

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**STATİK İTME YÖNTEMİYLE
BİR OKUL BİNASININ TAHKİKİ VE GÜÇLENDİRME HESABI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Tekin EKMEN**

Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Programı : YAPI MÜHENDİSLİĞİ

KASIM 2005

**STATİK İTME YÖNTEMİYLE
BİR OKUL BİNASININ TAHKİKİ VE GÜÇLENDİRME HESABI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Tekin EKMEN
(501011133)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 18 Kasım 2005
Tezin Savunulduğu Tarih : 28 Kasım 2005**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr. Metin AYDOĞAN
Diğer Jüri Üyeleri : Doç.Dr. Mustafa ZORBOZAN (Y.T.Ü.)
Yard.Doç.Dr. Konuralp GİRGİN (İ.T.Ü.)**

KASIM 2005

ÖNSÖZ

Ülkemiz faal bir deprem kuşağında yer almaktadır. Özellikle nüfusun yoğun olduğu bölgelerimiz deprem riski altındadır. Mevcut yapıların deprem karşısında gösterdikleri performansın düşüklüğü yaşanan son depremlerle birlikte iyice gün ışığına çıkmıştır. Büyüklüğü az olan depremler dahi can ve mal kaybına yol açmaktadır. Deprem bölgelerindeki mevcut binalar üzerinde yapılacak güçlendirme çalışmalarıyla deprem riskini azaltmak mümkündür. Son yıllarda bu amaçla önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bu tür çalışmalarda mevcut ve güçlendirilmiş binaların deprem güvenliklerinin tahkiki elastik analiz yöntemleriyle tespit edilmeye çalışılmaktadır. Ancak bilindiği üzere deprem etkileri altındaki yapı elemanlarının elastik ötesi davranışı yapı performansını belirlemektedir. Doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin bina tahkiklerinde ve eksikliklerin belirlenmesinde kullanılmaya başlanması gerçek davranışın tespiti için önemli bir gelişmedir. Mevcut yapıların yatay yük taşıyıcı sistemindeki eksiklikler doğrusal olmayan analiz yöntemleriyle daha gerçekçi bir biçimde tespit edilebilir. Bu sayede güçlendirme çalışmaları için uygun yöntem belirlenebilir ve hatta güçlendirilen sistemin istenen performans seviyesine ulaşp ulaşmadığı yine doğrusal olmayan analiz yöntemleriyle kontrol edilebilir.

Bu çalışmada, performans kavramı ve doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerinden bahsedilmiş daha sonra doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerinden kapasite spektrum yöntemi detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Uygulama kısmında ise mevcut bir okul binasının statik itme yöntemiyle deprem tahkiki yapılmış ve kapasitesi belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda bölgede yaşanması muhtemel deprem taleplerini karşılayamayacak durumda olduğu tespit edilen bina güçlendirilmiştir. Güçlendirilen binanın statik itme analizi yapılarak istenilen performans düzeyinde olduğu gösterilmiştir.

Bu çalışmada emeği geçen herkese ve özellikle değerli katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın. Prof. Dr. Metin Aydoğan' a teşekkür ederim.

Kasım 2005

Tekin EKMEN

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Giriş	1
2. PERFORMANS KAVRAMI	3
2.1. Giriş	3
2.2. Performans Hedefi	3
2.3. Performans Seviyeleri	3
2.3.1. Yapısal performans seviyeleri ve aralıkları	4
2.3.2. Yapısal olmayan performans seviyeleri	6
2.3.3. Yapı performans seviyeleri ve aralıkları	7
2.4. Deprem Yer Hareketi	8
2.5. Performans Hedefleri	8
2.5.1. Temel güvenlik hedefi	9
2.6. Performans Hedeflerinin Tayin Edilmesi	10
2.6.1. Başlangıç performans hedefi	10
2.6.2. Son performans hedefi	10
2.7. Arazi Sismik Karakteristikleri	10
2.7.1. Deprem katsayıları	10
2.7.2. Elastik ivme spektrumunun hazırlanması	10
3. DOĞRUSAL OLMAYAN STATİK ANALİZ YÖNTEMLERİ	13
3.1. Giriş	13
3.2. Basitleştirilmiş doğrusal olmayan analiz yöntemleri	16

3.2.1. Kapasitenin belirlenmesi için adım adım işlemler	17
3.2.2. Talebin belirlenmesi adım adım işlemler	19
3.2.3. Kapasite spektrum yöntemini kullanarak talebin hesaplanması	19
3.2.4. Kapasite spektrum yönteminin kavramsal gelişimi	20
3.2.4.1. Kapasite eğrisinin kapasite spektrumuna dönüştürülmesi	20
3.2.4.2. Kapasite spektrumunun bilineer gösteriminin oluşturulması	23
3.2.5. Sönümün tahmini ve %5 sönümlü karşılık spektrumunun indirgenmesi	24
3.2.5.1. Talep spektrumunun oluşturulması	27
3.2.6. Performans noktasının hesaplanması	28
3.2.6.1. Kapasite spektrumuyla talep spektrumunun kesiştirilmesi	28
3.2.6.2. A yöntemi kullanılarak performans noktasının hesaplanması	30
3.2.6.3. B Yöntemi Kullanılarak Performans Noktasının Hesaplanması	31
3.2.6.4. C yöntemi kullanılarak performans noktasının hesaplanması	33
3.2.7. Deplasman katsayısı yöntemi kullanılarak talep deplasmanının hesaplanması	34
4. STATİK İTME YÖNTEMİYLE ÜÇ KATLI MEVCUT BETONARME BİR OKUL BİNASININ DEPREM GÜVENLİĞİNİN TAHKİKİ	38
4.1. Giriş	38
4.2. Bina Hakkındaki Bilgiler	39
4.3. Binanın Modellenmesi	42
4.3.1. Yük analizi	43
4.3.2. Kat ağırlıkları ve kat kütlelerinin hesabı	43
4.4. Plastik mafsallık özelliklerinin belirlenmesi	44
4.4.1. Malzeme modelleri	44
4.4.2. Moment eğrilik ilişkilerinin çıkarılması	46
4.4.3. Kesit akma yüzeylerinin (PMM) çıkarılması ve PMM mafsallığının tanımlanması	47
4.4.4. M3 mafsallığının tanımlanması	49
4.5. Statik İtme Analizi İçin Yapılan Yüklemler	50
4.6. Statik İtme Analizi Sonuçları	53
4.6.1. X yönündeki statik itme analizi sonuçları	53
4.6.2. Y yönündeki statik itme analizi sonuçları	56
5. GÜÇLENDİRİLEN OKUL BİNASININ STATİK İTME YÖNTEMİYLE DEPREM GÜVENLİĞİNİN TAHKİKİ	59
5.1. Giriş	59

5.2. Güçlendirilen Bina Hakkında Bilgiler	59
5.3. Güçlendirilen Binanın Modellenmesi	61
5.3.1. Kat ağırlıkları ve kat kütlelerinin hesabı	62
5.4. Statik İtme Analizi Sonuçları	63
5.4.1. X yönündeki statik itme analizi sonuçları	63
5.4.2. Y yönündeki statik itme analizi sonuçları	66
6. SONUÇLAR	70
KAYNAKLAR	72
EK A	73
EK B	83
EK C	117
ÖZGEÇMİŞ	119

KISALTMALAR

ADRS	: Acceleration Displacement Response Spectra
ATC	: Aplied Technology Council
CP	: Collapse Prevention
DE	: Design Earthquake
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
IO	: Immediate Occupancy
LS	: Life Safety
ME	: Maximum Earthquake
NP	: Nonstructural Performance
NR	: Not Recommended
OP	: Operational
SE	: Serviceability Earthquake
SP	: Structural Performance
SS	: Structural Stability

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Yapısal ve yapısal olmayan performans seviyelerinin kombinasyonu olarak ifade edilen yapı performans seviyeleri.....	4
Tablo 2.2 Performans hedefinin tanımı.....	9
Tablo 2.3 Çift seviyeli performans hedefinin tanımı.....	9
Tablo 2.4 Temel güvenlik performans hedefinin tanımı.....	9
Tablo 2.5 Sismik bölge katsayısı Z	11
Tablo 2.6 Deprem kaynağına yakınlık derecesine bağlı katsayılar N_A ve N_V ..	11
Tablo 2.7 Deprem kaynağı tipi.....	12
Tablo 2.8 Deprem katsayısı , C_A	12
Tablo 2.9 Deprem katsayısı , C_V	12
Tablo 3.1 Basitleştirilmiş doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin algoritması.....	15
Tablo 3.2 Sönüm düzeltme katsayısı değerleri , K	26
Tablo 3.3 Minumum emniyetli SR_A ve SR_V değerleri.....	27
Tablo 3.4 Spektral indirgeme katsayıları , $SR_A = 1/B_S$ $SR_V = 1/B_L$	27
Tablo 3.5 Yapısal davranış tipleri.....	27
Tablo 3.6 Performans noktasının hesaplanması için kullanılan yöntemlerin özellikleri.....	30
Tablo 3.7 Düzeltme faktörü C_0 için değerler.....	35
Tablo 3.8 Düzeltme faktörü C_2 için değerler.....	36
Tablo 4.1 PUSH2 yükleme kapasite eğrisi değerleri ve mafsal konumları...	55
Tablo 4.2 PUSH2 yükleme kapasite-talep karşılaştırılması.....	56
Tablo 4.3 PUSH3 yükleme kapasite eğrisi değerleri ve mafsal konumları...	57
Tablo 4.4 PUSH3 yükleme kapasite-talep karşılaştırılması.....	58
Tablo 5.1 PUSH2 yükleme kapasite eğrisi değerleri ve mafsal konumları...	65
Tablo 5.2 PUSH2 yükleme kapasite-talep karşılaştırılması.....	66
Tablo 5.3 PUSH3 yükleme kapasite eğrisi değerleri ve mafsal konumları...	68
Tablo 5.4 PUSH3 yükleme kapasite-talep karşılaştırılması.....	69
Tablo A.1 Zemin kat tavanı kiriş donatıları.....	74
Tablo A.2 1. Normal kat tavanı kiriş donatıları.....	77
Tablo A.3 2. Normal kat tavanı kiriş donatıları.....	80
Tablo B.1 Kirişlerin mafsal özellikleri.....	84
Tablo B.2 Kirişlerin kabul limitleri.....	99
Tablo B.3 Kolonların mafsal özellikleri ve kabul limitleri.....	114
Tablo B.4 Perdelerin mafsal özellikleri ve kabul limitleri.....	116
Tablo C.1 Kolon PMM değerleri.....	117
Tablo C.2 Perde PMM değerleri.....	117

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : %5 sönümlü elastik deprem spektrumu.....	11
Şekil 3.1 : Kapasite eğrisi.....	17
Şekil 3.2 : Karşılık spektrumunun geleneksel ve ADRS formatında gösterimi.....	22
Şekil 3.3 : Kapasite spektrumunun geleneksel ve ADRS formatındaki karşılık spektrumunun üzerine eklenerek çizilmiş hali.....	22
Şekil 3.4 : Kapasite spektrumunun bilineer gösterimi.....	23
Şekil 3.5 : Spektral indirgenme için sönümün elde edilmesi.....	24
Şekil 3.6 : İndirgenmiş karşılık spektrumu.....	28
Şekil 3.7 : Kapasite spektrumuyla talep spektrumunun kesiştirilmesi.....	29
Şekil 3.8 : Deplasman katsayısı yöntemi için kapasite eğrisinin bilineer gösterimi.....	35
Şekil 4.1 : Kat kalıp planı.....	40
Şekil 4.2 : Kolon aplikasyon planı.....	41
Şekil 4.3 : Binanın üç boyutlu modeli.....	42
Şekil 4.4 : C11 göbek betonu için oluşturulan sargısız beton modeli.....	45
Şekil 4.5 : C11 kabuk betonu için oluşturulan sargısız beton modeli.....	45
Şekil 4.6 : S220 çeliği için oluşturulan bilineer model.....	46
Şekil 4.7 : XTRACT programından elde edilen moment-eğrilik bağıntısı..	47
Şekil 4.8 : XTRACT programından elde edilen akma yüzeyi.....	47
Şekil 4.9 : PMM mafsasında akma yüzeylerinin tanımlanması.....	48
Şekil 4.10 : PMM mafsası için kabul kriterlerinin tanımlanması.....	49
Şekil 4.11 : M3 mafsası için kabul kriterlerinin tanımlanması.....	50
Şekil 4.12 : PUSH1 yüklemesi.....	51
Şekil 4.13 : PUSH2 yüklemesi.....	52
Şekil 4.14 : PUSH3 yüklemesi.....	53
Şekil 4.15 : Binanın X yönündeki kapasite eğrisi.....	54
Şekil 4.16 : PUSH2 yüklemesinde göçme anındaki mafsallık konumları.....	55
Şekil 4.17 : Binanın Y yönündeki kapasite eğrisi.....	57
Şekil 4.18 : PUSH3 yüklemesinde göçme anındaki mafsallık konumları.....	58
Şekil 5.1 : Kat kalıp planı.....	60
Şekil 5.2 : Güçlendirilmiş binanın üç boyutlu modeli.....	61
Şekil 5.3 : Binanın X yönündeki kapasite eğrisi.....	63
Şekil 5.4 : Binanın X yönündeki performans noktası.....	64
Şekil 5.5 : PUSH2 yüklemesinde performans anındaki mafsallık konumları..	65
Şekil 5.6 : Binanın Y yönündeki kapasite eğrisi.....	67
Şekil 5.7 : Binanın Y yönündeki performans noktası.....	68
Şekil 5.8 : PUSH3 yüklemesinde performans anındaki mafsallık konumları..	69
Şekil A.1 : Kiriş kesitlerinin adlandırılması.....	73
Şekil B.1 : Mafsalların bilineer halde idealize edilmesi.....	83

SEMBOL LİSTESİ

C_A	: Zeminin etkili maksimum ivme katsayısı
C_V	: Periyodu 1 sn. olan %5 sönümlü sistemin spektrum değeri
c	: Beton basınç bölgesi derinliği
E	: Deprem etki türü katsayısı
E_D	: Bir çevrimde sönümle tüketilen enerji
E_{S_0}	: Tek bir dönüşteki maksimum şekil değiştirme enerjisi
g	: Yerçekimi ivmesi
G	: Sabit yükler
h	: En kesit yüksekliği
I	: Bina önem kat sayısı
I_p	: Plastik bölge uzunluğu
M	: Moment
M_y	: Kesitin akma anındaki moment miktarı
M_u	: Kesitin göçme anındaki moment miktarı
M_i	: i. Katın kütlesi
N_A, N_V	: Bilinen bir deprem kaynağına olan mesafe katsayıları
P	: Eksenel kuvvet
Q	: Hareketli yükler
S_a	: Spektral ivme
S_d	: Spektral yer değiştirme
T	: Periyot
V	: Taban kesme kuvveti
W_i	: i. Katın ağırlığı
W	: Binanın toplam ağırlığı
Z	: Deprem bölge katsayısı
β_{eff}	: Etkili toplam sönüm oranı
β_0	: Eşdeğer viskoz sönüm
δ	: Yer değiştirme
Δ_r	: Yapının en tepesindeki deplasman
κ	: Eğrilik
n	: Hareketli yük katılım çarpanı
ρ_m	: Maksimum donatı oranı
θ_y	: Kesitin akma anındaki dönme miktarı
θ_u	: Kesitin göçme anındaki dönme miktarı

STATİK İTME YÖNTEMİYLE BİR OKUL BİNASININ TAHKİKİ VE GÜÇLENDİRME HESABI

ÖZET

Bu çalışmada, öncelikle performans kavramı ve doğrusal olmayan statik analiz yöntemleri anlatılmış daha sonra doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerinden kapasite spektrum yöntemi detaylı olarak açıklanmıştır. Uygulama kısmında ise mevcut bir okul binasının statik itme yöntemiyle deprem tahkiki yapılmıştır. Deprem güvenliği yetersiz çıkan bina güçlendirilmiş ve tekrar statik itme analizi yapılarak güçlendirilen binanın performansı belirlenmiştir. Çalışmanın içeriği kısaca şöyledir; Birinci bölümde konuya kısa bir giriş yapılmış ve çalışmanın amacı belirtilmiştir. İkinci bölümde performans kavramı ve deprem hareketinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde doğrusal olmayan statik analiz yöntemleri anlatılmış daha sonra kapasite spektrum metodu detaylı olarak açıklanmıştır. Çalışmanın dördüncü ve beşinci bölümünde statik itme analizi uygulamaları verilmiştir. Dördüncü bölümde üç katlı mevcut bir okul binasının SAP2000 programıyla statik itme analizi yapılarak kapasitesi belirlenmiş ve deprem talebiyle kıyaslanması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırma binanın deprem güvenliğinin yetersiz olduğunu göstermiştir. Beşinci bölümde binanın betonarme perde ilaveleri ile güçlendirilmesi yapılmış ve güçlendirilen binanın statik itme analizi ile kapasitesi belirlenmiştir. Daha sonra bölgede oluşabilecek maksimum depreme göre kapasite-talep kıyaslaması yapılarak binanın performansı tespit edilmiştir. Yapılan güçlendirme sonucunda binanın yatay yük kapasitesinin arttığı ve istenilen performans seviyesine ulaştığı görülmüştür. Altıncı bölümde ise dördüncü ve beşinci bölümde yapılan uygulamalara ait sonuçlar verilmiştir. Ekler kısmında statik itme analizi için oluşturulan bina modellerine girilen mafsalların özellikleri ve kabul limitleri yer almaktadır. Ek A da değerlendirilmesi yapılan binanın giriş donatıları tablolar halinde verilmiştir. Ek B de XTRACT programında yapılan kesit analizleri sonucunda elde edilen moment eğrilik ilişkileri ve mafsalların kabul limitleri verilmiştir. Ek C de ise PMM mafsallarında gerekli olan kolon ve perdelerin akma yüzeyleri verilmiştir.

EVALUATION AND STRENGTHENING OF A SCHOOL BUILDING BY USING PUSHOVER ANALYSIS METHOD

SUMMARY

In this study, firstly performance concept and nonlinear static analysis methods are described and then capacity spectrum method from nonlinear analysis methods is explained in detail. In the application part, earthquake evaluation of an existing school building is made by using pushover analysis method. The building which is not sufficient for earthquake demand is strengthened and pushover analysis is repeated and building performance is determined. Content of this study are these briefly; In first chapter, it is made an introduction to subject and the aim of study is determined. In second chapter, performance concept and earthquake ground motion is mentioned. In third chapter, nonlinear static analysis methods are discussed and capacity spectrum method is explained in detail. Pushover analysis applications are given in forth and fifth chapter. In forth chapter, pushover analysis of an existing three-storey school building is made by using SAP2000 software and building capacity is determined. And then capacity demand comparison of the building is made. The comparison of capacity and demand of the building is showed that the building earthquake safety is not sufficient. In fifth chapter, the building is retrofitted by adding shear walls in frame plane after that the strengthened building capacity is determined by using pushover analysis method. Afterwards the building performance is determined by comparison capacity-demand according to probable maximum earthquake in the building district. After strengthening, the lateral force capacity of building is increased and the desired performance level is reached. In sixth chapter, the results of fourth and fifth chapter are given. In appendices section, hinge properties and acceptance limits are presented. In Appendix A, beam reinforcements of existing building are presented in tables. In Appendix B, results of section analysis are made in XTRACT software (moment-curvature relationships) and hinge acceptance limits are given. In Appendix C, interactive curve (PMM) values of columns and shear walls are presented.

1. GİRİŞ

1.1 Giriş

Betonarme yapıların deprem etkisindeki davranışı oldukça karmaşıktır. Doğrusal analiz yöntemleriyle bu davranışı tahmin edebilmek olanaksızdır. Geçmişte ve günümüzde deprem hesapları ve deprem bölgelerindeki mevcut yapıların tahkiki doğrusal statik analiz yöntemleriyle yapılmaktadır. Ancak bu yöntemler ilk mafsallı buluncaya kadar geçerlidir. Bu aşamadan sonraki kısmın yani yapının gerçek davranışının ve göçme mekanizmasının nasıl olacağı hakkında fikir sahibi olunamamaktadır. Günümüzde gerçek davranışı esas alan analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan gerçek davranışı en iyi yansıtanı zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz (Nonlinear Time History) yöntemidir. Ancak bu yöntem oldukça karmaşık ve anlaşılması zordur. Bu nedenle kullanımı yaygın değildir. Bu yöntemin yanında basitleştirilmiş doğrusal olmayan analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlar doğrusal olmayan statik analiz yöntemleridir.

Büyük çoğunluğu deprem bölgesi olan Türkiye’de mevcut yapıların deprem kuvvetlerini karşılamada ne kadar yetersiz olduğu yaşanan depremler sonucunda görülmüştür. Özellikle 1999 İzmit depreminden sonra yaşanan büyük yıkım betonarme yapıların daha iyi tasarlanması ve işçilik kalitesinin daha yüksek tutulması gerektiğini göstermiştir. Mevcut yapıların tasarlandıkları dönemdeki şartnamelerdeki eksiklikler, işçilik ve malzeme kalitesindeki düşüklük gibi sebeplerden dolayı deprem taleplerini karşılayamayacak düzeyde olmaları insan hayatı açısından tehlike oluşturmaktadır. Depremin oluşturacağı hasarı asgariye indirmek için mevcut yapıların gözden geçirilmesi ve yetersiz görülenlerin onarılması gerekmektedir. İzmit depremi sonrasında Marmara Bölgesi’nde mevcut binaların deprem tahkikleri ve güçlendirme analizleri yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Bu çalışmalarda genellikle doğrusal analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak yukarıda da bahsedildiği gibi doğrusal analiz yöntemleriyle gerçeğe yakın durum değerlendirmesi yapmak mümkün değildir. Ayrıca yapılan güçlendirme tasarımlarının ne derecede doğru

olduğunu kanıtlamak güçtür. Doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerinin kullanılması ile binaların deprem karşısındaki davranışı gerçeğe yakın bir şekilde tahmin edilmesi ve yapılan güçlendirme çalışmalarının ne derece doğru olduğunun tespiti mümkün olabilecektir.

Yapılan bu çalışmada, performans kavramı ve doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerinden bahsedilmiş daha sonra kapasite spektrum yöntemi detaylı olarak açıklanmıştır. Uygulama kısmında ise mevcut bir okul binasının statik itme analiziyle deprem güvenliği belirlenmiştir. Yapılan bu analiz neticesinde binanın bölgede oluşabilecek deprem taleplerini karşılayamayacağı görülmüştür. Binanın yatay yük taşıyıcı sistemi, her iki yönde betonarme perde ilaveleriyle güçlendirilerek istenilen performans düzeyinin yakalanması amaçlanmıştır.

2. PERFORMANS KAVRAMI

2.1. Giriş

Deprem sırasında yapıların davranışı elastik sınırlar ötesine geçmektedir. Bu davranışı doğrusal analiz yöntemleriyle açıklamak mümkün değildir. Doğrusal olmayan davranışı tahmin etmek için doğrusal olmayan analiz yöntemleri kullanılmalıdır. ATC40 (1996) raporunda mevcut betonarme yapıların analizi ve güçlendirilmesine ilişkin yöntemler ve performans kriterleri belirlenmiştir. Bu bölümde ATC40 raporuna dayanılarak performans hedefi, performans seviyeleri ve deprem yer hareketi üzerinde durulacaktır.

2.2. Performans Hedefi

Performans hedefi; yapının istenen deprem performansını belirtir. Deprem performansı belirlenmiş bir sismik tehlike (deprem yer hareketi) için izin verilebilir maksimum hasar durumu (performans seviyesi) belirtilerek tanımlanır. Performans hedefi farklı şiddetteki yer hareketleri için hasar durumlarını içerebilir bu durumda çiftli ya da çoklu performans hedefi olarak adlandırılır.

2.3. Performans Seviyeleri

Performans seviyesi verilen bir yapı için verilen bir yer hareketi karşısında kabul edilebilir sınırlar içindeki hasar durumunu belirtir. Yapıdaki fiziksel hasar, yapıda oluşan hasar sonucunda can güvenliği tehdidi oluşup oluşmadığı ve deprem sonrasında yapının kullanılabilirliği sınır durumlar olarak gösterilir. Hedef performans seviyesi yapısal ve yapısal olmayan sistemler için ayrı ayrı tanımlanır. Yapısal performans seviyeleri isim ve numara ile, yapısal olmayan performans seviyeleri ise isim ve bir harfle işaret edilir. Yapı performans seviyeleri yapısal ve yapısal olmayan performans seviyelerinin kombinasyonlarından oluşur ve uygun numara ve harfle gösterilir.

Tablo 2.1 Yapısal ve Yapısal Olmayan Performans Seviyelerinin Kombinasyonu Olarak İfade Edilen Yapı Performans Seviyeleri

Yapı Performans Seviyeleri						
Yapısal olmayan performans seviyeleri	Yapısal performans seviyeleri					
	SP-1 Hemen Kullanım	SP-2 Hasar Kontrol	SP-3 Can Güvenliği	SP-4 Sınırlı Güvenlik	SP-5 Yapısal Stabilite	SP-6 Dikkate Alınmaz
NP-A Kullanıma Hazır	1-A Kullanıma Hazır	2-A	NR	NR	NR	NR
NP-B Hemen Kullanım	1-B Hemen Kullanım	2-B	3-B	NR	NR	NR
NP-C Can Güvenliği	1-C	2-C	3-C Can Güvenliği	4-C	5-C	6-C
NP-D Azaltılmış Tehlike	NR	2-D	3-D	4-D	5-D	6-D
NP-E Dikkate Alınmaz	NR	NR	3-E	4-E	5-E Yapısal Stabilite	Uygulanmaz

Açıklama

	Yaygın Kullanılan Yapı Performans Seviyeleri (SP-NP)
	SP-NP İçin Diğer Olası Kombinasyonlar
	Tavsiye Edilmeyen Kombinasyonlar

2.3.1. Yapısal performans seviyeleri ve aralıkları

Yapısal performans seviyeleri ve sıraları bir başlık ve rakam ile gösterilir. Rakam yapısal performans rakamı olarak adlandırılır ve SP-n şeklinde gösterilir (n rakamı belirtir). Yapısal performans seviyeleri – hemen kullanım, can güvenliği ve yapısal stabilite – farklı hasar durumlarını gösterir, direkt olarak deprem analizinde ve güçlendirme prosedürleri için teknik kriterlerin hazırlanmasında kullanılabilir. Diğer yapısal performans seviyeleri – Hasar Kontrol, Sınırlı Güvenlik ve Dikkate Alınmayan Durum- yapı sahipleri tarafından deprem analizi veya güçlendirme durumunda istenebilir.

- **Hemen Kullanım, SP-1:** Deprem sonrasında çok az miktarda yapısal hasar oluşması durumunu belirtir. Yatay ve düşey kuvvet taşıyan sistemler deprem öncesi özelliklerinin ve kapasitelerinin tamamına yakınına korumaktadırlar.

Yapısal göçmenin neden olacağı hayati tehlike riski yoktur ve yapı kullanım ve girişler için güvenlidir.

- **Hasar Kontrol, SP-2:** Bu terim gerçekte belirli bir performans seviyesi olmayıp, deprem sonrası hasar seviyesini belirten bir aralıktır. Bu aralık Hemen Kullanım ile Can Güvenliği Performans seviyeleri arasında kalır.
- **Can Güvenliği, SP-3:** Deprem sonrasında yapıda önemli hasarlar meydana gelebilir fakat kısmi yada toptan göçme söz konusu değildir. Önemli yapısal elemanların, yapı içinde veya dışında can güvenliğini tehdit edecek şekilde yerinden çıkması veya düşmesi gerçekleşmemiştir. Deprem sırasında çeşitli yaralanmalar olabilir ama yapısal hasar nedeniyle oluşacak ve hayati tehlike içeren yaralanmalar oldukça düşüktür.
- **Sınırlı Güvenlik, SP-4:** Bu terim gerçekte belirli bir performans seviyesi olmayıp, deprem sonrası hasar seviyesini belirten bir aralıktır. Bu aralık Can Güvenliği ile Yapısal Stabilitate Performans seviyeleri arasında kalır.
- **Yapısal Stabilitate, SP-5:** Bu seviye deprem sonrası hasarı sınırlandırır. Yapının taşıyıcı sistemi kısmi yada toptan göçme sınırına ulaşmıştır.Yapıda önemli hasar meydana gelmiş, bu da yanıl rijitlik ve yatay kuvvet taşıyan sistemde mukavemet azalmalarına sebep olmuştur. Buna rağmen bütün önemli düşey yük taşıyan elemanlar üzerlerindeki düşey yükleri taşımaya devam etmektedirler. Yapısal stabilitenin yitirilmemiş olmasına rağmen yapı içinde ve dışında göçme riski devam etmektedir ve artçı şoklar nedeniyle yapı toptan göçme durumuna gelebilir. Yapı tekrar kullanıma açılmadan önce önemli oranda yapısal onarım ve güçlendirme gereklidir. Eski betonarme binalarda hasarın teknik veya ekonomik olarak giderilmesi olası değildir.
- **Dikkate Alınmayan Durum, SP-6:** Bu herhangi bir performans seviyesi değildir. Yalnız yapısal olmayan elemanların sismik değerlendirilmesinde ve onarılmasında kullanılır.

2.3.2. Yapısal olmayan performans seviyeleri ve aralıkları

Yapısal olmayan performans seviyeleri ve aralıkları bir başlık ve harf ile gösterilir. Numara yapısal olmayan performans sayısı olarak adlandırılır ve NP-n şeklinde gösterilir (n numarayı belirtir). Yapısal olmayan performans seviyeleri – Kullanıma Hazır, Hemen Kullanım, Can Güvenliği ve Azaltılmış Tehlike – farklı hasar durumlarını gösterir, direkt olarak sismik değerlendirmede ve güçlendirme prosedürleri için teknik kriterlerin hazırlanmasında kullanılabilir. Diğer yapısal olmayan performans seviyeleri – Dikkate Alınmayan Durum- yapı sahibi tarafından sismik değerlendirme ve güçlendirme için istenebilir.

- **Kullanıma Hazır, NP-A:** Yapısal olmayan elemanların genellikle yerinde ve fonksiyonel olduğu deprem sonrası hasar durumunu belirtir. Küçük çapta bozulma ve dağınıklık oluşmasına rağmen, bütün ekipmanlar ve makineler çalışıyor durumdadır.
- **Hemen Kullanım, NP-B:** Yapısal olmayan elemanların ve sistemlerin genellikle yerinde kaldığı deprem sonrası hasar durumunu belirtir. Önemsiz hasarlar olabilir, temizlik gerekebilir. Genellikle makine ve ekipmanların ankrajlanması ya da desteklenmesine karşın, kuvvetli sarsıntıdan sonra işlevlerinde sınırlamalar olabilir. Sismik güvenlik durumu etkilenmemelidir.
- **Can Güvenliği, NP-C:** Bu deprem sonrası hasar durumunda yapısal olmayan elemanlar ve sistemlerde dikkate değer hasar oluşur. Fakat bunlar yapı içinde ve dışında şiddetli hasara yolaçacak kadar ağır cisimlerin göçmesini yada devrilmesini içermemelidir. Yapısal olmayan ekipman ve makineler tekrar yerleştirilmeden veya tamir edilmeden işlevlerini yerine getiremeyebilirler. Hayati tehlike oldukça düşüktür
- **Azaltılmış Tehlike, NP-D:** Bu deprem sonrası hasar durumu ise yapısal olmayan elemanlarda ve sistemlerde kapsamlı zararı içerir fakat insan gruplarına zarar verebilecek oranda geniş ve ağır parçaların (örneğin bölme duvarlar, tavan kaplamaları veya geniş ve ağır tavanlar) göçmesi ve devrilmesi durumunu içermemelidir.

- **Dikkate Alınmayan Durum, NP-E:** Yapısal cevapta etkili olmayan elemanlar dikkate alınmaz.

2.3.3. Yapı performans seviyeleri ve aralıkları

Yapısal ve yapısal olmayan performans seviyelerinin kombinasyonları yapı performans seviyesini oluşturur. Bu seviye bir yapı için istenen sınırlı hasar durumunu tam olarak tanımlar. Olası kombinasyonlar Tablo 2.1 de belirtilmiştir. En çok kullanılan performans seviyeleri şunlardır;

- **Kullanıma Hazır, 1-A:** Bu performans seviyesi işlevsel olmayla ilgilidir. Yapısal ve yapısal olmayan sistemlerdeki hasar herhangi bir kuşku olmaksızın güvenli bir şekilde yapının kullanımına devam edilebilmesi ile sınırlandırılmıştır. Yapısal yada yapısal olmayan elemanlarda herhangi bir tamire gerek duyulmaz.
- **Hemen Kullanım, 1-B:** Bu önemli binalar için yaygın bir şekilde kullanılan performans seviyesidir. Yapının hacimleri ve sistemleri kullanılabilir fakat bütün servislerin sürekliliği sağlanamayabilir. İçerik hasar görmüş olabilir.
- **Can Güvenliği, 3-C:** Bu seviye yapısal veya yapısal olmayan elemanlarda oluşacak zarar nedeniyle can güvenliği tehdidinin oldukça düşük bir olasılıkta olduğu hasar durumunu gösterir. Şartnamelere göre tasarlanmış yeni binalardan beklenen en düşük performans seviyesi budur.
- **Yapısal Stabilitate, 5-E:** Bu hasar durumu sadece önemli yapı çerçevelerini yada düşey yük taşıyan sistem ve düşey yükler altında stabilitateyi sağlayan taşıyıcı sisteme ait hasar durumunu gösterir. Artçı depremler sonrasında göçmeye karşı herhangi bir tolerans olmayabilir. Yapısal olmayan elemanların devrilmesi ya da düşmesi sonucu hayati tehlike oluşabilir. Hatta taşıyıcı sistemde hasar oluşabilir.

2.4. Deprem Yer Hareketi

Performans hedefini oluşturmak için deprem yer hareketi ile istenilen performans seviyesi birleştirilmelidir. Deprem yer hareketi ya sarsıntı seviyesi ile birlikte verilen oluşma olasılığı (probabilistik yaklaşım), ya da belirli bir fay üzerinde belirli bir magnitüd de tek bir olaydan beklenen maksimum sarsıntı (deterministik yaklaşım). Yer hareketinin mertebesi tasarımda kullanılması için mühendislik karakterlerinde gösterilir. İvme spektrumu yada simule edilmiş eşdeğer deprem hareketi kayıtları bu amaç için kullanılabilir.

- **Servis Depremi (SE):** 50 yıllık periyot içinde oluşma olasılığı %50 olan yer hareketini belirtir. Deprem yer hareketinin bu seviyesi tasarım depreminin yaklaşık 0,5 katı kadardır.Yapı ömrü süresince oluşma olasılığı yüksektir ve dönüş periyodu yaklaşık 75 yıldır.
- **Tasarım Depremi (DE):** 50 yıllık periyot içinde oluşma olasılığı %10 olan yer hareketini belirtir. Yapı ömrü süresince oluşma olasılığı düşüktür ve dönüş periyodu yaklaşık 500 yıldır.
- **Maksimum Deprem (ME):** Bilinen jeolojik yapıda oluşabilecek yer hareketinin maksimum seviyesidir.Yer hareketinin bu seviyesi tipik olarak tasarım depremi yer hareketinin 1,25 ile 1,5 katı civarındadır. Dönüş periyodu yaklaşık 1000 yıldır. FEMA da maksimum deprem için daha farklı bir tanım yapılmıştır. Bu tanıma göre maksimum deprem 50 yıllık periyot içinde oluşma olasılığı %2 olan yer hareketidir ve dönüş periyodu da yaklaşık 2500 yıldır.

