

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEK KATLI ÇELİK HAL YAPILARINDA STABİLİTE
BAĞLANTILARININ SİSTEM DAVRANIŞINA ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Dinçer ZORLAR**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği, ABD

Programı : Yapı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Yavuz Selim TAMA

KASIM/2011

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 091131008 nolu öğrencisi Dinçer ZORLAR tarafından hazırlanan “**Tek Katlı Çelik Hal Yapılarında Stabilité Bağlantılarının Sistem Davranışına Etkisinin Araştırılması**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Yavuz Selim TAMA (PAÜ)
(Jüri Başkanı)

Eş Danışman :

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Salih YILMAZ (PAÜ)

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Ali ERGÜN (AKÜ)

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 13.12.2011 tarih ve 3318..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Nuri KOLSUZ

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

İmza

: 

Öğrenci Adı Soyadı : Dinçer ZORLAR

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, çelik hal yapılarının ana taşıyıcı sistem düzlemine dik doğrultuda stabilitesini sağlamak üzere kullanılan stabilite bağlarının, yapının yatay yükler altındaki performansına etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla güncel yönetmeliklere göre hazırlanmış bir hal yapısı bilgisayarda yeniden modellenmiş ve stabilite bağlarının etkisini anlamak üzere çeşitli modeller oluşturulmuştur. Yukarıda sözü edilen etkiyi anlamak üzere bu modellerin davranışı birbirleriyle kıyaslanmıştır. Bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkıda bulunan Yrd. Doç. Dr. Yavuz Selim TAMA'ya teşekkür ederim

Kasım 2011


Dinçer ZORLAR
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	x
SUMMARY	xi
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Konunun Tanımı	1
1.2 Konu İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	1
1.3 Amaç ve Kapsam	5
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1 Giriş.....	6
2.2 Çelik Hal Yapılarında Taşıyıcı Sistemler	6
2.2.1 Ankastr kolonlara oturan makaslar	6
2.2.1.1 Kren yolunun olmaması halinde sistem hesabı.....	7
2.2.1.2 Kren yolunun olması halinde sistem hesabı	9
2.2.2 Mafsallı Kolonlara oturan makaslar	11
2.3 Çerçevesel.....	14
2.3 Hallerde Stabilite Bağlantıları.....	14
2.3.1 Çatı düzleminin stabilitesi	15
2.3.1.1 Düşey stabilite bağları.....	15
2.3.1.2 Çatı düzlemi stabilite bağları	17
2.3.2 Çatı altının stabilitesi.....	20
2.3.2.1 Boyuna doğrultuda stabilite bağları	20
2.3.2.2 Kalkan duvarı stabilite bağları.....	21
3. YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR, İRDELEMELER.....	22
3.1 Giriş.....	22
3.2 Modeller	25
3.2.1 Çaprazsız	25
3.2.2 Düşey.01 YZ.....	25
3.2.3 Düşey.01	26
3.2.4 Düşey.02	26
3.2.5 Düşey.03	27
3.2.6 Yatay.01	27
3.2.7 Yatay.02	28
3.2.8 Yatay.03	28
3.2.9 YD.01	29
3.2.10 YD.02	29
3.2.11 YD.03	30
3.2.12 K.D.T.K.	30
3.2.13 T.K.	31
3.3 Araştırma	31
3.3.1 Deprem yüklemesi	31
3.3.2 Rüzgar yüklemesi.....	31
3.4 Bulgular ve İrdemeler	35
3.4.1 Kapasite eğrileri	35
3.4.2 Deplasmanlar	37
3.4.3 Kesit tesirleri.....	40
4. SONUÇLAR.....	41
KAYNAKLAR.....	43
EKLER.....	44

KISALTMALAR

DIN	: Deutsches Institut For Normen
TS	: Türk Standartları
ABYYHY	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
WSMF	: Welded Steel Moment Resisting Frames
FEMA	: Federal Emergency Management Agency

TABLO LİSTESİ

Tablolar

3.1	Taşıyıcı elemanlarda kullanılan profiller.....	24
3.2	Yapı Yüksekliğine göre değişen rüzgar hızı ve kuvveti	32
3.3	Kolonlara gelen rüzgar yükleri	33
3.4	İlk ve son akslarda sol çatı kirişine gelen rüzgar yükleri	33
3.5	Ara akslarda sol çatı kirişine gelen rüzgar yükleri.....	33
3.6	İlk ve son akslarda sağ çatı kirişine gelen rüzgar yükleri.....	33
3.7	Ara akslarda sağ çatı kirişine gelen rüzgar yükleri.....	33
3.8	Modellerde ilk plastik mafsall oluşma mesafesi.....	36
3.9	Y doğrultusunda deplasman değerleri.....	38
3.10	X doğrultusunda deplasman değerleri.....	39

ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller

2.1	Ankastre kolonlara oturan makas.....	6
2.2	Kren durumuna göre kolon alternatifleri.....	7
2.3	Kren yolu olmayan sistemde yatay ve düşey yükler.....	7
2.4	Küçük ve orta kaldırma kapasiteli krenli sistem.....	9
2.5	Kafes kolonlu krenli sistem.....	10
2.6	Mafsallı kolona oturan makas sistemi.....	11
2.7	Mafsallı kolonlara oturan hal yapısında rüzgâr bağlantısı.....	12
2.8	Çatı eğiminin fazla olmaması durumunda rüzgâr bağlantıları.....	13
2.9	Hal yapılarında çerçeve türleri.....	14
2.10	Düşey stabilite bağları a) Çapraz b) Destekli.....	15
2.11	Özel durumlar.....	16
2.12	Çatı düzlemi stabilite bağları.....	18
2.13	Çatı düzlemi stabilite bağlarının kafes giriş çalışması.....	19
2.14	Boyuna doğrultuda stabilite bağlarının alternatif düzenlenme şekilleri.....	20
2.15	Kalkan duvarında stabilite bağlarının düzenlenmesi.....	21
3.1	Çalışmada kullanılan hal binasının 3 boyutlu görünümü.....	22
3.2	Çalışmada kullanılan yapının planı.....	22
3.3	Çalışmada kullanılan yapının ilk ve son aksları.....	23
3.4	Çalışmada kullanılan yapının ara aksları.....	23
3.5	Yapı elemanlarının bağlantı şekilleri.....	24
3.6	Çaprazsız modelinin görünüşü.....	25
3.7	Düşey01.YZ modelinde stabilite bağının düzenlenme şekli.....	25
3.8	Düşey01 modelinde stabilite bağının düzenlenme şekli.....	26
3.9	Düşey02 modelinde stabilite bağının düzenlenme şekli.....	26
3.10	Düşey03 modelinde stabilite bağının düzenlenme şekli.....	27
3.11	Yatay.01 modelinde stabilite bağının düzenlenme şekli.....	27
3.12	Yatay.02 modelinde stabilite bağının düzenlenme şekli.....	28
3.13	Yatay.03 modelinde stabilite bağının düzenlenme şekli.....	28
3.14	YD.01 modelinde stabilite bağının düzenlenme şekli.....	29
3.15	YD.02 modelinde stabilite bağının düzenlenme şekli.....	29
3.16	YD.03 modelinde stabilite bağının düzenlenme şekli.....	30
3.17	K.D.T.K modelinde stabilite bağının düzenlenme şekli.....	30
3.18	T.K modelinde stabilite bağının düzenlenme şekli.....	31
3.19	Rüzgar yüklerinin yapıyı etkileme şekilleri.....	32
3.20	İlk ve son akslarda çerçeveye gelen rüzgar kuvvetleri.....	34
3.21	Ara akslarda çerçeveye gelen rüzgar kuvvetleri.....	34
3.22	Modellerin X doğrultusunda kapasite eğrileri.....	35
3.23	Tepe noktasının deplasmanları.....	37

SEMBOL LİSTESİ

S_g	Öz ağırlıktan kaynaklanan yükler
S_s	Tam Kar yükü
W_r	Bileşke rüzgar kuvveti
H	Bileşke rüzgar kuvvetinin yatay bileşeni
V	Bileşke rüzgar kuvvetinin düşey bileşeni
Q	Kesme Kuvveti
M	Eğilme Momenti
f_l, f_r	Kolon uç noktasının rüzgar kuvvetlerinden kaynaklanan deplasmanı
D	Kolon başları arasındaki mesafe
λ	Narinlik Derecesi
n	Stabilite bağına etki veren çatı makası sayısını,
F	Bir çatı makasının üst başlık enkesit alanını,
σ_{emn}	Üst başlık malzemesi emniyet gerilmesini
l_D	Çapraz çubuğun teorik uzunluğunu,
α	Makasların aks aralığını
$\Delta_{x,y}$	Aksların tepe noktasının X ve Y yönlerindeki maksimum deplasmanı

ÖZET

**TEK KATLI ÇELİK HAL YAPILARINDA STABİLİTE
BAĞLANTILARININ SİSTEM DAVRANIŞINA ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Çelik hal yapılarında, ana taşıyıcı sistem kendi düzlemindeki yükleri taşımak üzere tasarlanır. Bu taşıyıcı sistemin düzlemine dik gelen rüzgar ve deprem gibi yatay etkiler ise stabilite bağlantılarıyla kontrol edilir. Bu çalışmada, stabilite bağlantılarının, tek katlı çelik sanayi yapılarının yatay yükler altındaki davranışına etkisi incelenmiştir.

Bu amaç doğrultusunda, güncel yönetmeliklere uygun olarak inşa edilmiş bir sanayi yapısı, üzerinde taşıdığı yüklerle Sap 2000 (Structural Analysis Programe 2000) kullanılarak 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Stabilite bağlantıları değişik şekillerde düzenlenerek aynı yapıya ait farklı modeller elde edilmiştir. Farklı modellere yatay yükler uygulanarak deplasmanlar ve kesit tesirleri elde edilmiştir. Ayrıca statik itme analizi yapılarak modellerin kapasite eğrileri elde edilmiştir.

Bu çalışma neticesinde, tek katlı çelik hal yapılarında, ana taşıyıcı sistem düzlemine dik gelen etkileri almak üzere tasarlanmış stabilite bağlarının, çatı düzleminde bütün açıklıklara yerleştirilmesi halinde sistem davranışı üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çelik Sanayi Yapıları, Stabilite

SUMMARY

INVESTIGATION OF EFFECT OF STABILITY CONNECTIONS ON SYSTEM BEHAVIOR OF SINGLE STOREY INDUSTRIAL STEEL STRUCTURES

In industrial steel structures, the main structural system is designed to bear loads in their plane. The lateral loads such as wind and earthquake effects of this carrier perpendicular to the plane of the system is controlled used the stability connections. In this study, the effects on single-storey steel industrial building under lateral loads of stability connections will be determined.

For this purpose, an industrial structure built with design loads according to current codes were modeled as a 3-dimensional on SAP 2000. The different models for the same structure system were obtained using different arrangement of stability connections. Displacements and internal forces were obtained using lateral loads by applying different models. Furthermore, the capacity curves of the models were obtained using static pushover analysis.

As a result of this study, when stability connections, which is designed for the vertical effect to the plane of the original structural system on the single-storey industrial steel structures, were placed on the roof, the behaviors of the system are found to be effective.

Key Words: Industrial Steel Structures, Stability

1.GİRİŞ

1.1 Konunun Tanımı

Büyük hacimleri örtmeye yarayan yapılara hal adı verilir. Genellikle tek katlı olan bu yapılar esas itibariyle çatı ve dış duvarlardan oluşur. Bu çeşit yapılar arasında fabrikalar, antrepolar, uçak ve taşıt hangarları, spor ve sergi sarayları sayılabilir. [9]

Çelik yapıların hesap ve projelendirilmesinde, yapı elemanlarının kendi düzlemlerindeki ağırlık, rüzgar, deprem ve benzeri etkiler uygun bir şekilde göz önüne alınmaktadır. Yapı elemanlarının düzlemlerine dik gelen rüzgar ve benzeri yanal etkileri almak, sistemin yanal şekil değiştirmelerini önleyerek elemanların ana yüklerle göre hesaplarına temel olan başlangıç konumlarını korumalarını sağlamak, montaj süresince devrilmeyi önlemek ve bu ana görevlerin yanı sıra elemanların basınç başlıklarının yanal burkulma boylarını azaltmak amaçlarıyla yapıda düzenlenen bağlantılara “stabilite bağları” adı verilir. Çelik yapılarda bu bağların önemi her şeyin üzerinde olup stabiliteyi her doğrultuda sağlayabilecek şekilde düzenlenmeleri zorunludur.[1]

1.2 Konu İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Çelik yapılarda stabilite elemanlarının davranış üzerindeki etkisini anlamak üzere yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır:

Özakgöl ve diğerleri (2010) tarafından İTÜ de yapılan bir çalışmada, Kocaeli Depreminde ayakta kalmış bir sanayi yapısında, stabilite elemanlarının burkulmasında depremin rolü araştırılmıştır. Yapı 3 boyutlu olarak Sap 2000 de modellenmiş ve deprem yüküne maruz bırakılmış. Böylece stabilite elemanlarında oluşan kuvvetler incelenmiş ve elemanların burkulmasının depremden kaynaklanmadığı gözlemlenmiştir. [8]

Roeder ve diğerleri (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, 1900 lü yılların başlarında yapılmış çelik sanayi yapılarının sismik performansı incelenmiştir. O yıllarda yapılan yapılar günümüzden çok farklı şekilde ve neredeyse sismik dizayn gereksinimlerini hiç dikkate almadan yapılmışlardır. Günümüzde, mühendisler bu yapıların sismik performanslarını, modern metotlarla değerlendirememektedirler.

Araştırmacılar çeşitli metotlar deneyerek bu yapıların sismik performansını ölçmeye çalışmışlardır. Çalışma sonunda bu tür yapıların dinamik tepkisini değerlendirmek amacıyla basitleştirilmiş bir model geliştirmişlerdir.[10]

Kayhan ve Tama (2007) tarafından yapılan bir çalışmada; sanayi ve endüstri yapılarında düşey stabilite elemanlarının, çelik taşıyıcı sistemin yatay yükler altındaki davranışına etkisi doğrusal ötesi dinamik analiz yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Bu amaçla, önceden tasarlanmış ve yerinde inşa edilmiş çelik sanayi yapılarının taşıyıcı sistem modelleri kullanılmıştır. Bu amaçla 3 farklı yapı modeli kullanılmıştır. Her bir model için düşey stabilite elemanlarının kullanılması ve kullanılmaması durumu için ayrı ayrı analiz edilmiştir. Analizlerden elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda, düşey çapraz elemanlarının yapının yatay yük taşıma kapasitesini arttırdığı ve depremlerde oluşabilecek maksimum deplasman talebini azaltıcı yönde etki yaptığı tespit edilmiştir.[4]

Türker ve Bayraktar (2010) tarafından KTÜ de yapılan bir deneysel ve nümerik bir çalışmada, 3 katlı bir çelik yapı laboratuarda ½ ölçeğinde modellenerek 4 farklı stabilite bağı (X, Λ , V, K) ile bağlanarak biri bağısız olmak üzere 5 farklı model üzerinde çalışarak stabilite bağı konfigürasyonunun etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, çelik yapıların rijitliğinin, stabilite bağlarının kullanımıyla önemli derecede arttığı ve bu bağların şeklinin bağların etkisi üzerinde önemli rol oynadığı tespit edilmiştir.[14]

Mahin (1998) 17 Ocak 1994 tarihinde Amerikanın Northridge bölgesinde meydana gelen depremde, çelik yapıların performansını incelemiştir. Bu depremde en önemli konu, kaynaklı kolon kiriş birleşimlerinde (WSMF) yaygın olarak karşılaşılan gevrek kaynak hasarlarıdır. Ekonomisi, çeşitliliği ve yüksek plastik deformasyon kapasitesi, kaynaklı kolon kiriş birleşimlerinin Amerikada yaygın olarak kullanılmasına sebep olmuştur. Bu gevrek çatlaklar her ne kadar bir toptan göçmeye sebebiyet vermemişse de bu çatlak türü çok yaygın olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada ayrıca Amerika Afet Yönetimi Ajansı (FEMA) nın başlattığı, moment taşıyan çerçevelerle oluşturulan çelik binaların deprem tehlikelerini azaltmak amacıyla yapılan bazı çalışmaların sonuçları da değerlendirilmiştir.[13]

Saydam ve Altay (2006), tarafından yapılan bir çalışmada, merkezi güçlendirilmiş çelik çerçevelerin süneklikle ilgili sorunlarını en aza indirgeyebilecek yeni bir çeşit

birleşim elemanının yapı davranışı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Merkezi güçlendirilmiş çerçeveler hafif ve orta dereceli depremlerin deplasman talebini ekonomik olarak karşılamaktadır. Ancak şiddetli depremlerde sınırlı düktilite kapasitesine sahiptirler. Bu çalışmada INERT adı verilen ve stabilite elemanlarının ucuna yerleştirilen eğilme elemanlarıyla merkezi çaprazlarla desteklenmiş çerçevelerin süneklik problemlerini en aza indirecek bir concept geliştirilmeye çalışılmıştır. Analizler sonunda, tepe noktasının yanal deplasmanı, katlar arası öteleme, birinci kat birleşim elemanı, güçlendirme elemanı ve kolonlarında oluşan aksel kuvvetler kaydedilmiştir. Sonuçlar, yeni tür birleşimlerin kullanılabilirlik sınır durumu problemleri yaratmadan stabilite elemanlarının burkulmasını önlediğini göstermektedir.[12]

Kul ve Hüsem (2009) tarafından KTÜ de yapılan bir çalışmada, çok katlı çelik yapılarda yatay yük kapasitesini artırmada kullanılan stabilite bağlarının etkinliği incelenmiştir. Çalışmada merkezi çelik çaprazlı ve dış merkez çelik çaprazlı olarak düzenlenmiş yapı modellerinde farklı bağ tiplerinin etkisi (X, Λ , V, K) araştırılmıştır.[6]

Ay ve diğerleri (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, çelik yapıların sismik performansı üzerine yapılan sayısal ve deneysel çalışmalar incelenmiş ve karşılaşılan sorunlar değerlendirilmiştir. Bu sorunlardan biri, yönetmelikte, çelik yapılarda kullanılan çapraz elemanların düzenleme şekli göz önüne alınmaksızın sadece tek bir yapı davranış katsayısı verilmesidir. Bu durum çelik yapıların performansa dayalı deprem hesabında gerçekçi bir değerlendirme yapmayı ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle, yönetmelikte verilmiş olan tasarım koşulları dikkate alınarak inşaa edilen merkezi ve dışmerkez çaprazlı çelik yapıların performanslarının değerlendirilmesi yönetmeliğin irdelenmesi ve eksikliklerin giderilmesi bakımından önemlidir. Bir diğer sorun, günümüzde farklı amaçlarla çok sık kullanılan çapraz elemanların burulma etkisi altında deprem performansına etkisi ile ilgili çalışmaların yetersizliğidir. Bir diğer sorun olarak lokal burkulma probleminin tam manasıyla dikkate alınmamasıdır. Ayrıca artımsal statik bir yük uygulayarak belirlenen bir hedef deplasmana kadar yapının iteratif artımsal bir yaklaşımda dogrusal olmayan statik analizinin yapılması deprem anında gelen dinamik deprem yükünü ve buna göre yapının vermiş olduğu cevabı nasıl ve ne ölçüde temsil ettiği belirsizliğini korumaktadır. [2]

Khandelwal ve diğeri (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, çelik çerçevelerin göçme durumları incelenmiştir. Bu amaçla merkezi ve dış merkezi olarak düzenlenmiş 10 katlı bir bina gözönüne alınmıştır. Bu çalışmada kritik kolonlar ve bitişik stabilite elemanları aniden sistemden alınmış ve böylelikle bu üye kaybının sistem tarafından nasıl absorbe edildiği gözlemlenmiştir. Çalışma sonunda her iki sistemde bina çevresinde depreme göre düzenlenmiş çerçevelerden faydalanmasına rağmen dış merkezi olarak düzenlenmiş çerçevelerin merkezi olarak düzenlenmiş çerçevelere göre ilerlemiş göçmeye karşı daha az hassas olduğu değerlendirilmesi yapılmıştır.[5]

Sarno ve Elnashai (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı stabilite bağ sistemleriyle düzenlenmiş moment taşıyan çerçevelerin sismik performansı değerlendirilmiştir. Bu amaçla, yüksek sismic tehlikeli bölgelerde, yönetmelik ötelenme kriterlerini sağlamakta yetersiz yanal rijitliğe sahip olan 9 katlı bir bina dizayn edilmiştir. Sonrasında SCBFs (special concentrically braces), BRBFs (buckling-restrained braces) ve MBFs (mega-braces) olmak üzere 3 farklı bağ sistemi ile düzenlenmiş ve deprem sırasında yapıların performanslarını ölçmek amacıyla inelastik time-history analizine tabi tutulmuştur. Bu çalışma sonunda MBF sistemin en etkili sistem olduğu sonucuna varılmıştır.[11]

Moghaddam ve Hajirasouliha (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, stabilite elemanları merkezi olarak yerleştirilmiş çelik yapıların sismik deformasyon talebinin tahmin edilmesinde, Pushover analizinin potansiyeli araştırılmıştır. Pushover analizinin güvenilirliği 15 yapay deprem uygulanmış 5,10 ve 15 katlı çerçevelerin nonlinear deprem analiziyle kontrol edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda pushover analizinin katlar arası ötelenme tahmininde kuşkulu sonuçlar verdiği sonucuna varılmıştır.[7]

Görüldüğü üzere stabilite bağlarının etkinliği üzerine yapılan çalışmaların çok önemli bölümü çok katlı çelik yapılar üzerinde yapılmıştır. Bu çalışmada diğerlerinden farklı olarak özellikle hal yapılarında stabilite bağlarının etkinliği araştırılmıştır.

1.3 Amaç ve Kapsam

Bu çalışmada, yürürlükteki yönetmeliklere göre tasarlanmış, ana taşıyıcı sistemi dolu gövdeli kiriş ve kolonlardan oluşan bir hal yapısında, yatay yüklere karşı yerleştirilmiş stabilite elemanlarının sistem davranışına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla, öncelikle yönetmeliklere uygun olarak inşa edilmiş bir hal binası mevcut haliyle SAP 2000 de modellenmiştir. Daha sonra, hal binasında stabilite elemanlarının farklı şekillerde yerleştirilmesiyle 13 farklı sistem elde edilmiştir. Bu sistemlere deprem ve rüzgar yükü uygulanarak, bu yükler altında ana taşıyıcı sistemde oluşan kesit tesirleri ve deplasmanlar bulunmuştur. Daha sonra, tüm modellerin, elastik ötesi davranışlarının incelenmesi amacı ile Doğrusal Olmayan Statik İtme yöntemi kullanılarak analizleri yapılmış ve modellerin kapasite eğrileri elde edilmiştir. Analizler sonucu elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

2. Genel Bilgiler

2.1 Giriş

Genellikle tek katlı olan bu yapılarda iç hacim kolonsuz olabileceği gibi, kolon sıraları ile çeşitli gözlerle ayrılabilir. Ayrıca kullanım gayesine göre içerde platformlar, balkonlar, galeriler, tribünler v.s. inşa edilebilir. Bu ek yapıların çokça halin taşıyıcı konstrüksiyonuyla statik yönden bir ilgisi yoktur. Bu bakımdan, halin statik sistemini bozmadan, içyapıları halin değişen kullanım amacına göre değiştirmek mümkündür.

Hal yapılarının inşası için sistem tercihiinde ekonomi şartı, diğer mühendislik yapılarında olduğu gibi önemli yer tutmaktadır. Hal yapısının statik sisteminin belirlenmesi için yapılacak kıyaslamalar geniş kapsamlı olmalı, yapıyı oluşturan tüm elemanları içermelidir.

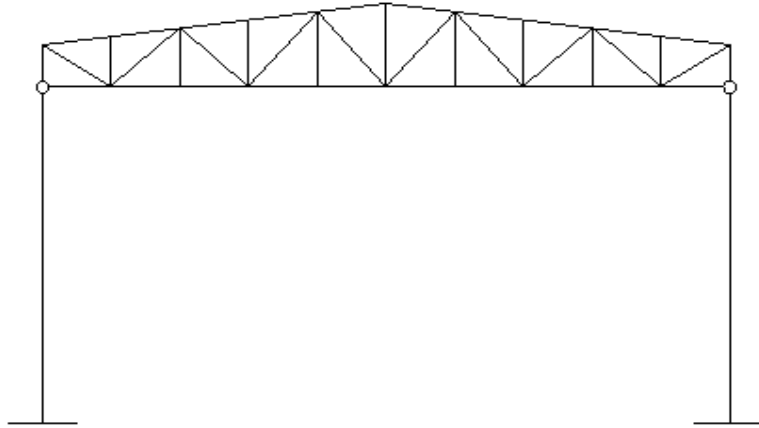
2.2 Çelik Hal Yapılarında Taşıyıcı Sistemler

Taşıyıcı elemanlar, perçinli, bulonlu veya kaynaklı kafes veya dolu gövdeli kiriş olarak yapılabilir.

Hallerde taşıyıcı sistemler üç gruba ayrılarak incelenebilir.

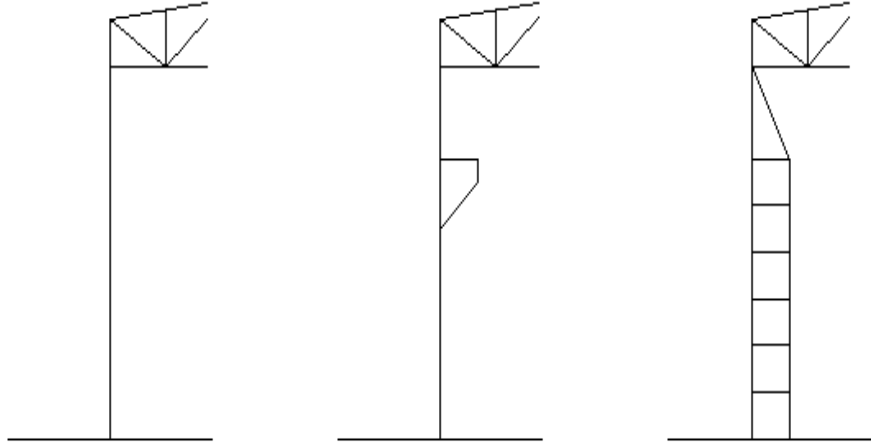
2.2.1 Ankastre kolonlara oturan makaslar

Çatı kirişi çokça kafes sistemden, kolonlar dolu gövdeli veya kafes sistemden teşkil edilir (Şekil.2.1).



Şekil 2.1 : Ankastre kolonlara oturan makas, Özgen (1983) den uyarlanmıştır.

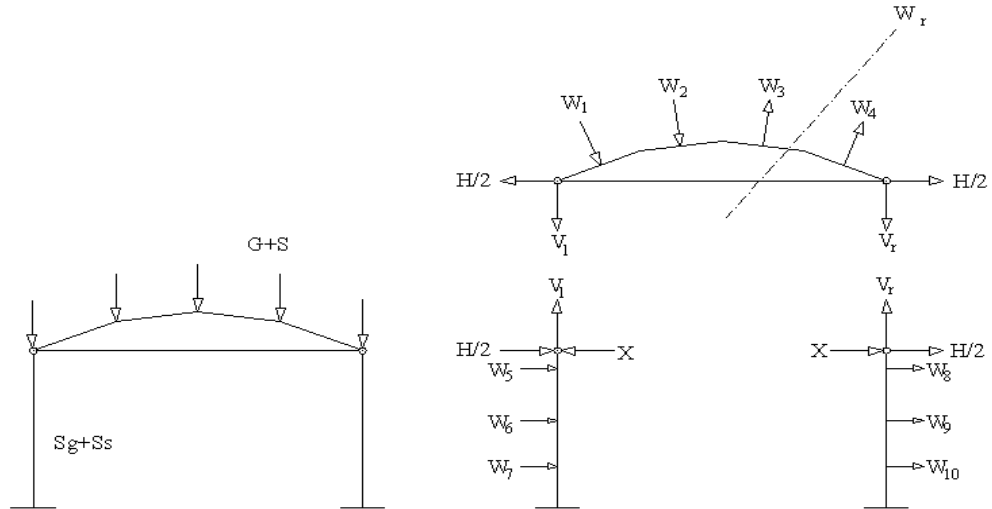
Kren yükünün hafif olması halinde kolonlar dolu gövdeli, ağır olması halinde kafes sistemden yapılır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Kren durumuna göre kolon alternatifleri, Özgen (1983) den uyarlanmıştır.

2.2.1.1 Kren yolunun olmaması halinde sistem hesabı

Şekil 2.3 te zemine ankastre kolonlar ve kolon başlarına mafsallı olarak oturan makas görülmektedir. Statik sistem simetrik olduğundan karın sağ veya sol tarafta bulunması, yatay kuvvetlerin sağdan veya soldan etkimesi bir şey değiştirmez.



Şekil 2.3 : Kren yolu olmayan sistemde yatay ve düşey yükler, Özgen (1983) den uyarlanmıştır.

Düşey Yükler: Öz ağırlık ve tam kardan makas mesnet kuvvetlerine, kolon ağırlığı ve yüklerini kolona veren duvar kısımlarının ağırlıkları toplanarak S kolon kuvvetleri bulunur. Öz ağırlıktan her kolona S_g , tam kardan S_s kuvvetleri gelir. Bu kuvvetler kolon başlarına etki ederler.

Yatay Kuvvetler (Rüzgar Yükleri): Makas doğrultusunda etki eden bu kuvvetler yük yönetmeliklerine göre yüzeyler üzerine emme ve basınç olarak dağılırlar. Çatıya etkiyen $W_1 \sim W_4$ basınç ve emme kuvvetlerinin bileşkesi W_r dir. Bu kuvvet H ve V bileşenlerine ayrılır. Simetride dolayı H' ın yarısı sağ, yarısıda sol kolon başına etki eder. Bu kuvvetlerle kafes tarzında bir makas için çubuk kuvvetleri tablosu, dolu gövdeli bir kiriş için ise Q ve M diyagramları belirlenir. Yan duvar kuşaklarından da kolonlara, sol tarafta basınç sağ tarafta emme olmak üzere $W_5 \sim W_{10}$ kuvvetleri gelir.

