



**EFLANİ-KARACAPINAR KÖYÜ GELENEKSEL  
YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM İNCELENMESİ:  
TESCİLLİ EKREM SAFRAN KONAĞI ÖRNEĞİ**

**Enes Melik KÖSEOĞLU**

**2022  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fethi ERTENLİ**

**EFLANİ-KARACAPINAR KÖYÜ GELENEKSEL YAPILARDA TAŞIYICI  
SİSTEM İNCELENMESİ: TESCİLLİ EKREM SAFRAN KONAĞI ÖRNEĞİ**

**Enes Melik KÖSEOĞLU**

**T.C.  
Karabük Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında  
Yüksek Lisans Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fethi ERTENLİ**

**KARABÜK  
Kasım 2022**

Enes Melik KÖSEOĞLU tarafından hazırlanan “EFLANİ-KARACAPINAR KÖYÜ GELENEKSEL YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM İNCELENMESİ: TESCİLLİ EKREM SAFRAN KONAĞI ÖRNEĞİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fethi ERTENLİ .....  
Tez Danışmanı, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 01/11/2022

<u>Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)</u>	<u>İmzası</u>
Başkan : Prof. Dr. İlker KALKAN (KÜ)	.....
Üye : Prof. Dr. Şenol GÜRSOY (KBÜ)	.....
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fethi ERTENLİ (KBÜ)	.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ .....  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

*“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”*

Enes Melik KÖSEOĞLU

## **ÖZET**

### **Yüksek Lisans Tezi**

## **EFLANİ-KARACAPINAR KÖYÜ GELENEKSEL YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM İNCELENMESİ: TESCİLLİ EKREM SAFRAN KONAĞI ÖRNEĞİ**

**Enes Melik KÖSEOĞLU**

**Karabük Üniversitesi**

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:**

**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fethi ERTENLİ**

**Kasım 2022, 101 sayfa**

Geleneksel yapılar inşaa edildiği dönemin kültürel simgelerini yansıtan ve yüzyıllar boyunca uygulanagelen bir yapıım sistemine sahiptir. Günümüzde yapı malzemesi olarak betonarme ve çelik yapıların yaygınlaşması ile geleneksel yapılara olan ilgi azalmıştır. Tarihi yapılar incelendiğinde bir çoğu mühendislik desteği olmadan ustaların deneyimlerinin izlerinin taşıdığı görülmektedir. Bu bağlamda farklı yapısal malzemeler ve farklı taşıyıcı sistem kurgusunun kullanıldığı gözlenmektedir.

Bu tez çalışmasında geleneksel ahşap yapıların taşıyıcı sistem elemanları Kültür Varlıklarını Koruma Kurulu tarafından sit alanı olarak belirlenen Eflani Karacapınar köyündeki yapılar özelinde incelenmiştir. Örneklem alanında seçilen 198 ada 3 parselde bulunan yapıya ait ahşap taşıyıcı panel SAP2000 yapısal analiz programı ile analiz edilmiştir. Tez çalışmasına konu olan örneklem alanı koruma kurulunun kapsamına dahil olması sebebi ile deneysel çalışma için kullanılabilir numune

temin edilememektedir. Bu nedenle sayısal modelin doğrulanması için literatürden faydalanılmıştır. Qaisar vd. tarafından yapılmış olan deneysel çalışmada kullandıkları ahşap panel SAP2000 programı ile modellenerek deneysel verilerle örtüşen sonlu eleman modeli elde edilmiştir. Plastik mafsal tanımları literatürde ki bu çalışmadan alınmış ve tez kapsamında incelenen ahşap taşıyıcı panel modeline tanımlanmıştır. SAP2000 programı ile doğrusal olmayan statik itme (pushover) analizi yapılarak panelin kuvvet deformasyon ilişkisi elde edilmiştir. Analiz sonucunda mevcut panelin yanal itki taşıma kapasitesinin 7,56 kN olduğu tespit edilmiştir. Panelde yer alan çapraz elemanlar çekme kuvvetini de aktarabilecek şekilde özel önlem alınarak takviye edildiğinde mevcut panelin 2,5 katı daha fazla kapasiteye ulaştığı görülmüştür. Ahşap çapraz elemanların çekme kuvvetini aktarabilmesi için çelik bağlantı parçaları uygulanabileceği önerilmiştir.