2.5. Performans Hedefleri

Deprem performans hedefi verilen bir deprem yer hareketi için istenen yapı performans seviyesi seçilmesidir. Çiftli ya da daha fazla sayıda seviyesi olan performans hedefi istenen iki ve ya daha fazla sayıda farklı performans seçilerek oluşturulabilir

Tablo 2.2 Performans hedefinin tanımı

Performans Hedefinin Tanımlanması				
	Yapı Performans Seviyesi			
Deprem Yer Hareketi	Kullanıma Hazır	Hemen Kullanım	Can Güvenliği	Yapısal Stabilitate
Servis Depremi (SE)			↓	
Tasarım Depremi (DE)	→		√	
Maksimum Deprem (ME)				

Tablo 2.3 Çift seviyeli performans hedefinin tanımı

Çift Seviyeli Performans Hedefinin Tanımlanması				
	Yapı Performans Seviyesi			
Deprem Yer Hareketi	Kullanıma Hazır	Hemen Kullanım	Can Güvenliği	Yapısal Stabilitate
Servis Depremi (SE)	→ ↓ √		↓	
Tasarım Depremi (DE)	→		√	
Maksimum Deprem (ME)				

2.5.1. Temel güvenlik hedefi

Temel Güvenlik Hedefi (Tablo 2.4), yapının tasarım depreminde can güvenliği, 3-C, maksimum depremde ise yapısal stabilite, 5-E, performans hedeflerine ulaşması gerektiğini belirten çift seviyeli performans hedefidir.

Tablo 2.4 Temel güvenlik performans hedefinin tanımı

Temel Güvenlik Performans Hedefi				
	Yapı Performans Seviyesi			
Deprem Yer Hareketi	Kullanıma Hazır	Hemen Kullanım	Can Güvenliği	Yapısal Stabilitate
Servis Depremi (SE)			↓	↓
Tasarım Depremi (DE)	→		√	
Maksimum Deprem (ME)	→			√

2.6. Performans Hedeflerinin Tayin Edilmesi

2.6.1. Başlangıç performans hedefi

Yapı sahibi tarafından tanımlanacak olan tam bir performans hedefidir.

2.6.2. Son performans hedefi

Başlangıç performans hedefi yapı sahibi tarafından danışman mühendisin gözetiminde yeniden gözden geçirilip düzeltilebilir.

2.7. Arazi Sismik Karakteristikleri

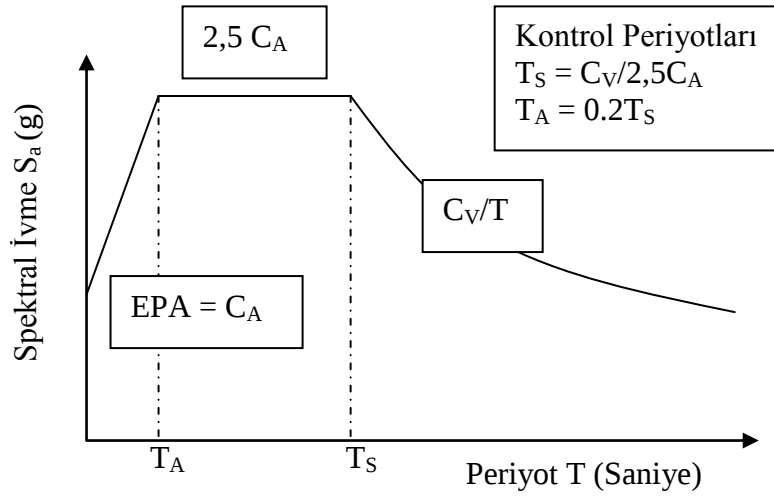
Arazi sismik karakteristikleri sismik bölge (Tablo 2.5), aktif faya yakınlık derecesi (Tablo 2.6), deprem kaynağı tipi (Tablo 2.7) ve zemin profili ile ilgilidir.

2.7.1. Deprem katsayıları

Her deprem risk seviyesi için yapıya C_A (Tablo 2.8) ve C_v (Tablo 2.9) deprem katsayıları atanır. Özel saha deprem risk analizi yerine deprem katsayısı C_A , o yere ait etkin pik ivme değeri alınabilir.

2.7.2. Elastik ivme spektrumunun hazırlanması

Elastik ivme spektrumu C_A ve C_v katsayılarına dayanılarak hazırlanır. Deprem katsayısı C_A zeminin etkin maksimum ivmesini (EPA) gösterir. $2,5 C_A$ %5 sönümlü sistemde ivmeye bağlı ortalama maksimum cevabı ifade eder. Deprem katsayısı C_v %5 sönümlü 1 saniyelik sistemin cevabını ve periyoda bölündüğünde ise hıza bağlı ivme cevabını ifade eder. Şekil 2.1 de bu değerler grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 2.1 %5 Sönümlü elastik deprem spektrumu

Tablo 2.5 Sismik bölge katsayısı Z

Bölge	1	2A	2B	3	4
Z	0,075	0,15	0,20	0,30	0,40

Tablo 2.6 Deprem kaynağına yakınlık derecesine bağlı katsayılar, N_A ve N_V ¹

Deprem Kaynağı Tipi	Bilinen Bir Deprem Kaynağına En Yakın Mesafe							
	< 2 km		5 km		10 km		> 15 km	
	N _A	N _V	N _A	N _V	N _A	N _V	N _A	N _V
A	1,5	2,0	1,2	1,6	1,0	1,2	1,0	1,0
B	1,3	1,6	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

¹ Tabloda verilen mesafeler dışındaki değerler için kaynağına yakınlık katsayısı lineer enterpolasyonla bulunabilir.

Tablo 2.7 Deprem kaynağı tipi

Deprem Kaynağı Tipi	Deprem Kaynağının Tanımı	Deprem Kaynağının Tanımı	
		Maksimum Moment Magnitüd, M	Kayma Miktarı, SR mm/yıl
A	Büyük magnitüdlü deprem üretebilecek kapasitede ve yüksek sismik aktiviteli faylar	$M \geq 7.0$	$SR \geq 7.0$
B	A ve C den farklı bütün faylar	Uygulanmaz	Uygulanmaz
C	Büyük magnitüdlü deprem üretmeyecek düşük sismik aktiviteli faylar	$M < 6,5$	$SR < 2$

Tablo 2.8 Deprem katsayısı, C_A

Zemin Profil Tipi	Sarsıntı Yoğunluğu, $ZEN^{1,2}$					
	= 0,075	= 0,15	= 0,20	= 0,30	= 0,40	> 0,40
S_B	0,08	0,15	0,20	0,30	0,40	1,0(ZEN)
S_C	0,09	0,18	0,24	0,33	0,40	1,0(ZEN)
S_D	0,12	0,22	0,28	0,36	0,44	1,1(ZEN)
S_E	0,19	0,30	0,34	0,36	0,36	0,9(ZEN)
S_F	C_A yı belirlemek için sahada geoteknik araştırma gereklidir					

- 1 E değeri ZEN çarpımını elde etmek için kullanılır. Servis Depremi için 0,5, Tasarım Depremi için 1,0 ve Maksimum Deprem için bölge 4 te 1,25 , bölge 3 te ise 1,5 alınır.
- 2 Deprem katsayısı C_A tabloda gösterilmeyen ZEN değerleri için lineer interpolasyonla bulunabilir.

Tablo 2.9 Deprem katsayısı, C_v

Zemin Profil Tipi	Sarsıntı Yoğunluğu, $ZEN^{1,2}$					
	= 0,075	= 0,15	= 0,20	= 0,30	= 0,40	> 0,40
S_B	0,08	0,15	0,20	0,30	0,40	1,0(ZEN)
S_C	0,13	0,25	0,32	0,45	0,56	1,4(ZEN)
S_D	0,18	0,32	0,40	0,54	0,64	1,6(ZEN)
S_E	0,26	0,56	0,64	0,84	0,96	2,4(ZEN)
S_F	C_v yı belirlemek için sahada geoteknik araştırma gereklidir					

- 1 E değeri ZEN çarpımını elde etmek için kullanılır. Servis Depremi için 0,5, Tasarım Depremi için 1,0 ve Maksimum Deprem için bölge 4 te 1,25 , bölge 3 te ise 1,5 alınır.
- 2 Deprem katsayısı C_v tabloda gösterilmeyen ZEN değerleri için lineer interpolasyonla bulunabilir.

3. DOĞRUSAL OLMAYAN STATİK ANALİZ YÖNTEMLERİ

3.1. Giriş

Bu bölümde ATC-40 ve FEMA 273 raporlarına dayanılarak, mevcut binaların performansının belirlenmesinde ve depreme karşı yapılan güçlendirme tasarımının doğruluğunun saptanmasında kullanılan analitik yöntemlerden bahsedilecektir. Mevcut betonarme binaların analizi için çeşitli elastik ve elastik olmayan analiz yöntemleri vardır. Elastik analiz yöntemleri şartnamelerde belirtildiği şekilde kullanılabilir. En temel doğrusal olmayan analiz yöntemi zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz (Nonlinear Time History) yöntemidir. Günümüzde bu yöntem genel kullanım için oldukça karmaşıktır ve pratik değildir bu yüzden daha basitleştirilmiş yöntemler geliştirilmiştir. Mevcut doğrusal olmayan analiz yöntemleri, doğrusal olmayan statik analiz yöntemleri olarak gösterilir. Bu yöntemler Kapasite Spektrum Yöntemi (CSM), kapasite (pushover) eğrisi ile indirgenmiş karşılık spektrumunun kesiştirilmesiyle maksimum deplasman bulunur. Deplasman Katsayısı Yöntemi (FEMA-273 (ATC-1996a)) statik itme analizinde ve eşdeğer deplasman yaklaşımının değiştirilmiş versiyonunda maksimum deplasmanı bulmak için kullanılır.

Bu bölümde doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerinin genel kullanışı üzerinde durulacak ve bunlardan kapasite spektrum yöntemine ayrıntılı bir şekilde anlatılacaktır. Bu yöntem artan deplasmanla birlikte sismik talepte sert düşüşler öngörmektedir.

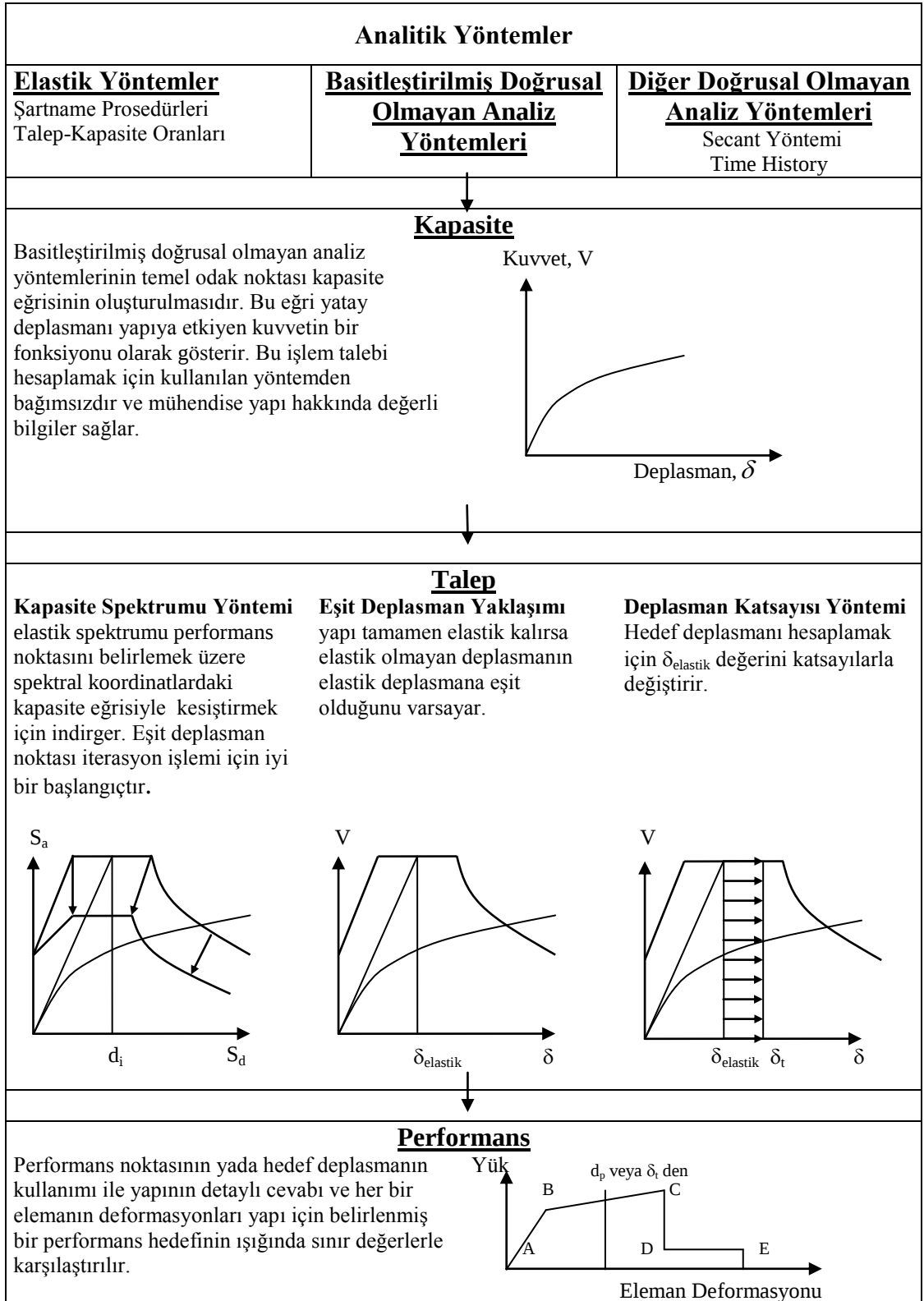
Elastik analizle de yapının elastik kapasitesi gösterilebilir hatta ilk akmanın nerede oluşacağı da belirlenebilir ancak göçme mekanizmasının nasıl olacağı ve akma sırasında kuvvetlerin tekrardan diğer elemanlara nasıl dağılacakını tahmin edilemez.

Doğrusal olmayan yöntemlerin tasarımda ve değerlendirmede kullanımı ile binaların büyük bir depreme maruz kaldıklarında elastik sınırların aşılması durumunda nasıl

davrandıkları ve göçme mekanizmalarının nasıl olduğunu mühendislerin daha iyi anlamasına yardımcı olur. Bu yöntem, şartnamelerle ve elastik analiz yöntemleriyle birleştirildiğinde bazı belirsizlikler çözülebilir.

Kapasite spektrum yöntemi, tüm yapının kuvvet-deplasman kapasite eğrisini (pushover) grafik sunumunu sağlar ve deprem talep spektrumuyla karşılaştırılmasına olanak verir. Mevcut binaların değerlendirilmesinde ve güçlendirme tasarımında çok faydalı bir araçtır.[1]

Tablo 3.1 Basitleştirilmiş doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin algoritması



3.2. Basitleştirilmiş Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri

Performansa dayalı tasarımda iki anahtar kelime talep ve kapasitedir. Talep deprem yer hareketini, kapasite ise yapının sismik talebi karşılama yeteneğini temsil eder. Performans kapasitenin talebi karşılama yeteneğine bağlıdır. Diğer bir deyişle yapının tasarım performans hedefine ulaşması için kapasitesinin talebi karşılayacak düzeyde olması gerekmektedir. Statik itme yöntemi kullanan basitleştirilmiş doğrusal olmayan analiz yöntemlerinde birincil öneme sahip üç unsurun yani kapasite, talep (deplasman) ve performansın belirlenmesine gerek duyulur. Aşağıda bu üç temel unsur özet bir şekilde açıklanacaktır.

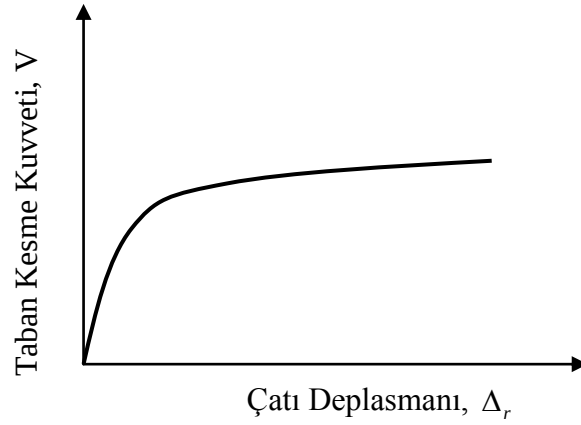
- **Kapasite:** yapının tüm kapasitesi her bir yapı elemanının mukavemet ve deformasyon kapasitelerine bağlıdır. Elastik sınırlar ötesindeki kapasiteyi belirlemek için doğrusal olmayan analiz, örneğin statik itme (pushover) yöntemi, gereklidir. Bu yöntem tüm yapının kuvvet deplasman kapasite diyagramını elde etmek için bir dizi ardışık elastik analiz kullanır. Yapının matematik modeli akma noktasını geçen elemanların azalmış dayanımları hesaba katılarak yeniden kurulur. Yatay kuvvet dağılımı yeniden uygulanır ta ki yeni bir eleman akma noktasına ulaşınca kadar. Bu işlem yapının stabilitesi bozuluncaya ya da önceden belirlenmiş bir sınıra ulaşınca dek devam ettirilir. Bu işlem ilerleyen bölümlerde daha detaylı bir şekilde anlatılacaktır. Statik itme kapasite eğrisi yapıların elastik limitler ötesinde nasıl davrandığını yaklaşık olarak gösterir.
- **Talep (Deplasman):** Deprem sırasında yer hareketleri yapıda zamanla değişebilen karmaşık yatay deplasmanlar üretir. Yapısal tasarım gereksinimlerinin belirlenmesi için bu hareketin her adımda izlenmesi pratik değildir. Geleneksel doğrusal analiz yöntemleri yatay kuvvetleri bir dizayn durumunu temsil etmek üzere kullanır. Doğrusal olmayan yöntemler için yatay deplasmanın bir dizayn durumu olarak kullanılması daha kolay ve direkt bir yoldur. Verilen bir yapı ve yer hareketi için, deplasman talebi yer hareketi esnasında yapının beklenen maksimum karşılığın tahmini olarak ifade edilir.

- **Performans:** Kapasite eğrisi ve talep deplasmanı tanımlandığı zaman, performans kontrolü yapılabilir. Performans kontrolü, deplasman talebinin gerektirdiği kuvvetler ve deplasmanların etkisine maruz kalan yapısal ve yapısal olmayan elemanların performans hedefinde kabul edilen sınırların ötesinde hasar görmediğinin doğruluğunu kanıtlar.

Burada kapasite spektrum yöntemi ve deplasman katsayısı yöntemi ile kapasite, talep ve performansın belirlenmesi adım adım anlatılacaktır.

3.2.1. Kapasitenin belirlenmesi için adım adım işlemler

Yapının kapasitesi kapasite (pushover) eğrisiyle gösterilir. Kuvvet deplasman eğrisini çizmek için en uygun yöntem taban kesme kuvveti ile çatı deplasmanını izlemektir.



Şekil 3.1 Kapasite eğrisi

Bazı doğrusal olmayan analiz programlarında (DRAIN-2DX, SAP2000 ve ETABS) pushover analizi direkt olarak ve iterasyona gerek duyulmadan yapılabilir.

1. Modelleme kurallarına uygun olarak yapı modellenir. Bu konuda detaylı bilgi için ATC40 Bölüm 9 dan yararlanılabilir.
2. Bütün elemanlar birincil yada ikincil olarak sınıflandırılır.
3. Yatay kat kuvvetleri yapıya kat kütlesi ve esas mod şekliyle orantılı olarak etkittirilir. Bu analiz düşey yükleri de içermelidir. Farklı binalar için yatay kuvvetlerin uygulanma seviyeleri aşağıda özetlenmiştir:
 1. Tek katlı binalarda konsantre edilmiş yatay yük yapının üstüne uygulanır.

2. Yatay kuvvet deprem yönetmeliklerinde belirtildiği gibi her kata kat ağırlığı ve katın yerden yüksekliğiyle orantılı olarak dağıtılır, en üst katta konsantre edilmez.
3. Yatay kuvvet 1.mod şekliyle kat kütlelerinin çarpımına uygun şekilde katlara dağıtılır. Kapasite eğrisi genellikle yapının birinci mod şekline göre belirlenir bu durum ancak yapının karşılığında esas modlar (X ve Y yönündeki ilk modlar) baskın olduğu takdirde doğru kabul edilir. Bu durum genellikle her iki yönde de ilk periyotları bir saniyeye kadar olan yapılar için geçerlidir.
4. İlk akma meydana gelinceye dek 3. seviyeyle aynıdır. Akmanın gerçekleştiği andan sonra deplasmandaki artışla beraber oluşan kuvvetler ayarlanır.
5. Yukarda bahsedilen 3. ve 4. seviyeyle benzerdir fakat birinci mod yatay kuvveti ve deplasmanı için kapasite eğrisi çizilirken yüksek modların etkisi de hesaba katılır.Yüksek modların etkisi yüksek mod pushover analizi yapılarak belirlenebilir.
4. Düşey ve yatay kuvvetlerin gerekli kombinasyonlarına göre eleman kuvvetleri bulunur.
5. Bazı eleman yada eleman grupları dayanımının %10'u kadar yüklenecek şekilde yatay kuvvet seviyesi ayarlanır.
6. Taban kesme kuvveti ve çatı deplasmanı kaydedilir. Performans kontrolü için eleman kuvvetleri ve dönmelerinin kaydedilmesi de gereklidir.
7. Model mafsallaşan elemanların rijitlikleri sıfır ya da çok küçük alınarak tekrar oluşturulur.
8. Yeni bir yatay yük artırımı yeni bir eleman ya da eleman grubu akma noktasına ulaşmaya kadar uygulanır. Bir artırım başlangıcında her bir eleman için gerçek kuvvet ve dönmeler bir önceki artırım sonundaki kuvvet ve dönmelere eşittir. Buna rağmen her bir yatay yük artırımı uygulaması aslında sıfır başlangıç koşulundan başlayan ayrı bir analiz durumudur. Bundan dolayı akma konumuna gelen bir sonraki elemanı belirlemek için halihazırda yapılan analizde bulunan kuvvetlerin önceki artırım sonuçlarının toplamına ilave edilmelidir. Benzer bir

şekilde eleman dönmesini belirlemek için devam eden analizdeki dönme değerleri o ana kadar yapılmış artırımlar sonucunda bulunmuş olan toplam dönme miktarına eklenmelidir.

9. Toplam taban kesme kuvveti ve çatı deplasmanını elde etmek için yatay yük ve çatı deplasmanındaki artış bir önceki toplam değerlere eklenir.
10. Yapı bir sınır durumuna ulaşıncaya kadar 7., 8. ve 9. adımlar tekrar edilir. Sınır durumlar; $P-\Delta$ etkilerinden dolayı yapının stabilitesini yitirmesi, istenen performans seviyesinin oldukça ötesinde çarpılmalar, bir eleman ya da eleman grubunun dayanımında belirgin azalmanın başladığı yatay deplasman seviyesine ulaşması veya bir eleman ya da eleman grubunun düşey yük taşıma kapasitesinin yitirdiği yatay deplasman seviyesine ulaşması sınır durumlar olarak gösterilebilir.

3.2.2. Talebin belirlenmesi için adım adım işlemler

Verilen bir performans seviyesi ile uyumu sağlamak için kapasite eğrisi boyunca sismik taleple tutarlı olan deplasman belirlenmelidir. Bu deplasmanı belirlemede kullanılan iki yöntem aşağıda anlatılacaktır.

Kapasite Spektrum Yöntemi bölüm 3.2.4 te gösterilmiştir. Bu yöntem kapasite spektrumu üzerinde bir nokta bulma esasına dayanır. bu nokta anı zamanda doğrusal olmayan etkiler sonucu azaltılmış olan talep spektrumunda da olmalıdır. kapasite spektrum yönteminde performans noktası olarak adlandırılan bir noktada talep deplasmanı oluşur . Bu performans noktası, belirli bir yer hareketine maruz kalan yapının sismik talebinin sismik kapasitesine eşit olduğunu gösterir.

FEMA-273 te kullanılan yöntem bazen katsayı yöntemi olarak adlandırılır, bölüm 3.2.7 de gösterilmiştir. Katsayı yöntemi farklı tiplerdeki tek serbestlik dereceli modellerin zaman tanım aralığındaki analizinin istatistiksel sonuçlarına dayanır. Katsayı yönteminde talep deplasmanı hedef (target) deplasman olarak adlandırılır.

3.2.3. Kapasite spektrum yöntemini kullanarak talebin hesaplanması

Performans noktasının yeri iki ilişkiyi karşılamalıdır: 1) performans noktası verilen bir deplasmanda yapıyı göstermek üzere kapasite spektrum eğrisi üzerinde olmalıdır ve 2) performans noktası %5 sönümlü elastik tasarım spektrumundan indirgenen spektral talep eğrisi (doğrusal olmayan talebi gösterir) üzerinde olmalıdır. Bu

metodoloji için spektral azaltma faktörleri etkili sönüm cinsinden verilir. Yaklaşık etkili sönüm kapasite eğrisinin şekline, tahmin edilen deplasman talebine ve isterik eğriye bağlı olarak hesaplanır.

Genel durumda, performans noktasının belirlenmesi yukarıda bahsedilen kriterlerin sağlanması için bir çalışma ve hata taraması gerektirir. Buna rağmen bu bölüm bir çok iterasyon gerektiren işlemi standartlaştıran ve basitleştiren üç farklı yöntemi içerir. Bu alternatif yöntemlerin tamamı aynı kavramlar ve matematiksel ilişkilere dayanır fakat grafik tekniklerine karşı analitik tekniklere bağımlılıkları değişir.

3.2.4. Kapasite spektrum yönteminin kavramsal gelişimi

3.2.4.1. Kapasite eğrisinin kapasite spektrumuna dönüştürülmesi

Kapasite spektrum yönteminin kullanılması için kapasite eğrisinin kapasite spektrumuna dönüştürülmesi gereklidir. Kapasite eğrisi taban kesme kuvveti ve çatı deplasmanını içerir, kapasite spektrumu ise kapasite eğrisinin ivme – deplasman karşılık spektrumu (acceleration-displacement response spectra (ADRS)) formatında gösterimidir. Dönüşüm için gerekli denklemler:

$$PF_1 = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}) / g}{\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}^2) / g} \right] \quad (3.1)$$

$$\alpha_1 = \frac{\left[\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}) / g \right]^2}{\left[\sum_{i=1}^N w_i / g \right] \left[\sum_{i=1}^N (w_i \phi_{i1}^2) / g \right]} \quad (3.2)$$

$$S_a = \frac{V/W}{\alpha_1} \quad (3.3)$$

$$S_d = \frac{\Delta_r}{PF_1 \phi_{r,1}} \quad (3.4)$$

PF_1 = birinci doğal mod için modal katılım faktörü.

α_1 = birinci doğal periyot için modal kütle katsayısı.

w_i/g = i. kata atanan kütle.

ϕ_{i1} = birinci modun i. kattaki genliği.

N = yapının en üst katı.

V = taban kesme kuvveti.

W = yapı ölü ağırlığı ve azaltılmış hareketli yükün toplamı (hareketli yük azaltma katsayısı için deprem yönetmeliğine bakılabilir).

Δ_r = çatı deplasmanı

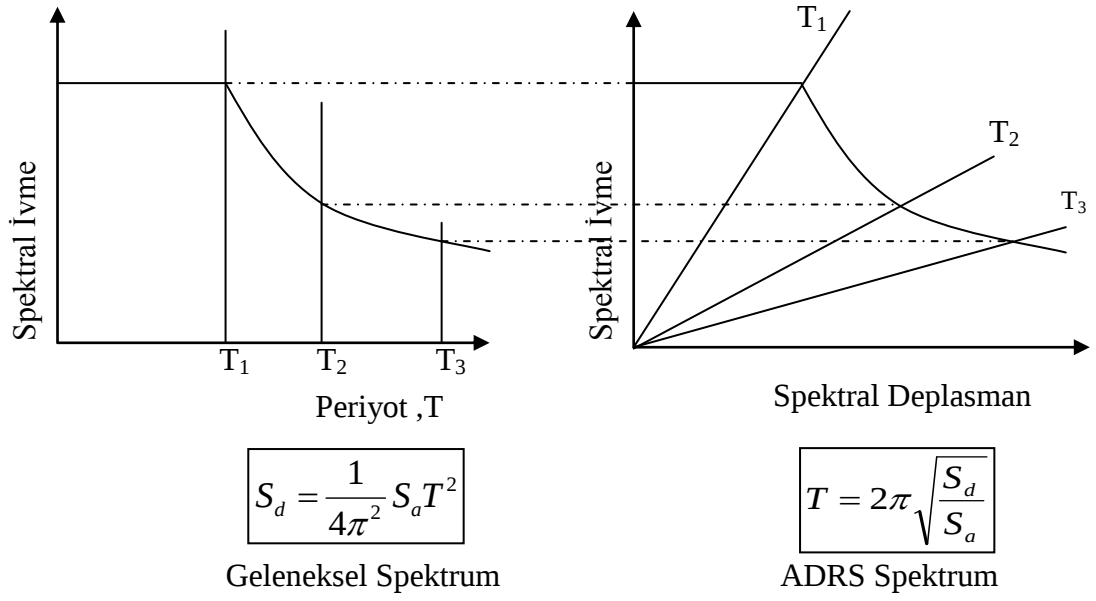
S_a = spektral ivme

S_d = spektral deplasman

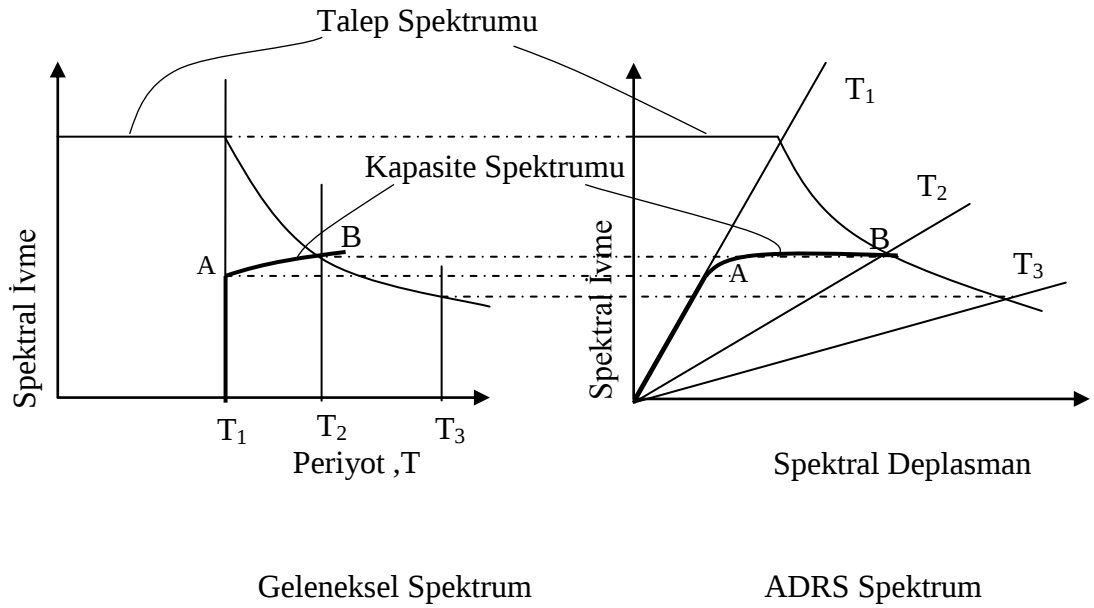
Kapasite eğrisini kapasite spektrumuna dönüştürmek için genel işlem sırası şöyledir; ilk etapta modal katılım faktörü olan PF_1 ve modal kütle katsayısı α_1 denklem (3.1) ve (3.2) kullanılarak hesaplanır. Daha sonra kapasite eğrisi üzerindeki her nokta (V, Δ_r) için kapasite spektrum üzerindeki S_a ve S_d noktaları denklem (3.3) ve (3.4) kullanılarak hesaplanır.

Mühendislerin çoğu karşılık spektrumunun geleneksel gösterimine (S_a ve T) aşinadır. Karşılık spektrumunun ADRS formatında gösterimi bir çok mühendis için yabancı bir konudur. Şekil 3.2 de aynı spektrum her iki formatta da gösterilmiştir. ADRS spektrum üzerindeki herhangi bir nokta $T = 2\pi(S_d / S_a)^{1/2}$ denklemi kullanılarak hesaplanabilir. Benzer şekilde geleneksel spektrum üzerindeki herhangi bir nokta spektral deplasman, S_d , $S_d = S_a T^2 / 4\pi^2$ denklemini kullanarak elde edilebilir. Bu iki formül aynı denklemin değişik şekilde düzenlenmesinden ibarettir.

Şekil 3.3 te kapasite spektrumu geleneksel ve ADRS formattaki karşılık spektrumunun üzerine çizilerek gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Karşılık spektrumunun geleneksel ve ADRS formatında gösterimi



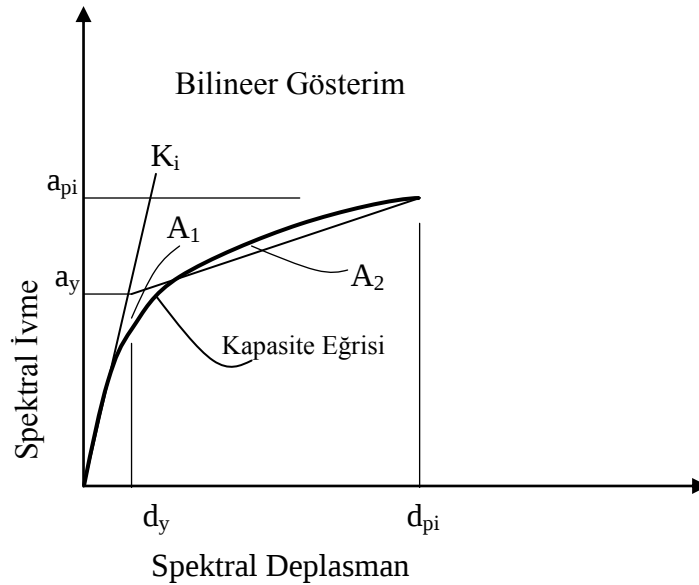
Şekil 3.3 Kapasite spektrumunun geleneksel ve ADRS formatındaki karşılık spektrumunun üzerine eklenerek çizilmiş hali

Kapasite spektrum eğrisi takip edildiğinde A notasına kadar periyodun T_1 de sabit kaldığı ve A noktası geçildikten sonra periyodun arttığı görülebilir. B noktasına ulaşıldığında periyot durum T_2 olmuştur. Bu durum yapının elastik olmayan

deplasmanlar yaptığını bunun sonucu olarak da periyodunun arttığını gösterir. Periyottaki artış her iki diyagramda da açıkça görülmektedir.

3.2.4.2. Kapasite spektrumunun bilineer gösteriminin oluşturulması

Kapasite spektrumunun bilineer gösterimine etkili sönümü tahmin edilmesi ve spektral talepte uygun azaltmanın yapılması için gerek duyulur. Bilineer gösterimin inşası a_{pi} , d_{pi} noktasının tanımlanmasını gerektirir. Bu nokta indirgenmiş talep spektrumunu oluşturmak için mühendis tarafından tahmin edilen deneme performans noktasıdır. Eğer tahmin edilen a_{pi} , d_{pi} noktasında indirgenmiş talep spektrumu ile kapasite spektrumu kesişirse bu nokta performans noktasıdır. Tahmin edilen ilk a_{pi} , d_{pi} noktası a_{p1} , d_{p1} ve ikinci nokta a_{p2} , d_{p2} olarak gösterilir ve bu şekilde devam edilir. Çoğu zaman eşit deplasman yaklaşımı a_{p1} ve d_{p1} i tahmin etmede kullanılabilir.



