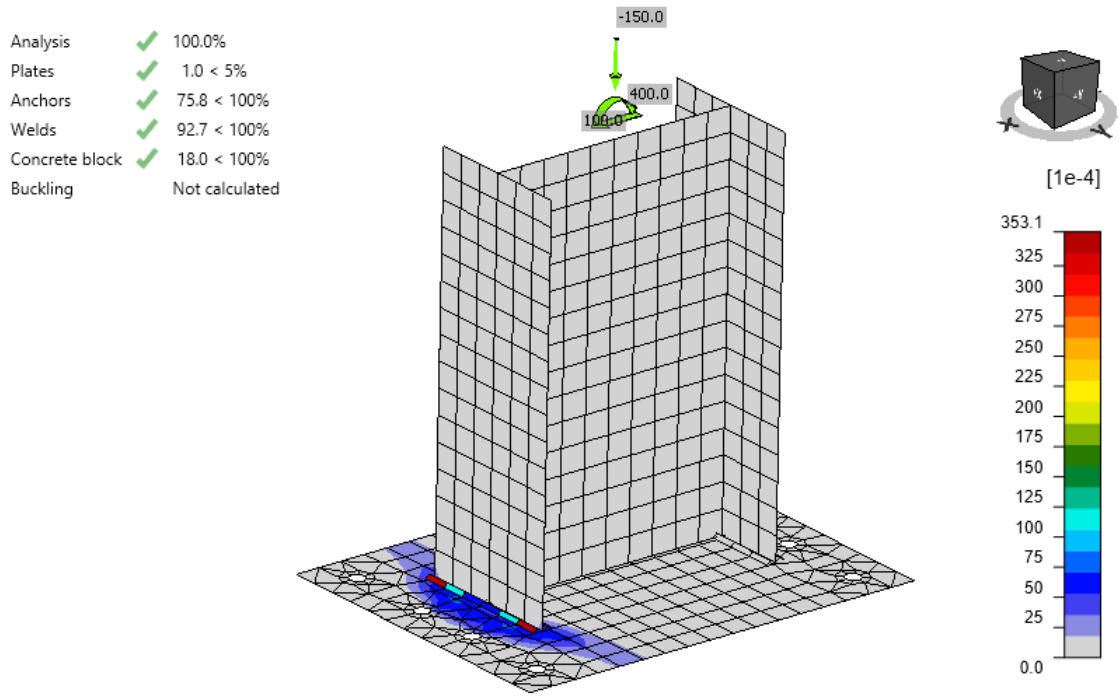
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.29.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirlik açısından yeterli gözükmemektedir.

Çizelge 3.29. (23) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

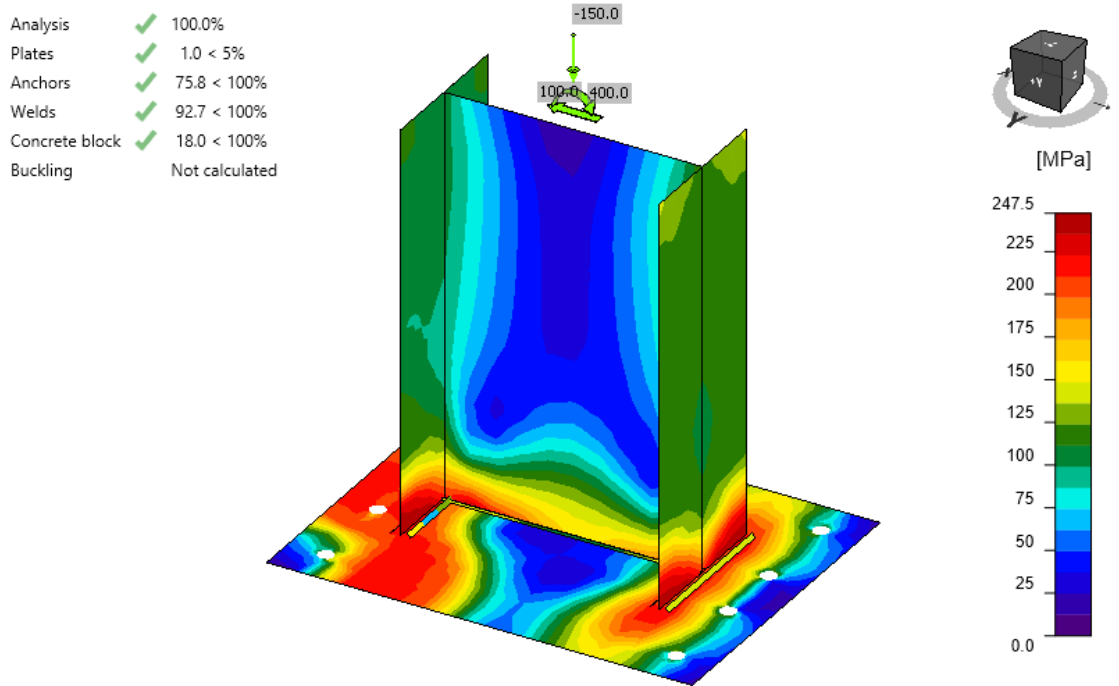
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	1.0 < 5%	OK
Anchors	75.8 < 100%	OK
Welds	92.7 < 100%	OK
Concrete block	18.0 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(23) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğunda taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumuna geçtiği görülmektedir (Şekil 3.213.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.214.).

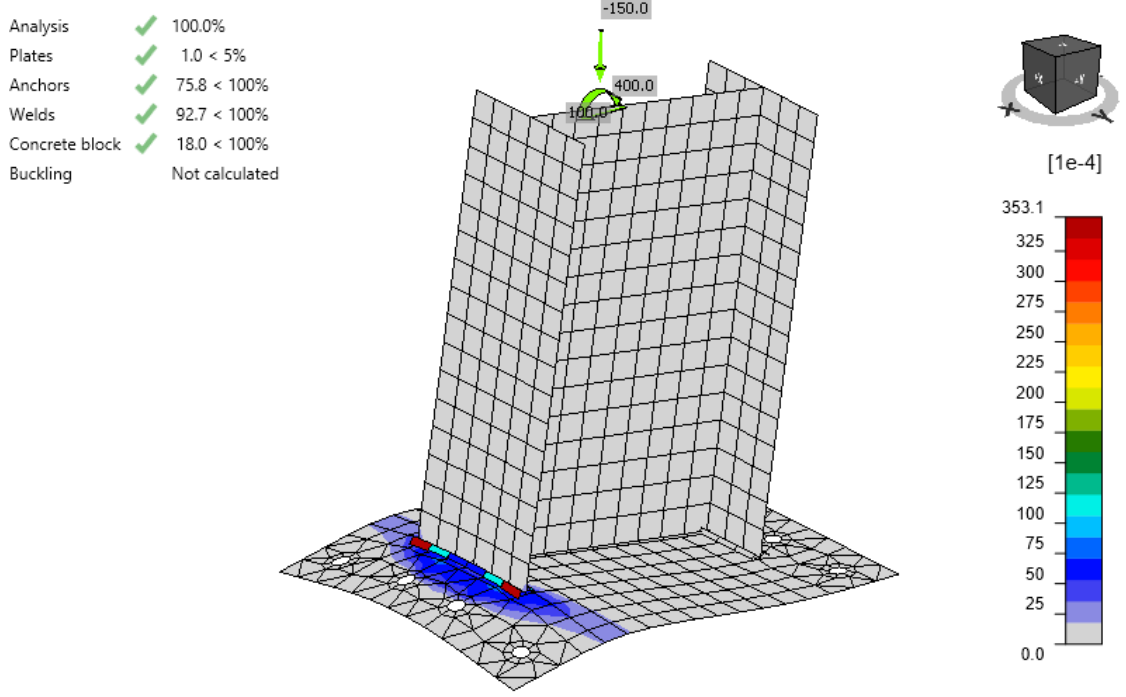


Şekil 3.213. (23) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı.



Şekil 3.214. (23) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

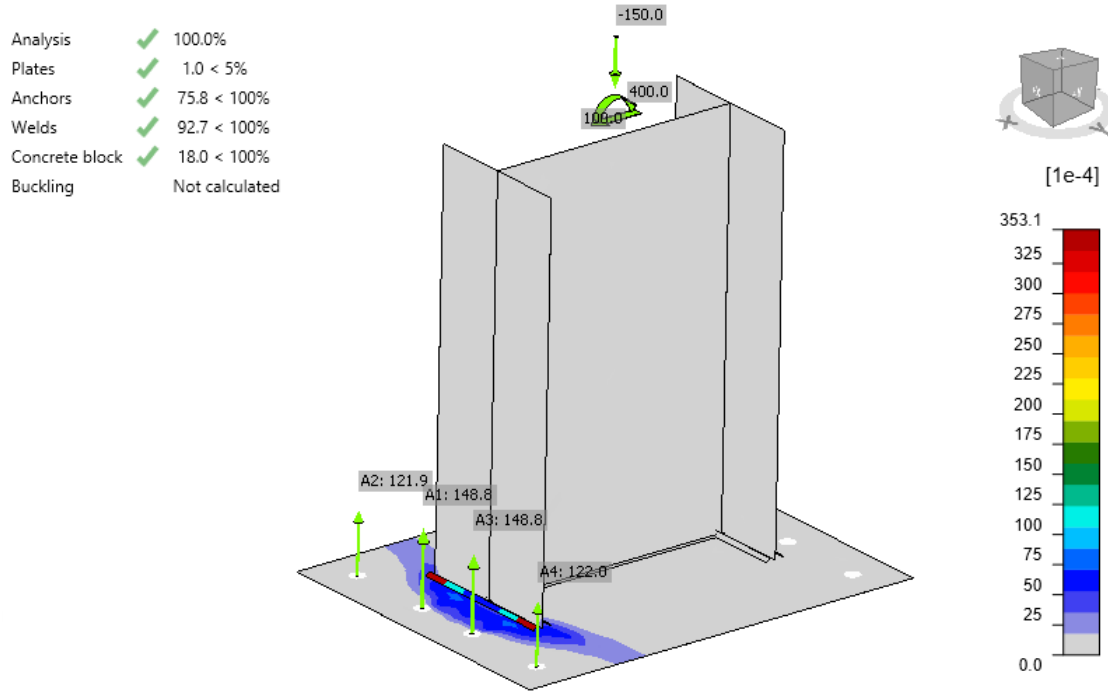
Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.215.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.



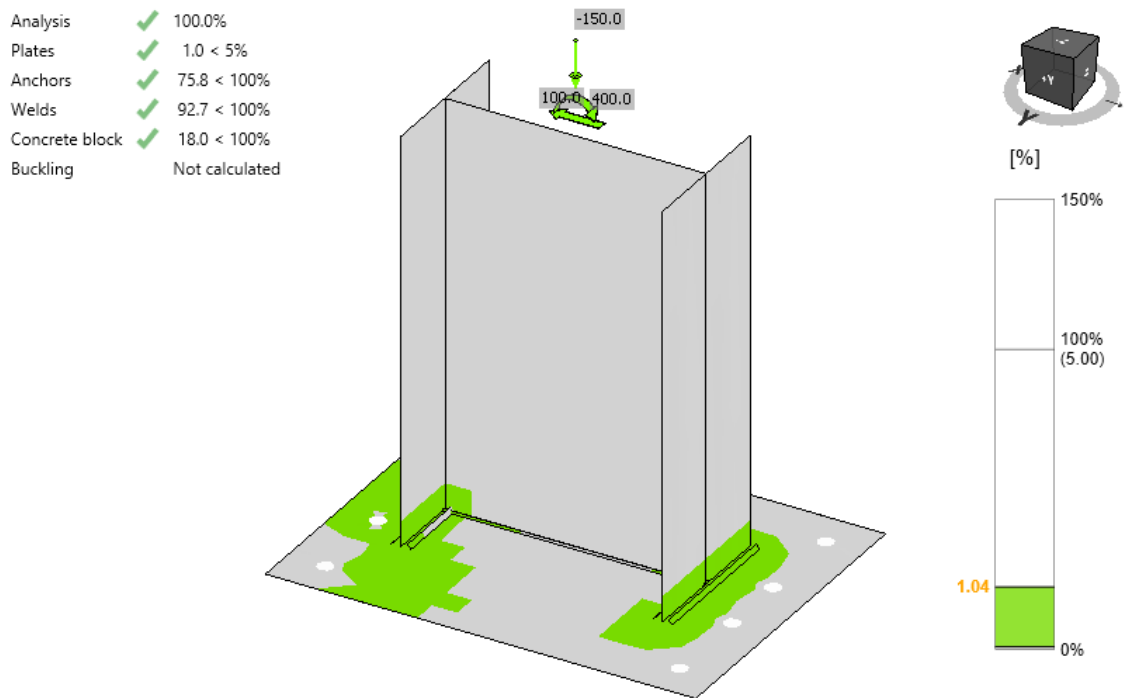
Şekil 3.215. (23) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

(23) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.216.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 148.8 kN gelmektedir. Ankrajlar, kapasitelerinin sınırları içerisinde çalışmaktadır ve yeterli gözükmektedir.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %1.0 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar oldukça fazladır (Şekil 3.217.).