Makas mesnetleri kolon başları ile mafsallı olarak bağlandığından ve makas alt başlığı da yatay ve doğru olduğundan, makas alt başlığı diğer çubuk kuvvetlerinin dışında statikçe belirsiz bir X basınç kuvveti alır. Alt başlık uzunluğunun çubuk kuvvetlerinden dolayı değişmediği kabul edilerek X kuvveti şu şekilde hesaplanır: Sol kolona etki eden $H/2$, W_5 , W_6 , W_7 kuvvetleri sol kolonun başını f_l kadar sağa, sağ kolona etki eden $H/2$, W_8 , W_9 , W_{10} kuvvetleri ise sağ kolonun başını f_r kadar sağa hareket ettirir. $X=1$ kuvveti sol kolon başını sola doğru, sağ kolon başını sağa doğru f_l kadar hareket ettirir. Böylece kolon başları arasındaki mesafe

$$D = 2 X f_l + f_r - f_l \quad (2.1)$$

Kadar artar. Alt başlık uzunluğunun değişmediği kabulünden $D = 0$ olduğundan,

$$X = (f_r - f_l) \div 2 f_l \quad (2.2)$$

elde edilir.

Bu şekilde hesaplanan X kuvveti evvelce bulunmuş olan kafes kiriş alt başlık kuvvetlerine cebirsel olarak eklenir. Bu toplam sonucu oluşan kuvvet çekme kalmalıdır. Aksi halde burkulmaya karşı tebdir alınmalıdır. Kolonlar için de M diyagramları çizilir ve kolon ayaklarındaki M_l ve M_r ankastrelik momentleri bulunur.

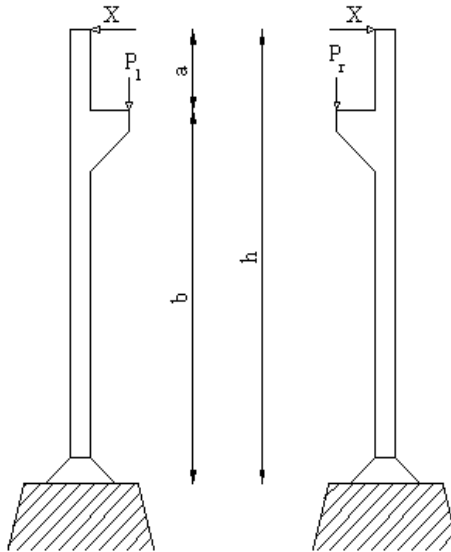
Kolonlar basınç ve eğilmeye maruz elemanlardır. Bunlardan DIN 4114 veya TS 648 e göre gerilme ve stabilite tahkikleri yapılır. Makas alt başlığı ile birbirine bağlanmış olan kolonların makas düzlemi içinde burkulma boyu $2h$ dır. Kolonların yan duvar düzlemi içinde burkulma boyu ise kafes örgünün verdiği en büyük uzunluktur.

Alt başlıktaki X basınç kuvveti makas yüklerinden meydana gelen çekme kuvvetiyle toplanır. En elverişsiz yük durumunda bile, alt başlık kuvveti çekme kalmalıdır. Aksi halde alt başlığın bütün uzunluğunca makas düzlemi dışına burkulmaya karşı emniyeti sağlanmalıdır. Bu nedenle bu yapı tarzı yeter mertebede ağır çatılar ve h nın l ye göre küçük olduğu haller için uygundur.

2.2.1.2 Kren yolunun olması halinde sistem hesabı

Küçük ve orta kapasiteli krenlerde kren yolu, kolonlara bulonlu veya kaynaklı konsollara oturur (Şekil 2.4).

Kedi arabası tam yükü yüklü ve kren köprüsü üzerinde herhangi bir konumda iken, kren köprüsünün kolonlar için en elverişsiz konumunda, kren kirişlerinden kren konsollarına P_1 ve P_r kuvvetleri etki eder. Konsollara 1 t luk yük etki ettirilirse, kolon başları içe doğru k_1 kadar deplasman yapar. Bu deplasman miktarı,



Şekil 2.4 : Küçük ve orta kaldırma kapasiteli krenli sistem, Özgen (1983) den uyarlanmıştır.

$X= 1$ den kolon başlarının deplasmanı f_1 ile gösterilirse, kolon başları arasındaki mesafenin sabit kalması koşulundan

$$2 X f_1 - k_1 P_1 - k_1 P_r = 0 \quad (2.3)$$

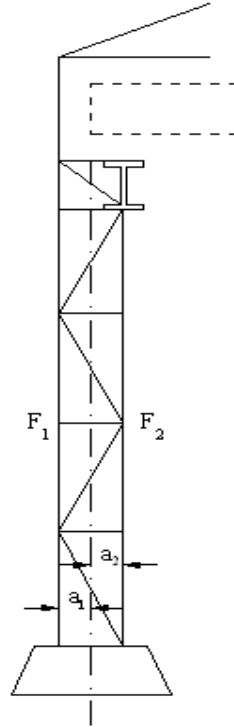
yazılır. Bu denklemden

$$X = (k_1 \div f_1) \times ((P_1 + P_r) \div 2) \quad (2.4)$$

elde edilir. Bu formülden görüldüğü gibi X kuvvetinin değeri kedi arabasının kren köprüsü üzerindeki konumundan bağımsızdır.

Bütün etkiler, yani öz ağırlık ve kar, rüzgar soldan, rüzgar sağdan, kren yükleri, sağa ve sola doğru yatay yanlama kuvvetleri ayrı ayrı hesaplandıktan sonra, en elverişsiz etkiler toplanır.

Kren yüklerinin ağır olması halinde veya büyük hal yapılarında Şekil 2.5 te görüldüğü gibi kafes sistemde kolonlar kullanılabilir.



Şekil 2.5 : Kafes kolonlu krenli sistem, Özgen (1983) den uyarlanmıştır.

Düsey kuvvetler kafes kolonun başlıkları tarafından zemine aktarılır. Yatay kuvvetlerin hesabında, kafes kolon atalet momenti

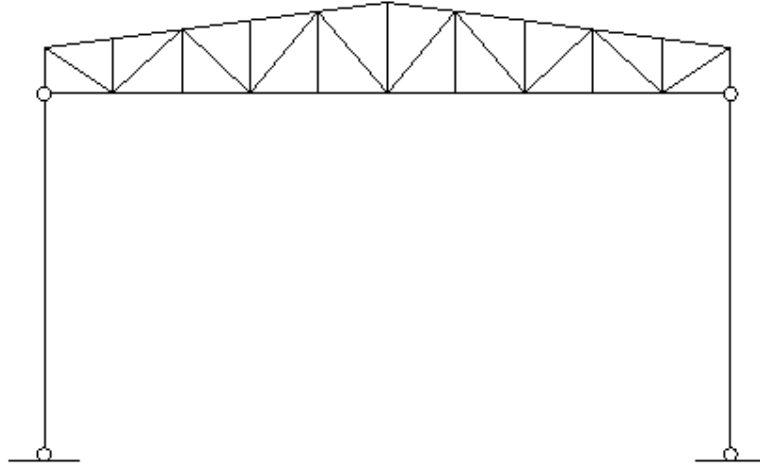
$$J = F_1 a_1^2 + F_2 a_2^2 \quad (2.5)$$

olan dolu gövdeli bir kolon gibi hesaba katılır. X kuvveti bulunduktan sonra hesaplara yukarıda görüldüğü gibi devam edilir. Kolonların kafes sistemde olduğu gözönünde tutularak X kuvvetini kesin olarak hesaplamak mümkünse de, diyagonellerin etkisi az olduğundan bunu yapmaya gerek yoktur.

Burada kafes kolonun dış başlıkları, kafes düzlem dışına burkulmada, yan cephedeki kuşaklarla tutulduğu halde, iç başlıkları iki noktada tutulmaktadır. Bu durum profil seçiminde ve teşkilde gözönünde tutulmalıdır.

2.2.2 Mafsallı kolonlara oturan makaslar

Bu tertip tarzı yapı zemininin kötü olması ve dolayısıyla temellere yalnız düşey yüklerin gelmesi istendiği hallerde tavsiye edilir (Şekil 2.6). Bu yapı tarzı daha sonra genişletilmeyecek, uzun olmayan haller için uygundur.[1]

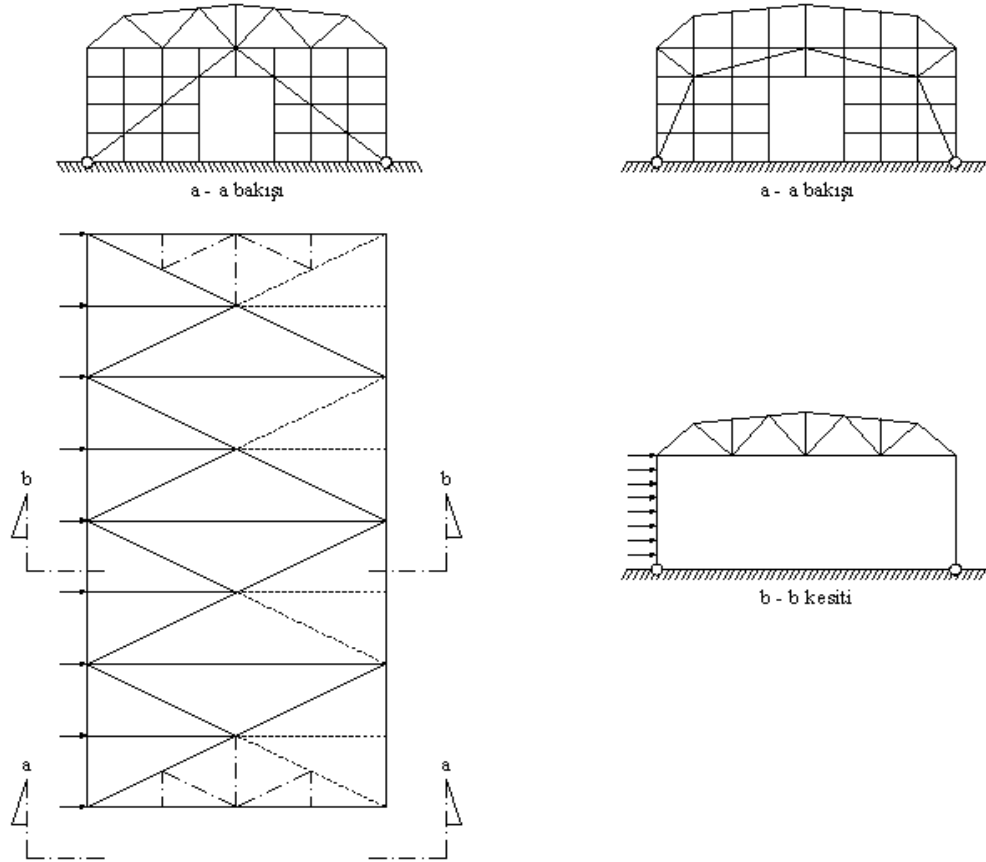


Şekil 2.6 : Mafsallı kolona oturan makas sistemi Özgen (1983) den uyarlanmıştır.

Bu sistemde kalkan duvarlar Şekil 2.7 de görüldüğü gibi diyagonaller, uç mafsallı portaller v.s. ile rijitleştirilir. İki başta bulunan kalkan duvarlar arasındaki bütün kolonlar, gerek makaslara, gerekse de temellere mafsallı olarak bağlanmıştır. Rüzgarın yan duvarların üst kısmına verdiği kuvvetlerle çatıya etkiyen rüzgar

kuvvetlerinin toplamı, makas alt başlık düzleminde veya çatı düzleminde bulunan, halin bütün uzunluğunca, bir kalkan duvarından diğerine uzanan bir rüzgar kirişi aracılığı ile kalkan duvarlara aktarılır. Bu sistemde kolonlar, burkulma boyları sistem boylarına eşit olduğundan, ve rüzgardan meydana gelen momentler de daha küçük olduğundan, dipten ankastre kolonlara göre daha az zorlanır. Ayrıca kolon temelleri de, düşey yükün dışında rüzgardan meydana gelen yatay bir kuvvetin etkisine maruz kaldıklarından (ankastrelik momenti olmadığından) çok daha küçük olur.

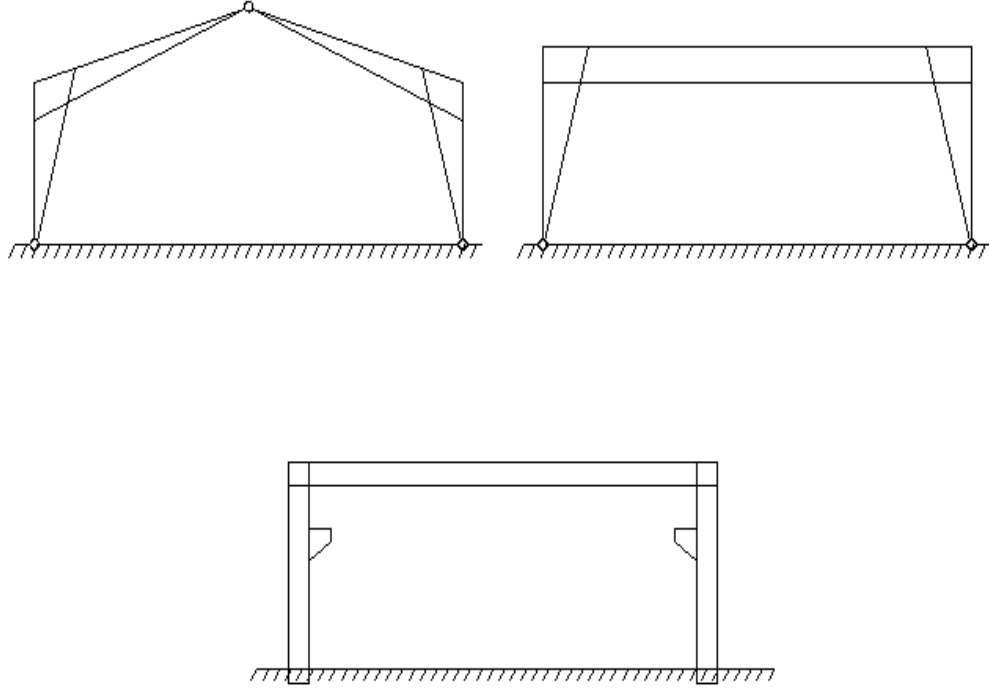
Şekil 2.7 de görüldüğü gibi rüzgar bağlantısı makas alt başlık düzlemine yerleştirilirse, makasın alt başlığı rüzgar bağlantısının dikmelerini oluşturur. Şekil 2.7 de kesikli çizgi ile gösterilen çubuklar rüzgar soldan estiği zaman kuvvet almazlar.



Şekil 2.7 : Mafsallı kolonlara oturan hal yapısında rüzgar bağlantısı,
Özgen (1983) den uyarlanmıştır.

2.2.3 Çerçeveler

Çerçeveler üç mafsallı, iki mafsallı veya ankastre yapılabilir (Şekil 2.9). Her sistemin kendine göre avantajları ve mahsurları vardır. Kren yolu bulunan yatık çatılı endüstri hallerinde ankastre çerçeve daha uygundur. Gerçi bu sistemde ankastrelik momentinden dolayı temeller büyük çıkarsa da çelik sarfiyatı en az olur. Çatı eğimi fazla ise iki veya üç mafsallı çerçeve yapılabilir.



Şekil 2.9 : Hal Yapılarında Çerçeve türleri, Özgen (1983) den uyarlanmıştır.

2.3 Hallerde Stabilite Bağları

Bir yapı hem tümüyle, hem de kendisini oluşturan her bir elemanı ile kararlı dengede bulunmalıdır. Bunun için de, dış ortamdan üzerine gelen her tür etkilerin, bunlar için öngörülmuş özel düzenlerle yapının oturduğu sağlam tabana, temele iletilmesi gereklidir.

Çelik yapıların hesap ve projelendirilmesinde, yapı elemanlarının kendi düzlemlerindeki ağırlık, rüzgar, deprem ve benzeri etkiler uygun bir şekilde gözönüne alınır. Yapı elemanlarının düzlemlerine dik gelen yanal etkileri almak,

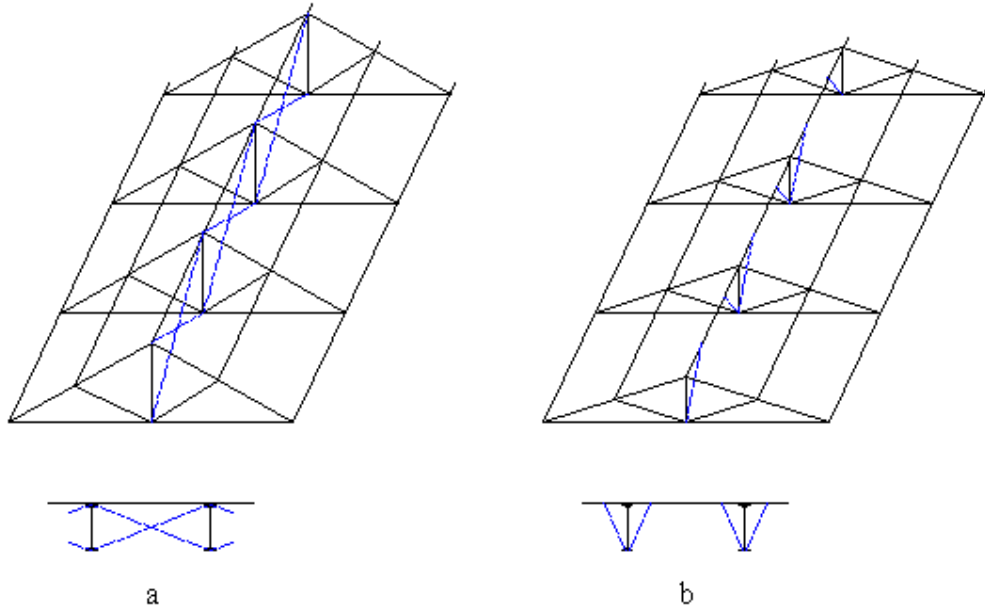
sistemin yanal şekil değiştirmelerini önleyerek elemanların ana yüklere göre hesaplarına temel olan başlangıç konumlarını korumalarını sağlamak, montaj sürecinde devrilmeyi önlemek ve bu ana görevlerin yanı sıra elemanların basınç başlıklarının yanal burkulma boylarını azaltmak amaçlarıyla yapıda stabilite bağları adı verilen bağlantılar düzenlenir. Çelik yapılarda, bu bağların önemleri her şeyin üzerinde olup stabiliteyi her doğrultuda sağlayabilecek şekilde düzenlenmeleri zorunludur. [1]

Hallerin stabilitesi çatı düzleminin stabilitesi ve çatı altının stabilitesi olmak üzere 2 bölümde incelenebilir.

2.3.1 Çatı düzleminin stabilitesi

2.3.1.1 Düşey stabilite bağları

Çatı ana kirişlerinin her türlü hesabı ve boyutlanması, kendi düzlemindeki etkileri taşıyabilecek şekilde yapılır. Düşey stabilite bağları, ana kirişleri hesaplandıkları düzlemde tutabilmek amacıyla düzenlenirler(Şekil 2.10). Çatı eğimi dikse, diğer stabilite bağları bu görevde yüklenebileceğinden yapılmamalarına karar verilebilir.

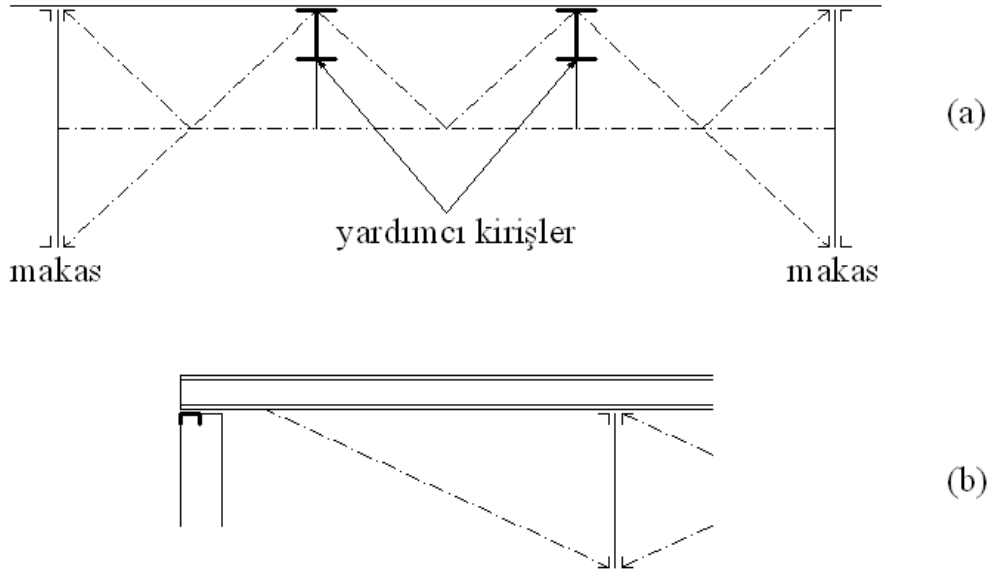


Şekil 2.10 : Düşey Stabilite Bağları a) Çapraz b) Destekli, Arda (1978) den uyarlanmıştır.

DüŖey stabilite bağları genellikle ana kafes kiriŖin (makas) dikmelerine bağlanan çapraz konumdaki iki keŖbentten bileŖiktir ugenlemeyi aynı düzlemdeki aŖık tamamlar (Ŗekil 2.10-a). Ana kafes kiriŖin ykseklėęi azsa, alt baŖlıęının aŖıklara destekler aracılığıyla bağlanmasıyla yetinilebilir (Ŗekil 2.10-b). Bağlantı hangi türden olursa olsun her aks aralığında gerekleŖtirilmelidir.

Ana kafes kiriŖ açıklığı 25 metreden azsa, dŖey stabilite bağları genellikle yalnız mahya düzleminde düzenlenirler. Açıklık 25 ~ 30 m arasında ise en az iki yerde (olanaklar lsnde mahyaya göre simetrik), 30 m yi aŖarsa biri mahya düzleminde olmak üzere en az  yerde dŖey stabilite bağları düzenlenmelidir. Paralel baŖlıklı ana kiriŖler ile basık olmayan trapez biçimli makaslar durumunda, dŖey stabilite bağları mesnetler üzerinde de düzenlenebilirler. Bu son durumda küçük açıklıklar için ($l \leq 15$ m) mahya düzlemindeki dŖey bağdan vazgeçilebilir. [1]

Mahya düzlemindeki dŖey stabilite bağının, tali aŖıkların açıklıklarını azaltıcı yardımcı kiriŖleri taŖıyan bir ana aŖık görevini yüklenmesi durumunda (Ŗekil 2.11-a), yardımcı kiriŖlerden aldığı etkilere göre hesaplanacağı açıktır. Bunun dıŖındaki durumlarda, makas yk ve açıklığı ile aks aralığı gibi etkenler gözönüne alınarak, keŖbent kesitleri $\angle 45.45.5 \sim \angle 60.60.6$ arasında seçilirler. Uçlardaki son aks aralıklarında bu kesitlerin biraz arttırılması tavsiye edilir.[1]



Ŗekil 2.11 : Özel Durumlar, Arda (1978) den uyarlanmıŖtır.
a) DŖey Stabilite Bağlarının ana aŖık görevini yüklenmeleri
b) Son Aks Aralığı KeŖgeni zel Durumu

Özellikle kalkan duvarında bir uç makas öngörülmemiş olup aşıklar doğrudan doğruya duvara mesnetleniyorsa (Şekil 2.11-b), bu mesnet noktasını bir sonraki aks makasının alt başlığına bağlayan köşegen çubuk, narinlik derecesi $\lambda \leq 200 \sim 250$ koşulunu sağlayacak şekilde boyutlandırılmalıdır; bu amaçla köşebent dışı kesitlerde seçilebilir. Bu koşul ve düşünceler destek türü bağlar için de geçerlidir.

2.3.1.2 Çatı düzlemi stabilite bağları

Çatı ana kirişlerinin her türlü hesabı ve boyutlanması, kendi düzlemindeki etkileri taşıyabilecek şekilde yapıldığı önceden belirtilmiş ve düşey stabilite bağlarının ana kirişleri hesaplandıkları düzlemde tutmak üzere kullanıldıkları görülmüştü. Çatı düzlemi stabilite bağlarının yüklendikleri görev ise ana kirişlerin düzlemine dik gelen rüzgar ve deprem gibi etkileri alarak yan duvarlara iletmektir. Üst başlığın yanal burkulma eğilimi de benzer etkiler oluşturduğundan çatı düzlemi stabilite bağları üst başlığın bu eğilimini de, çatı düzlemindeki burkulma boylarını küçülterek olumlu yönden etkilerler.

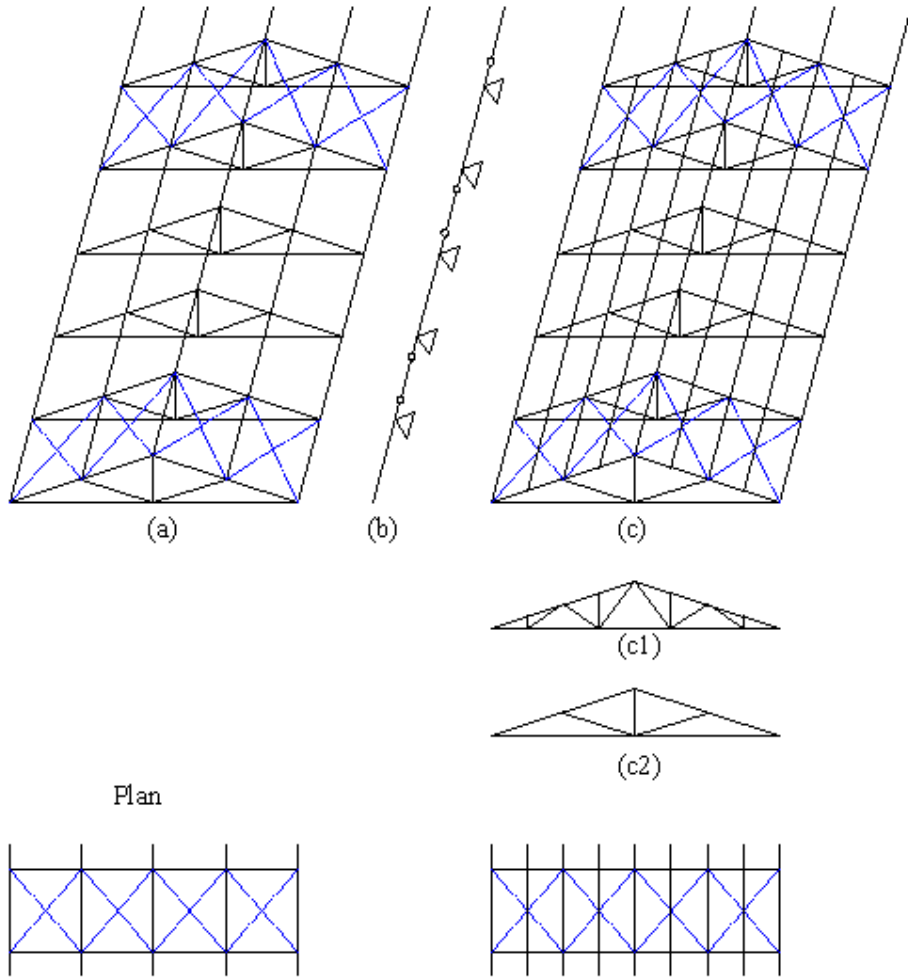
Çatı düzlemi stabilite bağları, ana kirişlerle aynı doğrultuda konulan ve derzlerle ayrılmış her yapı bloğu için en az iki yerde olmak üzere, her 3~5 aks aralığında bir düzenlenir.

Bu kafes kirişlerin alt ve üst başlıkları, aksları arasında yer aldıkları birbirini izleyen iki ana kafes kirişinin üst başlıklarından, dikmeleri ise aşıklardan oluşur. Ek eleman aşıklar arasına konulan çapraz çubuklardır. Aşıklar mafsalı sürekli kirişler olarak düzenlenmişlerse, çatı düzlemi stabilite bağını oluşturan kafes kirişlerin, aşıkların mafsalsız oldukları aks aralıklarına rastlatılması gerekir (Şekil 2.12-b)

Bazı çatı örtüsü türleri aşıkların oldukça sık konulması zorunluluğunu doğurur. Böyle bir durum, ana taşıyıcının üst başlık düğüm noktalarının sıklaştırılması (Şekil 2.12-c1) ya da ara aşık kullanılmasıyla (Şekil 2.4-c2) çözümlenir. Sık aşıklı sistemlerde yapımsal kolaylık ve ekonomi nedenleriyle, çapraz ek çubuklar iki aşıkta bir düzenlenmelidir (Şekil 2.4-c)

Kalkan duvarlarından rüzgar etkisi almayan hafif örtülü ve küçük açıklıklı çatılarda, çatı düzlemi stabilite bağları konstrüktif olarak boyutlandırılabilirler. Böyle durumlarda, çapraz ek çubuklarından biri $\perp 45.45.5 \sim \perp 60.60.6$ arasında seçilen bir köşebent, diğeri ise 50.6 ~ 60.8 arasında seçilen bir lama olarak öngörülür. Lama

yerine yuvarlak betonarme çubukları da kullanılabilirler ($\Phi \geq 20\text{mm}$). Çaprazların iki aşıkta bir düzenlenmeleri durumunda her ikisi de köşebent kesitli alınrlar.