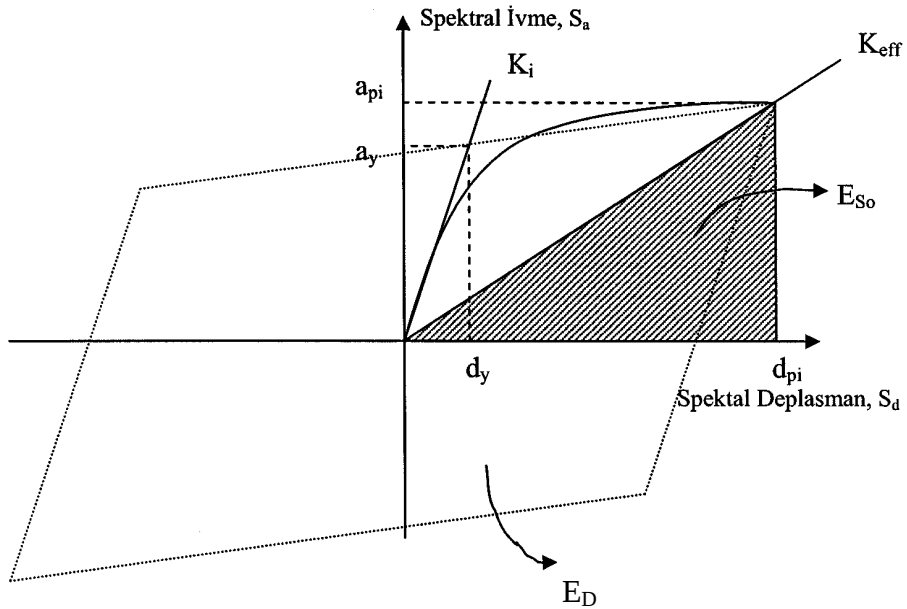
Şekil 3.4 Kapasite spektrumunun bilineer gösterimi

Kapasite spektrumunun bilineer gösterimi şekil 3.4 teki gibidir. Bilineer gösterimi elde etmek için orijinden başlayarak yapının başlangıç rijitliği eğiminde bir doğru çizilir. İkinci bir doğru deneme performans noktasından a_{pi} , d_{pi} geriye doğru çizilir. Bu doğrunun eğimi şöyle belirlenir; ikinci doğru ilk doğru ile a_y , d_y noktasında kesiştirildiğinde eğri ile bu iki doğru arasında kalan ve A_1 , A_2 olarak adlandırılan

alanların birbirine yaklaşık eşit olması kuralıyla tespit edilir. A_1 ve A_2 alanlarını birbirine eşit hale getirmekteki amaç bilineer hale getirilmiş kapasite spektrumu altında kalan alan ile orijinal haldeki kapasite spektrumu altında kalan alanın eşit hale getirilmesi dolayısıyla da her iki eğri ile ilişkili enerji miktarlarının eşitlenmiş olmasıdır.

3.2.5. Sönümün tahmini ve %5 sönümlü karşılık spektrumunun indirgenmesi

Sönüm, yapı deprem tarafından elastik olmayan davranış yapmaya zorlandığında ortaya çıkar ve yapıda mevcut bulunan viskoz sönüm ve histeretik sönümün kombinasyonu olarak görülebilir. Histeretik sönüm luplar içinde kalan alan ile ilişkilidir. Luplar deprem kuvveti (taban kesme kuvveti) ile yapı deplasmanının grafiksel gösterimiyle elde edilebilir. Histeretik sönüm literatürde mevcut olan denklemleri kullanarak eşdeğer viskoz sönüm olarak gösterilebilir maksimum deplasman d_{pi} ye ait eşdeğer viskoz sönüm, β_{eq} , aşağıda gösterilen denklem yardımıyla hesaplanabilir.



Şekil 3.5 Spektral indirgenme için sönümün elde edilmesi

$$\beta_{eq} = \beta_0 + 0,05 \quad (3.5)$$

β_0 = eşdeğer viskoz sönüm olarak gösterilen histeretik sönüm

0,05 = %5 yapıda mevcut olan viskoz sönüm

β_0 aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanabilir.

$$\beta_0 = \frac{1}{4\pi} \frac{E_D}{E_{So}} \quad (3.6)$$

E_D = sönüm tarafından harcanan enerji

E_{So} = maksimum şekil değiştirme enerjisi

E_D ve E_{So} Şekil 3.5' te gösterilmiştir.

E_D yapı tarafından tek dönüşlü hareket sonucunda harcanan enerjiyi simgeler. E_{So} ise tek bir dönüşteki maksimum şekil değiştirme enerjisini simgeler.

$$E_D = 4(a_{pi}d_{pi} / 2) \quad (3.7)$$

$$E_{So} = a_{pi}d_{pi} / 2 \quad (3.8)$$

Denklem 3.6 da E_D ve E_{So} yerine konulduğunda β_0 yüzde kritik sönüm cinsinden yazılır.

$$\beta_0 = \frac{63.7(a_y d_{pi} - d_y a_{pi})}{a_{pi} d_{pi}} \quad (3.9)$$

Denklem 3.9 denklem 3.5 te yerine konulduğunda eşdeğer viskoz sönüm aşağıdaki şekli alır.

$$\beta_{eq} = \beta_0 + 5 = \frac{63.7(a_y d_{pi} - d_y a_{pi})}{a_{pi} d_{pi}} + 5 \quad (3.10)$$

$$\beta_{eff} = \kappa \beta_0 + 5 = \frac{63.7\kappa(a_y d_{pi} - d_y a_{pi})}{a_{pi} d_{pi}} + 5 \quad (3.11)$$

Dikkat edilirse β_{eff} etkin sönüm değeri denklem 3.10 daki ilk terim β_0 ın düzeltme faktörü κ ile çarpılması sonucu elde edilir. κ faktörü binanın yapısal davranışına bağlı olan düzeltme katsayısıdır. Yapının yatay yük taşıyıcı sisteminin kalitesi ve depremin süresi yapısal davranışı etkileyen en önemli faktörlerdir. ATC-40 ta üç tip yapısal davranıştan bahsedilmiştir. Tip A stabil, oldukça dolgun çevrimsel luplar oluşturur. Bu durum yeni yapılmış ve son şartnamelere uygun tasarlanmış yapılarda görülebilir. κ faktörü bu tip yapılar için 1 (yüksek sönüm değerleri için tablo 3.2 deki formüller geçerlidir) alınır. Tip B için ortalama değer olan 2/3 (yüksek sönüm değerleri için tablo 3.2 deki formüller geçerlidir) alınır. Tip C zayıf çevrimsel davranış gösteren yapıları gösterir ve $\kappa = 1/3$ alınır. κ değerlerinin sırası ve sınırları üç değişik yapısal davranış tipine göre tablo 3.2 de verilmiştir.

Spektral indirgemenin nümerik olarak elde edilmesi için aşağıdaki denklemler kullanılabilir. Denklem 3.12 ve 3.13 ten bulunan değerler tablo 3.3 te verilen minimum değerlerden az olmamalıdır.

$$SR_A = \frac{1}{B_s} \approx \frac{3,21 - 0,68 \ln(\beta_{eff})}{2,12} \quad (3.12)$$

$$SR_v = \frac{1}{B_L} \approx \frac{2,31 - 0,41 \ln(\beta_{eff})}{1,65} \quad (3.13)$$

Tablo 3.2 Sönüm düzeltme katsayısı değerleri, κ

Yapısal Davranış Katsayısı ¹	β_0 (yüzde)	κ
Tip A	$\leq 16,25$	1,0
	$> 16,25$	$1,13 - \frac{0,51(\alpha_y d_{pi} - d_y \alpha_{pi})}{\alpha_{pi} d_{pi}}$
Tip B	≤ 25	0,67
	> 25	$0,845 - \frac{0,446(\alpha_y d_{pi} - d_y \alpha_{pi})}{\alpha_{pi} d_{pi}}$
Tip C	Herhangi bir değer	0,33

1. Yapısal davranış tipleri için tablo 3.5 e bakınız.

Tablo 3.3 Minimum emniyetli SR_A ve SR_V değerleri¹

Yapısal Davranış Katsayısı ²	SR_A	SR_V
Tip A ²	0,33	0,50
Tip B	0,44	0,56
Tip C	0,56	0,67

1. SR_A ve SR_V değerleri bu tabloda gösterilen değerlerden daha az alınamaz.

2. Yapısal davranış tipleri için tablo 3.5 e bakınız.

Tablo 3.4 Spektral indirgeme katsayıları, $SR_A = 1/B_S$ ve $SR_V = 1/B_L$

β_o (yüzde)	Davranış Tipi A ¹			Davranış Tipi B ¹			Davranış Tipi C ¹		
	β_{eff}	SR_A ($1/B_S$)	SR_V ($1/B_L$)	β_{eff}	SR_A ($1/B_S$)	SR_V ($1/B_L$)	β_{eff}	SR_A ($1/B_S$)	SR_V ($1/B_L$)
0	5	1,00	1,00	5	1,00	1,00	5	1,00	1,00
5	10	0,78	0,83	8	0,83	0,87	7	0,91	0,93
15	20	0,55	0,66	15	0,64	0,73	10	0,78	0,83
25	28	0,44	0,57	22	0,53	0,63	13	0,69	0,76
35	35	0,38	0,52	26	0,47	0,59	17	0,61	0,70
≥ 45	40	0,33	0,50 ²	29	0,44	0,56	20	0,56	0,67 ²

1. Yapısal davranış tipleri için tablo 3.5 e bakınız.

2. SR_V nin minimum emniyetli değeriyle kontrol edilmelidir.

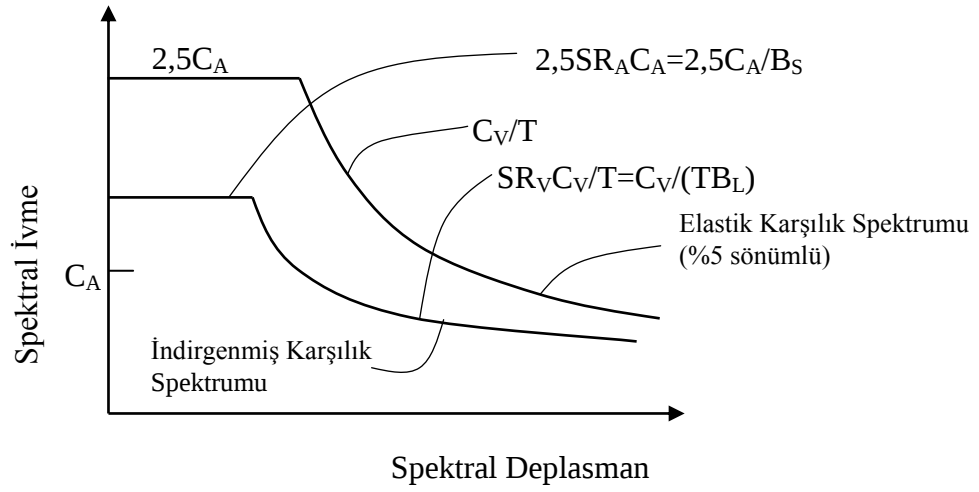
Yapısal davranış tipinin seçimi yatay yük taşıyıcı sistemin kalitesine ve depremin süresine bağlıdır. Tablo 3.5 te yapısal davranış tipleri gösterilmiştir. Birinci kolon yeni yapıları ve yatay yük taşıyıcı sistemleri son şartnamelere göre güçlendirilmiş mevcut yapıları, orta kolon ortalama mevcut yapıları ve güçlendirilmiş eski yapıları, üçüncü kolon ise yatay yük taşıyıcı sistemi bilinmeyen yada çevrimsel davranışı yetersiz yapıları temsil eder.

Tablo 3.5 Yapısal davranış tipleri

Sarsıntı Süresi	Gerçekte Yeni Yapı ²	Ortalama Mevcut Yapı ³	Zayıf Mevcut Yapı ³
Kısa	Tip A	Tip B	Tip C
Uzun	Tip B	Tip C	Tip C

3.2.5.1. Talep spektrumunun oluşturulması

%5 karşılık spektrumu bölüm 2 de belirtildiği gibi elde edilebilir. %5 azaltılmış karşılık spektrumu, talep spektrumu olarak adlandırılır, şekil 3.6 da olduğu gibi gösterilebilir.

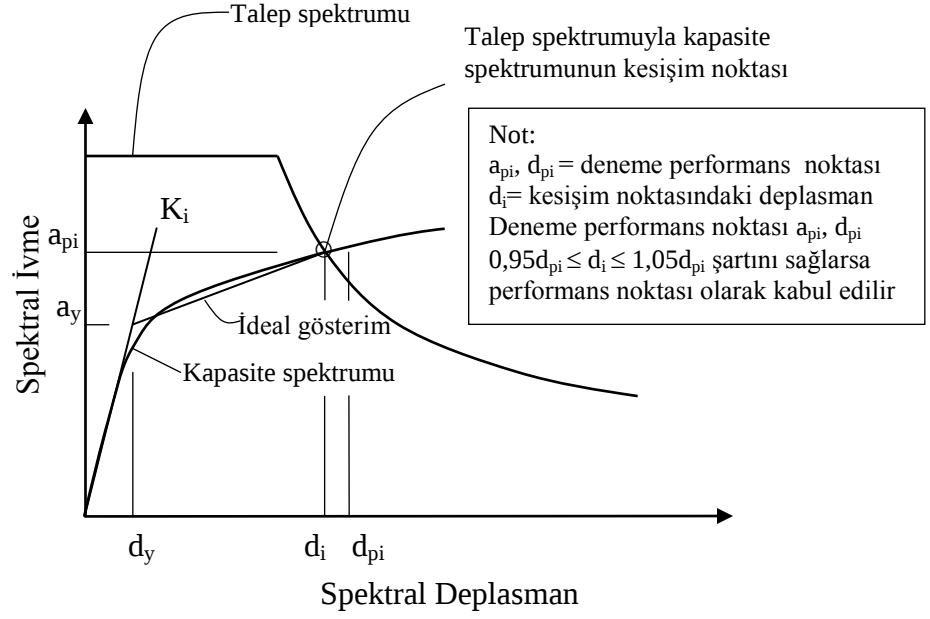


Şekil 3.6 İndirgenmiş karşılık spektrumu

3.2.6. Performans noktasının hesaplanması

3.2.6.1. Kapasite spektrumuyla talep spektrumunun kesiştirilmesi

Talep spektrumuyla kapasite spektrumunun kesiştiği noktadaki deplasman d_i , deneme performans noktası deplasman değerine $(0,95d_{pi} \leq d_i \leq 105d_{pi})$ %5 yaklaştığında bu nokta performans noktası kabul edilir. Eğer talep spektrumuyla kapasite spektrumunun kesiştiği nokta kabul edilebilir tolerans içinde değilse yeni bir a_{pi} , d_{pi} noktası seçilir ve işleme devam edilir. Şekil 3.4' te bu işlem gösterilmiştir. Performans noktası deprem yer hareketi talebi için beklenen maksimum yapısal deplasman olarak tarif edilir. [1]



Şekil 3.7 Kapasite spektrumuyla talep spektrumunun kesiştirilmesi

ATC-40' ta performans noktasının hesaplanması için kapasite spektrum metodunun üç farklı işlem sırası gösterilmiştir. Bu çalışmada bunlardan A ve B yöntemi anlatılacak C yöntemine ise kısaca değinilecektir. Aşağıda bu yöntemlerin özellikleri tablo halinde gösterilmiştir.

Tablo 3.6 Performans noktasının hesaplanması için kullanılan yöntemlerin özellikleri

A Yöntemi: • Metodolojinin en açık, en anlaşılır ve en direkt uygulamasıdır. • Analitik yöntem • Programlanmaya uygundur. • Yeni başlayanlar için en iyi yöntem olabilir çünkü en direkt ve anlaması en kolay yöntemdir.
B Yöntemi: • Analitik yöntem • Yapılan basitleştirici kabullerden (her zaman geçerli olmayabilir) dolayı A yönteminden daha kolaydır. • Programlanmaya en uygun yöntemdir. • Metodolojinin oldukça anlaşılır bir uygulamasıdır. • Bu yöntemin kullanıcılarının yapılan kabulleri tam olarak anlamış olmaları gerekmektedir.
C Yöntemi: • Grafik yöntem • Elle yapılan analiz için en uygun yöntemdir. • Programlanmaya uygun değildir. • Metodolojinin en karmaşık uygulamasıdır.

3.2.6.2. A yöntemi kullanılarak performans noktasının hesaplanması

Bu yöntemde performans noktasını bulmak için elle yada tablo ile iterasyon yapılır. Bu yöntem yukarıda bahsedilen prensiplerin en dolaysız uygulamasıdır. Aşağıdaki adımları kapsar:

1. %5 sönümlü elastik karşılık spektrumu zemin koşullarına uygun olarak üretilir.
2. Kapasite eğrisi kapasite spektrumuna dönüştürülür ve kapasite eğrisi ile %5 sönümlü karşılık spektrumu aynı grafik üzerinde çizilir.
3. İlk deneme için bir performans noktası a_{pi} , d_{pi} seçilir. İlk a_{pi} , d_{pi} noktası: eşit deplasman yaklaşımı ile bulunan deplasman değeri, kapasite spektrumunun

son noktası yada mühendislik önsezisiyle belirlenen herhangi bir nokta olabilir.

4. Kapasite spektrumu idealleştirilerek bilineer hale getirilir.
5. Spektral indirgenme faktörleri hesaplanır. Bunlar kullanılarak talep spektrumu elde edilir ve kapasite spektrumuyla aynı grafik üzerinde çizilir.
6. Kapasite spektrumuyla talep spektrumunun a_{pi} , d_{pi} noktasında kabul edilebilir toleranslar içinde kesişip kesişmediği kontrol edilir.
7. Eğer talep spektrumu kapasite spektrumuyla kabul edilen sınırlar içinde kesişmezse 4. adıma dönülerek işlemler tekrar edilir. Seçilecek olan yeni a_{pi} , d_{pi} noktası 6. adımda bulunan kapasite spektrumunun talep spektrumuyla kesiştiği nokta yada mühendislik önsezisine dayanılarak belirlenen herhangi bir nokta olabilir.
8. Yapılan iterasyonlar sonunda talep spektrumuyla kapasite spektrumu kabul edilebilen sınırlar içinde (μ %5) kesişirse denenen a_{pi} , d_{pi} noktası performans noktası a_p , d_p olarak kabul edilir ve deplasman (d_p) deprem talebi için beklenen maksimum deplasman olarak tanımlanır.[1]

3.2.6.3. B yöntemi kullanılarak performans noktasının hesaplanması

Bu yöntem başlangıç rijitliğinin sabit alınmasının yanında diğer iki yöntemde yapılmayan basitleştirici kabuller yapar. Bunlar; akmanın başlangıç noktası a_y , d_y nin sabit kabul edilmesi ve akma noktasından sonraki kısmı temsil eden doğru parçasının eğiminin de sabit olduğunun kabul edilmesidir. Yapılan bu kabuller değişik eğriler çizmeden direkt çözüme müsaade eder. Çünkü etkin sönüm β_{eff} artık tek bir değişkene (d_{pi}) bağlı hale gelmiştir. Bu yöntem aşağıdaki adımları kapsar:

1. %5 sönümlü elastik karşılık spektrumu zemin koşullarına uygun olarak üretilir.
2. %5 sönümlü karşılık spektrumu ile indirgenmiş talep spektrum ailesi aynı grafik üzerinde çizilir. İndirgenmiş talep spektrumu eğrileri yapısal davranış tipinin izin verdiği maksimum β_{eff} değerine kadar çizilir. Bu değerler %10,

%15, %20, %25 ve %30 dur. Maksimum β_{eff} Tip A için %40, Tip B için %29 ve Tip C için %20 alınır.

3. Kapasite eğrisi kapasite spektrumuna dönüştürülür ve kapasite spektrumuyla talep spektrumu ailesi aynı grafik üzerinde çizilir.
4. Kapasite spektrumu bilineer hale getirilir. İdealleştirilen kapasite spektrumunun başlangıç eğimi yapının başlangıç rijitliğine eşittir. Bilineer hale getirilecek kapasite spektrum eğrisinin ikinci yani akmadan sonraki kısmına ait doğrunun eğimi eşit deplasman yaklaşımı uygulanarak tespit edilir. Kısaca özetlenirse bu işlem şöyledir: orijinden başlayan ve eğimi başlangıç rijitliğinde olan bir doğru çizilir ve bu doğru %5 sönümlü elastik spektrumuyla kesiştirilir, kesişme noktasından aşağıya, kapasite spektrum eğrisine dikme inilir. İnilen bu dikme kapasite spektrumunu a^* , d^* noktasında keser. Kapasite spektrum eğrisi üzerindeki a^* , d^* noktasından başlangıç rijitliğine bir doğru çizilir, çizilen bu ikinci doğru kapasite spektrumun ikinci kısmını temsil eder ve eğimi A_1 ve A_2 alanlarının eşit olması prensibine dayanılarak tespit edilir. Alanları dengelemek için bu doğru a^* , d^* noktası etrafında döndürülür ve ikinci doğrunun eğimi bu şekilde tespit edilir.
5. Etkin sönüm β_{eff} , a^* , d^* noktasına yakın değişik deplasman değerleri için hesaplanır. İdealleştirilen kapasite spektrum eğrisinin ikinci kısmına ait doğru parçasının eğimi etkin sönüm aşağıdaki denklemler yardımıyla hesaplanır.

$$\text{ikinci doğrunun eğimi} = \frac{a^* - a_y}{d^* - d_y} \quad (3.14)$$

İdeal haldeki kapasite spektrumu üzerindeki herhangi bir a_{pi} , d_{pi} noktası için

$$\text{ikinci doğrunun eğimi} = \frac{a_{pi}^* - a_y}{d_{pi}^* - d_y} \quad (3.15)$$

İkinci doğrunun eğimi sabit olduğu için denklem 3.14 ve denklem 3.15 eşitlenebilir ve bu eşitlikten a_{pi} değişkeni çekilerek d_{pi} cinsinden yazılır ve a_{pi} olarak isimlendirilir.

$$a_{pi}' = \frac{(a^* - a_y)(d_{pi} - d_y)}{d^* - d_y} + a_y \quad (3.16)$$

Bu terim β_{eff} denkleminde a_{pi} yerine yazılırsa aşağıdaki denklem elde edilir.

Bu sayede β_{eff} d_{pi} ye bağlı hale getirilmiş olur. Bu aşama kolayca programlanabilir.

$$\beta_{eff} = \frac{63,7\kappa(a_y d_{pi} - d_y a_{pi}')}{a_{pi}' d_{pi}} + 5 \quad (3.17)$$

6. Bir önceki adımda hesaplanan d_{pi} ve β_{eff} değerleri kapasite spektrumu ve talep spektrumu ailesi ile aynı grafik üzerinde çizilir.
7. Altıncı adımda belirlenen noktalar birleştirilir ve bir eğri elde edilir. Bu eğriyle kapasite spektrum eğrisinin kesiştiği nokta performans noktasıdır. Bu yöntem eğer performans noktası a^* , d^* noktasında bulunduyorsa sonuçlar diğer yöntemlerle aynıdır. Eğer performans noktası a^* , d^* noktasında değilse sonuçlar diğer yöntemlerden biraz farklı çıkar. Bu durumda sonuçların doğruluğu A ve C yöntemleriyle kontrol edilebilir.

Yukarıda bahsedilen adımlar 6. ve 7. adım haricinde programlanabilir. 6. ve 7. adımlar el hesabı gerektirir. ATC-40 bölüm 8 de B yönteminin programlanmaya yatkın değişik bir işlem sırasından da bahsedilmiş ve adım adım anlatılmıştır. [1]

3.2.6.4. C yöntemi kullanılarak performans noktasının hesaplanması

Bu yöntem el hesaplarıyla grafik çözüm elde etmek için geliştirilmiştir. Diğer iki yönteme nazaran daha karmaşıktır ve programlamaya uygun değildir. Bu yöntem hakkında detaylı bilgi için ATC40 bölüm 8 den yararlanılabilir.

3.2.7. Deplasman katsayısı yöntemini kullanarak talep deplasmanının hesaplanması

Deplasman katsayısı yöntemi FEMA273 te detaylı bir şekilde anlatılmıştır burada ATC-40 raporunda gösterildiği şekliyle kısaca anlatılacaktır. Deplasman katsayısı yöntemi (FEMA Yöntemi) deplasman talebinin hesaplanması için direkt nümerik çözüm sağlar. Bu yöntemde kapasite eğrisinin spektral koordinatlara dönüştürülmesi gerekmez. Kapasite spektrum yöntemiyle küçük terminoloji farklılıkları vardır. Örneğin; performans noktası yerine hedef (target) deplasman ve performans hedeflerinden yapısal stabilite yerine göçme önlenmesi terimleri kullanılır.[1,2]

Bu yöntem için işlem sırası şöyledir:

1. Kapasite eğrisi idealleştirilir. Burada yapılan idealleştirme kapasite spektrumu yönteminde yapılandan farklıdır.
 - Plastik bölgenin ortalama rijitliğini temsil etmek üzere, K_s , mühendislik önsezisine dayanılarak çizilir.
 - Etkin elastik rijitlik, K_e , kapasite eğrisi üzerinde bulunan ve ordinatı $0.6V_y$ taban kesme kuvvetine tekabül bir noktadan geçirilerek çizilir. Burada V_y değeri K_e ve K_s çizgilerinin kesiştiği noktanın ordinatı olarak tanımlanır. Bu yöntem bir dizi deneme yanılma işlemi gerektirir. Çünkü V_y değeri K_e doğrusu çizilinceye dek belirsizdir. Bundan dolayı deneme K_e doğrusu çizilmelidir. V_y değeri belirlendikten sonra K_e doğrusunun kapasite eğrisini kestiği noktanın ordinatının $0,6 V_y$ değerine eşit olup olmadığı kontrol edilir eğer eşit değilse işlem tekrar edilir.
2. Etkin esas periyot doğrusal olmayan statik analizdeki kuvvet deplasman ilişkisi kullanılarak hesaplanabilir.

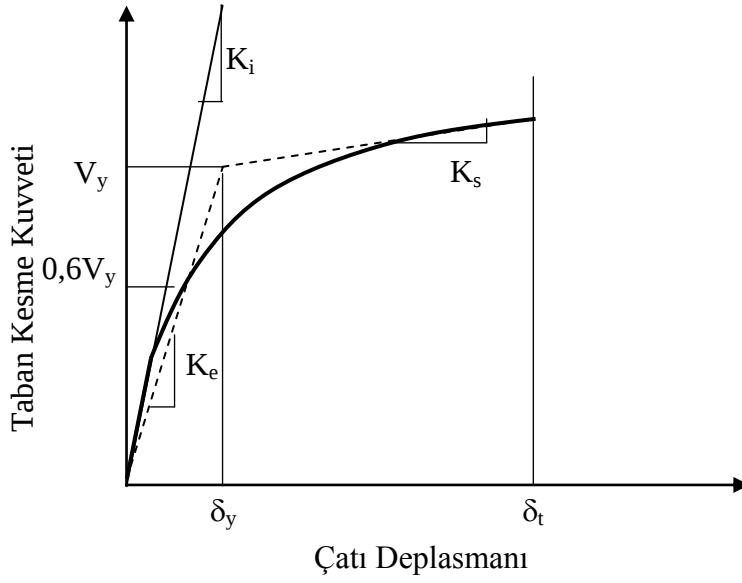
$$T_e = T_i \sqrt{\frac{K_i}{K_e}} \quad (3.18)$$

Burada;

T_i = Elastik dinamik analizde hesap yapılan yöndeki elastik esas periyot

K_i = Yapının hesap yapılan yöndeki elastik yatay rijitliği

K_e = Yapının hesap yapılan yöndeki etkin yatay rijitliği



Şekil 3.8 Deplasman katsayısı yöntemi için kapasite eğrisinin bilineer gösterimi

3. Hedef (Target) deplasman δ_t denklem 3.19 da gösterildiği gibi hesaplanır.

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} \quad (3.19)$$

Burada;

T_e = İkinci adımda hesaplanan etkin esas periyot.

C_0 = Spektral deplasman ve muhtemel çatı deplasmanı ile ilgili düzeltme faktörü

C_0 tahminleri aşağıdakilerden biriyle hesaplanabilir;

- Çatı seviyesindeki birinci modal katılım faktörü.
- Çatı seviyesindeki modal katılım faktörü yapının hedef deplasmandaki deforme olmuş şekline uygun şekil vektörünü kullanarak hesaplanır.
- Tablo 3.6 dan uygun değer alınır.

Tablo 3.7 Düzeltme faktörü C_0 için değerler

Kat Sayısı	Düzeltilme Faktörü ¹
1	1,0
2	1,2
3	1,3
5	1,4
10+	1,5

1. Arada kalan değerleri hesaplamak için doğrusal enterpolasyon kullanılabilir.

Tablo 3.8 Düzeltme faktörü C_2 için değerler

	$T=0,1$ saniye		$T \geq T_0$ saniye	
Yapısal Performans Seviyesi	Taşıyıcı Sistem Tip 1 ¹	Taşıyıcı Sistem Tip 1 ¹	Taşıyıcı Sistem Tip 2 ²	Taşıyıcı Sistem Tip 2 ²
Hemen Kullanım	1,0	1,0	1,0	1,0
Can Güvenliği	1,3	1,0	1,1	1,0
Göçme Önlenmesi	1,5	1,0	1,2	1,0

1. Süneklik düzeyi normal yapılar
2. Yüksek süneklikli yapılar

C_1 = Beklenen maksimum doğrusal olmayan deplasmanla ilgili doğrusal elastik

karşılık için hesaplanan düzeltme faktörü.

$$T_e \geq T_0 \text{ için } C_1 = 1,0$$

$$T_e < T_0 \text{ için } C_1 = (1,0 + (R-1) T_0/T_e)/T$$

$T_e < 0,1$ için C_1 2,0 ı aşmamalıdır.

T_0 = Karşılık spektrumunun karakteristik periyodu

R = Elastik olmayan dayanım talebinin hesaplanan akma dayanımına oranı katsayısı, denklem 3.19 yardımıyla hesaplanır.

$$R = \frac{S_a / g}{V_y / W} \cdot \frac{1}{C_0} \quad (3.19)$$

C_2 = Çevrimsel şeklin maksimum deplasman karşılığı üzerine etkisini temsil eden düzeltme faktörü

C_3 = İkinci mertebe etkileriyle deplasman artışını temsil eden düzeltme faktörü.

Akma sonrası rijitliği pozitif olan yapılar için $C_3 = 1,0$ alınabilir. Akma sonrası rijitliği negatif olan yapılar için denklem 3.20 den elde edilen değer alınır.

$$C_3 = 1 + \frac{|\alpha| (R-1)^2}{T_e^3} \quad (3.20)$$

$$\alpha = \frac{K_s}{K_E} \quad (3.21)$$

S_a = Yapının etkin esas periyoduna ait karşılık spektrumu ivmesi.

V_y = Kapasite eğrisini kullanarak hesaplanan akma dayanımı.

W = Ölü yükün ve uygun katsayıyla çarpılarak azaltılmış hareketli yükün toplam değeri.

4. STATİK İTME YÖNTEMİYLE ÜÇ KATLI MEVCUT BETONARME BİR OKUL BİNASININ DEPREM GÜVENLİĞİNİN TAHKİKİ

4.1. Giriş

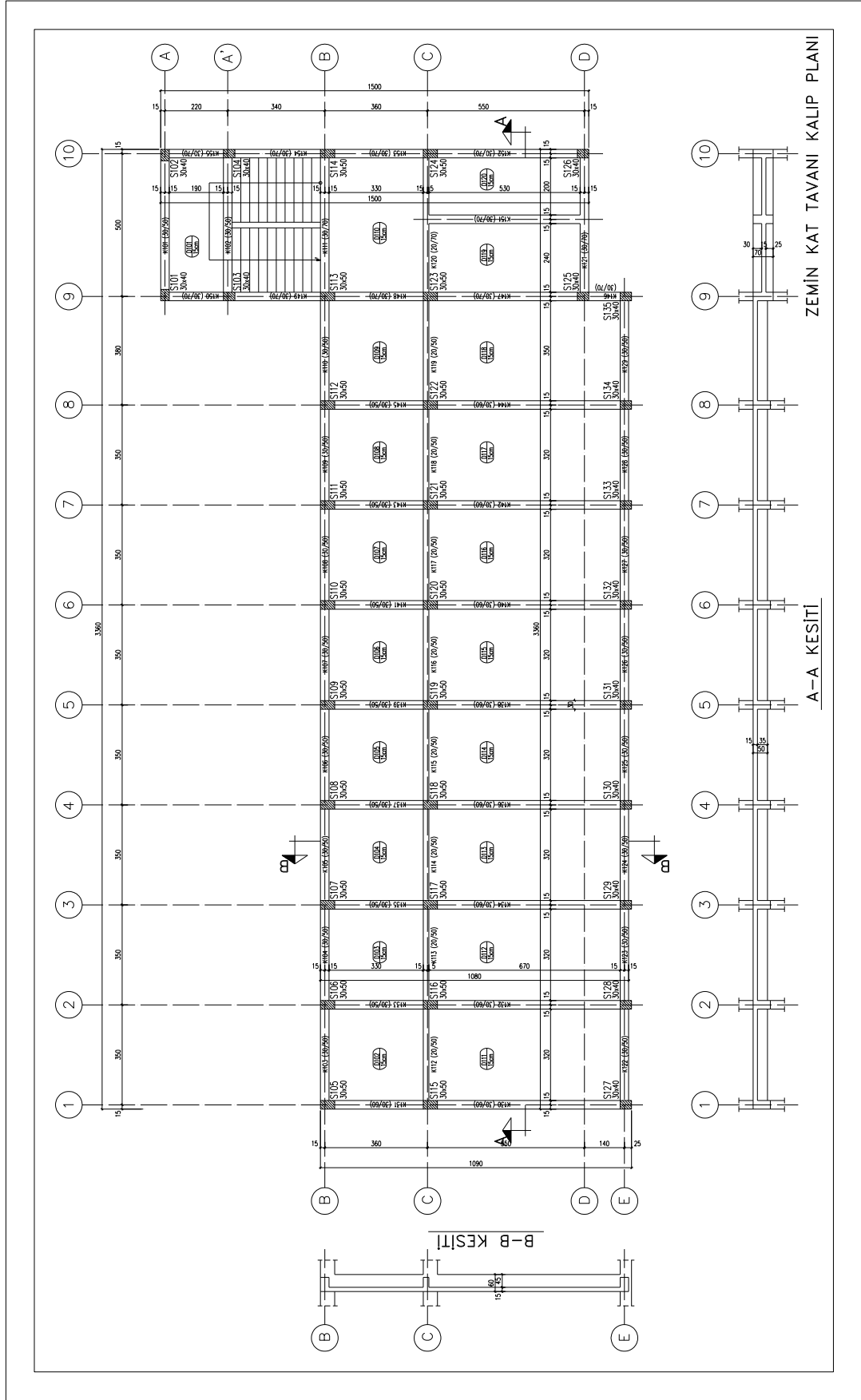
Bu bölümde, mevcut betonarme bir okul binasının deprem güvenliği statik itme analiziyle tespit edilecektir. Bu bina hakkında eldeki bilgiler; mevcut durumu gösteren kat kalıp planları, kat yükseklikleri ve malzeme kalitelerinden ibarettir. Temel kalıp planı, temellerin donatı detayları, kolon ve kirişlerin donatı detayları hakkında herhangi bir bilgi mevcut değildir. Binanın tahkiki için donatılara ihtiyaç vardır. Bu eksiğin giderilmesi için o zamanın şartnameleri göz önüne alınarak hesap yapılmış ve donatılar belirlenmiştir. Bu hesapta binanın 1. derece deprem bölgesi sınırları içerisinde olduğu, kullanılan malzemenin C16 ve S220 olduğu kabul edilmiştir. 1975 deprem yönetmeliğine [3] göre deprem katsayıları hesaplanmış ve eşdeğer deprem yükü yöntemine göre deprem analizi SAP2000N V7.44 [4] programı kullanılarak yapılmıştır. Deprem kuvveti katsayısının “C” hesabında yönetmelikte belirtildiği gibi $I=1,5$ alınmıştır. Ancak bu şekilde yapılan analiz neticesinde elde edilen donatı miktarları kesit maksimumlarının çok üzerinde çıkmıştır. Bu nedenle yapı önem katsayısı $I=1$ alınarak tekrar analiz yapılmış ve tahkik için kullanılacak donatı miktarları belirlenmiştir.

Binanın tahkiki nonlineer analiz yöntemlerinden statik itme analiziyle yapılmıştır. Bu analiz için öncelikle malzeme modelleri belirlenmiştir. Malzeme modelleri seçildikten sonra her bir elemana ait moment eğrilik ilişkileri çıkarılmıştır. Eğilmenin yanında eksenel yük etkisine maruz elemanlar için ayrıca PMM ilişkileri de çıkarılmıştır. Moment eğrilik ilişkileri ve PMM lerin belirlenmesinde XTRACT V.3.0.3 [5] programı kullanılmıştır. Bu programdan elde edilen sonuçlar daha sonra anlatıldığı gibi SAP2000 programında mafsallara atanmıştır.

