

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAYVANSAL ÜRETİM YAPILARINDA İDEAL TAŞIYICI SİSTEM TASARIMI

TAYFUN TUNÇEL

TEMMUZ 2015

İnşaat Anabilim Dalında Tayfun TUNÇEL tarafından hazırlanan HAYVANSAL ÜRETİM YAPILARINDA İDEAL TAŞIYICI SİSTEM TASARIMI adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. İlhami DEMİR
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Doç. Dr. Orhan DOĞAN
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. İlker KALKAN _____
Üye (Danışman) : Doç. Dr. Orhan DOĞAN _____
Üye : Doç. Dr. Sabahattin AYKAÇ _____

10/07/2015

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

HAYVANSAL ÜRETİM YAPILARINDA İDEAL TAŞIYICI SİSTEM TASARIMI

TUNÇEL, Tayfun

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi

Danışman: Doç. Dr. Orhan DOĞAN

Temmuz 2015, 65 sayfa

Bu çalışmada, taşıyıcı sistemi çelik olan dolgu duvarlı bir hayvan barınağı modelinde, çelik profillerin rüzgâr etkisine karşı bilgisayar destekli analizi yapılmıştır. Bu incelemede hayvan barınağının duvarsız; dolgu duvarlı; bağlantı elemanlı; dolgu duvar ve bağlantı elemanı bir arada olmak üzere rüzgâr yükleri altındaki eleman kesitlerinin yeterliliği ve yatay deplasmanları karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma kapsamında öncelikle geleneksel mevcut taşıyıcı sistemleri ve çelik çerçeveli ahır modelleri hakkında genel bilgiler verilmiştir. Bu konu hakkında daha önce yapılmış çalışmalar ve araştırmalar sunulmuştur.

Çalışmanın ilk aşamada, basit açıklıklı bir çerçevede dolgu duvarlı ve duvarsız durumlar için elde edilen yatay ötelenmeler ve kesit zorlanmaları karşılaştırılmış, duvarın yatayda etkisini de dikkate alan optimum bir çerçeve tasarımı ortaya konmuştur.

Daha sonra, optimum tasarım göz önüne alınarak tasarlanan bir hayvan barınağı SAP2000 programı ile modellenmiş; duvarsız, dolgu duvarlı, bağlantı elemanlı, dolgu duvar ve bağlantı elemanlı durumlar için, geleneksel bir hayvan barınağının analizleri yapılarak, tasarlanan sistemlerin deplasman ve metraj sonuçları karşılaştırılmıştır.

Son olarak da, yatay ötelenmede optimum koşulları sağlayan dolgu duvar ve bağlantı elemanı bir arada kullanılan sistem, farklı açıklık değerleri ve farklı kolon yükseklikleri ile çözümlenerek, söz konusu durum neticesinde oluşan yatay deplasmanlar incelenmiş, profil kesitlerinde meydana gelen değişimler metraj tablolarında ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Sonuç olarak, dolgu duvarların çelik sistem modellemelerinde dikkate alınması gerektiği ve daha ekonomik yapı modellerine kapı araladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Dolgu Duvar Analizi, Çelik Yapılar, Rüzgâr Bağlantıları
Hayvan Barınağı

ABSTRACT

DESIGN OF THE IDEAL STRUCTURAL FRAMES FOR LIVESTOCK BUILDINGS

TUNÇEL, Tayfun

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Eng., M.Sc. Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Orhan DOĞAN

July 2015, 65 pages

In the present study, computer assisted analyses were performed to determine the effect of the wind on steel members in an animal shelter with steel frame and infill walls. In this research, an animal shelter's internal forces and horizontal displacements under wind effect were compared for 4 different cases; frame with no infills, frame with infills, frame with joint bars and frame with infills and ties.

Within the study, animal shelters with conventional bearing systems and steel carrier systems were introduced also previous researches were presented.

First, horizontal shift and section strains were compared for cases with and without infills of single-span frames. An optimal frame design considering the contribution of the wall was presented.

Then, an animal shelter was modeled with SAP2000 by considering optimal frame design. The displacement and quantities for 4 different cases were compared.

Finally, system that provides optimal results was analyzed for different span values and different column heights. Consequently, horizontal displacements analyzed and differences on profile sections detailed on bill of quantities.

As a result, infilled walls are more economic and should be considered at steel carrier system models.

Key Words: Infilled Wall Analysis, Steel Structures, Wind Connections
Animal Shelter

TEŐEKKÖR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, tez yöneticisi hocam, Sayın Doç. Dr. Orhan DOĞAN'a, tezimi hazırlamam esnasında da yardımlarını esirgemeyen Serdar TAN'a, ayrıca manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan Annem'e ve Babam'a teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Konu İle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar	3
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	9
2.1. Hayvansal Üretim Yapılarında Planlama Sistemleri.....	9
2.2. Ahır Tipleri.....	9
2.2.1. Örtülülük Derecesine Göre Ahır Tipleri.....	10
2.2.1.1. Kapalı Ahırlar	10
2.2.1.2. Yarı Açık Ahırlar.....	11
2.2.1.3. Sundurmalı Ahırlar	11
2.2.2. Zemin Düzenlemesine Göre Ahır Tipleri.....	11
2.2.2.1. Serbest Duraklı Ahırlar.....	11
2.2.2.2. Bağlı Duraklı Ahırlar.....	12
2.2.2.3. Serbest Ahırlar.....	13
2.3. Hayvansal Üretim Yapılarında Kullanılan Taşıyıcı Sistemler.....	13
2.3.1. Taşıyıcı Sistem Olarak Çeliğin Genel Özellikleri	14
2.4. Dolgu Duvarların Taşıyıcı Sisteme Etkisi.....	14
2.4.1. Dolgu Duvarlı Çerçevelere Etkiyen Kuvvetler	15
2.4.2. Dolgu Duvarlı Çerçevelerin Genel Davranış Özellikleri	15

2.4.3. Dolgu Duvar Olarak Kullanılan Malzemeler	15
2.4.3.1. Kil Tuğla.....	16
2.4.3.2. Gazbeton.....	16
2.4.4. Birim Elemanlardan Oluşan Dolgu Duvarlı Çerçevelerde Modelleme	17
3. BASİT AÇIKLIKLI BİR ÇERÇEVEDE FARKLI MESNET KOŞULLARINA GÖRE DOLGU DUVARLI VE DUVARSIZ DURUMLAR	18
3.1. Boş Sistem.....	19
3.1.1. İki Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Boş Sistem.....	19
3.1.2. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Boş Sistem	20
3.1.3. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Boş Sistem	21
3.1.4. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli Boş Sistem	21
3.1.5. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli Boş Sistem	22
3.1.6. İki Bölümü de Ankastre Mesnetli Boş Sistem	22
3.2. Yarım Dolgu Duvarlı Sistem.....	23
3.2.1. İki Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Yarım Duvarlı Sistem	25
3.2.2. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Yarım Duvarlı Sistem.....	25
3.2.3. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Yarım Duvarlı Sistem.....	26
3.2.4. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli Yarım Duvarlı Sistem.....	26

3.2.5. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli Yarım Duvarlı Sistem.....	27
3.2.6. İki Bölümü de Ankastre Mesnetli Yarım Duvarlı Sistem	27
3.2.7. Yarım Dolgu Duvarlı Sistemlerin Değerlendirmesi.....	28
3.3. Tam Dolgu Duvarlı Sistem	28
3.3.1. İki Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Tam Duvarlı Sistem	28
3.3.2. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Tam Duvarlı Sistem.....	29
3.3.3. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Tam Duvarlı Sistem.....	30
3.3.4. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastreli Tam Duvarlı Sistem	30
3.3.5. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli Tam Duvarlı Sistem.....	31
3.3.6. İki Bölümü de Ankastre Mesnetli Tam Duvarlı Sistem	31
3.3.7. Tam Dolgu Duvarlı Sistemlerin Değerlendirmesi.....	32
3.4. Ebatları 2L 50X5/50 Olan Çelik Profilli Sistem	32
3.4.1. İki Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Çelik Profilli Sistem	32
3.4.2. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Çelik Profilli Sistem	33
3.4.3. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Çelik Profilli Sistem	33
3.4.4. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli Çelik Profilli Sistem.....	34
3.4.5. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli Çelik Profilli Sistem.....	34
3.4.6. İki Bölümü de Ankastre Mesnetli Çelik Profilli Sistem.....	35

3.4.7. Çelik Profilli Sistemlerin Değerlendirmesi	35
3.5. Dolgu Duvarların Taşıma Kapasitesi Hesabı	37
4. DOLGU DUVARLI ÇERÇEVE AHIR SİSTEMİ	39
4.1. Sisteme Ait Bilgiler	39
4.2. Makasa Ait Bilgiler	39
4.3. Yük Analizi	39
4.4. İlk Planlanan Sistem.....	43
4.4.1. Yük Kombinasyonları	46
4.4.2. Yeniden Planlanan Duvarsız Sistemin Analiz Sonuçları	47
4.5. Sistemin Duvarlı Analiz Sonuçları.....	48
4.6. Sistemin Duvarsız 2L70x7/10/ Profillerle Analizinin Sonuçları	51
4.7. Sistemin Duvarlı ve 2L70x7/10/ Profillerle Analizinin Sonuçları.....	52
4.8. Tasarlanan Sistemlerin Değerlendirilmesi	53
5. DUVARLI VE ÇELİK PAYANDALI SİSTEMİN FARKLI AÇIKLIK VE YÜKSEKLİKLER İLE ÇÖZÜMÜ	54
5.1. Açıklığı 15 Metre Olan Sistem.....	54
5.2. Açıklığı 25 Metre Olan Sistem.....	55
5.3. Kolon Yüksekliği 4 Metre Olan Sistem	56
5.4. Kolon Yüksekliği 2,5 Metre Olan Sistem	57
5.5. Tasarlanan Sistemlerin Değerlendirilmesi	58
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Gazbetonun Teknik Özellikleri.....	17
3.1. G3 Sınıfı Gazbetonun Özellikleri	19
3.2. Tuğlanın Özellikleri.....	19
3.3. Oluşturulan Sistemlerin Ötelenme Miktarları	31
3.4. Gazbeton ve Tuğla Dolgu Duvarın Taşıma Kapasitesi	38
4.1. İlk Planlanan Sistemin Profil Metrajı	44
4.2. Yeniden Planlanan Duvarsız Sistemin Profil Metrajı.....	47
4.3. Duvarlı Sistemin Profil Metrajı	50
4.4. Duvarsız ve Duvarlı Sistem Metraj Karşılaştırması	53
4.5. Duvarsız, Duvarlı ve Bağlantı Elemanlı Sistemlerin Yatay Ötelenmelerinin Karşılaştırması	53
5.1. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 15 m Açıklıklı Sistemin Metrajı	55
5.2. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 25 m Açıklıklı Sistemin Metrajı	56
5.3. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 4 m Yüksekliği Olan Sistemin Metrajı	57
5.4. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 2,5 m Kolon Yüksekliği Olan Sistemin Metrajı.....	58
5.5. Farklı Açıklık ve Yüksekliklerdeki Sistemin Yatay Ötelenmelerinin Karşılaştırması	58
5.6. Farklı Açıklık ve Yüksekliklerdeki Sistemin Metraj Karşılaştırması.....	59

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Kapalı Bir Ahır Örneği	10
2.2. Bağlı Duraklı Bir Ahırın Kesit Görünümü	12
2.3. Çelik Çerçeve Sistemli Bir Hayvan Barınağı	13
2.4. Kil Tuğla	16
2.5. Gazbeton	17
3.1. Bölüm 3.1.1. Sisteminin Görünümü	20
3.2. Bölüm 3.1.2. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	20
3.3. Bölüm 3.1.3. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	21
3.4. Bölüm 3.1.4. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	21
3.5. Bölüm 3.1.5. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	22
3.6. Bölüm 3.1.6. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	22
3.7. Bölüm 3.2.1. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	25
3.8. Bölüm 3.2.2. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	25
3.9. Bölüm 3.2.3. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	26
3.10. Bölüm 3.2.4. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	26
3.11. Bölüm 3.2.5. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	27
3.12. Bölüm 3.2.6. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	27
3.13. Bölüm 3.3.1. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	29
3.14. Bölüm 3.3.2. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	29
3.15. Bölüm 3.3.3. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	30
3.16. Bölüm 3.3.4. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	30
3.17. Bölüm 3.3.5. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	31
3.18. Bölüm 3.3.6. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	31
3.19. Bölüm 3.4.1. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	32
3.20. Bölüm 3.4.2. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	33
3.21. Bölüm 3.4.3. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	33
3.22. Bölüm 3.4.4. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	34
3.23. Bölüm 3.4.5. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	34
3.24. Bölüm 3.4.6. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları	35

4.1.	TS498'e Göre Rüzgar Yüğü Hesabı	40
4.2.	Orta Bölümde Bulunan Kolon ve Makaslar	41
4.3.	Kenar Bölümde Bulunan Kolon ve Makaslar.....	41
4.4.	Y Doğrultusundaki Kolon ve Makaslardaki Basınç Yüklemeği.....	42
4.5.	Y Doğrultusundaki Kolon ve Makaslarda Rüzgar Nedeniyle Oluşan Emme Yüklemeği.....	43
4.6.	İlk Planlanan Sistemin Kesit Görünümü	44
4.7.	İlk Planlanan Sistemin Yan Görünüşü.....	44
4.8.	İlk Planlanan Sistemin Plan Görünümü.....	45
4.9.	İlk Planlanan Sistemin 3 Boyutlu Görünümü	45
4.10.	SAP2000 Programında Tanımlanan Kombinasyonlar.....	46
4.11.	Yeniden Planlanan Duvarsız Sistemin 3 Boyutlu Görünümü	47
4.12.	Yeniden Planlanan Duvarsız Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yüğü İle Yatay Ötelenmeği (mm).....	48
4.13.	Duvarlı Sistemin Profilleri Değiştirilmeden Önce Y Yönündeki Rüzgar Yüğü İle Yatay Ötelenmeği (mm).....	49
4.14.	Duvarlı Sistemin Profilleri Değiştirildikten Sonra Y Yönündeki Rüzgar Yüğü İle Yatay Ötelenmeği(mm).....	50
4.15.	Sistemde ki 2L70x7/10/ Bağlantı Elemanlarının Görünümü	51
4.16.	Bağlantı Elemanı 2L70x7/10/ Olan Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yüğü İle Yatay Ötelenmeği (mm)	52
4.17.	Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yüğü İle Yatay Ötelenmeği (mm).....	52
5.1.	Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 15 m Açıklıklı Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yüğü İle Yatay Ötelenmeği (mm)	54
5.2.	Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 25 m Açıklıklı Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yüğü İle Yatay Ötelenmeği (mm)	55
5.3.	Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 4 m Kolon Yüksekliği Olan Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yüğü İle Yatay Ötelenmeği (mm)	56
5.4.	Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 2,5 m Kolon Yüksekliği Olan Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yüğü İle Yatay Ötelenmeği (mm)	57

1. GİRİŞ

Hayvan barınaklarının tasarımındaki ana amaç, hayvanları uygunsuz çevre koşullarından koruyarak, en uygun üretim ortamını sağlamaktır. Hayvansal üretim yapıları genellikle tek katlı olarak inşa edilen yapılardır. Bu yapılarda yaygın taşıyıcı sistemler; çerçeveler ve kafes kirişlerdir. Son yıllarda özellikle açıklığın fazla olduğu hayvansal üretim yapılarında rijit çerçeveli taşıyıcı sistemlerin seçiminde önemli bir artış olmuştur.

Çerçevelerde genellikle çelik ve betonarme malzeme kullanılmaktadır. Malzeme seçiminde öne çıkan temel ölçüt malzeme ekonomisidir. Bunun yanı sıra malzemenin dayanımının yüksek olması, taşıyacağı toplam yük içinde kendi ağırlığının payı az olması, çok büyük açıklıkların rahatça geçilebilmesini sağlaması gereklidir. Bunun için hayvan barınaklarında çelik sistem kullanılması her bakımdan daha uygun olmaktadır.

Ancak ülkemizde çelik yapılara olan talep oldukça azdır. Genellikle çelik, hangar köprü gibi yapılarda karşımıza çıkmaktadır. Bu yapıların da sayıları oldukça azdır. Oysa deprem kuşağında yer alan ülkemizde, deprem etkileri altında bir yapının enerji yutması isteniyorsa yapı malzemesinin sünek davranışı gereklidir. Aynı zamanda çelik yapılar daha küçük kesitler içerirler ve buna bağlı olarak ağırlıkları daha azdır. Deprem kuvvetleri de ağırlıkla doğru orantılı olduğundan yapı daha küçük deprem yüklerine maruz kalacaktır. Binanın ağırlığı daha az olduğundan taşıma gücü zayıf zemin olması durumunda temel problemleri ile karşılaşma olasılığı da daha az olacaktır.

Diğer taraftan bilindiği gibi çerçeve, yapı tasarımı çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bir taşıyıcı sistemdir. Tasarım aşamasında tüm statik analizler ve davranış beklentileri, kolon ve kirişten oluşan çıplak çerçeve sistem üzerine kurulu iken, uygulamada yapının fonksiyonunu yerine getirebilmesi için, çerçeve boşluklarının uygun bir malzemeyle doldurulması sonucu, özellikle deprem ve rüzgâr gibi yapıya yatay etkileyen yükler altında, tasarımda incelenen çıplak çerçeveden oldukça farklı

dayanım ve davranış gösteren dolgu duvarlı çerçeve sistemle karşı karşıya kalınır. Mevcut analiz ve tasarım tekniklerinde çerçeve sistemli binaların sadece kolon, kiriş ve döşemelerinin sistemde taşıyıcı oldukları, dolgu duvarların yatay yükler altında taşıyıcı etkilerinin ihmal edildiği analizler yapılmaktadır.

Dolgu duvarlar yapısal olmayan elemanlar olarak bilinmesine rağmen, yatay yükler etkisi altında çerçeveye birlikte çalışmaktadır. Deprem sırasında binalarda oluşan hasarlar üzerinde yapılan araştırmalarda, dolgu duvarlarda büyük kalıcı şekil değiştirmelerin olduğu belirlenmiştir. Dolgu duvar deprem anında ilk çatlayan eleman olmasına rağmen, depremin ilk anında büyük oranda depreme karşı koymakta ve çatlayarak enerjinin bir kısmını sönmlemektedir.

Kullanılan dolgu malzemesinin dayanımı ne kadar düşük olursa olsun, statik sistem ve yatay yükler altındaki davranış açısından, dolgusuz çerçeveden farklı bir özelliğe sahip olan dolgulu çerçeve sistemde dolgu duvarın, çerçevenin yanal rijitliğine, yatay yükler altında gösterdiği davranış ve dayanımına azımsanamayacak derecede etkilediği, bu konuda yapılan tüm analitik ve deneysel çalışmalarla ortaya konmuştur.

Yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan durum neticesinde, bu çalışmada çelik çerçeve bir sistemde dolgu duvar etkisi yönünde kuramsal modeller oluşturularak, bu yöndeki araştırmalara aşağıda belirtilen konularda katkı sağlamak amaçlanmıştır.

- 1) Dolgu duvarlarının yatay yük altındaki çelik çerçevelerin dayanımına olan etkisini araştırmak,
- 2) Taşıma kapasitesi ve çelik sistemin yatay ötelenmesi yönünden ideal dolgu duvar malzemesini belirlemek,
- 3) Çelik çerçeve sistemli bir hayvan barınağında dolgu duvar ve bağlantı elemanı etkisini tespit etmek,
- 4) Geleneksel hayvan barınaklarında kullanılan kenar kolon aralarında ki çapraz bağlantı elemanlarının gerekliliği irdelemek,
- 5) Dolgu duvar etkisinin sistemin metraj değerleri değişimine etkisini araştırmak,
- 6) Çelik çerçeve sistemli bir hayvan barınağının açıklık ve yüksekliğinde yapılan değişikliklerin, yatay ötelenme ve metraj değerlerindeki değişiklikleri araştırmak.

Yukarıdaki amaçlara ulaşmak için, bu çalışmanın kapsamında 6 farklı mesnet koşulunda, boş, yarım ve tam dolu gazbetonlu, yarım ve tam dolu tuğlalı ve 2L 50X5/50 ebatlarındaki çelik profil ile 6 farklı duruma göre 1 ton tekil yük altında çözümler yapılmış, sistemlerin yatay ötelenmeleri karşılaştırılmıştır. Dolgu duvar malzemesi için sadece bunun yeterli olmayacağı düşünülerek gazbeton ve tuğla duvar, taşıma kapasitesi yönünden de karşılaştırılmıştır.

Daha sonra 20 m açıklıklı, 30 m uzunluğunda, 6,00 m yüksekliğinde kolon ve 2,50 m orta yükseklikten oluşan çelik çerçeve sistemli bir hayvan barınağı tasarlanmıştır. Bu hayvan barınağı duvarsız, dolgu duvarlı, bağlantı elemanlı, dolgu duvar ve bağlantı elemanı bir arada olmak üzere çözülmüştür. Tasarlanan bu sistemlerin yatay deplasmanları ve metraj değişimleri karşılaştırılmıştır.