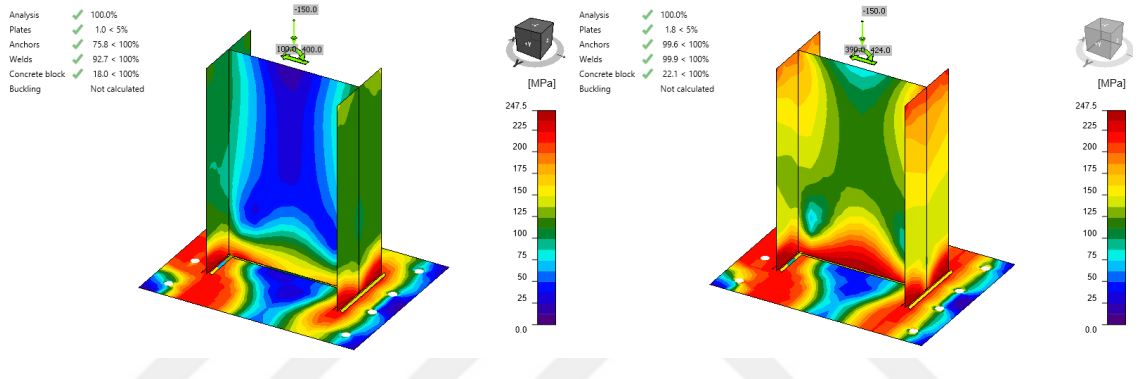
Şekil 3.216. (23) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri



Şekil 3.217. (23) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(23) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.218.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin sabit kaldığı ve 390 kN kesme kuvveti alabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayabildiği ve maksimum 424 kNm moment kuvveti alabildiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.

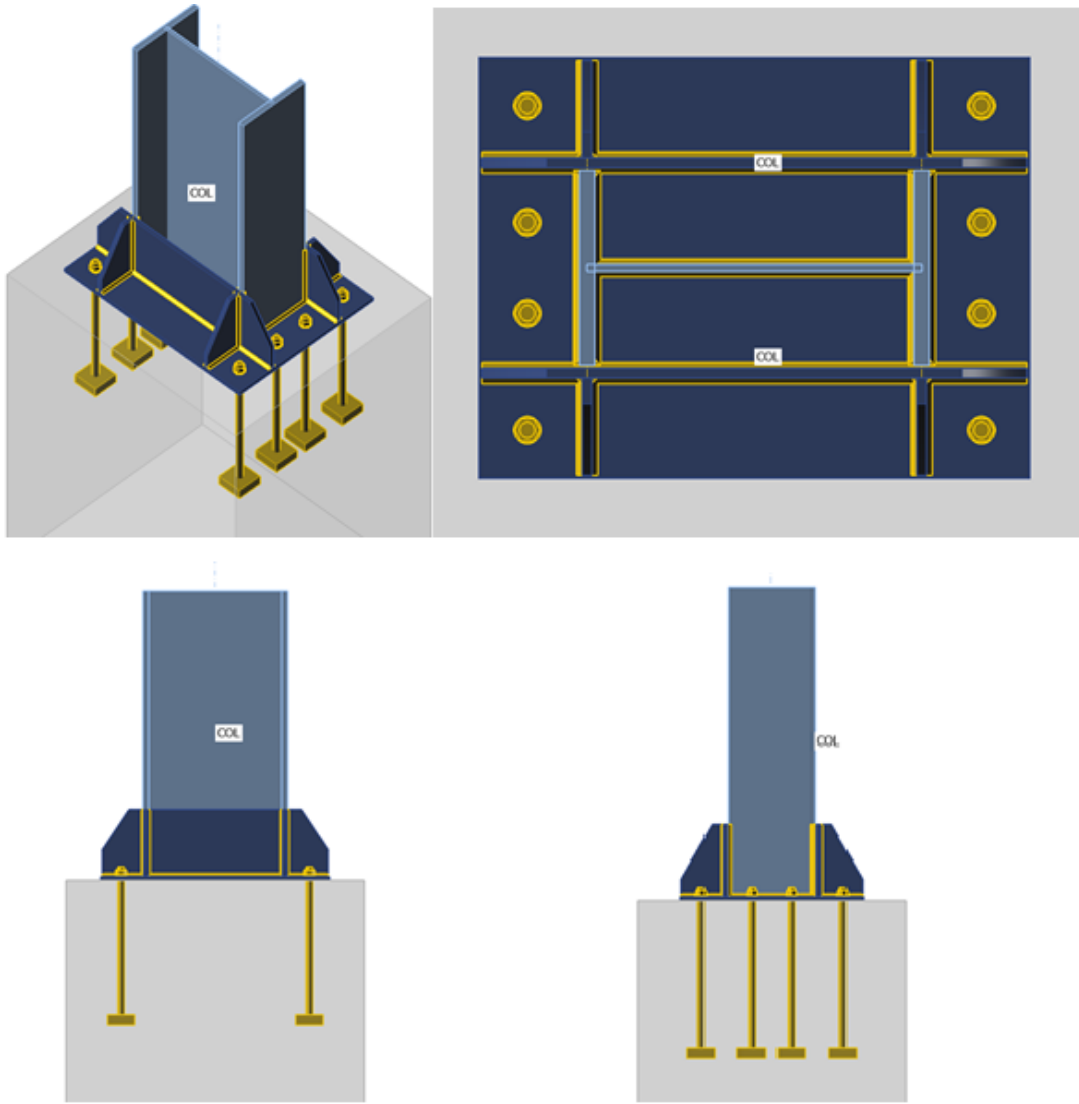


Şekil 3.218. (23) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.1.24. (24) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

(24) numaralı birleşim analiz modeli IDEA StatiCa programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.219.). HEA550 kolonu için 30mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Ayrıca 30mm kalınlığında yatay ve dikey doğrultuda berkitme plakaları kullanılmıştır.

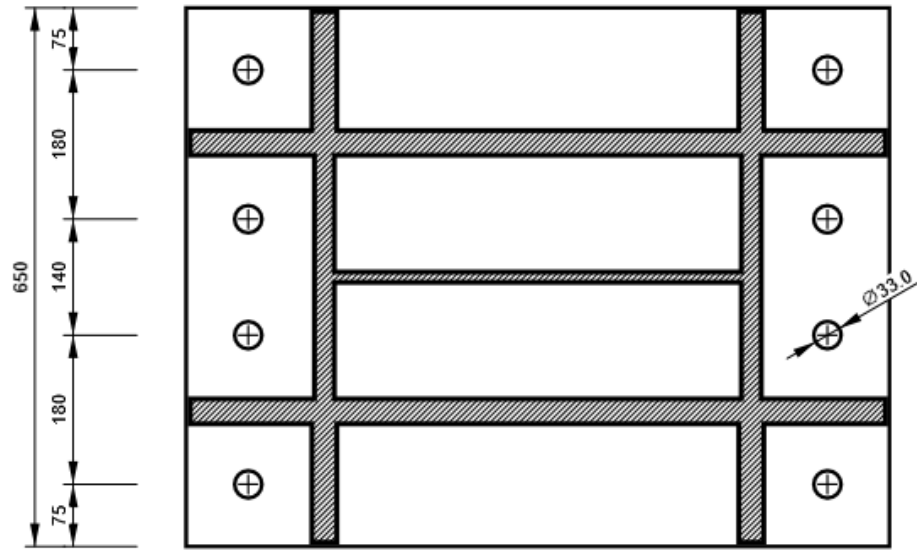
Sekiz adet M30-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır. Berkitme plakalarının köşe kısımlarında pah kırılarak keskin plaka uçları kullanılmamıştır.



Şekil 3.219. (24) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

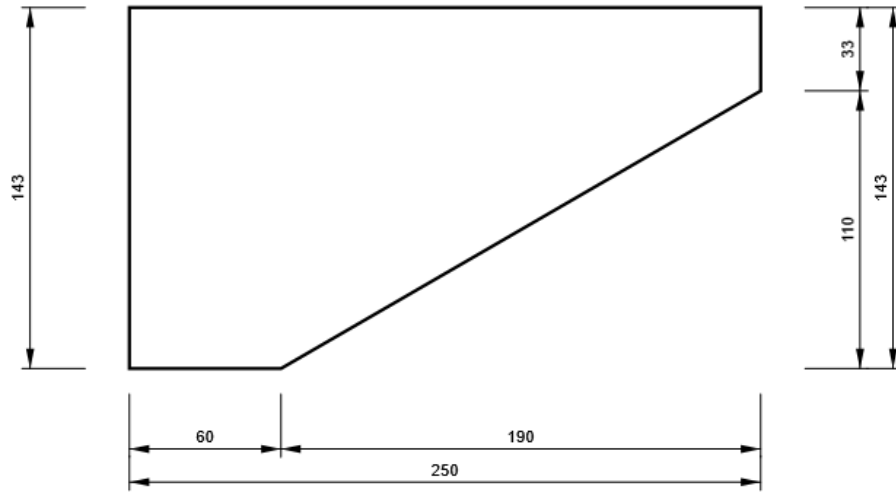
Birleşimde kullanılan taban plakası 30mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.220.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. M30-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 3mm delik toleransı verilerek taban plakasında 33mm delik açılmıştır. Ayrıca 30mm kalınlığında iki adet SP1 ve dört adet WID1 berkitme destek plakaları kullanılmıştır.

P30.0x850-650 (S235)



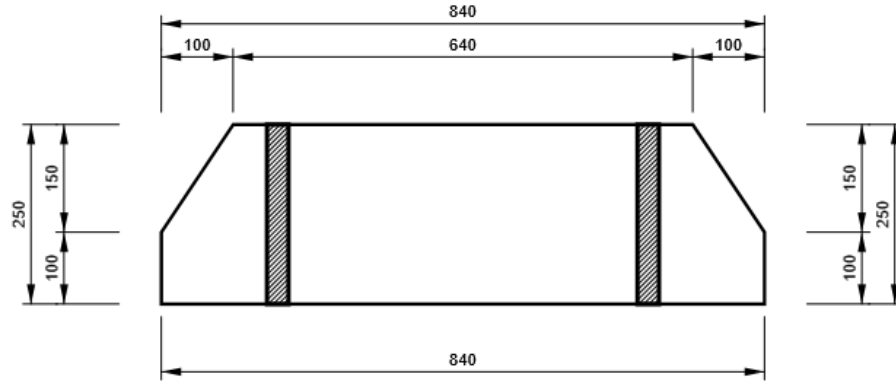
WID1

P30.0x250-143 (S235)



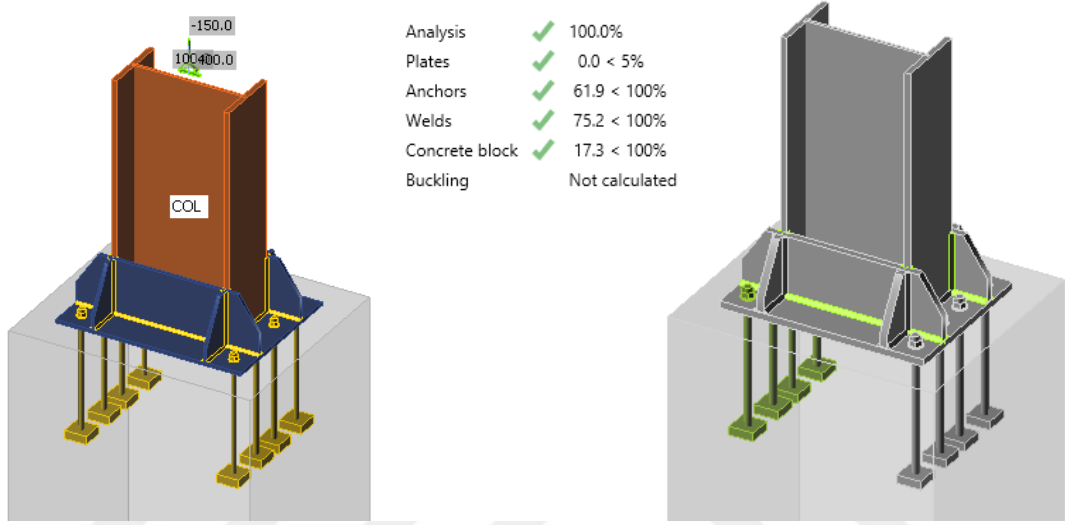
SP1

P30.0x250-840 (S235)



Şekil 3.220. (24) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

Birleşim analizi sonuçları incelendiğinde analizin %100 tamamlandığı görülmektedir. Analizin tamamlanması tasarımın doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akma oranları %0.0 değerle akma sınırının altında olup tasarım için yeterli gözükmemektedir. Berkitme levhalarının varlığından dolayı malzemedeki deformasyonlar azalmıştır. Kaynak yeterliliği sağlanmıştır. Ankraj sayısındaki artıştan dolayı ankrajlar da yeterli seviyede çalışmaktadır (Şekil 3.221.).