Ardından örnek yapının son katı üç boyutlu olarak modellenmiş ve analiz edilmiştir. Analiz sonucunda ilgili katın yanal itki kapasitesinin 31 kN mertebesinde olduğu görülmüştür. Benzer şekilde çapraz elemanların çekme kuvveti aktaracak şekilde takviye edilmesi durumunda kapasitenin yaklaşık 2,1 kat arttığı görülmüştür.

Son olarak örnek yapının ahşap taşıyıcı sistemle kurgulanmış bölümleri röleve projesine uygun şekilde üç boyutlu olarak modellenip analiz edilmiş ve yapının mevcut halde yanal itki kapasitesinin 14,77 kN olduğu görülmüştür. Yapıdaki çapraz elemanlar çekme kuvvetini aktaracak şekilde takviye edilmesi durumunda kapasitenin 2,85 kat arttığı görülmüştür.

**Anahtar Sözcükler :** Geleneksel Yapı, İtme Analizi, Bilgisayar Destekli Yapısal Analiz

**Bilim Kodu** : 91109

## **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

### **INVESTIGATION OF STRUCTURAL SYSTEM IN TRADITIONAL BUILDINGS IN EFLANI-KARACAPINAR VILLAGE: REGISTERED EKREM SAFRAN MANSION SAMPLE**

**Enes Melik KÖSEOĞLU**

**Karabük University  
Institute of Graduate Programs  
Department of Civil Engineering**

**Thesis Advisor:**

**Assist. Prof. Dr. Mehmet Fethi ERTENLİ**

**November 2022, 101 pages**

Traditional buildings have a construction system that reflects the cultural symbols of the period in which they were built and has been applied for centuries. Today, with the widespread use of reinforced concrete and steel structures as building materials, the interest in traditional buildings has decreased. When historical buildings are examined, it is seen that most of them bear the traces of the experience of the masters without engineering support. In this context, it is observed that different structural materials and different structural system setups are used.

In this thesis, the structural elements of the traditional timber structures were examined in particular for the structures in the village of Eflani Karacapınar, which was determined as a protected area by the Cultural Heritage Preservation Board. The timber load-bearing panel of the building located in the 198 block 3 parcel selected in the

sample area was analyzed with the SAP2000 structural analysis program. Since the sample area, which is the subject of the thesis, is included in the scope of the conservation committee, the sample that can be used for the experimental study cannot be obtained. For this reason, literature was used to validate the numerical model. Qaisar et al. The wooden panel used in the experimental study was modeled with the SAP2000 program, and a finite element model that overlaps with the experimental data was obtained. Plastic hinge definitions were taken from this study in the literature and defined to the timber structural panel model examined in the thesis. The force-deformation relationship of the panel was obtained by performing nonlinear static pushover analysis with the SAP2000 program. As a result of the analysis, it has been determined that the lateral thrust bearing capacity of the existing panel is 7.56 kN. It has been observed that the existing panel reaches 2.5 times more capacity when the cross members in the panel are reinforced by taking special precautions so that they can transfer the tensile force. It has been suggested that steel fittings can be applied to transfer the tensile force of the timber cross members.

Then, the last floor of the sample structure was modeled and analyzed in three dimensions. As a result of the analysis, it was seen that the lateral thrust capacity of the relevant floor was in the order of 31 kN. Similarly, it has been observed that the capacity increases approximately 2.1 times when the cross members are reinforced in such a way as to transfer tensile force.

Finally, the sections of the sample structure, which were constructed with a wooden carrier system, were modeled and analyzed in three dimensions in accordance with the survey project and it was seen that the lateral thrust capacity of the structure in its current state is 14.77 kN. It has been observed that the capacity is increased by 2.85 times when the cross members in the structure are reinforced to transfer the tensile force.