4.2. Bina Hakkındaki Bilgiler

İncelenen bina hakkında bilgiler özetle şunlardır:

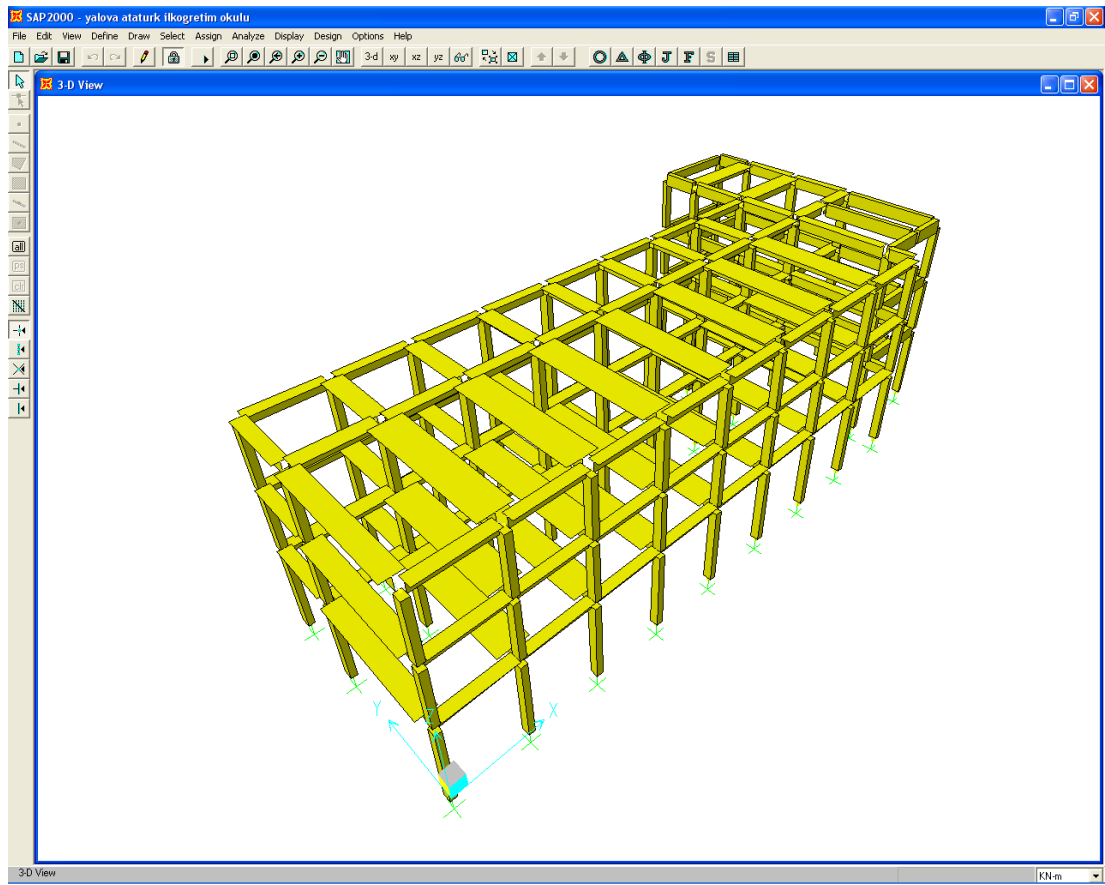
- Kat yükseklikleri zemin katta 4,50 m, 1. ve 2. normal katlarda ise 3,20 m dir.
- Bina taşıyıcı sistemi betonarme çerçevelerden oluşmaktadır.
- Binanın döşeme sistemi sarkan kiriş + plak döşeme olup plak kalınlığı 15 cm dir. Binaya ait kat kalıp planı ve kolon aplikasyon planı Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 de verilmiştir. Bu planlarda aks açıklıkları kolon ve kiriş boyutları döşeme kalınlıkları verilmiştir. Kolon donatıları kolon aplikasyon planında verilmiştir. Kiriş donatıları ise ekler kısmında Tablo A.1 de detaylı bir şekilde listelenmiştir
- Kullanım amacı: İlköğretim okulu
- Zemin sınıfı: S_D (ATC40)
- Sismik bölge katsayısı: $Z=0,40$ (Tablo 2.5)
- Deprem kaynağı tipi: A (Tablo 2.7)
- Deprem kaynağına yakınlığa bağlı katsayılar: $N_A=1,0$, $N_V=1,0$
- Sarsıntı yoğunluğu (ZEN) zemin sınıfına bağlı olarak C_A ve C_V için sırasıyla Tablo 2.8 ve Tablo 2.9 dan elde edilir. Tablolardan elde edilen değerler tasarım depremini verir. Maksimum deprem için bu değerler 1,25 ile servis depremi için ise 0,5 ile çarpılır. Okul binasının değerlendirilmesinde maksimum deprem dikkate alınmıştır. Tablolardan okunan değerler $\Rightarrow C_A=0,44$, $C_V=0,64$
Maksimum deprem durumunda $\Rightarrow C_A=0,55$, $C_V=0,80$
- Beton sınıfı: C11 (Deney sonucu tespit edilen beton sınıfı)
- Çelik sınıfı: S220
- Bina temelleri hakkında herhangi bir plan yada röleve mevcut değildir.



Şekil 4.1 Kat kalıp planı

4.3. Bina nın Modellenmesi

Bina geometrisi mevcut planlara dayanılarak üç boyutlu olarak bilgisayar ortamında şekil 4.3 te gösterildiği gibi modellenmiştir. Model yalnızca çubuk (frame) elemanlardan oluşturulmuştur. Kirişlerde tabla genişlikleri dikkate alınmıştır. Tabla genişliklerinin hesabında TS500 deki formüller kullanılmıştır [6]. Lineer analiz için yapılan modellemeden farklı olarak burada eleman rijitliklerinde çatlamış kesitler dikkate alınmıştır. İlgili rijitlik azaltma katsayıları için ATC40 ta verilen değerler kullanılmıştır.



Şekil 4.3 Bina nın üç boyutlu modeli

Bina geometrisi oluşturulduktan sonra yüklemeler yapılır. Döşemeler modele girilmediği için döşemelerden gelen yükler kirişlere kırılma çizgilerine göre üçgen ya da trapez yayılı yük olarak etkitilmiştir. Duvar ve kiriş öz ağırlıkları ise düzgün yayılı yük olarak kirişlere etkitilmiştir. Kolonların kendi ağırlıkları kolon eksenini doğrultusunda yayılı yük olarak kolon elemanına etkitilmiştir. Döşemelere etkiyen yükler 4.3.1 deki gibi tespit edilmiştir.

4.3.1 Yük analizi

$$\begin{array}{ll} \text{Döşeme yükü} = & 0,15 \cdot 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Sıva + kaplama} = & 1,50 \text{ kN/m}^2 \\ & \hline \end{array}$$

$$\text{Toplam döşeme l yükü} \Rightarrow 5,25 \text{ kN/m}^2$$

Hareketli yükler okul binaları için ilgili standarttan alınmıştır.[7]

$$\begin{array}{ll} \text{Hareketli yükler} \Rightarrow & q = 3,50 \text{ kN/m}^2 \text{ (sınıflarda)} \\ & q = 5,00 \text{ kN/m}^2 \text{ (koridorlarda)} \end{array}$$

$$\text{çatı katındaki hareketli yük} \Rightarrow q = 2,00 \text{ kN/m}^2$$

Duvar yükleri

$$\text{Dıř duvarlar} = 4,20 \text{ kN/m}^2 \text{ (Tam tuęla duvar)}$$

$$\text{İ duvarlar} = 2,50 \text{ kN/m}^2 \text{ (Yarım tuğla duvar)}$$

Pencere ağırlığı = $0,50 \text{ kN/m}^2$ (Dış cephede pencere olan yerlerde yüksekliği 1 metre olan duvar ağırlığına ek olarak pencere ağırlığı da dikkate alınmıştır.)

4.3.2. Kat ağırlıkları ve kat kütlelerinin hesabı

Kat kütlelerinin hesabı için her bir katın toplam yükünün bilinmesi gereklidir. Kat ağırlıkları programda kolon orta noktalarına tanımlanan düğüm noktalarının toplam l ve hareketli yük miktarları okunarak belirlenmiştir. Bulunan değerler şunlardır;

Kat ağırlıkları:

$$3. \text{ Kat} \quad \sum G = 2893,99 \text{ kN}$$

$$\sum Q = 740,76 \text{ kN}$$

$$2. \text{ Kat} \quad \sum G = 4565,10 \text{ kN}$$

$$\sum Q = 1519,80 \text{ kN}$$

$$1. \text{ Kat} \quad \sum G = 4643,10 \text{ kN}$$

$$\sum Q = 1519,80 \text{ kN}$$

Kat kütleleri:

$$3. \text{ Kat} \Rightarrow W_3 = G_3 + n \cdot Q_3 = 2893,99 + 0,60 \cdot 740,76 = 3338,45 \text{ kN}$$

$$n = 0,60 \text{ (okul binaları)}$$

$$M_3 = W_3 / g = 3338,45 / 9,81 = 340,31 \text{ kNs}^2/\text{m}$$

$$2. \text{ Kat} \Rightarrow W_2 = G_2 + n * Q_2 = 4565,10 + 0,60 * 1519,80 = 5476,98 \text{ kN}$$

$$M_2 = W_2 / g = 5476,98 / 9,81 = 558,31 \text{ kNs}^2/\text{m}$$

$$1. \text{ Kat} \Rightarrow W_1 = G_1 + n * Q_1 = 4643,10 + 0,60 * 1519,80 = 5554,98 \text{ kN}$$

$$M_1 = W_1 / g = 5554,98 / 9,81 = 566,26 \text{ kNs}^2/\text{m}$$

Kütlesel atalet momentleri:

$$3. \text{ Kat} \Rightarrow M_3 / 12 * (a^2 + b^2) = 340,31 / 12 * (33,3^2 + 10,5^2) \\ = 34573,79 \text{ kNs}^2\text{m}$$

$$2. \text{ Kat} \Rightarrow M_2 / 12 * (a^2 + b^2) = 558,31 / 12 * (33,3^2 + 10,5^2) \\ = 56721,50 \text{ kNs}^2\text{m}$$

$$1. \text{ Kat} \Rightarrow M_1 / 12 * (a^2 + b^2) = 566,26 / 12 * (33,3^2 + 10,5^2) \\ = 57529,18 \text{ kNs}^2\text{m}$$

Statik itme analizi için gerekli olan modal analizde yukarıda hesaplanan kütleler ve kütlesel atalet momentleri bina ağırlık merkezine uygulanmıştır. Bu işlemten sonra lineer analiz için gerekli işlemler tamamlanmış olur. Analiz yapılarak sistemin mod şekilleri izlenebilir.

4.4. Plastik mafsallık özelliklerinin belirlenmesi

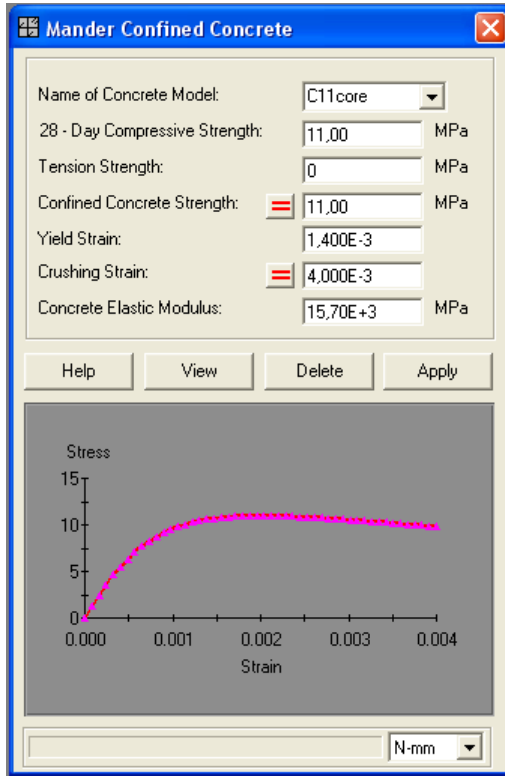
Plastik mafsalların özellikleri moment eğrilik ilişkileri ile tanımlanır. Moment eğrilik ilişkilerinin elde edilebilmesi için çok sayıda iterasyon gerektiren hesaplar yapılmalıdır. Günümüzde bu iterasyonları çok hızlı bir şekilde yapabilen bilgisayar programları mevcuttur. Burada bize düşen görev kesitin doğru bir şekilde modellenmesi ve tabi ki uygun malzeme modellerinin seçilmesidir. Bu çalışmada mafsallık özelliklerinin belirlenmesi için XTRACT V.3.0.3 programından yararlanılmıştır.

4.4.1. Malzeme modelleri

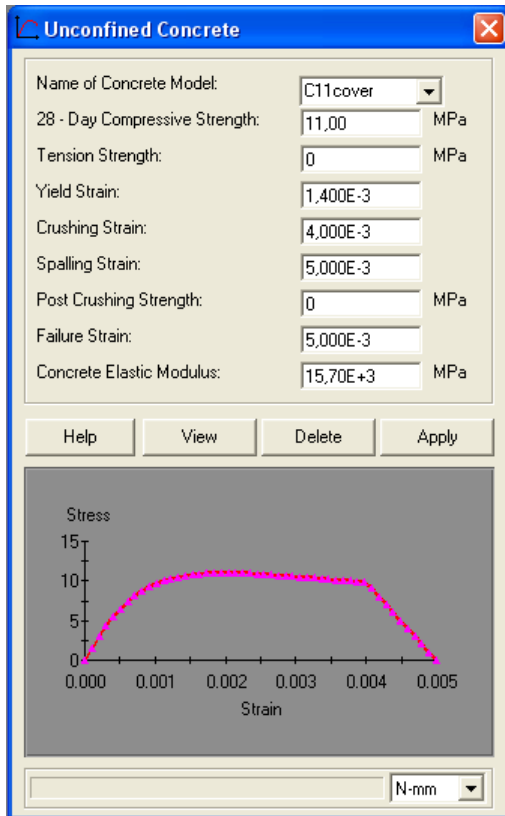
Beton modeli: Beton modeli için XTRACT programında hazır olarak bulunan Mander beton modeli seçilmiştir. Sargılı ve sargısız kesitler için iki ayrı model programda mevcuttur. Kesitin modellenmesinde göbek betonu ve kabuk betonu için iki ayrı model kullanılmıştır. Mevcut binanın modellenmesinde kullanılan beton modelleri Şekil 4.4 ve Şekil 4.5 te gösterilmiştir. Bu çalışmada kullanılan modellerde ayrıca ATC40 ta belirtilen uzama sınır durumlarına da dikkat edilmiştir.

Bu sınırlar şunlardır;

Beton için maksimum birim kısalma değerleri $\Rightarrow$ sargılı betonda $\epsilon_{cu} = 0,02$
 $\Rightarrow$ sargısız betonda $\epsilon_{cu} = 0,005$

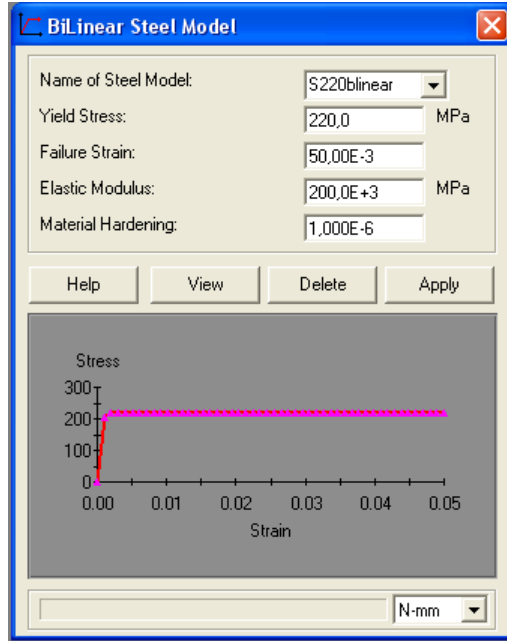


Şekil 4.4 C11 göbek betonu için oluşturulan sargısız beton modeli



Şekil 4.5 C11 kabuk betonu için oluşturulan sargısız beton modeli

Çelik modeli: Çelik için çeşitli modeller program içinde mevcuttur. Eğriliklerin çıkarılmasında pekleşmesiz bilineer çelik modeli kullanılmıştır. Model Şekil 4.6 da gösterildiği gibidir. Maksimum birim uzama $\varepsilon_{su} = 0,05$ değeriyle sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.6 S220 çeliği için oluşturulan bilineer model

4.4.2. Moment eğrilik ilişkilerinin çıkarılması

Eğilme ve eksenel yük veya yalnızca eğilme etkisi altındaki betonarme kesitlerin davranışı, malzemenin doğrusal olmayan davranışı dikkate alınarak hesaplanmış “moment – eğrilik” eğrilerinden izlenebilir. Eğrilik (κ) birim dönme açısını gösterir. Eğrilik (κ) iki kesit arasındaki dönme açısı farkından veya doğrudan kesitteki birim deformasyondan yararlanılarak hesaplanabilir.

$$\text{Eğrilik} = \frac{d\phi}{dx} = \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{1}{\rho} = \kappa \quad (4.1)$$

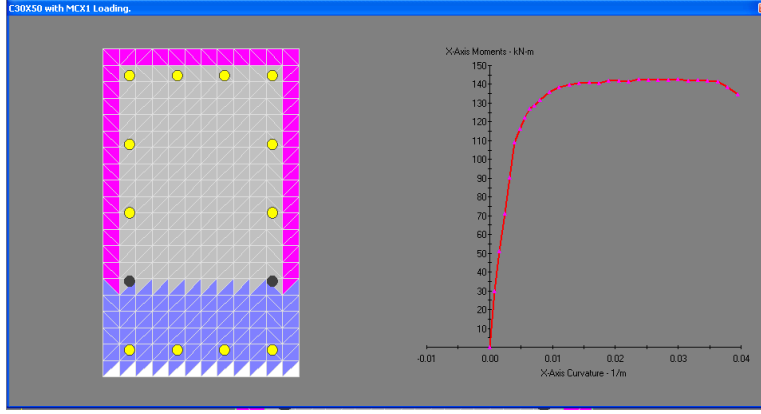
$$\text{ya da } \kappa = \frac{\varepsilon_c}{c} \quad (4.2)$$

Burada “ ε_c ” betondaki birim kısalmayı “c” ise tarafsız eksen derinliğini gösterir.

Denklem (4.1) deki ilişki, eğilmiş kirişin geometrisinden denklem (4.2) deki ise düzlem kesitlerin eğilmeden sonrada düzlem kalacağı varsayımından elde edilmiştir. Betonarmede eğriliğin hesabında genellikle denklem (4.2) den yararlanılır. [8]

Uygun malzeme modelleri belirlendikten sonra kesitler XTRACT programında modellenmiştir. Kesitlerde kabuk betonu ve göbek betonu olarak iki ayrı beton

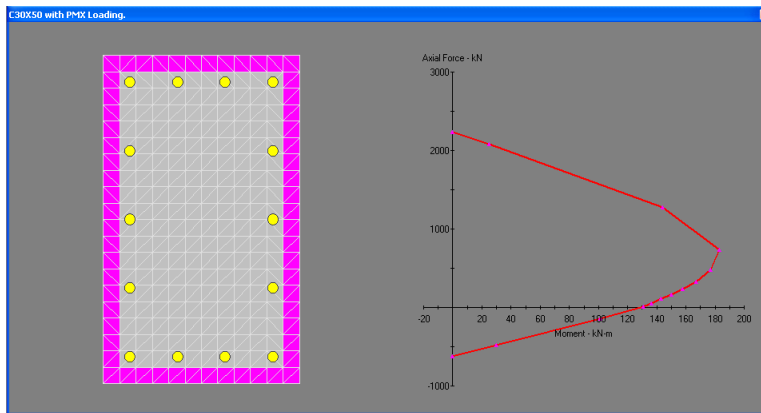
modeli kullanılmıştır. Sargı donatısının uygun olmadığı kabul edilerek beton modelleri oluşturulmuştur. Modelleme donatılarının kesitlere yerleştirilmesinden sonra tamamlanır ve analiz yapılarak moment eğrilik ilişkileri belirlenir. Şekil 4.7 bina kolonlarından birine ait moment eğrilik ilişkisini göstermektedir.



Şekil 4.7 XTRACT programından elde edilen moment-eğrilik bağıntısı

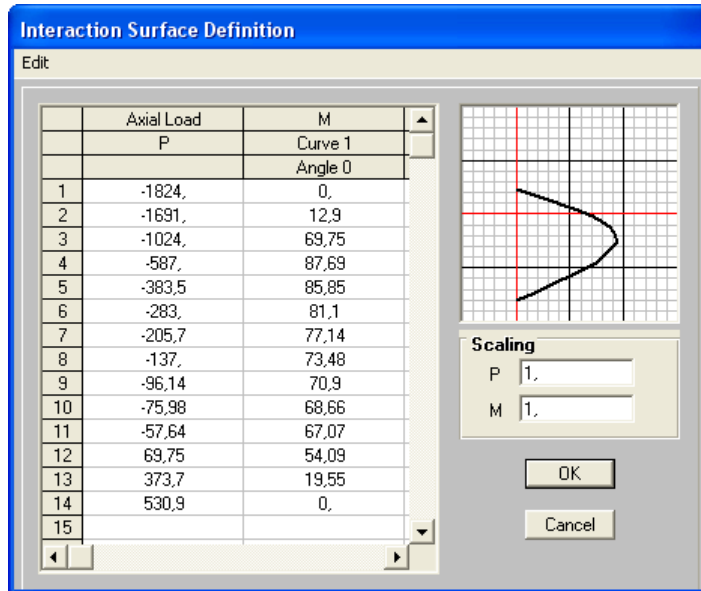
4.4.3. Kesit akma yüzeylerinin (PMM) çıkarılması ve PMM mafsallının tanımlanması

Eksenel kuvvet ve eğilme etkisine maruz elemanların mafsal özelliklerini tanımlamak için akma yüzeylerinin bilinmesi gerekir. PMM bağıntısını elde etmek için XTRACT programı kullanılmıştır. Şekil 4.8 de bina kolonlarından birine ait eksenel kuvvet moment bağıntısı verilmiştir. Program istenilen açı değerine göre PMM değerlerini hesaplamaktadır. Bu çalışmada kolon donatıları simetrik olup yalnızca 0 ve 90 derecelerden geçen eksenler için P-M bağıntıları çıkarılmıştır.



Şekil 4.8 XTRACT programından elde edilen akma yüzeyi

Kolonun zayıf eksenini etrafındaki moment M_2 , kuvvetli eksenini etrafındaki moment ise M_3 olarak SAP2000'de tanımlanmıştır. XTRACT programından elde edilen zayıf eksen etrafındaki moment değerleri 0 derece (angle 0) ile belirtilen kısma, kuvvetli eksen etrafındaki moment değerleri ise 90 derece (angle 90) ile belirtilen kısma girilir. Bu aşamadan önce XTRACT programından elde edilen değerlerin düzenlenmesi gerekmektedir. Program her iki eksen için ayrı ayrı P değerlerinde momentleri göstermektedir. SAP2000'de ise yalnızca bir adet P kısmı vardır, yani M_2 ve M_3 için ortak P değerleri kullanılmalıdır. XTRACT'ten alınan P değerlerinden M_3 için olan değerlere göre M_2 momentleri tekrar düzenlenmiştir. SAP2000'de PMM'in tanımlama Şekil 4.9'da gösterildiği gibi yapılmıştır.



Şekil 4.9 PMM mafsalında akma yüzeylerinin tanımlanması

Akma yüzeylerinin tanımlanmasından sonra istenilen bir eksenel yük değeri için moment eğrilik ilişkisi çıkarılır. Bu çalışmada bina kolonlarının her iki eksenine göre onar adet moment eğrilik ilişkisi çıkarılmıştır. Moment eğrilik ilişkilerinden elde edilen akma ve göçme anındaki moment ve eğrilik değerleri ve kesitlerin mafsal boyları kullanılarak kesitin kabul kriterleri elde edilmiştir. Kolonların eksenel yük düzeylerine göre ayrı ayrı belirlenmiş mafsal özellikleri ve kabul kriterleri ekler kısmında Tablo B.4'te verilmiştir. Akma yüzeyleri (PMM) tanımlanan mafsalda bir sonraki aşamada kolonun üzerine etkiyen eksenel yük değerine göre kabul kriterleri Şekil 4.10'da gösterildiği gibi tanımlanmıştır. Burada dikkat edilecek husus hangi

moment dönme bağıntısının tanımlanacağıdır. SAP2000 de her iki eksen de çalışan kolon için yalnızca bir moment-dönme bağıntısı tanımlanabilir. Bu moment-dönme bağıntısı M3 yani güçlü eksene göre elde edilen moment dönme bağıntısıdır. Kolon ve perdeler için PMM değerleri ekler kısmında Tablo C.1 ve Tablo C.2 de verilmiştir.

Frame Hinge Property Data for C30X40P100 - PMM

Edit

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0.2	-11.61
D-	-0.2	-7.74
C-	-1.09	-7.74
B-	-1	-1
A	0	0
B	1	1
C	1.09	7.74
D	0.2	7.74
E	0.2	11.61

☒ Hinge is Rigid Plastic
☒ Symmetric

Scaling for Moment and Rotation

☐ Use Yield Moment Moment SF Positive Negative
☐ Use Yield Rotation Rotation SF 1.160E-03 Positive Negative

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

Immediate Occupancy Positive 1.93 Negative
Life Safety Positive 5.8 Negative
Collapse Prevention Positive 7.74 Negative

Axial Load - Displacement Relationship

☒ Proportional to Moment - Rotation
☐ Rigid - Perfectly Plastic

Define/Show Interaction

OK
Cancel

Şekil 4.10 PMM mafsalı için kabul kriterlerinin tanımlanması

4.4.4. M3 mafsalının tanımlanması

Kirişlerde eksenel yük düzeyleri oldukça düşüktür. Bu nedenle kirişlerde yalnızca M3 moment mafsalı tanımlanmıştır. XTRACT te yapılan analizler sonucu her kirişe ait mesnet kesitlerinin negatif ve pozitif yükleme durumlarına göre moment eğrilik ilişkileri çıkarılmıştır. Moment eğrilik ilişkileri ekler kısmında Tablo B.1 de ayrıntılı olarak verilmiştir. SAP2000 de M3 mafsalının tanımlanması için kabul kriterlerinin belirlenmesi gereklidir. Bu değerler moment eğrilik ilişkilerinden elde edilen akma ve göçme durumlarına ait moment ve eğrilik değerleri ve kesitlerin mafsal boyları

kullanılarak elde edilmiştir. Kabul kriterleri ekler kısmında Tablo B.2 de verilmiştir. Şekil 4.11 de bina kirişlerinden birine ait M3 mafsalıının tanımlanması gösterilmiştir.

Frame Hinge Property Data for K101L - M3

Edit

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0,2	-35,39
D-	-0,2	-23,59
C-	-1,1	-23,59
B-	-1,07	-1,
A	0,	0,
B	1,	1,
C	1,04	35,49
D	0,2	35,49
E	0,2	53,24

☒ Hinge is Rigid Plastic
☐ Symmetric

Scaling for Moment and Rotation

	Positive	Negative
☐ Use Yield Moment	Moment SF 93,55	138,6
☐ Use Yield Rotation	Rotation SF 8,500E-04	9,800E-04

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

	Positive	Negative
Immediate Occupancy	8,87	-5,9
Life Safety	26,62	-17,7
Collapse Prevention	35,49	-23,59

OK
Cancel

Şekil 4.11 M3 mafsalı için kabul kriterlerinin tanımlanması

4.5. Statik İtme Analizi İçin Yapılan Yüklemeler

Her bir eleman için mafsal özellikleri tanımlanıp kesitlere atandıktan sonraki adımda statik itme analizi için gerekli yüklemeler oluşturulur. Binanın modellenmesinde tanımlanan G ve Q yüklerine ilave olarak kat ağırlık merkezlerine ilgili katların kütleleri ve kütsel atalet momentleri atanır. Kat kütleleri ve kütsel atalet momentleri 4.3.2 de hesaplanmıştı. Bir sonraki aşamada modal analiz parametreleri tanımlanır. Her bir kat için üç mod olmak üzere toplam 9 mod tanımlanır. Ancak statik itme analizinde yalnızca ilgili yöndeki en büyük modlar dikkate alınır. Yapılan modal analiz sonucunda binanın 1. doğal periyodu uzun doğrultuda (X yönü) $T_x = 0,8865$ s, 2. doğal periyodu ise kısa doğrultuda (Y yönü) $T_y = 0,6356$ s olarak gerçekleşmiştir. Üç boyutlu statik itme analizi için üç adet yükleme gereklidir. Bunlar düşey doğrultuda yapılacak olan ve binanın düşey yüklerini temsil eden

PUSH1, X yönünde yapılacak olan statik itmeyi temsil eden PUSH2 ve Y yönünde yapılacak olan statik itmeyi temsil eden PUSH3 yüklemesidir.

PUSH1 (Düşey yönde) yüklemesi: Statik itme analizi için yapılacak ilk yükleme düşey yükleri içeren yüklemedir. Statik itme analizinde çatı deplasmanı binayı temsil eden bir noktanın deplasmanı olarak izlenir. Buna en uygun nokta binanın ağırlık merkezinin bulunduğu noktadır ve kat kütlesi de bu noktadadır. Bu nokta yüklemelerde deplasmanın izleneceği nokta olarak tanımlanır. Geometri bakımından lineer olmayan durumun dikkate alınabilmesi için P-Delta seçeneği aktif hale getirilir. Yükleme şekli (load pattern) için G ve Q yükleri tanımlanır. Bütün bu işlemler Şekil 4.12 de gösterildiği şekilde yapılarak PUSH1 tamamlanır.

Load	Scale Factor
G	1.0
Q	1.0

Şekil 4.12 PUSH1 yüklemesi

PUSH2 (X yönü) yüklemesi: Statik itme analizi için yapılacak ikinci yükleme X yönünde yapılan yatay yüklemedir. Bu yükleme düşey yüklemenin (PUSH1) bittiği noktadan başlar. Yükleme şekli için X yönündeki en büyük mod seçilir. Yapılacak itmenin miktarı deplasman değeri olarak ilgili yere yazılır. İlk aşamada bina yüksekliğinin % 4 ü bu değer içindir ancak eğer analiz tamamlanamazsa bu değer

azaltılarak analiz tekrarlanır. Bütün bu işlemler Şekil 4.13 de gösterildiği şekilde yapılarak PUSH2 tamamlanır.

Static Pushover Case Data

Pushover Case Name: PUSH2

Options

- ☐ Push to Load Level Defined by Pattern
- ☒ Push to Displ. Magnitude: 0.038
- ☐ Use Conjugate Displ. for Control
- Monitor: U1 at Joint: 127
- Start from Previous Pushover: PUSH1
- ☒ Save Positive Increments Only
- Minimum Saved Steps: 10
- Maximum Null Steps: 200
- Maximum Total Steps: 500
- Maximum Iterations/Step: 10
- Iteration Tolerance: 1.000E-04
- Event Tolerance: 0.01

Member Unloading Method

- ☒ Unload Entire Structure
- ☐ Apply Local Redistribution
- ☐ Restart Using Secant Stiffness

Geometric Nonlinearity Effects

- ☐ None
- ☒ P-Delta
- ☐ P-Delta and large Displacements

Load Pattern

Load	Scale Factor
MODE	1.
MODE 1	1.

Buttons: Add, Modify, Delete, OK, Cancel

Şekil 4.13 PUSH2 yükleme

PUSH3 (Y yönü) yükleme: Statik itme analizi için yapılacak üçüncü yükleme Y yönünde yapılan yatay yüklemedir. Bu yükleme de PUSH2 de olduğu gibi düşey yüklemenin (PUSH1) bittiği noktadan başlar. Yükleme şekli için Y yönündeki en büyük mod seçilir. Yapılacak itmenin miktarı deplasman değeri olarak ilgili yere yazılır. İlk aşamada bina yüksekliğinin % 4 ü bu değer için uygundur ancak eğer analiz tamamlanamazsa bu değer azaltılarak analiz tekrarlanır. Bütün bu işlemler Şekil 4.14 te gösterildiği şekilde yapılarak PUSH3 tamamlanır.

Yüklemeler de tamamlandıktan sonra doğrusal olmayan analiz için gerekli olan tüm işlemler tamamlanmış olur. Eğer binanın analizi yapıldıysa direkt olarak statik itme analizine (pushover) geçilir. SAP2000 de doğrusal olmayan analiz yaptırılır ve analiz devam ederken her aşama izlenir ve tamamlanamayan yüklemeler belirlenerek seçilen deplasman değerleri azaltılarak analiz tekrarlanır. Bu aşama binanın göçme deplasman seviyesini buluncaya kadar devam ettirilir. Analiz tamamlandıktan sonra

ilgili kısımlara deprem yoğunluğunu temsil etmek üzere C_A ve C_V değerleri girilir ve performans noktasının yakalanıp yakalanamadığı incelenir.