Şekil 3.221. (24) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme

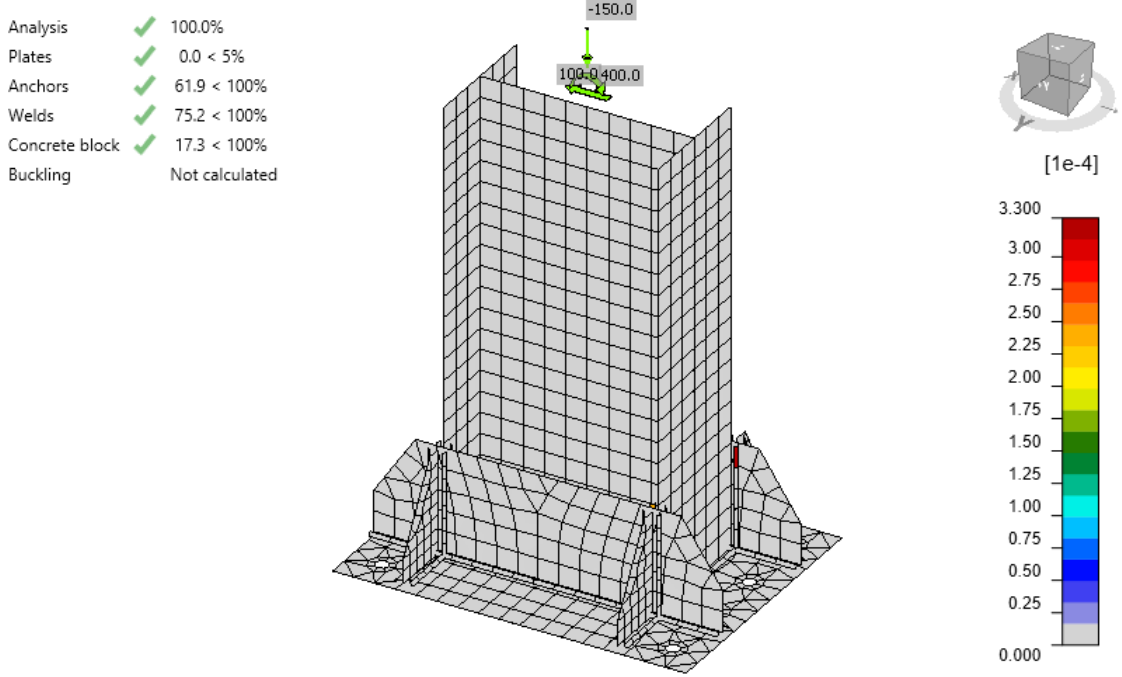
Birleşim analizi sonuçlarına göre yeterli ya da yetersiz kalan malzemeler aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir (Çizelge 3.30.). Analizin %100 oranla tamamlandığı ve nihai sonuçların elde edildiği görülmektedir. Plakalardaki plastik akma sınırı olan %5 değerinin altında kalarak tasarıma uygundur. Ankrajlarda ve kaynaklarda ise çalışma kapasiteleri kullanılabilirlik açısından yeterli gözükmemektedir.

Çizelge 3.30. (24) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirme tablosu

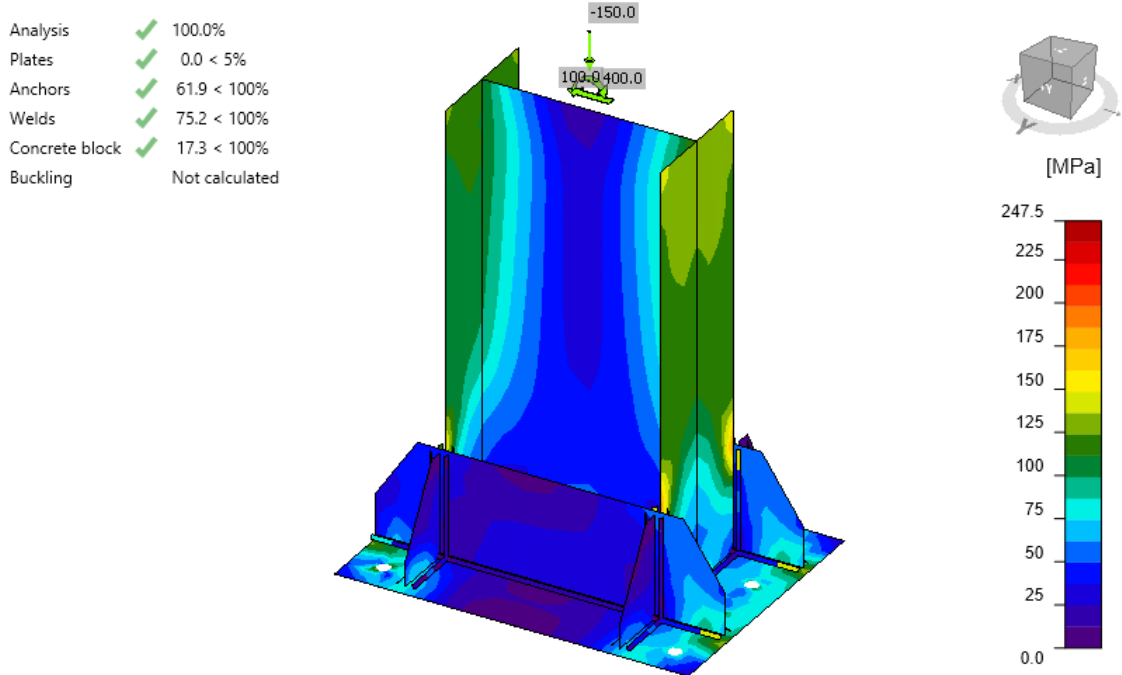
Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5%	OK
Anchors	61.9 < 100%	OK
Welds	75.2 < 100%	OK
Concrete block	17.3 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

(24) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının bulunması taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir (Şekil 3.222.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.223.).

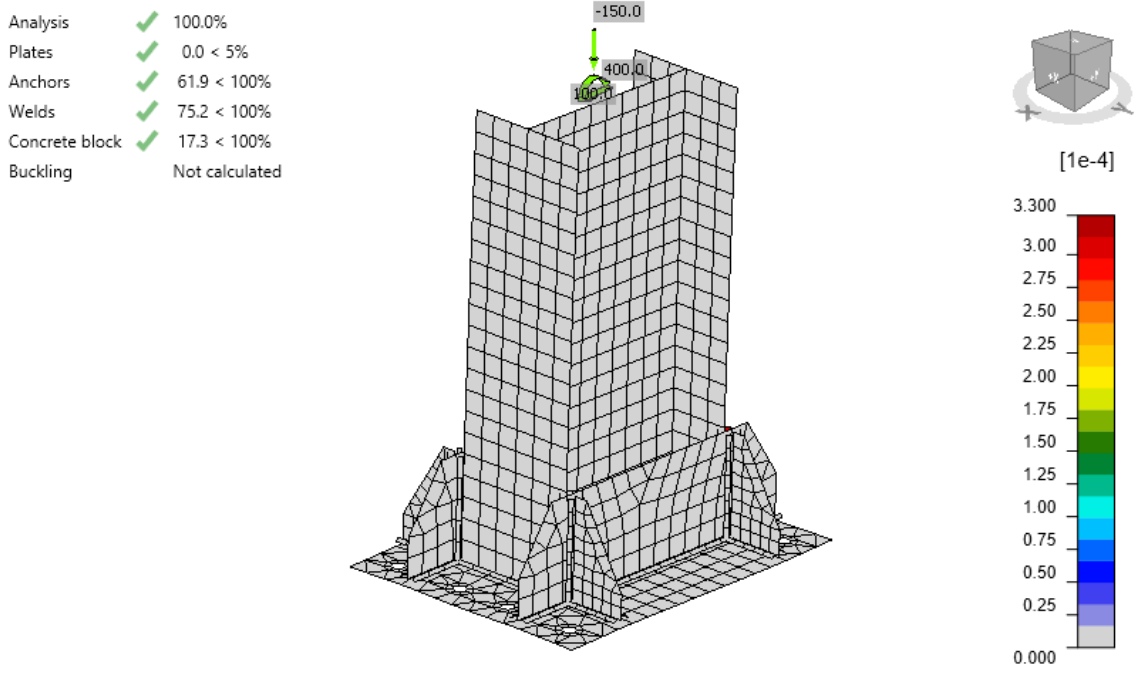


Şekil 3.222. (24) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme diyagramı



Şekil 3.223. (24) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeydeki gerilmelerin varlığı dikkat çekmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantının üzerine gelen yüklemelerden sonra meydana gelen şekil değiştirme görseli aşağıdaki gibidir (Şekil 3.224.). Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmektedir.

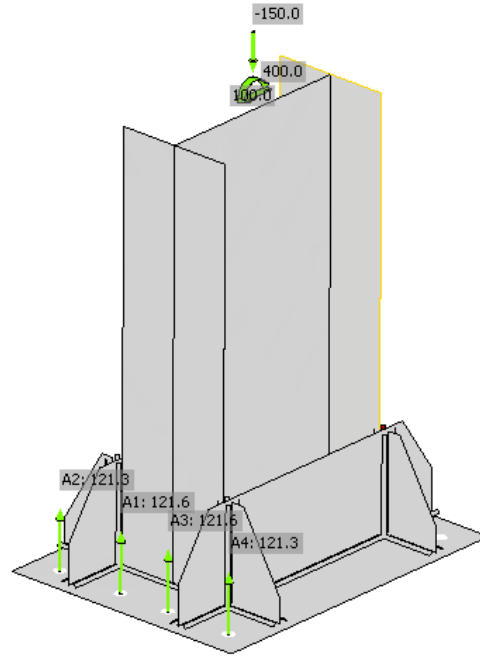


Şekil 3.224. (24) numaralı birleşim analiz modeli şekil değiştirme görseli

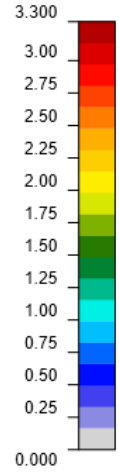
(24) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.225.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 121.6 kN gelmektedir. Ankrajlar, kapasitelerinin sınırları içerisinde çalışmaktadır ve yeterli gözükmektedir.

Ayrıca plakalardaki deformasyonlar da incelenmiştir. Analiz sonucunda plakalardaki plastik akma sınırı %0.0 değerinde kalarak akma durumuna ulaşmamıştır. Ankraj çevrelerinde, özellikle moment yönündeki ankraj bölgelerinde plastik deformasyonlar daha fazladır (Şekil 3.226.).