Şekil 2.12 : Çatı Düzlemi Stabilite Bağları, Arda (1978) den uyarlanmıştır

- a-Seyrek Aşıklı Durum
- b-Gerber Türü Aşıklarda Mafsalların Durumu
- c-Sık Aşıklı Durum

Kalkan duvarlarında rüzgar etkisi almamakla birlikte, çapraz çubuklarının hesapla boyutlandırılması istenen stabilite bağları, çok parçalı basınç çubuklarına benzetme ile

$$Q_i = \frac{nF\sigma_{emn}}{80} \quad (2.6)$$

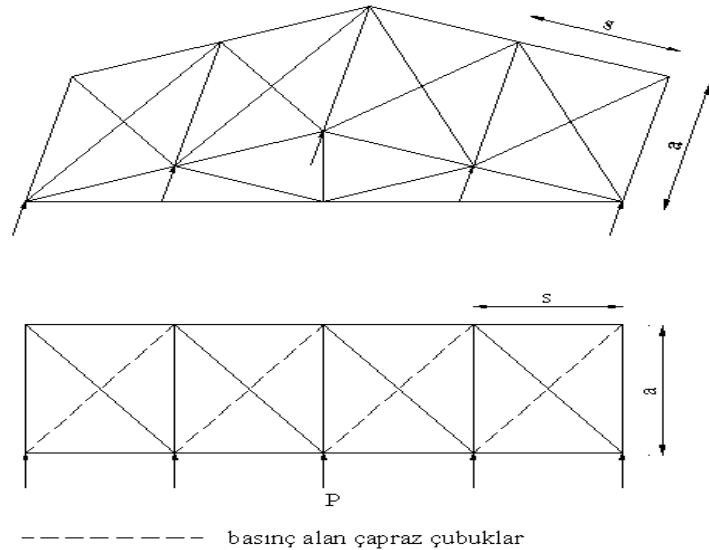
değerinde bir itibari kesme kuvvetini taşıyacak şekilde düşünülür ve buradan çapraz çubukların her biri ile birleşim elemanları

$$N_D = \frac{Q_l l_D}{\alpha} \quad (2.7)$$

çekme kuvvetine göre kontrol edilirler. Bu şekilde kontrol edilen çubukların boyutları, az önce verilen yapımsal değerlerden küçük alınamaz.

Kalkan duvarlarından rüzgar etkisi alan çatı düzlemi stabilite bağlarının, kesinlikle hesapla boyutlandırılmaları gerekir. Bu amaçla bağların birer kafes kiriş gibi çalışarak üzerlerine gelen etkileri yan duvarlara aktardıkları düşünülür (Şekil 2.13). Hesapta çapraz çubukların basınca çalışanları gözönüne alınmazlar. Bunların görevi zıt yönlü kuvvetler durumunda yine çekme çubukları olarak çalışmaktadır. Stabilite kafes kirişinin çözümünden elde edilen çubuk kuvvetleri, çapraz ek çubuklarının boyutlandırılmasında doğrudan doğruya kullanılırlar. Çapraz çubukların bu şekilde belirlenen boyutları daha önce verilen yapımsal değerlerden küçük olamaz. Stabilite kafes kirişinin dikme ve başlıklarını oluşturan aşıklar ve ana kiriş üst başlıkları, belirlenen çubuk kuvvetleri, taşıdıkları asıl kesit zorlarına eklenerek kontrol edilmelidirler.

Çatı düzlemi enine stabilite kafes kirişinin rüzgar etkisi için verile bu çözüm şekli, çatının boyuna doğrultudaki deprem etkisine göre hesabında da kullanılabilir.



Şekil 2.13 : Çatı Düzlemi Stabilite Bağlarının Kafes Kiriş Çalışması, Arda (1978)den uyarlanmıştır.

2.3.2 Çatı altının stabilitesi

Bu bağları; boyuna doğrultuda stabilite bağları ve kalkan duvarı stabilite bağları şeklinde olmak üzere ikiye ayırabiliriz.

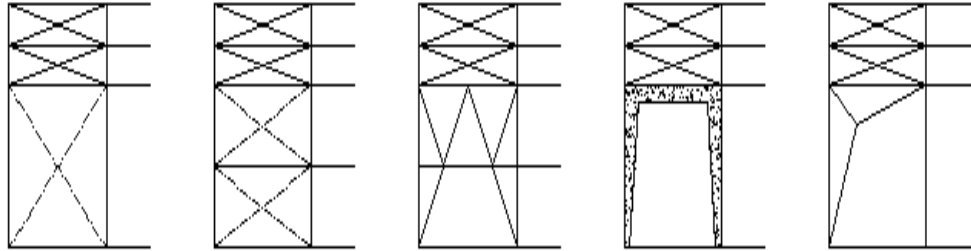
Hallerin enine doğrultudaki stabilitesi ise, bu doğrultudaki ana taşıyıcı sistemce sağlanır.

2.3.2.1 Boyuna doğrultuda stabilite bağları

Hallerin stabilitesi incelenirken, ana taşıyıcı sistemlerin işe karışmadığı boyuna doğrultudaki stabilite önem kazanır.

Yan duvarlar ve, birden çok açıklık durumunda iç boyuna duvarlar, kâgir türü yük taşıyabilecek bir dolgu malzemesinden yapılmışlarsa ve kolonlarla aynı düzlemde bulunuyorlarsa, bu duvarlardan boyuna stabilitenin sağlanmasında yararlanılabilir. Bunun için, boyuna doğrultudaki P_b yatay kuvvetinin bir göze düşen P_b/n bölümünün, burkulmada gözönüne alınarak, duvar kalınlığının 4 katı genişlikte sanal bir köşegence, basınç zoru olarak taşınabildiğinin gösterilmesi gerekir.

Kagir türü duvarların gerilme kontrolunu sağlayamamaları ya da örtü türü duvar durumunda ve çok açıklıklı hallerin duvarsız ara akslarında boyuna stabilite: çapraz çubuklar, kafes ya da dolu gövdeli çerçeveler aracılığıyla sağlanır (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 : Boyuna doğrultuda stabilite bağlarının alternatif düzenlenme şekilleri, Arda (1978) den uyarlanmıştır.

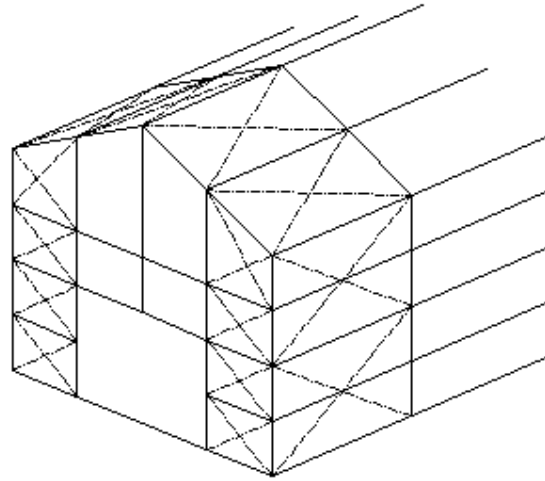
Bu stabilite düzenlerinin düğüm noktaları: çatı stabilite bağlarından, kalkan duvar rüzgar kirişinden ve krenyolu kirişinden gelecek yatay zorlanılabilecek biçimde konumlandırılmalıdırlar. Rüzgar kirişi ile krenyolu kirişlerinin olanaklar ölçüsünde aynı düzeyde seçilmeleri bu işlemi çok kolaylaştırır. Aynı nedenle boyuna stabilite bağları genellikle hallerin uçlarında, çatı düzlemi stabilite bağlarının

buldukları gözde yapılırlar. Hal çok uzunsa, iki uç göz dışında kurulmaları da düşünölmelidir. Deprem bölgelerinde, her çatı düzlemi stabilite bağı hizasında düzenlenmeleri uygundur.

Çapraz boyuna stabilite bağları, çatı stabilite bağlarıyla birlikte açılım yapılarak uzun bir kafes kiriş gibi de hesaplanabilirler.

2.3.2.2 Kalkan duvarı stabilite bağları

Hallerin enine doğrultudaki stabilitesi, bu doğrultudaki ana taşıyıcı sistemce sağlanır. Ancak kalkan duvarlarının bulunduğu uç akslar ayrıca ele alınmalıdır. Kalkan duvarlarındaki stabilite sorunları ve çözümü genellikle binanın boyuna doğrultudaki stabilitesiyle benzerlik gösterir. Kağır duvar stabiliteyi sağlamakta yeterli olamıyorsa ya da örtü türü duvar varsa, stabilite uygun bağlarla sağlanmalıdır (Şekil 2.15).

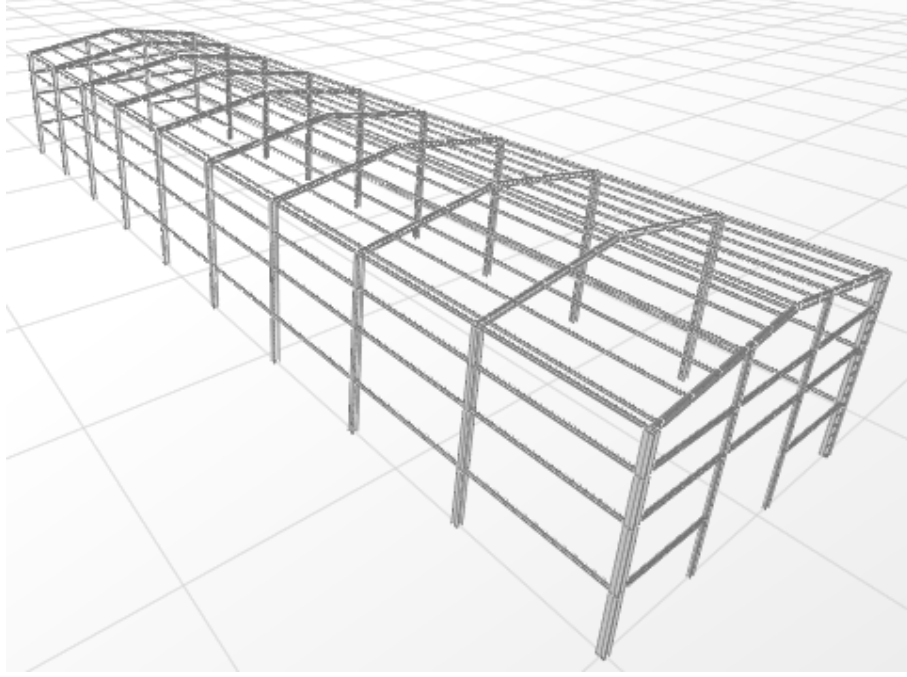


Şekil 2.15 : Kalkan duvarında stabilite bağlarının düzenlenmesi, Arda (1978) ten uyarlanmıştır

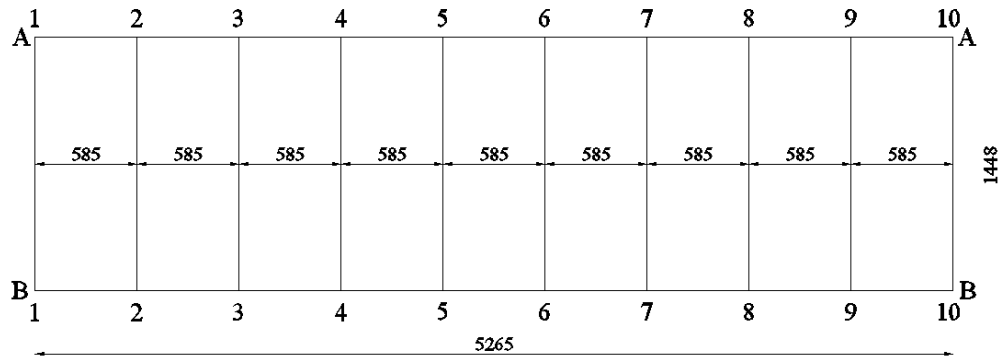
3. YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR, İRDELEMELER

3.1 Giriş

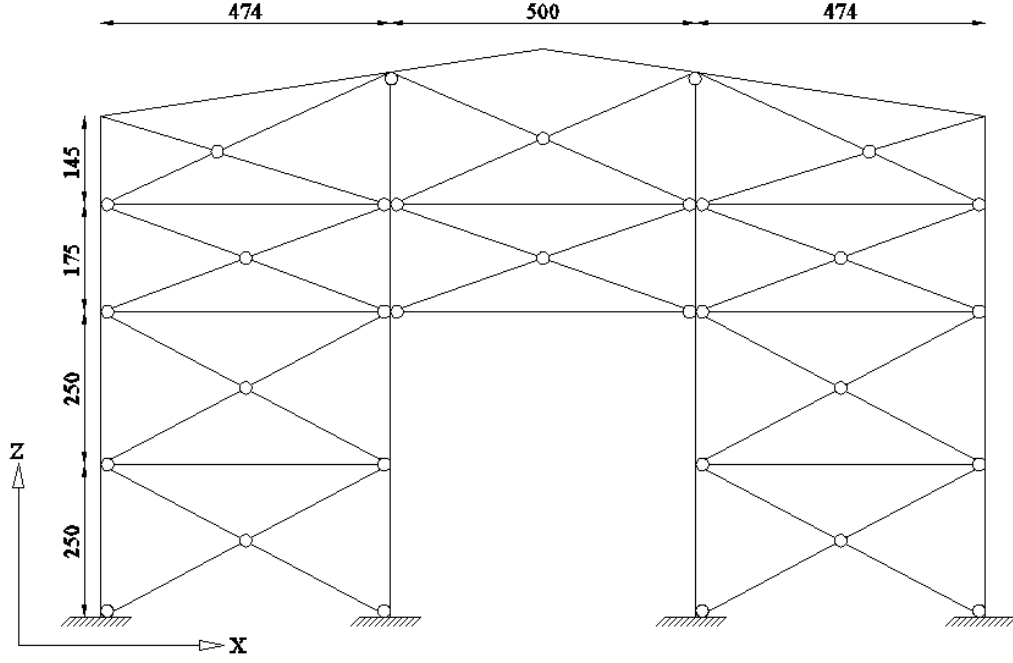
Çalışmamızda, Denizli’de faaliyet gösteren bir dış ticaret firması için projelendirilmiş, ankastre çerçeve türü bir hal binası kullanılmıştır. (Şekil 3.1-3.4).



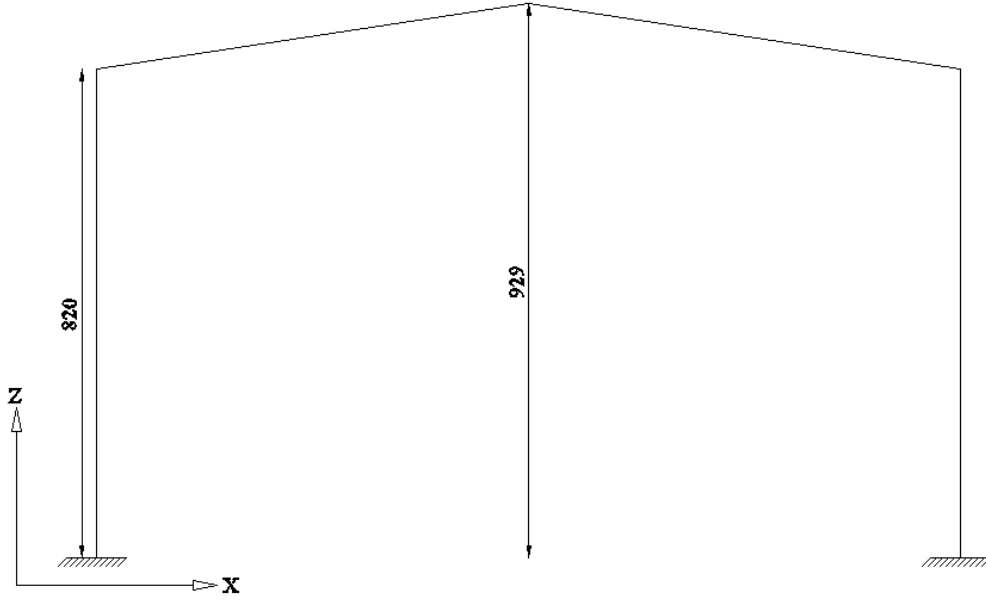
Şekil 3.1 : Çalışmada Kullanılan Hal Binasının 3 Boyutlu Görünümü



Şekil 3.2 : Çalışmada kullanılan yapının planı (ölçüler cm dir)



Şekil 3.3 : Çalışmada kullanılan yapının ilk ve son aksları (ölçüler cm dir)



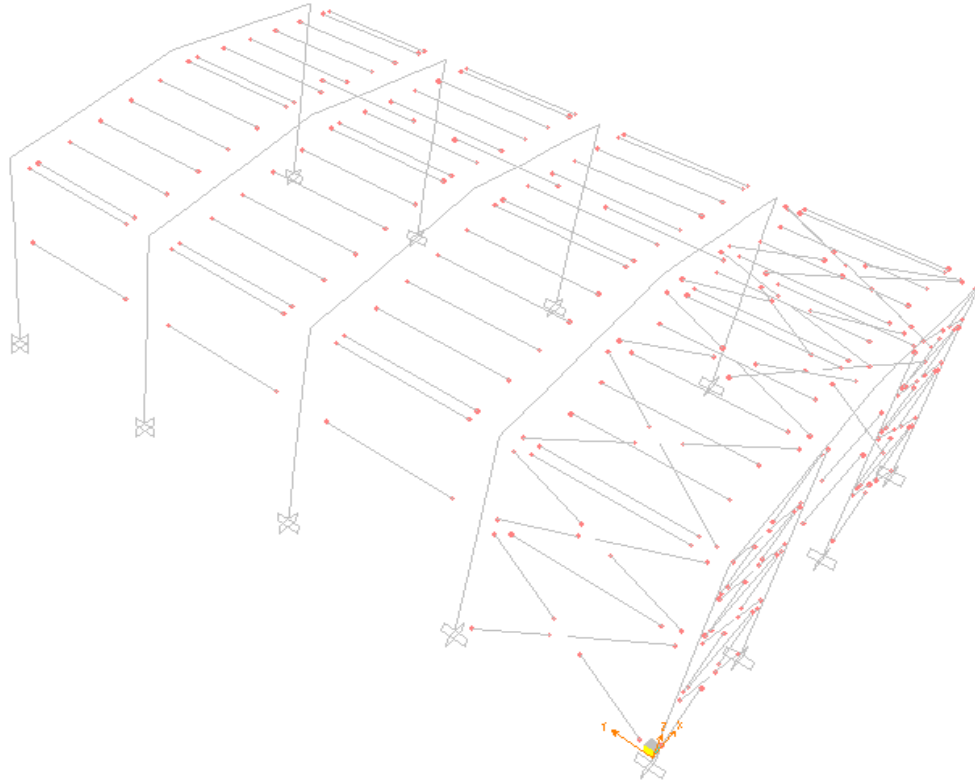
Şekil 3.4 : Çalışmada kullanılan yapının ara aksları (ölçüler cm dir)

Tablo 3.1 de taşıyıcı sistemi oluşturmakta kullanılan profiller gösterilmiştir.

Tablo 3.1 : Taşıyıcı elemanlarda kullanılan profil tipleri

Kenar Kolonlar	HEA 280
Kalkan Duvar Ara Dikmeleri	INP 240
Çatı Kirişleri	INP 240
Aşık Kirişleri	INP 100
Bağ Kirişleri	INP 140
Yatay Düşey Stabilite Elemanları	L 60.60.6

Yapıda ana çerçeve birbirlerine sürekli olarak bağlanmış çubuklardan teşkil edilmiştir. Stabilite elemanları, bağ kirişleri ve aşık kirişleri bu ana çerçevelere mafsallı olarak bağlanmıştır. (Şekil 3.5).



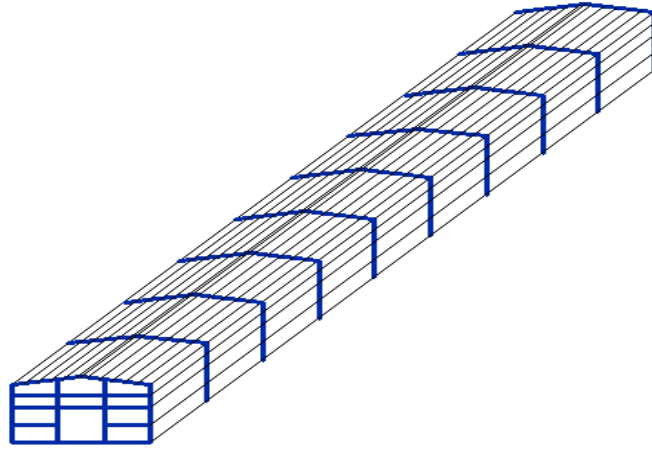
Şekil 3.5 : Yapı elemanlarının bağlantı şekilleri (Yapı sisteminin ilk 5 aksı)

Aşağıdaki bölümlerde, çalışmada kullanılan modeller, modellere yapılan rüzgar ve deprem yüklemeleri, modellerin kapasite eğrileri ve yüklemeler sonucu oluşan deplasmanlar ve kesit tesirleri incelenmiştir.

3.2 Modeller

3.2.1 Çaprazsız

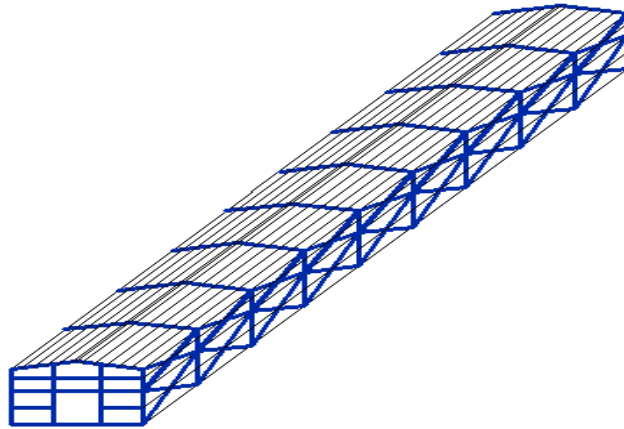
Bu modelde, stabilite elemanları kullanılmamıştır. (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 : Çaprazsız modelinin görünüşü

3.2.2 Düşey.01 YZ

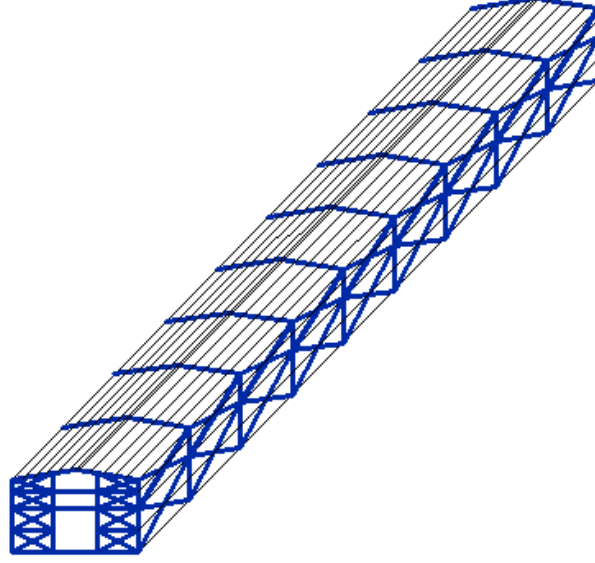
Bu modelde, yapı boyunca tüm akslarda sadece düşey stabilite elemanları kullanılmıştır. (Şekil 3.7)



Şekil 3.7 : Düşey01.YZ modelinde stabilite bağlarının düzenlenme şekli

3.2.3 Düşey.01

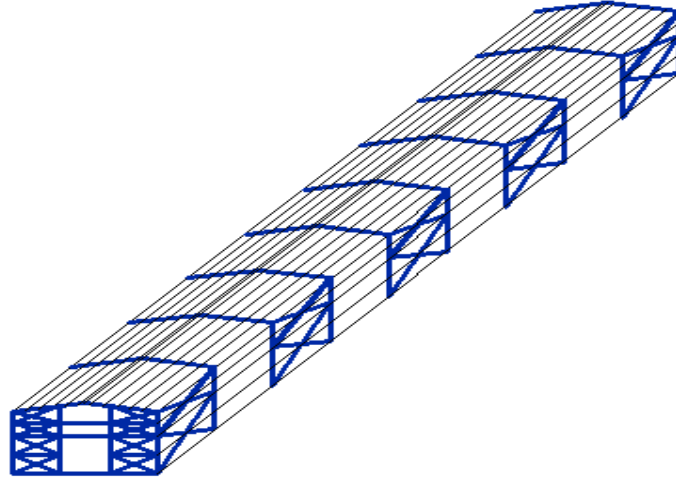
Bu modelde, yapı uzunluğunca ve kalkan duvarlarda düşey stabilite elemanları kullanılmıştır. (Şekil 3.8)



Şekil 3.8 : Düşey01 modelinde stabilite bağlarının düzenlenme şekli

3.2.4 Düşey.02

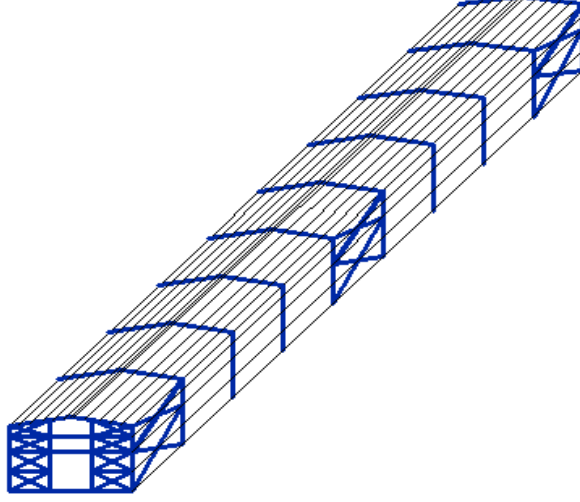
Bu modelde, stabilite elemanları uzun doğrultuda birer atlayarak, kalkan duvarların olduğu kısa doğrultuda ise standart olarak sadece düşey düzlemde düzenlenmiştir. (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 : Düşey02 modelinde stabilite bağlarının düzenlenme şekli

3.2.5 Düşey.03

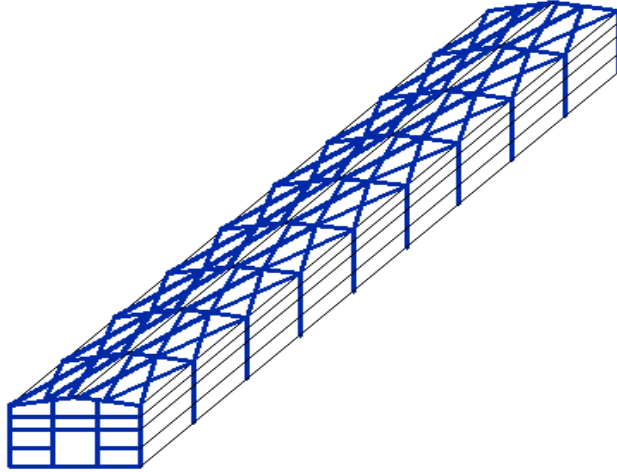
Bu modelde, stabilite elemanları uzun doğrultuda; ilk orta ve son açıklıklarda, kalkan duvarların olduğu kısa doğrultuda ise standart olarak sadece düşey düzlemde düzenlenmiştir. (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 : Düşey.03 modelinde stabilite bağlarının düzenlenme şekli

3.2.6 Yatay.01

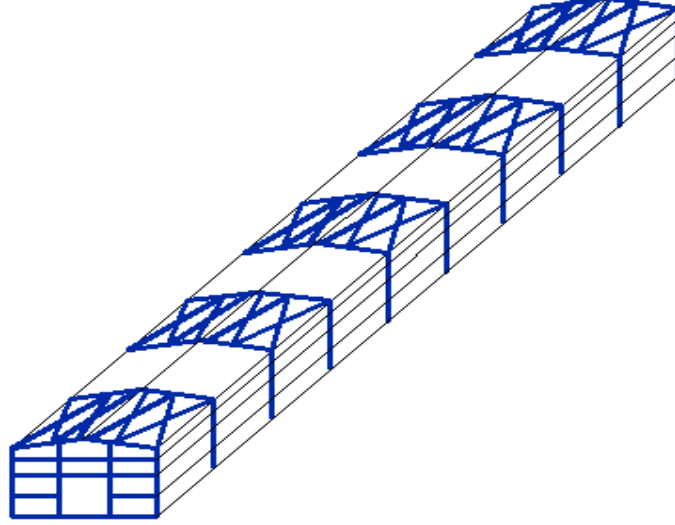
Bu modelde, düşey düzlemde stabilite elemanı düzenlenmemiş, çatı düzleminde bütün açıklıklar bağlanacak şekilde stabilite elemanları yerleştirilmiştir. (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 : Yatay.01 modelinde stabilite bağlarının düzenlenme şekli

3.2.7 Yatay.02

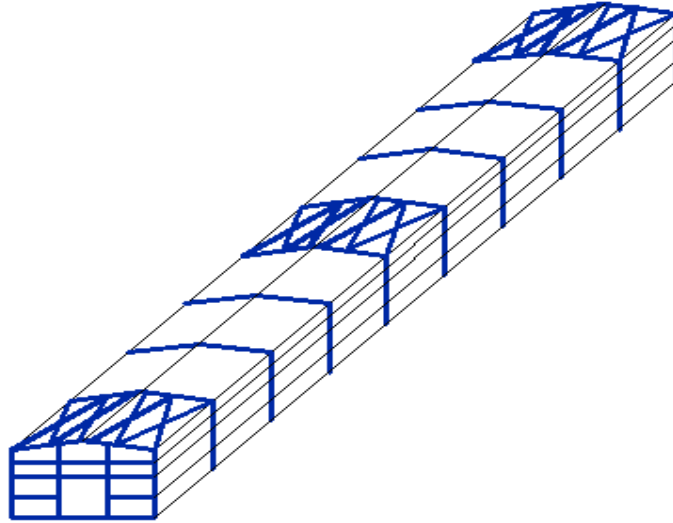
Bu modelde düşey düzlemde stabilite elemanı düzenlenmemiş, çatı düzleminde ise açıklıklar birer atlayarak bağlanacak şekilde stabilite elemanları yerleştirilmiştir. (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 : Yatay.02 modelinde stabilite bağlarının düzenlenme şekli