Şekil 4.14 PUSH3 yüklemesi

4.6. Statik İtme Analizi Sonuçları

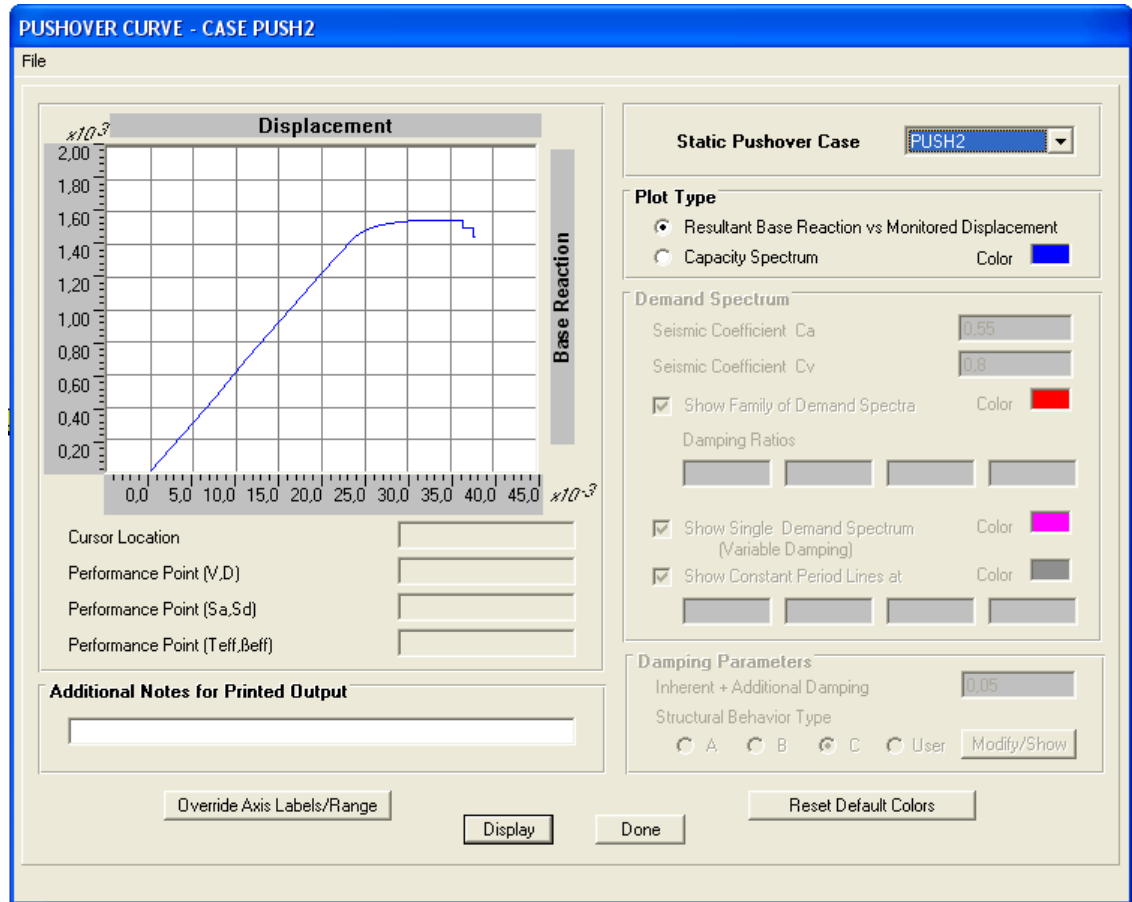
4.6.1. X yönündeki statik itme analizi sonuçları

Binanın X yönünde yapılan itme analizi sonucunda Şekil 4.15 te verilen kapasite eğrisi elde edilmiştir. Şekil 4.16 da verilen göçme anı mafsalları konumları incelendiğinde binanın ilk katta oluşan kat mekanizması sonucunda göçme durumuna geldiği görülmüştür. Kolonların kuvvetli yönleri Y yönündedir buna ilaveten kat yüksekliği de oldukça fazladır. Sargı donatısı eksikliği ile sünekliğin yeterli olmaması ve beton kalitesindeki düşüklük v.b. gibi nedenlerden ötürü kapasite eğrisi talebi karşılayamayacak düzeyde kalmıştır. Enerji yutma kapasitesi az olduğu için bina deprem talebini azaltacak şekilde davranamamıştır. Spektral ivme değerleri kapasite ve talep için ayrı ayrı olmak üzere her bir adım için Tablo 4.4 te verilmiştir. Kapasite eğrisi değerleri tablosu (Tablo 4.1) ve kapasite-talep kıyaslama tablosu (Tablo 4.2) incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Göçme anındaki çatı deplasmanı ve taban kesme kuvveti şunlardır;

- Taban kesme kuvveti $V_X = 1451,33 \text{ kN}$
- Çatı deplasmanı $d = 0,038 \text{ m}$

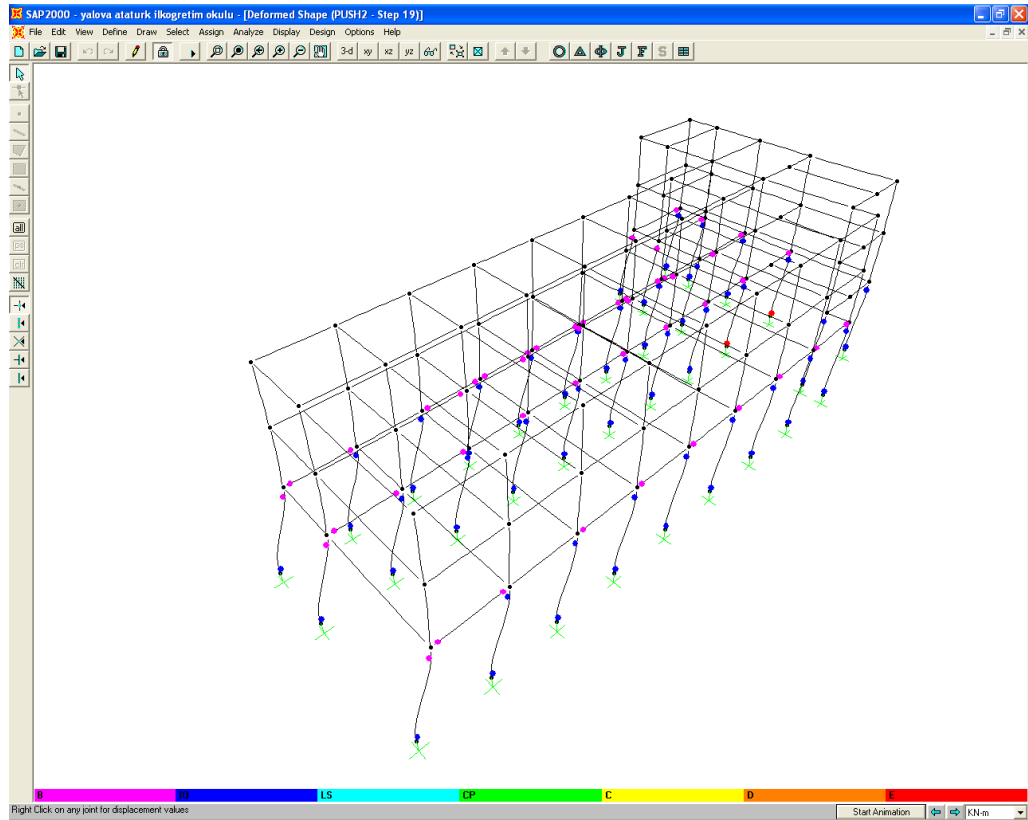
Binanın X yönündeki spektral ivme kapasitesi 0,104g olarak gerçekleşmiştir. Bu değer servis depremi talebini dahi karşılayamayacak düzeydedir. Binaın X yönünde yatay yük taşıma kapasitesinin artırılmasına ihtiyaç vardır. Betonarme perdeler ilavesiyle sistemin rijitliği ve yatay yük kapasitesi artırılarak bölgede oluşabilecek maksimum depreme dayanacak hale getirilmesi gereklidir.



Şekil 4.15 Binaın X yönündeki kapasite eğrisi

Tablo 4.1 PUSH2 yüklemesi kapasite eğrisi değerleri ve mafsals konumları

PUSHOVER CURVE											
Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	-6,875E-05	0,0000	534	0	0	0	0	0	0	0	534
1	0,0037	232,3457	534	0	0	0	0	0	0	0	534
2	0,0075	464,6910	534	0	0	0	0	0	0	0	534
3	0,0113	697,0363	534	0	0	0	0	0	0	0	534
4	0,0151	929,3815	534	0	0	0	0	0	0	0	534
5	0,0189	1161,7268	534	0	0	0	0	0	0	0	534
6	0,0199	1218,4537	533	1	0	0	0	0	0	0	534
7	0,0239	1443,9888	507	27	0	0	0	0	0	0	534
8	0,0253	1491,7278	482	52	0	0	0	0	0	0	534
9	0,0268	1518,5729	454	80	0	0	0	0	0	0	534
10	0,0290	1537,4453	437	93	4	0	0	0	0	0	534
11	0,0312	1544,0573	431	76	27	0	0	0	0	0	534
12	0,0328	1546,7867	427	66	41	0	0	0	0	0	534
13	0,0358	1549,6594	423	54	57	0	0	0	0	0	534
14	0,0364	1549,6034	423	48	62	0	0	1	0	0	534
15	0,0364	1499,6954	423	48	62	0	0	0	0	1	534
16	0,0368	1500,1921	423	47	63	0	0	0	0	1	534
17	0,0376	1500,5520	423	47	62	0	0	1	0	1	534
18	0,0376	1450,8892	423	47	62	0	0	0	0	2	534
19	0,0380	1451,3257	423	46	63	0	0	0	0	2	534



Şekil 4.16 PUSH2 yüklemesinde göçme anındaki mafsals konumları

Tablo 4.2 PUSH2 yüklemesi kapasite-talep karşılaştırılması

PUSHOVER CAPACITY/DEMAND COMPARISON								
File	Step	Teff	Beff	Sd(C)	Sa(C)	Sd(D)	Sa(D)	ALPHA
	0	0,877	0,050	0,000	0,000	0,174	0,912	1,000
	1	0,877	0,050	3,587E-03	0,019	0,174	0,912	0,862
	2	0,890	0,053	6,909E-03	0,035	0,174	0,885	0,921
	3	0,894	0,053	0,010	0,052	0,175	0,883	0,941
	4	0,896	0,052	0,014	0,068	0,176	0,883	0,950
	5	0,897	0,052	0,017	0,085	0,177	0,883	0,956
	6	0,898	0,052	0,018	0,089	0,177	0,883	0,957
	7	0,906	0,055	0,021	0,105	0,176	0,864	0,960
	8	0,917	0,059	0,023	0,108	0,175	0,836	0,961
	9	0,938	0,067	0,024	0,110	0,173	0,789	0,962
	10	0,974	0,081	0,026	0,111	0,170	0,723	0,964
	11	1,011	0,094	0,028	0,111	0,170	0,667	0,966
	12	1,039	0,103	0,030	0,111	0,170	0,632	0,966
	13	1,090	0,117	0,033	0,111	0,171	0,579	0,968
	14	1,100	0,119	0,033	0,111	0,171	0,570	0,968
	15	1,120	0,129	0,034	0,108	0,170	0,546	0,969
	16	1,125	0,131	0,034	0,108	0,170	0,541	0,969
	17	1,139	0,134	0,035	0,108	0,171	0,531	0,969
	18	1,160	0,135	0,035	0,104	0,174	0,520	0,968
	19	1,165	0,136	0,035	0,104	0,174	0,516	0,968

4.6.2. Y yönündeki statik itme analizi sonuçları

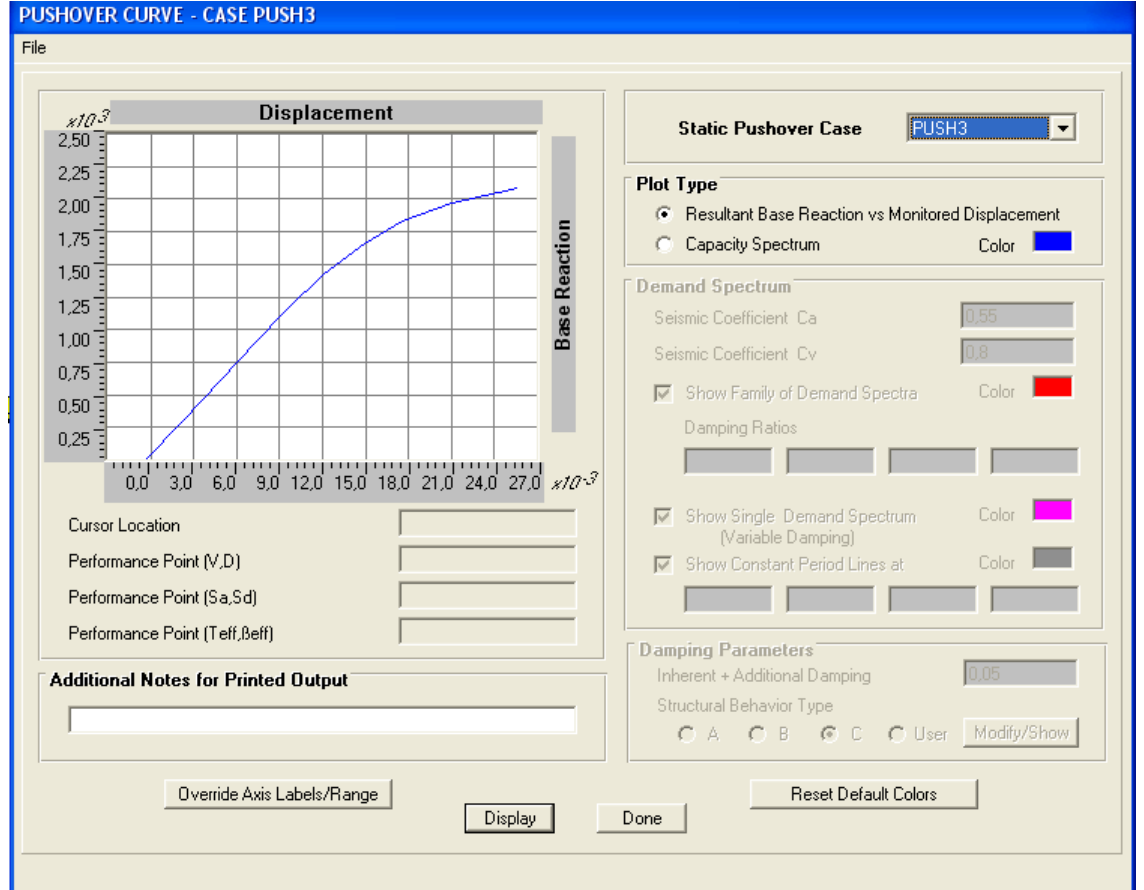
Binanın Y yönünde yapılan itme analizi sonucunda Şekil 4.17 de verilen kapasite eğrisi elde edilmiştir. Şekil 4.18 de verilen göçme anı mafsalları konumları incelendiğinde binanın ilk katta oluşan kat mekanizması sonucunda göçme durumuna geldiği görülmüştür. Kolonların yeterince sünek olmaması, binanın Y yönündeki rijitlik merkezinin ağırlık merkezinden uzaklaşması v.b. gibi nedenlerden ötürü kapasite eğrisinde akma bölgesi çok kısa kalmıştır bu da sönümün az olmasına yol açmıştır. Enerji yutma kapasitesi az olduğu için bina deprem talebini azaltacak şekilde davranamamıştır. Spektral ivme değerleri kapasite ve talep için ayrı ayrı olmak üzere her bir adım için Tablo 4.4 te verilmiştir. Kapasite eğrisi değerleri tablosu (Tablo 4.3) ve kapasite-talep kıyaslama tablosu (Tablo 4.4) incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Göçme anındaki çatı deplasmanı ve taban kesme kuvveti şunlardır;

- Taban kesme kuvveti $V_Y = 2083,50$ kN
- Çatı deplasmanı $d = 0,026$ m

Binanın Y yönündeki spektral ivme kapasitesi 0,149g olarak gerçekleşmiştir. Bu değer servis depremi talebini dahi karşılayamayacak düzeydedir. X yönünde olduğu gibi binanın Y yönünde de yatay yük taşıma kapasitesinin artırılmasına ihtiyaç vardır. Yatay yük taşıyıcı sistemin güçlendirilmesi ve rijitliğin artırılması ile binanın

kapasitesi artırılabilir. Y yönünde de betonarme perdeler ilave edilerek binanın bölgede oluşabilecek maksimum depreme dayanacak hale getirilmesi gereklidir.

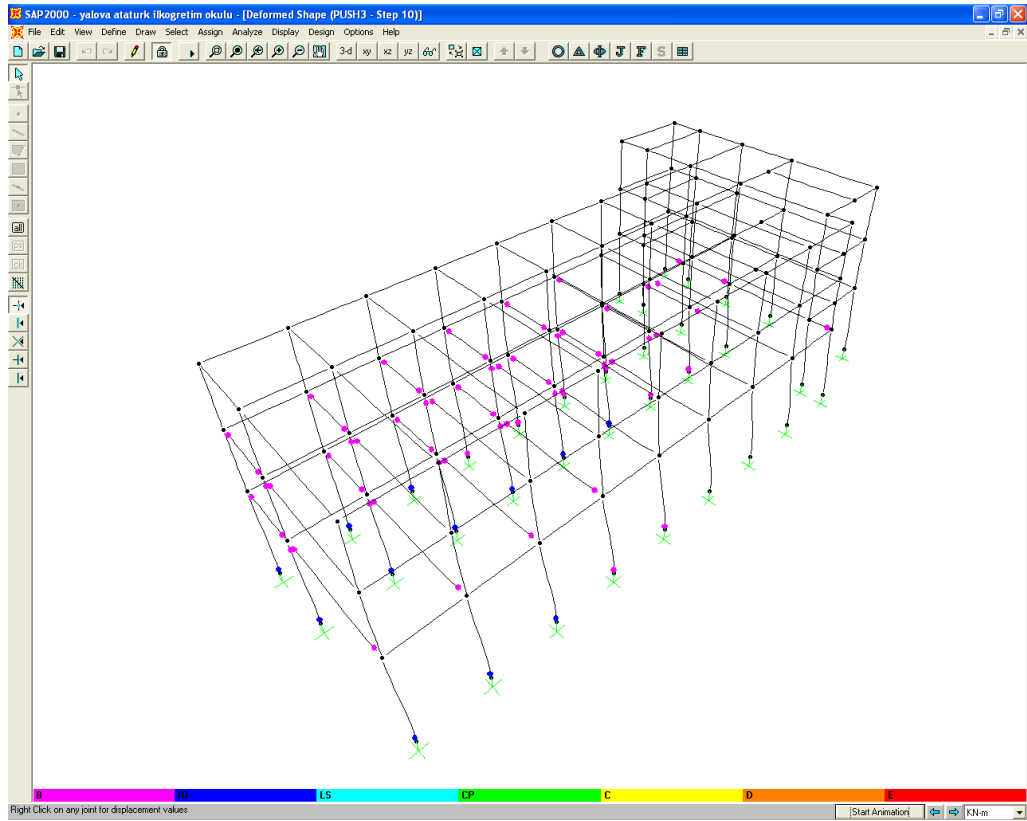
X ve Y yönünde yapılan statik itme analizi sonuçları irdelenmiştir ve binanın güçlendirilmesine karar verilmiştir. Güçlendirme işlemi binaya her iki yönde perde ilavesi ve perde uç bölgelerindeki kolonların mantolanması şeklinde olacaktır.



Şekil 4.17 Binanın Y yönündeki kapasite eğrisi

Tablo 4.3 PUSH3 yüklemesi kapasite eğrisi değerleri ve mafsall konumları

Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	-3,711E-04	0,0000	534	0	0	0	0	0	0	0	534
1	0,0022	303,7943	534	0	0	0	0	0	0	0	534
2	0,0048	607,5886	534	0	0	0	0	0	0	0	534
3	0,0074	911,3828	534	0	0	0	0	0	0	0	534
4	0,0094	1141,8145	533	1	0	0	0	0	0	0	534
5	0,0122	1430,4484	523	11	0	0	0	0	0	0	534
6	0,0149	1664,2422	510	24	0	0	0	0	0	0	534
7	0,0176	1834,3208	495	39	0	0	0	0	0	0	534
8	0,0210	1973,0255	476	54	4	0	0	0	0	0	534
9	0,0243	2055,7563	462	62	10	0	0	0	0	0	534
10	0,0256	2083,4971	457	65	12	0	0	0	0	0	534



Şekil 4.18 PUSH3 yüklemesinde göçme anındaki mafsal konumları

Tablo 4.4 PUSH3 yüklemesi kapasite-talep karşılaştırılması

PUSHOVER CAPACITY/DEMAND COMPARISON									
File	Step	Teff	Beff	Sd(C)	Sa(C)	Sd(D)	Sa(D)	ALPHA	PF*β
	0	0,655	0,050	0,000	0,000	0,130	1,222	1,000	1,000
	1	0,655	0,050	2,377E-03	0,022	0,130	1,222	0,947	1,094
	2	0,648	0,050	4,576E-03	0,044	0,129	1,235	0,963	1,136
	3	0,646	0,050	6,785E-03	0,066	0,128	1,239	0,968	1,150
	4	0,645	0,050	8,464E-03	0,082	0,128	1,240	0,970	1,155
	5	0,651	0,050	0,011	0,103	0,129	1,228	0,971	1,159
	6	0,666	0,050	0,013	0,119	0,132	1,201	0,971	1,162
	7	0,687	0,069	0,015	0,131	0,126	1,071	0,971	1,163
	8	0,724	0,084	0,018	0,141	0,125	0,963	0,971	1,162
	9	0,762	0,098	0,021	0,147	0,126	0,875	0,972	1,160
	10	0,778	0,103	0,022	0,149	0,127	0,843	0,972	1,159

5. GÜÇLENDİRİLEN OKUL BİNASININ STATİK İTME YÖNTEMİYLE DEPREM GÜVENLİĞİNİN TAHKİKİ

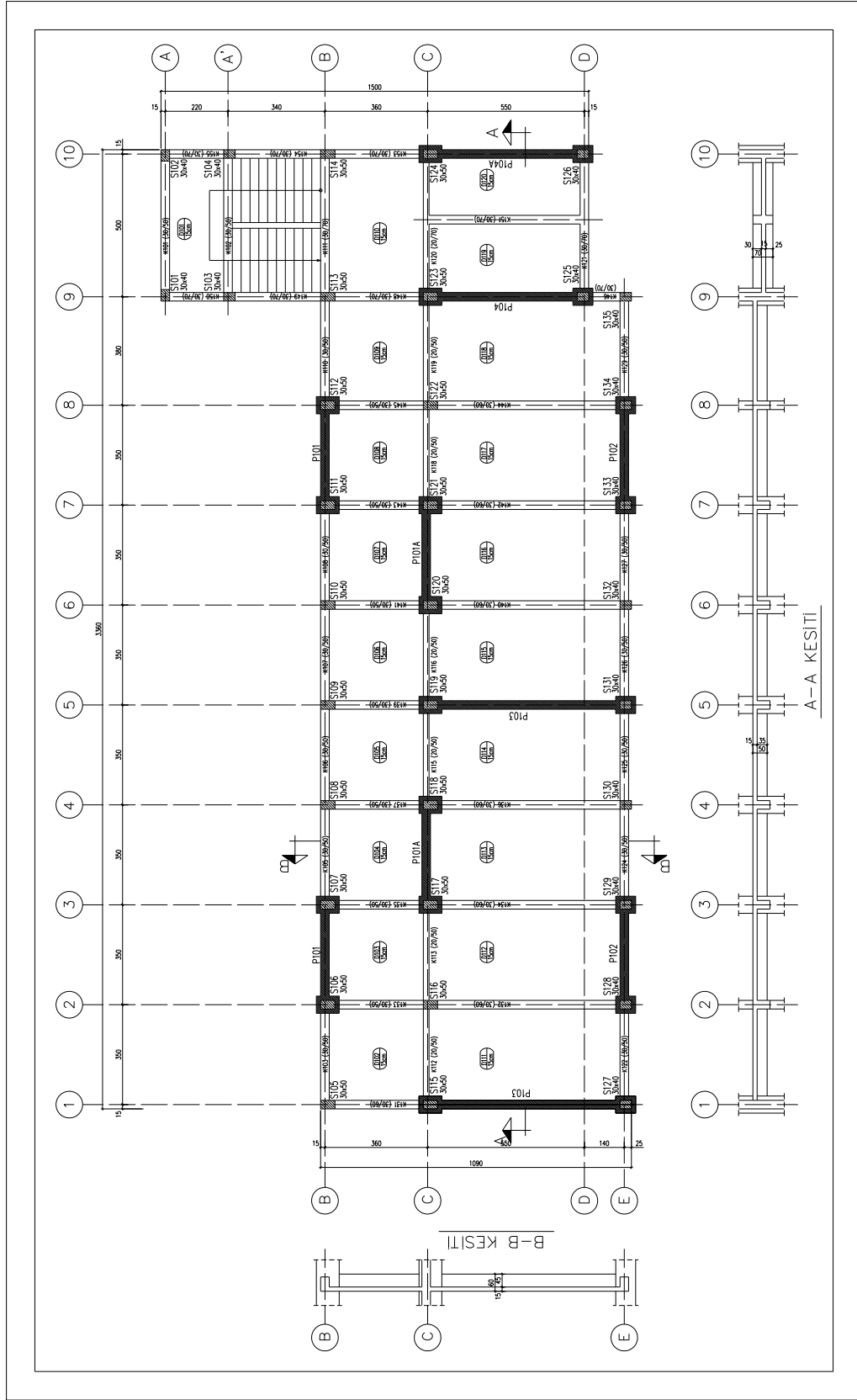
5.1. Giriş

Bu bölüm, bir önceki bölümde tahkiki yapılan ve bölgede beklenen deprem taleplerini karşılayamayacağı görülen binanın istenilen performans düzeyine getirilmesi için gerekli kısımlara perde ilavesi ve perde uçlarındaki kolonların mantolanması ile yapılan güçlendirme ve yapılan bu takviyelerin statik itme yöntemiyle tahkikini içermektedir. Mevcut deprem yönetmeliğinde [9] okul binalarının spektral ivme katsayısı belirlenirken yapı önem katsayısı $I=1,4$ alınmaktadır. ATC40 ta ise bu tür binaların tahkikinde kullanılan maksimum depremi elde etmek için $E=1,25$ katsayısı ile C_A ve C_V katsayıları artırılır. Bu çalışmada ATC40 ta verilen maksimum deprem taleplerini karşılayacak şekilde güçlendirilen okul binasının tahkiki yapılacaktır.

5.2. Güçlendirilen Bina Hakkında Bilgiler

Bina mevcut durumu ile servis depremi düzeyinde dahi herhangi bir performans noktasını yakalayamamıştır. Binadan beklenen performans düzeyine ulaşması için gerekli görülen yerlere perde ilaveleri yapılmıştır. Bu ilaveleri de içeren kat kalıp planı Şekil 5.1 de verilmiştir. Yapılan ilavelere ait malzeme sınıfları C25 ve S420 olarak dikkate alınmıştır. Güçlendirme için yapılan ilave perdelerden dolayı artan kütle hesaplarda dikkate alınmıştır.

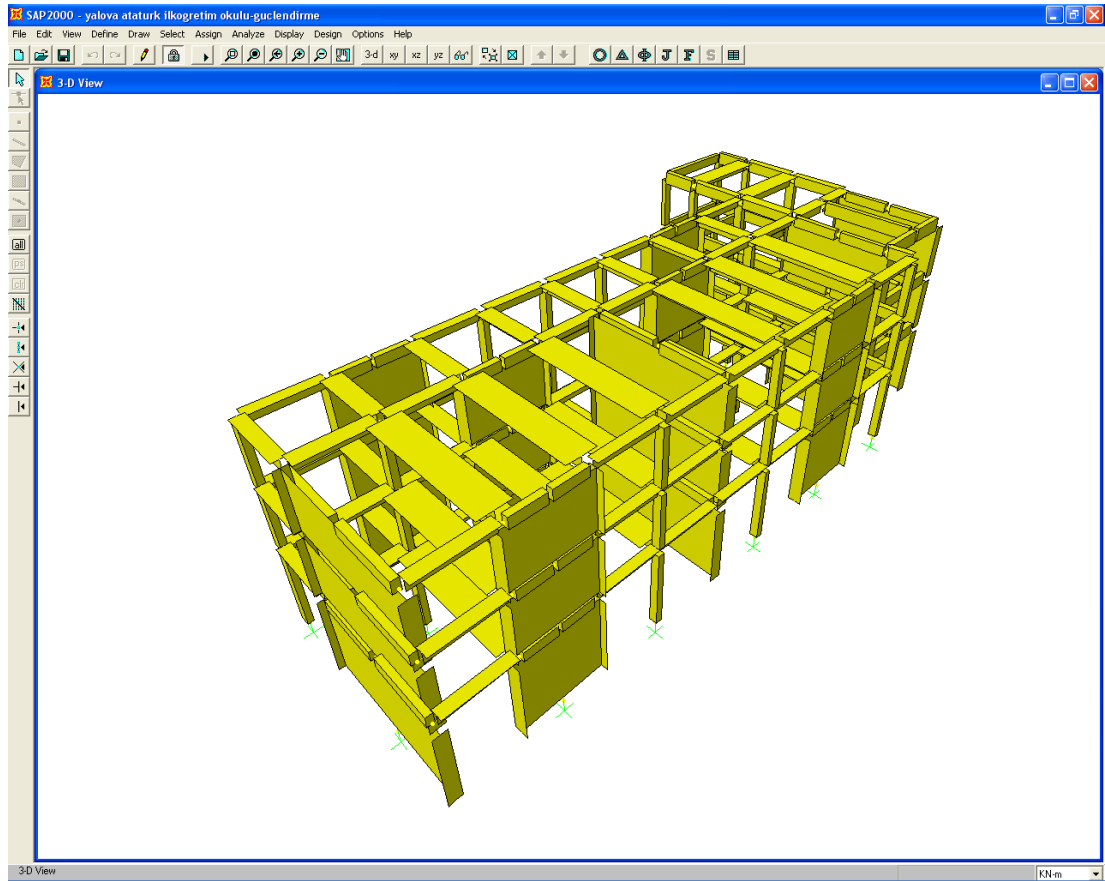
Binanın tahkikinde kullanılan deprem katsayıları $C_A=0,55$, $C_V=0,80$ olarak alınmıştır ve bu değerlerde binanın performans noktasını yakalaması amaçlanmıştır. Taslak halindeki deprem yönetmeliğinde [10] okul binalarına için istenen performans düzeyi can güvenliği performans düzeyidir ki bu durumu okul binaları maksimum deprem sonrasında sağlamalıdır.



Şekil 5.1 Kat kalıp planı

5.3. Güçlendirilen Binanın Modellenmesi

Tahkik için kullanılan modelde uygun yerlere perdelerin ilave edilmesi ile güçlendirilmiş yapı modellenmiştir olur (Şekil 5.2). Perdeler çubuk (frame) eleman olarak modellenmiştir. Bu durumda perde düzlemine dik yönde perde uçlarına bağlanan kirişlerin perdeyle beraber çalışabilmesi için rijitlikleri yüksek fiktif kirişler tanımlanmıştır. Perde düzlemine dik kirişler bu fiktif kirişlere bağlanmıştır. İlave perdelerin rijitlikleri için ATC40 ta önerilen azaltma katsayıları kullanılmıştır. Mevcut yapıda duvar olan yerlere perde yapılması sonucu yapı ağırlıklarında artış olmuştur. Bu artış perdeler eksenel yük olarak yansıtılmıştır. Kat kütlelerindeki artışlar ise bir sonraki bölümde hesaplanmıştır.



Şekil 5.2 Güçlendirilmiş binanın üç boyutlu modeli

Perdelerin ve fiktif kirişlerin sisteme eklenmesinden sonra ilave perdelerin plastik mafsallık özellikleri ve PMM değerleri 4. bölümde anlatıldığı gibi tanımlanır ve perdelerin mafsallık noktalarına atanır. Perde mafsalları ilk katta kat orta noktasına atanmıştır.

5.3.1. Kat ağırlıkları ve kat kütlelerinin hesabı

Dördüncü bölümde hesaplanan kat ağırlıkları ilave edilen perdeler ve mantolanan kolonlardaki ağırlık artışı sebebiyle değişmiştir. Güçlendirilmiş binanın kat ağırlıkları dördüncü bölümde olduğu gibi hesaplanmıştır.

Kat ağırlıkları:

$$3. \text{ Kat} \quad \sum G = 3286,58 \text{ kN}$$

$$\sum Q = 740,76 \text{ kN}$$

$$2. \text{ Kat} \quad \sum G = 5350,28 \text{ kN}$$

$$\sum Q = 1519,80 \text{ kN}$$

$$1. \text{ Kat} \quad \sum G = 6044,81 \text{ kN}$$

$$\sum Q = 1519,80 \text{ kN}$$

Kat kütleleri:

$$3. \text{ Kat} \Rightarrow W_3 = G_3 + n * Q_3 = 3286,58 + 0,60 * 740,76 = 3731,04 \text{ kN}$$

$$n = 0.60 \text{ (okul binaları)}$$

$$M_3 = W_3 / g = 3731,04 / 9,81 = 380,33 \text{ kNs}^2/\text{m}$$

$$2. \text{ Kat} \Rightarrow W_2 = G_2 + n * Q_2 = 5350,28 + 0,60 * 1519,80 = 6262,16 \text{ kN}$$

$$M_2 = W_2 / g = 6262,16 / 9,81 = 638,35 \text{ kNs}^2/\text{m}$$

$$1. \text{ Kat} \Rightarrow W_1 = G_1 + n * Q_1 = 6044,81 + 0,60 * 1519,80 = 6956,69 \text{ kN}$$

$$M_1 = W_1 / g = 6956,69 / 9,81 = 709,14 \text{ kNs}^2/\text{m}$$

Kütlesel atalet momentleri:

$$3. \text{ Kat} \Rightarrow M_3 / 12 * (a^2 + b^2) = 380,33 / 12 * (33,3^2 + 10,5^2) \\ = 38639,63 \text{ kNs}^2\text{m}$$

$$2. \text{ Kat} \Rightarrow M_2 / 12 * (a^2 + b^2) = 638,35 / 12 * (33,3^2 + 10,5^2) \\ = 64853,17 \text{ kNs}^2\text{m}$$

$$1. \text{ Kat} \Rightarrow M_1 / 12 * (a^2 + b^2) = 709,14 / 12 * (33,3^2 + 10,5^2) \\ = 72045,08 \text{ kNs}^2\text{m}$$

Statik itme analizi için gerekli olan modal analizde yukarıda hesaplanan kütleler ve dönme atalet momentleri bina ağırlık merkezine uygulanmıştır.

Yapılan modal analiz sonucunda bina periyotları:

$$X \text{ yönünde 1. doğal periyot} = 0,1667 \text{ s}$$

$$Y \text{ yönünde 1. doğal periyot} = 0,1295 \text{ s}$$

Olarak gerçekleştirilmiştir. Statik itme analizi için gerekli yüklemeler dördüncü bölümde anlatıldığı gibi yapılarak model tamamlanmıştır. Doğrusal olmayan analiz yapılarak binanın performansı belirlenir.

5.4. Statik İtme Analizi Sonuçları

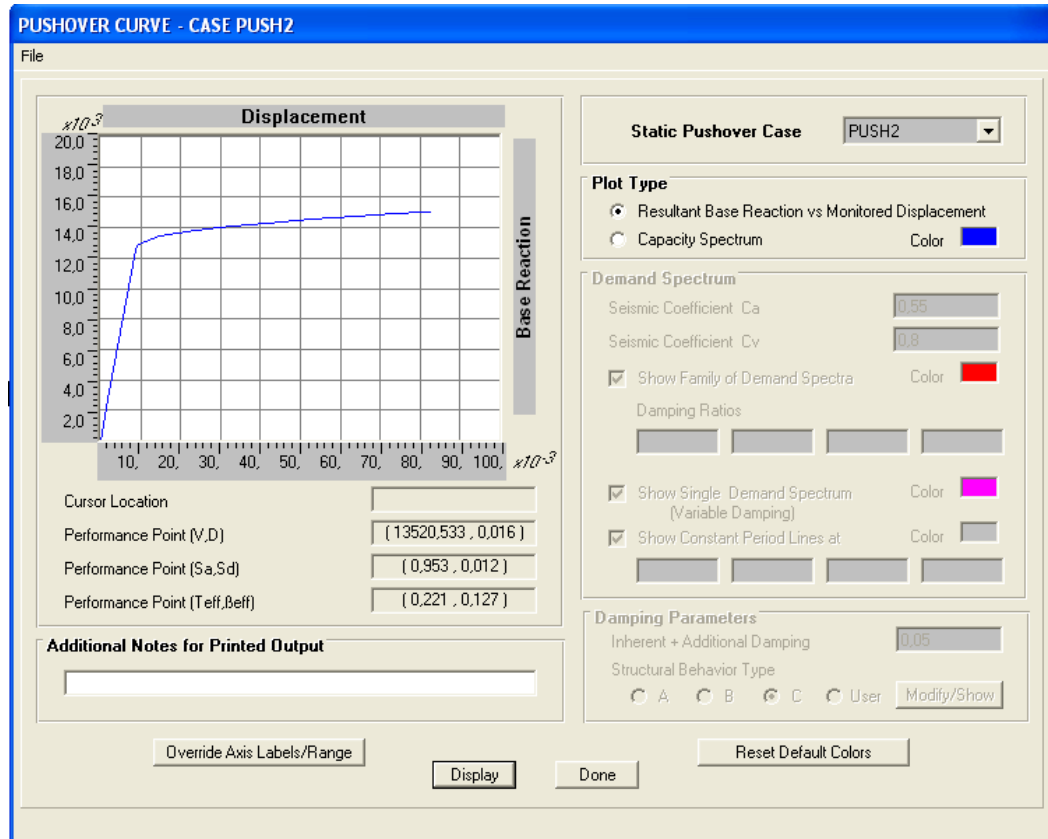
5.4.1. X yönündeki statik itme analizi sonuçları

Binanın X yönünde yapılan itme analizi sonucunda Şekil 5.3 te verilen kapasite eğrisi elde edilmiştir. Spektral ivme değerleri kapasite ve talep için ayrı ayrı olmak üzere her bir adım için Tablo 5.2 te verilmiştir. Kapasite eğrisi değerleri tablosu (Tablo 5.1) ve kapasite-talep kıyaslama tablosu (Tablo 5.2) incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Göçme anındaki çatı deplasmanı ve taban kesme kuvveti şunlardır;

- Taban kesme kuvveti $V_X = 15015,03 \text{ kN}$
- Çatı deplasmanı $d = 0,083 \text{ m}$

Binanın X yönündeki spektral ivme kapasitesi $1,091g$ olarak gerçekleşmiştir. Bu değer deprem talebinin oldukça üstündedir.