Analysis	✓	100.0%
Plates	✓	0.0 < 5%
Anchors	✓	61.9 < 100%
Welds	✓	75.2 < 100%
Concrete block	✓	17.3 < 100%
Buckling		Not calculated

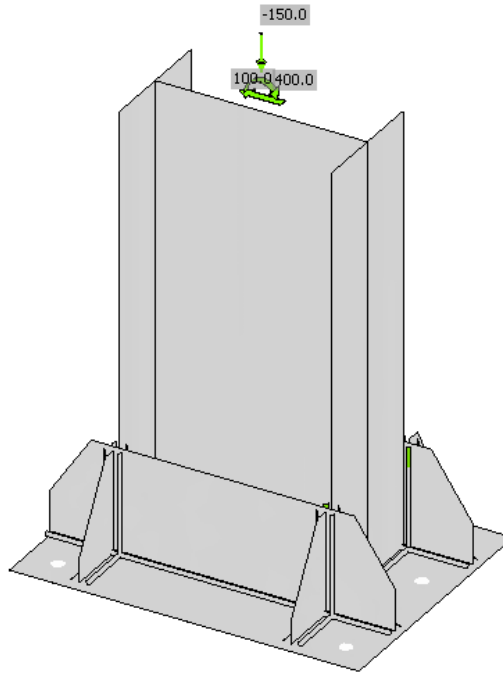


[1e-4]

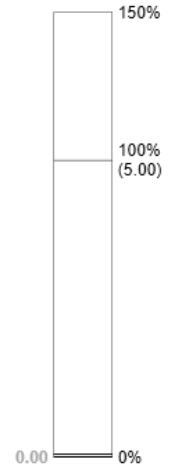


Şekil 3.225. (24) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme kuvvetleri

Analysis	✓	100.0%
Plates	✓	0.0 < 5%
Anchors	✓	61.9 < 100%
Welds	✓	75.2 < 100%
Concrete block	✓	17.3 < 100%
Buckling		Not calculated



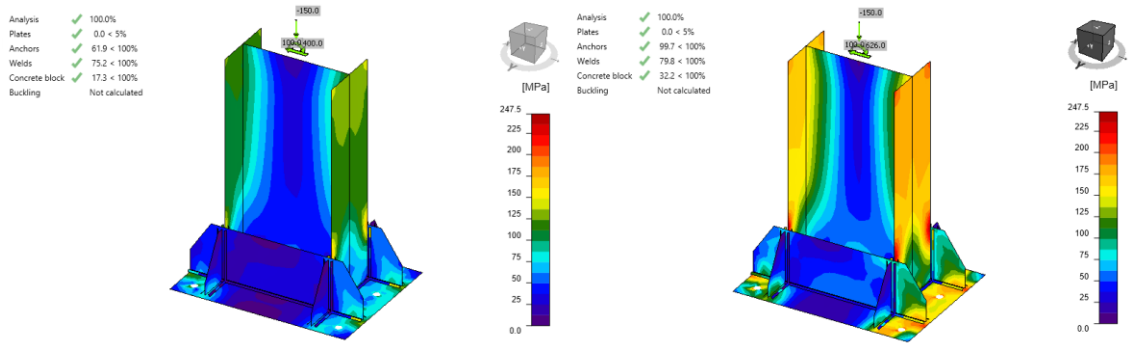
[%]



Şekil 3.226. (24) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası deformasyon oranı

(24) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının taşıyacağı maksimum yük değerleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.227.). Birleşimdeki 150 kN eksenel kuvvetin ve 100 kN kesme kuvvetinin sabit kaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte bağlantının 400 kNm moment değerini karşılayabildiği ve maksimum 626 kNm moment kuvveti alabildiği belirlenmiştir.

Kaynaklar, ankrajlar ve plakaların maksimum çalışma kapasitelerine ulaştığı görülmektedir. Plastik akma değerine henüz ulaşılmadığı ve gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Tam kapasite çalışma sağlandığı için ankrajlar ve çevresinde, kısmen kolon temas noktalarında zorlanmalar meydana gelmiştir.



Şekil 3.227. (24) numaralı birleşim modelindeki tasarım yükleri ve bağlantının taşıyacağı maksimum yükler

3.5.2. PROFIS Engineering ile Yapısal Modelleme

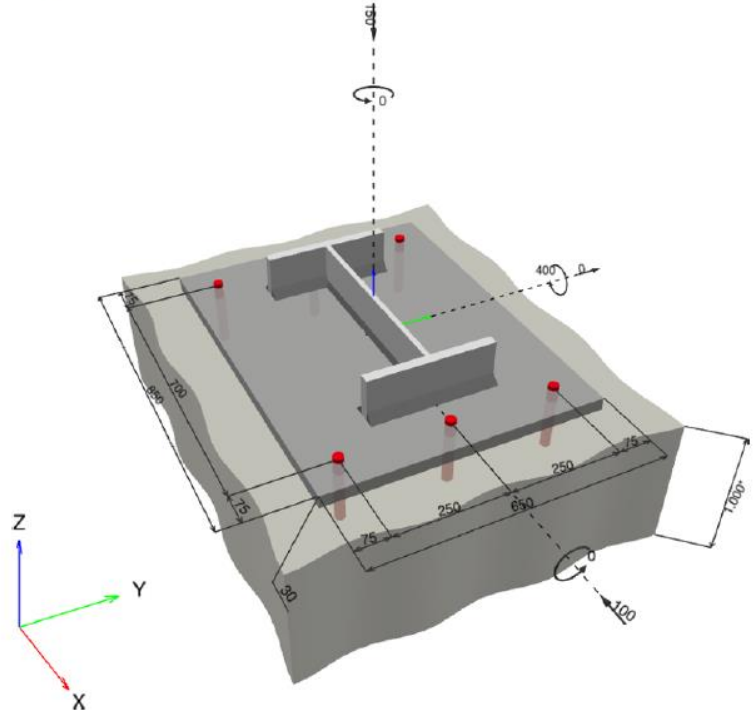
Yapılan birleşim analizlerinden 17 ve 19 numaralı tasarımlar, sonlu elemanlar yazılımı olan PROFIS Engineering programında irdelenecektir. Program içerisinde birleşim elemanlarının boyutları ve malzemeleri yönetmelik doğrultusunda belirlenerek üç boyutlu katı modellemeler oluşturulmuştur. Daha sonra birleşimler belirlenen mesnet reaksiyonlarıyla yüklenerek analizleri gerçekleştirilmiştir.

Kolon profili olarak HEA550 malzemesi ve 5.6 kalite ankraj malzemeleri tasarımlarda kullanılmıştır. İki adet bağlantı tasarımı için eksenel kuvvet, kesme kuvveti ve moment kuvvetleri etki ettirilerek aynı yükler altında farklı analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçları irdelenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre şekil değiştirme ve gerilme diyagramları incelenmiştir. Ayrıca taban plakası deformasyon oranları ve ankrajlara gelen çekme kuvvetleri irdelenmiştir.

3.5.2.1. (17.1) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

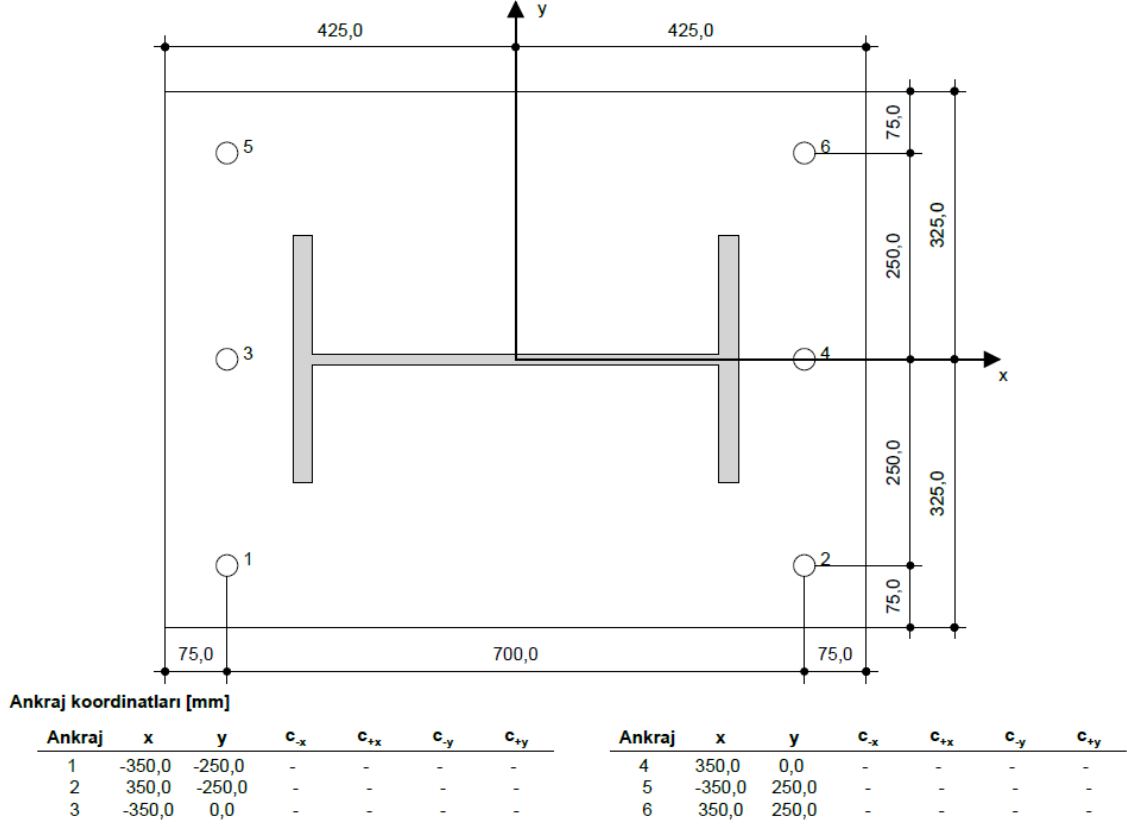
(17.1) numaralı birleşim analiz modeli PROFIS Engineering programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekildeki gibidir (Şekil 3.228.). HEA550 kolonu için 30mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Altı adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.

Geometri [mm] & Yükleme [kN, kNm]



Şekil 3.228. (17.1) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

Birleşimde kullanılan taban plakası 30mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.229.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Altı adet M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır. Ayrıca ankrajların koordinatları düzlem üzerinde yerleşimleri ve numaralandırılmaları gösterilmiştir.



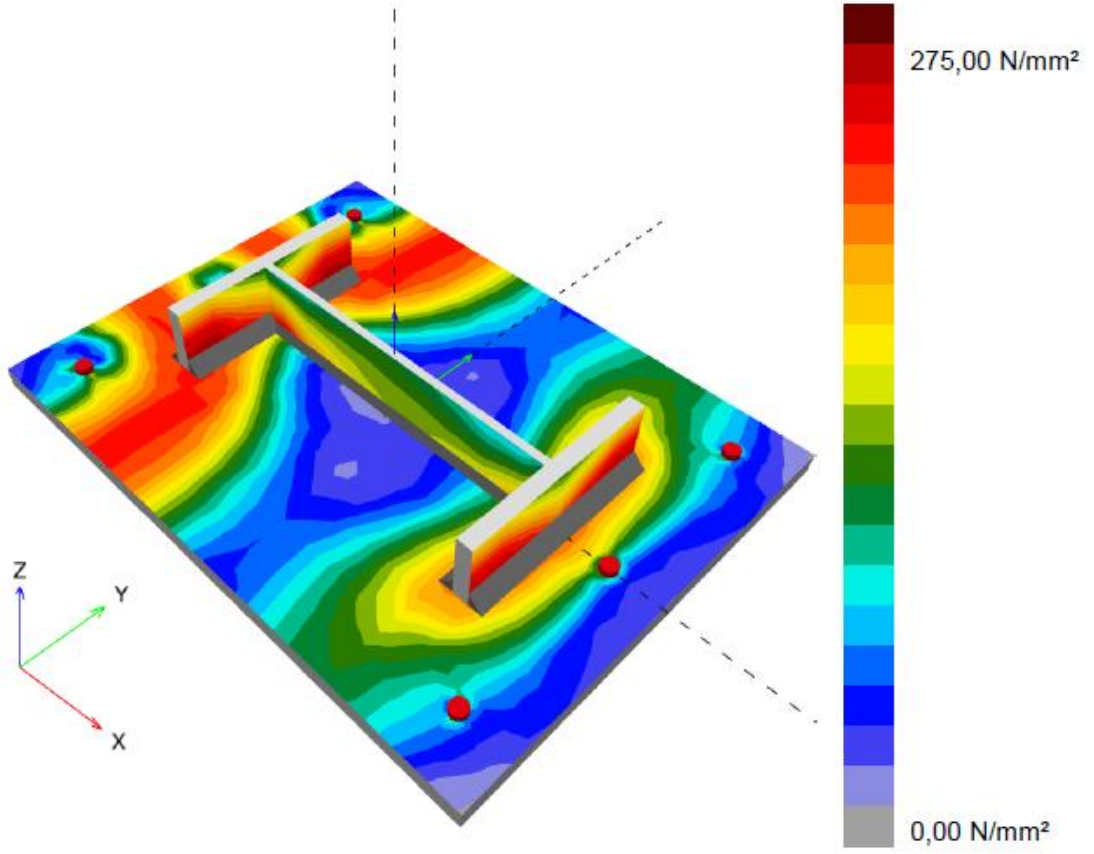
Şekil 3.229. (17.1) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

(17.1) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğuna rağmen taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir. Ankrajlar ve kaynaklar ise yetersiz kalmaktadır. Plaka kalınlığının artması olumlu yönde etki etmiş olsa da tasarım için uygun gözükmemektedir (Şekil 3.230.). Bu yüklemeye doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı da yine aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.231.)