3.2.8 Yatay.03

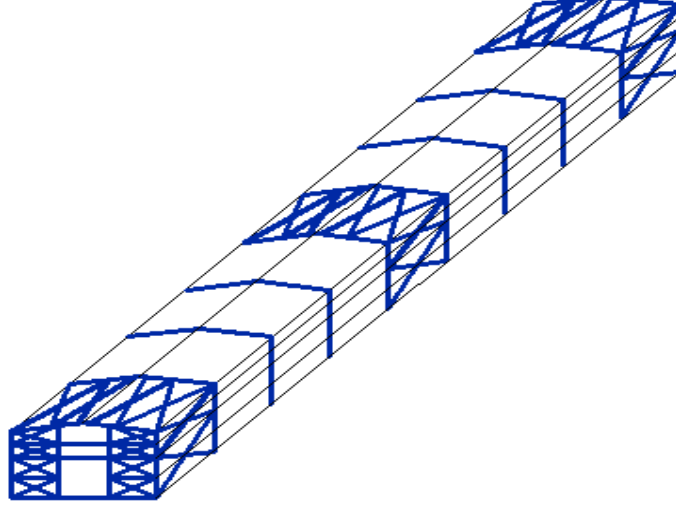
Bu modelde, düşey düzlemde stabilite elemanı düzenlenmemiş, çatı düzleminde ise ilk, orta ve son açıklıklara stabilite elemanı yerleştirilmiştir. (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 : Yatay.03 modelinde stabilite bağlarının düzenlenme şekli

3.2.9 YD.01

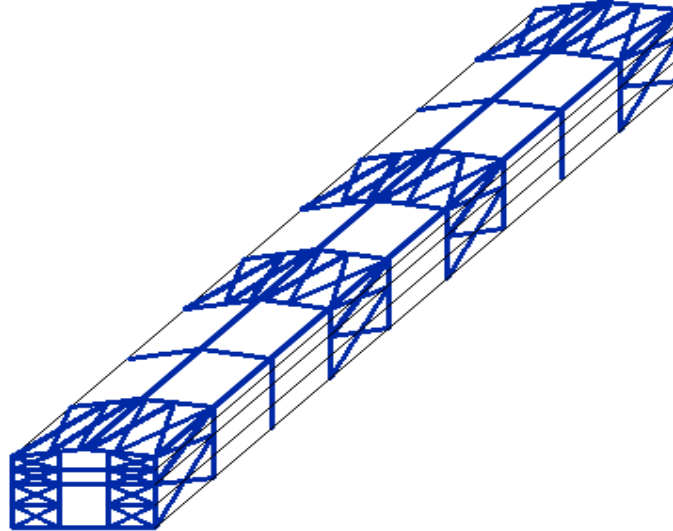
Bu modelde, stabilite elemanları kalkan duvarlarda standart olarak, çatı düzlemi ve düşey düzlemlerde ise ilk, orta ve son açıklıklarda düzenlenmiştir. (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 : YD.01 modelinde stabilite bağlarının düzenlenme şekli

3.2.10 YD.02

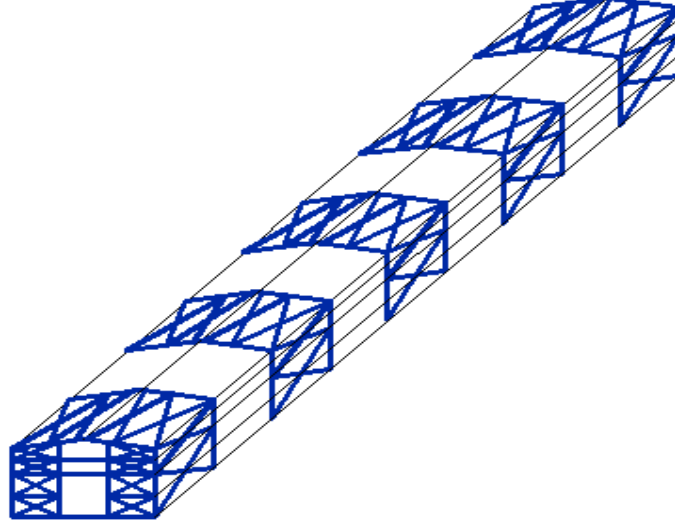
Bu modelde, stabilite elemanları kalkan duvarlarda standart olarak, çatı düzlemi ve düşey düzlemlerde ise ilk ve son açıklıklarda ve bu açıklıklardan itibaren iki açıklık atlayarak düzenlenmiştir. (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 : YD.02 modelinde stabilite bağlarının düzenlenme şekli

3.2.11 YD.03

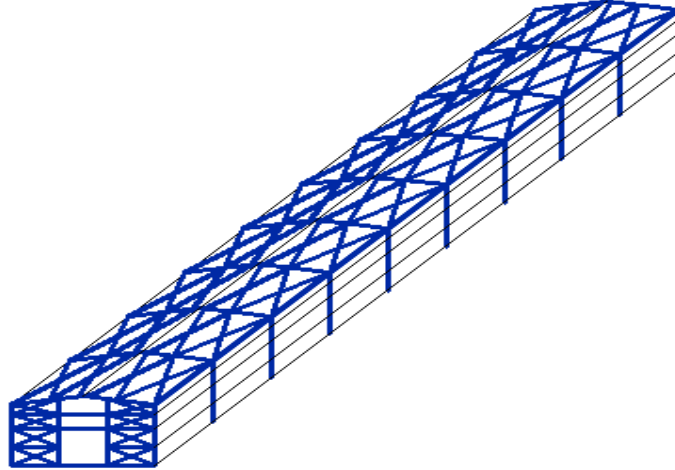
Bu modelde, stabilite elemanları kalkan duvarlarda standart olarak, çatı düzlemi ve düşey düzlemlerde ise ilk ve son açıklıklardan itibaren bir açıklık atlayarak düzenlenmiştir. (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 : YD.03 modelinde stabilite bağlarının düzenlenme şekli

3.2.12 K.D.T.K.

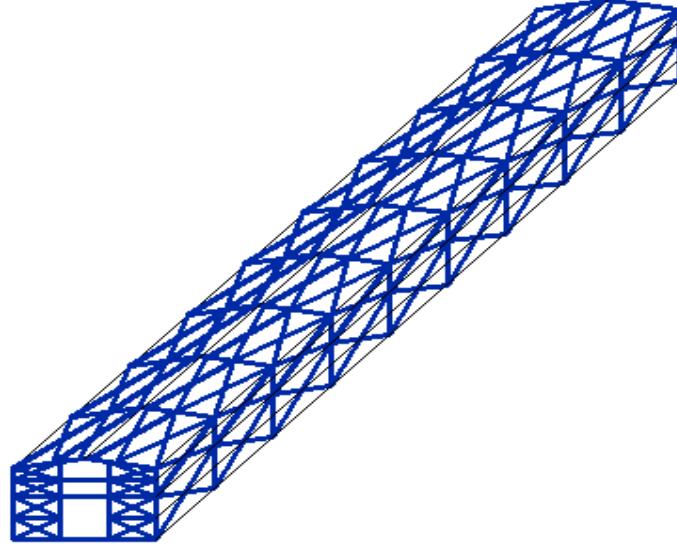
Bu modelde, stabilite elemanları çatı düzleminde tüm açıklıklarda düşey düzlemde ise sadece kalkan duvarlarda düzenlenmiştir. (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 : K.D.T.K modelinde stabilite bağlarının düzenlenme şekli

3.2.13 T.K.

Bu modelde, çatı düzlemi ve düşey düzlemdeki bütün açıklıklara ve kalkan duvarlara stabilite elemanı yerleştirilmiştir. (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 : T.K modelinde stabilite bağlarının düzenlenme şekli

3.3 Araştırma

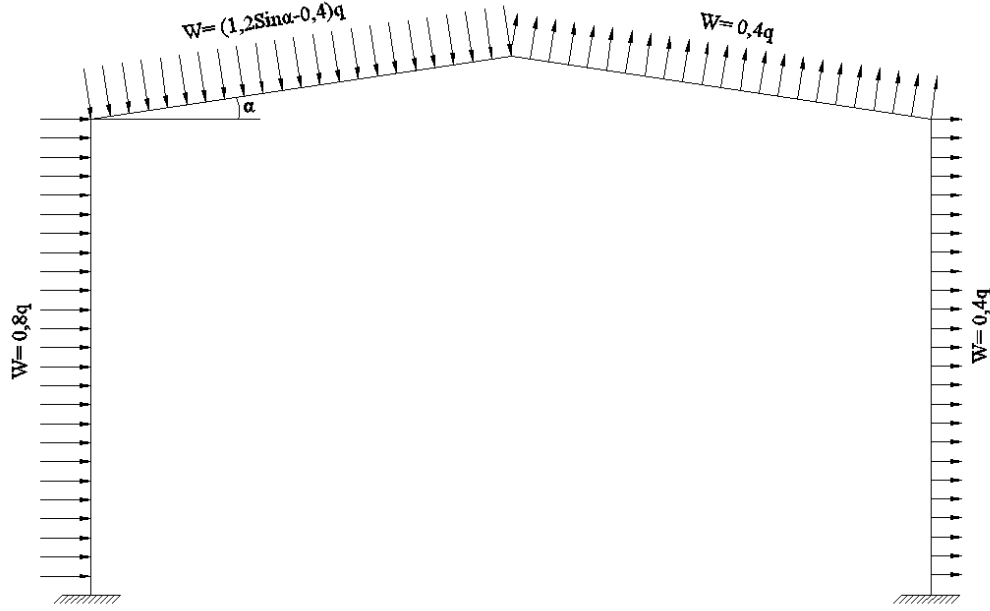
3.3.1 Deprem yüklemesi

Modeller ilk olarak deprem yüklemesine tabi tutulmuştur. Bunun için öncelikle SAP 2000 programına ABYYHY-2007' nin 1. derece deprem bölgesi ve Z1 grubu zemin cinsi için önerdiği spectrum eğrisi tanımlanmıştır. Sonra burada tanımlanan spectrum eğrisi kullanılarak birbirine dik yönlerde (X ve Y) deprem analizi yapılmıştır.

3.3.2 Rüzgar yüklemesi

Rüzgar etkisi, çok yüksek olmayan, normal yapılar için statik olduğu kabul edilen ve yapıya yatay etkileyen yüküdür ve TS 498-1997 madde 11.2.3 ve 11.3 e göre hesaplanır. Rüzgârın esiş yönünde çarptığı yapı yüzeylerinde basınç, arka yüzeylerde emme kuvveti oluşur. Rüzgâr kuvvetinin birimi kN/m^2 dir. w basınç kuvveti yapının geometrisine, rüzgarın hızına bağlıdır. Rüzgâr hızı yapı yüksekliğince belli bir yüksekliğe kadar artar.

Bu nedenle cepheye etkiyen kuvvet de yapı yüksekliğince artar. (Tablo3.2). Şekil 3.19 da dört tarafı kapalı yapılarda rüzgâr yükünün yapıyı nasıl etkilediği gösterilmiştir.



Şekil 3.19 : Rüzgar yüklerinin yapıyı etkileme şekilleri

Tablo 3.2 : Yapı yüksekliğine göre değişen rüzgar hızı ve kuvveti

Yapı yüksekliğince gerilmenin sabit alındığı yükseklik bölgesi (m)	Rüzgâr hızı V (m/s)	(Basınç-emme) q (kN/m ²)
0-8	28	0,5
8-20	36	0,8
20-100	42	1,1
100 ve yukarısı	46	1,3

Yukarıda rüzgar yükü ile ilgili verilen bilgilere dayanarak yapıyı etkileyen rüzgar yüklerinin hesabı Tablo 3.3-3.7 de tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 3.3 : Kolonlara Gelen Rüzgar Yükleri

	h (m)	q (kN/m ²)	Açıklık (m)	W _{Basınc} (kN/m ²)	W _{Emme} (kN/m ²)	Basınc (N/cm)	Emme (N/cm)
İlk ve Son Akslar	8	0,5	2,925	0,4	0,2	11,7	5,85
Ara Akslar	8	0,5	5,85	0,4	0,2	23,4	11,7

Tablo 3.4 : İlk ve Son Akslarda Sol Çatı Kirişine Gelen Rüzgar Yükleri

Sinα=0,148 Cosα =0,989	h (m)	q (kN/m ²)	Açk. (m)	Gen. (m)	W (kN/m ²)	Emme (N)	Yatay (N)	Düşey (N)
İlk ve Son Aşıklar	>8	0,8	2,925	1,02	-0,176	525	77,7	520
Ara Aşıklar	>8	0,8	2,925	1,36	-0,176	700	104	692

Tablo 3.5 : Ara Akslarda Sol Çatı Kirişine Gelen Rüzgar Yükleri

Sinα=0,148 Cosα =0,989	h (m)	q (kN/m ²)	Açk. (m)	Gen. (m)	W (kN/m ²)	Emme (N)	Yatay (N)	Düşey (N)
İlk ve Son Aşıklar	>8	0,8	5,85	1,02	-0,176	1050	156	1040
Ara Aşıklar	>8	0,8	5,85	1,36	-0,176	1400	208	1384

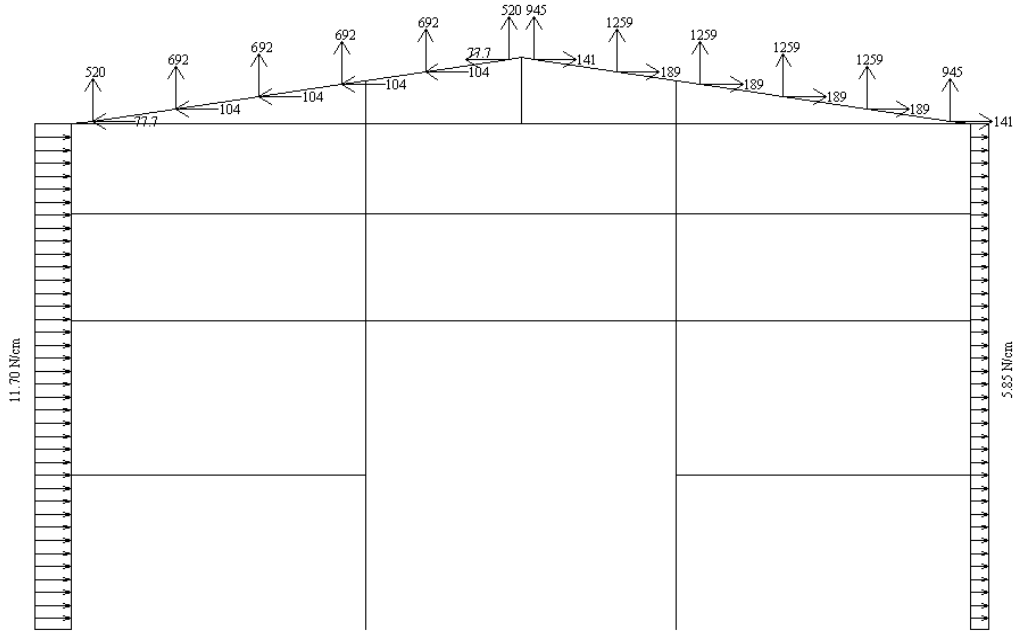
Tablo 3.6 : İlk ve Son Akslarda Sağ Çatı Kirişine Gelen Rüzgar Yükleri

Sinα=0,148 Cosα =0,989	h (m)	q (kN/m ²)	Açk. (m)	Gen. (m)	W (kN/m ²)	Emme (N)	Yatay (N)	Düşey (N)
İlk ve Son Aşıklar	>8	0,8	2,925	1,02	0,32	955	141	945
Ara Aşıklar	>8	0,8	2,925	1,36	0,32	1273	189	1259

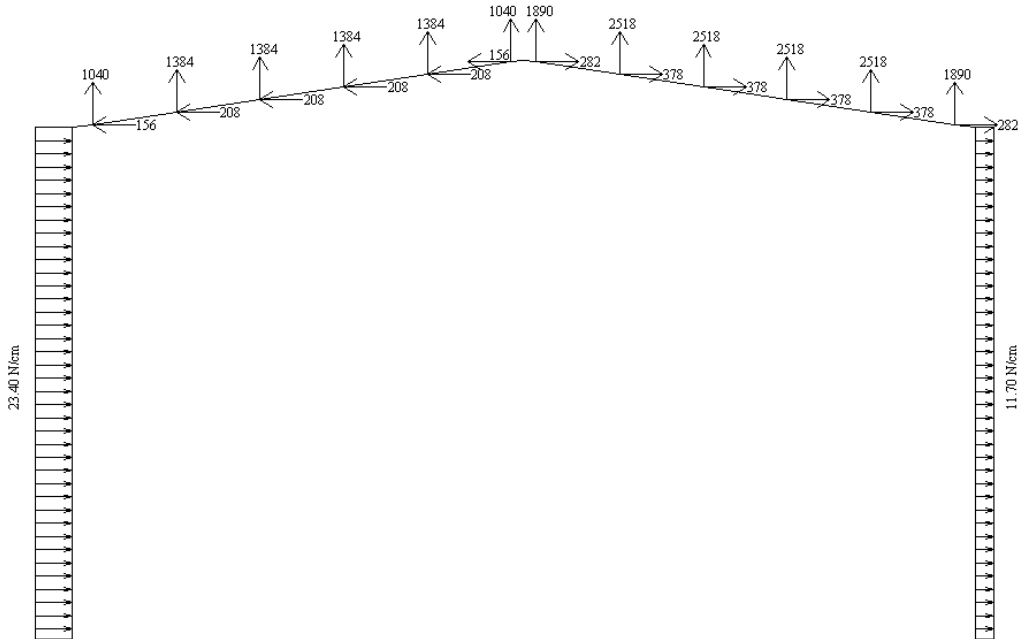
Tablo 3.7 : Ara Akslarda Sağ Çatı Kirişine Gelen Rüzgar Yükleri

Sinα=0,148 Cosα =0,989	h (m)	q (kN/m ²)	Açk. (m)	Gen. (m)	W (kN/m ²)	Emme (N)	Yatay (N)	Düşey (N)
İlk ve Son Aşıklar	>8	0,8	5,85	1,02	0,32	1909	282	1890
Ara Aşıklar	>8	0,8	5,85	1,36	0,32	2545	378	2518

Şekil 3.20-3.21 de yukarıda hesaplanan rüzgar kuvvetlerinin yapıya uygulanması gösterilmiştir.



Şekil 3.20 : İlk ve son akslarda çerçeveye gelen rüzgar kuvvetleri



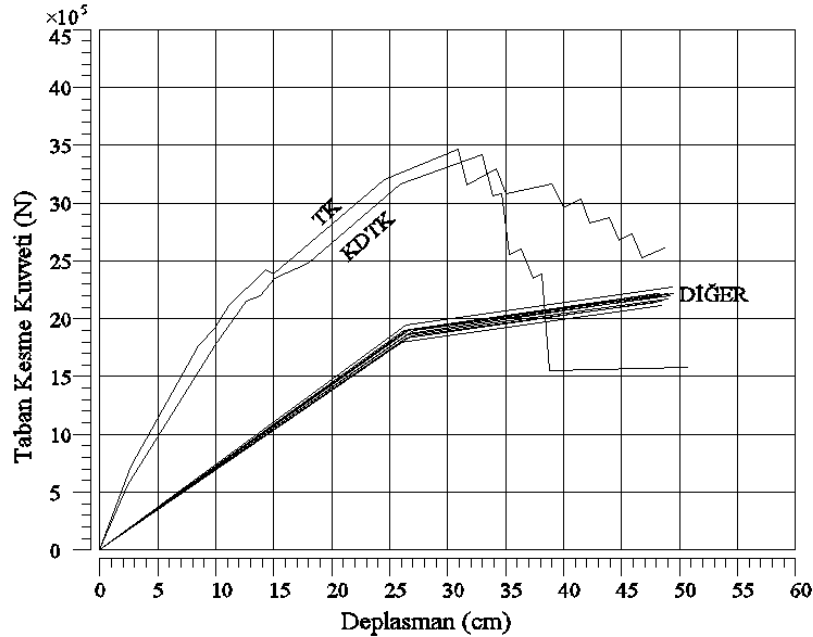
Şekil 3.21 : Ara akslarda çerçeveye gelen rüzgar kuvvetleri

3.4 Bulgular ve İrdemeler

Yapılan analizler sonucunda, modellere ait; kapasite eğrileri, çerçevelerin tepe noktasının kısa doğrultudaki deplasmanı ve çerçeve elemanlarına ait kesit tesirleri elde edilmiştir.

3.4.1 Kapasite eğrileri

Yapıların rijitlik ve duktilite gibi önemli özellikleri kapasite eğrisi adı verilen grafiklerden elde edilir. Yapının kapasite eğrisini elde etmek için yapı, sabit düşey yükler ve aralarındaki oran sabit kalarak artan yatay yükler altında, malzeme ve geometri değişimi bakımından lineer olmayan teoriye göre hesaplanarak limit duruma ulaşıncaya kadar izlenir. Her yük değeri için toplam taban kesme kuvveti ve buna karşılık gelen en üst kat yatay deplasmanı arasındaki grafik çizilir[3]. Bu şekilde elde edilen eğriye kapasite eğrisi adı verilmektedir. Kapasite eğrilerini elde etmek için yapı elemanlarına taşıdığı yüke uygun olarak plastil mafsallar yerleştirilir (EK-C). Modellerimizde ana çerçeve elemanlarına eğilme momenti plastil mafsalı, stabilite bağlarına ise aksenal yük plastil mafsalı yerleştirilmiştir. Şekil 3.22 de modellere ait kapasite eğrileri birbirleri arasında kıyaslama yapmaya imkan vermesi amacıyla tek bir şekilde toplanmıştır.



Şekil 3.22 : Modellerin X doğrultusunda kapasite eğrileri

Modellerin Şekil 3.22 de görülen X doğrultusunda kapasite eğrileri incelendiğinde, KDTK ve TK modellerinin dışında kalan modellerin çeliğin yapısına uygun olarak elastoplastik ve sünek bir davranış sergilediği görülmektedir.

Ek A.1 de modellerde oluşan ilk plastik mafsalların yapının neresinde oluştuğunu gösteren şekiller verilmiştir. Şekillerden, stabilite bağlarının yapıda oluşan ilk plastik mafsalların oluşma yeri üzerindeki etkisi açıkça görülmektedir. Yapıda oluşan ilk plastik mafsallar; sadece düşey düzlemde stabilite bağına sahip olan Düşey.01, Düşey.02 ve Düşey.03 modellerinde ara kolonların diplerinde, sadece yatay düzlemde stabilite bağına sahip olan Yatay.01, Yatay.02 ve Yatay.03 modellerinde ilk ve son akslarda çatı kirişlerinin kolonlarla birleştiği yerlerde, yatay ve düşey düzlemde stabilite bağına sahip olan YD.01, YD.02 ve YD.03 modellerinde kalkan duvarlarındaki stabilite elemanlarında ortaya çıkmıştır. Çatı düzlemi stabilite bağlarıyla tamamen kaplanmış ve düşey düzlemde de stabilite elemanlarına sahip olan KDTK ve TK modellerinde ise çatı düzleminde kalkan duvarlarına bitişik ilk açıklıktaki stabilite elemanlarında ortaya çıkmıştır.

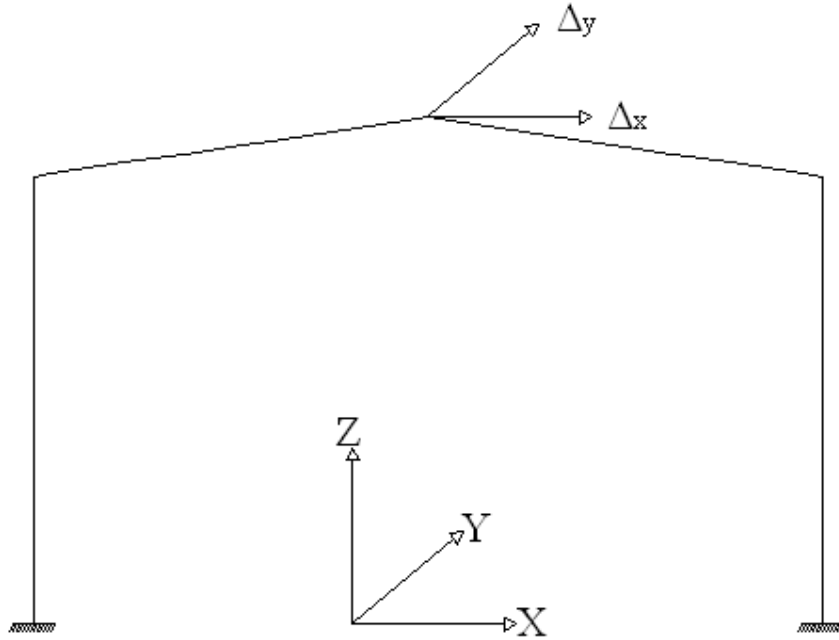
Tablo 3.8 : Modellerde İlk Plastik Mafsalsal Oluşma Mesafesi

MODEL ADI	İLK PLASTİK MAFSAL OLUŞTUĞUNDA TEPE NOKTASININ DEPLASMANI (cm)
ÇAPRAZSIZ	26,62
DÜŞEY.01	26,33
DÜŞEY.02	26,52
DÜŞEY.03	26,52
DÜŞEY.01YZ	26,33
YATAY.01	21,60
YATAY.02	25,35
YATAY.03	25,35
YD.01	16,9
YD.02	16,9
YD.03	16,9
KDTK	2,82
TK	2,27

Tablo 3.8, modellerde ilk plastik mafsall oluştuğunda modellerin 5-5 aksındaki tepe noktasının deplasman değerlerini göstermektedir. Yapı elemanlarında oluşan ilk plastik mafsallar KDTK, TK modellerinde diğer modellere göre çok daha düşük deplasman değerlerinde meydana gelmiştir.

3.4.2 Deplasmanlar

Bu bölümde, modellerin 5-5 akslarının tepe noktalarının deplasmanı, deprem yükü altında X ve Y yönlerinde, rüzgar yükü altında X yönünde araştırılmıştır. (Tablo 3.9-10). Tablolardaki deplasman değerleri Δ_x , Δ_y , modellerin 5-5 aksının tepe noktasının X ve Y yönlerindeki maksimum deplasmanını göstermektedir. (Şekil 3.23).



Şekil 3.23 : Tepe noktasının deplasmanları.

Tablo 3.9 : Deprem yüklemesi için Y doğrultusunda deplasman değerleri (cm)

Δ_y	Çaprazsız	Düşey.01	Düşey.02	Düşey.03	Düşey.01YZ	Yatay.01	Yatay.02	Yatay.03	YD.01	YD.02	YD.03	KDTK	TK
1-1 AKSI	40,5	37,5	37,5	37,5	37,3	8,8	8,6	8,5	0,3	0,2	0,1	8,9	0
2-2 AKSI	40,5	37,5	37,5	37,5	37,3	8,8	8,6	8,5	0,3	0,2	0,1	8,9	0
3-3 AKSI	40,5	37,5	37,5	37,5	37,3	8,8	8,6	8,5	0,3	0,2	0,1	8,9	0
4-4 AKSI	40,5	37,5	37,5	37,5	37,3	8,8	8,6	8,5	0,3	0,2	0,1	8,9	0
5-5 AKSI	40,5	37,5	37,5	37,5	37,3	8,8	8,6	8,5	0,3	0,2	0,1	8,9	0
6-6 AKSI	40,5	37,5	37,5	37,5	37,3	8,8	8,6	8,5	0,3	0,2	0,1	8,9	0
7-7 AKSI	40,5	37,5	37,5	37,5	37,3	8,8	8,6	8,5	0,3	0,2	0,1	8,9	0
8-8 AKSI	40,5	37,5	37,5	37,5	37,3	8,8	8,6	8,5	0,3	0,2	0,1	8,9	0
9-9 AKSI	40,5	37,5	37,5	37,5	37,3	8,8	8,6	8,5	0,3	0,2	0,1	8,9	0
10-10 AKSI	40,5	37,5	37,5	37,5	37,3	8,8	8,6	8,5	0,3	0,2	0,1	8,9	0

Modellerin Y doğrultusundaki deplasman değerleri incelendiğinde (Tablo 3.9); TK ile YD.01, YD.02 ve YD.03 modellerinin, Y eksenini doğrultusunda neredeyse hiç deplasman yapmadığı görülür. Daha öncede bahsedildiği gibi stabilite bağlarının asıl vazifesi yapının Y doğrultusundaki stabilitesini sağlamak olduğundan, bu tip yapılar için önerilebilecek modeller olan YD.01, YD.02 ve YD.03 ün bu görevi iyi bir şekilde yerine getirdiği söylenebilir. Ayrıca sadece düşey düzlemde düzenlenmiş stabilite bağlarından oluşan modellerin deplasman değerlerinin diğerlerine göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum çatı düzlemi stabilite bağlarının sistem açısından son derece önemli olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.10 : X Doğrultusunda Deplasman Değerleri (cm)

Δ_x	Çaprazsız	Düşey.01	Düşey.02	Düşey.03	Düşey.01YZ	Yatay.01	Yatay.02	Yatay.03	YD.01	YD.02	YD.03	KDTK	TK
DEPREM													
1-1 AKSI	2,80	0	0	0	2,84	3,48	3,22	3,22	0	0	0	0	0
2-2 AKSI	3,45	2,71	3,50	3,50	3,55	3,53	3,24	3,24	0	0	0	0,74	0
3-3 AKSI	3,45	4,05	3,50	3,45	3,55	3,57	3,61	3,45	3,45	3,45	3,65	1,08	0
4-4 AKSI	3,45	3,87	3,50	3,45	3,55	3,60	3,61	3,45	3,45	3,66	3,65	1,32	0
5-5 AKSI	3,45	3,22	3,50	3,50	3,55	3,62	3,61	3,61	3,66	3,66	3,65	1,45	0
6-6 AKSI	3,45	3,22	3,50	3,50	3,55	3,62	3,61	3,61	3,66	3,66	3,65	1,45	0
7-7 AKSI	3,45	3,87	3,50	3,45	3,55	3,60	3,61	3,45	3,45	3,66	3,65	1,32	0
8-8 AKSI	3,45	4,05	3,50	3,45	3,55	3,57	3,61	3,45	3,45	3,45	3,65	1,08	0
9-9 AKSI	3,45	2,71	3,50	3,50	3,55	3,53	3,24	3,24	0	0	0	0,74	0
10-10 AKSI	2,80	0	0	0	2,84	2,48	3,22	3,22	0	0	0	0	0
RÜZGÂR													
1-1 AKSI	0,8	0	0	0	0,9	2,20	3,17	1,64	0,1	0,1	0,1	0,24	0,25
2-2 AKSI	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,25	3,17	1,67	0,14	0,14	0,14	0,46	0,43
3-3 AKSI	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,29	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	0,65	0,57
4-4 AKSI	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,32	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	0,78	0,67
5-5 AKSI	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,34	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	0,85	0,71
6-6 AKSI	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,34	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	0,85	0,71
7-7 AKSI	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,32	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	0,78	0,67
8-8 AKSI	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,29	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79	0,65	0,57
9-9 AKSI	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,25	3,17	1,67	0,14	0,14	0,14	0,46	0,43
10-10 AKSI	0,8	0	0	0	0,9	2,20	3,17	1,64	0,1	0,1	0,1	0,24	0,25

Tablo 3.10 da verilen X doğrultusundaki deplasman değerleri incelendiğinde, KDTK ve TK modellerinin deplasman değerlerinin diğerlerinden çok daha düşük olduğu görülmektedir. Bu iki modelin dışında kalan modellerin deplasman değerleri ise neredeyse aynı değerlerdedir.