**Key Word:** Conventional Building, Pushover Analysis, Computer Aided Structural Analysis  
**Science Code :** 91109



## TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fethi ERTENLİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez çalıőmam esnasında daima yardımını gördüğüm sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Haőım KISA'ya teşekkürü borç bilirim. Tez alıőmamda Eflani-Karacapınar köyü hakkında yapılan araştırma verilerine ulaşmamda yardımcı olan Karabük İl Özel İdaresinde görev alan Vildan TURCAN'a ve tescilli yapılara ait projelerin ulaşılabilmemde Karabük Kültür Varlıklarını Koruma Kurulunda görev alan Yüksek Mimar Esra NARTKAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca yüksek lisans kariyerimin başlangıç noktasında kıymetli emekleri olan őuan aramızda olmayan merhum hocam Yüksel TURCAN'ı rahmetle anıyorum.

Sevgili aileme manevi hiçbir yardımını esirgmeden yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
BÖLÜM 1 .....	1
GİRİŞ .....	1
1.1. LİTERATÜR TARAMASI.....	1
1.1.1. Birinci Bölüm .....	1
1.1.2. İkinci Bölüm .....	4
1.2. AMAÇ .....	7
1.3. KAPSAM.....	7
1.4. YÖNTEM.....	7
BÖLÜM 2 .....	9
GELENEKSEL YAPILARIN TAŞIYICI SİSTEM ELEMANLARI.....	9
2.1. TEMELLER.....	9
2.2. DUVARLAR.....	11
2.2.1. Ahşap Yığma Duvarlar (Çantı).....	11
2.2.2. Ahşap Çerçeve Duvarlar.....	12
2.3. DÖŞEMELER.....	14
2.4. ÇIKMALAR .....	16
2.5. ÇATI.....	17
2.6. PANELLERİN TASARIM ESASLARI.....	18
2.6.1. Panelleri Oluşturan Elemanlar .....	18
2.6.2. Panellerin Oluşturulmasına İlişkin Kurallar .....	20
2.6.3. Panellerin Tasarımına İlişkin Kurallar .....	21

	<b><u>Sayfa</u></b>
2.6.4. Panel Dikmelerin Tasarımı .....	23
<b>BÖLÜM 3 .....</b>	<b>24</b>
<b>EFLANİ-KARACAPINAR SİT ALANINDAKİ GELENEKSEL/TESCİLLİ</b>	
<b>YAPILARIN TAŞIYICI SİSTEM AÇISINDAN İNCELENMESİ.....</b>	<b>24</b>
3.1. SİT ALANININ TANIMLANMASI .....	24
3.1.1. Tarihçesi .....	25
3.1.2. Jeolojik Yapısı .....	25
3.1.3. Depremsellik.....	26
3.1.4. İklim ve Bitki Örtüsü.....	28
3.1.5. Ulaşım .....	30
3.2. ÖRNEKLEME BÖLGESİNDEKİ AHŞAP YAPILARIN	
DEĞERLENDİRMESİ.....	31
3.2.1. Tescilli Yapılar.....	31
3.2.2. Yapı Taşıyıcı Sistemleri .....	32
3.2.3. Yapısal Durumları.....	32
3.2.4. Kullanım Tipleri.....	34
3.2.5. Tarihi Değerlilik Durumları.....	34
3.2.6. Çatı Malzemeleri ve Eğimleri.....	35
<b>BÖLÜM 4 .....</b>	<b>38</b>
<b>ÖRNEK BİR YAPI ÜZERİNDE SAYISAL İNCELEME .....</b>	<b>38</b>
4.1. ÖRNEK YAPININ GENEL ÖZELLİKLERİ.....	38
4.1.1. Yapının Tanıtımı .....	38
4.1.2. Yapının Kat Planları.....	41
4.2. SAP2000 MODELİNİN DOĞRULANMASI .....	50
4.2.1. Cruz vd.'nin Çalışmasının SAP2000 Programı Kullanılarak	
Doğrulanması .....	50
4.2.1.1. Ahşap Malzeme Modelinin Tanımlanması .....	51
4.2.1.2. Taşıyıcı Elemanların Tanımlanması .....	52
4.2.1.3. Taşıyıcı Panel Modelinin Oluşturulması .....	52
4.2.1.4. Deney Sonuçları ile Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması .....	54