Son olarak çelik çerçeve sistemli hayvan barınağının 20 m olan açıklığı öncelikle 15 m ardından 25 m olarak değiştirilmiş, daha sonra ise 6 m olan kolon yüksekliği 4 m 'den sonra 2,5 m'ye düşürülmüştür. Bu farklı açıklık ve yükseklik değerleri sonucunda sistemde meydana gelen yatay ötelenme ve metraj değerleri karşılaştırılmıştır.

1.1. Konu İle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar

Polyakov (1956), eşdeğer basınç çubuğu genişlik formülünü ilk olarak sunan araştırmacılardan biridir. Dolgu duvarlı çerçevelerin yatay yük etkisi altında düzlem içi rijitlik değerlerinin hesaplanmasında deneysel ve analitik olmak üzere çok sayıda araştırma gerçekleştirmiştir. Düzlem içi yatay yük etkisi altındaki dolgu duvarlı çerçevelerde duvar rijitliklerinin temsillerinde en etkili modelleme yönteminin “eşdeğer diyagonal basınç çubuğu yöntemi” olduğunu belirtmiştir.[1]

Benjamin ve Williams (1957), dolgu malzemesi olarak betonarme kullanarak hazırladıkları 1/3 ve 1/8 ölçekte tek katlı ve tek açıklıklı düzlemsel betonarme çerçeve sistemlerin yatay yükler altındaki kırılma davranışlarını incelemişlerdir. Yapılan bu incelemelerde, çekme ve basınç kolonlarının kesit alanları ve donatıları, malzeme özellikleri, dolgu kalınlığı ve yükleme koşulları gibi parametrelerin, dolgu çerçeve

sistemin kırılmadan önceki davranışı ve kırılma yükü üzerindeki etkilerini belirleyen araştırmalar yapmışlardır. Yükleme ile yer ve boy değiştirmeler arasındaki bağıntıyı gösteren grafiklerde, dolgunun davranışını elastik bölge, çatlama bölgesi, kırılma öncesi bölgesi olarak üç bölgede değerlendirmişler, bu bölgeler için elde ettikleri yük-yer değiştirme eğrilerinin yaklaşık olarak üç doğru çizgi ile ifade edilebileceğini belirtmişlerdir.[2]

Holmes (1961), Polyakov'un sunduğu dolgu duvarlı çerçevelerde "eşdeğer diyagonal basınç çubuğu" yöntemini, ilk olarak geliştiren araştırmacılarıdır. Denklem 2.1'de eşdeğer diyagonal basınç çubuğunun elastik kısalmasına bağlı olarak düzlem içi etkiler sonucunda göçme durumuna ulaşan dolgu duvarlı çerçevelerin, yapabileceği maksimum yatay deplasmanın formülü sunulmuştur.[3]

$$S_h = e_c * d * \cos(a) \quad (2.1)$$

Burada;

S_H = Dolgu duvarlı çerçevenin tepe noktasının yapabileceği maksimum yatay deplasman değeri (mm)

e_c = Göçme anındaki dolgu duvarlı çerçevenin, dolgu duvarında oluşan birim Şekil değiştirme değeri (mm/mm)

d = Dolgu duvar diyagonal uzunluğu (mm)

a = Dolgu duvar diyagonalinin yatay ile yaptığı açı (derece)

Smith (1962), daha önce yapılan araştırmalar gibi "eşdeğer diyagonal basınç çubuğu" yöntemini geliştirmeye devam etmiştir. Çalışmasında dolgu duvarlı çerçevelerin yatay yükler altındaki davranışını anlayabilmek için araştırmalar yapmıştır. Araştırmaların sonucunda dolgu duvarlı çerçevelerin, rijitlik ve dayanımının sadece fiziksel özelliklere ve boyutlara değil ayrıca dolgu ve dolguyu çevreleyen çerçeve ile olan temas yüzeyine bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Dolgu duvarını eşdeğer basınç diyagonalini Őeklinde varsayarak, bu eşdeğer diyagonalin genişliğini teorik olarak elde ettikten sonra, model deneylerle bu sonuçların doğruluğunu kontrol etmiştir. Yapılan deneysel ve teorik çalışmalar sonucunda, w basınç çubuğu genişliğinin, çerçevenin (yükseklik / açıklık) oranlarına göre diyagonal uzunluğunu 1/4 ile 1/11 arasında

değiştirdiği sonucuna ulaşmıştır.[4]

Yapılan araştırmalar ile “eşdeğer diyagonal basınç çubuğu” teorisi gelişmeye devam etmiştir. Araştırmacılarından Stafford Smith ve Carter (1969), çalışmalarında eşdeğer diyagonal basınç çubuğu etkili genişliği değerinin çerçeve ve dolgu duvar göreceli rijitliğine bağlı olduğunu göstermişlerdir. Söz konusu durum neticesinde Denklem 2.2’de ki formülü sunmuşlardır.[5]

$$\frac{a}{h} = \frac{\pi}{2 \lambda h} \quad (2.2)$$

Burada;

a= Düzlem içi yatay yük etkisi altındaki dolgu duvarlı çerçevelerde duvar paneli ile çerçeve sistemi arasındaki temas uzunluğu değeri (mm)

h= Çerçeve ekseninden itibaren kolon yüksekliği (mm)

λ = Dolgu duvar ile çerçeve göreceli rijitliğini temsil eden parametre (mm⁻¹)

Dolgu duvar ile çerçeve göreceli rijitliğini temsil eden parametre Denklem 2.3 ile hesaplanabilir.

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{E_d t \sin 2\theta}{4 E_c I_c h_m}} \quad (2.3)$$

Burada;

E_d= Dolgu duvar Young(elastisite) modülü (kN/mm)

t= Dolgu duvar kalınlığı (mm)

θ = Dolgu duvar diyagonalinin yatay ile yaptığı açı (derece)

E_c= Kolon eleman Young Modülü (kN/mm)

I_c= Kolon elemanı atalet momenti (mm⁴)

h_m= Dolgu duvar boy uzunluğu (mm)

Mainstone (1971), tuğla duvarlı ve beton dolgu duvarlı numuneler üzerinde birtakım deneysel çalışmalar yapmıştır. Eşdeğer diyagonal basınç çubuğu genişliğini, λh

boyutsuz parametresine bağlı olarak tuğla ve beton dolgu duvarlı çerçevesler için farklı farklı elde etmiştir. λh boyutsuz parametresinin dört ve beş arasında olması durumunda Denklem 2.4 ve 2.5; bu parametrenin beşten büyük olması durumunda ise Denklem 2.6 ve 2.7 kullanılabileceğini belirtmiştir. [6]

$$\frac{w}{d} = 0.175(\lambda h)^{-0.4} \quad (\text{tuğla duvar}) \quad (2.4)$$

$$\frac{w}{d} = 0.115(\lambda h)^{-0.4} \quad (\text{beton duvar}) \quad (2.5)$$

$$\frac{w}{d} = 0.160(\lambda h)^{-0.3} \quad (\text{tuğla duvar}) \quad (2.6)$$

$$\frac{w}{d} = 0.110(\lambda h)^{-0.3} \quad (\text{beton duvar}) \quad (2.7)$$

Burada;

w= Eşdeğer diyagonal basınç çubuğu genişliği (mm)

d= Dolgu duvar diyagonal uzunluğu (mm)

λ = Dolgu duvar ile çerçeve göreli rijitliğini temsil eden parametre (mm^{-1})

h= Çerçeve ekseninden itibaren kolon yüksekliği (mm)

Eurocode 8 (1988), Avrupa'da yürürlükte olan bu şartname, eşdeğer diyagonal basınç çubuğu etkili genişliği değerinin $0.15d$ alınması durumunda mühendislik hassasiyeti açısından yeterli olacağını bildirmiştir. Burada d olarak ifade edilen dolgu duvar diyagonal uzunluğudur. Ayrıca bu şartname de, dolgu duvarların tek eşdeğer diyagonal çubuk sistemi yerine, üçlü eşdeğer diyagonal çubuk sistemi ile modellenebileceğinden bahsedilmiş olup, bu durumda çerçeve iç kuvvetlerinin daha hassas olarak hesaplanabileceği belirtilmiştir.[7]

Paulay ve Priestley (1992), Eurocode 8 şartnamesini doğrulamış ve eşdeğer diyagonal basınç çubuğu etkili genişliği değerinin $0.15d$ alınması durumunda, yeterli olacağını belirtmişlerdir.[8]

A. Budak (1997), yaptığı çalışmada dolgu duvarlı çerçeveslerin gerçek davranışları göz

önünde bulundurularak malzeme bakımından doğrusal olmayan analizi yapmıştır. Analizde dolgu duvar ve çerçeve arasında ayrılma meydana gelmesi, dolgu duvar ve çerçeve elemanları arasındaki bağıl hareketten doğan sürtünme kuvvetleri ile yapımdan kaynaklanan boşlukların bulunması hali dikkate alınmış, statik yükler için yapılan analizde yüklerin genel konumlu olduğu kabul etmiştir. Araştırmacı yapılan modelleme kullanılarak bilgisayar programı hazırlamış, yapılan incelemede dolgu duvarlı çerçevenin yalın çerçeveye göre oldukça rijit davrandığı, çerçeve elemanların kırılmadan kalmaları halinde dolgu duvarda kırılma ve çatlaklar oluşsa bile, dolgu duvarlı çerçeve rijitliğinin tümüyle kaybolmadığı, dolgu duvar içinde boşluk bulunması halinde çerçeve rijitliğinin önemli ölçüde azaldığını gözlemlemiştir.[9]

C. Beklen (2009), çalışmasında taşıyıcı eleman olarak dikkate alınmayan dolgu duvarların deprem davranışına olan olumlu ve olumsuz etkilerini araştırmıştır. Öncelikle, dolgu duvar olarak kullanılan tuğlanın elastisite modülü ve dolgu duvar modelleri SAP2000 programı ile analiz etmiştir. Bu amaçla, farklı düzlem çerçevelerin yatay yükler altında, dolgu duvarlar için eşdeğer basınç çubuğu modeli ve sonlu elemanlar modeli kullanılarak sonuçları karşılaştırmıştır. Bir binayı 5 katlı ve 10 katlı modelleyerek farklı kolon boyutları için deprem analizi yapmıştır. Bu binada dolgu duvar malzemesi olarak tuğla ve gazbeton kullanmıştır. Dolgu duvarları eşdeğer basınç çubuğu ile modellemiştir. Dolgu duvarlı ve dolgu duvarsız çerçevelerin analiz sonuçları karşılaştırmıştır. Ayrıca, düzlem çerçeve ve üç boyutlu çerçevede dolgu duvarın olumsuz etkileri olan kısa kolon, yumuşak kat ve burulma düzensizliğini araştırmıştır. Bu çalışma sonucunda, dolgu duvarların rijitlik, periyot, yatay deplasman, taban kesme kuvveti ve bina davranışını etkilediğini belirtmiştir.[10]

F. Kaymak (2010) ise, araştırmasında taşıyıcı eleman olarak dikkate alınmayan dolgu duvarların yatay monotonik yükler altındaki çelik çerçeveler üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri elastik ve plastik analizlerin karşılaştırılması olarak araştırmıştır. İki katlı iki açıklıklı düzlem çerçeve tasarlamış, dolu-boş kombinasyonları oluşturmuştur. Kısmi dolgu duvar, bu çalışmada sadece bant pencere ile sınırlandırmıştır. Bu amaçla, düzlem çerçevelerde yatay yükler altındaki, dolgu duvarlar için eşdeğer basınç çubuğu modeli kullanmış, çelik çerçevelerin, dolgu duvarlı, dolgu duvarsız ve bant pencere kombinasyonlar olmak üzere toplam 7 adet modelin elastik ve plastik analiz sonuçları

karşılaştırmıştır. Ayrıca, düzlem çelik çerçevelerde yumuşak kat ve kısa kolon etkileri araştırmıştır. Dolgu duvarların çerçeve üzerindeki rijitlik, doğal titreşim periyodu, yatay deplasman, taban kesme kuvveti, enerji tüketimi, süneklik ve göçme mekanizmalarını incelemiştir.[11]

İ. Akdemir (2011) ise, çalışmasında bina sistemlerinin güçlendirilmesi amacıyla harici çelik halat elemanlarla dolgu duvarların etkisini de dikkate alarak güçlendirmiş ve Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemiyle SAP2000 programı ile analiz etmiştir. Yaptığı analiz sonucunda çelik halatlarla güçlendirilmiş betonarme binanın performansını incelemiş ve sonuçları karşılaştırmıştır. SAP2000 programı kullanılarak yaptığı çalışmada betonarme binaların güçlendirilmesinde çelik halat elemanların kullanılması oldukça iyi sonuçlar verdiğini belirlemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre binaların dayanımının artırılarak deprem davranışlarının iyileştirilmesinde olumlu katkısının olduğu tespit etmiştir.[12]

E. Durmazgezer (2013), yaptığı çalışmasında, dolgu duvarlı ve dolgu duvarsız betonarme çerçevelerin düzlem içi yükler altındaki davranışı incelemiştir. Dolgu duvarın yatay yük etkileri altında davranışını temsilen eşdeğer diyagonal çapraz çubuk ve çerçeve ile dolgu duvar arasındaki ara yüz etkileşimini de hesaba katan hassas sonlu elemanlar modelleri kullanmış, dolgu duvarlı çerçevenin eşdeğer diyagonal çubuklarla modellenmesinde tekli, üçlü ve beşli eşdeğer diyagonal çubuklu modeller incelemiştir. Dolgu duvarlı çerçevenin sonlu elemanlarla analizinde ise temas ara yüz şartlarını hesaba katan sonlu eleman modeli dikkate almıştır. Gerek diyagonal çubuklu gerekse sonlu elemanlarla modellemiş dolgu duvarlı çerçevelerin yatay yükler altında doğrusal olmayan davranışının incelenmesinde artımsal itme analizi yöntemi kullanmış, çerçevelerin, düşey yük ve artımsal itme yükleri altında tepe seviyelerinin yer değiştirme analizlerini yapmıştır. Tek kat - tek açıklıklı, tek kat - iki açıklıklı, beş kat - üç açıklıklı düzlem çerçeve modellerinde dolgu duvarlı ve duvarsız çerçeveler için kapasite eğrileri, kat deplasmanları, plastik dönmeleri elde etmiş ve bunların her bir model için karşılaştırılmasını yapmıştır.[13]

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Hayvansal Üretim Yapılarında Planlama Sistemleri

Ülkemizde hayvan üretim yapılarının en önemli sorunlarından biri ahırların yapımıdır. Üreticiler genellikle pahalı damızlık hayvan almakta, hayvanın beslenmesi için gerekli özen göstermekte, hastalıklara karşı duyarlı davranmakta, ancak doğru ahır yapımına gerekli özeni göstermemektedir. Hâlbuki hayvanların verimli ve sağlıklı olabilmesi için, modern ahırlarda barınmaları gerekmektedir. Hayvancılığa, ahır ve kümeslerin yapımı ile başlanır. Bu yapılar sağlıklı ve doğru olursa başarı şansı artar. Tersine ilkel ve yanlış yapılırsa büyük sorunlar ortaya çıkabilir. Hatalı olarak planlanan ve yapılan ahırların sonradan düzeltilmesi imkânsızdır.

Hayvan barınaklarının yapımındaki ana amaç; hayvanları uygunsuz çevre koşullarından korumak, en uygun üretim ortamını sağlamak, rasyonel ve kolay bir yemleme imkânı sağlayarak, iş yükünü en az düzeye indirmektir.

Hayvansal üretim yapıları ahırlar, ağıllar ve kümesler olarak üç ana başlık altında toplanabilir. Yapılan çalışmada ahırlar üzerinde çalışılmıştır. Ahır, içerisinde yetiştirilecek hayvanların özellikleri bakımından yüksek yapım maliyetine sahip olduklarından çalışmada bu yapılar seçilmiştir.

Ahırların projelendirilmesinde önemli unsurlar vardır. Bunlardan biride iklim koşullarıdır. Üretim artışının ve kalitenin yükseltilebilmesi için, ahırların iklim koşulları ile ineklerin çevre isteklerinin dengeli bir şekilde planlanmasıyla gerçekleştirilebilir.

2.2. Ahır Tipleri

Süt ve besi sığırı yetiştiriciliğinde kullanılan ahır tipleri; örtülülük derecesi ve zemin düzenlemesine göre olmak üzere 2'ye ayrılır.

2.2.1. Örtülülük Derecesine Göre Ahır Tipleri

Örtülülük derecesine göre yapılacak bir değerlendirmede süt sığırı ahırlarını, kapalı, yarı açık ve sundurmalı olarak üç grupta toplamak uygun olur.

2.2.1.1. Kapalı Ahırlar

Dört tarafı duvarlarla çevrili, çeşitli malzemelerden bir çatıyla örtülmüş ahırlardır. Son yıllarda yapılan ahırlarda özellikle pencere alanındaki artışa bağlı olarak kapalılık derecesi azalsa da, ülkemizdeki ahırların çok büyük bir bölümü kapalı ahırlardır. Çoğu kez yeterli pencere alanı ve havalandırma bacası bırakılmayan, bırakılsa da özellikle kış aylarında tamamı ya da bir kısmı kapalı tutulan bu ahırların önemli bir kısmı mevcut halleriyle bir barındırma sisteminden beklenen faydayı sağlamaktan uzak yapılardır. Bu ahırların en önemli eksiklikleri yetersiz havalandırma ve aydınlatma da değildir. Bu tip ahırların pek çoğu yemleme, gübre çıkarma, sağım ve sulama gibi en önemli işlerin yürütülmesinde de birçok zorluğa ve yetersizliğe neden olmaktadır. Özellikle evlerin avlusuna ya da hemen yanına yapılmış ahırlar yakın çevre, hatta yerleşim birimi için bir kirlilik kaynağı olmaya devam etmektedirler. Sonuç olarak yukarıdaki olumsuzlukları taşıyan ahırların ıslah edilmesi ya da bunların yerine yeni ahırların yapılması birçok açıdan faydalı olacaktır. [14] Şekil 2.1.'de kapalı bir ahır örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Kapalı Bir Ahır Örneği

2.2.1.2. Yarı Açık Ahırlar

Üç tarafı duvarlarla çevrili, üstü örtülü, genellikle güney cephesi açık olan ahırlardır. Özellikle aşırı soğuk olmayan bölgelerde rahatlıkla kullanılabilirler.[14]

2.2.1.3. Sundurmalı Ahırlar

Dört tarafı veya soğuk rüzgârları alan cephesi hariç üç tarafı açık, bir sundurmayla üstü tamamen veya kısmen örtülmüş ahırlardır. Sığır besisi söz konusu olduğunda, Türkiye'nin hemen her bölgesinde rahatlıkla kullanılacak olan bu ahırlar, bütünlüğü unsurları (sağımhane, doğumhane vb.) uygun olursa süt sığırı yetiştiriciliğinde de kullanılabilir.[14]

2.2.2. Zemin Düzenlemesine Göre Ahır Tipleri

İster kapalı, ister yarı açık, isterse sundurmalı yapılsın, hayvan barınaklarında ahır zemini düzenlemesine göre üç tip ahırdan söz edilebilir:

1. Serbest duraklı ahırlar,
2. Bağlı duraklı ahırlar,
3. Serbest ahırlar.

2.2.2.1. Serbest Duraklı Ahırlar

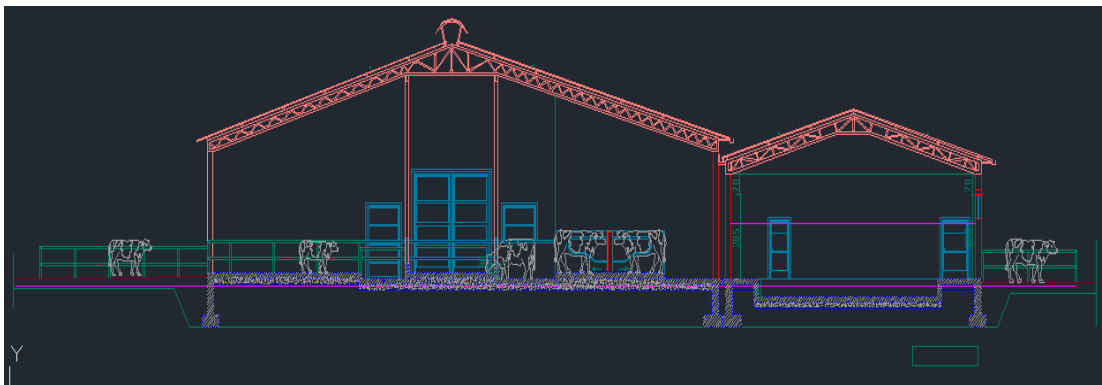
Serbest duraklı ahırlarda sığırlar ahır içerisinde düzenlenmiş yemliksiz özel duraklarda bağımsız olarak barındırılır. Sığırlar istediklerinde bu duraklara girebilir ve durakları terk edebilirler. Yemleme ve sulama ahır içerisinde, duraklar dışında ayrılmış, özel bir yemleme yerinde ya da ahır dışında gezinti avlusunda yapılır. Bu tip ahırlar kapalı veya bir cephesi açık olarak planlanabilir. Bir cephesi açık olanlarda özellikle güney veya doğu cephesinin açık olması önerilmektedir.[15]

Duraklı serbest ahırlarda, duraklar tek sıralı olabildiği gibi iki veya ikiden fazla sıralı olarak da düzenlenmektedir. Bir veya iki sıralı ahırlarda, duraklar çoğunlukla ahırın uzun kenarı boyunca, ikiden fazla sıralı ahırlarda ise kısa veya uzun kenara paralel olacak şekilde dizilirler.[16]

2.2.2.2. Bağlı Duraklı Ahırlar

Bağlı duraklı ahırlarda sığırların dinlenme, yemleme, sulama ve süt sağım işleri kendileri için ayrılmış duraklarda yapılır. Gübre ve idrar, idrar kanalı civarında toplanır. Süt sığırları, temiz havadan ve güneşten yararlanabilmek için günün birkaç saatinde, açık havaya çıkarılabilir. Bunun yanında yemleme ve sağım işlemi, durakların dışında ayrı ünitelerde de yapılabilir.[17]

Bağlı duraklı ahırlarda duraklar tek sıralı, iki sıralı veya ikiden fazla sıralı olarak düzenlenebilir. Burada ahırda barındırılacak hayvan sayısı önem arz eder. Hayvan sayısının en fazla 10 olması durumunda duraklar tek sıra olarak düzenlenir. Durakların ikiden fazla sıralı olarak düzenlenmesi tercih edilmez. Bunun nedeni bina genişliğinin artması ile hem ahır maliyetinin, hem de ahır içerisinde özellikle doğal havalandırmanın etkinliğinin azalmasıdır.[18] Şekil 2.2.'de bağlı duraklı bir ahırın kesit görünümü gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Bağlı Duraklı Bir Ahırın Kesit Görünümü

2.2.2.3. Serbest Ahırlar

Serbest ahır sisteminde sığırlar, ahırda ve ahıra bitişik gezinme yerinde serbestçe dolaşma olanağına sahiptir. Serbest ahırlar, hayvanların barınak içinde veya dışında barındırılmasına göre tamamen kapalı veya açık tipte olabilmektedirler. Serbest ahır sistemi, inşaat maliyeti ve iş gücü ekonomisi yönünden bağlı duraklı sisteme göre daha uygundur; ancak, inşaat maliyeti yönünden ekonomik olabilmesi için sığır sayısının en az 20 olması gerekir. Bunun nedeni, serbest sistemde ayrı bir sağım yeri yapılmasının zorunlu olmasıdır.[17]

2.3. Hayvansal Üretim Yapılarında Kullanılan Taşıyıcı Sistemler

Hayvansal üretim yapılarında yaygın olarak kullanılan taşıyıcı sistemler dolu gövdeli çelik çerçeve sistemlerdir. Şekil 2.3.'de çelik çerçeve sistemli bir hayvan barınağı örneği verilmiştir. Bu sistemler, geniş açıklıkların ekonomik olarak geçilmesinde ve ileriki aşamada yapının büyütülmesinde ekonomik ve hızlı çözümler sunmasından dolayı tercih edilmektedir.