3.4.3 Kesit tesirleri

Ek B.1 de 5-5 aksına ait kesit tesirleri grafik halinde sunulmuştur. Grafikler incelendiğinde;

Kesme Kuvveti ve Eğilme Momenti için;

X doğrultusundaki deprem ve rüzgar yüklemesinde KDTK, TK modellerinin en düşük değerleri verdiği görülmektedir.

Y doğrultusundaki deprem yüklemesinde, stabilite elemanlarının çatı düzleminde boştuklu olarak düzenlendiği modellerde (YD.01, YD.02, YD.03, YATAY.02, YATAY.03) oluşturmaktadır. Bunların dışında kalan modellerde sifıra yakındır.

Normal kuvvet için;

X doğrultusundaki deprem yüklemesinde TK modeli minimum (neredeyse sifır), KDTK maximum diğer modeller ise arada ve birbirine yakın değerlerdedir.

Rüzgar yüklemesinde maksimum değerler rüzgarın esiş yönüne bağlı olarak TK modelinde oluşturmaktadır.

4. SONUÇLAR

Stabilite bağları, çelik hal yapılarında, ana taşıyıcı çerçevenin etkili olmadığı ve bu çerçeve düzlemine dik doğrultudaki sistem davranışını kontrol etmek amacıyla düzenlenirler. Bu çalışmada, örnek olarak seçilmiş olan bir hal yapısında farklı şekilleride düzenlenmiş olan düşey ve çatı düzlemi stabilite bağlarının ana taşıyıcı çerçevenin davranışına etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

1.Kapasite eğrileri incelendiğinde, çatı düzlemi stabilite elemanları ile tamamen kaplanmış düşey düzlemde de stabilite elemanlarına sahip olan modellerin (TK ve KDTK) kapasite eğrilerinin diğerlerinden belirgin şekilde farklı olduğu görülmektedir. Bu durumdan şu sonuca varmak mümkündür: Düşey düzlemde standart stabilite bağlarına sahip olan bu tip yapılarda eğer çatı düzleminde bütün açıklıklara stabilite elemanı yerleştirilirse yapının rijitliği önemli ölçüde artmaktadır.

2.Ek. A da verilen şekiller, stabilite elemanlarının düzenlenme şeklinin yapı elemanlarında plastik mafsalların oluşma yeri üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Modellerin ilk plastik mafsalları; sadece düşey düzlemde stabilite bağlarına sahip sistemlerde ara kolonların alt uçlarında, sadece yatay düzlemde stabilite bağlarına sahip sistemlerde ilk ve son akslarda çatı kirişlerinin kolonlarla birleşim yerlerinde, yatay ve düşey düzlemde stabilite elemanlarına sahip olan sistemlerde kalkan duvarların stabilite elemanlarında, çatı düzlemi stabilite elemanları ile tamamen kaplanmış ve düşey düzlemde de stabilite elemanlarına sahip olan modellerde ise çatı düzleminde ilk açıklıktaki stabilite bağlarında oluşmaktadır.

3.Modellerin X doğrultusundaki deplasman değerlerinde, kapasite eğrilerinde olduğu gibi, çatı düzlemi stabilite bağlarının, çatı düzlemi boyunca bütün açıklıklara yerleştirilmesinin etkili olduğu görülmüştür. Çatı düzlemi stabilite elemanları ile tamamen kaplanmış, düşey düzlemde de stabilite elemanlarına sahip olan modeller diğer modellere göre çok düşük deplasman değerlerine ulaşmıştır.

4.Y doğrultusunda, stabilite bağları yatay ve düşey düzlemde düzenlenmiş ve tamamı kaplanmış modellerin minimum deplasman değerleri verdiği görülmüştür.

5.Modellere ait kesit tesirleri incelendiğinde, deplasmanlar ve kapasite eğrilerinde olduğu gibi, burada da en düşük değerleri çatı düzlemi stabilite elemanları ile tamamen kaplanmış, düşey düzlemde de stabilite elemanlarına sahip olan modellerin verdiği görülmüştür.

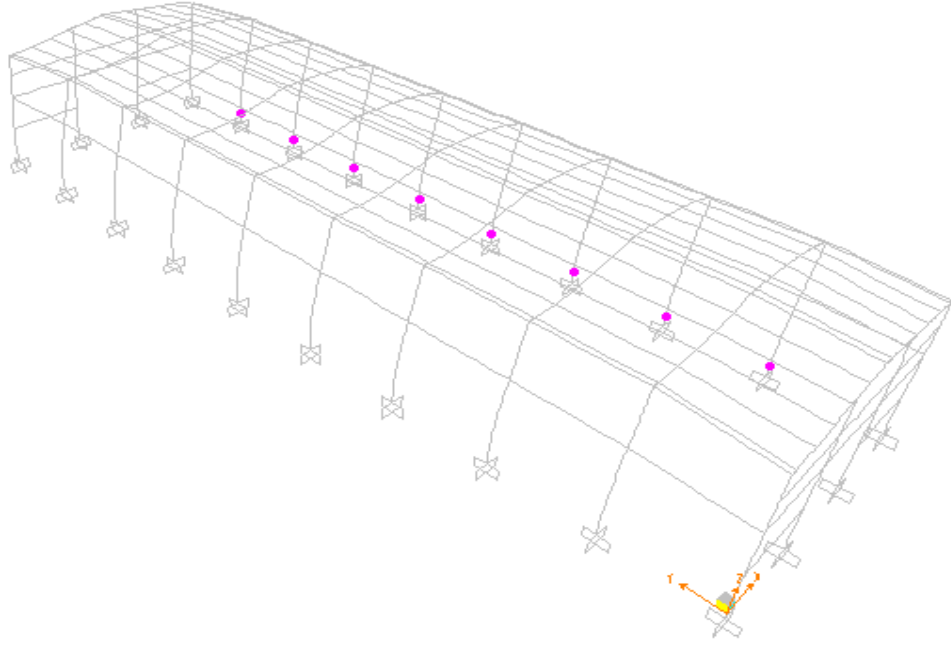
Görülmektedir ki stabilite bağlarının düzenlenme şekli yapının davranışı üzerinde oldukça etkilidir. Bu çalışmada, yatay ve düşey düzlemde stabilite bağlarıyla oluşturulan modellerin (YD.01, YD.02, YD.03) dışında kalan modeller, sınır durumları göstererek yapı davranışının kıyaslanabilmesine imkan vermesi amacıyla kullanılmıştır. Dolayısıyla yatay ve düşey düzlemde stabilite bağları kullanılarak oluşturulan modellerin davranışı önemlidir. Bu şekilde düzenlenmiş modellerin (YD.01, YD.02, YD.03) kesit tesirleri, deplasmanlar ve kapasite eğrileri açısından davranışları birbirine çok yakındır. Buradan yola çıkılarak bu tip yapı sistemlerinde, ilk ve son açıklıklara ve 3~5 aksta bir orta açıklıklara çatı düzleminde ve düşey düzlemde yerleştirilerek elde edilen standart stabilite elemanları yerleşim düzeninin doğru, ekonomik ve yeterli olduğu söylenilebilir.

KAYNAKLAR

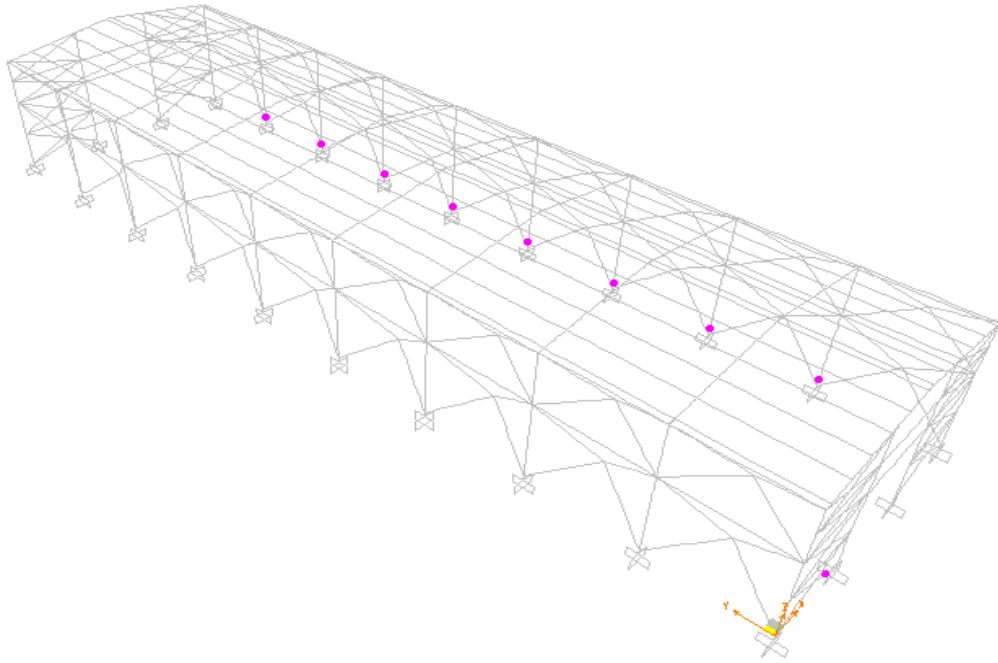
- [1] **Arda, T.S.**, 1978, “Çelik Çatı ve Binalarda Rüzgar Karşıt Düzenleri ve Stabilite Bağları ”
- [2] **Ay, Z., Çelik, İ.D. and Kınıllı, N.A.**, 2010, “Çaprazlı çelik çerçevelerin sismik performansı üzerine bazı değerlendirmeler”
- [3] **İrtem, E., Türker, K. and Hasgöl, U.**, 2003 “Türk Deprem Yönetmeliğinin Performans Hedeflerinin Lineer Olmayan Statik Analiz Yöntemleri ile Değerlendirilmesi”
- [4] **Kayhan, A.H. and Tama, Y.S.**, “Düşey Stabilite Düzenlerinin Çelik Çerçevelerin Maksimum Deplasman Talebine Etkisi”, *International Symposium on Advances in Earthquake & Structural Engineering, Süleyman Demirel University, Isparta-Antalya, Turkey, October 24-26, 2007.*
- [5] **Khandelwal, K., Tawil, S. and Sadek, F.**, 2007, “Progressive collapse analysis of seismically designed steel braced frames”
- [6] **Kul, E. and Hüsem, M.**, (2009) “Çok Katlı Çelik Yapılarda Yatay Yük Kapasitesini Arttırmada Kullanılan Elemanların Etkinliğinin İncelenmesi”
- [7] **Moghaddam H. and Hajirasouliha I.**, 2005, “An investigation on the accuracy of pushover analysis for estimating theseismic deformation of braced steel frames”
- [8] **Özalgül, K., Çağlayan, Ö. and Tezer, Ö.**, 2010, “Investigation of buckled brace system of an existing industrial building”
- [9] **Özgen, A.**, 1983, “Çelik Hal Yapıları”
- [10] **Roeder, C.W., MacRae G.A. and Scott K.**, (2001), “Seismic performance of older steel frame mill buildings”
- [11] **Sarno L. Di and A.S. Elnashai**, 2007, “Bracing systems for seismic retrofitting of steel frames”
- [12] **Saydam, D. And Altay, G.**, 2006, “Seismic Response Of Concentrically Braced Steel Frames With Inerd (Innovative Energy Dissipative) Connections”
- [13] **Stephen, A.M .**, 1998, “Lessons from damage to steel buildings during the Northridge earthquake”
- [14] **Türker, T. and Bayraktar, A.**, (2010), “Experimental and numerical investigation of brace configuration effects on steel structures”

EKLER

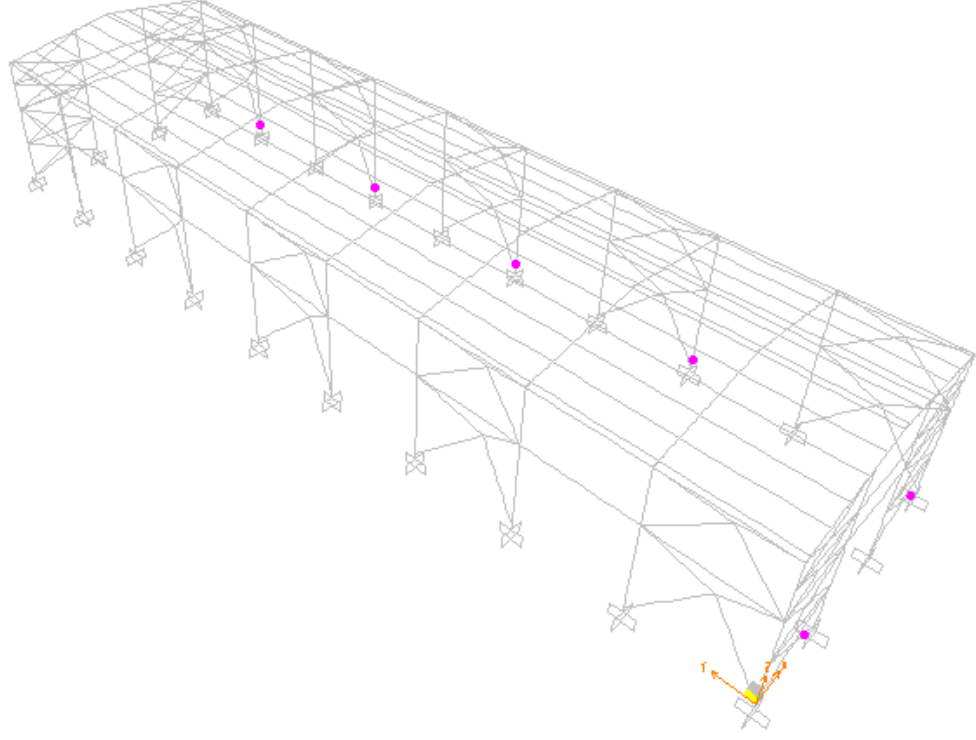
EK.A.1. Yapı Elemanlarında Oluşan İlk Plastik Mafsallar



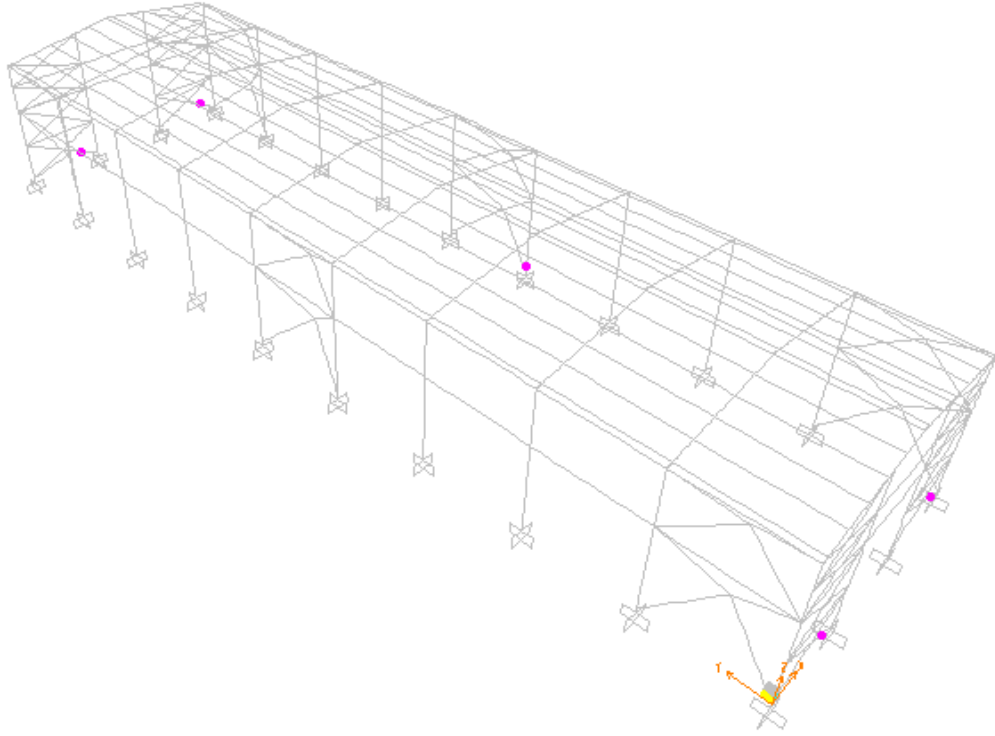
(a) Çaprazsız modelinde oluşan ilk plastik mafsallar



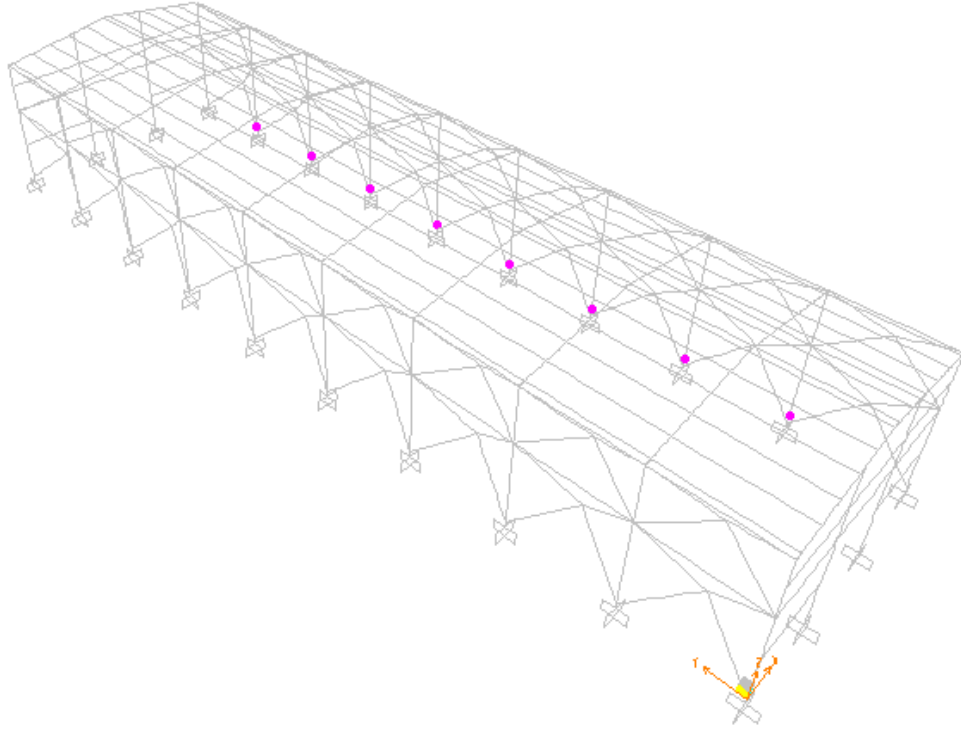
(b) Düşey.01 modelinde oluşan ilk plastik mafsallar



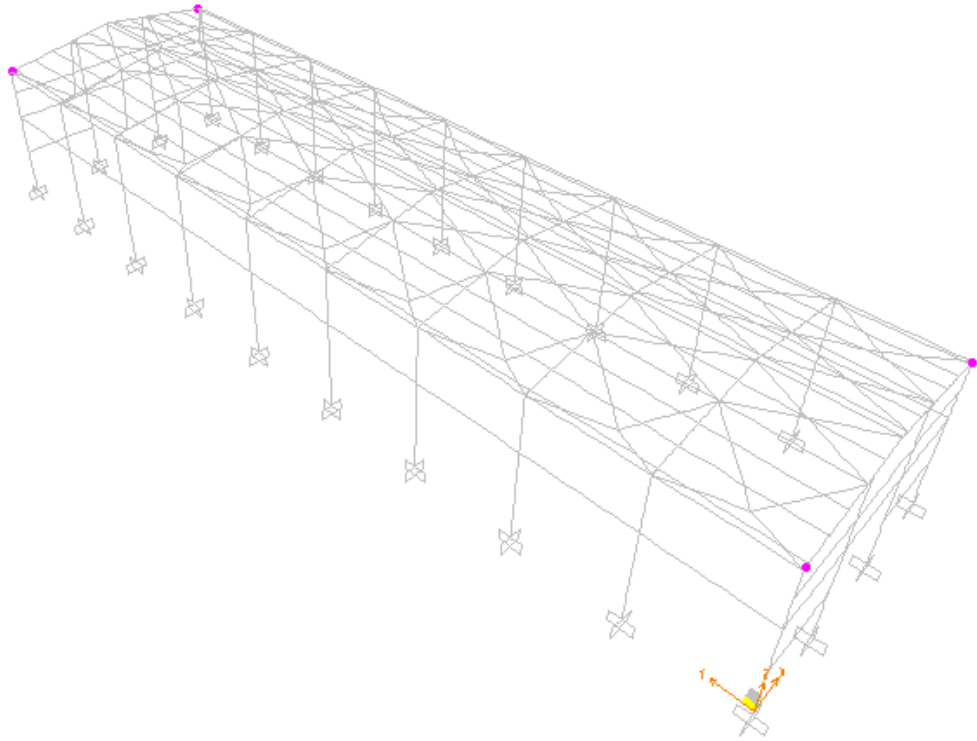
(c) Düşey.02 modelinde oluşan ilk plastik mafsallar



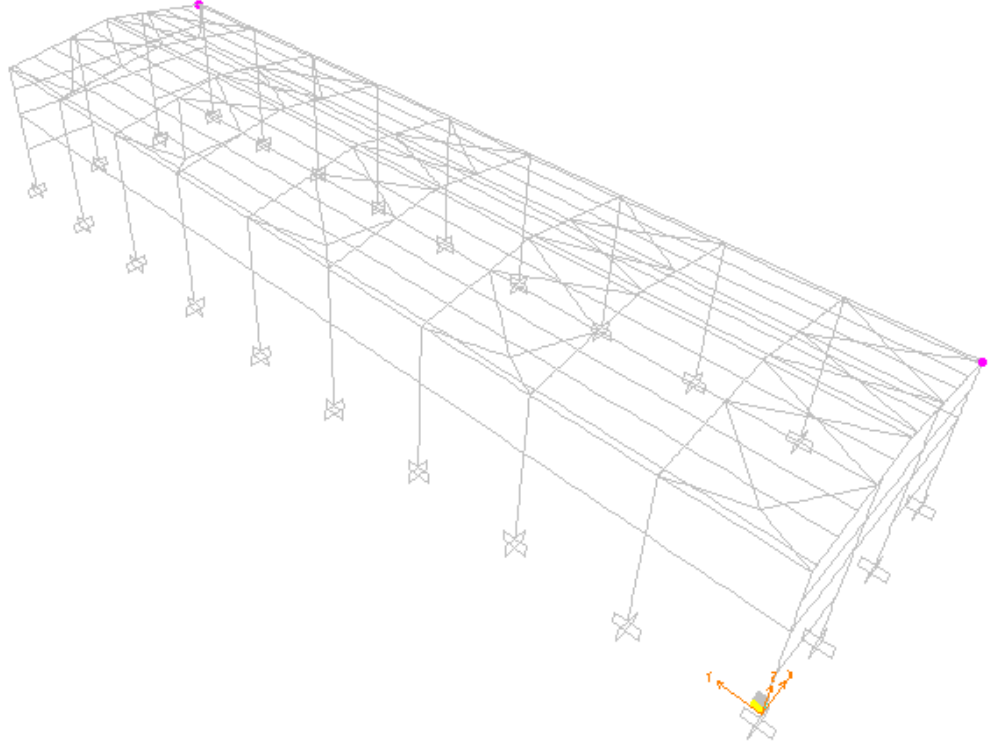
(d) Düşey.03 modelinde oluşan ilk plastik mafsallar



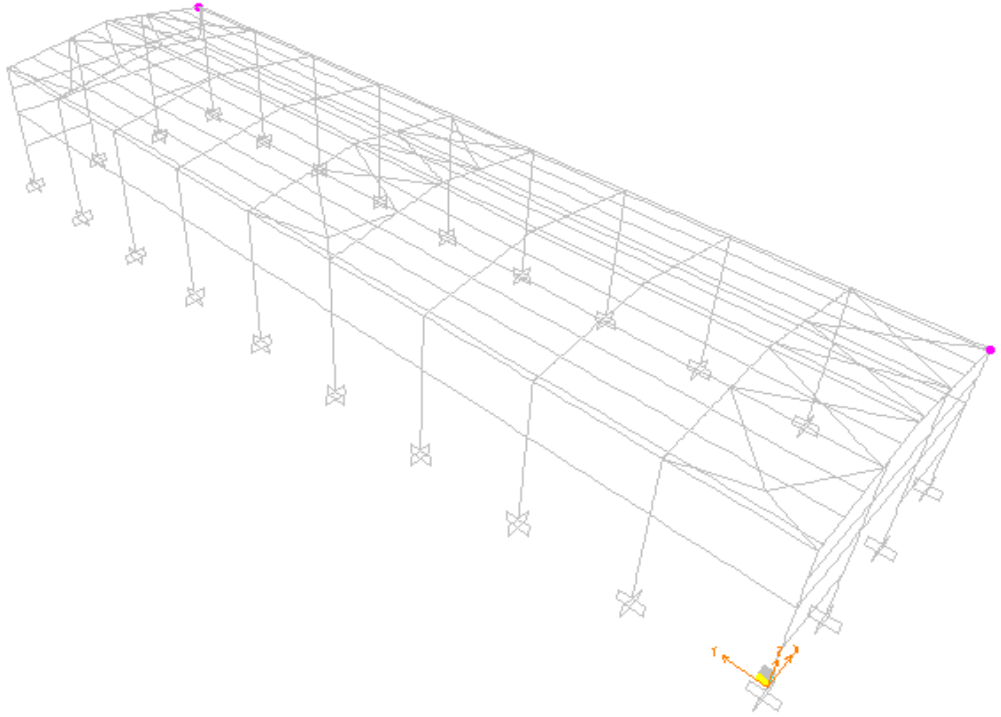
(e) Düşey.01 YZ modelinde oluşan ilk plastik mafsallar



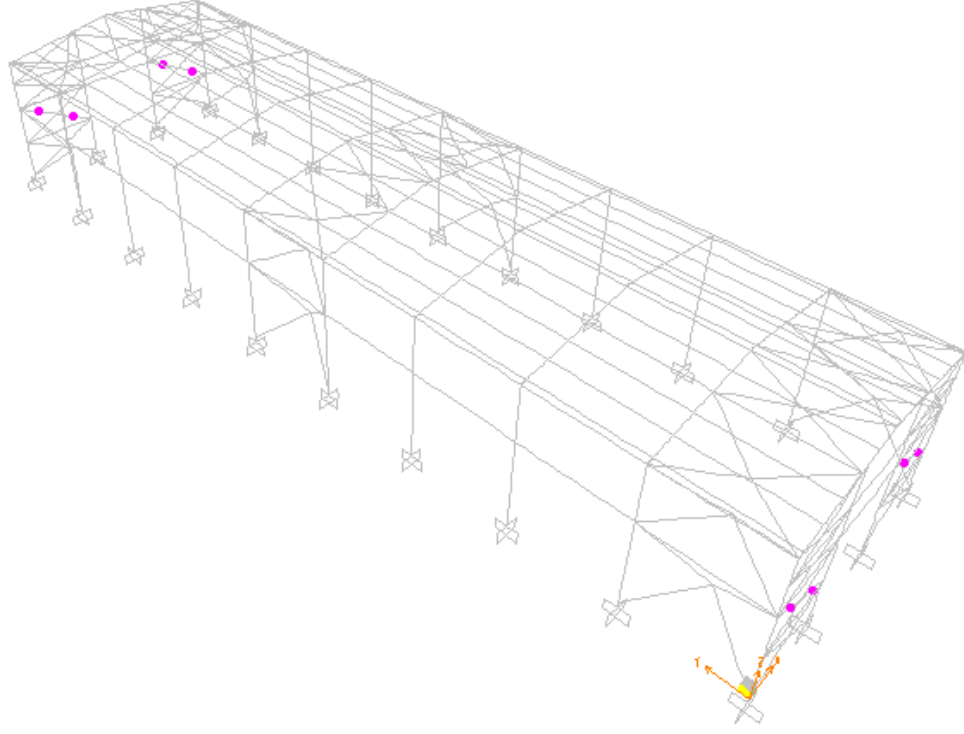
(f) Yatay.01 modelinde oluşan ilk plastik mafsallar