4.2.2. Qaisar vd.'nin Çalışmasının SAP2000 Programı Kullanılarak Doğrulanması .....	55
4.2.2.1. Ahşap Malzeme Modelinin Tanımlanması .....	56
4.2.2.2. Taşıyıcı Elemanların Tanımlanması .....	56
4.2.2.3. Taşıyıcı Panel Modelinin Oluşturulması .....	56
4.2.2.4. Panelin Mesnet Koşullarının Oluşturulması .....	57
4.2.2.5. Plastik Mafsal Tanımları .....	57
4.2.2.6. Plastik Mafsal Özellikleri.....	59
4.2.2.7. Analiz Sonuçları .....	63
4.3. ÖRNEK YAPIYA AİT AHŞAP TAŞIYICI PANELİN SAP2000 PROGRAMI KULLANILARAK MODELLENMESİ.....	68
4.3.1. Ahşap Malzeme Tanımlaması .....	68
4.3.2. Ahşap Taşıyıcı Elemanların Tanımlanması.....	71
4.3.3. Taşıyıcı Panel Modelinin Oluşturulması .....	72
4.3.4. Panelin Mesnet Koşullarının Oluşturulması.....	73
4.3.5. Tasarım Yük Kombinasyonlarının Oluşturulması .....	74
4.3.6. Plastik Mafsal Tanımlanması .....	76
4.3.7. Analiz Sonuçları.....	77
4.3.8. Alternatif Model Çalışması .....	79
4.4. ÖRNEK YAPININ SAP2000 PROGRAMI İLE 3 BOYUTLU MODELLENMESİ.....	84
4.4.1. Örnek Yapının 3 Boyutlu Modelinin Oluşturulması.....	84
4.4.2. Genel Yük Bilgileri .....	85
4.4.3. 3 Boyutlu Olarak Modellenen Örnek Yapının Analiz Sonuçları.....	86
4.4.4. Alternatif 3 Boyutlu Model Çalışması .....	87
BÖLÜM 5 .....	90
SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	90
5.1. SONUÇLAR .....	90
5.2. ÖNERİLER.....	92
KAYNAKLAR.....	93

	<u>Sayfa</u>
EK AÇIKLAMALAR A. ÖRNEK YAPININ TESCİL FİŞİ .....	97
EK AÇIKLAMALAR B. ÖRNEKLEM BÖLGESİNDEKİ YAPILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	101

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 2.1. Yığma (kagir) temel. ....	10
Şekil 2.2. Ahşap yığma duvar.....	11
Şekil 2.3. Örneklem bölgesinde yer alan ahşap çantı birleşimine dair örnek. ....	12
Şekil 2.4. Ahşap çerçevesel duvar. ....	13
Şekil 2.5. Ahşap döşeme iskeleti. ....	14
Şekil 2.6. Döşeme birleşim detayı. ....	15
Şekil 2.7. Ahşap yapılarda çıkma türleri, (a) payanda destekli, (b) konsol kirişli. ..	17
Şekil 2.8. Alaturka kiremit ve Marsilya tipi kiremit uygulamaları.....	18
Şekil 2.9. Kaplamalı tipik bir panel sisteminin görünümü.....	19
Şekil 2.10. Çaprazlı tipik bir panel sistemin görünümü.....	19
Şekil 2.11. Dikmelerinin çekme kuvveti aktarma ankrajları.....	21
Şekil 2.12. Dikmelerde oluşan aksenal kuvvetler.....	23
Şekil 3.1. Örnekleme bölgesinin lokasyon haritaları. ....	24
Şekil 3.2. Yatay elastik tasarım spektrumu. ....	27
Şekil 3.3. Düşey elastik tasarım spektrumu. ....	27
Şekil 3.4. Türkiye deprem tehlike haritası. ....	28
Şekil 3.5. Yıllık yağış miktarının mevsimsel oranı. ....	29
Şekil 3.6. Bitki örtüsü. ....	30
Şekil 3.7. Yapıların tescil durum yüzdeleri.....	31
Şekil 3.8. Yapısal taşıyıcı sistemlerin yüzdesi. ....	32
Şekil 3.9. Yapısal durumların yüzdesi. ....	33
Şekil 3.10. Kullanım tipleri yüzdesi. ....	34
Şekil 3.11. Tarihi açıdan niteliklerine göre yapıların yüzdesel dağılımı. ....	35
Şekil 3.12. Marsilya kiremit uygulaması. ....	36
Şekil 3.13. Örnek yapının çatı planı. ....	37
Şekil 3.14. Eğimlerine göre dağılan çatıların yüzdesel dağılımları .....	37