Şekil 2.3. Çelik Çerçeve Sistemli Bir Hayvan Barınağı

2.3.1. Taşıyıcı Sistem Olarak Çeliğin Genel Özellikleri

Çelik çok eski tarihlerden beri bilinmekle beraber mühendislik yapılarında kullanılmaya başlanması iki asırlık bir geçmişe dayanır. 18.yüzyılda İngiltere’de yüksek fırınlarda font ve ham demirin bol miktarda üretilmesinden sonra çelik, köprülerde kullanılmaya başlanmıştır. Önceleri sadece köprü inşaatlarında kullanılan çelik zamanla hal yapıları, uçak hangarları, spor tesisleri yapımında da kullanılmıştır. Mukavemeti 200 kg/mm²’yi bulan çelik üretiminin sağlanması ve elektrik ark kaynağının geliştirilerek yaygın halde kullanılmaya başlanması bugünkü modern çelik konstrüksiyon tarzını ortaya çıkarmıştır.[19]

İşçiliğin büyük bir kısmı atölyelerde yapılabilir. Çelik yapılar betonarmeye kıyasla daha hafif yapılar olduğundan temel zemini sağlam olmayan yerlerde tercih edilmektedir. Takviye ve onarımı betonarmeye nazaran daha kolay ve hızlıdır. Tekrar kullanılma olanağı sağlayan çelik malzemesinin kaybı çok az olur.[20]

Avantajlarının yanında yangına ve korozyona karşı dayanımının az olması bu malzemeyi yapılarda kullanırken, dış yüzeylerinin yanmaz ve ısı geçirgenliği az olan malzemelerle kaplanması zorunluluğunu getirmektedir.

2.4. Dolgu Duvarların Taşıyıcı Sisteme Etkisi

Yaklaşık olarak son 40 yıldan bu yana, dolgu duvarlı çerçevelerin dayanım ve davranışı konusunda yapılan çalışmalar, henüz standartlaşan bir yöntemle sonuçlanmamıştır. Dolgu duvarlarının, yatay yük altındaki çelik ve betonarme çerçevelerin davranışını önemli ölçüde değiştirdiği bilinen bir gerçektir. Ancak dolgu duvarlarının, çerçeve davranışına yansıyan bu olumlu veya olabilecek olumsuz etkileri hesaplamalarda çoğunlukla dikkate alınmamaktadır. Çünkü bu hala devam eden bir araştırma konusudur.[11]

Son yıllarda yapılan deneysel ve kuramsal çalışmalar sonucunda dolgu duvarların taşıyıcı sistem davranışına rijitlik, yük taşıma kapasitesi, süneklik, enerji tüketme

kapasitesini değiştirerek etkide bulunmaktadır. Bununla birlikte dolgu duvarlar yapının serbest titreşim özelliklerinin de değiştirmektedir. Dolgu duvarlar bir yandan yapı kütlesinin artmasını sağlarken, diğer yandan doğal titreşim periyotlarının küçülmesini sağlamaktadır.[11]

2.4.1. Dolgu Duvarlı Çerçvelere Etkiyen Kuvvetler

Dolgu duvarlı çelik çerçvelili sistem üzerine etkiyecek yükler, düzlem içi ve düzlem dışı olmak üzere iki şekilde incelenebilir. Yerçekimi kuvveti, düşey yönde etki ederek kiriş elemanlarda eğilme etkisi, kolon elemanlarda basınç etkisi yaratacaktır.

Dolgu duvarlı çerçevelerin analizinde, sistem stabilitesinin sağlanabilmesi ve yapıdaki dolgu duvarların çerçevelerden ayrılmaması için düzlem dışı etkilerin sınırlandırılması gerekmektedir. [21]

2.4.2. Dolgu Duvarlı Çerçevelerin Genel Davranış Özellikleri

Dolgu duvarın çerçeve içinde düzenlenme biçimi, düşey ve yatay yük etkileri altında çerçeve davranışını oldukça farklı biçimlerde etkilemektedir. Altında dolgu duvarı olmayan kirişlerin daha çok sehim yaptığı bilinmekte ve gözlenmektedir.

Yatay yüklere maruz kalmış bazı yapılarda, dolgu duvarı olmayan kirişlerin açıklık ortalarında eğilme, mesnet bölgelerinde kesme çatlakları oluştuğu gözlenmiştir. Oysa aynı boyutta ve açıklıkta; fakat altında dolgu duvar olan kirişlerde bu çatlaklar yoktur. Bu fark, kirişin düşey yükünü altındaki dolgu duvara aktarmasının bir sonucudur.[22]

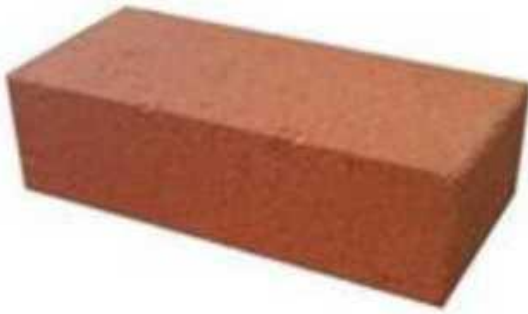
2.4.3. Dolgu Duvar Olarak Kullanılan Malzemeler

Dolgu duvar malzemesi olarak genellikle kil tuğla ya da gazbeton tuğla kullanılmaktadır. Bu amaçla duvar yapımında kullanılan tuğlalar şunlardır.

2.4.3.1. Kil Tuğla

Kil tuğlalar genellikle boyutları 120 mm x 90 mm x 45 mm ile 300 mm x 180 mm x 120 mm arasında değişkenlik gösteren, farklı şekil ve boyutlarda imal edilen dikdörtgen birimlerdir. Birim hacim ağırlıkları 13 kN/m ile 22 kN/m aralığında değişkenlik göstermektedir. Kil ve şistler, yaklaşık olarak bünyelerinde %65 oranında silikon oksit ve %20 oranında alüminyum oksit içerir.

Ayrıca bünyelerindeki mangan, fosfor, magnezyum, fosfor, potasyum gibi metalik bileşenler kil tuğlalarına ayırıcı renk verir ve durabilitesini artırıcı yönde etki yapar. Şekil 2.4.'de kil tuğla örneği verilmiştir.[13]



Şekil 2.4. Kil Tuğla [13]

2.4.3.2. Gazbeton

Gazbeton, hacim olarak %70-80 küçük, yuvarlak ve homojen gözeneklerden oluşan, hafif, depreme ve yangına dayanıklı yapı malzemesidir. Betonarme yapı sistemlerinde dış ve iç dolgu duvar malzemesi olarak ya da yığma yapılarda taşıyıcı dış ve iç duvar malzemesi olarak kullanılırlar.

Gazbeton örnekleri Şekil 2.7.'de, gazbetonun teknik özellikleri ise Çizelge 2.1.'de verilmiştir. [10]



Şekil 2.5. Gazbeton

Çizelge 2.1. Gazbetonun Teknik Özellikleri

GAZBETON ÜRÜN ÖZELLİKLERİ							
SINIF	Kuru Birim Hacim Ağırlığı (Kg/m ³)	İstif Birim Hacim Ağırlığı * (Kg/m ³)	Ortalama Mukavemet (Kg/cm ² / N/ mm ²)	Isı İletkenlik Hesap Değeri EN 1745'e göre verilen değer (W/mK)	Isı İletkenlik Hesap Değeri TS825'e göre duvarlar için verilen değer (W/mK)	Rötre (mm/m)	Ortalama Elastite Modülü (Kg/cm ²)
G2/350	350	490	23/ 2,3	0,09	0,11	ort. 0,10	11,000
G2/400	400	560	25/ 2,5	0,11	0,13	ort. 0,10	12,500
G3/500	500	700	35/ 3,5	0,13	0,16	ort. 0,10	15,000

2.4.4. Birim Elemanlardan Oluşan Dolgu Duvarlı Çerçevelerde Modelleme

Bu tür modelleme, yapılmış ilk analitik çalışmalardanır. Yatay yük etkisi altındaki birim tuğla elemanlardan oluşturulan dolgu duvarlı çerçevelerde dolgu duvar paneli üzerindeki etkili basınç gerilmesi, yükün uygulandığı köşeden diğer köşeye doğru olmaktadır. Bu durumu temsil etmek amacıyla kullanılan eşdeğer diyagonal çapraz çubuk modeli pek çok araştırmacı tarafından kabul görmüştür.[13]

3. BASİT AÇIKLIKLI BİR ÇERÇEVEDE FARKLI MESNET KOŞULLARINA GÖRE DOLGU DUVARLI VE DUVARSIZ DURUMLAR

Bu ön çalışmamız da tasarımı yapılacak olan hayvan barınağı için optimum çerçeve sistemi elde edilmeye çalışılacaktır. Bunun için 6 farklı mesnet koşulunda; boş, yarım ve tam dolu gazbetonlu, yarım ve tam dolu tuğlalı ve 2L 50X5/50 ebatlarındaki çelik profil ile 6 farklı duruma göre çözümler yapılmıştır.

Profil olarak hayvan barınaklarında en yaygın olarak kullanılan profiller seçilmiştir. Bunun için çerçeve kolonlarda HEA240 kullanılırken, kiriş eleman ise IPE200 seçilmiştir. HEA240 profiller zayıf eksende çalışacak şekilde yerleştirilmiştir. Söz konusu elemanların 1 tonluk tekil yük altında deplasman durumlarının kontrolü yapılmıştır.

Daha sonra gazbeton ve tuğla duvar için taşıma kapasitesi hesabı yapılarak, hangi dolgu duvarın çekme ve kesme kuvveti dayanımı daha güvenli bir şekilde taşıdığı hesaplanmıştır. Böylece, oluşturulacak hayvan barınağı için en uygun dolgu duvar malzemesi kullanılmaya çalışılmıştır.

Dolgu duvar olarak kullanılan gazbeton G3 sınıfından olup, kalınlığı 12,5 cm olarak alınmıştır. Gazbeton ile çelik çerçeve arasında kuvvet iletiminin kesintisiz olduğu kabul edilmiştir.

Diğer taraftan 190*135*190 mm. Ebatlarında olan tuğla kullanılmıştır. Aynı şekilde tuğla ile çelik çerçeve arasında kuvvet iletiminin de kesintisiz olduğu kabul edilmiştir.

Tasarlanan sistemde kullanılacak olan dolgu duvarlar, eşdeğer basınç çubuğu yöntemine göre genişlikleri hesaplanarak modellenmiştir.

Söz konusu dolgu duvar malzemelerinin teknik özellikleri ve detayları Çizelge 3.1. ve Çizelge 3.2.'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. G3 Sınıfı Gazbetonun Özellikleri

G3 Sınıfı Gazbetonun Mekanik Özellikleri	
<i>Blok ebatları</i>	60cm*25cm*12,5cm
<i>Duvar kalınlığı</i>	12,5 cm
<i>Elastisite Modülü</i>	22500 kg/cm ²
<i>Poission Oranı</i>	0,25
<i>Basınç Dayanımı</i>	35 kg/cm ²
<i>Malzeme Mukavemet Sınıfı</i>	G3
<i>Birim Hacim Ağırlığı</i>	600 kg/m ³

Çizelge 3.2. Tuğlanın Özellikleri

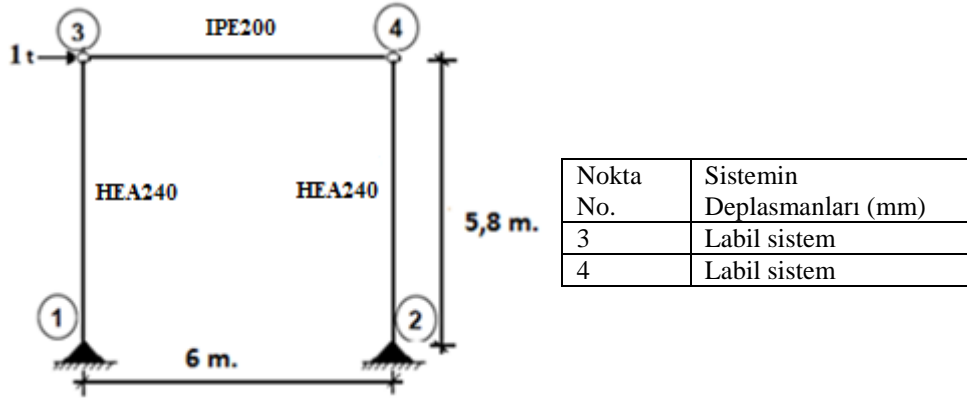
Tuğlanın Mekanik Özellikleri	
<i>Blok ebatları</i>	19cm*13,5cm*19cm
<i>Duvar kalınlığı</i>	19 cm
<i>Elastisite Modülü</i>	10000 kg/cm ²
<i>Poission Oranı</i>	0,15
<i>Basınç Dayanımı</i>	25 kg/cm ²
<i>Birim Hacim Ağırlığı</i>	641 kg/m ³

3.1. Boş Sistem

Öncelikle 6 farklı mesnet koşuluna göre, yukarıda belirtilen profiller ile boş bir sistemin çözümü yapılmıştır.

3.1.1. İki Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Boş Sistem

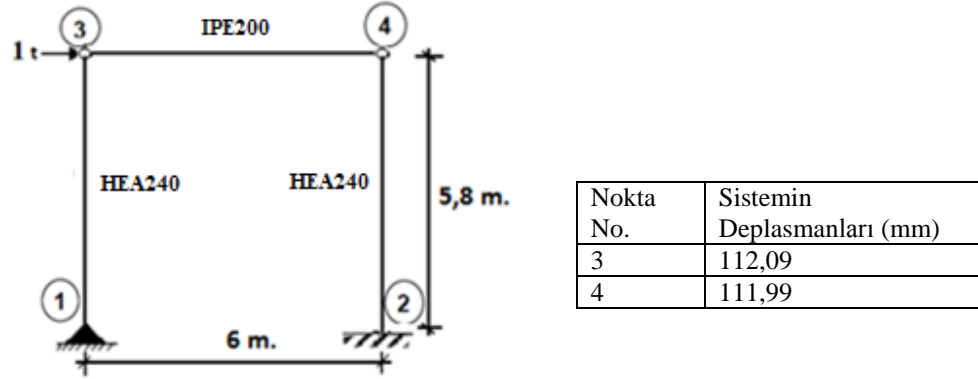
Söz konusu sistem ile 3 ve 4 nolu düğüm noktalarında meydana gelen deplasman değerleri Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Bölüm 3.1.1. Sisteminin Görünümü

3.1.2. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Boş Sistem

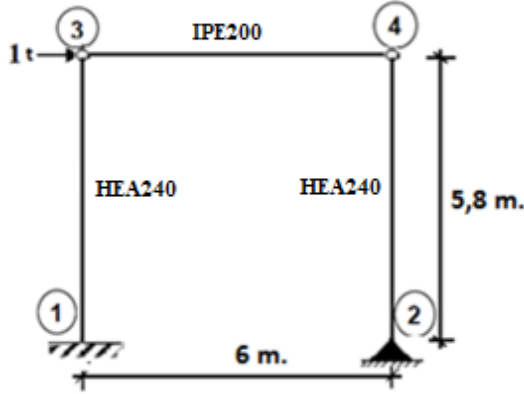
Söz konusu sistem ile 3ve 4 nolu düğüm noktalarında meydana gelen deplasman değerleri Şekil 3.2. gibi gerçekleşmiştir.



Şekil 3.2. Bölüm 3.1.2. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.1.3. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Boş Sistem

Söz konusu sistem ile 3 ve 4 nolu düğüm noktalarında meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.3.'de detaylı olarak gösterilmiştir.

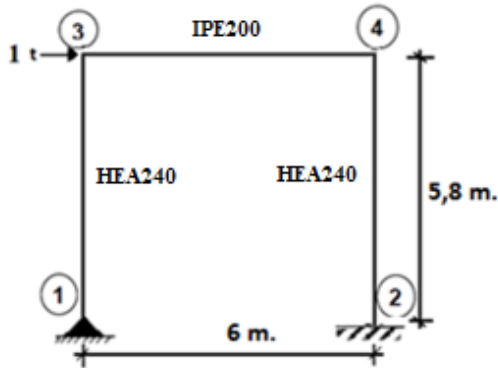


Nokta No.	Sistemin Deplasmanları (mm)
3	111,99
4	111,99

Şekil 3.3. Bölüm 3.1.3. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.1.4. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli Boş Sistem

Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.4. gibi gerçekleşmiştir.

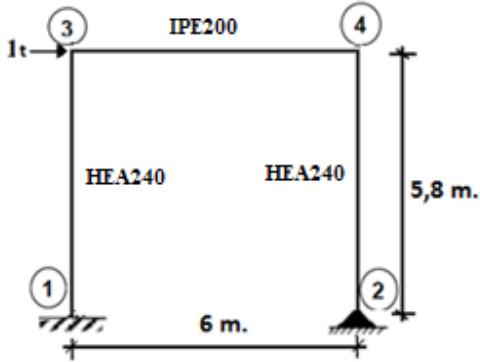


Nokta No.	Sistemin Deplasmanları (mm)
3	37,39
4	37,32

Şekil 3.4. Bölüm 3.1.4. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.1.5. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli Boş Sistem

Söz konusu sistem ile 3 ve 4 nolu düğüm noktalarında meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.5.'de gösterilmiştir.

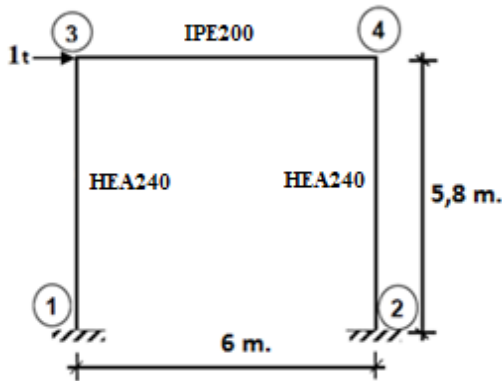


Nokta No.	Sistemin Deplasmanları (mm)
3	37,38
4	37,36

Şekil 3.5. Bölüm 3.1.5. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.1.6. İki Bölümü de Ankastre Mesnetli Boş Sistem

Söz konusu sistem ile 3 ve 4 nolu düğüm noktalarında meydana gelen deplasman değerleri Şekil 3.6. gibi gerçekleşmiştir.