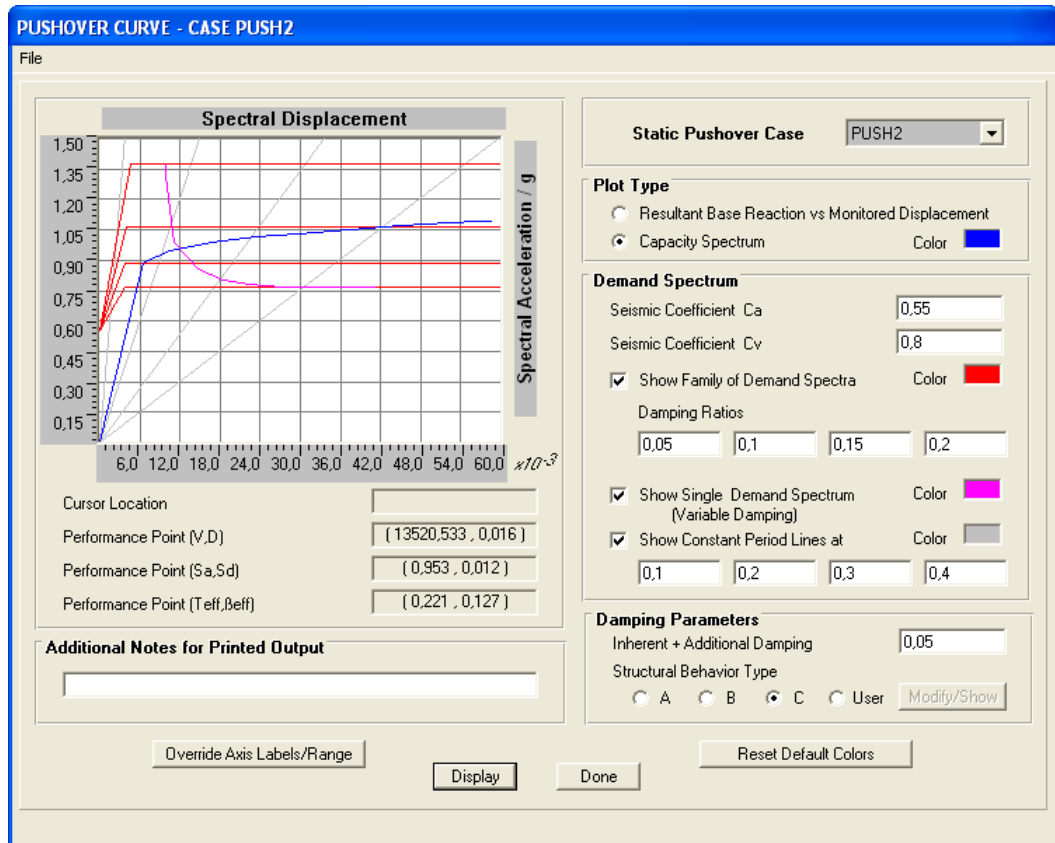
Şekil 5.3 Binaın X yönündeki kapasite eğrisi

X yönündeki performans noktasının belirlenmesi

Binanın bulunduğu bölgede oluşabilecek maksimum depreme göre hesaplanan deprem katsayıları (C_A , C_V) Şekil 5.4 te gösterildiği gibi yerlerine yazılır, SAP2000 bu değerlere göre talep spektrumunu üretir ve talep spektrumuyla kapasite spektrumunu adım adım kıyaslar (Tablo 5.2). Bu işlem sırasında $S_a(C)$ ve $S_a(D)$ değerlerinin eşitlendiği noktayı performans noktası olarak belirler.

X yönünde yapılan statik itme sonucunda performans noktası aşağıdaki gibidir.

- Taban kesme kuvveti $V_X = 13520,53 \text{ kN}$
- Çatı deplasmanı $d = 0,016 \text{ m}$
- Spektral ivme $S_a = 0,953g$



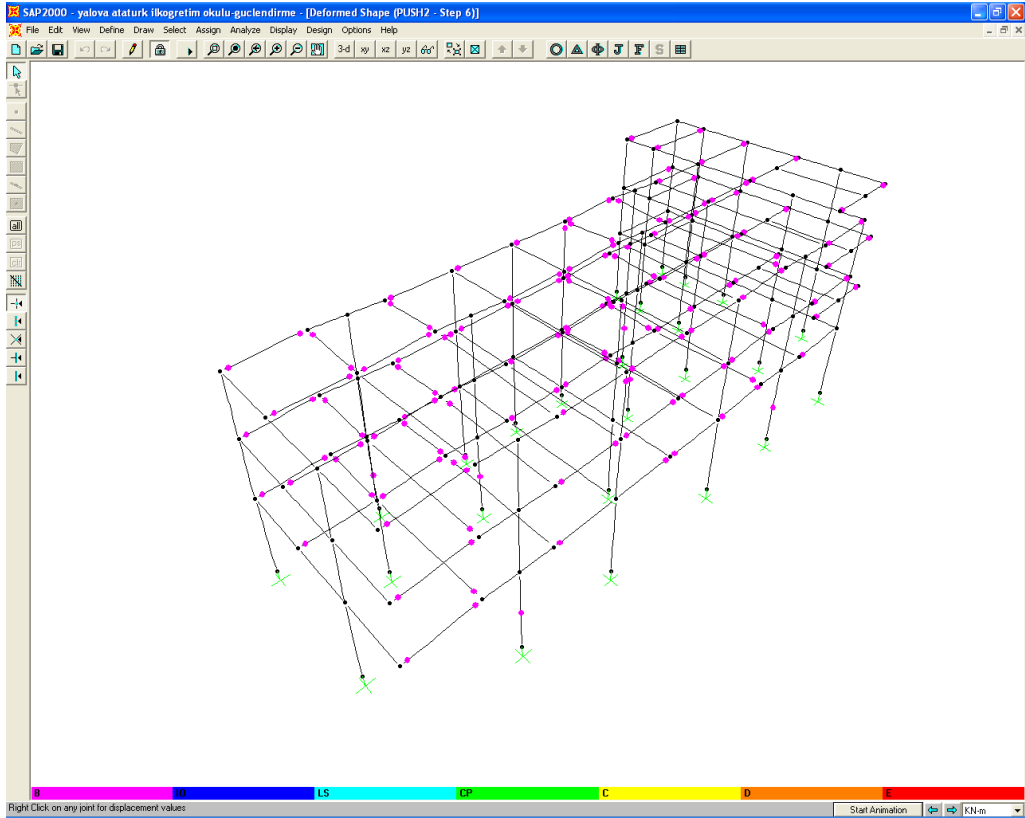
Şekil 5.4 Binaın X yönündeki performans noktası

Performans noktası deplasman değerinden faydalanılarak Tablo 5.1 den hangi adımda yada adımlar arasında performans noktasının yakalandığı tespit edilir. Yapılan inceleme sonucunda performans noktasının 5. ile 6. adımlar arasında yakalandığı belirlenmiştir. 6. adımda oluşan mafsalları sayısı 156 dır ve bu mafsalların

tamamı hemen kullanım (B-IO) yapısal performans aralığındadır. Dolayısıyla bina performans seviyesi bu doğrultu için hemen kullanım performans seviyesidir.

Tablo 5.1 PUSH2 yüklemesi kapasite eğrisi değerleri ve mafsals konumları

PUSHOVER CURVE											
Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	0,0000	0,0000	364	0	0	0	0	0	0	0	364
1	0,0021	3244,9922	363	1	0	0	0	0	0	0	364
2	0,0088	12564,6006	309	55	0	0	0	0	0	0	364
3	0,0092	12839,1865	301	63	0	0	0	0	0	0	364
4	0,0093	12882,8447	299	65	0	0	0	0	0	0	364
5	0,0148	13450,6699	246	118	0	0	0	0	0	0	364
6	0,0237	13851,5342	208	156	0	0	0	0	0	0	364
7	0,0329	14105,9854	188	166	10	0	0	0	0	0	364
8	0,0417	14308,2930	179	155	30	0	0	0	0	0	364
9	0,0527	14542,9863	172	140	52	0	0	0	0	0	364
10	0,0636	14755,0879	163	132	69	0	0	0	0	0	364
11	0,0739	14929,9746	156	81	118	9	0	0	0	0	364
12	0,0803	15000,8984	151	68	134	11	0	0	0	0	364
13	0,0822	15013,1934	150	69	134	11	0	0	0	0	364
14	0,0830	15015,8262	150	68	135	11	0	0	0	0	364



Şekil 5.5 PUSH2 yüklemesinde performans anındaki mafsals konumları

Tablo 5.2 PUSH2 yüklemesi kapasite-talep karşılaştırılması

PUSHOVER CAPACITY/DEMAND COMPARISON								
File								
Step	Teff	Beff	Sd(C)	Sa(C)	Sd(D)	Sa(D)	ALPHA	PF*β
0	0,170	0,050	0,000	0,000	9,829E-03	1,375	1,000	1,000
1	0,170	0,050	1,496E-03	0,209	9,829E-03	1,375	0,915	1,433
2	0,171	0,051	6,292E-03	0,867	9,907E-03	1,366	0,855	1,392
3	0,173	0,055	6,578E-03	0,888	9,857E-03	1,331	0,853	1,392
4	0,173	0,057	6,666E-03	0,892	9,839E-03	1,316	0,853	1,392
5	0,212	0,119	0,011	0,946	0,011	0,989	0,839	1,402
6	0,262	0,161	0,017	0,988	0,015	0,856	0,828	1,408
7	0,304	0,181	0,023	1,013	0,018	0,804	0,822	1,411
8	0,339	0,192	0,030	1,032	0,022	0,778	0,819	1,412
9	0,378	0,200	0,037	1,052	0,027	0,770	0,816	1,413
10	0,412	0,205	0,045	1,069	0,032	0,770	0,814	1,414
11	0,441	0,208	0,052	1,083	0,037	0,770	0,813	1,414
12	0,458	0,210	0,057	1,089	0,040	0,770	0,813	1,415
13	0,463	0,211	0,058	1,090	0,041	0,770	0,813	1,415
14	0,465	0,212	0,059	1,091	0,041	0,770	0,813	1,415

5.4.2. Y yönündeki statik itme analizi sonuçları

Güçlendirilen binanın Y yönünde yapılan itme analizi sonucunda Şekil 5.6 da verilen kapasite eğrisi elde edilmiştir. Spektral ivme değerleri kapasite ve talep için ayrı ayrı olmak üzere her bir adım için tablo 5.4 te verilmiştir. Kapasite eğrisi değerleri tablosu (Tablo 5.3) ve kapasite-talep kıyaslama tablosu (Tablo 5.4) incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Göçme anındaki çatı deplasmanı ve taban kesme kuvveti şunlardır;

- Taban kesme kuvveti $V_Y = 18772,62$ kN
- Çatı deplasmanı $d = 0,012$ m

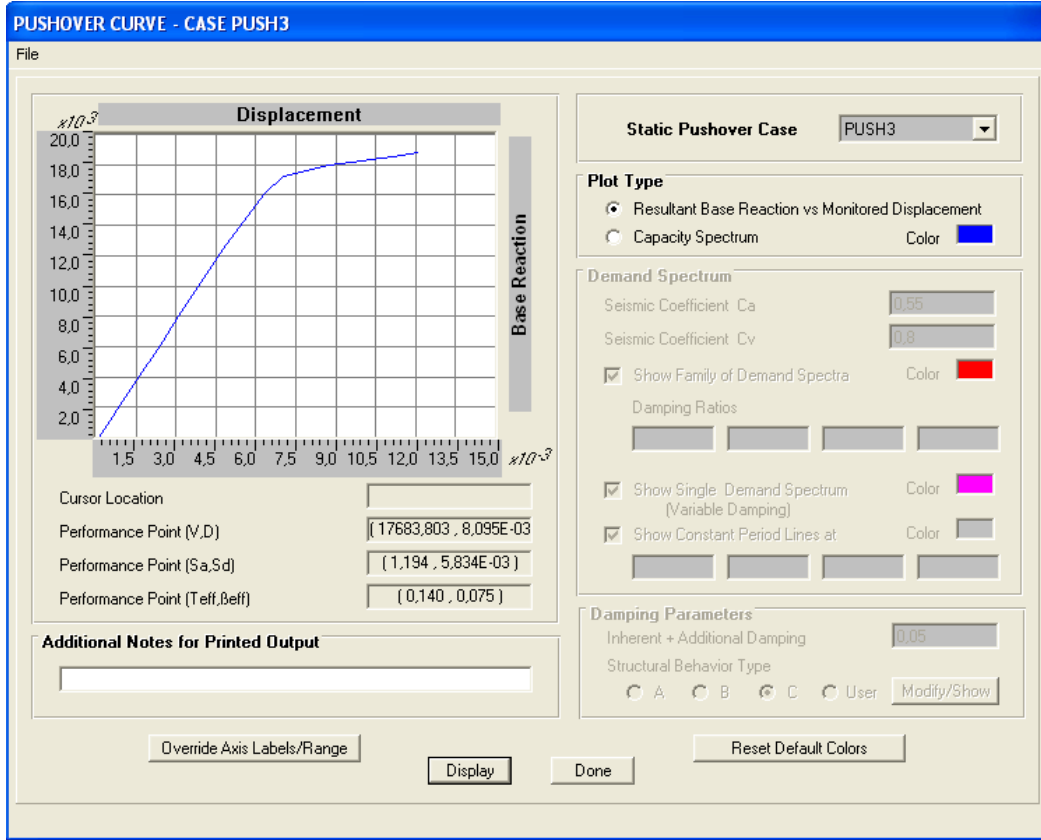
Binanın Y yönündeki spektral ivme kapasitesi 1,338g olarak gerçekleşmiştir. Bu değer bölgede oluşabilecek maksimum deprem talebinin çok üzerindedir. Dolayısıyla bina daha küçük bir deplasman değerinde performans noktasını yakalamıştır.

Y yönündeki performans noktasının belirlenmesi

X yönü için girilen deprem katsayıları Y yönü içinde geçerlidir.

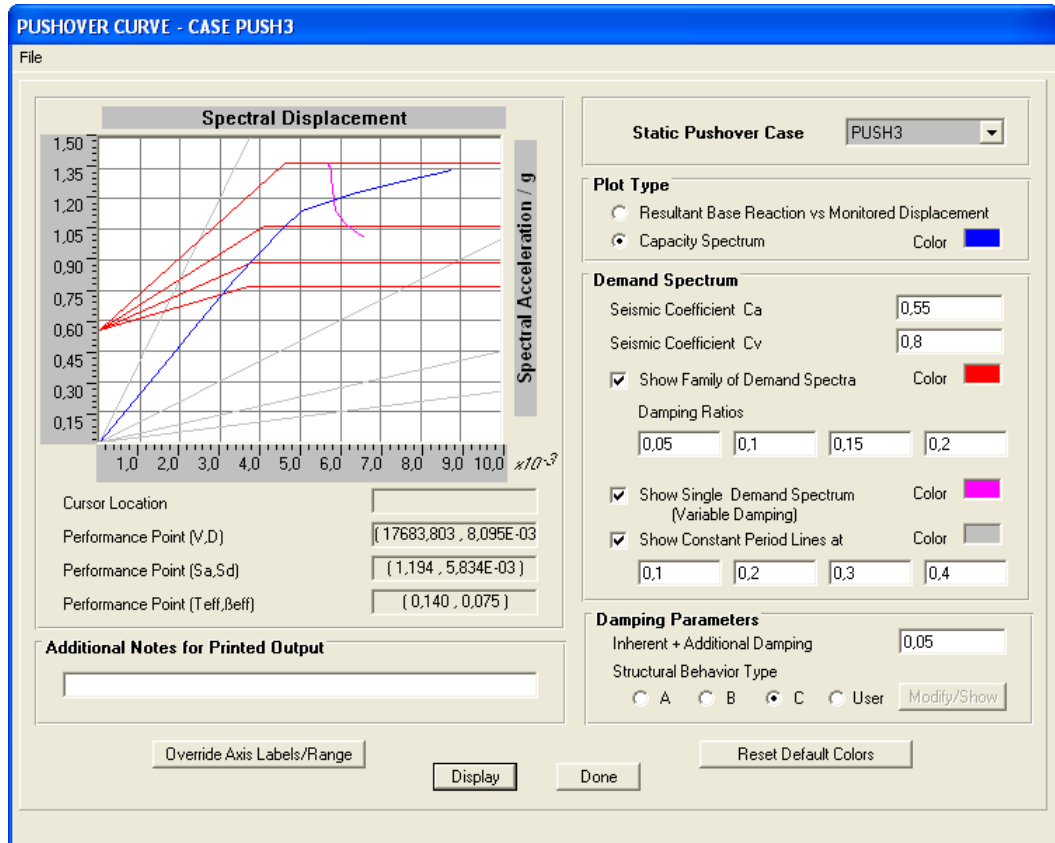
Y yönünde yapılan statik itme sonucunda performans noktası aşağıdaki gibidir.

- Taban kesme kuvveti $V_Y = 17683,80$ kN
- Çatı deplasmanı $d = 0,008$ m
- Spektral ivme $S_a = 1,194g$



Şekil 5.6 Binaın Y yönündeki kapasite eğrisi

Performans noktası deplasman değerinden faydalanılarak Tablo 5.3 den hangi adımda yada adımlar arasında performans noktasının yakalandığı tespit edilir. Yapılan inceleme sonucunda performans noktasının 6. ile 7. adımlar arasında yakalandığı belirlenmiştir. 7. adımda oluşan mafsalları sayısı 47 dir ve bu mafsalların 45 tanesi hemen kullanım (B-IO) 2 tanesi ise hasar kontrol (IO-LS) aralığındadır. Dolayısıyla bina performans seviyesi bu doğrultu için hemen kullanım performans seviyesidir.



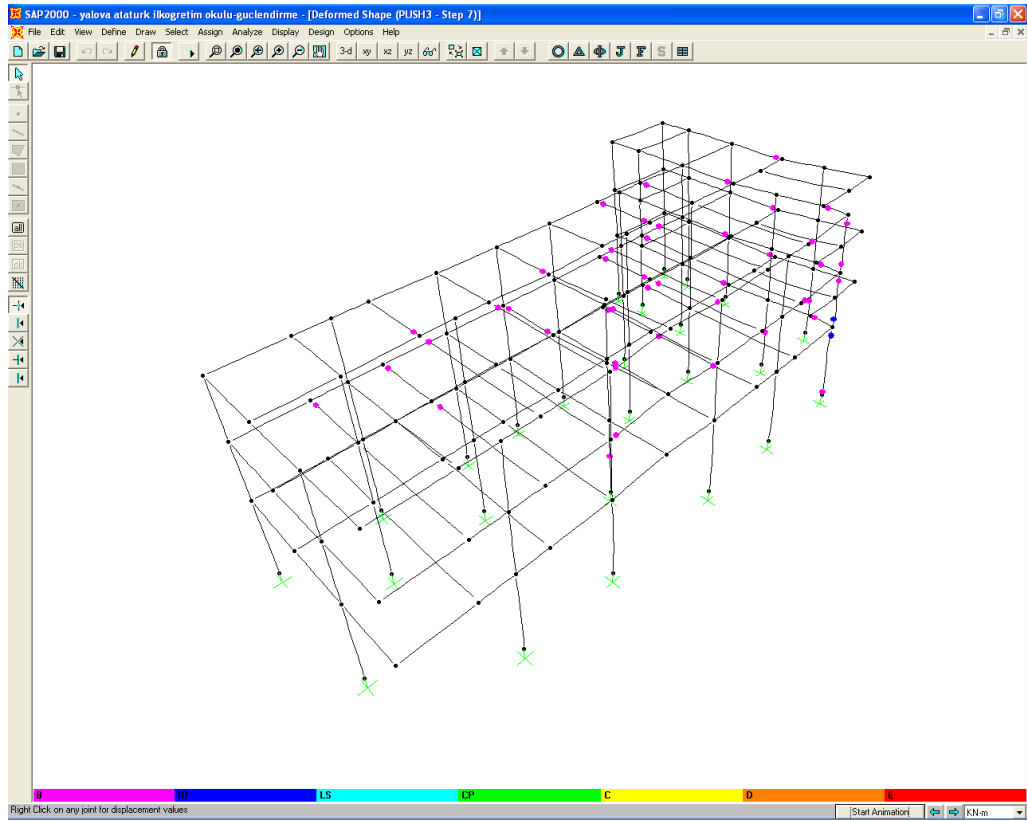
Şekil 5.7 Bina'nın Y yönündeki performans noktası

Tablo 5.3 PUSH3 yüklemesi kapasite eğrisi değerleri ve mafsal konumları

PUSHOVER CURVE

File

Step	Displacement	Base Force	A-B	B-IO	IO-LS	LS-CP	CP-C	C-D	D-E	>E	TOTAL
0	1,104E-04	0,0000	364	0	0	0	0	0	0	0	364
1	0,0013	3199,2668	364	0	0	0	0	0	0	0	364
2	0,0025	6398,5337	364	0	0	0	0	0	0	0	364
3	0,0031	7982,0796	363	1	0	0	0	0	0	0	364
4	0,0048	12462,3467	358	6	0	0	0	0	0	0	364
5	0,0063	16098,3057	344	20	0	0	0	0	0	0	364
6	0,0070	17271,7207	340	24	0	0	0	0	0	0	364
7	0,0087	17926,4375	317	45	2	0	0	0	0	0	364
8	0,0100	18293,5195	301	60	3	0	0	0	0	0	364
9	0,0115	18644,8047	287	73	4	0	0	0	0	0	364
10	0,0121	18772,6738	279	81	4	0	0	0	0	0	364



Şekil 5.8 PUSH3 yüklemesinde performans anındaki mafsall konumları

Tablo 5.4 PUSH3 yüklemesi kapasite-talep karşılaştırılması

PUSHOVER CAPACITY/DEMAND COMPARISON								
Step	Teff	Beff	Sd(C)	Sa(C)	Sd(D)	Sa(D)	ALPHA	PF*β
0	0,129	0,050	0,000	0,000	5,699E-03	1,375	1,000	1,000
1	0,129	0,050	8,680E-04	0,209	5,699E-03	1,375	0,902	1,382
2	0,130	0,051	1,743E-03	0,416	5,705E-03	1,363	0,907	1,377
3	0,130	0,051	2,176E-03	0,519	5,717E-03	1,364	0,908	1,376
4	0,130	0,051	3,404E-03	0,809	5,741E-03	1,365	0,909	1,375
5	0,132	0,054	4,529E-03	1,054	5,754E-03	1,339	0,901	1,372
6	0,133	0,058	5,039E-03	1,142	5,756E-03	1,304	0,893	1,370
7	0,144	0,084	6,303E-03	1,225	5,881E-03	1,143	0,864	1,368
8	0,151	0,098	7,226E-03	1,273	6,117E-03	1,077	0,848	1,367
9	0,159	0,110	8,323E-03	1,320	6,459E-03	1,025	0,833	1,366
10	0,163	0,114	8,788E-03	1,338	6,616E-03	1,008	0,828	1,366

6. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışma mevcut bir yapının doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden statik itme yöntemiyle deprem güvenliğinin tahkikini ve yetersiz çıkan binaya yapılan betonarme perde ilaveleri sonucunda güçlendirilmiş sistemin deprem güvenliğinin tahkikini içermektedir. Bu iki değerlendirmeden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Mevcut yapının tahkikinden elde edilen sonuçlar;

X yönünde yapılan statik itme analizi sonuçları

Göçme anındaki çatı deplasmanı ve taban kesme kuvveti şunlardır;

- Taban kesme kuvveti $V_X = 1451,33 \text{ kN}$
- Çatı deplasmanı $d = 0,038 \text{ m}$
- Binanın X yönündeki spektral ivme kapasitesi 0,104g olarak gerçekleşmiştir

Y yönünde yapılan statik itme analizi sonuçları

Göçme anındaki çatı deplasmanı ve taban kesme kuvveti şunlardır;

- Taban kesme kuvveti $V_Y = 2083,50 \text{ kN}$
- Çatı deplasmanı $d = 0,026 \text{ m}$
- Binanın Y yönündeki spektral ivme kapasitesi 0,149g olarak gerçekleşmiştir

Güçlendirilmiş yapının tahkikinden elde edilen sonuçlar;

X yönünde yapılan statik itme analizi sonuçları

Göçme anındaki çatı deplasmanı ve taban kesme kuvveti şunlardır;

- Taban kesme kuvveti $V_X = 15015,03 \text{ kN}$
- Çatı deplasmanı $d = 0,083 \text{ m}$
- Binanın X yönündeki spektral ivme kapasitesi 1,091g olarak gerçekleşmiştir

X yönünde yapılan statik itme sonucunda performans noktası aşağıdaki gibidir.

- Taban kesme kuvveti $V_X = 13520,53 \text{ kN}$
- Çatı deplasmanı $d = 0,016 \text{ m}$
- Spektral ivme $S_a = 0,953g$

Performans noktası deplasmanından yararlanılarak Tablo 5.1 üzerinde yapılan inceleme sonucunda performans noktasının 5. ile 6. adımlar arasında yakalandığı belirlenmiştir. 6. adımda oluşan mafsalları sayısı 156 dır ve bu mafsalların tamamı hemen kullanım (B-IO) yapısal performans aralığındadır. Dolayısıyla bina performans seviyesi bu doğrultu için hemen kullanım performans seviyesidir.

Y yönünde yapılan statik itme analizi sonuçları

Göçme anındaki çatı deplasmanı ve taban kesme kuvveti şunlardır;

- Taban kesme kuvveti $V_Y = 18772,62 \text{ kN}$
- Çatı deplasmanı $d = 0,012 \text{ m}$
- Binanın Y yönündeki spektral ivme kapasitesi 1,338g olarak gerçekleşmiştir.

Y yönünde yapılan statik itme sonucunda performans noktası aşağıdaki gibidir.

- Taban kesme kuvveti $V_Y = 17683,80 \text{ kN}$
- Çatı deplasmanı $d = 0,008 \text{ m}$
- Spektral ivme $S_a = 1,194g$

Performans noktası deplasmanından yararlanılarak Tablo 5.3 üzerinde yapılan inceleme sonucunda performans noktasının 6. ile 7. adımlar arasında yakalandığı belirlenmiştir. 7. adımda oluşan mafsalları sayısı 47 dir ve bu mafsalların 45 tanesi hemen kullanım (B-IO) 2 tanesi ise hasar kontrol (IO-LS) aralığındadır. Dolayısıyla bina performans seviyesi bu doğrultu için hemen kullanım performans seviyesidir.

KAYNAKLAR

- [1] **Aplied Technology Council, ATC-40**, 1996. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Volume 1, Redwood City, California
- [2] **Federal Emergency Management Agency, FEMA 273**, 1997. NEHRP Guidelines For The Seismic Rehabilitation Of Buildings, Washington, D.C.
- [3] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik, ABYYHY**, 1975. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [4] **SAP2000 Manuals**, 2000. Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
- [5] **XTRACT V.3.0.3 Manuals**, 2004. Cross Sectional Analysis of Structural Components, Imbsen and Associates Inc., Sacremento, California
- [6] **Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, TS500**, 2000. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [7] **Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, TS498**, 1997. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [8] **Ersoy, U., Özcebe, G.**, 2004. Betonarme, Evrim Yayınevi, Ankara.
- [9] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik, ABYYHY**, 1998. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [10] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik Taslak-1, ABYYHY**, 2005. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

EK A

Bu kısımda binanın kiriş donatıları liste halinde verilmiştir. Kiriş mesnet kesitleri sol ve sağ mesnet şeklinde ayrılmıştır. Plandaki duruş ve bakış yönlerinden sol ve sağ mesnet ayırımı yapılmıştır. Şekil A.1 de gösterildiği gibi adlandırma yapılmıştır.

	Sol mesnet	Açıklık	Sağ mesnet
Sağ mesnet		K101	
Açıklık	K103		K104
Sol mesnet		K102	

Şekil A.1 Kiriş kesitlerinin adlandırılması

Tablo A.1 Zemin kat tavanı kiriş donatıları

Kiriş No	Boyut	Sol Mesnet Donatısı		Açıklık Donatısı		Sağ Mesnet Donatısı	
		Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı
K101	30/50	2Ø12 + 2Ø16 3Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 3Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek
K102	30/50	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek
K103	30/50	2Ø12 + 2Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 2Ø16 ek
K104	30/50	2Ø12 + 4Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K105	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K106	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K107	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K108	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K109	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K110	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 5Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø20 ek
K111	30/70	2Ø12 + 5Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 2Ø20 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek
K112	20/50	2Ø12 + 1Ø14 3Ø20 ek	2Ø14 2Ø20 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek
K113	20/50	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek
K114	20/50	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek
K115	20/50	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek
K116	20/50	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek
K117	20/50	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek
K118	20/50	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek
K119	20/50	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 2Ø20 ek	2Ø14 2Ø16 ek
K120	30/70	2Ø12 + 4Ø16 1Ø14 2Ø20 ek	4Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	8Ø16	2Ø12 + 4Ø16 2Ø20 ek	4Ø16 1Ø16 ek
K121	30/70	2Ø12 + 4Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	7Ø16	2Ø12 + 4Ø16 2Ø20 ek	3Ø16
K122	30/50	2Ø12 + 2Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 3Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K123	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K124	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek

Kiriş No	Boyut	Sol Mesnet Donatısı		Açıklık Donatısı		Sağ Mesnet Donatısı	
		Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı
K125	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K126	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K127	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K128	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K129	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø16 ek
K130	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 6Ø16 1Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek
K131	30/60	2Ø12 + 6Ø16 1Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 2Ø16 ek	2Ø16 3Ø20 ek
K132	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 2Ø20 ek
K133	30/50	2Ø12 + 5Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek
K134	30/60	2Ø12 + 4Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	7Ø16	2Ø12 + 6Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 2Ø20 ek
K135	30/50	2Ø12 + 6Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek
K136	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 2Ø20 ek
K137	30/50	2Ø12 + 5Ø16 2Ø16 ek	2Ø16 2Ø20 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek
K138	30/60	2Ø12 + 4Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	7Ø16	2Ø12 + 6Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 2Ø20 ek
K139	30/50	2Ø12 + 6Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek
K140	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 2Ø20 ek
K141	30/50	2Ø12 + 5Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek
K142	30/60	2Ø12 + 4Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	7Ø16	2Ø12 + 6Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 2Ø20 ek
K143	30/50	2Ø12 + 6Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek
K144	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 2Ø20 ek
K145	30/50	2Ø12 + 5Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 2Ø20 ek
K146	30/70	2Ø12 + 3Ø16 1Ø20 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K147	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 2Ø16 ek
K148	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 2Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K149	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek

Kiriş No	Boyut	Sol Mesnet Donatısı		Açıklık Donatısı		Sağ Mesnet Donatısı	
		Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı
K150	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K151	30/70	2Ø12 + 4Ø16	3Ø16	2Ø12	7Ø16	2Ø12 + 4Ø16	3Ø16
K152	30/70	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K153	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K154	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K155	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek

Tablo A.2 1. Normal kat tavanı kiriş donatıları

Kiriş No	Boyut	Sol Mesnet Donatısı		Açıklık Donatısı		Sağ Mesnet Donatısı	
		Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı
K201	30/50	2Ø12 + 2Ø16 2Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K202	30/50	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K203	30/50	2Ø12 + 2Ø16 2Ø16 ek	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K204	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K205	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K206	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K207	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K208	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K209	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K210	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 5Ø16	2Ø16
K211	30/70	2Ø12 + 5Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 2Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K212	20/50	2Ø12 + 1Ø14 2Ø16 ek	2Ø14 1Ø14 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 2Ø16 ek	2Ø14 1Ø14 ek
K213	20/50	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek
K214	20/50	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek
K215	20/50	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek
K216	20/50	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek
K217	20/50	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek
K218	20/50	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek
K219	20/50	2Ø12 + 2Ø14 1Ø14 ek	2Ø14 1Ø14 ek	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 1Ø14 4Ø16 2Ø16 ek	2Ø14 2Ø14 ek
K220	30/70	2Ø12 + 4Ø16 1Ø14 2Ø16 ek	3Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	7Ø16	2Ø12 + 4Ø16 2Ø16 ek	3Ø16 1Ø16 ek
K221	30/70	2Ø12 + 4Ø16 2Ø16 ek	3Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	7Ø16	2Ø12 + 4Ø16 2Ø16 ek	3Ø16 1Ø16 ek
K222	30/50	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K223	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K224	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16

Kiriş No	Boyut	Sol Mesnet Donatısı		Açıklık Donatısı		Sağ Mesnet Donatısı	
		Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı
K225	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K226	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K227	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K228	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K229	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø16 ek	2Ø16
K230	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø16 ek	3Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 6Ø16	3Ø16 1Ø16 ek
K231	30/60	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K232	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16 1Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek
K233	30/50	2Ø12 + 5Ø16 1Ø20 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K234	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	7Ø16	2Ø12 + 5Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 2Ø20 ek
K235	30/50	2Ø12 + 5Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K236	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16 1Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek
K237	30/50	2Ø12 + 5Ø16 1Ø20 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K238	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	7Ø16	2Ø12 + 6Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 2Ø20 ek
K239	30/50	2Ø12 + 5Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K240	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16 1Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek
K241	30/50	2Ø12 + 5Ø16 1Ø20 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K242	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	7Ø16	2Ø12 + 6Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 2Ø20 ek
K243	30/50	2Ø12 + 6Ø16 2Ø20 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K244	30/60	2Ø12 + 3Ø16 2Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16 1Ø20 ek	3Ø16 1Ø20 ek
K245	30/50	2Ø12 + 5Ø16 1Ø20 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K246	30/70	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K247	30/70	2Ø12 + 6Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K248	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek

Kiriş No	Boyut	Sol Mesnet Donatısı		Açıklık Donatısı		Sağ Mesnet Donatısı	
		Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı
K249	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K250	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek
K251	30/70	2Ø12 + 4Ø16	3Ø16	2Ø12	7Ø16	2Ø12 + 4Ø16	3Ø16
K252	30/70	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K253	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K254	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K255	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek

Tablo A.3 2. Normal kat tavanı kiriş donatıları

Kiriş No	Boyut	Sol Mesnet Donatısı		Açıklık Donatısı		Sağ Mesnet Donatısı	
		Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı
K301	30/50	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 2Ø16 ek	2Ø16
K302	30/50	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16
K303	30/50	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K304	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K305	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K306	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K307	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K308	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K309	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K310	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 5Ø16	2Ø16
K311	30/70	2Ø12 + 5Ø16	2Ø16	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16
K312	20/50	2Ø12 + 1Ø14 1Ø14 ek	2Ø14	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14
K313	20/50	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14
K314	20/50	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14
K315	20/50	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14
K316	20/50	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14
K317	20/50	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14
K318	20/50	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14
K319	20/50	2Ø12 + 2Ø14	2Ø14	2Ø12	3Ø14	2Ø12 + 1Ø14 3Ø16 1Ø14 ek	2Ø14
K320	30/70	2Ø12 + 3Ø16 1Ø14 1Ø14 ek	3Ø16	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 3Ø16 2Ø14 ek	3Ø16
K321	30/70	2Ø12 + 3Ø16 2Ø14 ek	2Ø16	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 2Ø14 ek	2Ø16
K322	30/50	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K323	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K324	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16

Kiriş No	Boyut	Sol Mesnet Donatısı		Açıklık Donatısı		Sağ Mesnet Donatısı	
		Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı
K325	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K326	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K327	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K328	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16
K329	30/50	2Ø12 + 4Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16
K330	30/60	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek
K331	30/60	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16 1Ø16 ek	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16	2Ø16
K332	30/60	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	3Ø16	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16	3Ø16
K333	30/50	2Ø12 + 5Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16
K334	30/60	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	3Ø16	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16	3Ø16
K335	30/50	2Ø12 + 5Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16
K336	30/60	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	3Ø16	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16	3Ø16
K337	30/50	2Ø12 + 5Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16
K338	30/60	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	3Ø16	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16	3Ø16
K339	30/50	2Ø12 + 5Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16
K340	30/60	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	3Ø16	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16	3Ø16
K341	30/50	2Ø12 + 5Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16
K342	30/60	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	3Ø16	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16	3Ø16
K343	30/50	2Ø12 + 5Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16 1Ø16 ek	2Ø16
K344	30/60	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	3Ø16	2Ø12	6Ø16	2Ø12 + 5Ø16	3Ø16
K345	30/50	2Ø12 + 5Ø16	2Ø16	2Ø12	4Ø16	2Ø12 + 2Ø16	2Ø16
K346	30/70	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16
K347	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16
K348	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16
K349	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16

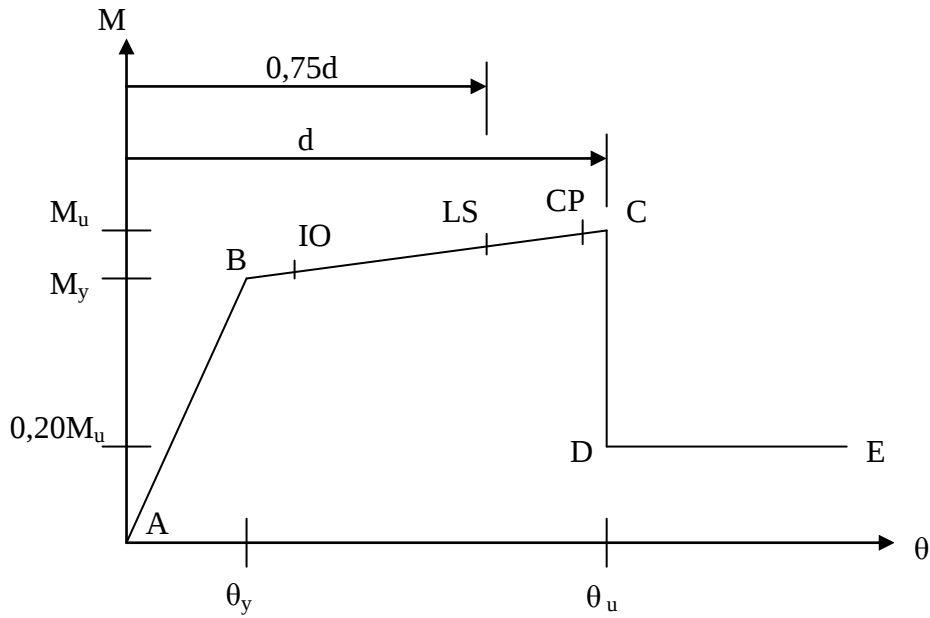
Kiriş No	Boyut	Sol Mesnet Donatısı		Açıklık Donatısı		Sağ Mesnet Donatısı	
		Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı
K350	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16
K351	30/70	2Ø12 + 3Ø16	2Ø16	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16	2Ø16
K352	30/70	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16
K353	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16
K354	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16
K355	30/70	2Ø12 + 6Ø16	2Ø16	2Ø12	5Ø16	2Ø12 + 3Ø16 1Ø16 ek	2Ø16

EK B

Bu kısımda bina elemanlarına ait moment eğrilik ve moment dönme bağıntılarının tabloları yer almaktadır. Eğrilikten dönmeye geçmek için ilgili kesitin dönme eksenine dik boyutunun yarısı (mafsal boyu) ile eğrilik değeri çarpılır.