## Sayfa

Şekil 4.1. Örnek yapının ön cephe görünüşü.....	39
Şekil 4.2. Örnek yapının ön ve sol yan cephe görünüşü. ....	39
Şekil 4.3. Örnek yapının sağ yan ve arka cephe görünüşü.....	40
Şekil 4.4. Dış cephede kullanılan yatay tahta parçaları. ....	40
Şekil 4.5. Zemin kat planı. ....	41
Şekil 4.6. Zemin kat döşeme planı.....	42
Şekil 4.7. Zemin kat tavan planı. ....	43
Şekil 4.8. Arakat planı.....	44
Şekil 4.9. Arakat döşeme planı.....	45
Şekil 4.10. Arakat tavan planı. ....	46
Şekil 4.11. Yapının 1.kat planı. ....	47
Şekil 4.12. Yapının 1.kat zemin planı.....	48
Şekil 4.13. Yapının 1.kat tavan planı.....	49
Şekil 4.14. Panelin ahşap elemanlarının boyutları.....	51
Şekil 4.15. Doğrulama panelinin kuvvet altında görünümü.....	53
Şekil 4.16. SAP2000 programıyla taşıyıcı panelin modellenmesi. ....	53
Şekil 4.17. Dhajji yapılarına ait bir görsel. ....	55
Şekil 4.18. Qaisar vd.'nin deney numunesinin SAP2000 programında üretilen.....	57
Şekil 4.19. Plastisite modelleri. ....	58
Şekil 4.20. Qaisar vd.'nin çalışmalarında kullanıkları moment-dönme ve kuvvet- deformasyon grafikleri.....	60
Şekil 4.21. Mafsal verilerinin oluşturulması. ....	61
Şekil 4.22. Moment ve Tension mafsal özellikleri. ....	61
Şekil 4.23. Moment mafsalına ait verilerin girilmesi. ....	62
Şekil 4.24. Eksenel mafsalına ait verilerin girilmesi. ....	62
Şekil 4.25. Analiz sonrası kuvvet-deformasyon grafiği.....	63
Şekil 4.26. Pushover analizinin son adımında panelin deformasyonu. ....	64
Şekil 4.27. Plastik mafsal hasar sınırları. ....	64
Şekil 4.28. Analiz ve deney sonuçlarının karşılaştırması. ....	65
Şekil 4.29. Ahşap malzemenin programa tanıtılması. ....	69
Şekil 4.30. Ahşap malzeme tipinin seçilmesi. ....	69
Şekil 4.31. Malzeme özellikleri seçenekleri.....	70
Şekil 4.32. Ahşap malzeme özellikleri.....	70
Şekil 4.33. SAP2000 programına ahşap elemanların tanıtılması. ....	71