	Yük kombinasyonu	Max. kullanımı	Durum
Ankrajlar	Kombinasyon 1	255%	TAMAM DEĞİL
Ankraj plakası	Kombinasyon 1	3.9%	TAMAM
Kaynaklar	Kombinasyon 1	112%	TAMAM DEĞİL
Beton	Kombinasyon 1	25%	TAMAM
Profil	Kombinasyon 1	100%	TAMAM

Bağlantı dizayn kriterlerini sağlamamaktadır!

Şekil 3.230. (17.1) numaralı birleşim analiz modeli yüklemeler ve analiz sonuç değerlendirmesi



Şekil 3.231. (17.1) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmesi beklenir.

(17.1) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme ve kesme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.232.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 216.9 kN gelmektedir. Bununla birlikte az da olsa kesme kuvvetleri etki etmiştir.

Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akmalar %3.9 değerle akma sınırına yaklaşmış olup tasarım için yeterli gözükmemektedir.

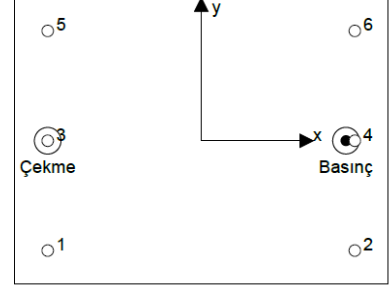
Yük kombinasyonu		Kuvvetler [kN] / Momentler [kNm]	Sismik	Yangın	Max. Util. Anchor [%]
Durum	Tanım				
1	Kombinasyon 1	$N = -150,000; V_x = -100,000; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 400,000; M_z = 0,000;$	Hayır	hayır	255

Yük durumu/Çıkan Ankraj kuvvetleri

Ankraj reaksiyonları [kN]

Çekme kuvveti: (+Çekme, - Basınç)

Ankraj	Çekme kuvveti	Kesme kuvveti	Kesme kuvveti x	Kesme kuvveti y
1	142,425	16,594	-16,464	2,076
2	-0,005	17,153	-17,144	-0,563
3	216,986	16,165	-16,165	0,004
4	-0,027	16,632	-16,632	0,002
5	142,367	16,581	-16,449	-2,084
6	-0,005	17,156	-17,146	0,566

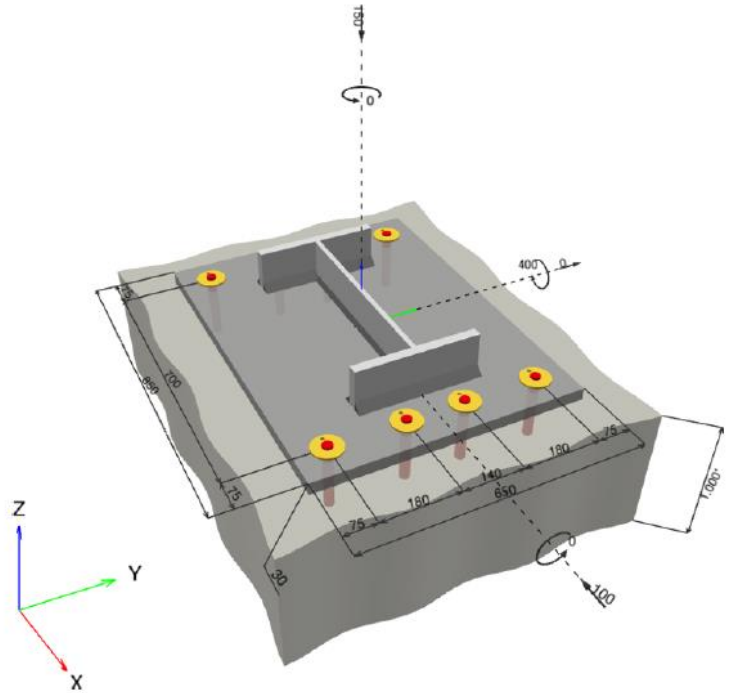


Şekil 3.232. (19.1) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme ve kesme kuvvetleri

3.5.2.2. (19.1) Numaralı Birleşim Analiz Modeli

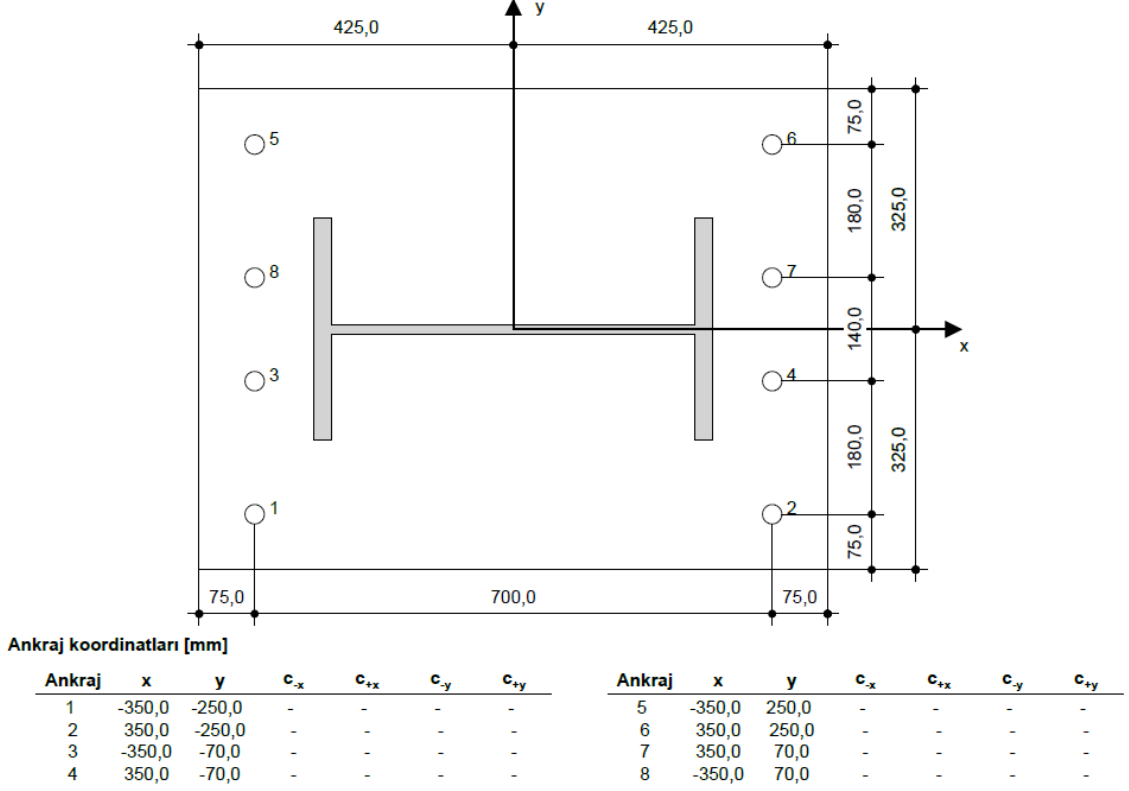
(19.1) numaralı birleşim analiz modeli PROFIS Engineering programında oluşturulmuş olup görünüşler aşağıdaki şekilde gibidir (Şekil 3.233.). HEA550 kolonu için 30mm kalınlığında taban plakası kullanılmıştır. Sekiz adet M24-5.6 kalitedeki ankrajların yerleşimleri ise yönetmeliklerde verilen mesafeler doğrultusunda ayarlanmıştır.

Geometri [mm] & Yükleme [kN, kNm]



Şekil 3.233. (19.1) numaralı birleşim analiz modeli görünüşleri

Birleşimde kullanılan taban plakası 30mm kalınlığında ve 850x650mm ebatlarındadır (Şekil 3.234.). Birleşimdeki malzeme kalitesi ise S235 (ST-37) tercih edilmiştir. Altı adet M24-5.6 kalite ankrajlar kullanılıp, 2mm delik toleransı verilerek taban plakasında 26mm delik açılmıştır. Ayrıca ankrajların koordinatları düzlem üzerinde yerleşimleri ve numaralandırılmaları gösterilmiştir.



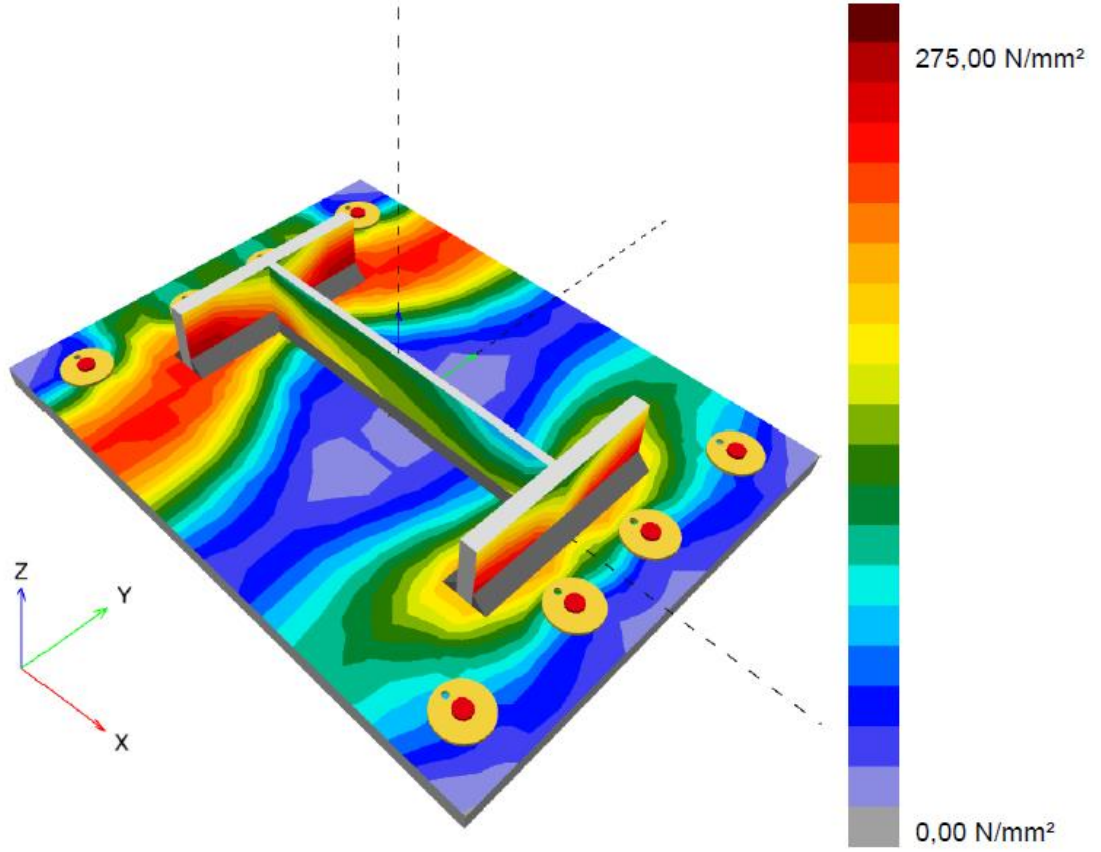
Şekil 3.234. (19.1) numaralı birleşim analiz modeli taban plakası teknik detay çizimi

(19.1) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının gerçekleştirilen yüklemelere göre şekil değiştirme değerleri incelenmiştir. Berkitme levhalarının yokluğuna rağmen taban plakasında ve kolona temas yüzeylerinde akma durumunu büyük ölçüde engellediği görülmektedir. Ankrajlar ve kaynaklar yetersiz kalmaktadır. Plaka kalınlığının artması olumlu etki etmiş olsa da tasarım uygun gözükmemektedir (Şekil 3.235.). Bu yükleme doğrultusunda eşdeğer gerilme diyagramı da aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.236.)

	Yük kombinasyonu	Max. kullanımı	Durum
Ankrajlar	Kombinasyon 1	136%	TAMAM DEĞİL
Ankraj plakası	Kombinasyon 1	1.7%	TAMAM
Kaynaklar	Kombinasyon 1	97%	TAMAM
Beton	Kombinasyon 1	22%	TAMAM
Profil	Kombinasyon 1	100%	TAMAM

Bağlantı dizayn kriterlerini sağlamamaktadır!

Şekil 3.235. (19.1) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı



Şekil 3.236. (19.1) numaralı birleşim analiz modeli eşdeğer gerilme diyagramı

Eşdeğer gerilme diyagramı incelendiğinde, kolonun başlık bölgesinin taban plakasına temas ettiği yüzeyde gerilmelerin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Gelen moment etkisiyle, ankraj bulonlarının çevresinde gerilmeler artmaktadır. Bağlantıya gelen moment etkilerinin büyüklüğünden dolayı taban plakası moment yönünde hareket etmesi beklenir.