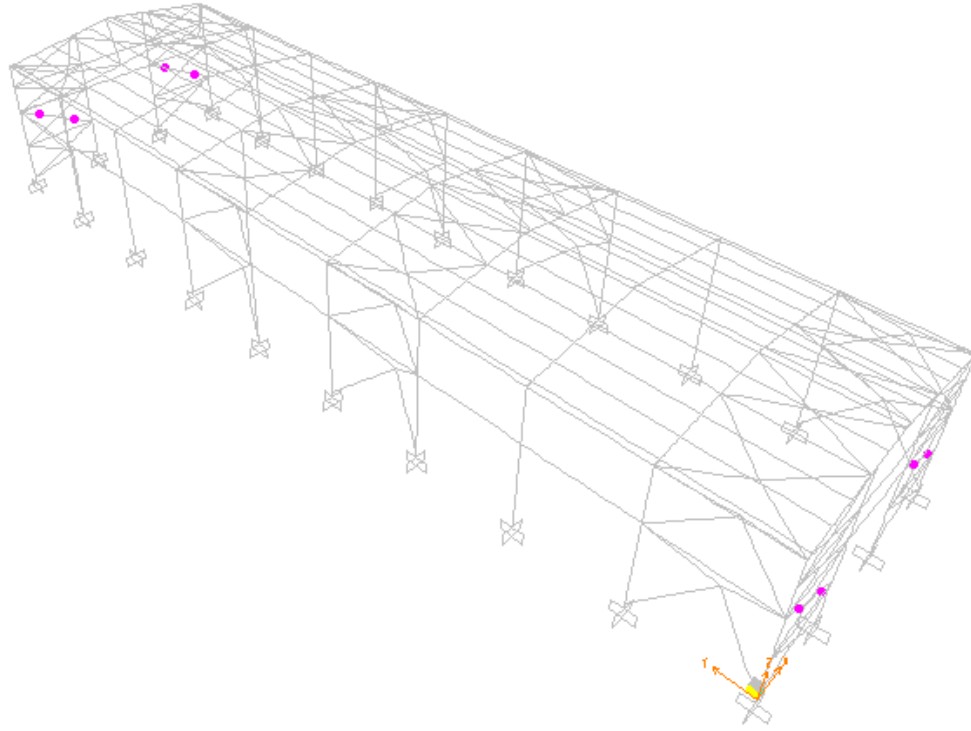
(g) Yatay.02 modelinde oluşan ilk plastik mafsallar



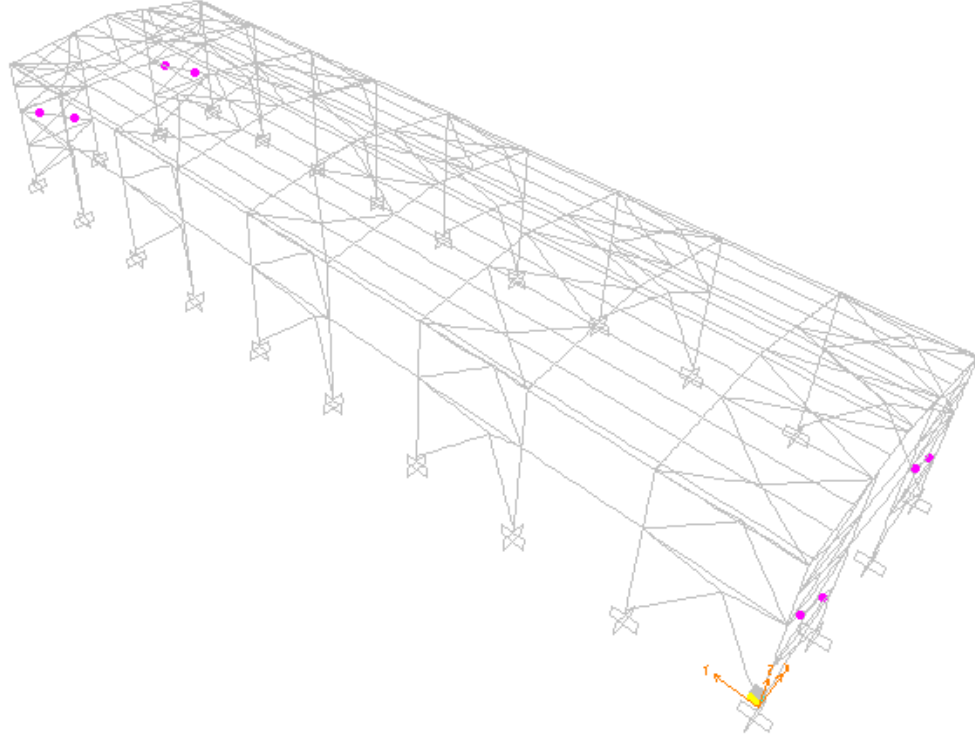
(h) Yatay.03 modelinde oluşan ilk plastik mafsallar



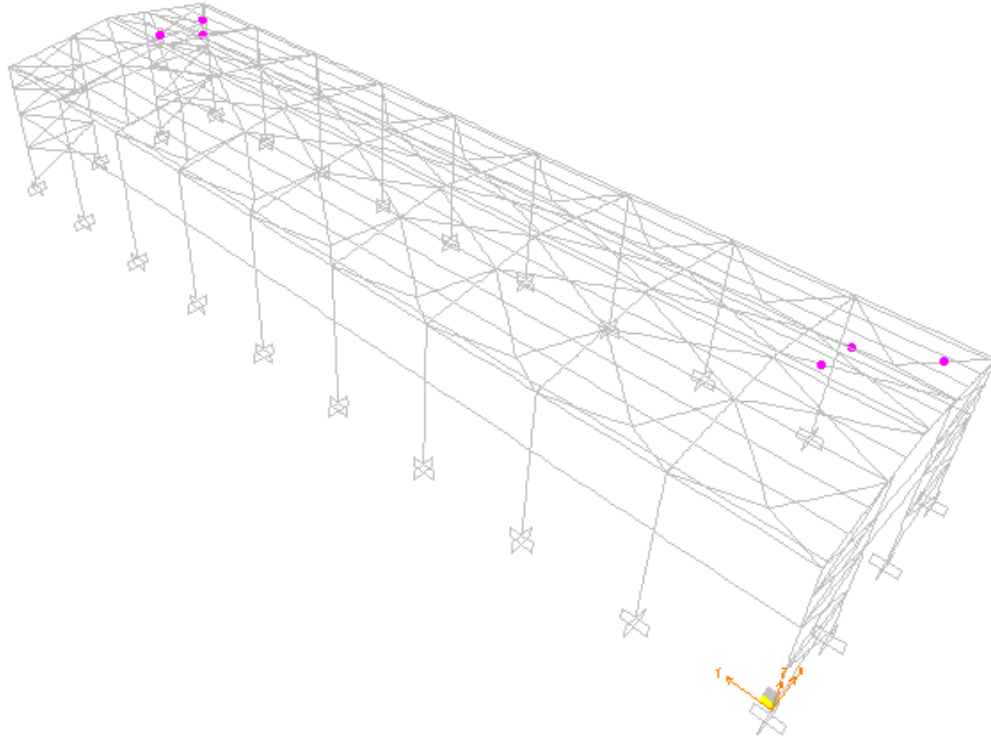
(i) YD.01 modelinde oluşan ilk plastik mafıallar



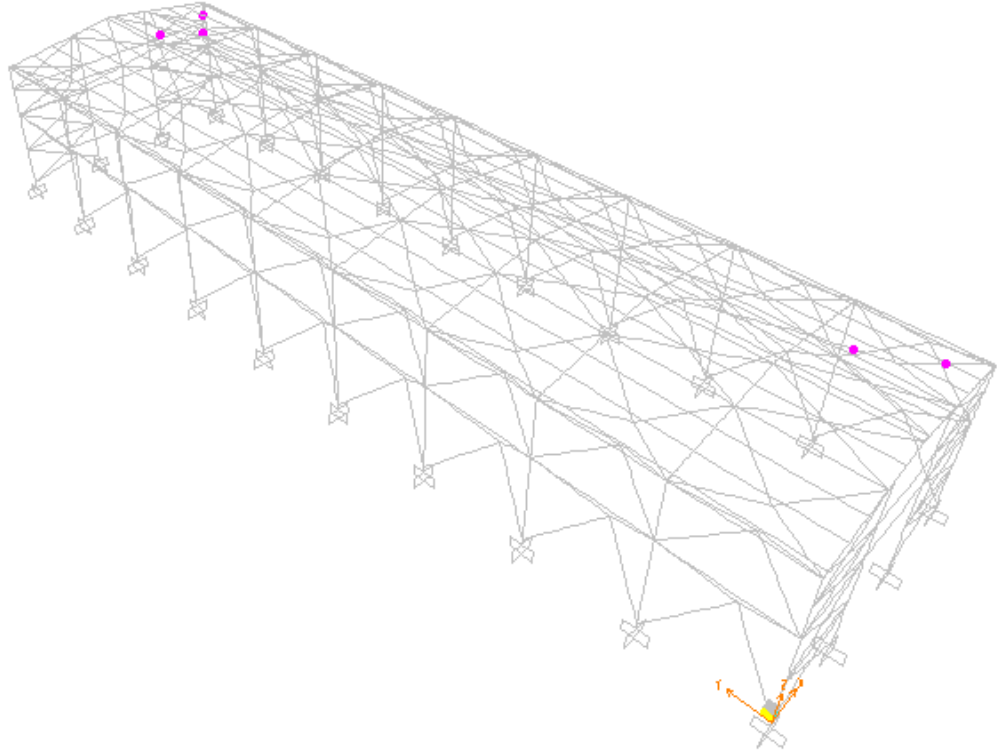
(i) YD.02 modelinde oluşan ilk plastik mafıallar



(j) YD.03 modelinde oluşan ilk plastik mafsallar



(k) KDTK modelinde oluşan ilk plastik mafsallar

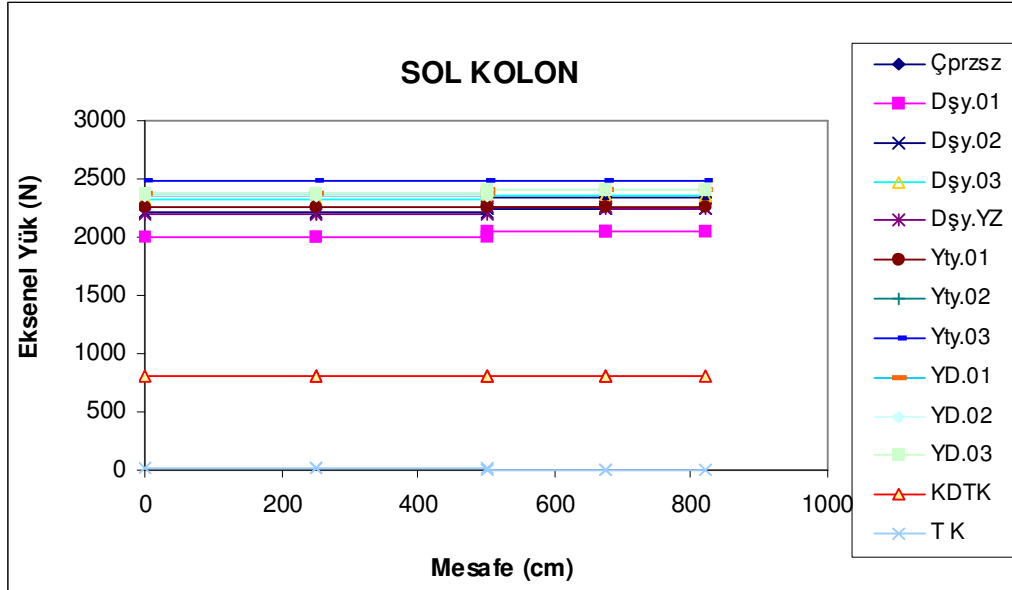


(I) TK modelinde oluşan ilk plastik mafsallar

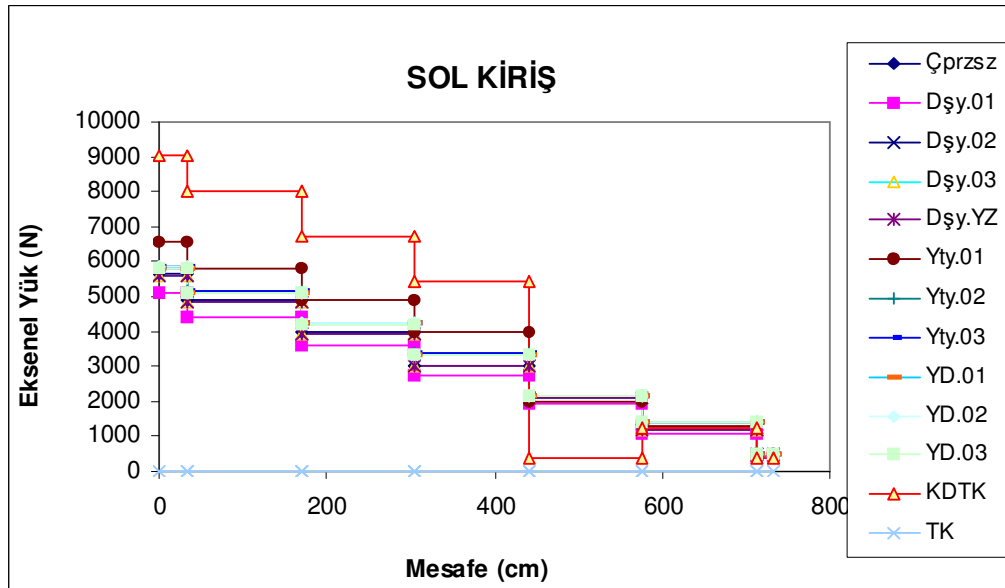
EK.B.1. X doğrultusunda deprem yüklerinden kaynaklanan kesit tesirleri

Aşağıdaki grafikler, 5. Aksın elemanlarında oluşan çeşitli kesit tesiri değerlerinin eleman boyunca değişimini göstermektedir.

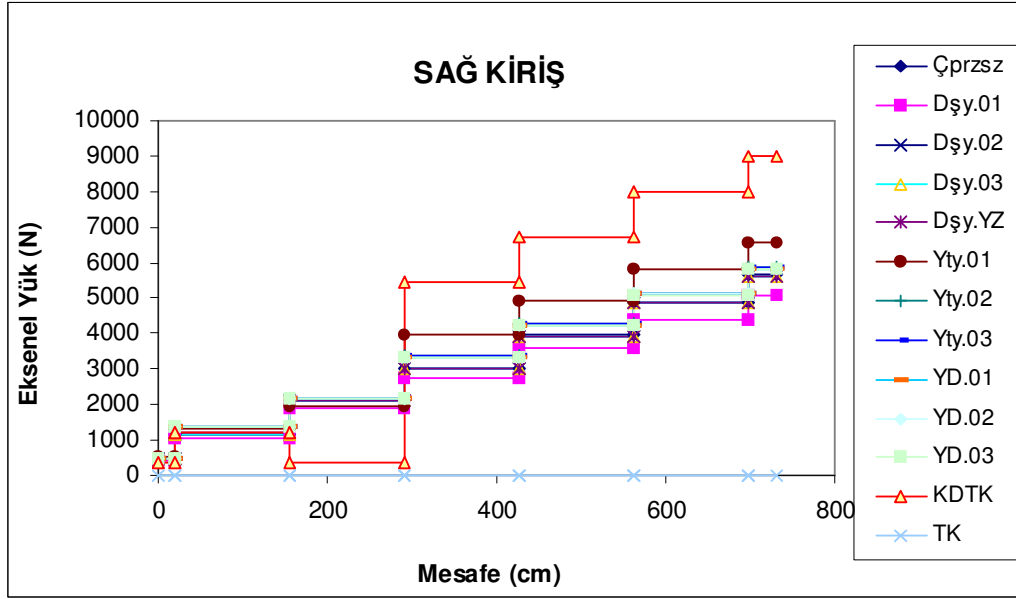
A- NORMAL KUVVET



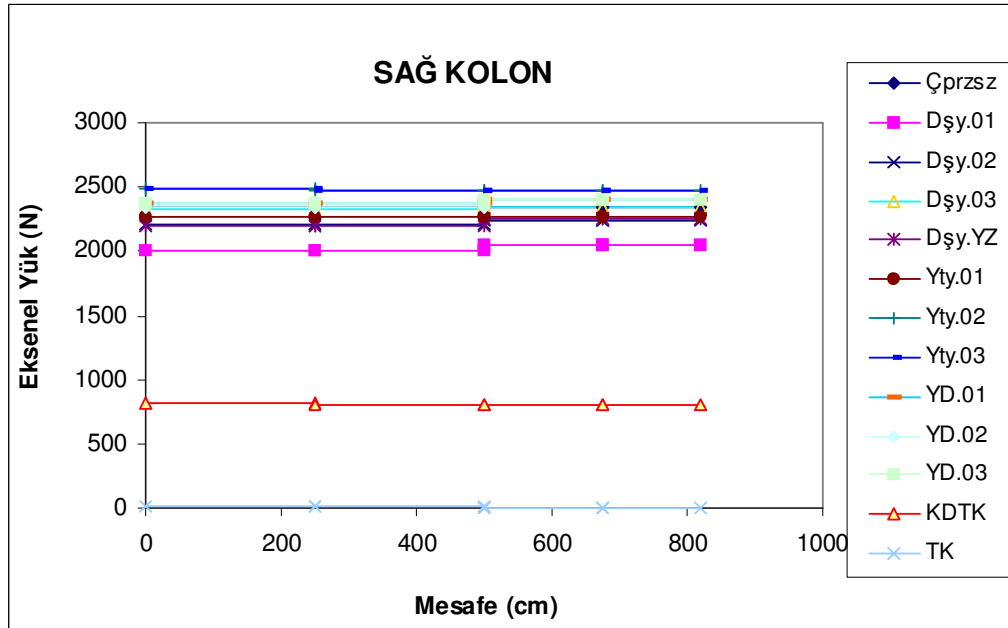
(a) 5. aks sol kolonunda eksenel yükler



(b) 5. aks sol çatı kirişinde eksenel yükler

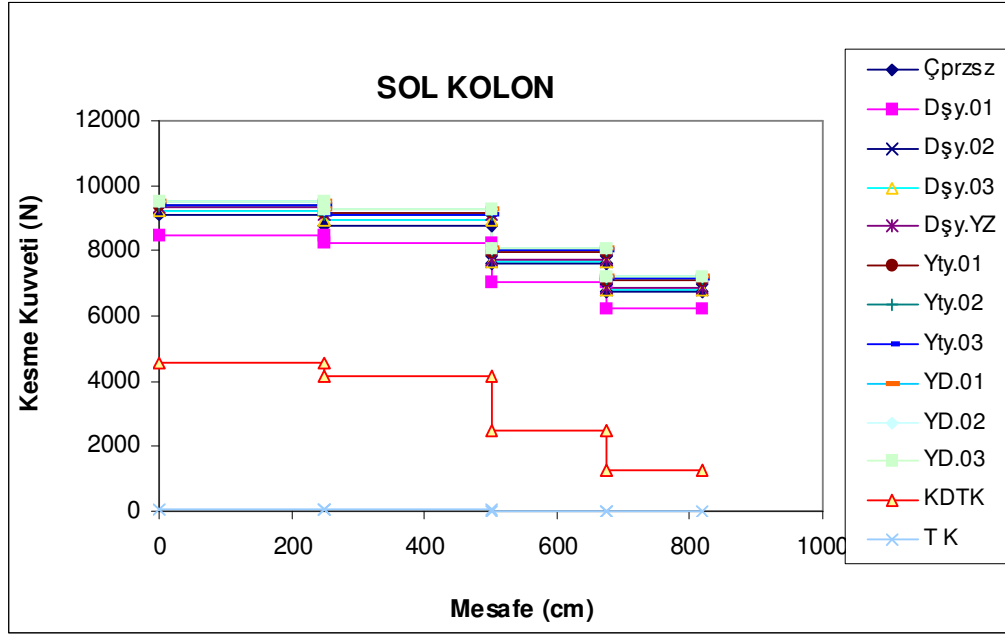


(c) 5. aks sağ çatı kirişinde eksenel yükler

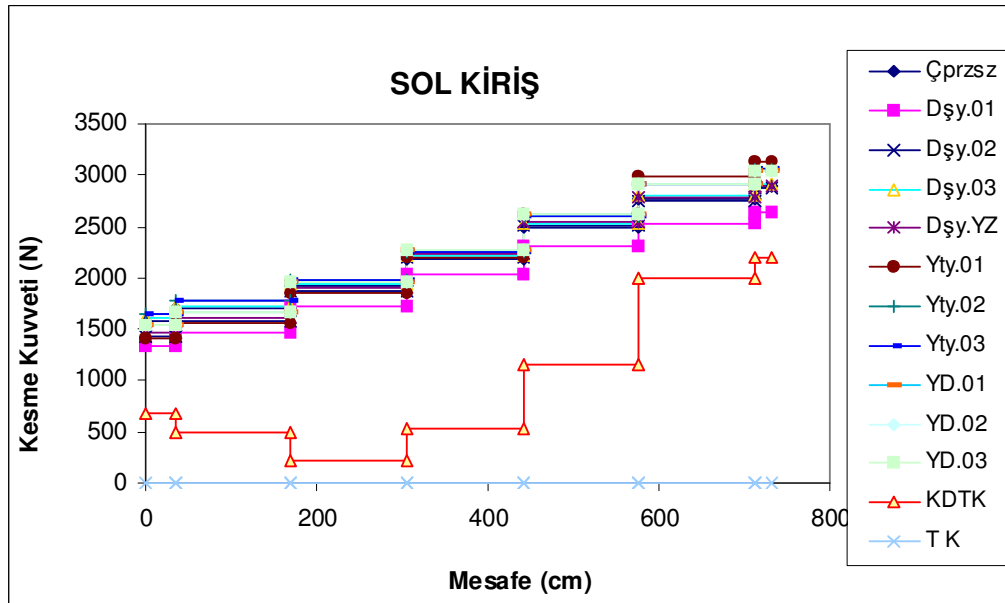


(d) 5. aks sağ kolonunda eksenel yükler

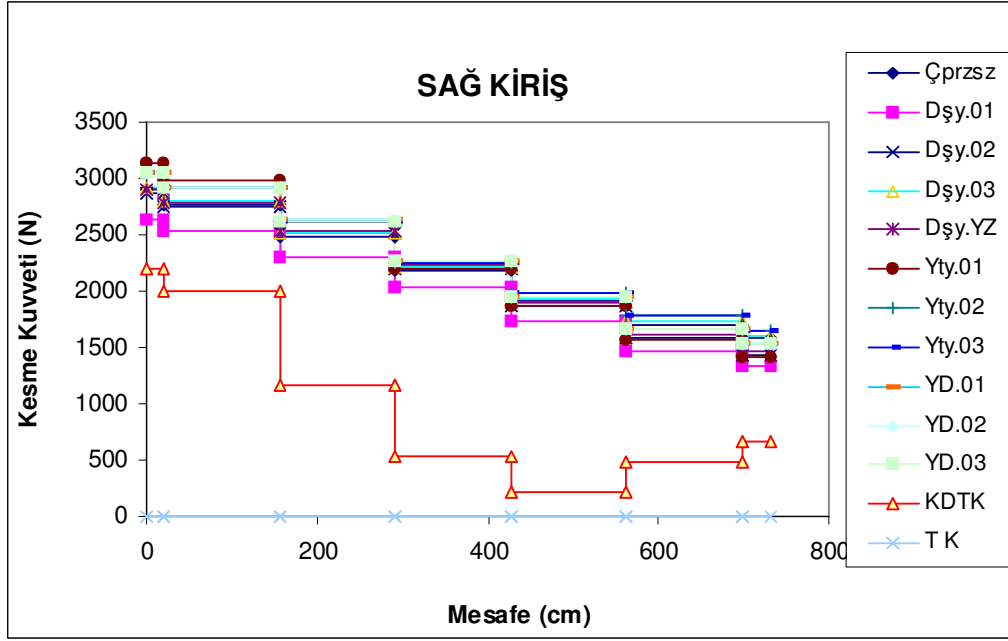
B- KESME KUVVETİ



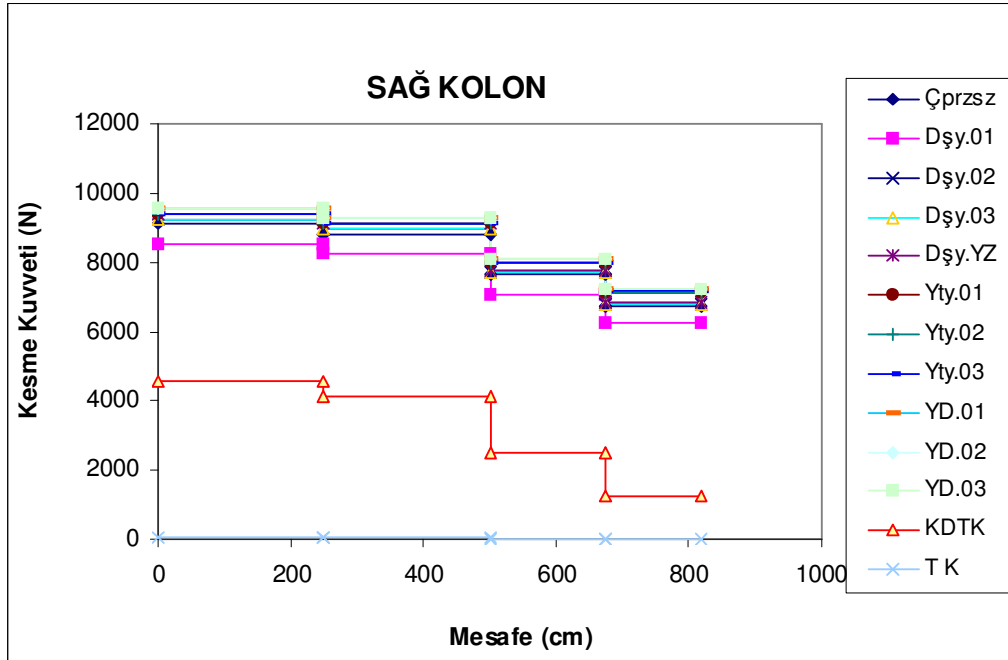
(a)5. aks sol kolonunda kesme kuvvetleri