## Sayfa

Şekil 4.34. SAP2000 programına ahşap malzeme ebatlarının girilmesi.....	72
Şekil 4.35. Ahşap yapı modellenmesi.....	73
Şekil 4.36. SAP2000 programında mesnet özellikleri.....	74
Şekil 4.37. Modellenmesi yapılan panelin mesnetlerin tanımlanması.....	74
Şekil 4.38. Tasarım yük kombinasyonları listesi.....	75
Şekil 4.39. Pushover analizi için veriler.....	76
Şekil 4.40. Mafsal verilerinin oluşturulması.....	77
Şekil 4.41. Doğrusal olmayan statik itme analizi uygulanan panel.....	78
Şekil 4.42. Doğrusal olmayan statik itme analizi sonrasında oluşan mafsallar.....	78
Şekil 4.43. Model 1 için kuvvet yerdeğiştirme grafiği.....	79
Şekil 4.44. Çelik bağlantı elemanları.....	80
Şekil 4.45. Model 1.....	81
Şekil 4.46. Model 2.....	81
Şekil 4.47. Modelin doğrusal olmayan itme analizi sonrasında oluşan mafsallar.....	82
Şekil 4.48. Mevcut durum ve model 1 ve model 2 için elde edilen kuvvet yerdeğiştirme grafiği.....	83
Şekil 4.49. Modellerin karşılaştırılması.....	84
Şekil 4.50. Örnek yapının 3 boyutlu olarak son katının modellenmesi.....	85
Şekil 4.51. Örnek yapının ahşap karkas sisteminin 3 boyutlu olarak modellenmesi.....	85
Şekil 4.52. Yapının mevcut durumdaki modellerinin karşılaştırılması.....	87
Şekil 4.53. Yapının son katına ait modellerin karşılaştırması.....	88
Şekil 4.54. Yapının tüm ahşap karkas sistem modellerinin karşılaştırması.....	88
Şekil Ek A.1. Koruma kurulu kayıt evrağı.....	98
Şekil Ek B.1. Karabül il özel idaresi araştırma lejandları.....	100



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 3.1. Aylık sıcaklık dağılımı. ....	29
Çizelge 3.2. Yapısal durum değerlendirmesi. ....	33
Çizelge 3.3. Tarihi değerlilik açısından sınıflandırma türleri.....	35
Çizelge 4.1. Malzeme özellikleri. ....	52
Çizelge 4.2. Ahşap elemanların boyutları. ....	52
Çizelge 4.3. Modelin doğrulanması kapsamında karşılaştırmalı sonuçlar.....	54
Çizelge 4.4. Malzeme özellikleri. ....	56
Çizelge 4.5. Ahşap elemanların boyutları. ....	56
Çizelge 4.6. Analiz sonuçları.....	66
Çizelge 4.7. Deney sonuçları.....	67
Çizelge 4.8. Ahşap elemanlarda kullandığımız renkler. ....	73
Çizelge 4.9. Mafsal tiplerinin özellikleri.....	77
Çizelge 4.10. Pushover analiz sonuçları. ....	78
Çizelge 4.11. 1. model itme analiz sonuçları. ....	82
Çizelge 4.12. 2. model itme analiz sonuçları. ....	83

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

$a_o$	:	Ahşap döşeme kirişi aralığı (m)
$b$	:	Kesit genişliği
$b_o$	:	Dikme aralığı
$c_i$	:	Panellerin kenar dikmelerinde oluşan basınç kuvveti (kN)
$E$	:	Elastisite modülü
$f_i$	:	Çivinin kesme kapasitesi
$h$	:	Panel yüksekliği (m)
$h_b$	:	Ahşap kiriş yüksekliği (m)
$L_i$	:	Kat yüksekliğine sahip panel kısımlarının genişliği (m)
$S$	:	Statik alan momenti
$T_i$	:	Panellerin kenar dikmelerinde oluşan çekme kuvveti (kN)
$t$	:	Ahşap panel kaplama kalınlığı (mm)
$t_b$	:	Ahşap kiriş genişliği (mm)
$V_d$	:	Tasarım kesme kuvveti
$V_p$	:	Ahşap panellere etkiyen toplam kesme kuvveti (kN)
$y_m$	:	Kısmi güvenlik katsayısı

## KISALTMALAR

BAF	: Batı Anadolu Fay Hattı
D	: Doğu
DAF	: Doğu Anadolu Fay Hattı
GB	: Güney Batı
KAF	: Kuzay Anadolu Fay Hattı
KB	: Kuzey Batı
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TDY	: Türkiye Deprem Yönetmeliği
TS	: Türk Standardı
KTVKK	: Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu
FRP	: Fiber Takviyeli Polimerler
SAP2000	: Structural Analysis Program (Yapısal Analiz Programı)
Eurocode	: Avrupa Birliği Standardı