Nokta No.	Sistemin Deplasmanları (mm)
3	22,46
4	22,41

Şekil 3.6. Bölüm 3.1.6. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.2. Yarım Dolgu Duvarlı Sistem

Bu sefer 6 farklı mesnet koşuluna göre, aynı profiller ile çerçevenin yarısına kadar dolgu duvar dolu bir sistemin çözümü yapılmıştır. Dolgu duvar malzemesi olarak öncelikle gazbeton seçilmiş, daha sonra aynı işlem tuğla ile gerçekleştirilmiştir.

Dolgu duvarlar SAP2000 programında çözülürken eşdeğer basınç çubuğu yöntemine göre tanımlanmıştır. Bu yönde daha önce yapılan çalışmalar bir önceki bölümde sunulmuştur. Söz konusu çalışmalar neticesinde eşdeğer basınç çubuğunun genişlik formülü denklem 3.1'e göre bulunur.

$$W_{ef} = 0.175 * (\lambda * h_{net})^{-0.4} * (h_{net}^2 + L_{net}^2)^{1/2} \quad (3.1)$$

Burada dolgu duvar ile çerçeve görelî rijitliğini temsil eden parametre olan λ ise denklem 3.2'e göre hesaplanır.

$$\lambda = [(E_m * t * \sin 2\theta) / (4 * E_s * I_c * h_{net})]^{1/4} \quad (3.2)$$

Dolgu duvar basınç çubuğunun yatayla yaptığı açı olan θ ise denklem 3.3'e göre hesaplanır.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{h_{net}}{L_{net}} \right) \quad (3.3)$$

Burada;

t: Dolgu duvar kalınlığı

W_{ef} : Efektif duvar genişliği

E_m : Dolgu duvar elastisite modülü

E_s : Çerçevenin elastisite modülü

h_{net} : Net duvar yüksekliği

L_{net} : Net açıklık

θ : Dolgu duvar basınç çubuğunun yatayla yaptığı açı

I_c : Kolonların eylemsizlik momentini gösterir.

Gazbeton için değerleri formülde yerine koyduğumuzda;

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{h_{net}}{L_{net}}\right) \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{580}{600}\right) \Rightarrow \theta = 44,029^\circ$$

$$\lambda = [(E_m * t * \sin 2\theta)/(4 * E_s * I_c * h_{net})]^{1/4}$$

$$\lambda = [(22.500 * 12,5 * \sin(2 * 44,029))/(4 * 2100000 * 7763 * 580)]^{1/4} \Rightarrow \lambda = 0,009285$$

$$W_{ef} = 0.175 * (\lambda * h_{net})^{-0.4} * (h_{net}^2 + L_{net}^2)^{1/2}$$

$$W_{ef} = 0.175 * (0,009285 * 580)^{-0.4} * (580^2 + 600^2)^{1/2} \Rightarrow W_{ef} = 74,43 \text{ cm} = 0,744 \text{ m}$$

Tuğla için değerleri formülde yerine koyduğumuzda;

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{h_{net}}{L_{net}}\right) \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{580}{600}\right) \Rightarrow \theta = 44,029^\circ$$

$$\lambda = [(E_m * t * \sin 2\theta)/(4 * E_s * I_c * h_{net})]^{1/4}$$

$$\lambda = [(10.000 * 19 * \sin(2 * 44,029))/(4 * 2100000 * 7763 * 580)]^{1/4} \Rightarrow \lambda = 0,008418$$

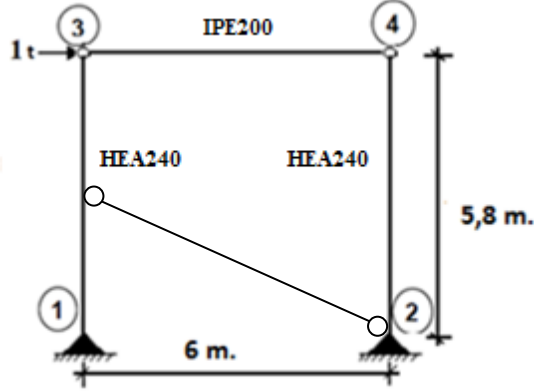
$$W_{ef} = 0.175 * (\lambda * h_{net})^{-0.4} * (h_{net}^2 + L_{net}^2)^{1/2}$$

$$W_{ef} = 0.175 * (0,008418 * 580)^{-0.4} * (580^2 + 600^2)^{1/2} \Rightarrow W_{ef} = 77,44 \text{ cm} = 0,774 \text{ m}$$

Gazbeton için efektif duvar genişliği 0,744 m. iken, tuğla için efektif duvar genişliği 0,774 m. dir. Yarım ve tam dolu olarak tasarlanan sistemlerde eşdeğer basınç çubuklarının genişlikleri için bu değerler kullanılmıştır.

3.2.1. İki Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Yarım Duvarlı Sistem

Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasman değerleri Şekil 3.7.'de gösterilmiştir.



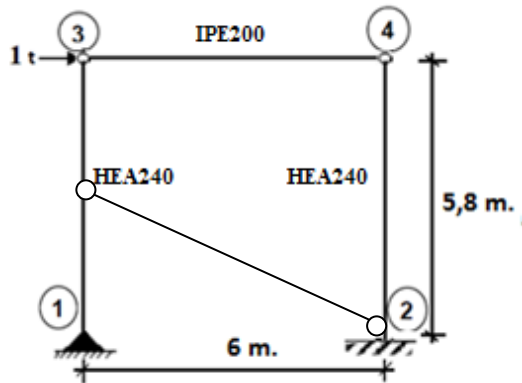
Nokta No.	Gazbetonlu Sistemin Deplasmanları (mm)
3	29,69
4	29,69

Nokta No.	Tuğlalı Sistemin Deplasmanları (mm)
3	30,36
4	30,36

Şekil 3.7. Bölüm 3.2.1. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.2.2. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Yarım Duvarlı Sistem

Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasman değerleri Şekil 3.8.'de gösterilmiştir.



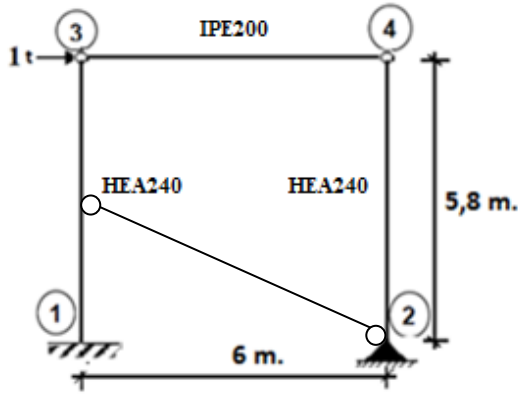
Nokta No.	Gazbetonlu Sistemin Deplasmanları (mm)
3	23,47
4	23,45

Nokta No.	Tuğlalı Sistemin Deplasmanları (mm)
3	23,87
4	23,89

Şekil 3.8. Bölüm 3.2.2. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.2.3. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Yarım Duvarlı Sistem

Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.9. gibi gerçekleşmiştir.



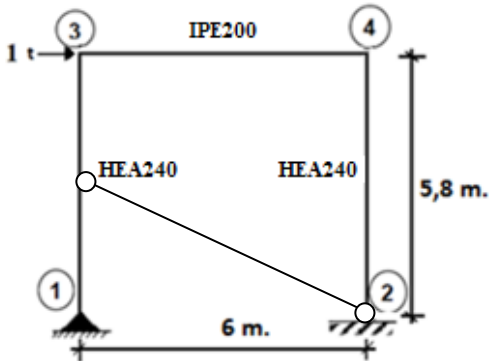
Nokta No.	Gazbetonlu Sistemin Deplasmanları (mm)
3	27,10
4	27,10

Nokta No.	Tuğlalı Sistemin Deplasmanları (mm)
3	28,07
4	28,07

Şekil 3.9. Bölüm 3.2.3. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.2.4. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli Yarım Duvarlı Sistem

Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.10.'de gösterilmiştir.



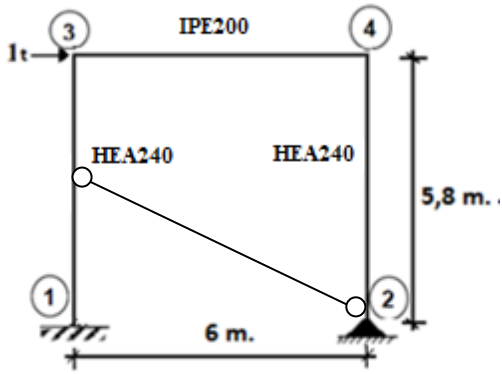
Nokta No.	Gazbetonlu Sistemin Deplasmanları (mm)
3	10,48
4	10,46

Nokta No.	Tuğlalı Sistemin Deplasmanları (mm)
3	10,71
4	10,68

Şekil 3.10. Bölüm 3.2.4. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.2.5. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli Yarım Duvarlı Sistem

Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.11. gibi gerçekleşmiştir.



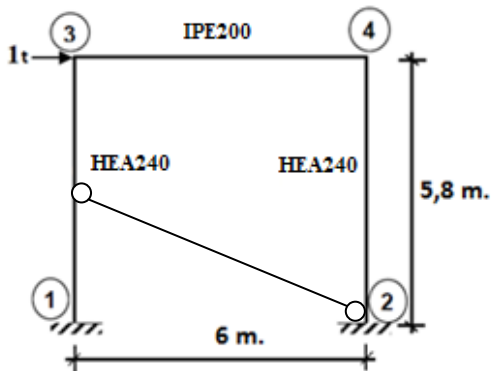
Nokta No.	Gazbetonlu Sistemin Deplasmanları (mm)
3	12,69
4	12,68

Nokta No.	Tuğlalı Sistemin Deplasmanları (mm)
3	13,14
4	13,14

Şekil 3.11. Bölüm 3.2.5. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.2.6. İki Bölümü de Ankastre Mesnetli Yarım Duvarlı Sistem

Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.12. gibi gerçekleşmiştir.



Nokta No.	Gazbetonlu Sistemin Deplasmanları (mm)
3	10,06
4	10,03

Nokta No.	Tuğlalı Sistemin Deplasmanları (mm)
3	10,36
4	10,33

Şekil 3.12. Bölüm 3.2.6. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.2.7. Yarım Dolgu Duvarlı Sistemlerin Değerlendirmesi

Yarım dolgu duvarlı sistemin 6 farklı mesnet koşuluna göre yapılan çalışmalarda çeşitli sonuçlar varılmıştır. Söz konusu durumları özetlemek gerekirse:

- Yarım gazbetonlu olarak tasarlanan sistemlerin, yarım tuğlalı olarak oluşturulan sistemlere göre %3 oranında daha az ötelenme yaptığı,
- Mafsallı olsun ya da olmasın sağ bölümü ankastre olan sistemlerin, sol bölümü ankastre olan sistemlere göre %13-%18 oranında daha az yatay ötelenme meydana geldiği,
- Beklendiği gibi en az yatay ötelenme hareketini iki bölümüne ankastre olarak tasarlanmış sistemde gerçekleştiği,
- Mafsalsız olarak tasarlanan sistemlerin, mafsallı sistemlere göre %55 oranında daha az yatay ötelenme yaptığı belirlenmiştir.

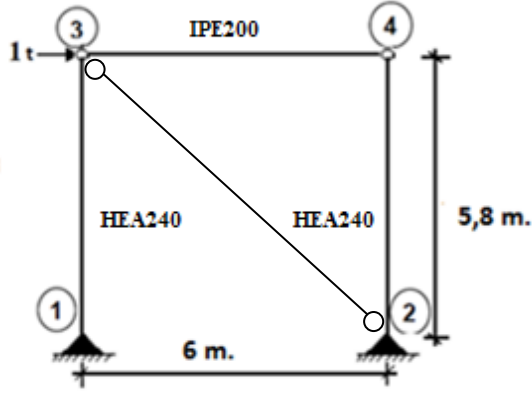
3.3. Tam Dolgu Duvarlı Sistem

Bu sefer 6 farklı mesnet koşuluna göre, aynı profiller ile çerçevenin tamamı duvar ile dolu bir sistemin çözümü yapılmıştır. Yine dolgu duvar malzemesi olarak öncelikle gazbeton seçilmiş, daha sonra aynı işlem tuğla ile gerçekleştirilmiştir.

Yarım dolgu duvarlı sistemde olduğu gibi dolgu duvarlar SAP2000 programında çözümlenirken eşdeğer basınç çubuğu yöntemine göre tanımlanmıştır.

3.3.1. İki Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Tam Duvarlı Sistem

Söz konusu sistem ile 3 ve 4 nolu düğüm noktalarında meydana gelen deplasman değerleri Şekil 3.13. gibi gerçekleşmiştir.



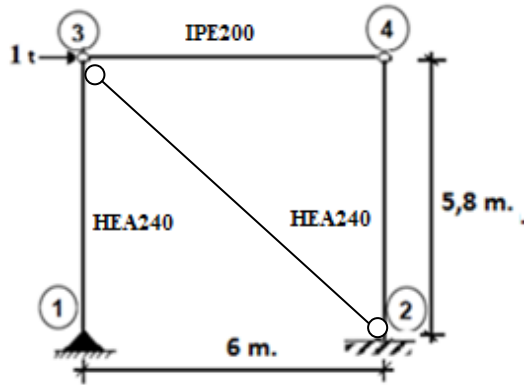
Nokta No.	Gazbetonlu Sistemin Deplasmanları (mm)
3	0,8
4	0,8

Nokta No.	Tuğlalı Sistemin Deplasmanları (mm)
3	1,13
4	1,13

Şekil 3.13. Bölüm 3.3.1. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.3.2. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Tam Duvarlı Sistem

Söz konusu sistem ile 3 ve 4nolu düğüm noktalarında meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.14.'de gösterilmiştir.



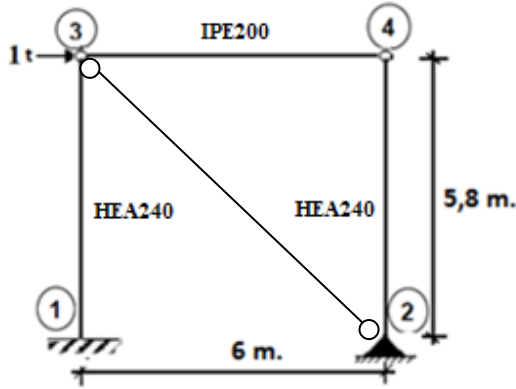
Nokta No.	Gazbetonlu Sistemin Deplasmanları (mm)
3	0,79
4	0,79

Nokta No.	Tuğlalı Sistem Deplasman (mm)
3	1,12
4	1,12

Şekil 3.14. Bölüm 3.3.2. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.3.3. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Tam Duvarlı Sistem

Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.15. gibi gerçekleşmiştir.



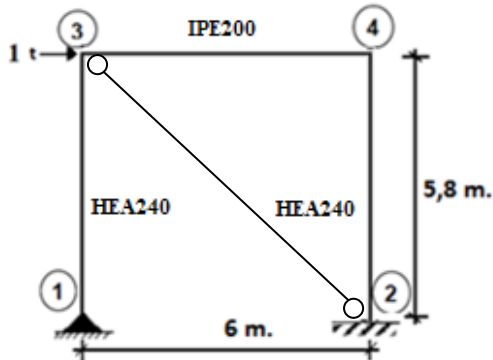
Nokta No.	Gazbetonlu Sistemin Deplasmanları (mm)
3	0,79
4	0,79

Nokta No.	Tuğlalı Sistemin Deplasmanları (mm)
3	1,12
4	1,12

Şekil 3.15. Bölüm 3.3.3. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.3.4. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastreli Tam Duvarlı Sistem

Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.16. gibi gerçekleşmiştir.



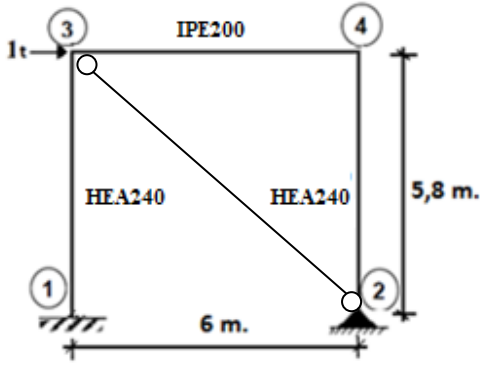
Nokta No.	Gazbetonlu Sistemin Deplasmanları (mm)
3	0,79
4	0,78

Nokta No.	Tuğlalı Sistemin Deplasmanları (mm)
3	1,11
4	1,11

Şekil 3.16. Bölüm 3.3.4. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.3.5. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli Tam Duvarlı Sistem

Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.17.'de gösterilmiştir.



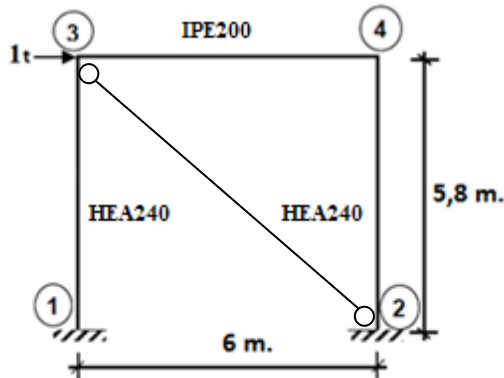
Nokta No.	Gazbetonlu Sistemin Deplasmanları (mm)
3	0,79
4	0,78

Nokta No.	Tuğlalı Sistemin Deplasmanları (mm)
3	1,11
4	1,11

Şekil 3.17. Bölüm 3.3.5. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.3.6. İki Bölümü de Ankastre Mesnetli Tam Duvarlı Sistem

Söz konusu sistem ile 3 ve 4 nolu düğüm noktalarında meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.18. gibi gerçekleşmiştir.



Nokta No.	Gazbetonlu Sistemin Deplasmanları (mm)
3	0,78
4	0,77

Nokta No.	Tuğlalı Sistemin Deplasmanları (mm)
3	1,08
4	1,07

Şekil 3.18. Bölüm 3.3.6. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.3.7. Tam Dolgu Duvarlı Sistemlerin Değerlendirmesi

Tam dolgu duvarlı sistemin 6 farklı mesnet koşuluna göre yapılan çalışmalarında çeşitli sonuçlara varılmıştır. Söz konusu durumları özetlemek gerekirse:

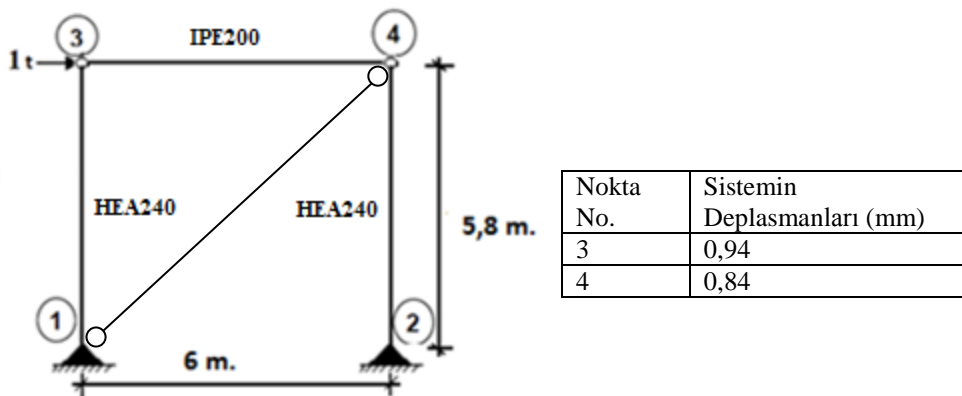
- Tam gazbetonlu olarak tasarlanan sistemlerin, tam tuğlalı olarak oluşturulan sistemlere göre %28 oranında daha az ötelenme yaptığı,
- Sistemin mafsallı olup olmadığının, yatay deplasmanlar yönünden herhangi bir etkisinin olmadığı,
- Beklendiği gibi en az yatay ötelenme hareketini iki bölümüne ankastre olarak tasarlanmış sistemde gerçekleştiği belirlenmiştir.

3.4. Ebatları 2L 50X5/50 Olan Çelik Profilli Sistem

Bu sefer 6 farklı mesnet koşuluna göre, aynı profillerile 2L 50X5/50 ebatlarındaki çelik profilli sistem çözülmüştür. 2L 50X5/50 ebatlarındaki çelik profiller sisteme çekme çubuğu olarak yerleştirilmiş ve hesaplama yapılmıştır.