Plastik mafsalsal boyu ($l_p = 0,5h$) alınmıştır.

Mafsallar Şekil B.1 deki gibi idealize edilmiştir.



Şekil B.1 Mafsalların bilineer halde idealize edilmesi

Kiriş kesitleri tablolarda kiriş numarasının arkasına “L” ve “R” harfleri konularak adlandırılmıştır. Burada “L” sol mesneti “R” ise sağ mesnedi simgelemektedir. Örneğin K101L numarası K101 kirişi sol mesnedini ifade etmektedir.

Tablo B.1. Kirişlerin Mafsallık Özellikleri

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K101L	30/50	138,60	147,70	0,00390	0,09211	93,55	97,23	0,00340	0,12050	0,25	0,00098	0,02303	0,00085	0,03013
K101R	30/50	138,60	147,70	0,00390	0,09211	93,55	97,23	0,00340	0,12050	0,25	0,00098	0,02303	0,00085	0,03013
K102L	30/50	128,90	133,10	0,00382	0,12080	93,59	96,49	0,00342	0,12060	0,25	0,00095	0,03020	0,00085	0,03015
K102R	30/50	128,90	133,10	0,00382	0,12080	93,59	96,49	0,00342	0,12060	0,25	0,00095	0,03020	0,00085	0,03015
K103L	30/50	112,50	116,80	0,00368	0,12150	94,00	97,10	0,00347	0,12070	0,25	0,00092	0,03038	0,00087	0,03018
K103R	30/50	112,40	113,40	0,00386	0,12160	72,69	76,68	0,00326	0,12020	0,25	0,00096	0,03040	0,00081	0,03005
K104L	30/50	109,30	116,40	0,00380	0,08478	54,89	58,17	0,00314	0,11980	0,25	0,00095	0,02120	0,00078	0,02995
K104R	30/50	106,60	113,40	0,00376	0,08489	55,07	58,14	0,00314	0,11980	0,25	0,00094	0,02122	0,00079	0,02995
K105L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K105R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K106L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K106R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K107L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K107R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K108L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K108R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K109L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K109R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K110L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K110R	30/50	126,00	133,70	0,00391	0,07772	66,32	68,23	0,00321	0,12000	0,25	0,00098	0,01943	0,00080	0,03000
K111L	30/70	186,70	197,80	0,00247	0,08226	137,60	142,50	0,00227	0,08515	0,35	0,00086	0,02879	0,00079	0,02980
K111R	30/70	189,90	201,80	0,00248	0,08232	137,60	143,30	0,00226	0,08149	0,35	0,00087	0,02881	0,00079	0,02852

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K112L	20/50	116,00	123,80	0,00405	0,08529	84,56	86,74	0,00356	0,12080	0,25	0,00101	0,02132	0,00089	0,03020
K112R	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K113L	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K113R	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K114L	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K114R	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K115L	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K115R	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K116L	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K116R	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K117L	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K117R	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K118L	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K118R	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K119L	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K119R	20/50	101,10	108,80	0,00400	0,07801	64,55	66,49	0,00339	0,12050	0,25	0,00100	0,01950	0,00085	0,03013
K120L	30/70	233,60	249,40	0,00262	0,06485	133,30	139,00	0,00221	0,08135	0,35	0,00092	0,02270	0,00077	0,02847
K120R	30/70	215,00	224,60	0,00256	0,08206	134,70	138,30	0,00224	0,08135	0,35	0,00090	0,02872	0,00078	0,02847
K121L	30/70	213,90	228,30	0,00257	0,06979	123,80	126,80	0,00221	0,08132	0,35	0,00090	0,02443	0,00077	0,02846
K121R	30/70	211,00	226,20	0,00262	0,05231	81,67	83,66	0,00207	0,08100	0,35	0,00092	0,01831	0,00073	0,02835
K122L	30/50	112,40	117,10	0,00369	0,12160	91,03	94,65	0,00344	0,12060	0,25	0,00092	0,03040	0,00086	0,03015
K122R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K123L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K123R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K124L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K124R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K125L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K125R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K126L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K126R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K127L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K127R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K128L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K128R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K129L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K129R	30/50	125,90	133,60	0,00387	0,08317	72,65	75,81	0,00325	0,12020	0,25	0,00097	0,02079	0,00081	0,03005
K130L	30/60	158,90	167,80	0,00309	0,07579	81,85	84,71	0,00257	0,09679	0,30	0,00093	0,02274	0,00077	0,02904
K130R	30/60	182,10	194,20	0,00316	0,07021	103,50	107,70	0,00264	0,09700	0,30	0,00095	0,02106	0,00079	0,02910
K131L	30/60	189,30	201,30	0,00316	0,07597	115,30	119,90	0,00268	0,09710	0,30	0,00095	0,02279	0,00081	0,02913
K131R	30/60	136,80	142,40	0,00284	0,09752	147,60	156,50	0,00291	0,09779	0,30	0,00085	0,02926	0,00087	0,02934
K132L	30/60	158,00	166,20	0,00303	0,09347	102,30	107,20	0,00266	0,09706	0,30	0,00091	0,02804	0,00080	0,02912
K132R	30/60	202,10	214,70	0,00317	0,08195	138,00	142,50	0,00277	0,09729	0,30	0,00095	0,02459	0,00083	0,02919
K133L	30/50	163,30	172,80	0,00413	0,06405	93,35	97,21	0,00334	0,12040	0,25	0,00103	0,01601	0,00084	0,03010
K133R	30/50	112,50	116,80	0,00368	0,12150	94,01	97,10	0,00347	0,12070	0,25	0,00092	0,03038	0,00087	0,03018
K134L	30/60	178,20	191,10	0,00313	0,07027	103,50	107,60	0,00265	0,09702	0,30	0,00094	0,02108	0,00079	0,02911
K134R	30/60	222,30	235,60	0,00327	0,06174	138,00	143,10	0,00274	0,09722	0,30	0,00098	0,01852	0,00082	0,02917
K135L	30/50	178,50	189,20	0,00425	0,05350	94,80	97,51	0,00333	0,12030	0,25	0,00106	0,01338	0,00083	0,03008
K135R	30/50	112,50	116,80	0,00368	0,12150	94,01	97,10	0,00347	0,12070	0,25	0,00092	0,03038	0,00087	0,03018

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K136L	30/60	158,00	166,20	0,00303	0,09347	102,30	107,20	0,00266	0,09706	0,30	0,00091	0,02804	0,00080	0,02912
K136R	30/60	202,10	214,70	0,00317	0,08195	138,00	142,50	0,00277	0,09729	0,30	0,00095	0,02459	0,00083	0,02919
K137L	30/50	144,40	153,50	0,00396	0,08506	93,71	97,64	0,00339	0,12040	0,25	0,00099	0,02127	0,00085	0,03010
K137R	30/50	112,50	116,80	0,00368	0,12150	97,10	94,01	0,00347	0,12070	0,25	0,00092	0,03038	0,00087	0,03018
K138L	30/60	178,20	191,10	0,00313	0,07027	103,50	107,60	0,00265	0,09702	0,30	0,00094	0,02108	0,00079	0,02911
K138R	30/60	222,30	235,60	0,00327	0,06174	138,00	143,10	0,00274	0,09722	0,30	0,00098	0,01852	0,00082	0,02917
K139L	30/50	178,50	189,20	0,00425	0,05350	94,80	97,51	0,00333	0,12030	0,25	0,00106	0,01338	0,00083	0,03008
K139R	30/50	112,50	116,80	0,00368	0,12150	94,01	97,10	0,00347	0,12070	0,25	0,00092	0,03038	0,00087	0,03018
K140L	30/60	158,00	166,20	0,00303	0,09347	102,30	107,20	0,00266	0,09706	0,30	0,00091	0,02804	0,00080	0,02912
K140R	30/60	202,10	214,70	0,00317	0,08195	138,00	142,50	0,00277	0,09729	0,30	0,00095	0,02459	0,00083	0,02919
K141L	30/50	144,40	153,50	0,00396	0,08506	93,71	97,64	0,00339	0,12040	0,25	0,00099	0,02127	0,00085	0,03010
K141R	30/50	112,50	116,80	0,00368	0,12150	97,10	94,01	0,00347	0,12070	0,25	0,00092	0,03038	0,00087	0,03018
K142L	30/60	178,20	191,10	0,00313	0,07027	103,50	107,60	0,00265	0,09702	0,30	0,00094	0,02108	0,00079	0,02911
K142R	30/60	222,30	235,60	0,00327	0,06174	138,00	143,10	0,00274	0,09722	0,30	0,00098	0,01852	0,00082	0,02917
K143L	30/50	178,50	189,20	0,00425	0,05350	94,80	97,51	0,00333	0,12030	0,25	0,00106	0,01338	0,00083	0,03008
K143R	30/50	112,50	116,80	0,00368	0,12150	94,01	97,10	0,00347	0,12070	0,25	0,00092	0,03038	0,00087	0,03018
K144L	30/60	158,00	166,20	0,00303	0,09347	102,30	107,20	0,00266	0,09706	0,30	0,00091	0,02804	0,00080	0,02912
K144R	30/60	202,10	214,70	0,00317	0,08195	138,00	142,50	0,00277	0,09729	0,30	0,00095	0,02459	0,00083	0,02919
K145L	30/50	144,40	153,50	0,00396	0,08506	93,71	97,64	0,00339	0,12040	0,25	0,00099	0,02127	0,00085	0,03010
K145R	30/50	112,50	116,80	0,00368	0,12150	97,10	94,01	0,00347	0,12070	0,25	0,00092	0,03038	0,00087	0,03018
K146L	30/70	149,30	158,60	0,00241	0,08231	81,41	83,83	0,00211	0,08105	0,35	0,00084	0,02881	0,00074	0,02837
K146R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K147L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K147R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K148L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K148R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K149L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K149R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K150L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K150R	30/70	135,70	141,70	0,00236	0,08201	82,11	84,82	0,00213	0,08108	0,35	0,00083	0,02870	0,00074	0,02838
K151L	30/70	135,70	141,70	0,00236	0,08201	82,11	84,82	0,00213	0,08108	0,35	0,00083	0,02870	0,00074	0,02838
K151R	30/70	135,70	141,70	0,00236	0,08201	82,11	84,82	0,00213	0,08108	0,35	0,00083	0,02870	0,00074	0,02838
K152L	30/70	135,70	141,70	0,00236	0,08201	82,11	84,82	0,00213	0,08108	0,35	0,00083	0,02870	0,00074	0,02838
K152R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K153L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K153R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K154L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K154R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K155L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08102	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02836
K155R	30/70	135,70	141,70	0,00236	0,08201	82,11	84,82	0,00213	0,08108	0,35	0,00083	0,02870	0,00074	0,02838

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K201L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K201R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K202L	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K202R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K203L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K203R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K204L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K204R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K205L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K205R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K206L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K206R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K207L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K207R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K208L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K208R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K209L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K209R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K210L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K210R	30/50	108,60	114,50	0,00387	0,06381	37,87	39,44	0,00299	0,11940	0,25	0,00097	0,01595	0,00075	0,02985
K211L	30/70	159,80	168,20	0,00244	0,08446	82,38	85,30	0,00211	0,08104	0,35	0,00086	0,02956	0,00074	0,02836
K211R	30/70	159,80	168,20	0,00244	0,08446	82,38	85,30	0,00211	0,08104	0,35	0,00086	0,02956	0,00074	0,02836
K212L	20/50	69,44	71,48	0,00370	0,11270	41,89	44,65	0,00320	0,11980	0,25	0,00093	0,02818	0,00080	0,02995
K212R	20/50	104,60	110,30	0,00422	0,04987	42,74	44,41	0,00313	0,11960	0,25	0,00106	0,01247	0,00078	0,02990

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K213L	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K213R	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K214L	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K214R	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K215L	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K215R	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K216L	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K216R	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K217L	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K217R	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K218L	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K218R	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K219L	20/50	61,63	64,15	0,00358	0,12110	42,15	44,92	0,00323	0,11950	0,25	0,00090	0,03028	0,00081	0,02988
K219R	20/50	136,40	142,40	0,00455	0,03848	56,75	58,41	0,00319	0,11950	0,25	0,00114	0,00962	0,00080	0,02988
K220L	30/70	203,40	218,70	0,00256	0,06726	108,60	112,60	0,00217	0,08122	0,35	0,00089	0,02354	0,00076	0,02843
K220R	30/70	186,10	198,00	0,00250	0,08450	107,20	111,90	0,00217	0,08126	0,35	0,00088	0,02958	0,00076	0,02844
K221L	30/70	186,10	198,00	0,00250	0,08450	107,20	111,90	0,00217	0,08126	0,35	0,00088	0,02958	0,00076	0,02844
K221R	30/70	186,10	198,00	0,00250	0,08450	107,20	111,90	0,00217	0,08126	0,35	0,00088	0,02958	0,00076	0,02844
K222L	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K222R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K223L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K223R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K224L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K224R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K225L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K225R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K226L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K226R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K227L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K227R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K228L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K228R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K229L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K229R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K230L	30/60	135,30	142,00	0,00294	0,09811	90,27	93,55	0,00263	0,09697	0,30	0,00088	0,02943	0,00079	0,02909
K230R	30/60	155,30	165,30	0,00304	0,08323	91,03	95,07	0,00262	0,09691	0,30	0,00091	0,02497	0,00079	0,02907
K231L	30/60	153,50	164,50	0,00308	0,06434	68,39	71,04	0,00250	0,09668	0,30	0,00092	0,01930	0,00075	0,02900
K231R	30/60	113,10	120,10	0,00286	0,09796	67,75	70,81	0,00254	0,09672	0,30	0,00086	0,02939	0,00076	0,02902
K232L	30/60	158,00	166,20	0,00303	0,09347	102,30	107,20	0,00266	0,09706	0,30	0,00091	0,02804	0,00080	0,02912
K232R	30/60	168,50	176,80	0,00309	0,08326	102,30	107,60	0,00265	0,09705	0,30	0,00093	0,02498	0,00079	0,02912
K233L	30/50	134,90	143,90	0,00405	0,05855	58,28	56,12	0,00312	0,11980	0,25	0,00101	0,01464	0,00078	0,02995
K233R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K234L	30/60	153,40	162,80	0,00303	0,08473	91,06	94,20	0,00262	0,09694	0,30	0,00091	0,02542	0,00079	0,02908
K234R	30/60	168,50	178,80	0,00301	0,09811	137,10	142,00	0,00281	0,09742	0,30	0,00090	0,02943	0,00084	0,02923
K235L	30/50	160,00	169,40	0,00431	0,04460	56,42	57,53	0,00308	0,11980	0,25	0,00108	0,01115	0,00077	0,02995
K235R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K236L	30/60	158,00	166,20	0,00303	0,09347	102,30	107,20	0,00266	0,09706	0,30	0,00091	0,02804	0,00080	0,02912
K236R	30/60	199,70	214,20	0,00325	0,05720	103,10	107,00	0,00262	0,09696	0,30	0,00097	0,01716	0,00079	0,02909

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K237L	30/50	134,90	143,90	0,00405	0,05855	58,28	56,12	0,00312	0,11980	0,25	0,00101	0,01464	0,00078	0,02995
K237R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K238L	30/60	153,40	162,80	0,00303	0,08473	91,06	94,20	0,00262	0,09694	0,30	0,00091	0,02542	0,00079	0,02908
K238R	30/60	168,50	178,80	0,00301	0,09811	137,10	142,00	0,00281	0,09742	0,30	0,00090	0,02943	0,00084	0,02923
K239L	30/50	160,00	169,40	0,00431	0,04460	56,42	57,53	0,00308	0,11980	0,25	0,00108	0,01115	0,00077	0,02995
K239R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K240L	30/60	158,00	166,20	0,00303	0,09347	102,30	107,20	0,00266	0,09706	0,30	0,00091	0,02804	0,00080	0,02912
K240R	30/60	199,70	214,20	0,00325	0,05720	103,10	107,00	0,00262	0,09696	0,30	0,00097	0,01716	0,00079	0,02909
K241L	30/50	134,90	143,90	0,00405	0,05855	58,28	56,12	0,00312	0,11980	0,25	0,00101	0,01464	0,00078	0,02995
K241R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K242L	30/60	153,40	162,80	0,00303	0,08473	91,06	94,20	0,00262	0,09694	0,30	0,00091	0,02542	0,00079	0,02908
K242R	30/60	168,50	178,80	0,00301	0,09811	137,10	142,00	0,00281	0,09742	0,30	0,00090	0,02943	0,00084	0,02923
K243L	30/50	160,00	169,40	0,00431	0,04460	56,42	57,53	0,00308	0,11980	0,25	0,00108	0,01115	0,00077	0,02995
K243R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K244L	30/60	158,00	166,20	0,00303	0,09347	102,30	107,20	0,00266	0,09706	0,30	0,00091	0,02804	0,00080	0,02912
K244R	30/60	199,70	214,20	0,00325	0,05720	103,10	107,00	0,00262	0,09696	0,30	0,00097	0,01716	0,00079	0,02909
K245L	30/50	134,90	143,90	0,00405	0,05855	58,28	56,12	0,00312	0,11980	0,25	0,00101	0,01464	0,00078	0,02995
K245R	30/50	91,93	95,16	0,00362	0,12190	54,90	58,19	0,00317	0,11980	0,25	0,00090	0,03048	0,00079	0,02995
K246L	30/70	135,70	141,70	0,00236	0,08201	82,11	84,82	0,00213	0,08108	0,35	0,00083	0,02870	0,00074	0,02838
K246R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K247L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K247R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K248L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K248R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K249L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K249R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K250L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K250R	30/70	135,70	141,70	0,00236	0,08201	82,11	84,82	0,00213	0,08108	0,35	0,00083	0,02870	0,00074	0,02838
K251L	30/70	135,70	141,70	0,00236	0,08201	82,11	84,82	0,00213	0,08108	0,35	0,00083	0,02870	0,00074	0,02838
K251R	30/70	135,70	141,70	0,00236	0,08201	82,11	84,82	0,00213	0,08108	0,35	0,00083	0,02870	0,00074	0,02838
K252L	30/70	135,70	141,70	0,00236	0,08201	82,11	84,82	0,00213	0,08108	0,35	0,00083	0,02870	0,00074	0,02838
K252R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K253L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K253R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K254L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K254R	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K255L	30/70	184,70	195,40	0,00253	0,06470	80,99	85,39	0,00208	0,08099	0,35	0,00089	0,02265	0,00073	0,02835
K255R	30/70	135,70	141,70	0,00236	0,08201	82,11	84,82	0,00213	0,08108	0,35	0,00083	0,02870	0,00074	0,02838

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K301L	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K301R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K302L	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K302R	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K303L	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K303R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K304L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K304R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K305L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K305R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K306L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K306R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K307L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K307R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K308L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K308R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K309L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K309R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K310L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K310R	30/50	108,60	114,50	0,00387	0,06381	37,87	39,44	0,00299	0,11940	0,25	0,00097	0,01595	0,00075	0,02985
K311L	30/70	108,60	114,50	0,00387	0,06381	37,87	39,44	0,00299	0,11940	0,35	0,00135	0,02233	0,00105	0,04179
K311R	30/70	91,82	97,17	0,00369	0,08169	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,35	0,00129	0,02859	0,00105	0,04179
K312L	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K312R	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K313L	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K313R	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K314L	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K314R	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K315L	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K315R	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K316L	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K316R	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K317L	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K317R	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K318L	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K318R	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K319L	20/50	48,14	51,33	0,00345	0,12040	27,84	30,74	0,00306	0,11890	0,25	0,00086	0,03010	0,00076	0,02973
K319R	20/50	97,48	104,00	0,00422	0,04537	30,00	28,94	0,00298	0,11900	0,25	0,00105	0,01134	0,00075	0,02975
K320L	30/70	148,00	157,70	0,00240	0,08228	81,42	83,42	0,00211	0,08104	0,35	0,00084	0,02880	0,00074	0,02836
K320R	30/70	148,00	157,70	0,00240	0,08228	81,42	83,42	0,00211	0,08104	0,35	0,00084	0,02880	0,00074	0,02836
K321L	30/70	147,40	157,00	0,00244	0,07685	53,88	57,78	0,00201	0,08078	0,35	0,00085	0,02690	0,00070	0,02827
K321R	30/70	147,40	157,00	0,00244	0,07685	53,88	57,78	0,00201	0,08078	0,35	0,00085	0,02690	0,00070	0,02827
K322L	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K322R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K323L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K323R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K324L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K324R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K325L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K325R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K326L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K326R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K326L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K326R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K327L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K327R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K328L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K328R	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K329L	30/50	91,82	97,17	0,00369	0,08469	37,60	39,47	0,00301	0,11940	0,25	0,00092	0,02117	0,00075	0,02985
K329R	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K330L	30/60	113,10	120,10	0,00286	0,09796	67,75	70,81	0,00254	0,09672	0,30	0,00086	0,02939	0,00076	0,02902
K330R	30/60	153,50	164,50	0,00308	0,06434	68,39	71,04	0,00250	0,09668	0,30	0,00092	0,01930	0,00075	0,02900
K331L	30/60	153,50	164,50	0,00308	0,06434	68,39	71,04	0,00250	0,09668	0,30	0,00092	0,01930	0,00075	0,02900
K331R	30/60	93,03	96,94	0,00275	0,09731	67,67	71,31	0,00256	0,09673	0,30	0,00083	0,02919	0,00077	0,02902
K332L	30/60	113,10	120,10	0,00286	0,09796	67,75	70,81	0,00254	0,09672	0,30	0,00086	0,02939	0,00076	0,02902
K332R	30/60	134,70	141,00	0,00298	0,08457	69,02	72,14	0,00253	0,09669	0,30	0,00089	0,02537	0,00076	0,02901
K333L	30/50	108,60	114,50	0,00387	0,06381	37,87	39,44	0,00299	0,11940	0,25	0,00097	0,01595	0,00075	0,02985
K333R	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K334L	30/60	113,10	120,10	0,00286	0,09796	67,75	70,81	0,00254	0,09672	0,30	0,00086	0,02939	0,00076	0,02902
K334R	30/60	134,70	141,00	0,00298	0,08457	69,02	72,14	0,00253	0,09669	0,30	0,00089	0,02537	0,00076	0,02901
K335L	30/50	108,60	114,50	0,00387	0,06381	37,87	39,44	0,00299	0,11940	0,25	0,00097	0,01595	0,00075	0,02985
K335R	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K336L	30/60	113,10	120,10	0,00286	0,09796	67,75	70,81	0,00254	0,09672	0,30	0,00086	0,02939	0,00076	0,02902
K336R	30/60	134,70	141,00	0,00298	0,08457	69,02	72,14	0,00253	0,09669	0,30	0,00089	0,02537	0,00076	0,02901
K337L	30/50	108,60	114,50	0,00387	0,06381	37,87	39,44	0,00299	0,11940	0,25	0,00097	0,01595	0,00075	0,02985
K337R	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K338L	30/60	113,10	120,10	0,00286	0,09796	67,75	70,81	0,00254	0,09672	0,30	0,00086	0,02939	0,00076	0,02902
K338R	30/60	134,70	141,00	0,00298	0,08457	69,02	72,14	0,00253	0,09669	0,30	0,00089	0,02537	0,00076	0,02901
K339L	30/50	108,60	114,50	0,00387	0,06381	37,87	39,44	0,00299	0,11940	0,25	0,00097	0,01595	0,00075	0,02985
K339R	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K340L	30/60	113,10	120,10	0,00286	0,09796	67,75	70,81	0,00254	0,09672	0,30	0,00086	0,02939	0,00076	0,02902
K340R	30/60	134,70	141,00	0,00298	0,08457	69,02	72,14	0,00253	0,09669	0,30	0,00089	0,02537	0,00076	0,02901
K341L	30/50	108,60	114,50	0,00387	0,06381	37,87	39,44	0,00299	0,11940	0,25	0,00097	0,01595	0,00075	0,02985
K341R	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K342L	30/60	113,10	120,10	0,00286	0,09796	67,75	70,81	0,00254	0,09672	0,30	0,00086	0,02939	0,00076	0,02902
K342R	30/60	134,70	141,00	0,00298	0,08457	69,02	72,14	0,00253	0,09669	0,30	0,00089	0,02537	0,00076	0,02901
K343L	30/50	108,60	114,50	0,00387	0,06381	37,87	39,44	0,00299	0,11940	0,25	0,00097	0,01595	0,00075	0,02985
K343R	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K344L	30/60	113,10	120,10	0,00286	0,09796	67,75	70,81	0,00254	0,09672	0,30	0,00086	0,02939	0,00076	0,02902
K344R	30/60	134,70	141,00	0,00298	0,08457	69,02	72,14	0,00253	0,09669	0,30	0,00089	0,02537	0,00076	0,02901
K345L	30/50	108,60	114,50	0,00387	0,06381	37,87	39,44	0,00299	0,11940	0,25	0,00097	0,01595	0,00075	0,02985
K345R	30/50	74,47	75,95	0,00350	0,12180	36,41	39,39	0,00301	0,11940	0,25	0,00088	0,03045	0,00075	0,02985
K346L	30/70	134,80	143,90	0,00239	0,08441	54,29	57,61	0,00202	0,08074	0,35	0,00084	0,02954	0,00071	0,02826
K346R	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K347L	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K347R	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828

Kiriş No	Boyut (cm)	Mafsal Özellikleri												
		Negatif				Pozitif				Mafsal Boyu (m)	Negatif		Pozitif	
		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)			Dönme (rad)		Dönme (rad)	
		B	C	B	C	B	C	B	C		B	C	B	C
K348L	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K348R	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K349L	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K349R	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K350L	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K350R	30/70	134,80	143,90	0,00239	0,08441	54,29	57,61	0,00202	0,08074	0,35	0,00084	0,02954	0,00071	0,02826
K351L	30/70	110,00	115,90	0,00230	0,08178	54,09	56,11	0,00203	0,08071	0,35	0,00080	0,02862	0,00071	0,02825
K351R	30/70	110,00	115,90	0,00230	0,08178	54,09	56,11	0,00203	0,08071	0,35	0,00080	0,02862	0,00071	0,02825
K352L	30/70	134,80	143,90	0,00239	0,08441	54,29	57,61	0,00202	0,08074	0,35	0,00084	0,02954	0,00071	0,02826
K352R	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K353L	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K353R	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K354L	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K354R	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K355L	30/70	183,70	195,10	0,00257	0,05467	53,98	58,28	0,00199	0,08081	0,35	0,00090	0,01913	0,00070	0,02828
K355R	30/70	134,80	143,90	0,00239	0,08441	54,29	57,61	0,00202	0,08074	0,35	0,00084	0,02954	0,00071	0,02826

Tablo B.2. Kirişlerin Kabul Limitleri

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	θ_u/θ_y	IO	LS	CP	E	Mu/My	θ_y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	θ_y (rad)	My (kNm)
K101L	23,59	5,90	17,70	23,59	35,39	1,07	0,00098	138,60	35,49	8,87	26,62	35,49	53,24	1,04	0,00085	93,55
K101R	23,59	5,90	17,70	23,59	35,39	1,07	0,00098	138,60	35,49	8,87	26,62	35,49	53,24	1,04	0,00085	93,55
K102L	31,65	7,91	23,74	31,65	47,47	1,03	0,00095	128,90	35,28	8,82	26,46	35,28	52,93	1,03	0,00085	93,59
K102R	31,65	7,91	23,74	31,65	47,47	1,03	0,00095	128,90	35,28	8,82	26,46	35,28	52,93	1,03	0,00085	93,59
K103L	33,03	8,26	24,77	33,03	49,54	1,04	0,00092	112,50	34,75	8,69	26,07	34,75	52,13	1,03	0,00087	94,00
K103R	31,54	7,88	23,65	31,54	47,30	1,01	0,00096	112,40	36,89	9,22	27,67	36,89	55,34	1,05	0,00081	72,69
K104L	22,33	5,58	16,75	22,33	33,49	1,06	0,00095	109,30	38,19	9,55	28,64	38,19	57,28	1,06	0,00078	54,89
K104R	22,56	5,64	16,92	22,56	33,84	1,06	0,00094	106,60	38,10	9,53	28,58	38,10	57,16	1,06	0,00079	55,07
K105L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K105R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K106L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K106R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K107L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K107R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K108L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K108R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K109L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K109R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K110L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K110R	19,90	4,98	14,93	19,90	29,85	1,06	0,00098	126,00	37,35	9,34	28,01	37,35	56,02	1,03	0,00080	66,32
K111L	33,36	8,34	25,02	33,36	50,04	1,06	0,00086	186,70	37,59	9,40	28,20	37,59	56,39	1,04	0,00079	137,60
K111R	33,23	8,31	24,93	33,23	49,85	1,06	0,00087	189,90	36,03	9,01	27,02	36,03	54,04	1,04	0,00079	137,60

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K112L	21,04	5,26	15,78	21,04	31,56	1,07	0,00101	116,00	33,97	8,49	25,48	33,97	50,96	1,03	0,00089	84,56
K112R	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K113L	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K113R	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K114L	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K114R	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K115L	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K115R	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K116L	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K116R	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K117L	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K117R	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K118L	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K118R	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K119L	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K119R	19,50	4,87	14,62	19,50	29,25	1,08	0,00100	101,10	35,57	8,89	26,68	35,57	53,35	1,03	0,00085	64,55
K120L	24,75	6,19	18,56	24,75	37,13	1,07	0,00092	233,60	36,76	9,19	27,57	36,76	55,14	1,04	0,00077	133,30
K120R	32,00	8,00	24,00	32,00	48,01	1,04	0,00090	215,00	36,40	9,10	27,30	36,40	54,60	1,03	0,00078	134,70
K121L	27,13	6,78	20,35	27,13	40,70	1,07	0,00090	213,90	36,88	9,22	27,66	36,88	55,32	1,02	0,00077	123,80
K121R	19,96	4,99	14,97	19,96	29,94	1,07	0,00092	211,00	39,07	9,77	29,31	39,07	58,61	1,02	0,00073	81,67
K122L	33,00	8,25	24,75	33,00	49,50	1,04	0,00092	112,40	35,08	8,77	26,31	35,08	52,62	1,04	0,00086	91,03
K122R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K123L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K123R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K124L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K124R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K125L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K125R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K126L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K126R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K127L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K127R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K128L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K128R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K129L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K129R	21,50	5,37	16,12	21,50	32,24	1,06	0,00097	125,90	36,95	9,24	27,71	36,95	55,43	1,04	0,00081	72,65
K130L	24,52	6,13	18,39	24,52	36,78	1,06	0,00093	158,90	37,62	9,40	28,21	37,62	56,43	1,03	0,00077	81,85
K130R	22,23	5,56	16,67	22,23	33,35	1,07	0,00095	182,10	36,69	9,17	27,52	36,69	55,03	1,04	0,00079	103,50
K131L	24,04	6,01	18,03	24,04	36,06	1,06	0,00095	189,30	36,18	9,04	27,13	36,18	54,27	1,04	0,00081	115,30
K131R	34,30	8,58	25,73	34,30	51,45	1,04	0,00085	136,80	33,59	8,40	25,19	33,59	50,39	1,06	0,00087	147,60
K132L	30,87	7,72	23,15	30,87	46,30	1,05	0,00091	158,00	36,48	9,12	27,36	36,48	54,71	1,05	0,00080	102,30
K132R	25,83	6,46	19,37	25,83	38,74	1,06	0,00095	202,10	35,11	8,78	26,33	35,11	52,67	1,03	0,00083	138,00
K133L	15,52	3,88	11,64	15,52	23,29	1,06	0,00103	163,30	36,03	9,01	27,02	36,03	54,04	1,04	0,00084	93,35
K133R	33,03	8,26	24,77	33,03	49,54	1,04	0,00092	112,50	34,75	8,69	26,07	34,75	52,13	1,03	0,00087	94,01
K134L	22,45	5,61	16,84	22,45	33,68	1,07	0,00094	178,20	36,67	9,17	27,50	36,67	55,00	1,04	0,00079	103,50
K134R	18,88	4,72	14,16	18,88	28,32	1,06	0,00098	222,30	35,44	8,86	26,58	35,44	53,16	1,04	0,00082	138,00
K135L	12,58	3,14	9,43	12,58	18,86	1,06	0,00106	178,50	36,14	9,03	27,10	36,14	54,21	1,03	0,00083	94,80
K135R	33,03	8,26	24,77	33,03	49,54	1,04	0,00092	112,50	34,75	8,69	26,07	34,75	52,13	1,03	0,00087	94,01