(19.1) numaralı birleşim analiz modeli bağlantısının analizinde ankrajlara gelen çekme ve kesme kuvvetleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.237.). Analiz sonuçları incelendiğinde moment yönündeki ankrajların daha fazla zorlandığı görülmektedir. Ankrajlardaki maksimum çekme dayanımı analiz sonucunda 146.1 kN gelmektedir. Bununla birlikte az da olsa kesme kuvvetleri etki etmiştir.

Ankrajlar kapasitelerinin oldukça üzerinde yüklere maruz kalmaktadır. Bağlantı tasarım sonuçları incelendiğinde bağlantı plakalarında plastik akmalar %1.7 değerle akma sınırına yaklaşmış olup tasarım için yeterli gözükmemektedir.

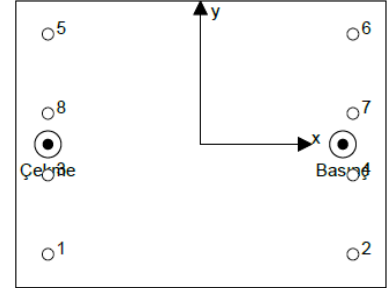
Yük kombinasyonu		Kuvvetler [kN] / Momentler [kNm]	Sismik	Yangın	Max. Util. Anchor [%]
Durum	Tanım				
1	Kombinasyon 1	$N = -150,000; V_x = -100,000; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 400,000; M_z = 0,000;$	Hayır	hayır	136

Yük durumu/Çıkan Ankraj kuvvetleri

Ankraj reaksiyonları [kN]

Çekme kuvveti: (+Çekme, - Basınç)

Ankraj	Çekme kuvveti	Kesme kuvveti	Kesme kuvveti x	Kesme kuvveti y
1	114,103	12,396	-12,283	1,669
2	-0,005	13,046	-13,033	-0,586
3	146,148	12,032	-12,004	0,817
4	-0,023	12,683	-12,681	-0,242
5	114,877	12,381	-12,268	-1,670
6	-0,004	13,045	-13,032	0,588
7	-0,023	12,684	-12,682	0,245
8	146,145	12,046	-12,018	-0,821



Şekil 3.237. (19.1) numaralı birleşim analiz modeli ankrajlara gelen çekme ve kesme kuvvetleri

4. ANALİZ SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çelik yapılarda yapının davranışına etki eden birçok faktör vardır. Birleşim detayları bunların en önemlilerinden bir tanesidir. Tasarlanan birleşim detaylarının yükleme altındaki çalışma kapasiteleri, yapının toplam kapasitesini de doğrudan etkilemektedir. Çelik yapılarda kullanılan birçok birleşim detayı vardır. Bu birleşim çeşitlerinden ve aynı zamanda en önemlilerinden birisi de çelik kolon taban plakası birleşimidir.

Çelik yapılarda kullanılacak olan çelik kolon taban plakası bağlantısının tasarımı ise oldukça önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında çelik yapılarda taşıyıcı sistemin en önemli yapı taşlarından biri olan çelik kolon taban plakası birleşiminin çeşitli değişken parametrelerle analizleri yapılmış ve incelenmiştir.

Çalışma kapsamında sonlu elemanlar yazılımı olan IDEA StatiCa programında üç boyutlu katı modellemeler oluşturularak birleşim numarasına göre isimlendirilen 24 farklı analiz yapılmıştır. Bu analizlerde taban plakası kalınlıkları (15mm, 20mm ve 30mm), berkitme plakalarının varlığı ve kalınlığı (15mm, 20mm ve 30mm), ankraj adedi (6 veya 8 adet) ve ankraj çaplarının farklılıklarına (M24 ve M30) göre değişken parametreler mevcuttur. Kolon profili olarak HEA550 malzemesi ve 5.6 kalite ankraj malzemeleri tasarımların hepsinde sabit olarak kullanılmıştır.

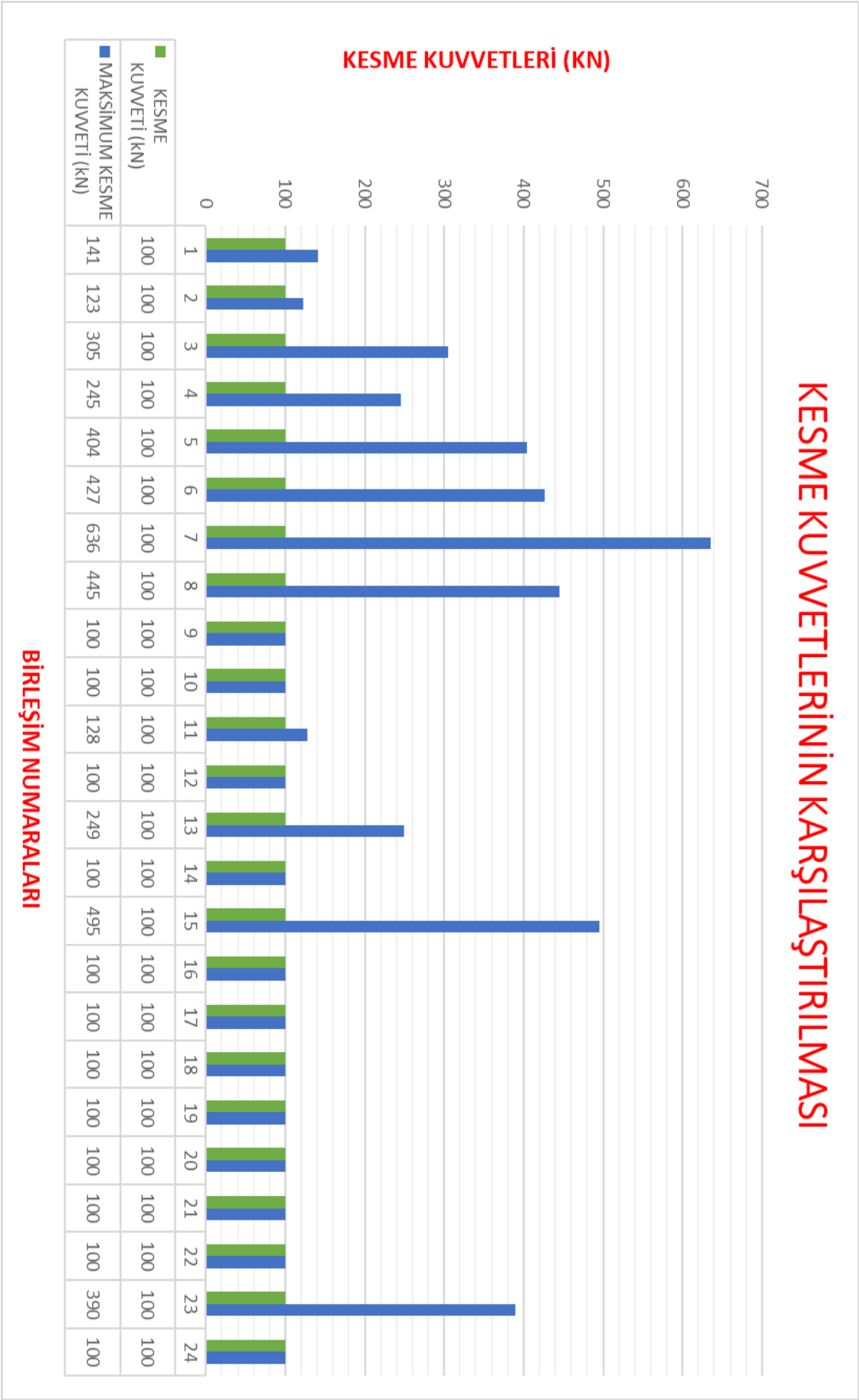
Her bir bağlantı tasarımı için eksenel kuvvet (-150kN), kesme kuvveti (100kN) ve moment kuvvetleri (400kNm) etki ettirilerek aynı yükler altında farklı analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçları irdelenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre şekil değiştirme ve gerilme diyagramları incelenmiştir. Ayrıca taban plakası deformasyon oranları ve ankrajlara gelen çekme kuvvetleri irdelenmiştir. Her bir bağlantı için 24 farklı analiz daha yapılarak bağlantıların alabileceği maksimum yükler de ayrıyeten belirlenmiştir. Bağlantıların alabileceği maksimum yükler doğrultusunda çıkarımlarda bulunulmuştur (Çizelge 4.1.).

Yapılan çalışmalarda bağlantıların alacağı maksimum yükler belirlenmiştir. Bu yüklerin belirlenmesinde öncelikle alabileceği maksimum moment belirlenmiş ve daha sonra maksimum kesme kuvveti değeri belirlenmiştir (Çizelge 4.2.).

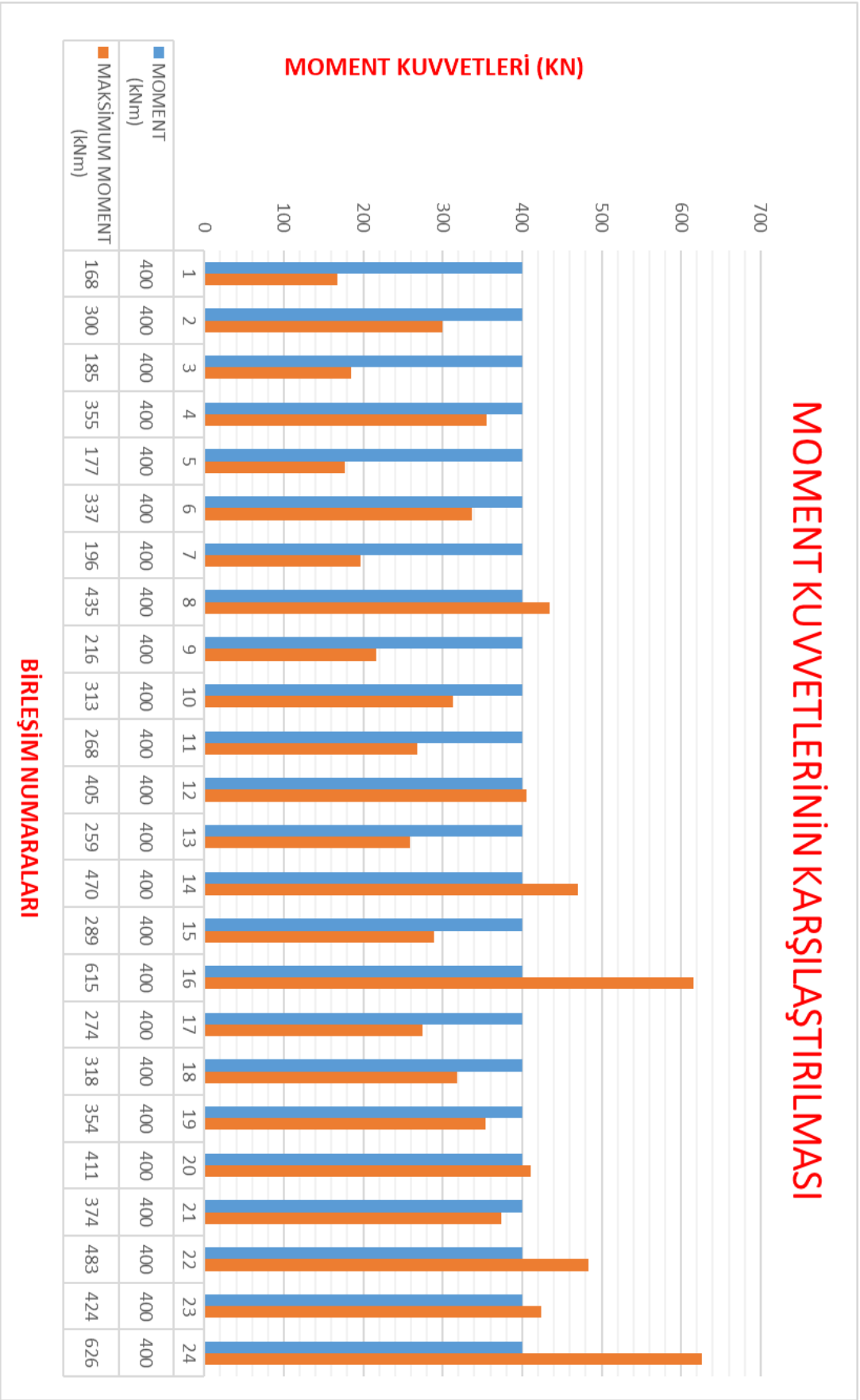
Çizelge 4.1. 24 farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı parametreleri sonuç değerlendirme tablosu