3.4.1. İki Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Çelik Profilli Sistem

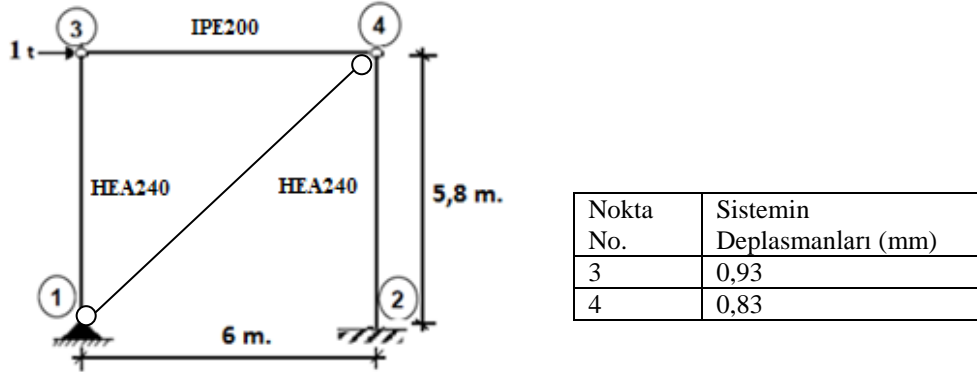
Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.19.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.19. Bölüm 3.4.1. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.4.2. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Çelik Profilli Sistem

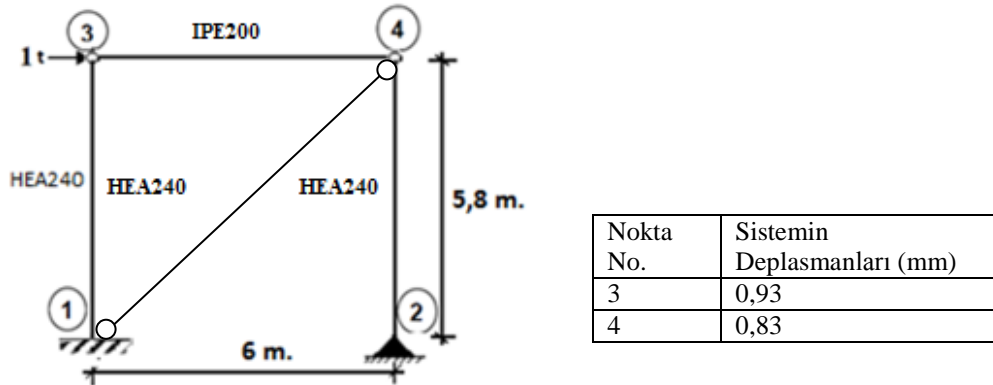
Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.20.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.20. Bölüm 3.4.2. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.4.3. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli ve Kiriş Bölgelerinde Mafsallı Çelik Profilli Sistem

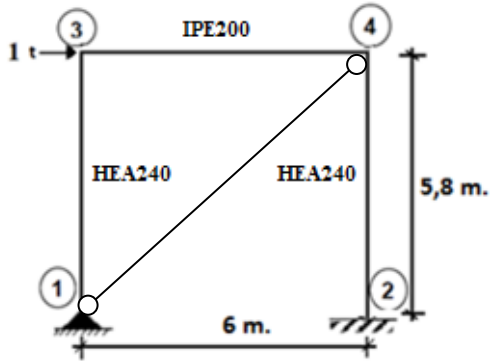
Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.21. gibi gerçekleşmiştir.



Şekil 3.21. Bölüm 3.4.3. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.4.4. Sol Bölümü Sabit Mesnetli, Sağ Bölümü Ankastre Mesnetli Çelik Profilli Sistem

Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.22. gibi gerçekleşmiştir.

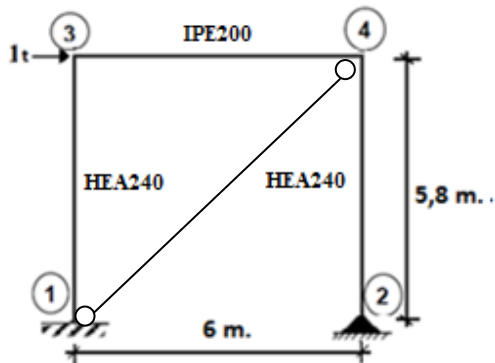


Nokta No.	Sistemin Deplasmanları (mm)
3	0,92
4	0,82

Şekil 3.22. Bölüm 3.4.4. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.4.5. Sol Bölümü Ankastre Mesnetli, Sağ Bölümü Sabit Mesnetli Çelik Profilli Sistem

Söz konusu sistem ile meydana gelen deplasmanlar Şekil 3.23. gibi gerçekleşmiştir.

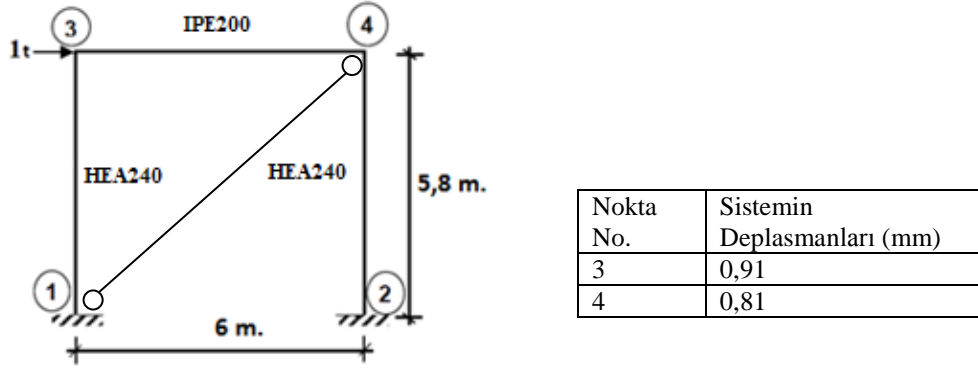


Nokta No.	Sistemin Deplasmanları (mm)
3	0,92
4	0,82

Şekil 3.23. Bölüm 3.4.5. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.4.6. İki Bölümü de Ankastre Mesnetli Çelik Profilli Sistem

Söz konusu sistem ile 3 ve 4 nolu düğüm noktalarında meydana gelen deplasman değerleri Şekil 3.24. gibi gerçekleşmiştir.



Şekil 3.24. Bölüm 3.4.6. Sisteminin Görünümü ve Deplasmanları

3.4.7. Çelik Profilli Sistemlerin Değerlendirmesi

Dolgu duvarlı sistemlerde olduğu gibi, bu seferde çelik profilli sistemin 6 farklı mesnet koşuluna göre yapılan çalışmalarında çeşitli sonuçlara varılmıştır. Söz konusu durumları özetlemek gerekirse:

- Çelik profilin çekme çubuğu olarak yerleştirilmesinden dolayı, 1 tonluk tekil yükün uygulandığı 3 nolu düğüm noktasında, 4 nolu düğüm noktasına göre daha fazla yatay ötelenme gerçekleştiği,
- Sistemin mafsallı olup olmadığının, yatay deplasmanlar yönünden herhangi bir etkisinin olmadığı,
- Beklendiği gibi en az yatay ötelenme hareketini iki bölümüne ankastre olarak tasarlanmış sistemde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Tüm bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar Çizelge 3.3.'de detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Oluşturulan Sistemlerin Ötelenme Miktarları

MESNET KOŞULLARI DÜĞÜM NOKTALARI	2 MESNET+ 2 MAFSALLI		1 MESNET 1 ANKASTRE+ 2 MAFSALLI (sağ ankastreli)		1 MESNET 1 ANKASTRE+ 2 MAFSALLI (sol ankastreli)		1 MESNET 1 ANKASTRE (sağ ankastreli)		1 MESNET 1 ANKASTRE (sol ankastreli)		2 BÖLÜMÜ ANKASTRELİ	
	3 (mm)	4 (mm)	3 (mm)	4 (mm)	3 (mm)	4 (mm)	3 (mm)	4 (mm)	3 (mm)	4 (mm)	3 (mm)	4 (mm)
BOŞ SİSTEM	labil	labil	112,09	111,99	111,99	111,99	37,39	37,32	37,38	37,36	22,46	22,41
YARIM GAZBETONLU	29,69	29,69	23,47	23,45	27,10	27,10	10,48	10,46	12,69	12,68	10,06	10,03
TAM GAZBETONLU	0,8	0,8	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,78	0,79	0,78	0,78	0,77
YARIM TUĞLALI	30,36	30,36	23,87	23,89	28,07	28,07	10,71	10,68	13,14	13,14	10,36	10,33
TAM TUĞLALI	1,13	1,13	1,12	1,12	1,12	1,12	1,11	1,11	1,11	1,11	1,08	1,07
2L 50X5/50 ÇELİKLİ	0,94	0,84	0,93	0,83	0,93	0,83	0,92	0,82	0,92	0,82	0,91	0,81

3.5. Dolgu Duvarların Taşıma Kapasitesi Hesabı

Kesme kuvvetlerine göre dayanım hesapları; Duvarın kusursuz işçilikle örüldüğünü ve malzemenin kusursuzca imal edildiğini varsaydığımızda kesme kuvveti denklem 3.4'e göre hesaplanır.

$$R_s = A_n * F_v \quad (3.4)$$

Eğer $F_x < R_s$ ise dolgu duvar yatay kesme kuvvetine dayanıklıdır.

Burada;

A_n : Dolgu duvarın uzunluğu boyunca dolgunun net kesit alanı

F_v : Dolgu duvarın kesme dayanımı

F_x : Sistemde oluşan yatay kesme kuvveti

Kesme kuvvet kapasitesi ise denklem 3.5'e göre hesaplanır.

$$P = f_m * w_{inf} * t_{inf} \quad (3.5)$$

$$P = f_m * w_{inf} * t_{inf} = 35 * 12,5 * 55,68 = 24.360 \text{ kg}$$

dolgu duvarın diyagonal olarak taşıma kapasitesidir.

Gazbeton için çekme dayanımı hesabı ise denklem 3.6'ya göre hesaplanır.

$$f_t = 0,5187 * f_m * \left(\frac{P}{f_m * b * t_{inf} - 1,683 * P} \right) \quad (3.6)$$

$$f_t = 0,5187 * 35 * \left(\frac{24360}{35 * 600 * 12,5 - 1,683 * 24360} \right) = 1,997 \text{ kg/cm}^2$$

Çekme mukavemetini kayma mukavemetine eşit kabul edersek, duvarın dayanabileceği max. kesme kuvveti;

$$R_s = 12,5 * 600 * 1,997 = 14.974 \text{ kg}$$

Bu kesme kuvvetini oluşturacak diyagonal basınç kuvveti ise;

$$F_R = \frac{14974}{\cos(44,03)} = 20.827 \text{ kg}$$

Aynı hesaplamalar tuğla için yapılmış ve gazbeton ile karşılaştırması Çizelge 3.4'de sunulmuştur.

Çizelge 3.4. Gazbeton ve Tuğla Dolgu Duvarın Taşıma Kapasitesi

Değerler Dolgu malzemesi	P(Basınç Taşıma Kapasitesi)	f _t (çekme dayanımı)	R _s (Dolgu Duvarın Kesme Kuvveti)	F _R (Dolgu Duvardaki Diyagonal Basınç Kuvveti)
Gazbeton	24.360 kg	1,99 kg/cm ²	14.974 kg	20.827 kg
Tuğla	36.785 kg	2,14 kg/cm ²	24.373 kg	33.900 kg

Her iki duvarda da 1.000 kg yatay yük altında $F_x < R_s$ olduğu için dolgu duvar yatay kesme kuvvetine dayanıklıdır. Ancak tuğlanın taşıma kapasitesi %51, çekme dayanımı %7, kesme kuvveti dayanımı ve diyagonal basınç kuvveti ise %63 oranında gaz betona göre daha yüksektir.

4. DOLGU DUVARLI ÇERÇEVE AHIR SİSTEMİ

Bu çalışmamızda 20 m açıklıklı, 30 m uzunluğunda, 6,00 m yüksekliğinde kolon ve 2,50 m orta yükseklikten oluşan bir sistem çözülecektir. Yüklerin seçiminde, boyutlandırma ve detaylandırmada TS498 ve TS648'den yararlanılacaktır.

4.1. Sisteme Ait Bilgiler

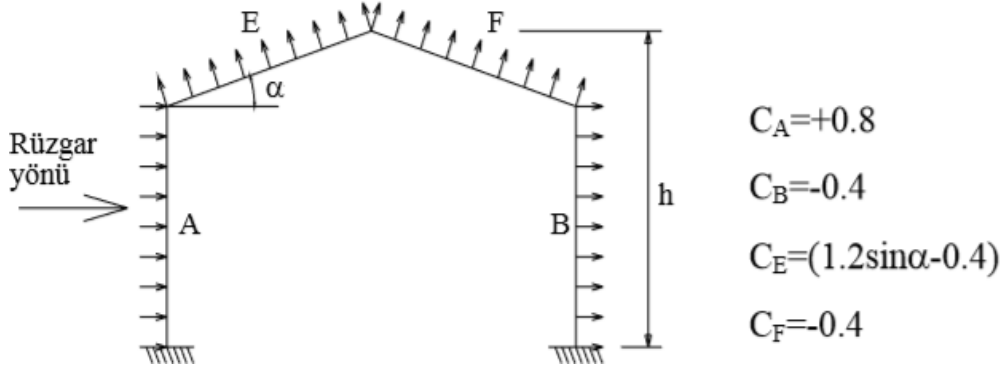
- Sistem şekli : Çerçeve (makas ve kolon)
- Malzeme : ST37(kolon ve makasta)
- Birleşim aracı : Kaynak(makas, kolon ve temelde), Bulon(temelde)
- Kaplama malzemesi : Alüminyum sac levha $t=0.7\text{mm}$

4.2. Makasa Ait Bilgiler

- Makas aralığı (L) : 6,00 m
- Makas açıklığı (Lm) : 20,00 m
- Aşık sayısı : 18
- Aşık aralığı : 1,25 m
- Makas orta yüksekliği : 250 cm
- Çatı eğimi : 14.04°

4.3. Yük Analizi

Çatı örtüsü öz ağırlığı	=5,00 kg/m ²
Kar yükü (TS498 e göre Kırıkkale 2.Kar bölgesi; H=700m)	=75,00 kg/m ²
Rüzgâr yükü hesabı $P=Cxq$, $h=8,50 \Rightarrow$	$q_i=50,00 \text{ kg/m}^2$



Şekil 4.1. TS498'e Göre Rüzgar Yüğü Hesabı

$$\begin{aligned}
 \text{E düzleminde } P_{re} &= C_e * q = (1,2 \sin \alpha - 0,4) * q = (1,2 * 0,243 - 0,4) * 50 &= -5,42 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{F düzleminde } P_{rf} &= C_f * q = (-0,4) * q = (-0,4) * 50 &= -20,00 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{A düzleminde } P_{ra} &= C_a * q = (0,8) * q = (0,8) * 50 &= 40,00 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{B düzleminde } P_{rb} &= C_b * q = (-0,4) * q = (-0,4) * 50 &= -20,00 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Çatı makaslarına etkiyen çatı kaplama yükü:

$$\text{Çatı örtüsü} = 5 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow g = 5 * 6,00 = 30,00 \text{ kg/m}$$

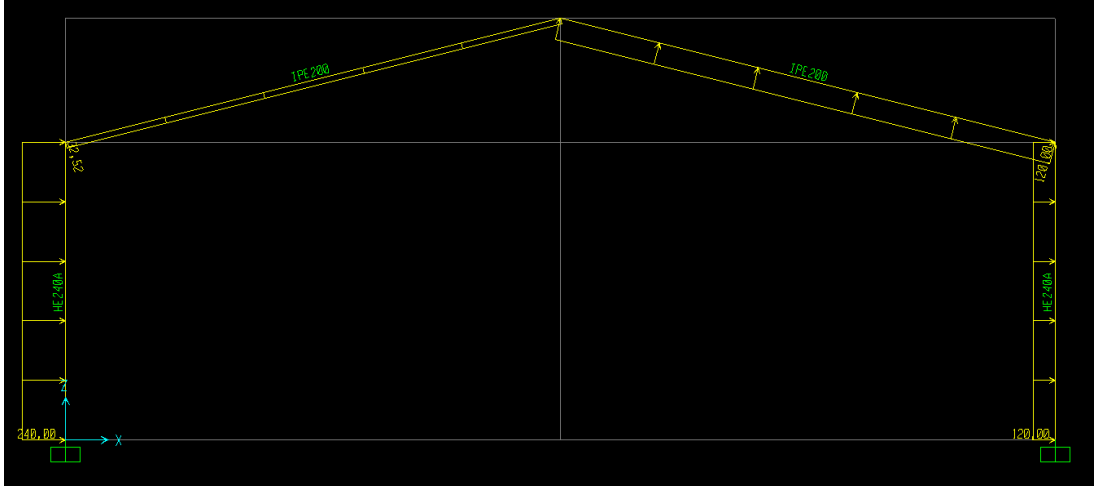
Çatı makaslarına etkiyen kar yüklemesi:

$$k = 75 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow k = 75 * 6,00 = 450,00 \text{ kg/m}$$

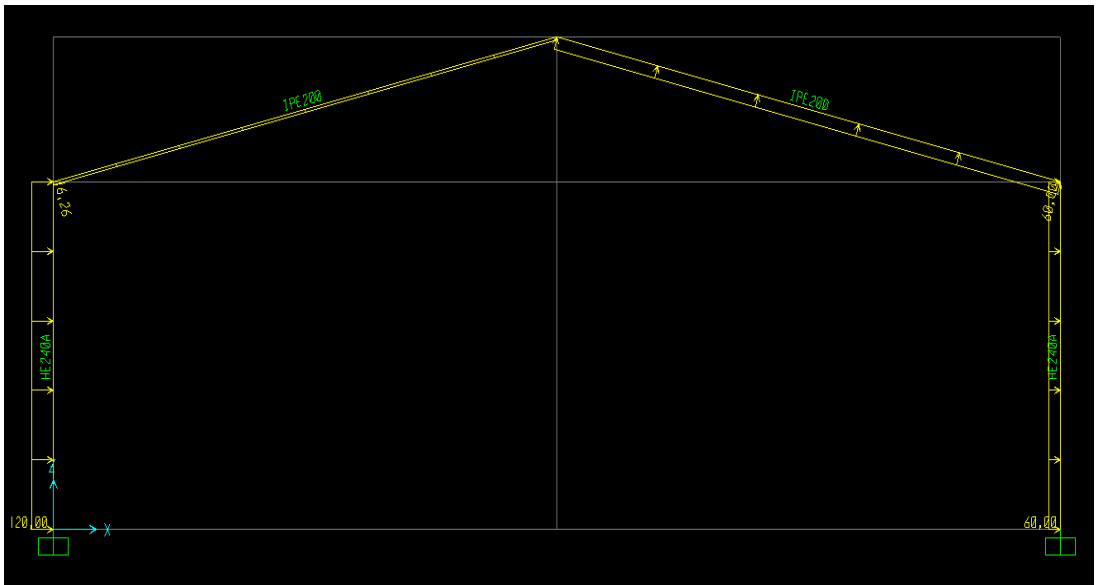
Kolon ve çatı makaslarına etkiyen rüzgâr yüklemesi:

$$\begin{aligned}
 r_E &= P_{we} = P_{re} * L = -5,42 * 6,00 = -32,52 \text{ kg/m} \\
 r_F &= P_{wf} = P_{rf} * L = -20,00 * 6,00 = -120,00 \text{ kg/m} \\
 r_A &= P_{wa} = P_{ra} * L = 40,00 * 6,00 = 240,00 \text{ kg/m} \\
 r_B &= P_{wb} = P_{rb} * L = -20,00 * 6,00 = -120,00 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Söz konusu rüzgâr yükleri x yönünde sisteme atanmıştır. Bu atama sırasında orta bölümde bulunan kolon ve makaslara yukarıda belirtilen yükleme miktarları atanırken, kenarlarda bulunan kolon ve makaslara ise belirtilen değerlerin yarısı oranında yük ataması yapılmış olup, bu yüklemeler Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.'de gösterilmiştir.