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Geleneksel yapılar, uygulanmaya başlanıldığı dönemlerde buldukları bölgelere göre farklı mimarileri ile dikkat çekmektedir. Karadeniz bölgesinde bulunan Karabük ili Eflani ilçesi sit alanı içerisinde yapılar inşa edilen dönemlere ait izler taşımaktadır. Bu nedenle koruma altına alınmışlardır. Bu yapıların mevcut durumları hakkında yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen veriler 3. bölümde detaylı olarak sunulmuştur. Ayrıca aynı bölgede seçilen örnek bir yapıya ait ahşap taşıyıcı panel ile yapının üç boyutlu modelleri bilgisayar destekli yapısal analiz programında oluşturulmuş ve modeller üzerinde doğrusal olmayan statik itme analizi yapılmış elde edilen analiz sonuçları 4. bölümde ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

#### 1.1. LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın bu bölümünde, günümüze kadar konuya ilişkin olarak yapılan çeşitli araştırmalar incelenerek, bu araştırmalar hakkında bilgilere yer verilmiştir. Bu amaçla literatür taraması iki bölümde incelenmiştir. Birinci bölümde geleneksel ahşap yapılar hakkında yapılan araştırmalar üzerinde durulmuş ve ikinci bölümde ise bilgisayar programları ile yapılan sayısal modellemelerden faydalanılan çalışmalar incelenmiştir.

##### 1.1.1. Birinci Bölüm

Dowrick (1988) yapmış olduğu “Depreme Dayanıklı Tasarım” başlıklı çalışmasında, deprem kuvveti etkisi altında ahşap yapılarda dayanımın düşük olmasına sebep olan etkenler üzerinde durmuştur [1].

Şahin (1996) yapmış olduğu “Deprem Etkilerine Karşı Geliştirilen Pasif ve Aktif Kontrol Sistemleri” başlıklı çalışmasında, ahşap yapıların depreme karşı güçlendirme

ayakta kalmasını sağlamak amacıyla bazı koruma sistemleri uygulamışlardır. Bunlar “Taban Koruma Sistemleri”, “Yapı İçine Yerleştirilen Pasif Enerji Sönümleyen Sistemler” ve “Aktif Kontrol Sistemleri“ yöntemlerini uygulamıştır [2].

Çakır (2000) yapmış olduğu “Geleneksel Karadeniz Ahşap Konut Yapım Yönteminin Çağdaş Teknoloji Açısından Değerlendirilmesi” başlıklı çalışmasında, ahşap malzemenin Anadolu bölgesinde %60-75 oranlarında en çok tercih edilen yapı malzemesi olduğunu belirtmiştir [3].

Ambraseys ve Jackson (2000) yapmış oldukları "1500 Yılından İtibaren Marmara Denizi'nin Depremselliği" başlıklı çalışmalarında, yapısal ahşap malzemenin dayanımının günümüzde sıklıkla kullanılan beton çeşitlerinin dayanımlarına yaklaşık olarak eşit olduğunu belirtmiş, yapısal ahşap malzemenin beton çeşitlerine oranla çok daha hafif bir malzeme olduğundan sağlamlık/ağırlık oranı çok daha yüksek çıkması sebebiyle betona göre çok daha iyi bir yapı malzemesi olduğunu belirtmiştir [4].

Doğangün vd. (2006) yapmış oldukları “Türkiyedeki Geleneksel Ahşap Yapılar ve Deprem Sonrası Hasarları" başlıklı çalışmalarında, taşıyıcı sistemi ahşap olan binaların deprem kuvveti etkisi altında davranışlarının farklı bölgelere kıyasla değişiklik gösterebileceği oluşturan hasar durumlarına göre genel olarak sınıflandırmanın yapılabileceğini belirtmiş ve bu sınıflandırmalar hakkında bilgiler vermiştir [5].

Dışkaya (2007) yapmış olduğu “İstanbul’da 19.yüzyıldaki Geleneksel Ahşap Çerçevesiz Yapıların Hasar Tespitleri” başlıklı çalışmasında, İstanbul’da bulunan geleneksel ahşap yapıların yapı sistemleri, yapı sistemlerinde meydana gelen bozulmaların sebepleri, deprem-insan kaynaklı yapı hasarlarını örneklerle beraber açıklamıştır [6].