ÇELİK KOLON TABAN PLAKASI BİRLEŞİM DETAYI PARAMETRELERİ								MAKSİMUM TAŞINABİLECEK YÜKLER			
BİRLEŞİM NUMARASI	KOLON PROFİL	TABAN PLAKASI KALINLIĞI (mm)	RiJİTLİK PLAKASI KALINLIĞI (mm)	ANKRAJ ADEĐİ	ANKRAJ ÇAPı (mm) ANKRAJ KALİTESİ (MPA)	EKSENEL KUUVET (kN)	KESME KUUVETİ (kN)	MOMENT (kNm)	EKSENEL KUUVET (kN)	KESME KUUVETİ (kN)	MOMENT (kNm)
1	HEA550	15	0	6	M24 - 5.6	-150	100	400	-150	141	168
2	HEA550	15	15	6	M24 - 5.6	-150	100	400	-150	123	300
3	HEA550	15	0	8	M24 - 5.6	-150	100	400	-150	305	185
4	HEA550	15	15	8	M24 - 5.6	-150	100	400	-150	245	355
5	HEA550	15	0	6	M30 - 5.6	-150	100	400	-150	404	177
6	HEA550	15	15	6	M30 - 5.6	-150	100	400	-150	427	337
7	HEA550	15	0	8	M30 - 5.6	-150	100	400	-150	636	196
8	HEA550	15	15	8	M30 - 5.6	-150	100	400	-150	445	435
9	HEA550	20	0	6	M24 - 5.6	-150	100	400	-150	100	216
10	HEA550	20	20	6	M24 - 5.6	-150	100	400	-150	100	313
11	HEA550	20	0	8	M24 - 5.6	-150	100	400	-150	128	268
12	HEA550	20	20	8	M24 - 5.6	-150	100	400	-150	100	405
13	HEA550	20	0	6	M30 - 5.6	-150	100	400	-150	249	259
14	HEA550	20	20	6	M30 - 5.6	-150	100	400	-150	100	470
15	HEA550	20	0	8	M30 - 5.6	-150	100	400	-150	495	289
16	HEA550	20	20	8	M30 - 5.6	-150	100	400	-150	100	615
17	HEA550	30	0	6	M24 - 5.6	-150	100	400	-150	100	274
18	HEA550	30	30	6	M24 - 5.6	-150	100	400	-150	100	318
19	HEA550	30	0	8	M24 - 5.6	-150	100	400	-150	100	354
20	HEA550	30	30	8	M24 - 5.6	-150	100	400	-150	100	411
21	HEA550	30	0	6	M30 - 5.6	-150	100	400	-150	100	374
22	HEA550	30	30	6	M30 - 5.6	-150	100	400	-150	100	483
23	HEA550	30	0	8	M30 - 5.6	-150	100	400	-150	390	424
24	HEA550	30	30	8	M30 - 5.6	-150	100	400	-150	100	626

Çizelge 4.2. 24 farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı kesme kuvvetleri karşılaştırması



Çizelge 4.3. 24 farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı moment karşılaştırması

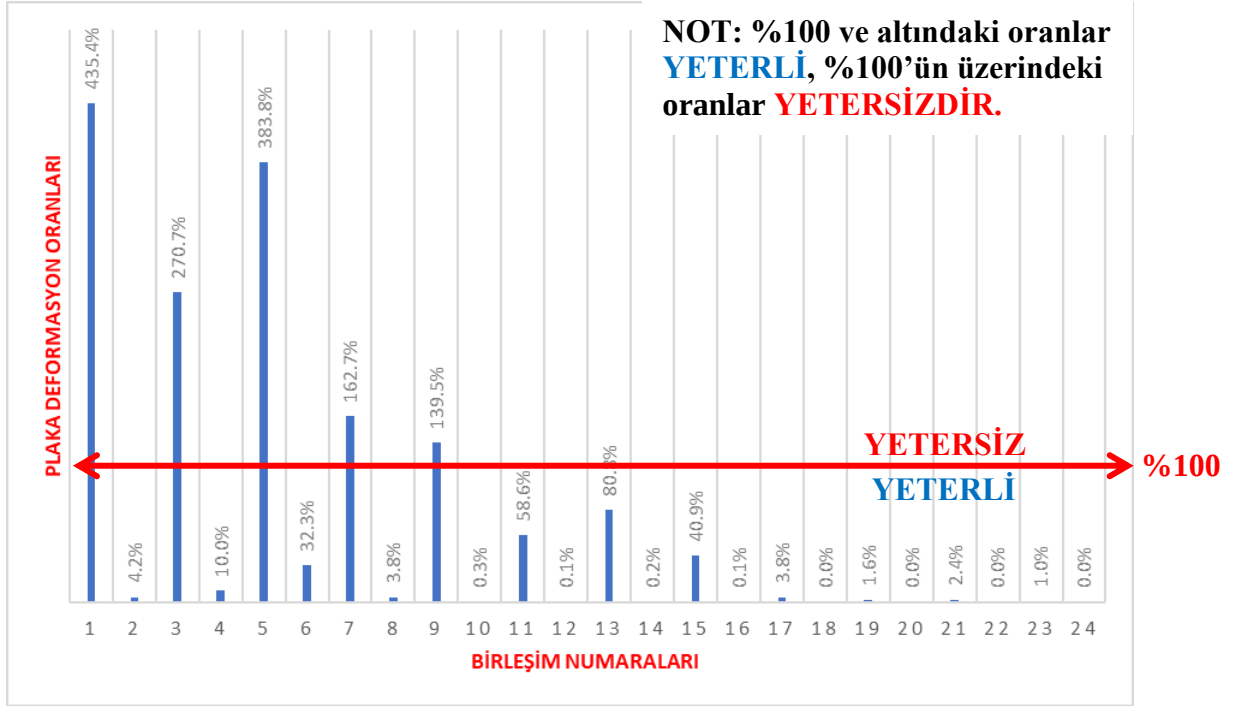


Bağlantılardaki taban plakası kalınlıklarının artması taşıyabilecekleri moment kapasitelerini de artırmaktadır. Örneğin 7, 15 ve 23 numaralı birleşimlere bakıldığında zaman tüm parametreler aynı olup sadece taban plakaları farklıdır. Bu birleşimler sırasıyla 196 kNm, 289 kNm ve 424 kNm moment değerlerini almışlardır. Aynı birleşimlere bir diğer parametre olan berkitme plakalarını da dahil ettiğimizde; 8, 16 ve 24 numaralı birleşimlere bakıldığında zaman sırasıyla 435 kNm, 615 kNm ve 626 kNm moment değerlerini almışlardır (Çizelge 4.3.). Taban plakasının kalınlığının artması moment kapasitesini artırırken, berkitme plakasının varlığı ise gerilmeleri azaltarak bağlantının daha rijit hale gelmesini ve daha fazla moment almasını sağlamaktadır.

Bağlantılardaki şekil değiştirmelere bakıldığında; taban plakası kalınlıklarının artması birleşimdeki gerilmeleri ve deformasyonları azaltmıştır. Bunun yanı sıra berkitme levhalarının varlığı ise birleşimdeki gerilmeleri ve deformasyonları daha da azaltarak çoğunlukla akma sınırının altına getirmiştir (Çizelge 4.4.).

Ayrıca ankraj sayısının artması taban plakasındaki deformasyonları azaltarak sistemdeki rijitliği artırmıştır. Berkitme plakalı birleşimler hariç diğer birleşimlerde ankraj çapının da artması bağlantıdaki deformasyonları azaltmıştır.

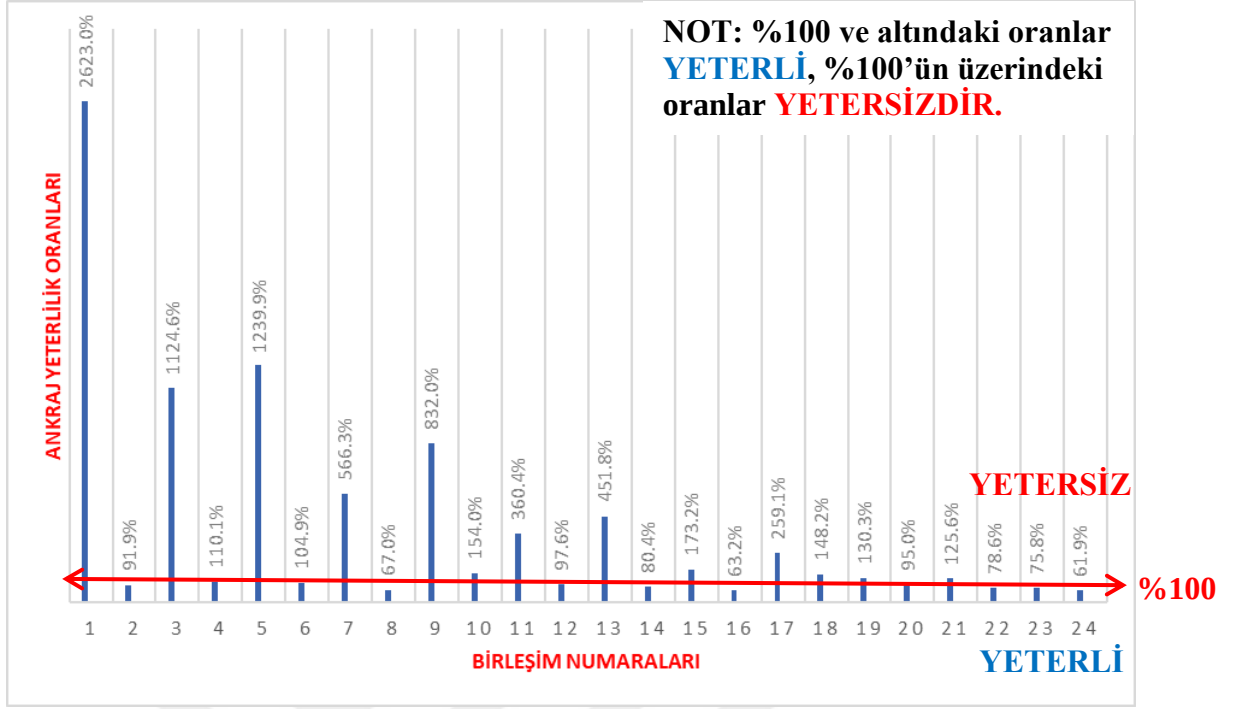
Çizelge 4.4. 24 farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı plaka deformasyon oranları



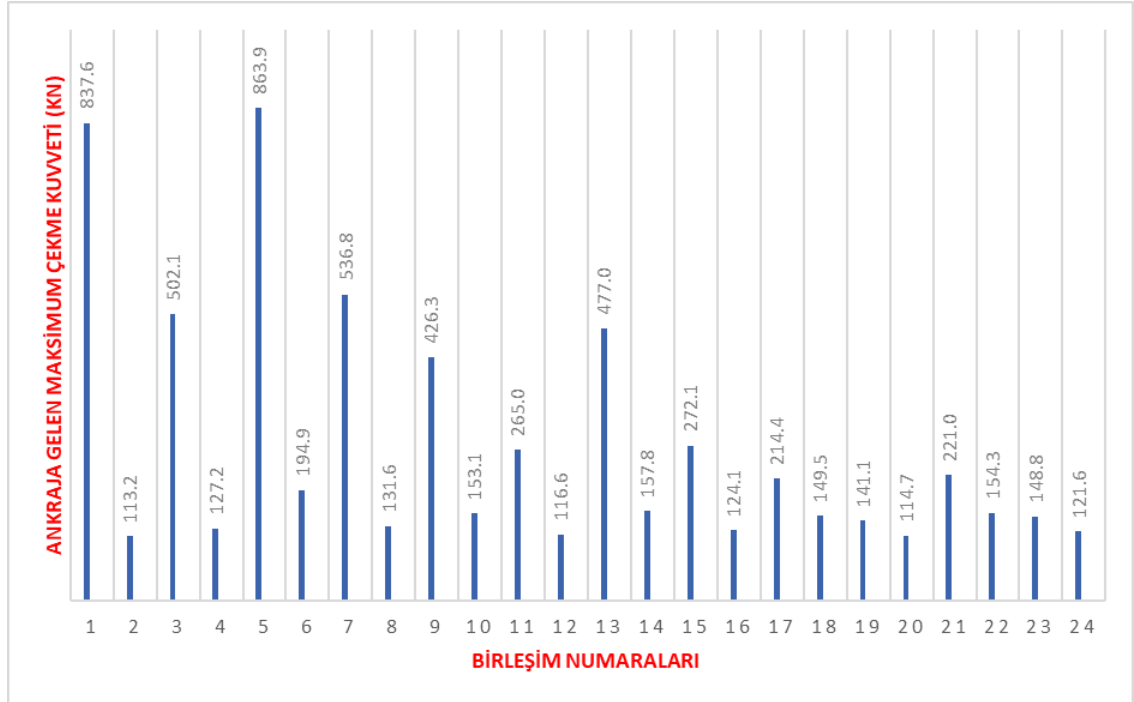
Bağlantılardaki ankrajların çalışmaları ve yeterlilik oranları incelenmiştir. Tüm parametrelerin aynı olduğu bir bağlantıda ankraj çapının artması bağlantıdaki ankraj kapasitelerini yarı yarıya olumlu etkilemektedir ve bağlantının yük alma kapasitesini artırmaktadır. Kalınlıkları aynı berkitme plakalı 6 adet M24 ankraj kullanılan bağlantılardaki ankrajların yeterlilik oranları, berkitme plakası olmayan 8 adet M30 ankraj kullanılan bağlantılardaki ankrajların yeterlilik oranlarına oldukça yakındır (Çizelge 4.5.).