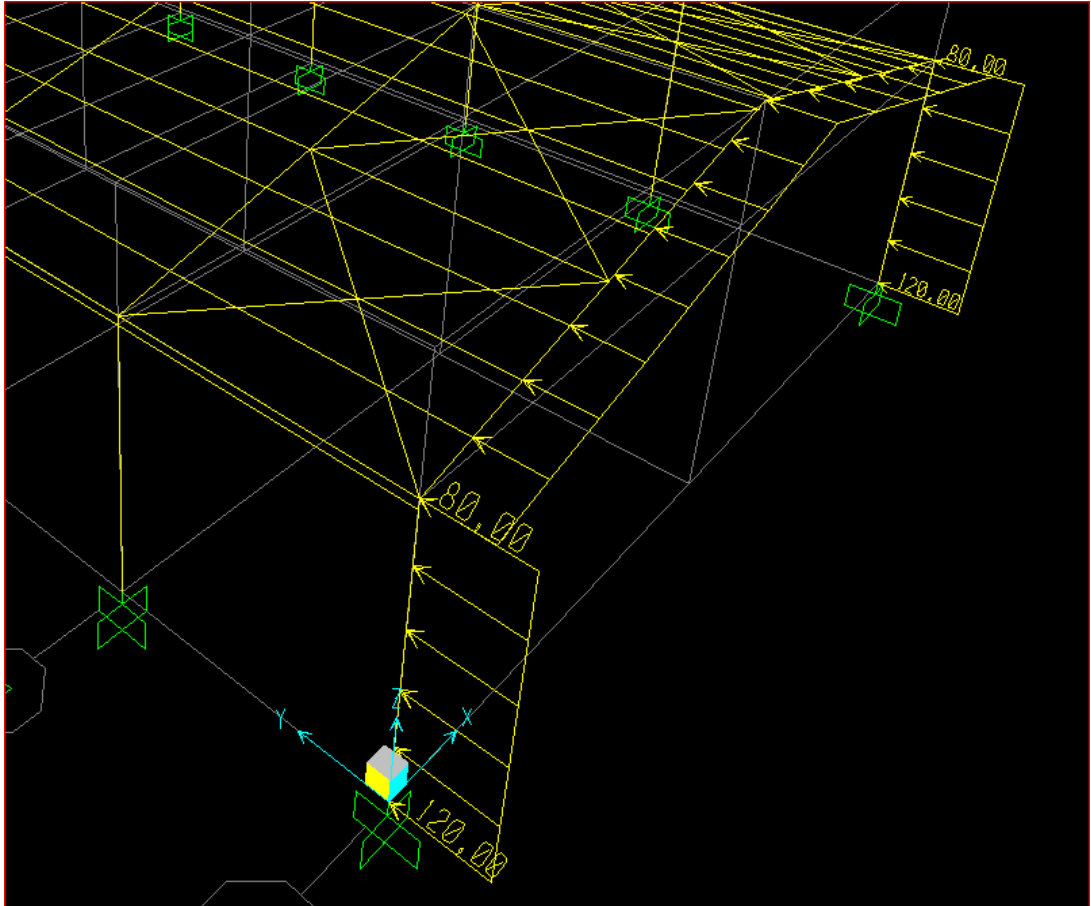
Şekil 4.2. Orta Bölümde Bulunan Kolon ve Makaslar



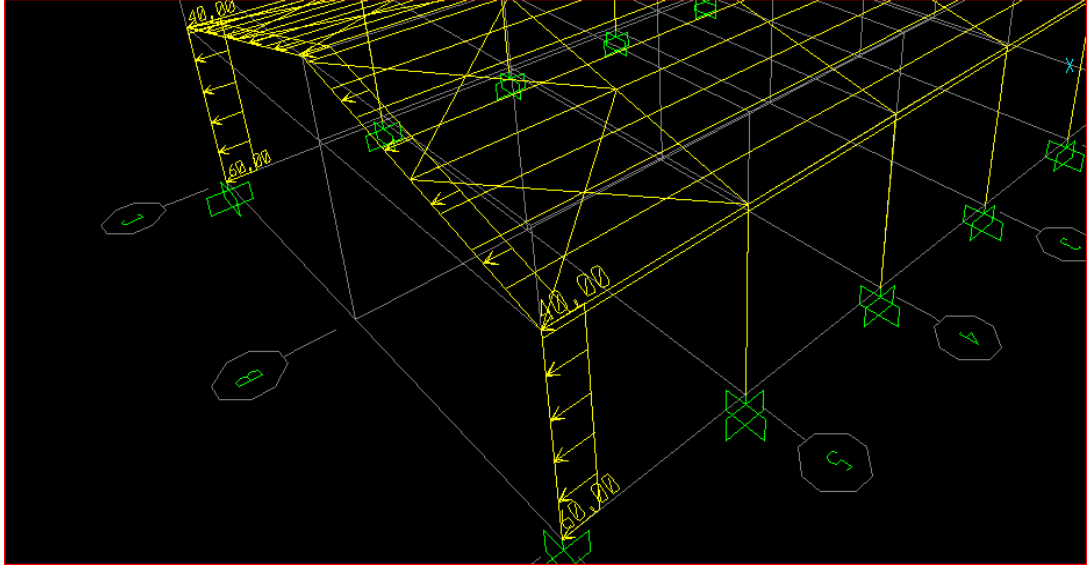
Şekil 4.3. Kenar Bölümde Bulunan Kolon ve Makaslar

Y yönünde etkiyen rüzgâr yükü için ise TS498'e göre hesaplanan rüzgâr yükü hesap değerleri kullanılmıştır. Ancak kolon ve makaslara etkiyen rüzgâr yüklemesi için etki alanları hesaplanmıştır. Buna göre kolonların etki alanı 3 m, makasların ise 2 m olarak alınarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak X yönü için A düzlemine etkiyen 40 kg/m^2 rüzgâr kuvvetinin, B düzleminde neden olduğu 20 kg/m^2 lik emme kuvveti değeri, rüzgâr yönü olan kolon bölgelerine 120 kg/m basınç, 60 kg/m emme yüklemesi oluştururken, makaslarda ise 80 kg/m basınç, 40 kg/m emme yüklemesi oluşturur. Bu yüklemeler Şekil 4.4. ve Şekil 4.5.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Y Doğrultusundaki Kolon ve Makaslardaki Basınç Yüklemesi



Şekil 4.5. Y Doğrultusundaki Kolon ve Makaslarda Rüzgar Nedeniyle Oluşan Emme Yükleme

4.4. İlk Planlanan Sistem

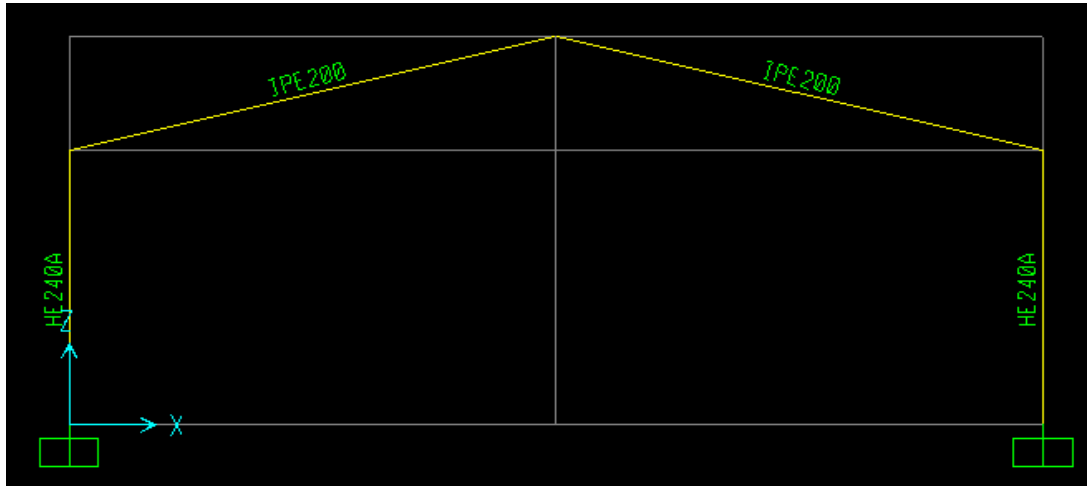
Öncelikle bir önceki bölümde yapılan çalışmalar doğrultusunda, aynı profiller seçilerek, belirtilen yükler altında ideal taşıyıcı sistem tasarımı yapılmıştır. Bunun için kolonlarda HEA240 kullanılırken, kiriş eleman ise IPE200 seçilmiştir. Sistemde makas elemanlarda IPE200 seçilmiş olup, aşık elemanlar için ise IPE140 profiller kullanılmıştır.

Sistem belirtilen profiller ve yükler altında tasarlanmış, kesit yeterlilikleri kontrol edilmiştir.

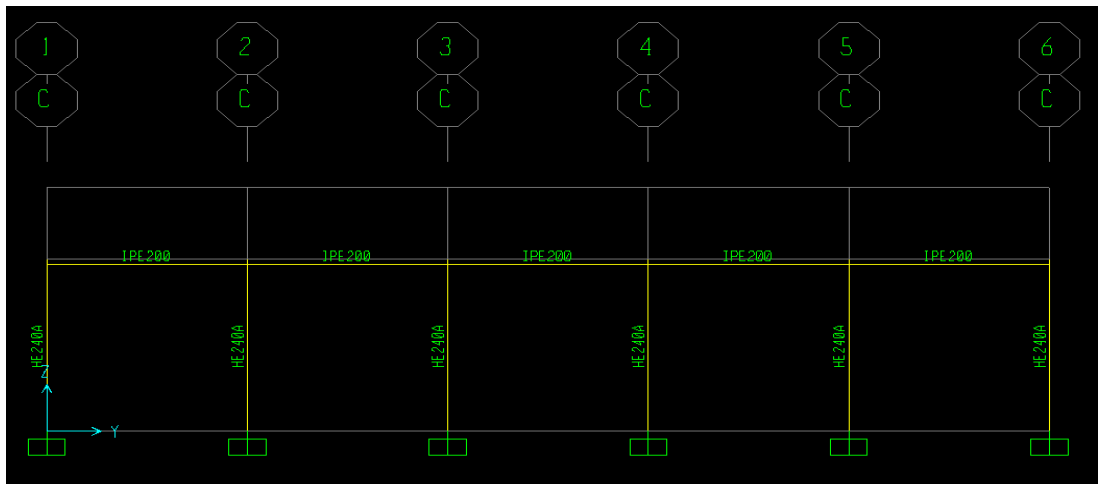
Sistemin çeşitli görüşleri Şekil 4.6.-4.9.'da, oluşturulan bu sistemin metraj değerleri ise Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. İlk Planlanan Sistemin Profil Metraji

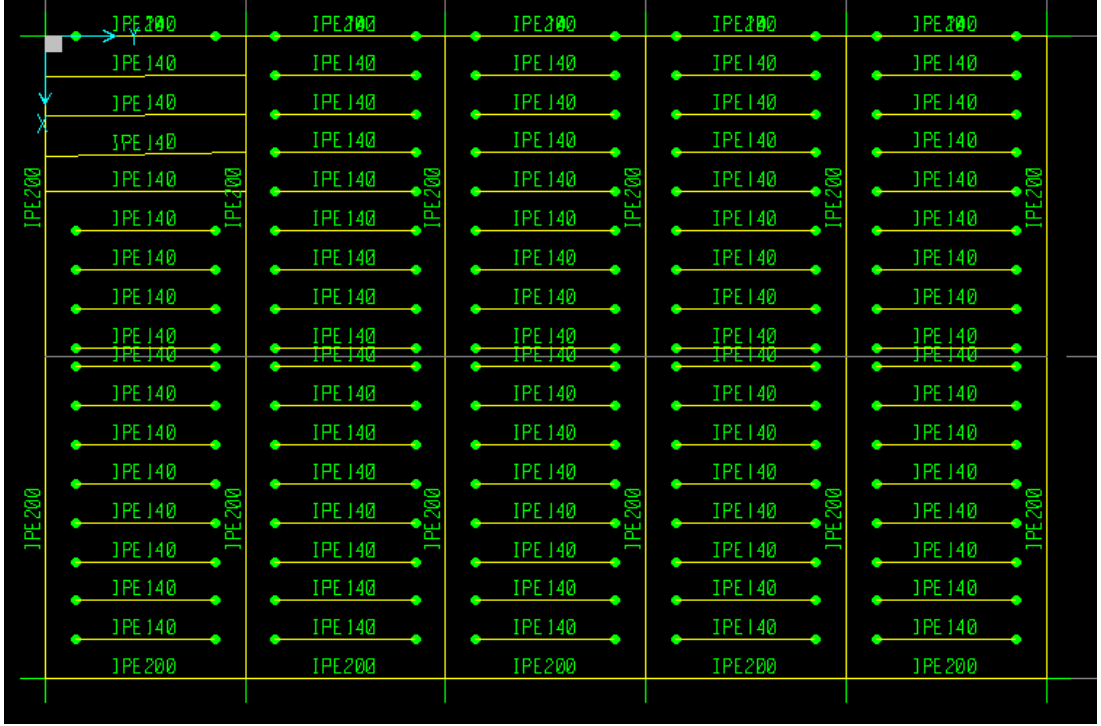
İLK PLANLANAN SİSTEM					
	PROFİLLER	ADET	UZUNLUK(m)	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	TOPLAM(kg)
KOLON	HEA240	12	6,00	60,30	4341,60
MAKAS	IPE200	12	10,30	22,40	2770,79
KİRİŞ	IPE200	10	6,00	22,40	1344,00
AŞIK	IPE140	18	30,00	12,90	6966,00
TOPLAM	-	-	-	-	15422,39



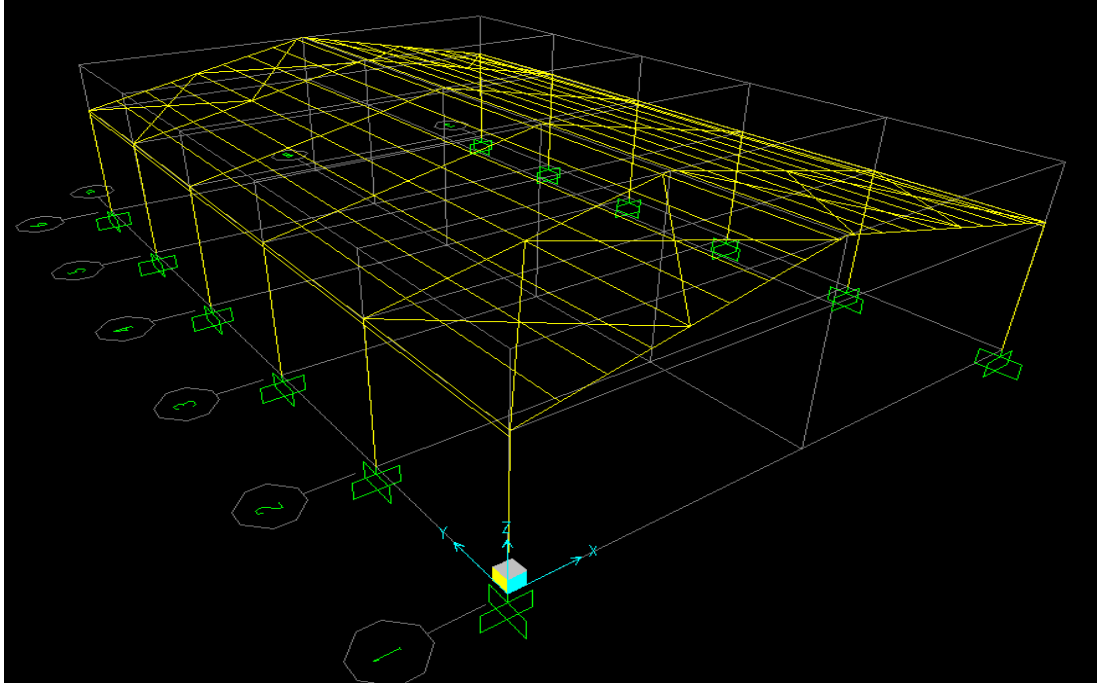
Şekil 4.6. İlk Planlanan Sistemin Kesit Görünümü



Şekil 4.7. İlk Planlanan Sistemin Yan Görünüşü



Şekil 4.8. İlk Planlanan Sistemin Plan Görünümü



Şekil 4.9. İlk Planlanan Sistemin 3 Boyutlu Görünümü

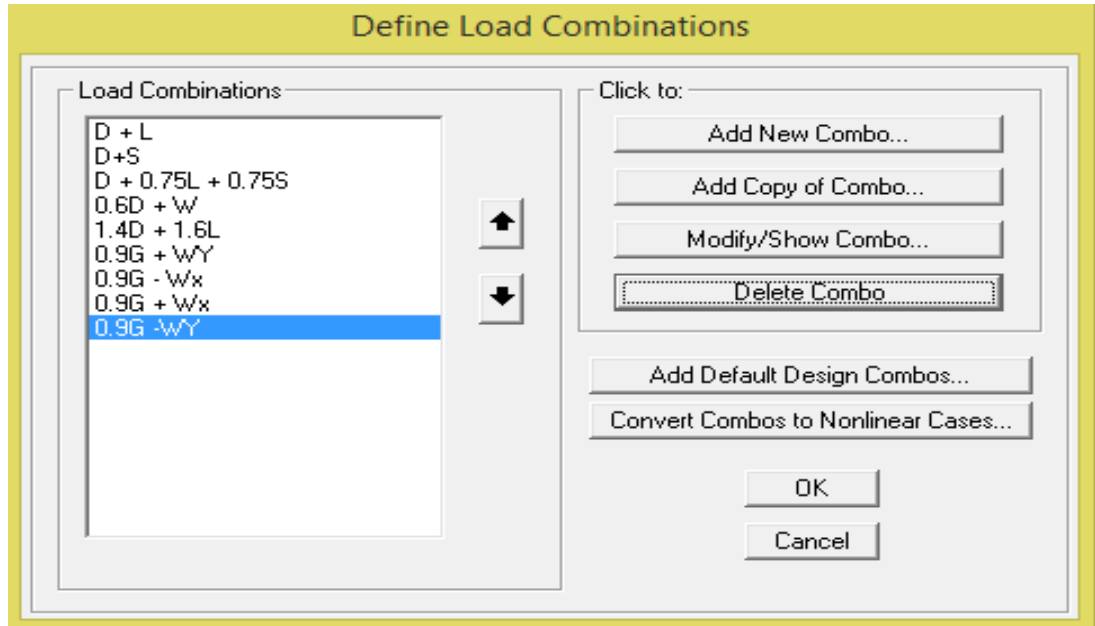
4.4.1. Yük Kombinasyonları

Yük ve yükleme kombinasyonları inşaatın yapım aşamasındaki ve yapımdan sonraki dönemdeki maruz kalacağı yüklerin gerçeğe uygun olarak yapıya etkilmesi ve yapının mühendisliğin şartı olan en ekonomik ve en güvenli yapı şartlarına uygun olarak tasarlanması için kullandığımız farklı yüklerin farklı katsayılarla bir arada yapıya etkilmesidir.

Yük Tanımları:

- D : Ölü Yük
- L : Hareketli Yük
- W : Rüzgâr Yükü
- S : Kar Yükü

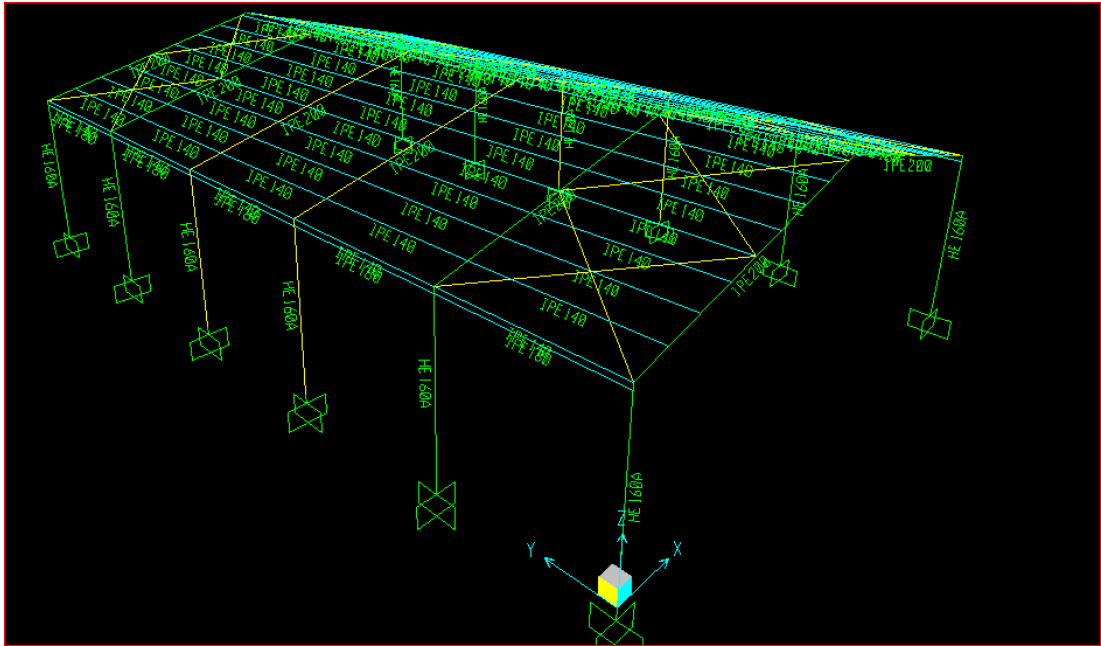
Olmak üzere tanımlanan kombinasyonlar Şekil 4.10.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. SAP2000 Programında Tanımlanan Kombinasyonlar

4.4.2. Yeniden Planlanan Duvarsız Sistemin Analiz Sonuçları

Belirtilen sistem SAP2000 programı ile analiz edilmiştir. Tanımlanan yükler altında analiz sonuçları değerlendirilmiş, buna göre profiller yeniden boyutlandırılmıştır. Duvarsız olarak yapılan bu ilk çalışma sonuçları Şekil 4.11., Şekil 4.12. ve Çizelge 4.2.'de sunulmuştur.