(b) 5. aks sol çatı kirişinde kesme kuvvetleri

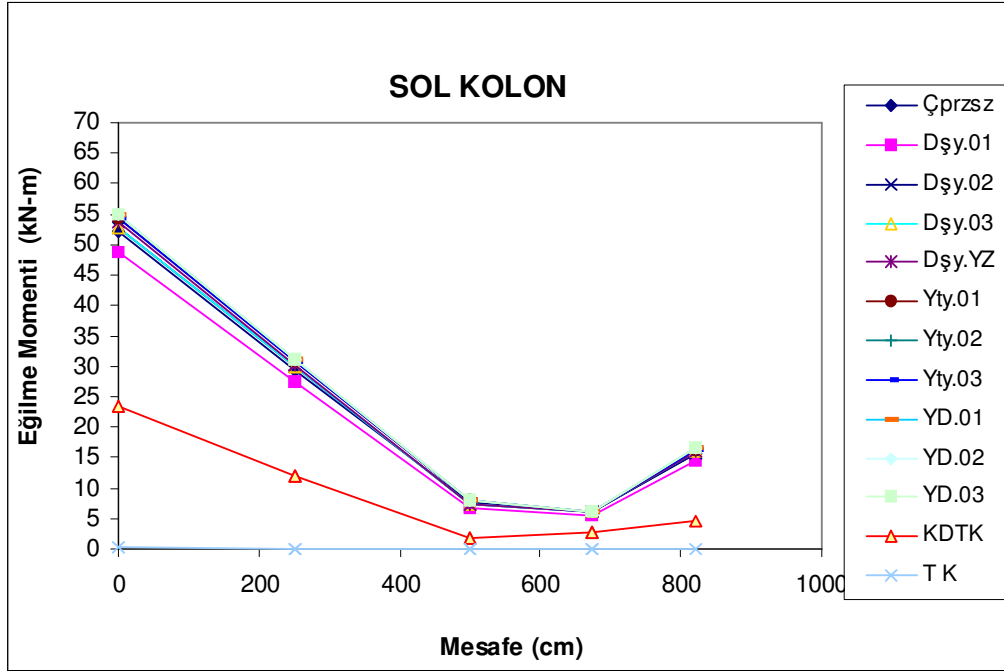


(b)5. aks sağ çatı kirişinde kesme kuvvetleri

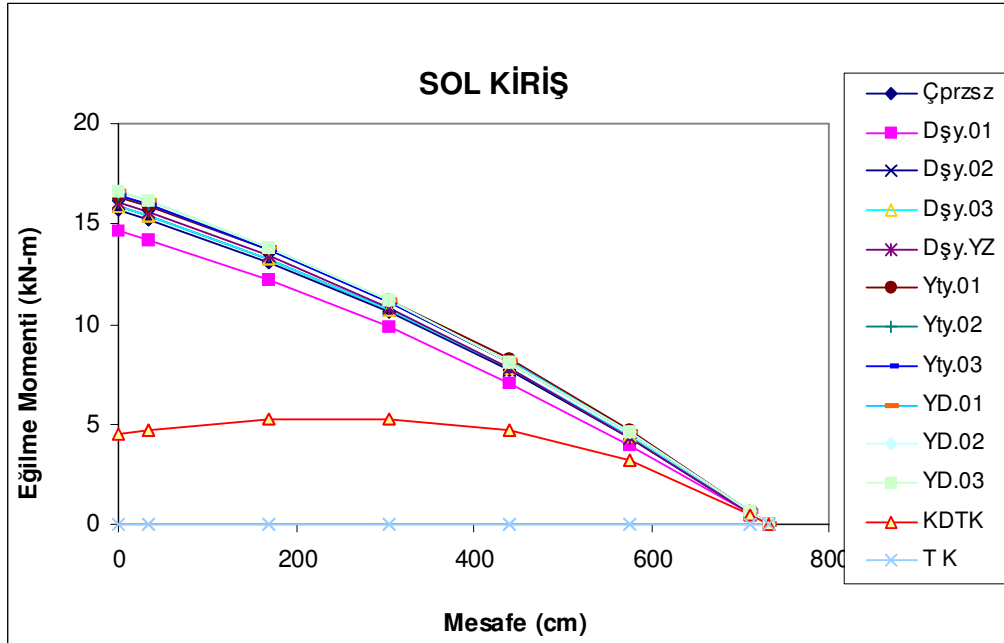


(d) 5. aks sağ kolonunda kesme kuvvetleri

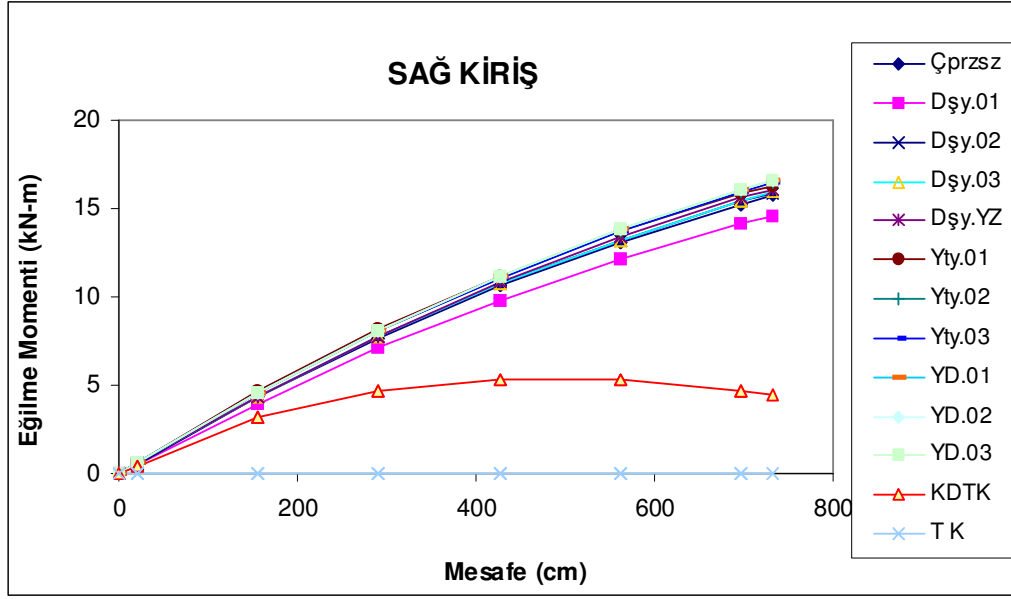
C- EĞİLME MOMENTİ



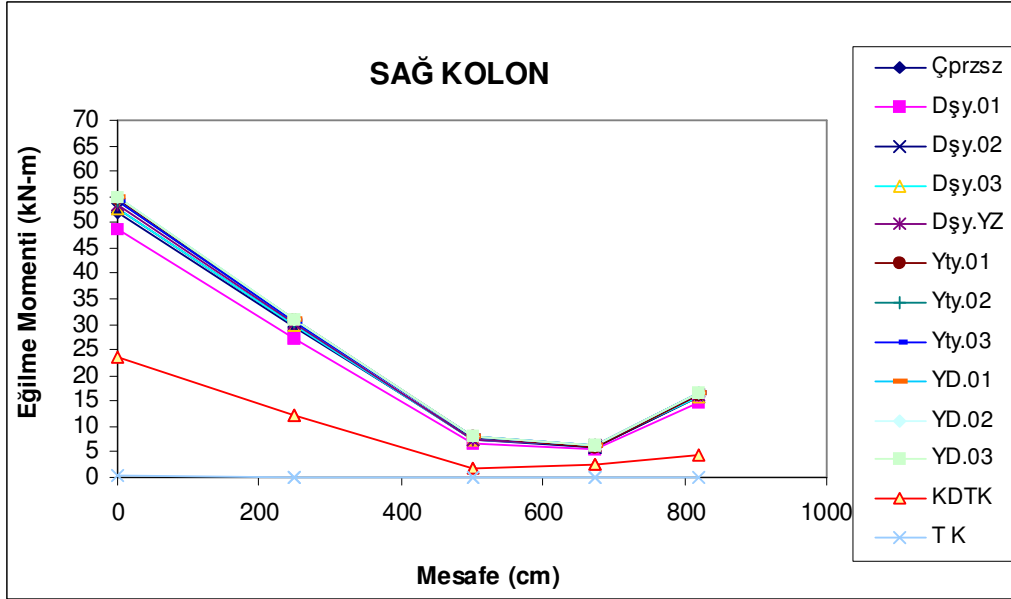
(a) 5. aks sol kolonunda eğilme momentleri



(b) 5. aks sol çatı kirişinde eğilme momentleri



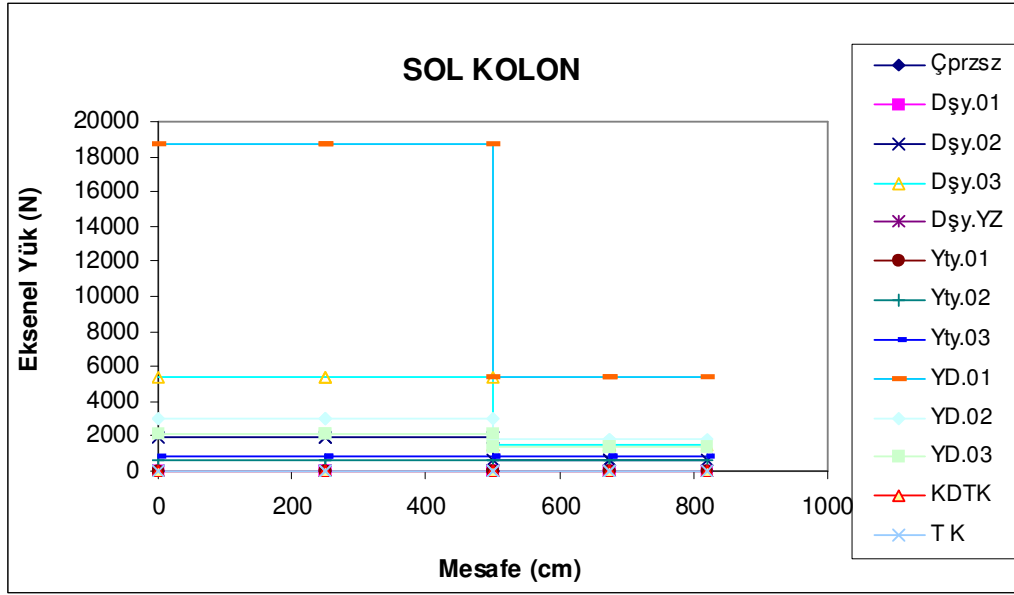
(c)5. aks sağ çatı kirişinde eğilme momentleri



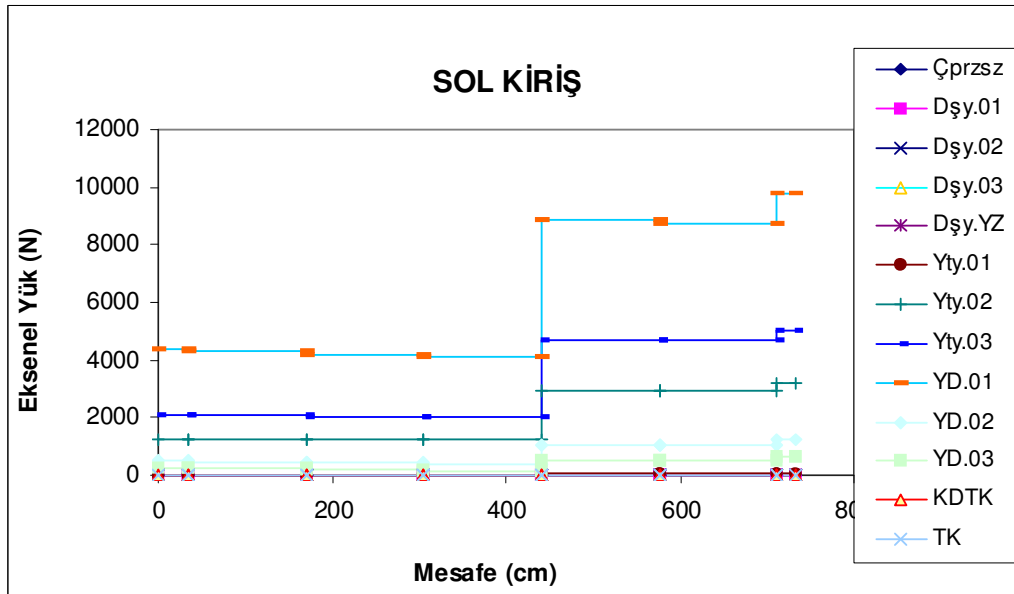
(d) 5. aks sağ kolonunda eğilme momentleri

EK.B.2. Y doğrultusunda deprem yüklerinden kaynaklanan kesit tesirleri

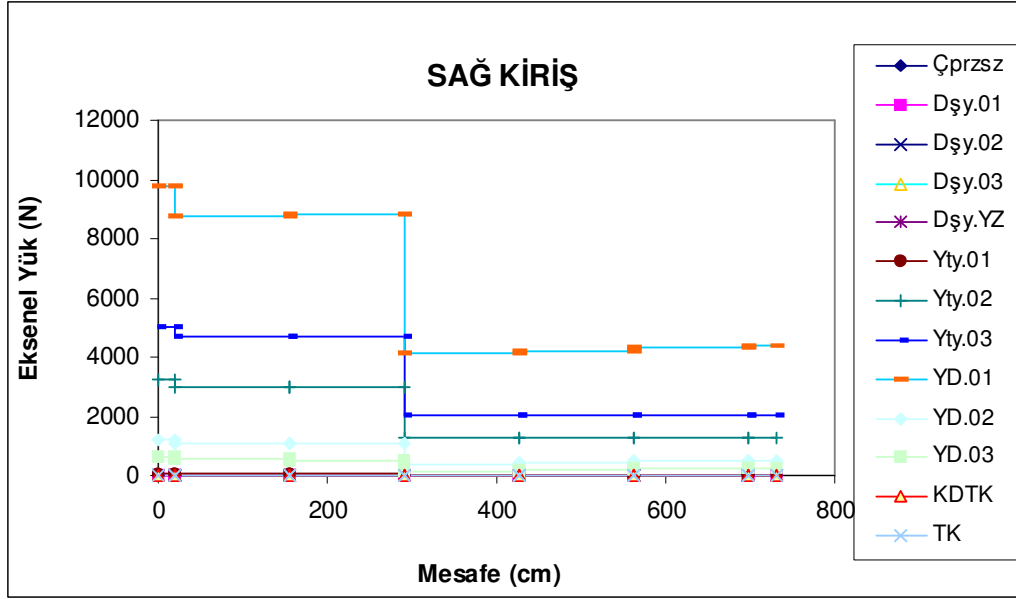
A- NORMAL KUVVET



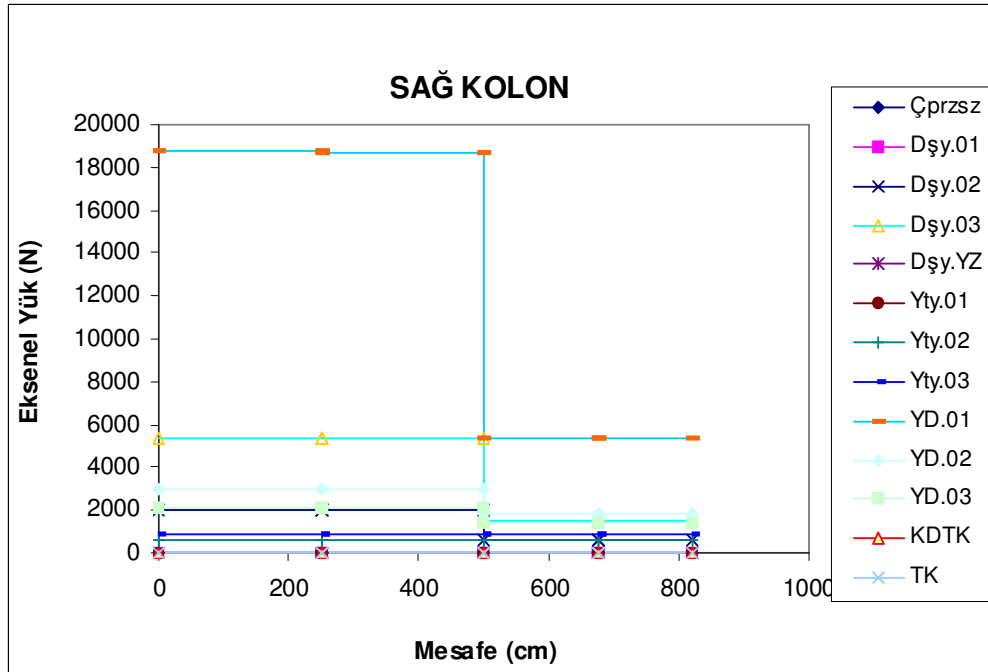
(a) 5. aks sol kolonunda eksenel yükler



(b) 5. aks sol çatı kirişinde eksenel yükler

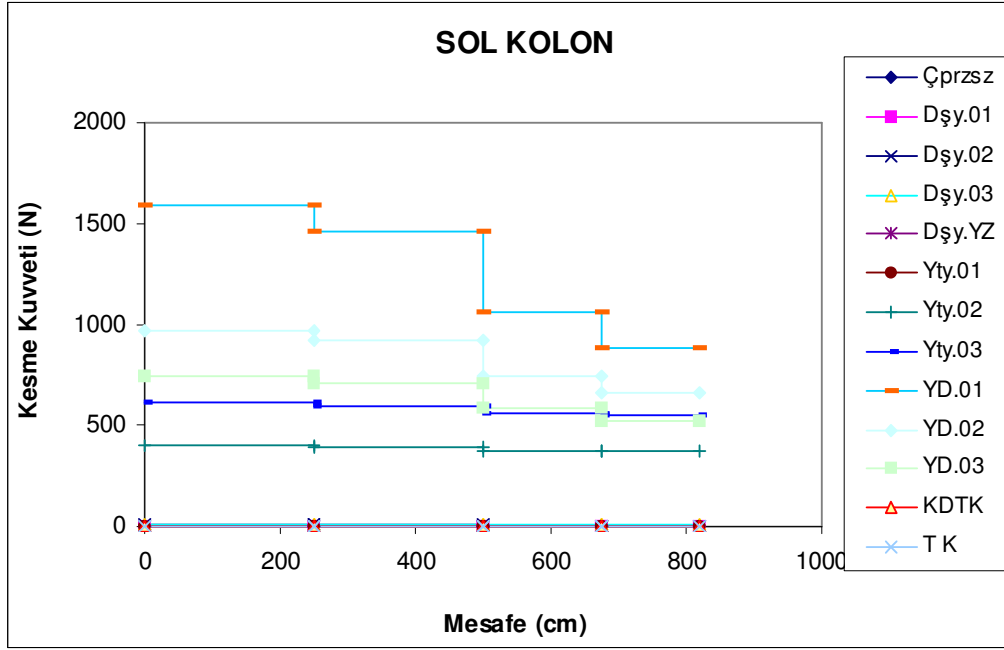


(c) 5. aks sağ çatı kirişinde eksenel yükler

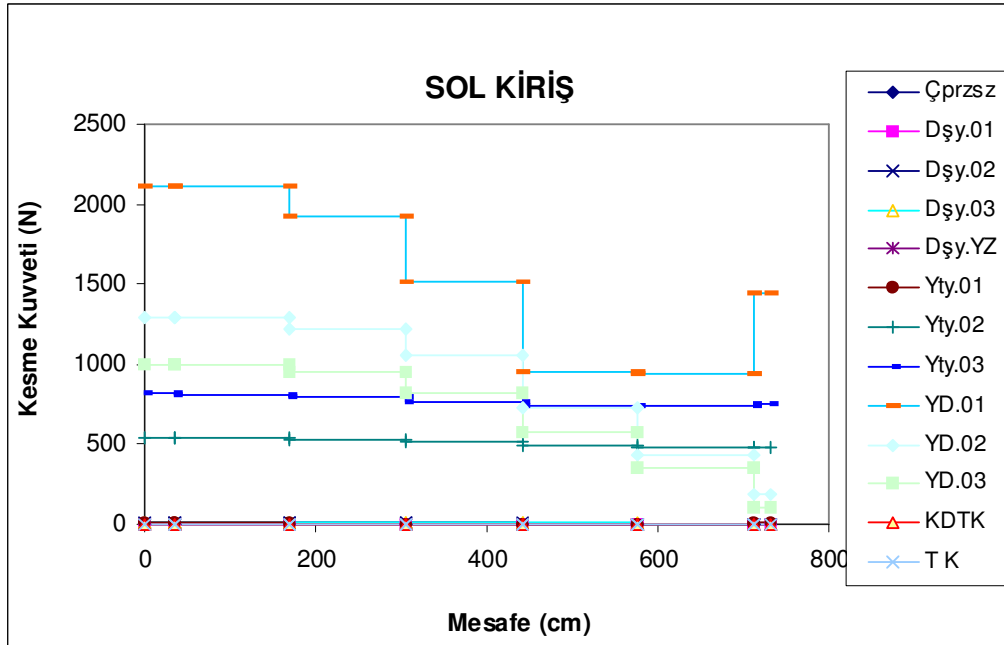


(d) 5. aks sağ kolonunda eksenel yükler

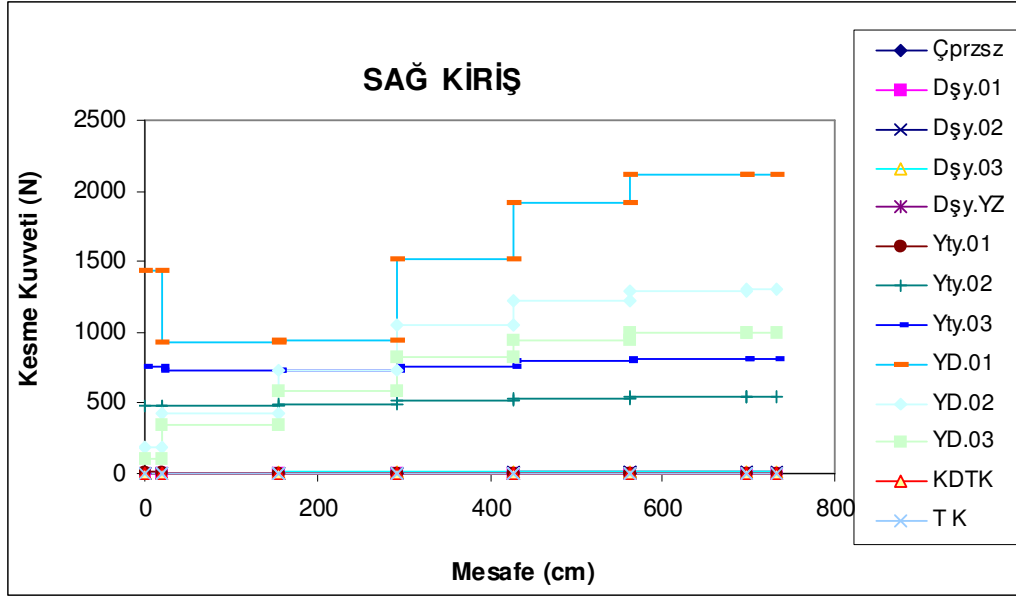
B- KESME KUVVETİ



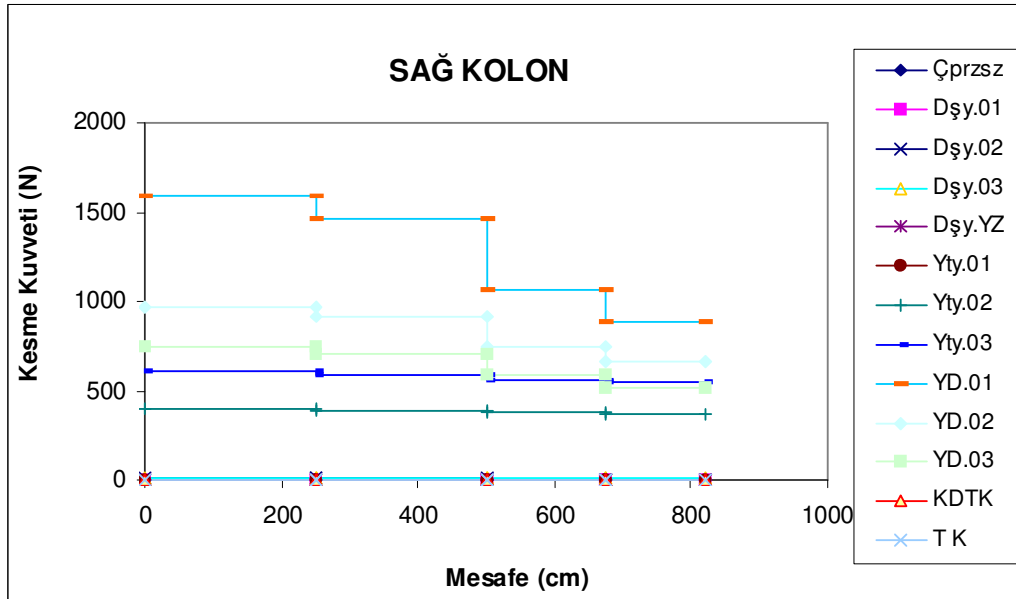
(a)5. aks sol kolonunda kesme kuvvetleri



(b) 5. aks sol çatı kirişinde kesme kuvvetleri

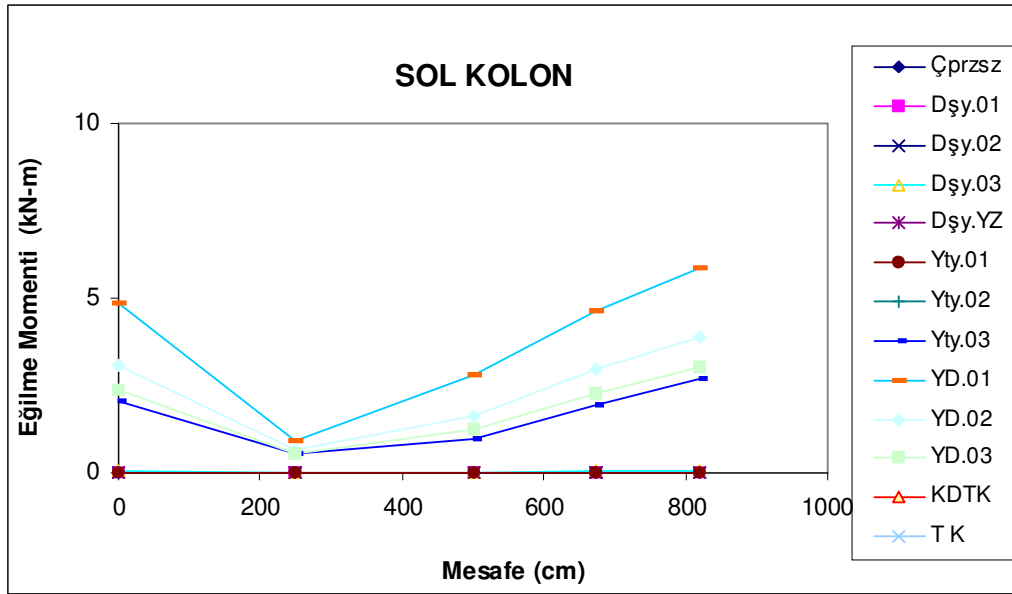


(c) 5. aks sağ çatı kirişinde kesme kuvvetleri

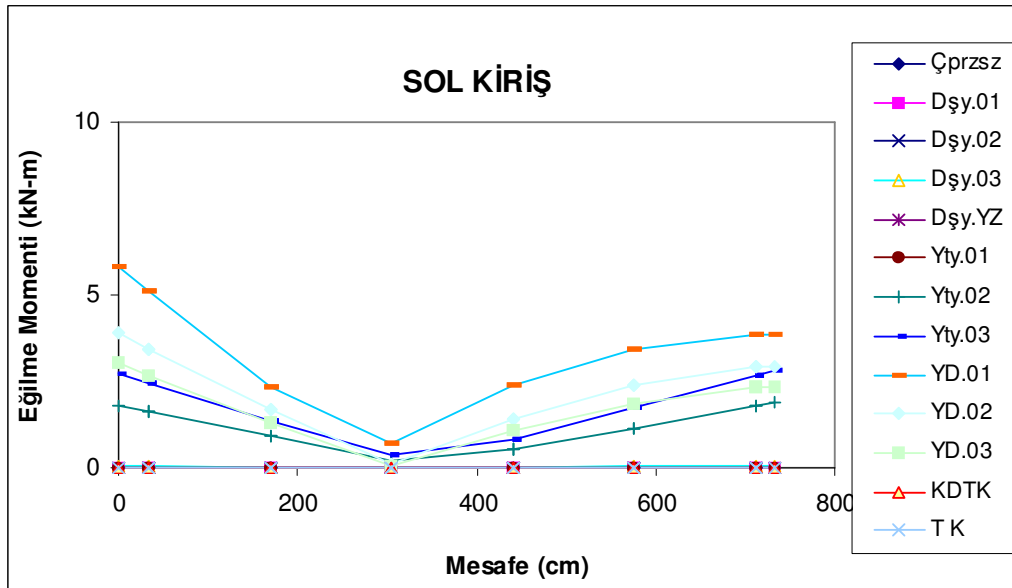


(d) 5. aks sağ kolonunda kesme kuvvetleri

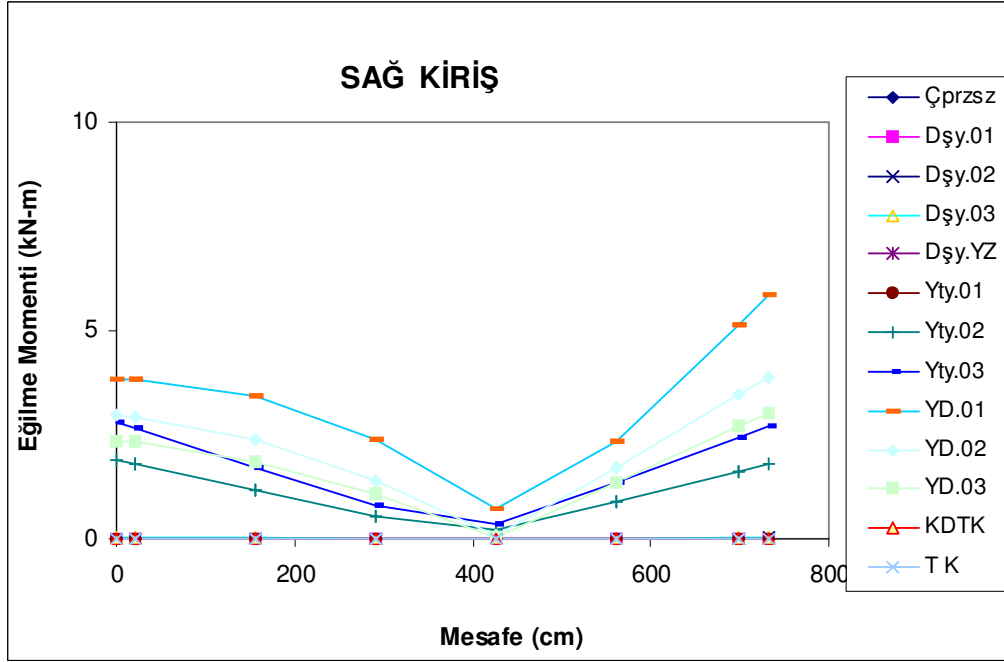
C- EĞİLME MOMENTİ



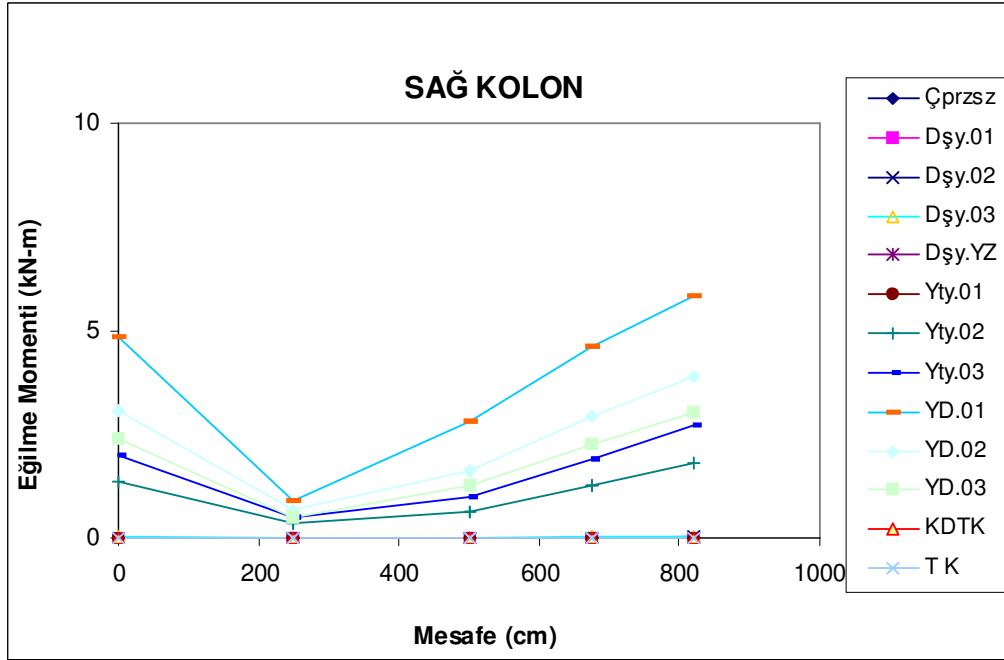
(a) 5. aks sol kolonunda eğilme momentleri