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K136L	30,87	7,72	23,15	30,87	46,30	1,05	0,00091	158,00	36,48	9,12	27,36	36,48	54,71	1,05	0,00080	102,30
K136R	25,83	6,46	19,37	25,83	38,74	1,06	0,00095	202,10	35,11	8,78	26,33	35,11	52,67	1,03	0,00083	138,00
K137L	21,50	5,38	16,13	21,50	32,25	1,06	0,00099	144,40	35,54	8,88	26,65	35,54	53,31	1,04	0,00085	93,71
K137R	33,03	8,26	24,77	33,03	49,54	1,04	0,00092	112,50	34,75	8,69	26,07	34,75	52,13	0,97	0,00087	97,10
K138L	22,45	5,61	16,84	22,45	33,68	1,07	0,00094	178,20	36,67	9,17	27,50	36,67	55,00	1,04	0,00079	103,50
K138R	18,88	4,72	14,16	18,88	28,32	1,06	0,00098	222,30	35,44	8,86	26,58	35,44	53,16	1,04	0,00082	138,00
K139L	12,58	3,14	9,43	12,58	18,86	1,06	0,00106	178,50	36,14	9,03	27,10	36,14	54,21	1,03	0,00083	94,80
K139R	33,03	8,26	24,77	33,03	49,54	1,04	0,00092	112,50	34,75	8,69	26,07	34,75	52,13	1,03	0,00087	94,01
K140L	30,87	7,72	23,15	30,87	46,30	1,05	0,00091	158,00	36,48	9,12	27,36	36,48	54,71	1,05	0,00080	102,30
K140R	25,83	6,46	19,37	25,83	38,74	1,06	0,00095	202,10	35,11	8,78	26,33	35,11	52,67	1,03	0,00083	138,00
K141L	21,50	5,38	16,13	21,50	32,25	1,06	0,00099	144,40	35,54	8,88	26,65	35,54	53,31	1,04	0,00085	93,71
K141R	33,03	8,26	24,77	33,03	49,54	1,04	0,00092	112,50	34,75	8,69	26,07	34,75	52,13	0,97	0,00087	97,10
K142L	22,45	5,61	16,84	22,45	33,68	1,07	0,00094	178,20	36,67	9,17	27,50	36,67	55,00	1,04	0,00079	103,50
K142R	18,88	4,72	14,16	18,88	28,32	1,06	0,00098	222,30	35,44	8,86	26,58	35,44	53,16	1,04	0,00082	138,00
K143L	12,58	3,14	9,43	12,58	18,86	1,06	0,00106	178,50	36,14	9,03	27,10	36,14	54,21	1,03	0,00083	94,80
K143R	33,03	8,26	24,77	33,03	49,54	1,04	0,00092	112,50	34,75	8,69	26,07	34,75	52,13	1,03	0,00087	94,01
K144L	30,87	7,72	23,15	30,87	46,30	1,05	0,00091	158,00	36,48	9,12	27,36	36,48	54,71	1,05	0,00080	102,30
K144R	25,83	6,46	19,37	25,83	38,74	1,06	0,00095	202,10	35,11	8,78	26,33	35,11	52,67	1,03	0,00083	138,00
K145L	21,50	5,38	16,13	21,50	32,25	1,06	0,00099	144,40	35,54	8,88	26,65	35,54	53,31	1,04	0,00085	93,71
K145R	33,03	8,26	24,77	33,03	49,54	1,04	0,00092	112,50	34,75	8,69	26,07	34,75	52,13	0,97	0,00087	97,10
K146L	34,17	8,54	25,63	34,17	51,25	1,06	0,00084	149,30	38,41	9,60	28,81	38,41	57,62	1,03	0,00074	81,41
K146R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K147L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K147R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K148L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K148R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K149L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K149R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K150L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K150R	34,71	8,68	26,03	34,71	52,06	1,04	0,00083	135,70	38,14	9,53	28,60	38,14	57,21	1,03	0,00074	82,11
K151L	34,71	8,68	26,03	34,71	52,06	1,04	0,00083	135,70	38,14	9,53	28,60	38,14	57,21	1,03	0,00074	82,11
K151R	34,71	8,68	26,03	34,71	52,06	1,04	0,00083	135,70	38,14	9,53	28,60	38,14	57,21	1,03	0,00074	82,11
K152L	34,71	8,68	26,03	34,71	52,06	1,04	0,00083	135,70	38,14	9,53	28,60	38,14	57,21	1,03	0,00074	82,11
K152R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K153L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K153R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K154L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K154R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K155L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,88	9,72	29,16	38,88	58,32	1,05	0,00073	80,99
K155R	34,71	8,68	26,03	34,71	52,06	1,04	0,00083	135,70	38,14	9,53	28,60	38,14	57,21	1,03	0,00074	82,11

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	θ_u/θ_y	IO	LS	CP	E	Mu/My	θ_y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	θ_y (rad)	My (kNm)
K201L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K201R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K202L	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K202R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K203L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K203R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K204L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K204R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K205L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K205R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K206L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K206R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K207L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K207R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K208L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K208R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K209L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K209R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K210L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K210R	16,51	4,13	12,38	16,51	24,76	1,05	0,00097	108,60	39,89	9,97	29,92	39,89	59,84	1,04	0,00075	37,87
K211L	34,56	8,64	25,92	34,56	51,84	1,05	0,00086	159,80	38,41	9,60	28,81	38,41	57,61	1,04	0,00074	82,38
K211R	34,56	8,64	25,92	34,56	51,84	1,05	0,00086	159,80	38,41	9,60	28,81	38,41	57,61	1,04	0,00074	82,38
K212L	30,44	7,61	22,83	30,44	45,66	1,03	0,00093	69,44	37,40	9,35	28,05	37,40	56,10	1,07	0,00080	41,89
K212R	11,81	2,95	8,86	11,81	17,71	1,05	0,00106	104,60	38,19	9,55	28,64	38,19	57,28	1,04	0,00078	42,74

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K213L	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K213R	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K214L	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K214R	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K215L	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K215R	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K216L	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K216R	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K217L	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K217R	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K218L	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K218R	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K219L	33,80	8,45	25,35	33,80	50,70	1,04	0,00090	61,63	36,99	9,25	27,74	36,99	55,48	1,07	0,00081	42,15
K219R	8,47	2,12	6,35	8,47	12,70	1,04	0,00114	136,40	37,48	9,37	28,11	37,48	56,23	1,03	0,00080	56,75
K220L	26,32	6,58	19,74	26,32	39,49	1,08	0,00089	203,40	37,52	9,38	28,14	37,52	56,27	1,04	0,00076	108,60
K220R	33,75	8,44	25,31	33,75	50,62	1,06	0,00088	186,10	37,48	9,37	28,11	37,48	56,22	1,04	0,00076	107,20
K221L	33,75	8,44	25,31	33,75	50,62	1,06	0,00088	186,10	37,48	9,37	28,11	37,48	56,22	1,04	0,00076	107,20
K221R	33,75	8,44	25,31	33,75	50,62	1,06	0,00088	186,10	37,48	9,37	28,11	37,48	56,22	1,04	0,00076	107,20
K222L	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K222R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K223L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K223R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K224L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K224R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K225L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K225R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K226L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K226R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K227L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K227R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K228L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K228R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K229L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K229R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K230L	33,39	8,35	25,05	33,39	50,09	1,05	0,00088	135,30	36,81	9,20	27,61	36,81	55,22	1,04	0,00079	90,27
K230R	27,39	6,85	20,54	27,39	41,08	1,06	0,00091	155,30	37,03	9,26	27,77	37,03	55,55	1,04	0,00079	91,03
K231L	20,89	5,22	15,67	20,89	31,33	1,07	0,00092	153,50	38,64	9,66	28,98	38,64	57,96	1,04	0,00075	68,39
K231R	34,31	8,58	25,73	34,31	51,47	1,06	0,00086	113,10	38,08	9,52	28,56	38,08	57,12	1,05	0,00076	67,75
K232L	30,87	7,72	23,15	30,87	46,30	1,05	0,00091	158,00	36,48	9,12	27,36	36,48	54,71	1,05	0,00080	102,30
K232R	26,96	6,74	20,22	26,96	40,44	1,05	0,00093	168,50	36,64	9,16	27,48	36,64	54,95	1,05	0,00079	102,30
K233L	14,45	3,61	10,84	14,45	21,68	1,07	0,00101	134,90	38,43	9,61	28,83	38,43	57,65	0,96	0,00078	58,28
K233R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K234L	27,93	6,98	20,95	27,93	41,89	1,06	0,00091	153,40	37,00	9,25	27,75	37,00	55,50	1,03	0,00079	91,06
K234R	32,61	8,15	24,45	32,61	48,91	1,06	0,00090	168,50	34,64	8,66	25,98	34,64	51,97	1,04	0,00084	137,10
K235L	10,36	2,59	7,77	10,36	15,54	1,06	0,00108	160,00	38,88	9,72	29,16	38,88	58,33	1,02	0,00077	56,42
K235R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K236L	30,87	7,72	23,15	30,87	46,30	1,05	0,00091	158,00	36,48	9,12	27,36	36,48	54,71	1,05	0,00080	102,30
K236R	17,63	4,41	13,22	17,63	26,44	1,07	0,00097	199,70	37,02	9,26	27,77	37,02	55,53	1,04	0,00079	103,10

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K237L	14,45	3,61	10,84	14,45	21,68	1,07	0,00101	134,90	38,43	9,61	28,83	38,43	57,65	0,96	0,00078	58,28
K237R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K238L	27,93	6,98	20,95	27,93	41,89	1,06	0,00091	153,40	37,00	9,25	27,75	37,00	55,50	1,03	0,00079	91,06
K238R	32,61	8,15	24,45	32,61	48,91	1,06	0,00090	168,50	34,64	8,66	25,98	34,64	51,97	1,04	0,00084	137,10
K239L	10,36	2,59	7,77	10,36	15,54	1,06	0,00108	160,00	38,88	9,72	29,16	38,88	58,33	1,02	0,00077	56,42
K239R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K240L	30,87	7,72	23,15	30,87	46,30	1,05	0,00091	158,00	36,48	9,12	27,36	36,48	54,71	1,05	0,00080	102,30
K240R	17,63	4,41	13,22	17,63	26,44	1,07	0,00097	199,70	37,02	9,26	27,77	37,02	55,53	1,04	0,00079	103,10
K241L	14,45	3,61	10,84	14,45	21,68	1,07	0,00101	134,90	38,43	9,61	28,83	38,43	57,65	0,96	0,00078	58,28
K241R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K242L	27,93	6,98	20,95	27,93	41,89	1,06	0,00091	153,40	37,00	9,25	27,75	37,00	55,50	1,03	0,00079	91,06
K242R	32,61	8,15	24,45	32,61	48,91	1,06	0,00090	168,50	34,64	8,66	25,98	34,64	51,97	1,04	0,00084	137,10
K243L	10,36	2,59	7,77	10,36	15,54	1,06	0,00108	160,00	38,88	9,72	29,16	38,88	58,33	1,02	0,00077	56,42
K243R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K244L	30,87	7,72	23,15	30,87	46,30	1,05	0,00091	158,00	36,48	9,12	27,36	36,48	54,71	1,05	0,00080	102,30
K244R	17,63	4,41	13,22	17,63	26,44	1,07	0,00097	199,70	37,02	9,26	27,77	37,02	55,53	1,04	0,00079	103,10
K245L	14,45	3,61	10,84	14,45	21,68	1,07	0,00101	134,90	38,43	9,61	28,83	38,43	57,65	0,96	0,00078	58,28
K245R	33,70	8,43	25,28	33,70	50,55	1,04	0,00090	91,93	37,79	9,45	28,34	37,79	56,69	1,06	0,00079	54,90
K246L	34,71	8,68	26,03	34,71	52,06	1,04	0,00083	135,70	38,14	9,53	28,60	38,14	57,21	1,03	0,00074	82,11
K246R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K247L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K247R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K248L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K248R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K249L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K249R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K250L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K250R	34,71	8,68	26,03	34,71	52,06	1,04	0,00083	135,70	38,14	9,53	28,60	38,14	57,21	1,03	0,00074	82,11
K251L	34,71	8,68	26,03	34,71	52,06	1,04	0,00083	135,70	38,14	9,53	28,60	38,14	57,21	1,03	0,00074	82,11
K251R	34,71	8,68	26,03	34,71	52,06	1,04	0,00083	135,70	38,14	9,53	28,60	38,14	57,21	1,03	0,00074	82,11
K252L	34,71	8,68	26,03	34,71	52,06	1,04	0,00083	135,70	38,14	9,53	28,60	38,14	57,21	1,03	0,00074	82,11
K252R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K253L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K253R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K254L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K254R	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K255L	25,53	6,38	19,15	25,53	38,30	1,06	0,00089	184,70	38,86	9,72	29,15	38,86	58,29	1,05	0,00073	80,99
K255R	34,71	8,68	26,03	34,71	52,06	1,04	0,00083	135,70	38,14	9,53	28,60	38,14	57,21	1,03	0,00074	82,11

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K301L	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K301R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K302L	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K302R	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K303L	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K303R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K304L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K304R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K305L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K305R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K306L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K306R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K307L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K307R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K308L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K308R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K309L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K309R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K310L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K310R	16,51	4,13	12,38	16,51	24,76	1,05	0,00097	108,60	39,89	9,97	29,92	39,89	59,84	1,04	0,00075	37,87
K311L	16,51	4,13	12,38	16,51	24,76	1,05	0,00135	108,60	39,89	9,97	29,92	39,89	59,84	1,04	0,00105	37,87
K311R	22,14	5,53	16,60	22,14	33,21	1,06	0,00129	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00105	37,60
K312L	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K312R	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K313L	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K313R	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K314L	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K314R	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K315L	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K315R	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K316L	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K316R	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K317L	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K317R	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K318L	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K318R	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K319L	34,91	8,73	26,18	34,91	52,36	1,07	0,00086	48,14	38,87	9,72	29,15	38,87	58,30	1,10	0,00076	27,84
K319R	10,76	2,69	8,07	10,76	16,14	1,07	0,00105	97,48	39,92	9,98	29,94	39,92	59,88	0,96	0,00075	30,00
K320L	34,27	8,57	25,70	34,27	51,40	1,07	0,00084	148,00	38,39	9,60	28,79	38,39	57,58	1,02	0,00074	81,42
K320R	34,27	8,57	25,70	34,27	51,40	1,07	0,00084	148,00	38,39	9,60	28,79	38,39	57,58	1,02	0,00074	81,42
K321L	31,56	7,89	23,67	31,56	47,34	1,07	0,00085	147,40	40,25	10,06	30,19	40,25	60,37	1,07	0,00070	53,88
K321R	31,56	7,89	23,67	31,56	47,34	1,07	0,00085	147,40	40,25	10,06	30,19	40,25	60,37	1,07	0,00070	53,88
K322L	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K322R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K323L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K323R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K324L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K324R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K325L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K325R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K326L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K326R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K326L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K326R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K327L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K327R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K328L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K328R	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K329L	22,95	5,74	17,21	22,95	34,43	1,06	0,00092	91,82	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,05	0,00075	37,60
K329R	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K330L	34,31	8,58	25,73	34,31	51,47	1,06	0,00086	113,10	38,08	9,52	28,56	38,08	57,12	1,05	0,00076	67,75
K330R	20,89	5,22	15,67	20,89	31,33	1,07	0,00092	153,50	38,64	9,66	28,98	38,64	57,96	1,04	0,00075	68,39
K331L	20,89	5,22	15,67	20,89	31,33	1,07	0,00092	153,50	38,64	9,66	28,98	38,64	57,96	1,04	0,00075	68,39
K331R	35,37	8,84	26,53	35,37	53,06	1,04	0,00083	93,03	37,74	9,44	28,31	37,74	56,61	1,05	0,00077	67,67
K332L	34,31	8,58	25,73	34,31	51,47	1,06	0,00086	113,10	38,08	9,52	28,56	38,08	57,12	1,05	0,00076	67,75
K332R	28,38	7,09	21,28	28,38	42,57	1,05	0,00089	134,70	38,23	9,56	28,67	38,23	57,35	1,05	0,00076	69,02
K333L	16,51	4,13	12,38	16,51	24,76	1,05	0,00097	108,60	39,89	9,97	29,92	39,89	59,84	1,04	0,00075	37,87
K333R	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K334L	34,31	8,58	25,73	34,31	51,47	1,06	0,00086	113,10	38,08	9,52	28,56	38,08	57,12	1,05	0,00076	67,75
K334R	28,38	7,09	21,28	28,38	42,57	1,05	0,00089	134,70	38,23	9,56	28,67	38,23	57,35	1,05	0,00076	69,02
K335L	16,51	4,13	12,38	16,51	24,76	1,05	0,00097	108,60	39,89	9,97	29,92	39,89	59,84	1,04	0,00075	37,87
K335R	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K336L	34,31	8,58	25,73	34,31	51,47	1,06	0,00086	113,10	38,08	9,52	28,56	38,08	57,12	1,05	0,00076	67,75
K336R	28,38	7,09	21,28	28,38	42,57	1,05	0,00089	134,70	38,23	9,56	28,67	38,23	57,35	1,05	0,00076	69,02
K337L	16,51	4,13	12,38	16,51	24,76	1,05	0,00097	108,60	39,89	9,97	29,92	39,89	59,84	1,04	0,00075	37,87
K337R	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K338L	34,31	8,58	25,73	34,31	51,47	1,06	0,00086	113,10	38,08	9,52	28,56	38,08	57,12	1,05	0,00076	67,75
K338R	28,38	7,09	21,28	28,38	42,57	1,05	0,00089	134,70	38,23	9,56	28,67	38,23	57,35	1,05	0,00076	69,02
K339L	16,51	4,13	12,38	16,51	24,76	1,05	0,00097	108,60	39,89	9,97	29,92	39,89	59,84	1,04	0,00075	37,87
K339R	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K340L	34,31	8,58	25,73	34,31	51,47	1,06	0,00086	113,10	38,08	9,52	28,56	38,08	57,12	1,05	0,00076	67,75
K340R	28,38	7,09	21,28	28,38	42,57	1,05	0,00089	134,70	38,23	9,56	28,67	38,23	57,35	1,05	0,00076	69,02
K341L	16,51	4,13	12,38	16,51	24,76	1,05	0,00097	108,60	39,89	9,97	29,92	39,89	59,84	1,04	0,00075	37,87
K341R	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K342L	34,31	8,58	25,73	34,31	51,47	1,06	0,00086	113,10	38,08	9,52	28,56	38,08	57,12	1,05	0,00076	67,75
K342R	28,38	7,09	21,28	28,38	42,57	1,05	0,00089	134,70	38,23	9,56	28,67	38,23	57,35	1,05	0,00076	69,02
K343L	16,51	4,13	12,38	16,51	24,76	1,05	0,00097	108,60	39,89	9,97	29,92	39,89	59,84	1,04	0,00075	37,87
K343R	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K344L	34,31	8,58	25,73	34,31	51,47	1,06	0,00086	113,10	38,08	9,52	28,56	38,08	57,12	1,05	0,00076	67,75
K344R	28,38	7,09	21,28	28,38	42,57	1,05	0,00089	134,70	38,23	9,56	28,67	38,23	57,35	1,05	0,00076	69,02
K345L	16,51	4,13	12,38	16,51	24,76	1,05	0,00097	108,60	39,89	9,97	29,92	39,89	59,84	1,04	0,00075	37,87
K345R	34,76	8,69	26,07	34,76	52,14	1,02	0,00088	74,47	39,63	9,91	29,72	39,63	59,44	1,08	0,00075	36,41
K346L	35,33	8,83	26,50	35,33	53,00	1,07	0,00084	134,80	40,03	10,01	30,02	40,03	60,04	1,06	0,00071	54,29
K346R	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K347L	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K347R	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98

Kiriş No	Kabul Limitleri															
	Negatif								Pozitif							
	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)	Mu/My	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)	My (kNm)
K348L	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K348R	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K349L	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K349R	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K350L	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K350R	35,33	8,83	26,50	35,33	53,00	1,07	0,00084	134,80	40,03	10,01	30,02	40,03	60,04	1,06	0,00071	54,29
K351L	35,59	8,90	26,69	35,59	53,38	1,05	0,00080	110,00	39,76	9,94	29,82	39,76	59,64	1,04	0,00071	54,09
K351R	35,59	8,90	26,69	35,59	53,38	1,05	0,00080	110,00	39,76	9,94	29,82	39,76	59,64	1,04	0,00071	54,09
K352L	35,33	8,83	26,50	35,33	53,00	1,07	0,00084	134,80	40,03	10,01	30,02	40,03	60,04	1,06	0,00071	54,29
K352R	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K353L	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K353R	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K354L	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K354R	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K355L	21,28	5,32	15,96	21,28	31,92	1,06	0,00090	183,70	40,61	10,15	30,46	40,61	60,91	1,08	0,00070	53,98
K355R	35,33	8,83	26,50	35,33	53,00	1,07	0,00084	134,80	40,03	10,01	30,02	40,03	60,04	1,06	0,00071	54,29

Tablo B.3. Kolonların Mafsallık Özellikleri ve Kabul Limitleri

Kolon No	Boyut (cm)	Yüklemeye No	Yük (kN)	Mafsallık Özellikleri							Kabul Limitleri						
				Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Dönme (rad)		Mafsallık Boyu (m)	θ_u/θ_y	IO	LS	CP	E	Mu/My	θ_y (rad)
				B	C	B	C	B	C								
C30X50	50/30	MCX1	100,00	121,40	134,80	0,00444	0,03943	0,00111	0,00986	0,25	8,89	2,22	6,67	8,89	13,33	1,11	0,00111
	50/30	MCX2	200,00	134,80	146,20	0,00468	0,03456	0,00117	0,00864	0,25	7,39	1,85	5,54	7,39	11,08	1,08	0,00117
	50/30	MCX3	300,00	147,80	158,30	0,00497	0,02945	0,00124	0,00736	0,25	5,93	1,48	4,45	5,93	8,89	1,07	0,00124
	50/30	MCX4	400,00	159,00	169,00	0,00524	0,02531	0,00131	0,00633	0,25	4,83	1,21	3,63	4,83	7,25	1,06	0,00131
	50/30	MCX5	500,00	167,90	174,50	0,00548	0,02191	0,00137	0,00548	0,25	4,00	1,00	3,00	4,00	6,00	1,04	0,00137
	50/30	MCX6	600,00	172,40	177,50	0,00530	0,01971	0,00133	0,00493	0,25	3,72	0,93	2,79	3,72	5,58	1,03	0,00133
	50/30	MCX7	700,00	173,80	180,10	0,00502	0,01777	0,00125	0,00444	0,25	3,54	0,89	2,66	3,54	5,31	1,04	0,00125
	50/30	MCX8	800,00	172,30	180,30	0,00469	0,01606	0,00117	0,00402	0,25	3,43	0,86	2,57	3,43	5,14	1,05	0,00117
	50/30	MCX9	900,00	167,70	177,30	0,00432	0,01497	0,00108	0,00374	0,25	3,47	0,87	2,60	3,47	5,20	1,06	0,00108
	50/30	MCX10	1000,00	161,60	172,50	0,00398	0,01393	0,00099	0,00348	0,25	3,50	0,88	2,63	3,50	5,25	1,07	0,00099
	30/50	MCY1	100,00	70,02	82,22	0,00775	0,07257	0,00116	0,01089	0,15	9,37	2,34	7,02	9,37	14,05	1,17	0,00116
	30/50	MCY2	200,00	79,65	83,32	0,00843	0,05619	0,00126	0,00843	0,15	6,67	1,67	5,00	6,67	10,00	1,05	0,00126
	30/50	MCY3	300,00	86,82	87,05	0,00894	0,04949	0,00134	0,00742	0,15	5,54	1,38	4,15	5,54	8,30	1,00	0,00134
	30/50	MCY4	400,00	90,12	90,62	0,00914	0,04466	0,00137	0,00670	0,15	4,89	1,22	3,67	4,89	7,33	1,01	0,00137
	30/50	MCY5	500,00	92,21	93,83	0,00930	0,03932	0,00139	0,00590	0,15	4,23	1,06	3,17	4,23	6,34	1,02	0,00139
	30/50	MCY6	600,00	97,05	97,95	0,00940	0,03480	0,00141	0,00522	0,15	3,70	0,93	2,78	3,70	5,55	1,01	0,00141
	30/50	MCY7	700,00	95,94	99,64	0,00876	0,03096	0,00131	0,00464	0,15	3,54	0,88	2,65	3,54	5,30	1,04	0,00131
	30/50	MCY8	800,00	94,78	97,01	0,00811	0,02848	0,00122	0,00427	0,15	3,51	0,88	2,64	3,51	5,27	1,02	0,00122
	30/50	MCY9	900,00	92,66	96,84	0,00746	0,02576	0,00112	0,00386	0,15	3,45	0,86	2,59	3,45	5,18	1,05	0,00112
	30/50	MCY10	1000,00	88,45	94,02	0,00674	0,02373	0,00101	0,00356	0,15	3,52	0,88	2,64	3,52	5,28	1,06	0,00101

Kolon No	Boyut (cm)	Yükleme No	Yük (kN)	Mafsall Özellikleri							Kabul Limitleri						
				Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Dönme (rad)		Mafsall Boyu (m)	θu/θy	IO	LS	CP	E	Mu/My	θy (rad)
				B	C	B	C	B	C								
C30X40	40/30	MCX1	100,00	85,36	92,81	0,00580	0,04484	0,00116	0,00897	0,20	7,74	1,93	5,80	7,74	11,61	1,09	0,00116
	40/30	MCX2	200,00	95,02	99,74	0,00617	0,03860	0,00123	0,00772	0,20	6,25	1,56	4,69	6,25	9,38	1,05	0,00123
	40/30	MCX3	300,00	103,70	106,60	0,00657	0,03354	0,00131	0,00671	0,20	5,10	1,28	3,83	5,10	7,66	1,03	0,00131
	40/30	MCX4	400,00	111,30	112,30	0,00698	0,02911	0,00140	0,00582	0,20	4,17	1,04	3,13	4,17	6,26	1,01	0,00140
	40/30	MCX5	500,00	115,40	116,40	0,00681	0,02500	0,00136	0,00500	0,20	3,67	0,92	2,75	3,67	5,51	1,01	0,00136
	40/30	MCX6	600,00	115,70	117,70	0,00634	0,02167	0,00127	0,00433	0,20	3,42	0,85	2,56	3,42	5,13	1,02	0,00127
	40/30	MCX7	700,00	113,10	115,60	0,00577	0,01946	0,00115	0,00389	0,20	3,37	0,84	2,53	3,37	5,06	1,02	0,00115
	40/30	MCX8	800,00	108,30	111,70	0,00522	0,01756	0,00104	0,00351	0,20	3,36	0,84	2,52	3,36	5,04	1,03	0,00104
	40/30	MCX9	900,00	101,00	108,50	0,00468	0,01582	0,00094	0,00316	0,20	3,38	0,84	2,53	3,38	5,07	1,07	0,00094
	40/30	MCX10	1000,00	92,22	98,84	0,00423	0,01495	0,00085	0,00299	0,20	3,53	0,88	2,65	3,53	5,30	1,07	0,00085
	30/40	MCY1	100,00	61,44	70,23	0,00832	0,05843	0,00125	0,00876	0,15	7,02	1,76	5,27	7,02	10,53	1,14	0,00125
	30/40	MCY2	200,00	68,46	69,27	0,00887	0,05098	0,00133	0,00765	0,15	5,75	1,44	4,31	5,75	8,62	1,01	0,00133
	30/40	MCY3	300,00	70,33	73,04	0,00888	0,04503	0,00133	0,00675	0,15	5,07	1,27	3,80	5,07	7,60	1,04	0,00133
	30/40	MCY4	400,00	76,23	77,14	0,00957	0,03887	0,00144	0,00583	0,15	4,06	1,02	3,05	4,06	6,09	1,01	0,00144
	30/40	MCY5	500,00	77,52	79,45	0,00925	0,03345	0,00139	0,00502	0,15	3,62	0,90	2,71	3,62	5,42	1,02	0,00139
	30/40	MCY6	600,00	79,76	80,17	0,00882	0,02983	0,00132	0,00447	0,15	3,38	0,85	2,54	3,38	5,07	1,01	0,00132
	30/40	MCY7	700,00	77,91	78,55	0,00797	0,02689	0,00120	0,00403	0,15	3,37	0,84	2,53	3,37	5,06	1,01	0,00120
	30/40	MCY8	800,00	74,29	77,50	0,00710	0,02418	0,00107	0,00363	0,15	3,41	0,85	2,55	3,41	5,11	1,04	0,00107
	30/40	MCY9	900,00	68,84	72,03	0,00624	0,02215	0,00094	0,00332	0,15	3,55	0,89	2,66	3,55	5,32	1,05	0,00094
	30/40	MCY10	1000,00	62,69	65,19	0,00557	0,02102	0,00084	0,00315	0,15	3,77	0,94	2,83	3,77	5,66	1,04	0,00084

Tablo B.4 Perdelerin Mafsals Özellikleri ve Kabul Limitleri

Perde No	Boyut (cm)	Yükleme No	Yük (kN)	Mafsals Özellikleri							Kabul Limitleri						
				Moment (kNm)		Eğrilik (rad/m)		Dönme (rad)		Mafsals Boyu (m)	0u/0y	IO	LS	CP	E	Mu/My	0y (rad)
				B	C	B	C	B	C								
P101	30/80	MCX10	1000,00	2003,00	2091,00	0,00509	0,03733	0,00203	0,01493	0,40	7,34	1,83	5,50	7,34	11,01	1,04	0,00203
P101	30/80	MCX15	1500,00	2176,00	2254,00	0,00524	0,03400	0,00209	0,01360	0,40	6,49	1,62	4,87	6,49	9,74	1,04	0,00209
P101	30/80	MCX20	2000,00	2347,00	2415,00	0,00540	0,03057	0,00216	0,01223	0,40	5,66	1,41	4,24	5,66	8,49	1,03	0,00216
P101	410	MCY10	1000,00	10780,00	11240,00	0,00083	0,01343	0,00169	0,02753	2,05	16,25	4,06	12,19	16,25	24,38	1,04	0,00169
P101	410	MCY15	1500,00	11740,00	12030,00	0,00084	0,01310	0,00173	0,02686	2,05	15,57	3,89	11,67	15,57	23,35	1,02	0,00173
P101	410	MCY20	2000,00	12600,00	12840,00	0,00069	0,01193	0,00141	0,02446	2,05	17,33	4,33	13,00	17,33	25,99	1,02	0,00141
P102	30/70	MCX10	1000,00	1638,00	1703,00	0,00606	0,03733	0,00212	0,01307	0,35	6,16	1,54	4,62	6,16	9,24	1,04	0,00212
P102	30/70	MCX15	1500,00	1771,00	1829,00	0,00623	0,03400	0,00218	0,01190	0,35	5,46	1,37	4,10	5,46	8,19	1,03	0,00218
P102	30/70	MCX20	2000,00	1900,00	1951,00	0,00641	0,03055	0,00224	0,01069	0,35	4,76	1,19	3,57	4,76	7,15	1,03	0,00224
P102	410	MCY10	1000,00	10760,00	11090,00	0,00084	0,01350	0,00172	0,02768	2,05	16,07	4,02	12,05	16,07	24,10	1,03	0,00172
P102	410	MCY15	1500,00	11630,00	11900,00	0,00085	0,01218	0,00174	0,02497	2,05	14,31	3,58	10,74	14,31	21,47	1,02	0,00174
P102	410	MCY20	2000,00	12490,00	12710,00	0,00086	0,01110	0,00177	0,02276	2,05	12,87	3,22	9,65	12,87	19,30	1,02	0,00177
P103	30/80	MCX10	1000,00	1533,00	1604,00	0,00752	0,03513	0,00301	0,01405	0,40	4,67	1,17	3,50	4,67	7,00	1,05	0,00301
P103	30/80	MCX15	1500,00	1615,00	1674,00	0,00756	0,03342	0,00302	0,01337	0,40	4,42	1,11	3,32	4,42	6,63	1,04	0,00302
P103	30/80	MCX20	2000,00	1693,00	1744,00	0,00760	0,03248	0,00304	0,01299	0,40	4,27	1,07	3,21	4,27	6,41	1,03	0,00304
P103	760	MCY10	1000,00	25400,00	26430,00	0,00045	0,00719	0,00101	0,01618	2,25	15,94	3,99	11,96	15,94	23,92	1,04	0,00101
P103	760	MCY15	1500,00	27130,00	27990,00	0,00046	0,00724	0,00103	0,01630	2,25	15,89	3,97	11,92	15,89	23,84	1,03	0,00103
P103	760	MCY20	2000,00	28840,00	29530,00	0,00046	0,00729	0,00104	0,01640	2,25	15,84	3,96	11,88	15,84	23,76	1,02	0,00104
P104	30/70	MCX10	1000,00	1424,00	1492,00	0,00731	0,03789	0,00256	0,01326	0,35	5,18	1,30	3,89	5,18	7,77	1,05	0,00256
P104	30/70	MCX15	1500,00	1510,00	1569,00	0,00737	0,03582	0,00258	0,01254	0,35	4,86	1,21	3,64	4,86	7,29	1,04	0,00258
P104	30/70	MCX20	2000,00	1594,00	1642,00	0,00744	0,03398	0,00260	0,01189	0,35	4,57	1,14	3,43	4,57	6,85	1,03	0,00260
P104	610	MCY10	1000,00	18280,00	18950,00	0,00056	0,00907	0,00127	0,02040	2,25	16,05	4,01	12,04	16,05	24,07	1,04	0,00127
P104	610	MCY15	1500,00	19620,00	20170,00	0,00057	0,00871	0,00129	0,01960	2,25	15,25	3,81	11,44	15,25	22,87	1,03	0,00129
P104	610	MCY20	2000,00	20900,00	21400,00	0,00058	0,00809	0,00130	0,01819	2,25	14,03	3,51	10,52	14,03	21,04	1,02	0,00130

EK C

Tablo C.1 Kolon PMM değerleri

C30X50			C30X40		
P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
2238,00	0,00	0,00	1824,00	0,00	0,00
2086,00	14,78	25,16	1691,00	12,90	17,60
1274,00	84,72	143,90	1024,00	69,75	96,45
739,50	108,62	183,20	587,00	87,69	121,90
482,90	106,12	177,20	383,50	85,85	119,10
322,60	98,28	167,00	283,00	81,10	112,90
231,30	92,92	158,00	205,70	77,14	107,30
162,70	89,01	149,80	137,00	73,48	102,10
108,20	85,07	143,00	96,14	70,90	98,72
55,17	78,57	136,30	75,98	68,66	96,38
12,91	74,84	130,90	57,64	67,07	94,21
-145,70	57,30	101,00	-69,75	54,09	75,72
-479,50	18,09	30,06	-373,70	19,55	26,30
-619,40	0,00	0,00	-530,90	0,00	0,00

Tablo C.2 Perde PMM değerleri

P101			P102		
P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
-46790,00	0,00	0,00	-45110,00	0,00	0,00
-44410,00	289,66	2706,00	-42830,00	235,83	2534,00
-36040,00	1412,98	13690,00	-34850,00	1224,30	12850,00
-24430,00	2811,79	26320,00	-23610,00	2412,92	24880,00
-18360,00	3184,01	28690,00	-17550,00	2708,12	27250,00
-14900,00	3396,18	28080,00	-14090,00	2834,20	26650,00
-12680,00	3411,55	26690,00	-11870,00	2797,31	25280,00
-11030,00	3398,88	25270,00	-10240,00	2770,22	23880,00
-9765,00	3389,15	23960,00	-8990,00	2749,45	22590,00
-8742,00	3381,29	22770,00	-7984,00	2694,91	21430,00
-7879,00	3363,17	21680,00	-7140,00	2629,23	20370,00
-2982,00	2746,43	14090,00	-2528,00	2082,30	13230,00
2372,00	510,26	4527,00	2481,00	681,38	4310,00
4296,00	94,26	968,20	4296,00	99,19	968,20
4804,00	0,00	0,00	4804,00	0,00	0,00

P103			P104		
P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	P (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
-74180,00	0,00	0,00	-60900,00	0,00	0,00
-70470,00	260,12	7027,00	-57860,00	239,89	4682,00
-57920,00	1526,59	35440,00	-47460,00	1389,19	23780,00
-39390,00	2996,66	69820,00	-32240,00	2704,10	46810,00
-28860,00	3330,63	75920,00	-23650,00	2993,52	51090,00
-22720,00	3341,04	73240,00	-18670,00	2996,97	49480,00
-18700,00	3227,16	68750,00	-15440,00	2909,93	46550,00
-15820,00	3143,42	64340,00	-13090,00	2825,43	43580,00
-13630,00	2986,69	60280,00	-11300,00	2694,78	40870,00
-11900,00	2862,89	56650,00	-9881,00	2591,21	38460,00
-10500,00	2762,70	53450,00	-8724,00	2506,76	36330,00
-3604,00	1990,98	33650,00	-2918,00	1802,44	23010,00
3613,00	681,16	9669,00	3106,00	621,53	7014,00
5684,00	160,51	2473,00	5017,00	136,93	1736,00
6324,00	0,00	0,00	5564,00	0,00	0,00

ÖZGEÇMİŞ

Tekin EKMEN, 1976 yılında Gümüşhane’de doğdu. İlkokulu Gümüşhane’de, ortaokulu Ankara’da lise öğrenimini ise İstanbul’da tamamladı. Lisans öğrenimini aldığı Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünden 1999-2000 öğretim yılı bahar yarıyılı sonunda mezun oldu. Temmuz 2001 de İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nün düzenlemiş olduğu sınav sonucunda Yapı Mühendisliği (Yapı Analizi ve Boyutlandırma) programına kabul edildi.