Şekil 4.11. Yeniden Planlanan Duvarsız Sistemin 3 Boyutlu Görünümü

Çizelge 4.2. Yeniden Planlanan Duvarsız Sistemin Profil Metrajı

DUVARSIZ SİSTEM					
	PROFİLLER	ADET	UZUNLUK(m)	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	TOPLAM(kg)
KOLON	HEA160	12	6,00	30,40	2188,80
MAKAS	IPE200	12	10,30	22,40	2770,79
KİRİŞ	IPE180	10	6,00	18,80	1128,00
AŞIK	IPE140	18	30,00	12,90	6966,00
TOPLAM	-	-	-	-	13.053,59



Şekil 4.12. Yeniden Planlanan Duvarsız Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yüğü İle Yatay Ötelenmesi (mm)

4.5. Sistemin Duvarlı Analiz Sonuçları

Söz konusu sistem uzun doğrultuda bulunan 2 cephesi de elde edilen sonuçlar ışığında tam tuğla duvarlı olarak çözülmüştür. Burada tuğla duvarlar için daha öncede kullanılan eşdeğer basınç çubuğu yöntemi kullanılmıştır. Yalnız burada profiller değiştiği için söz konusu basınç çubuğunun genişliği değişecektir. Buna göre denklem 4.1-4.3 kullanılmıştır.

$$W_{ef} = 0.175 * (\lambda * h_{net})^{-0.4} * (h_{net}^2 + L_{net}^2)^{1/2} \quad (4.1)$$

$$\lambda = [(E_m * t * \sin 2\theta) / (4 * E_s * I_c * h_{net})]^{1/4} \quad (4.2)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{h_{net}}{L_{net}}\right) \quad (4.3)$$

Burada;

t: Dolgu duvar kalınlığı

W_{ef} : Efektif duvar genişliği

E_m : Dolgu duvar elastisite modülü

E_s : Çerçevenin elastisite modülü

h_{net} : Net duvar yüksekliği

L_{net} : Net açıklık

θ : Dolgu duvar basınç çubuğunun yatayla yaptığı açı

I_c : Kolonların eylemsizlik momenti'ni gösterir. Formülde yerine koyduğumuzda;

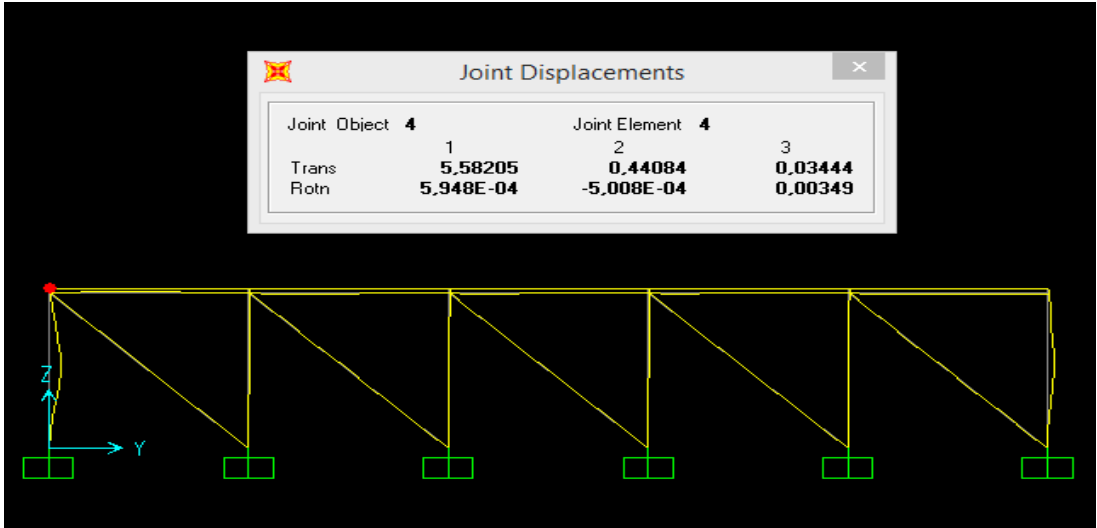
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{h_{net}}{L_{net}}\right) \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{580}{600}\right) \Rightarrow \theta = 44,029^\circ$$

$$\lambda = [(E_m * t * \sin 2\theta)/(4 * E_s * I_c * h_{net})]^{1/4}$$

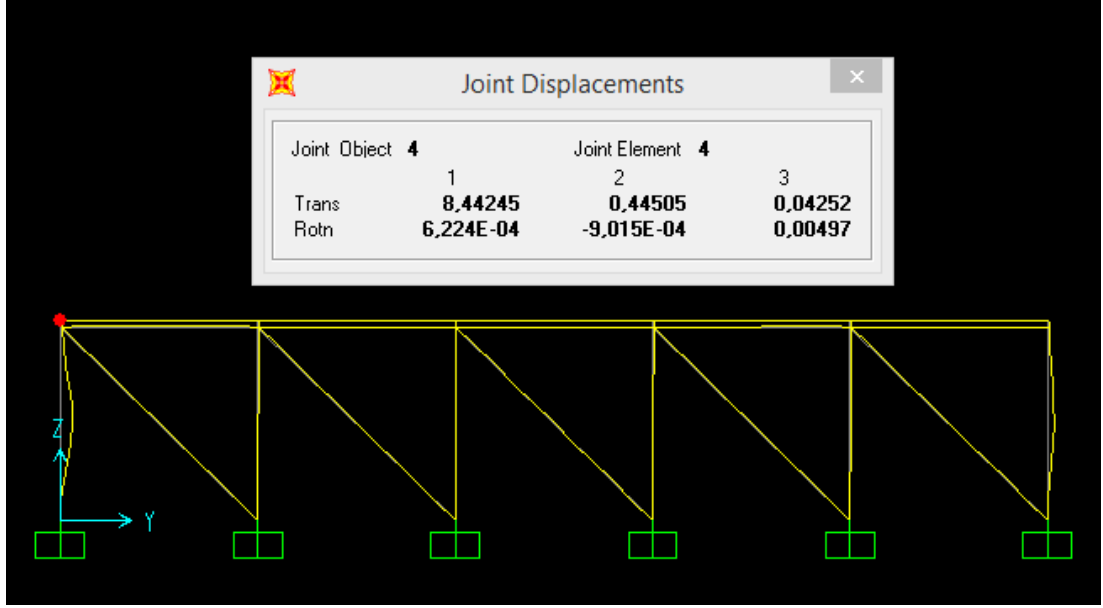
$$\lambda = [(10.000*19*\sin(2*44,029))/(4*2100000*1030*580)]^{1/4} \Rightarrow \lambda = 0,01395$$

$$W_{ef} = 0.175 * (\lambda * h_{net})^{-0.4} * (h_{net}^2 + L_{net}^2)^{1/2}$$

$$W_{ef} = 0.175*(0,01395*580)^{-0.4}*(580^2+600^2)^{1/2} \Rightarrow W_{ef} = 63,28 \text{ cm} = 0,633 \text{ m}$$



Şekil 4.13. Duvarlı Sistemin Profilleri Değiştirilmeden Önce Y Yönündeki Rüzgar Yüğü İle Yatay Ötelenmesi (mm)



Şekil 4.14. Duvarlı Sistemin Profilleri Değiştirildikten Sonra Y Yönündeki Rüzgar Yükü İle Yatay Ötelenmesi(mm)

Duvarsız olarak tasarlanan sistemdeki 4 numaralı düğüm noktasında Y yönündeki rüzgâr yükünden dolayı 43,29 mm ötelenmeye maruz kalırken, aynı profiller ile duvarlı sistemin ötelenmesi Şekil 4.13.'de görüleceği üzere 0,4408 mm, duvar etkisinden dolayı profillerde meydana gelen küçültmelerden sonra sistemin ötelenmesi ise 0,4450 mm olduğu Şekil 4.14.'de gösterilmiştir. Duvarlı olarak tasarlanan sistemin metraj değişimi ise Çizelge 4.3.'de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Duvarlı Sistemin Profil Metrajı

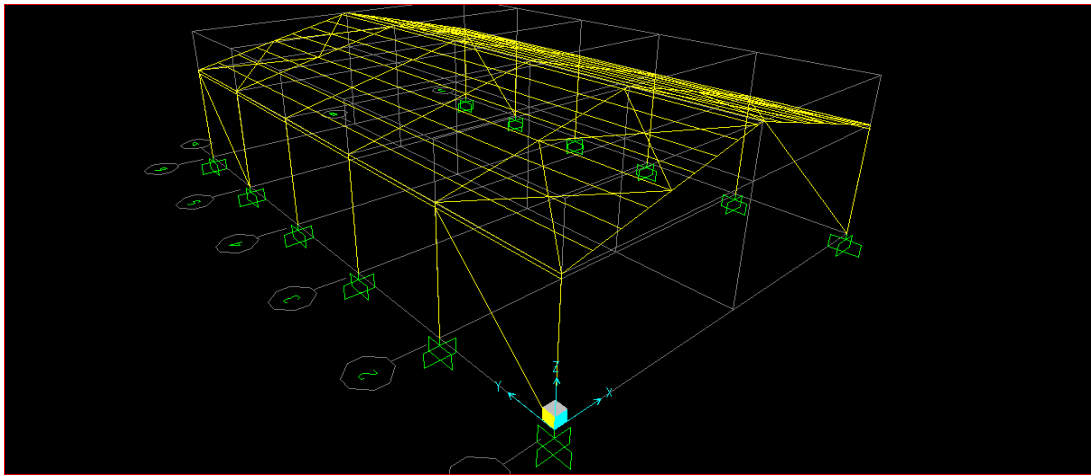
DUVARLI SİSTEM					
	PROFİLLER	ADET	UZUNLUK(m)	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	TOPLAM(kg)
KOLON	HEA140	12	6,00	24,70	1778,40
MAKAS	IPE180	12	10,30	18,80	2325,48
KİRİŞ	IPE180	10	6,00	18,80	1128,00
AŞIK	IPE140	18	30,00	12,90	6966,00
TOPLAM	-	-	-	-	12197,88

Duvar etkisi sadece Y yönünde ötelemeyi sınırlamakla kalmayıp, Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3. karşılaştırıldığı zaman görüleceği üzere sistemin profil kesitlerinde değişmeye neden olmaktadır. Duvarsız olarak planlanan sistemde kolon boyutları HEA160 iken, duvarlı sistemde HEA140 profil sistemi güvenle taşıyabilmektedir. Aynı şekilde duvarsız sistemde makaslar IPE200 olmasına rağmen, duvarlı olarak tasarlanan ahır sisteminde ise IPE180 profiller yeterli olmaktadır.

Söz konusu durum neticesinde, duvarsız olarak tasarlanan ahır modelimizde toplamda 13053,59 kg (13,05 ton) çelik profil kullanılırken, duvarlı olarak planlanan sistemde ise toplamda 12197,88 kg (12,20 ton) çelik profil kullanılmaktadır. İki sistem arasında 855,71 kg (0,85 ton) fark olduğu görülmektedir.

4.6. Sistemin Duvarsız 2L70x7/10/ Profillerle Analizinin Sonuçları

Öncelikle duvarsız olarak planlanan sistemin, kenar kolon aralarına 2L 50X5/50 ebatlarında ki profiller ile çözümü yapılmış, ancak tanımlanan yükler altında kesit yetersiz olduğu için, 2L70x7/10/ ebatlarındaki çelik profiller bağlantı elemanı olarak kullanılarak çözüm yapılmıştır. Söz konusu sistemin görünümü Şekil 4.15.'de, Y yönündeki rüzgâr yükü ile oluşan yatay ötelenmesi 0,416 mm ise Şekil 4.16.'da sunulmuştur.



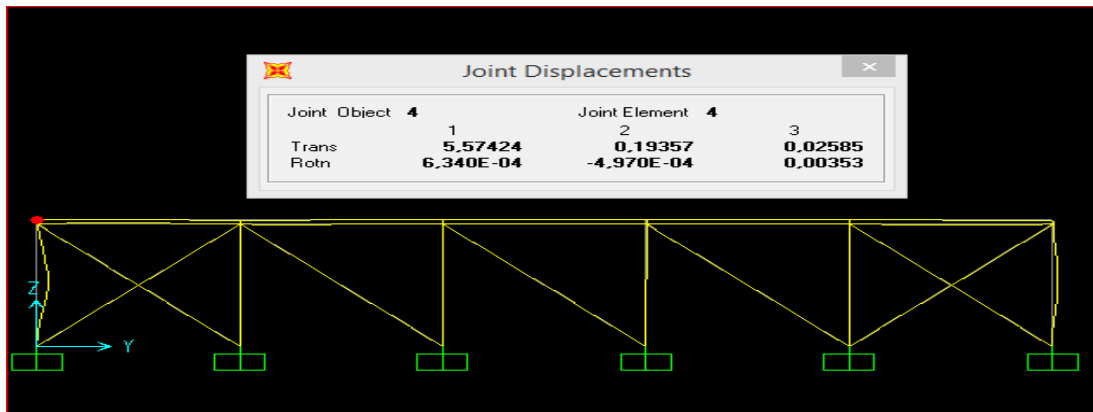
Şekil 4.15. Sistemde ki 2L70x7/10/ Bağlantı Elemanlarının Görünümü



Şekil 4.16. Bağlantı Elemanı 2L70x7/10/ Olan Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yükü İle Yatay Ötelenmesi(mm)

4.7. Sistemin Duvarlı ve 2L70x7/10/ Profillerle Analizinin Sonuçları

Aynı profil ölçüleri ile duvarlı olarak planlanan sistem, kenar kolon aralarına duvar yerine kullanılan diyagonal basınç çubuklarına çapraz şekilde yerleştirilen 1 adet 2L70x7/10/ bağlantı elemanı ile çözüm yapılmıştır. Y yönündeki rüzgâr yükü ile oluşan yatay ötelenmesi 0,193 mm olarak bulunmuştur olup, Şekil 4.17.'de gösterilmiştir. Söz konusu durum neticesinde oluşan yatay deplasman değerlerinin, bölüm 4.6'da çözülen sistemin çift ve çapraz şekilde yerleştirilmiş 2L70x7/10/ profil ile çözülmesi durumu ile yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.



Şekil 4.17. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yükü İle Yatay Ötelenmesi (mm)

4.8. Tasarlanan Sistemlerin Değerlendirilmesi

Bu bölümde duvarsız, dolgu duvarlı, bağlantı elemanlı, dolgu duvar ve bağlantı elemanı bir arada olmak üzere tasarlanarak çözülmüş olan sistemlerin yatay deplasmanları ve metraj değişimleri ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Duvarsız ve duvarlı olarak tasarlanan sistemlerin metraj karşılaştırması Çizelge 4.4.'de, oluşturulan sistemlerin yatay ötelenme karşılaştırmaları ise Çizelge 4.5.'de detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Duvarsız ve Duvarlı Sistem Metraj Karşılaştırması

	İLK OLARAK PLANLANAN DUVARSIZ SİSTEM	YENİDEN PLANLANAN DUVARSIZ SİSTEM	DUVARLI SİSTEM
KOLON	HEA240	HEA160	HEA140
MAKAS	IPE200	IPE200	IPE180
KİRİŞ	IPE200	IPE180	IPE180
AŞIK	IPE140	IPE140	IPE140
TOPLAM AĞIRLIK (kg)	15.422,39	13.053,59	12.197,88

Çizelge 4.5. Duvarsız, Duvarlı ve Bağlantı Elemanlı Sistemlerin Yatay Ötelenmelerinin Karşılaştırması

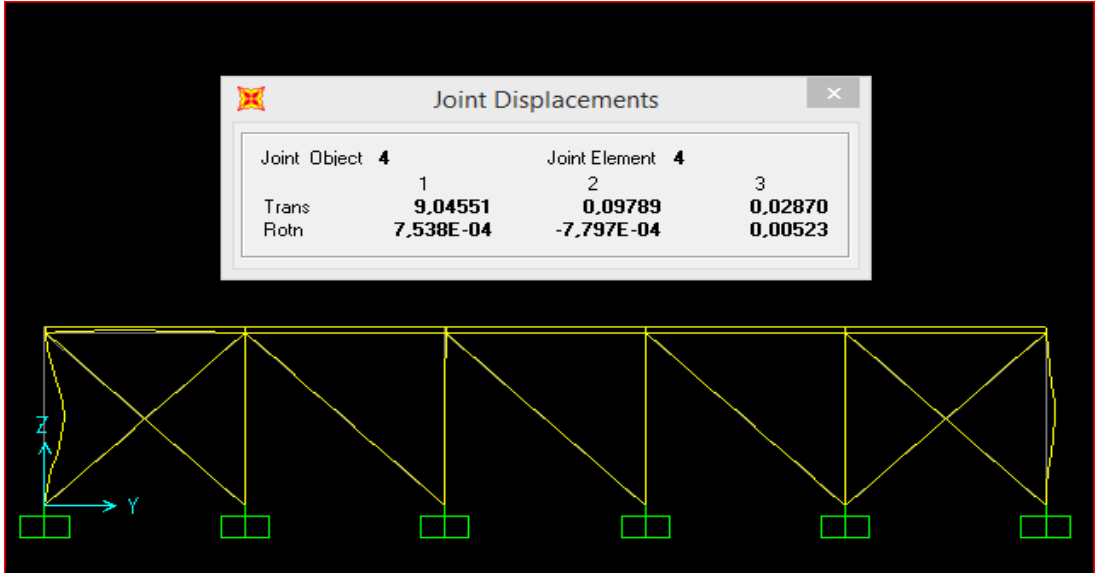
	DUVARSIZ SİSTEM	DUVARLI SİSTEM	PROFİLLERİ KÜÇÜLTÜLMÜŞ DUVARLI SİSTEM	2L70x7/10/ BAĞLANTI ELEMANLI SİSTEM	2L70x7/10/ BAĞLANTI ELEMANLI VE DUVARLI SİSTEM
4 NOLU DÜĞÜM NOKTASINDA YATAY DEPLASMAN (mm)	43,29	0,441	0,445	0,416	0,193

5. DUVARLI VE ÇELİK PAYANDALI SİSTEMİN FARKLI AÇIKLIK VE YÜKSEKLİKLER İLE ÇÖZÜMÜ

Görüldüğü üzere 4.7 bölümünde oluşturulan sistem yatay ötelenmeler yönünden optimum koşullar sağlamıştır. Bu sebepten dolayı, bu bölümde söz konusu sistem farklı açıklıklar ve yükseklikler altında çözülmüştür. Söz konusu durum neticesinde oluşan yatay deplasmanlar ve profil kesitlerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

5.1. Açıklığı 15 Metre Olan Sistem

Daha önce tasarlanmış olan hayvan barınağından farklı olarak, burada 20 metre olan açıklık 15 metreye düşürülmüştür. Aşık aralıkları 1,25 metre olarak sabit tutulmuş, bu nedenden dolayı aşık adeti azalmıştır. Aynı yükler altında sistemin deplasman değerleri ve metraj tabloları Şekil 5.1. ve Çizelge 5.1.'de gösterilmiştir.



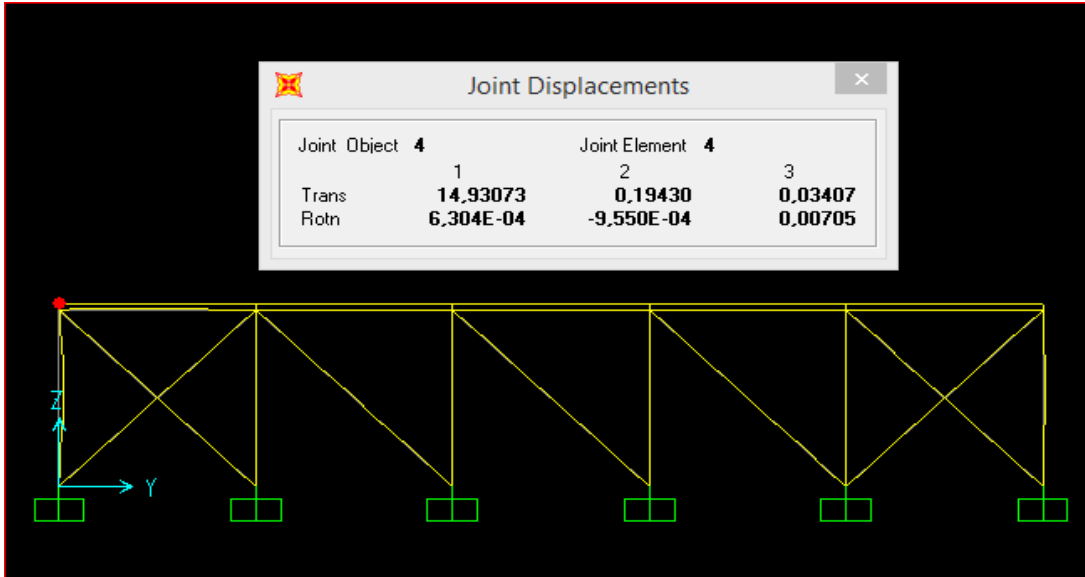
Şekil 5.1. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 15 m Açıklıklı Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yükü İle Yatay Ötelenmesi(mm)

Çizelge 5.1. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 15 m Açıklıklı Sistemin Metrajı

2L70X7/10/ BAĞLANTI ELEMANLI VE DUVARLI 15 m AÇIKLIKLI SİSTEM					
	PROFİLLER	ADET	UZUNLUK(m)	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	TOPLAM(kg)
KOLON	HEA120	12	6,00	19,90	1432,80
KENAR MAKASLAR	IPE120	4	7,90	10,40	328,89
ORTA MAKASLAR	IPE140	8	7,90	12,90	815,90
KİRİŞ	IPE180	10	6,00	18,80	1128,00
AŞIK	IPE140	14	30,00	12,90	5418,00
TOPLAM	-	-	-	-	9.123,59

5.2. Açıklığı 25 Metre Olan Sistem

Burada da 20 metre açıklığı olan sistemin diğer bütün koşulları sabit kalmak koşulu ile açıklık 25 metreye çıkarılmıştır. Aşık aralıkları 1,25 metre olarak sabit tutulmuş, bu nedenden dolayı aşık adeti artmıştır. Aynı yükler altında sistemin deplasman değerleri ve metraj tabloları Şekil 5.2. ve Çizelge 5.2.'de gösterilmiştir.