(b) 5. aks sol çatı kirişinde eğilme momentleri



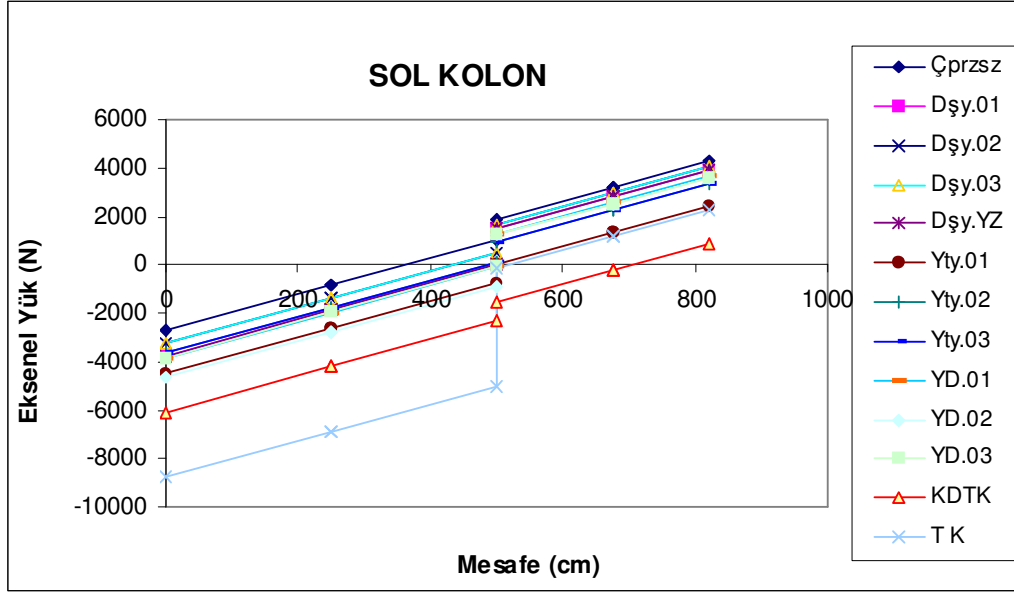
(c) 5. aks sağ çatı kirişinde eğilme momentleri



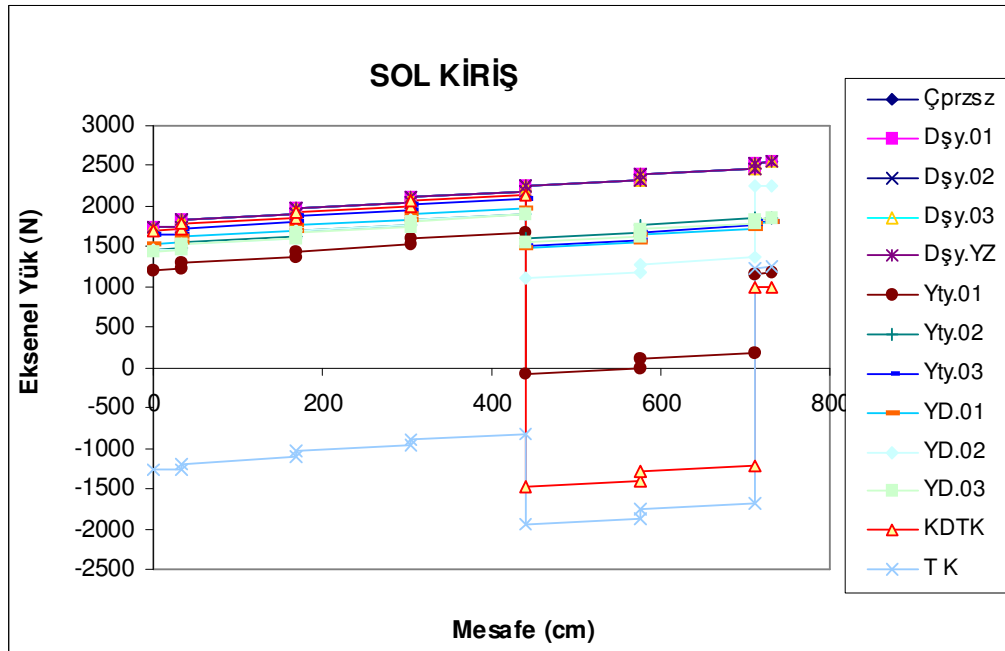
(d) 5. aks sağ kolonunda eğilme momentleri

EK.B.3. Rüzgar yüklerinden kaynaklanan kesit tesirleri

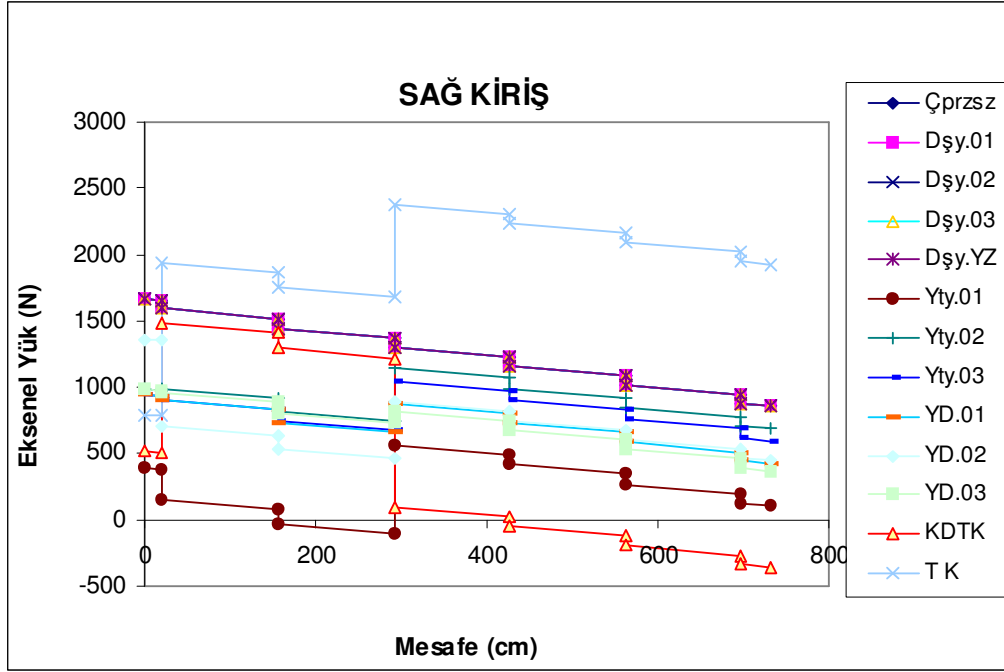
A- NORMAL KUVVET



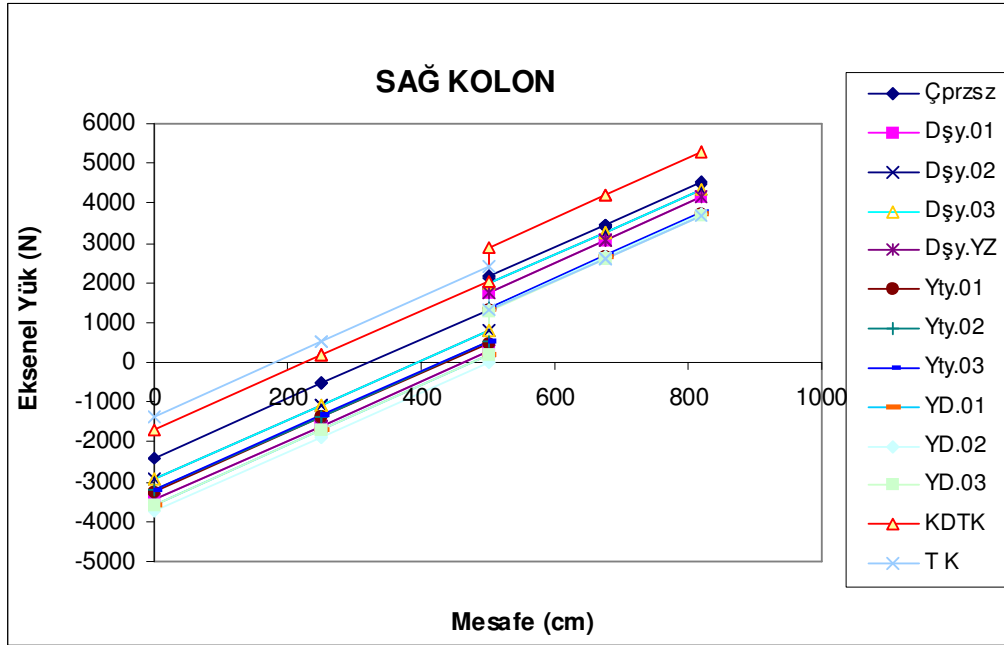
(a) 5. aks sol kolonunda eksenel yükler



(b) 5. aks sol çatı kirişinde eksenel yükler

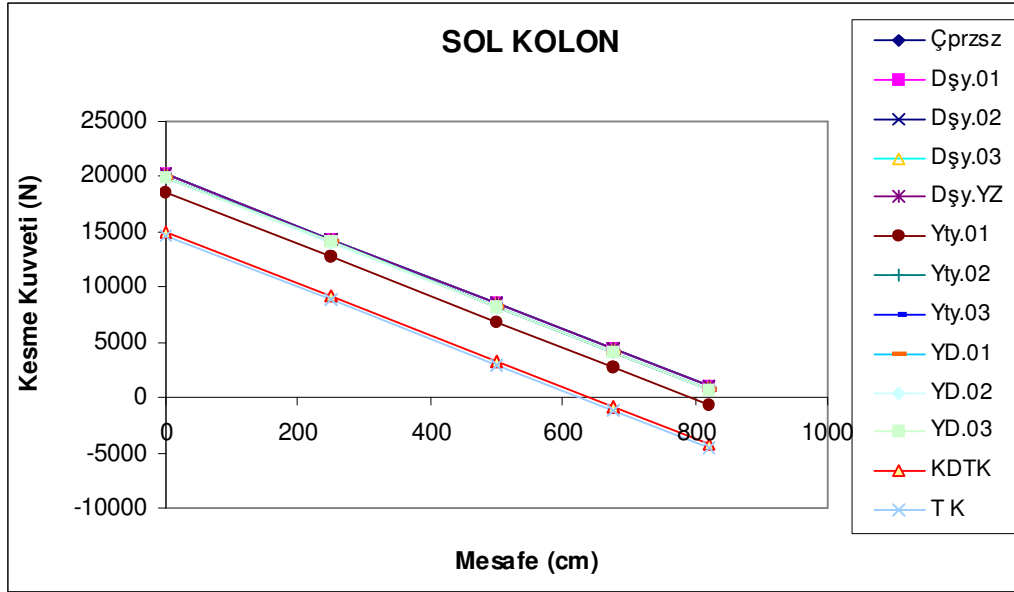


(c) 5. aks sağ çatı kirişinde eksenel yükler

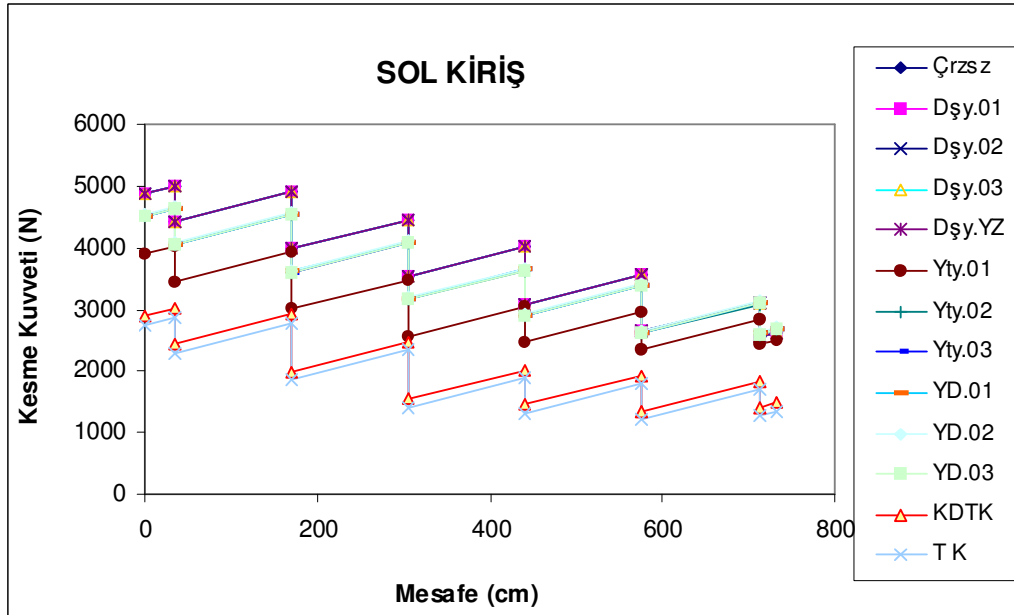


(d) 5. aks sağ kolonunda eksenel yükler

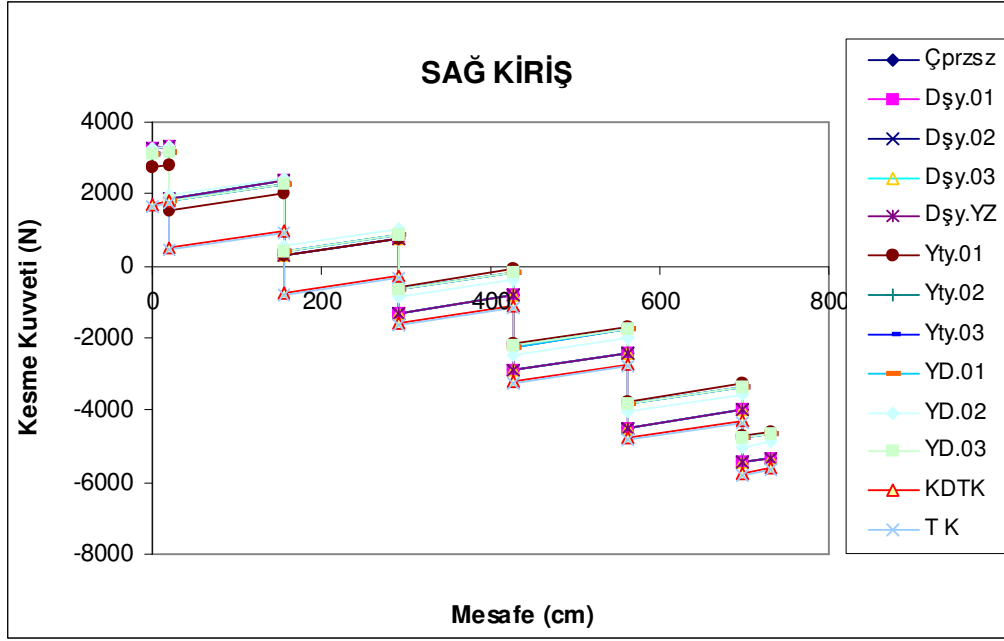
B- KESME KUVVETİ



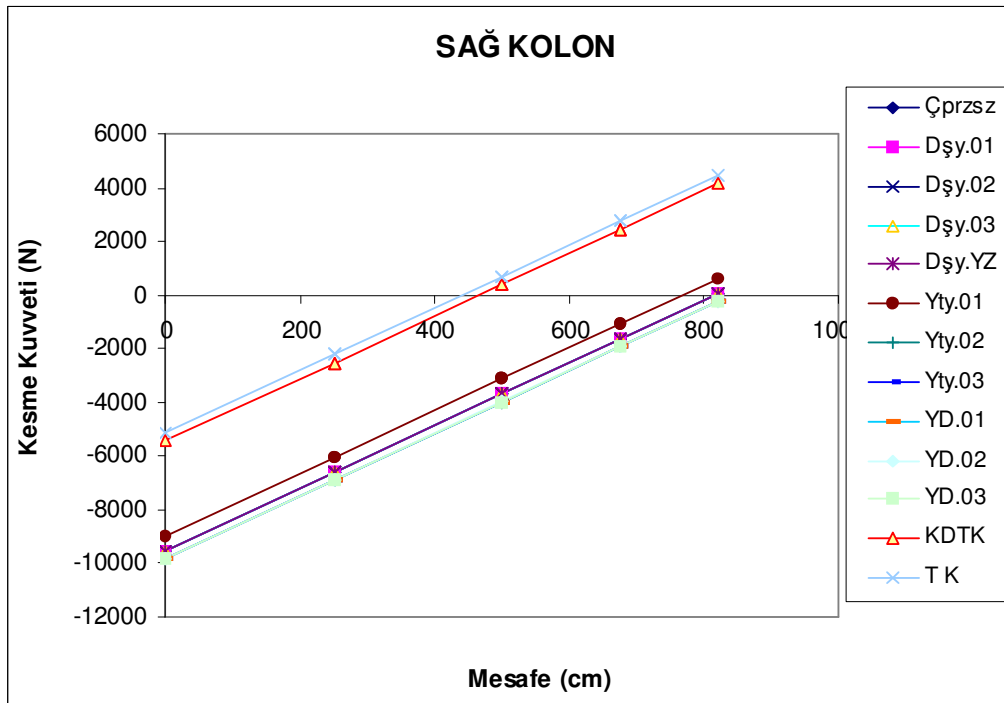
(a) 5. aks sol kolonunda kesme kuvvetleri



(b) 5. aks sol çatı kirişinde kesme kuvvetleri

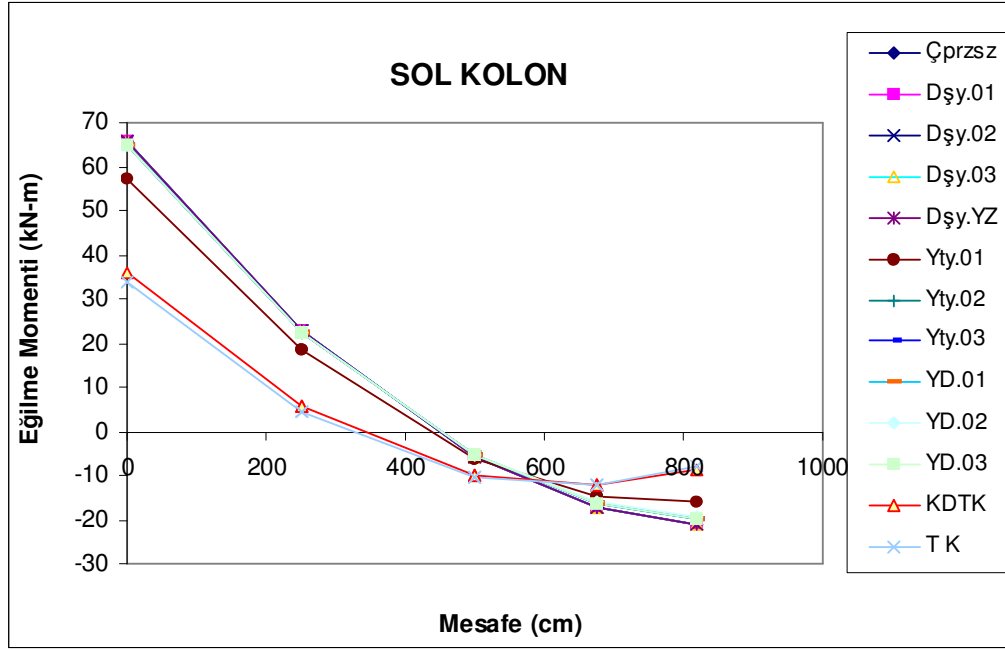


(c) 5. aks sağ çatı kirişinde kesme kuvvetleri

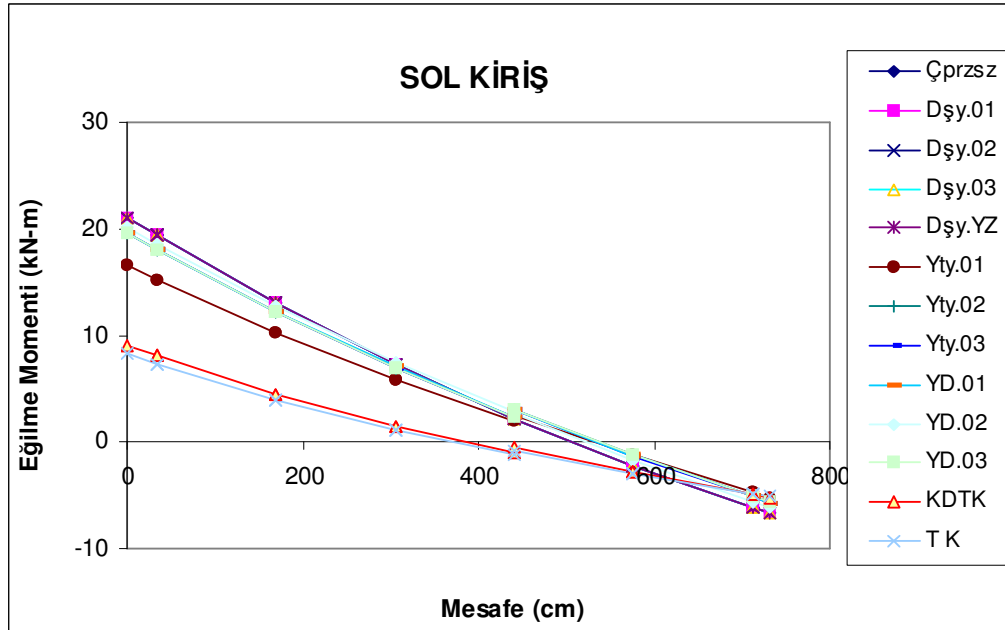


(d) 5. aks sağ kolonunda kesme kuvvetleri

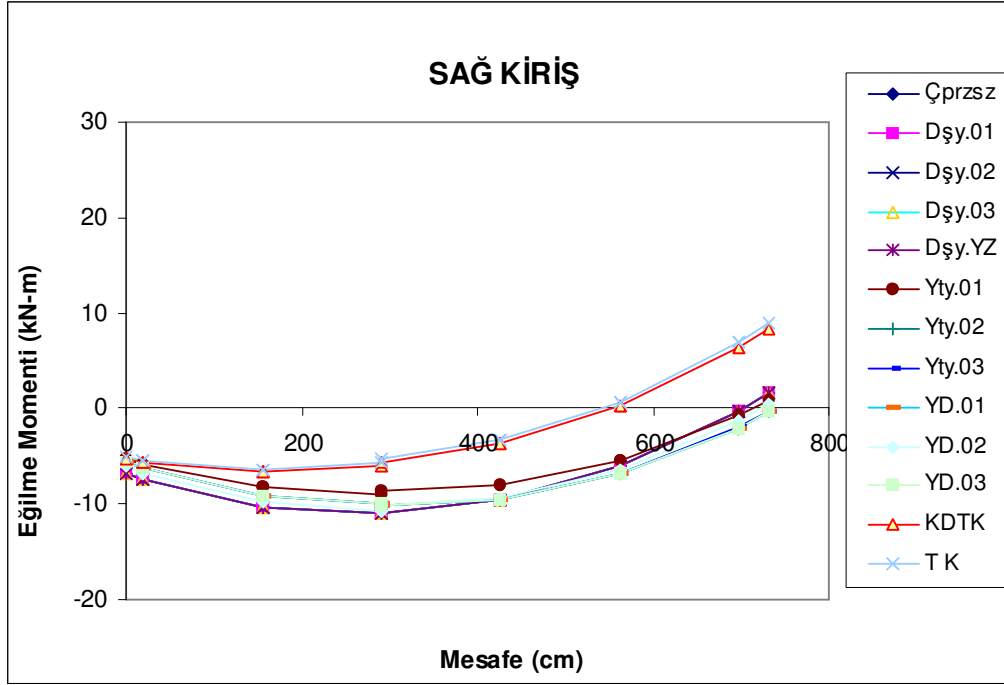
C- EĞİLME MOMENTİ



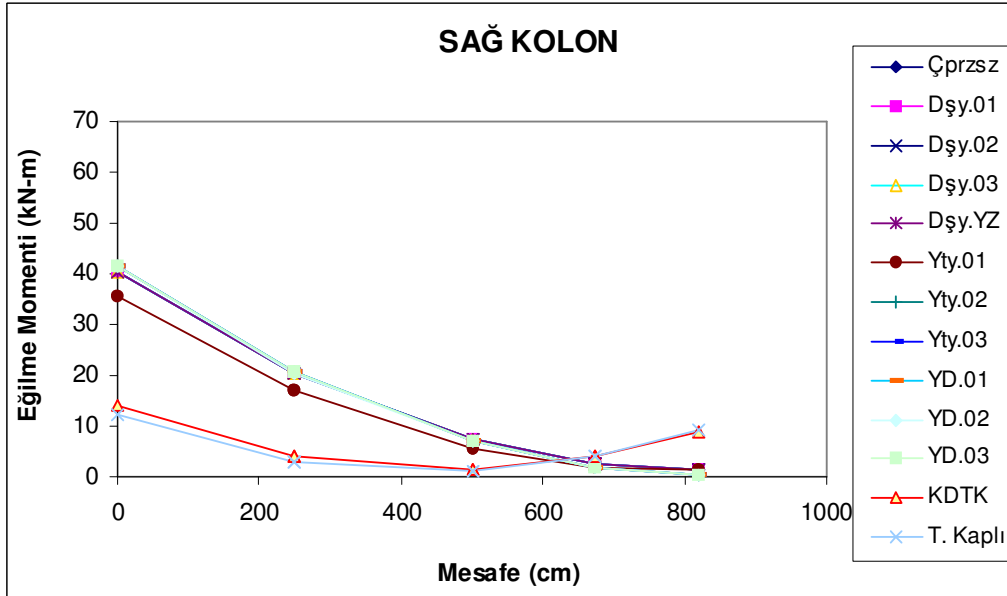
(a) 5. aks sol kolonunda eğilme momentleri



(b) 5. aks sol çatı kirişinde eğilme momentleri



(c) 5. aks sağ çatı kirişinde eğilme momentleri



(d) 5. aks sağ kolonunda eğilme momentleri

EK-C.Çalışmada kullanılan plastik mafsals özellikleri

FH1 Mafsalı: Kesitin kuvvetli eksenini doğrultusunda tanımlanan "Eğilme Momenti" plastik mafsalıdır.

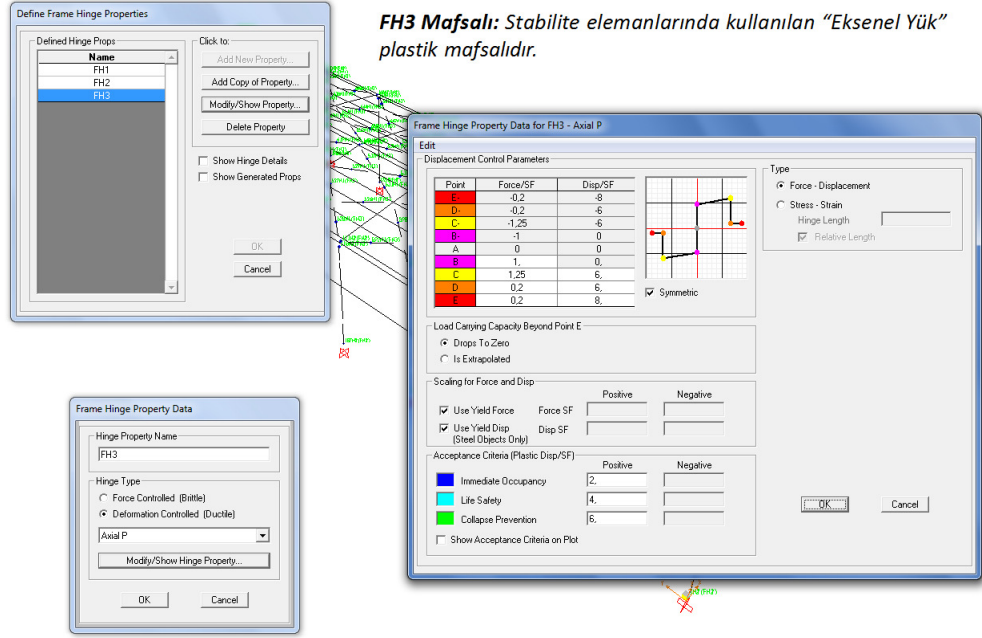
Point	Moment/SF	Rotation/SF
E	-0,2	-8
D	-0,2	-6
C	-1,25	-6
B	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,25	6
D	0,2	6
E	0,2	8

(a) Kesitin kuvvetli ekseninde kullanılan eğilme momenti mafsalı

FH2 Mafsalı: Kesitin zayıf eksenini doğrultusunda tanımlanan "Eğilme Momenti" plastik mafsalıdır.

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E	-0,2	-8
D	-0,2	-6
C	-1,25	-6
B	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1,25	6
D	0,2	6
E	0,2	8

(b) Kesitin kuvvetli ekseninde kullanılan eğilme momenti mafsalı



(c)Stabilite elemanlarında kullanılan eksenel yük mafsalı

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Dinçer ZORLAR

Doğum Yeri ve Tarihi: Elazığ – 01.11.1976

Adres: Fatih Mah. Aydın Bulvarı No: 67/1 AYDIN/MERKEZ

Lisans Üniversite: İstanbul Üniversitesi / 1997