Diğer parametrelerin aynı olduğu bağlantılarda berkitme levhasının kullanımı ankrajlara gelen yükleri oldukça azaltmıştır. Aynı şekilde ankraj sayısının artması, ankrajlara gelen çekme kuvvetlerini beraber paylaşacakları için yükleri azaltmıştır. Kalınlıkları aynı berkitme plakalı 6 adet M24 ankraj kullanılan bağlantılara gelen yükler ile berkitme plakası olmayan 8 adet M30 ankraj kullanılan bağlantılara gelen yükler hemen hemen aynıdır. Berkitme levhasının kullanılmaması durumunda en azından ankraj çapının artırılması gerektiği belirlenmiştir (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.5. 24 farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı ankraj yeterlilik oranları

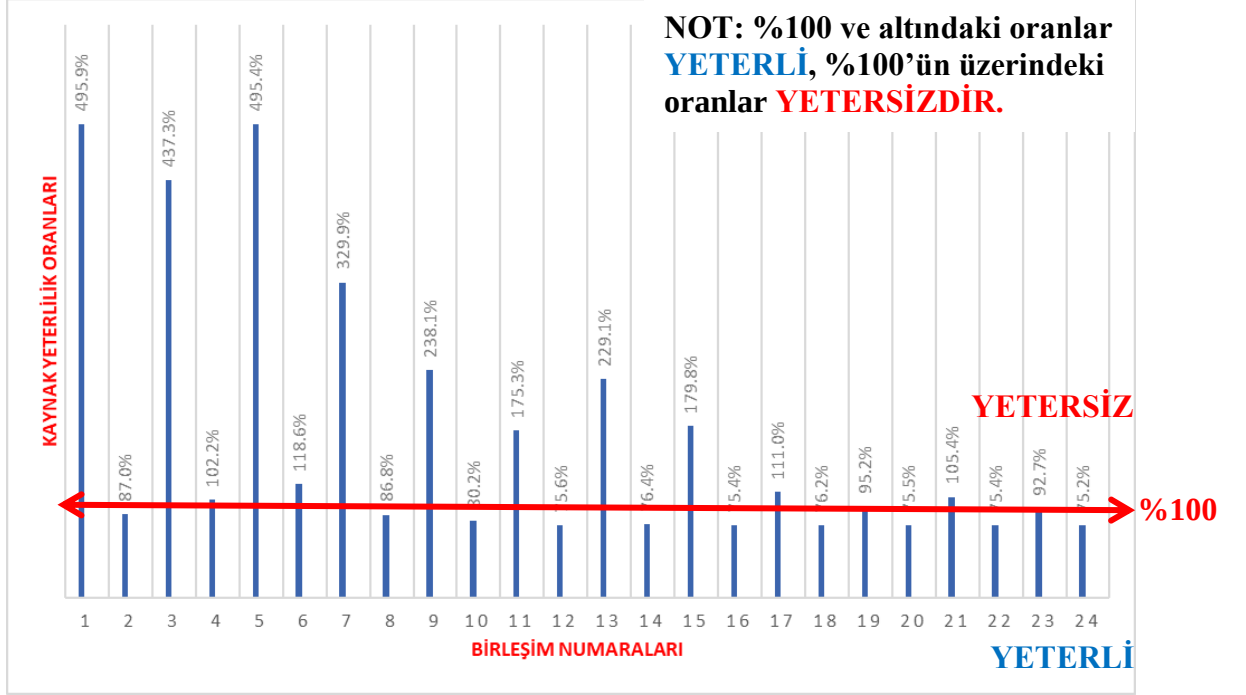


Çizelge 4.6. 24 farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı ankrajlara gelen maksimum çekme kuvveti oranları



Bağlantılardaki kaynakların çalışmaları ve yeterlilik oranları incelenmiştir. Berkitme levhalarının kullanılmadığı bağlantılarda kaynaklar oldukça zorlanmaktadır ve yetersiz kalabilmektedir. Bağlantıdaki plaka kalınlıklarının artması kaynak kalınlıklarını da artıracığı için yeterlilik anlamında olumlu etkilemiştir. 30mm plaka kalınlığı kullanılan ve berkitme plakalı bağlantılarda kaynakların yeterlilik seviyeleri diğer bağlantılara göre daha iyidir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. 24 farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı kaynak yeterlilik oranları



Yapılan 24 farklı analize göre, 24 numaralı çelik kolon taban plakası bağlantısının yer değiştirme, gerilme ve deformasyon olarak diğer bağlantılardan daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Bunun sebebi ise; ankraj sayısının ve çapının fazla olması, bağlantı plakalarının 30mm olması, berkitme plakasının kullanılması ve 30mm olmasıdır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan analitik çözümler sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- ✓ Farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı kesme kuvvetleri karşılaştırıldığında; en büyük kesme kuvvetini 7 nolu birleşim 636 kN ile verirken en düşük kesme kuvveti ise 9-10-12-14-16-17-18-19-20-21-22-24 nolu birleşimlerde 100 kN olarak elde edilmiştir.
- ✓ Farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı moment kuvvetleri karşılaştırıldığında; en büyük moment kuvvetini 24 nolu birleşim 626 kNm ile verirken en düşük moment kuvveti ise 1 nolu birleşimde 168 kNm olarak elde edilmiştir.
- ✓ Farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı plaka deformasyonları karşılaştırıldığında; en yüksek deformasyon 1 nolu birleşimde %434.4 ile görülürken en düşük deformasyon ise 18-20-22-24 nolu birleşimlerde %0.00 olarak elde edilmiştir.
- ✓ Farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı ankraj yeterlilik oranları karşılaştırıldığında; en yüksek ankraj yeterliliği %2623.0 ile 1 nolu birleşimde görülürken en düşük ankraj yeterliliği ise 24 nolu birleşimde %61.9 olarak elde edilmiştir.
- ✓ Farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı ankrajlara gelen çekme kuvvetleri karşılaştırıldığında; en yüksek çekme kuvvetini 1 nolu birleşim 837.6 kN ile verirken en düşük çekme kuvveti ise 24 nolu birleşimde 121.6 kN olarak elde edilmiştir.
- ✓ Farklı çelik kolon taban plakası birleşim detayı kaynak yeterlilik oranları karşılaştırıldığında; en yüksek kaynak yeterliliği %495.9 ile 1 nolu birleşimde görülürken en düşük kaynak yeterliliği ise 24 nolu birleşimde %75.2 olarak elde edilmiştir.

Analizler doğrultusunda berkitme plakası kullanılarak rijitliği artırılmış birleşimlerin, berkitme plakası kullanılmayan birleşimlere göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Taban plakasının kolon başlığı ile birleştirilmiş bölgelerde, ankraj delikleri ve çevresinde oluşan gerilmelerin berkitme levhası kullanımında oldukça azaldığı görülmüştür. Birleşimlerin geneline bakıldığı zaman; berkitme plakasının

kullanımı, taban plakası kalınlığının artması, ankraj sayısının ve çapının artması birleşimlerdeki olumlu etkenler olarak belirlenmiştir. Özellikle ankraj deliklerinin olduğu bölgelerde, çelik kolon ve taban plakasının temas noktalarında yüksek gerilmeler mevcuttur. Bu noktaların birleşimlerin en kritik noktaları olduğu tespiti yapılmıştır.

Çelik yapılarda kullanılan kolon taban plakalarının, taban destek plakalarının ve ankrajların analitik olarak incelemelerinin yanında, bu çalışmaların deneylerle de desteklenmesi önerilmektedir. Deney sonuçları ile analitik sonuçlar karşılaştırılıp daha kapsamlı raporlamalar yapılabilir. Yönetmelik farklılıkları tasarımları etkilediği için yönetmelikler üzerinde de kıyaslamalar yapılarak tasarım çeşitliliği sağlanabilir. Kullanılan parametreler daha da çeşitlendirilerek tüm etkenler detaylı incelenebilir. Sadece çelik kolon taban plakası olarak değil betonarme yapılarda kullanılan ankrajlar da irdelenebilir. Örnek bir çelik yapı modellemesinin statik ve dinamik yük etkenleri dikkate alınarak belirlenen bir ölçekte üretim yapılarak analitik sonuçlar ve gerçek değerler mukayese edilebilir. Taban plakasındaki mesnet tiplerinin de gerçek yapı davranışına etkileri görülebilir.

KAYNAKLAR

- Anonim, <https://insapedia.com/celik-yapilarda-kolon-ayaklari-temel-kolon-birlesimleri/>
- Anonim, <https://santiyede.com/ankraj-nedir-nerelerde-kullanilir/ankraj-tasarimindayenilme-modlari/>
- ACI-318, 14. Building Code Requirements for Structural Concrete
- ÇYTHYE, 2018. Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete, 30333, 15 Şubat 2018.
- Değirmenci, Ö.Ç., Aydoğan, İ., Aras, M., Çerçevik, A.E., 2015, *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (1), 69-74.
- Díaz, H., Nuñez, E., Vera, C. O., 2020, Monotonic Response of Exposed Base Plates of Columns: Numerical Study and a New Design Method, *Metals* 10 (3) 396.
- EN 1993-1-8: 2005/AC: Eurocode 3, Design of Steel Structures. Brussels: European Commission.
- Güteryüz, Y., 2021, Çelik kolon ayaklarında taba altı tesviye harcının ankraj bulonlarının davranışına etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Adıyaman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*.
- Hussein, P. and Yavuz, G., 2019, An investigation of base plate connections of a steel industrial building having different column cross-sections, *Natural and Engineering Sciences*, 4 (2), 84-91.
- IDEA StatiCa Connection – Structural design of steel connections, [online], <https://www.ideastatica.com/support-center/general-theoretical-background> [Ziyaret Tarihi: 10 Kasım 2022].
- Jaspart, J. P. and Vandegans, D., 1998, Application of the component method to column bases, *Journal of Constructional Steel Research*, 48 (1998), 89-106.
- Mehdi, B. C., Boumechra, N., Missoum, A., Bouchair, A., 2022, Connection of a Steel Column Base Plate: Mechanical Behavior and Stiffening Effects, *Civil Engineering Journal* 8.
- Moore D, Wald F, da Vinci L, 2003. Design of structural connections to Eurocode 3- Frequently asked questions, Czech Technical University.
- Özdemir, S., 2019, Çelik kolon taban levhalarının montajlama kusurlarına bağlı gerilme analizi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Seco, L. D. S., Couchaux, M., Hjiat, M., Neves, L. C., 2021, Column base-plates under biaxial bending moment, *Engineering Structures* 231.

- Sözen, Ş. ve Atılğan, M., 2021, Çelik kolon taban levhalarının mekanik davranışlarının incelenmesi, *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 9 (1), 19-27.
- Sözen, Ş., 2022, Çelik Yapılar Sık Kullanılan 53 Birleşimin Kapasite Hesapları, 1. Basım, *Nobel Akademik Yayıncılık*, Ankara, 117-122.
- Tsavdaridis, K. D., Shaheen, M. A., Baniotopoulos, C., Salem, E., 2015, Analytical approach of anchor rod stiffness and steel base plate calculation under tension, *Structures* 5 (2016) 207-218.
- Virdi, K. (1999). Guidance on good practice in simulation of semi-rigid connections by the finite element method. Numerical Simulation of Semi-Rigid Connections by the Finite Element Method, COST C1, Rep. of Working Group 6—Numerical Simulation. 1-12.
- Yalçın, H. F., 2010, Eksenel kuvvet etkisindeki çelik kolon ayaklarının boyutlandırılması için hesap çizelgesi programı hazırlanması ve tasarım uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, *Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü*.
- You, Y. C. and Lee, D., 2020, Effect of anchors on the seismic performance of exposed column-base plate weak-axis connections, *Journal of Building Engineering*, 32.
- Zakwan, R. M., 2018, A parametric analysis for flexible base plate in steel-concrete connection, Laurea Magistrale in Ingegneria Civile, *Politecnico Di Milano Scuola di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale*.