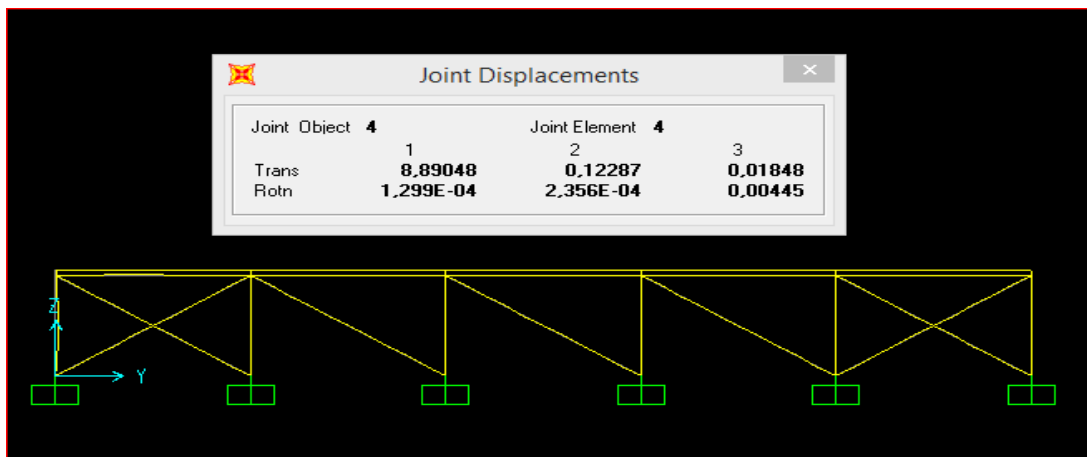
Şekil 5.2. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 25 m Açıklıklı Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yükü İle Yatay Ötelenmesi (mm)

Çizelge 5.2. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 25 m Açıklıklı Sistemin Metrajı

2L70X7/10/ BAĞLANTI ELEMANLI VE DUVARLI 25 m AÇIKLIKLI SİSTEM					
	PROFİLLER	ADET	UZUNLUK(m)	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	TOPLAM(kg)
KENAR KOLONLAR	HEA160	4	6,00	30,40	729,60
ORTA KOLONLAR	HEA180	8	6,00	35,50	1704,00
KENAR MAKASLAR	IPE200	4	12,75	22,40	1142,22
ORTA MAKASLAR	IPE220	8	12,75	26,20	2671,98
ORTA KİRİŞLER	IPE180	6	6,00	18,80	676,80
KENAR KİRİŞLER	IPE200	4	6,00	22,40	537,60
AŞIK	IPE140	22	30,00	12,90	5418,00
TOPLAM	-	-	-	-	15.976,20

5.3. Kolon Yüksekliği 4 Metre Olan Sistem

Sistemin açıklığı sabit tutularak, 6 m olan kolon yüksekliği, 4 m düşürülmüştür. Buna bağlı olarak 2L70x7/10/ bağlantı elemanlı ve diyagonal basınç çubuğunun da boyu küçülmüştür. Sistem analizi sonucunda Y yönündeki rüzgâr yükü ile yatay ötelenmesi(mm) ve metraj tablosu Şekil 5.3. ve Çizelge 5.3.'de sunulmuştur.



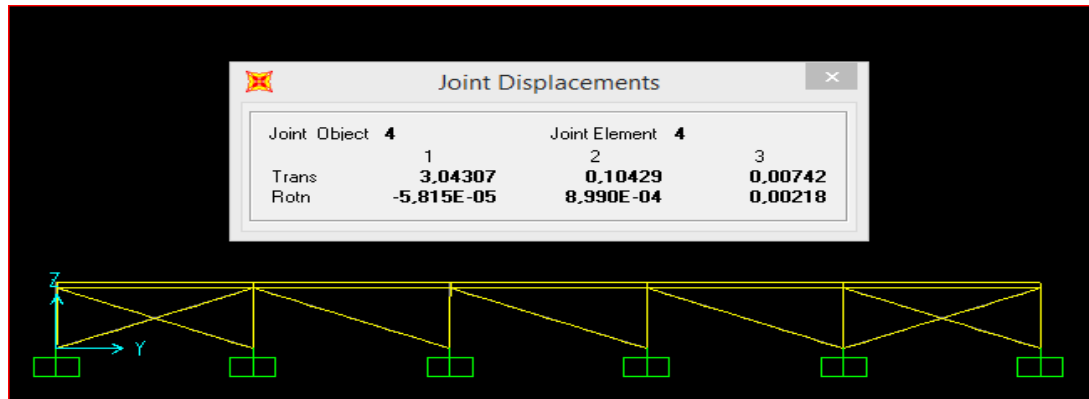
Şekil 5.3. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 4 m Kolon Yüksekliği Olan Sistemin Y Yönündeki Rüzgar Yükü İle Yatay Ötelenmesi(mm)

Çizelge 5.3. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 4 m Yüksekliği Olan Sistemin Metrajı

2L70X7/10/ BAĞLANTI ELEMANLI VE DUVARLI 4 m YÜKSEKLİKLİ SİSTEM					
	PROFİLLER	ADET	UZUNLUK(m)	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	TOPLAM(kg)
KENAR KOLONLAR	HEA140	4	4,00	24,70	395,20
ORTA KOLONLAR	HEA180	8	4,00	35,50	1136,00
KENAR MAKASLAR	IPE180	4	10,30	18,80	775,16
ORTA MAKASLAR	IPE220	8	10,30	26,20	2160,56
ORTA KİRİŞLER	IPE180	6	6,00	18,80	676,80
KENAR KİRİŞLER	IPE200	4	6,00	22,40	537,60
AŞIK	IPE140	18	30,00	12,90	6966,00
TOPLAM	-	-	-	-	12.647,32

5.4. Kolon Yüksekliği 2,5 Metre Olan Sistem

Bu sefer de kolon yüksekliği, 2,5 m düşürülmüştür. Buna bağlı olarak yine 2L70x7/10/ bağlantı elemanlı ve diyagonal basınç çubuğunun da boyu küçülmüştür. Bunlar dışında diğer parametreler aynı alınmış ve sistem analizi sonucunda Y yönündeki rüzgâr yükü ile yatay ötelenmesi(mm) ve metraj tablosu Şekil 5.4. ve Çizelge 5.4.'de sunulmuştur.



Şekil 5.4. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 2,5 m Kolon Yüksekliği Olan Sistemin Y Yönündeki Rüzgâr Yükü İle Yatay Ötelenmesi(mm)

Çizelge 5.4. Bağlantı Elemanlı ve Duvarlı 2,5 m Kolon Yüksekliği Olan Sistemin Metrajı

2L70X7/10/ BAĞLANTI ELEMANLI VE DUVARLI 2,5 m YÜKSEKLİKLİ SİSTEM					
	PROFİLLER	ADET	UZUNLUK(m)	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	TOPLAM(kg)
KENAR KOLONLAR	HEA120	4	2,50	19,90	199,00
ORTA KOLONLAR	HEA140	4	2,50	24,70	247,00
2.KENAR KOLONLAR	HEA160	4	2,50	30,40	304,00
KENAR MAKASLAR	IPE140	4	10,30	12,90	531,89
ORTA MAKASLAR	IPE180	8	10,30	18,80	1550,32
KENAR KİRİŞLER	IPE180	4	6,00	18,80	451,20
ORTA KİRİŞLER	IPE200	6	6,00	22,40	806,40
AŞIK	IPE140	18	30,00	12,90	6966,00
TOPLAM	-	-	-	-	11.055,81

5.5. Tasarlanan Sistemlerin Değerlendirilmesi

İlk tasarlanan hayvan barınağı sisteminde, 20 metre olan açıklığın 15 ve 25 metre olması, ayrıca 6 metre olan kolon yüksekliğinin 4 ve 2,5 metreye düşürülmesi durumlarında yatay ötelenmede meydana gelen değişimler Çizelge 5.5.'de, oluşturulan söz konusu sistemlerin metraj değerleri ise Çizelge 5.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.5. Farklı Açıklık ve Yüksekliklerdeki Sistemin Yatay Ötelenmelerinin Karşılaştırması

	AÇIKLIĞI 15 METRE OLAN SİSTEM	AÇIKLIĞI 25 METRE OLAN SİSTEM	YÜKSEKLİĞİ 4 METRE OLAN SİSTEM	YÜKSEKLİĞİ 2,5 METRE OLAN SİSTEM
4 NOLU DÜĞÜM NOKTASINDA YATAY DEPLASMAN (mm)	0,098	0,194	0,123	0,104

Çizelge 5.6. Farklı Açıklık ve Yüksekliklerdeki Sistemin Metraj Karşılaştırması

	AÇIKLIĞI 20 METRE YÜKSEKLİĞİ 6 METRE OLAN SİSTEM	AÇIKLIĞI 15 METRE OLAN SİSTEM	AÇIKLIĞI 25 METRE OLAN SİSTEM	YÜKSEKLİĞİ 4 METRE OLAN SİSTEM	YÜKSEKLİĞİ 2,5 METRE OLAN SİSTEM
KENAR KOLONLAR	HEA160	HEA120	HEA160	HEA140	HEA120
ORTA KOLONLAR	HEA160	HEA120	HEA180	HEA180	HEA140
2.KENAR KOLONLAR	HEA160	HEA120	HEA180	HEA180	HEA160
KENAR MAKASLAR	IPE200	IPE120	IPE200	IPE180	IPE140
ORTA MAKASLAR	IPE200	IPE140	IPE220	IPE220	IPE180
KENAR KİRİŞLER	IPE180	IPE180	IPE180	IPE180	IPE180
ORTA KİRİŞLER	IPE180	IPE180	IPE200	IPE200	IPE200
AŞIK	IPE140	IPE140	IPE140	IPE140	IPE140
TOPLAM AĞIRLIK (kg)	13.053,59	9.123,59	15.976,20	12.647,32	11.055,81

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada taşıyıcı sistemi çelik olan bir hayvan barınağının yatay yükler altındaki dolgu duvar etkisinin bilgisayar destekli analizi ile incelemesi yapılmış ve sonuçlar sıralanmıştır:

- Konu ile ilgili önceden yapılan çalışmalar bölümünde belirtildiği üzere eşdeğer basınç çubuğu için çok farklı çalışmalar yapılmıştır. Araştırmacılar söz konusu teoremi geliştirmek ve doğru sonuçlara ulaşabilmek için deneysel ve kuramsal çalışmalar yapmışlardır. Bunun sonucu olarak Stafford Smith B. ve Carter C.'nin 1969 yılında sundukları teorem çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilmiş, TDY-2007'de kabul gören ve bu çalışmamızda da kullandığımız eşdeğer basınç çubuğu formülünü ortaya çıkarmıştır. Dolgu duvarı temsil etmek için, eşdeğer basınç çubuğunun genişliği belirtilen denklemlerle göre hesaplanarak bu çalışmada kullanılmıştır.

- Ön çalışma olarak sunulan ilk aşamada,6 farklı mesnet koşulunda, boş, yarım ve tam dolu gazbetonlu, yarım ve tam dolu tuğlalı ve 2L 50X5/50 ebatlarındaki çelik profil ile 6 farklı duruma göre çözümler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge-6.1.'de detaylı olarak gösterilmiştir. Öncelikle seçilen 6 farklı mesnet koşulu içinde beklendiği gibi iki ucu ankastre seçilmiş olan sistem yatay ötelenmeler yönünden daha az ötelenmeye maruz kalmaktadır. İki ucu ankastre mesnetli sistemler bir sonraki bölümde hayvan barınağı uygulamamızda kullanılacağı için bu çalışmalar dikkate alındığında duvar etkisi sisteme önemli avantajlar sağladığı görülebilmektedir. Buna göre 1 tonluk tekil yük, boş olarak tanımlanan sistemin 3 nolu düğüm noktasında 22,46 mm ötelenmeye neden olurken, yarım gazbeton dolu dolgu duvarlı sistemde 10,06 mm, yarım tuğla dolu dolgu duvarlı sistemde ise 10,36 mm ötelenmeye sebep olmaktadır. Sistem tam dolu dolgu duvarlı olarak çözüldüğü zaman ise, yine 3 nolu düğüm noktası dikkate alındığında tuğlalı duvarda ötelenme 1,11 mm iken, gazbetonlu sistemde bu miktar 0,79 mm'ye kadar düşmektedir. 2L 50X5/50 ebatlarındaki çelik profil ile oluşturulan aynı sistemin 3 nolu düğüm noktasında,1 tonluk tekil yük altında yatay ötelenmesi ise 0,91 mm olarak gerçekleşmektedir. Bu değer tam tuğla dolu dolgu duvarlı sistem ile tam gazbeton dolu dolgu duvarlı sistem arasında bir sonuçtur.

Görüldüğü üzere gazbetonlu sistemlerin yatay ötelenmeler yönünden, tuğla ve 2L 50X5/50 ebatlarındaki çelik profilli sistemden daha iyi sonuçlar vermektedir. Gazbeton çelik profilli sisteme göre %14, tuğlaya ise %27 oranında daha az yatay ötelenme yapmıştır. Ancak burada sadece yatay ötelenme değerlerini dikkate almak doğru bir değerlendirme olmayacaktır. Bu sebepten dolayı bir sonraki aşamada dolgu duvarda kullanılan tuğla ve gazbetonu taşıma kapasiteleri yönünden karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda, her iki duvarın da 1.000 kg yatay yük altında $F_x < R_s$ olduğu için dolgu duvarların yatay kesme kuvvetine dayanıklı olduğu görülmüştür. Ancak tuğlanın taşıma kapasitesi %51, çekme dayanımı %7, kesme kuvveti dayanımı ve diyagonal basınç kuvveti ise %63 oranında gaz betona göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu sebeplerden dolayı bir sonraki bölümde oluşturulacak hayvan barınağı için tuğlanın dolgu duvar malzemesi olarak seçilmesinin doğru bir yaklaşım olacağı düşünülmüştür.

- İkinci aşamada 20 m açıklıklı, 30 m uzunluğunda, 6 m yüksekliğinde kolon ve 2,50 m orta yükseklikten oluşan bir hayvan barınağı öncelikle dolgu duvarsız olarak çözülmüştür. Burada birinci aşamada seçilen profiller kullanılmıştır. Buna göre sistemin metrajı 15.422,39 kg olarak bulunmuştur. Söz konusu sistemdeki profiller yeniden boyutlandırılmış ve duvarsız olarak tasarlanan bu sistemde metrajı 13.053,59 kg'a kadar düşmüştür. Yeniden planlanan sistemin 4 nolu düğüm noktasındaki yatay ötelenmesi ise 43,29 mm olarak gerçekleşmiştir. Ardından sistem eşdeğer basınç çubuğu yöntemiyle tuğla duvarlı olarak çözülmüş ve duvarsız olarak çözülen sistemle aynı profillere sahip olduğu durumda 0,441 mm yatay ötelenme yaparken, duvar etkisinden dolayı profillerde meydana gelen küçültmelerden sonra sistemin ötelenmesi 0,445 mm olmuştur. Yani duvar etkisinden dolayı sistemin yatay ötelenmesi %99 oranında azalmıştır. Dolgu duvar etkisinden dolayı, duvarsız 13.053,59 kg olan sistem 12.197,88 kg'a düşmüştür olup, bu azalma yaklaşık %7'lik bir azalmayı ifade etmektedir. Daha sonra duvarsız olarak planlanan sistem önce sadece kenar kolonlarının aralarına 1 adet 2L70x7/10/ bağlantı elemanlı, daha sonra ise 2L70x7/10/ bağlantı elemanlı ve dolgu duvarlı olacak şekilde çözülmüştür. Burada sadece 2L70x7/10/ bağlantı elemanlı olarak çözülen sistemde yatay ötelenmenin 0,416 mm

olduğu ve dolgu duvarlı sisteme oldukça yakın olarak gerçekleştiği görülmüştür. 2L70x7/10/ bağlantı elemanlı ve dolgu duvarlı olarak üzülen sistem ise 0,193 mm gibi çok düşük bir değerde yatay ötelenme yapmıştır. Bu değer duvarlı sisteme göre %56, sadece 2L70x7/10/ bağlantı elemanlı sisteme göre ise %54 oranında daha az ötelenme gerçekleştirmiştir. Ayrıca bu çalışma ile geleneksel hayvan barınaklarında, kenar kolon aralarında kullanılan çapraz bağlantı elemanlarının yerine, dolgu duvar malzemesiyle birlikte bir adet bağlantı elemanının yapılmasının yeterli olacağı görülmüştür.

- Son bölümde ise ikinci aşama çalışmalarından elde ettiğimiz sonuçlara göre 2L70x7/10/ bağlantı elemanlı ve dolgu duvarlı olarak üzülen sistem farklı açıklıklar ve yükseklikler altında üzülmüştür. 20 m olan sistemin açıklığı öncelikle 15 m'ye düşürülmüştür. Bu durum neticesinde yatay ötelenme 0,098 mm'ye kadar düşmüş, ayrıca sistemin yeni metrajı ise 9.123,59 kg olmuştur. Ötelenme yönünden 20 m açıklıklı sisteme göre %49 azalma olurken, metraj yönünden ise %25 oranında düşüş gerçekleşmiştir. Aynı sistem daha sonra 25 m açıklığa göre zlmş ve yatay ötelenme 0,194 mm'ye çıkmış, bu durum %1'lik artışı ifade ederken, sistemin yeni metrajı olan 15.976,20 kg ise sistemde %24 oranında bir artış olduğunu göstermektedir. Ardından sistemin açıklığı sabit tutularak öncelikle kolon yüksekliği 4 m'ye düşürülmüştür. Bunun sonucunda yatay ötelenme 0,123 mm iken, sistemin yeni metrajı ise 12.647,32 kg olmuştur. Ötelenme yönünden kolon yüksekliği 6 m olan sisteme göre %36 azalma olurken, metraj yönünden ise kolon boylarının kısılmasından dolayı kiriş ve makas profil eşitleri değişmiş, dolayısıyla %3 oranında bir azalış olmuştur. Sistemin yüksekliği bir kez daha düşürülerek bu seferde kolon yüksekliği 2,5 m olarak seçilmiştir. Yatay telenme 0,104 mm iken, sistemin yeni metrajı ise 11.055,81 kg düşmüştür. Bu durumda ötelenmede %46 oranında azalma olurken, metraj yönünden ise %9 oranında azalma gerçekleşmektedir.

- Bu alışma ile dolgu duvarların elik sistem modellemelerinde dikkate alınması gerektiği ve daha ekonomik yapı modellerine kapı araladığı görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Polyakov S., Masonry Infilled Framed Buildings (An Investigation into the Strength and Stiffness of Masonry Infilling), Rusya, 1956
- [2] Benjamin, C.S. and Williams, H.A., The Behaviour of One-Story Reinforced Concrete Shear Walls Proceedings, A.S.C.E., 1957
- [3] Holmes M., Steel Frames with Brickwork and Concrete Infilling, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 1961
- [4] SMITH B. S., Lateral Stiffness of Infilled Frames, ASCE Structural Division Journal, 1962
- [5] Stafford Smith B. ve Carter C., A Method of Analysis for Infilled Frames, 1969
- [6] Mainstone R.J., On the Stiffness and Strengths of Infilled Frames, 1971
- [7] Eurocode 8 Design of Structures of Earthquake Resistance – Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings, 2004
- [8] Paulay T. ve Priestley M.J.N., Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, Amerika Birleşik Devletleri, Polyakov, 1992
- [9] Budak A., Dolgu Duvarlı Çerçevelerin Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Malzeme Bakımından Doğrusal Olmayan Hesabı, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1997
- [10] Beklen C., Binalarda Dolgu Duvar Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2009

- [11] Kaymaz F., Kısmi ve Tam Dolgu Duvarlı Çelik Çerçevelerin Yatay Yükler Altındaki Davranışının Elastik Ve Plastik Analiz Yöntemleri ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010
- [12] Akdemir İ., Çelik Halatlarla Güçlendirilmiş Dolgu Duvarlı Betonarme Çerçeve Sistemin Bilgisayar Destekli Deprem Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 2011
- [13] Durmazgezer E., Dolgu Duvarlı Betonarme Çerçevelerin Deprem Etkileri Altındaki Davranışının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2013
- [14] Akman N., Pratik sığır yetiştiriciliği, Türk Ziraat Mühendisleri Vakfı Yayınları, Ankara, 2003
- [15] Ekmekyapar T., Tarımsal Yapılar, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 204, Erzurum, 1999
- [16] Balaban A. ve Şen E., Tarımsal Yapılar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:313, Ankara, 1988
- [17] Olgun M., Tarımsal İnşaat ve Hayvan Barınakları, T.C. Ziraat Bankası Eğitim ve Organizasyon Müdürlüğü, Teknik Elemanlar Eğitimi Ders Notu, Ankara, 1991
- [18] Öztürk T., Tarımsal Yapılar, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:49, Samsun, 2003
- [19] Karaduman M., Çelik Yapılar, Atlas Yayınevi, İstanbul, 2002
- [20] Erşen N., Çelik Yapılar ve Çözümlemiş Problemler, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2000

- [21] Papia M., Cavaleri L., Fossetti M. ve Amato G., An Updated Model of Equivalent Diagonal Strutfor Infill Panels, Palermo Üniversitesi, 2009
- [22] Bayülke N., Betonarme Yapının Dolgu Duvarı, Türkiye Mühendislik Haberleri, 2003