Yaman (2007) yapmış olduğu “Geleneksel Ahşap Yapılarda Kullanılan Yapı Elemanlarının Uzun Dönem Performansı-Giresun Zeytinlik Mahallesi Örneği Yapı İncelemesi” başlıklı çalışmasında, geleneksel ahşap yapı sistemleri ele alınarak, ahşabın mekanik ve fiziksel özelliklerine değinmiş, ahşap yapı malzemelerinin uzun süreli dayanım performansını incelemiştir [7].

Apak (2009) yapmış olduğu “Ahşap Strüktürel Sistem Seçim Modeli ve Geleneksel Kıyıköy Konutları Üzerinde Değerlendirilmesi” başlıklı çalışmada, ahşap taşıyıcı sistemlerin; örnek plan tiplerinin yapısal, fonksiyonel özellikleri, hane halkının mekansal ihtiyaçları çerçevesinde karşılaştırılması sonucunda elde edilen en uygun ahşap taşıyıcı sistemin, duvar ve döşeme seçimini belirleme metodu ile ilgili çalışmalar yapmıştır [8].

Buz (2010) yapmış olduğu “Beylerbeyi ve Çengelköy Küçük Ahşap Sivil Mimarlık Örneklerinde Taşıyıcı Sistem Oluşumu Üzerine Bir Araştırma” başlıklı çalışmada, geleneksel ahşap yapı sistemleri, sistem elemanları, taşıyıcı elemanlar ve cephe elemanları incelenmiştir. Yapıda kullanılan en kalın kesitli ve yassı elemanlar olduğu, ana dikmelerin genellikle kareye yakın dikdörtgenler olduğu, ara dikmelerin kirişler gibi iki kenar farklarını çok olduğu, payanda genellikle kareye yakın formlu ahşap elemanların kullanıldığı söylenebilir [9].

Yıldız (2011) yapmış olduğu “Türk Sivil Mimarisinin En Eski Yapılarından Amcazade Hüseyin Paşa Yalısının Tarihi Serüveni” başlıklı çalışmada, Amcazade Hüseyin Paşa Yalısı'nın tarihçesi, yapıda verilen ziyafetler ve yapının geçmişten günümüze kadar geçirdiği onarımları anlatmıştır [10].

Tunçkol (2012) yapmış olduğu “Ahşap Yığma Sistem Kuruluşu ve Gelişmiş Üretim Yönteminin İncelenmesi” başlıklı çalışmada, ahşap yığma yapı sistemleri, sistemde meydana gelen bozukluklar ele alınmış ve sistemi oluşturan elemanlar örnekleri ile beraber detaylı olarak açıklanmıştır [11].

Güneş (2014) yapmış olduğu “Geleneksel Ahşap Yapılarda Taşıyıcı Sistem Kurgusunun İncelenmesi ve Safranbolu Örneği” başlıklı çalışmada, geleneksel ahşap yapı kurgusu, ahşap çatki elemanları ve ahşap yapı hasarları ele almıştır [12].

Saydemer (2014) yapmış olduğu “Türkiye'deki Geleneksel Ahşap Yapılarında Kullanılan Taşıyıcı Sistemlerinin İrdelenmesi ve Bursa Örneği” başlıklı çalışmada, geleneksel ahşap yapıların taşıyıcı sistemleri araştırılarak bu yapıım sisteminin artı ve eksik yönlerinin belirtilmesi, ahşap yapıım sistemlerinin geliştirilmesini, ahşap taşıyıcı

sisteme kullanılan eski yapıların özelliklerini koruyup gerekli güçlendirmeler yapılarak ve yapılması planlanan ahşap taşıyıcı sisteme sahip yapıların doğru şekilde tasarlanması üzerine bilgiler verilmiştir [13].

Chang (2015) yapmış olduğu “Ahşap Kolon ve Perde Duvarların Onarımı ve Güçlendirilmesi” başlıklı çalışmasında, ahşap yapının dikme ve duvarlarında meydana gelen biyolojik bozulmalar, çatlak, yarıma vb. mukavemet kaybı olan yapı elemanında yapılacak olan güçlendirme yöntemleri, kullanılacak malzemeler ve bu malzemelerin birbirine göre mukavemetini deneysel yöntemlerden faydalanarak açıklamıştır [14].

Kudeb (2015) yapmış oldukları “Ahşap Yapı Sempozyumu” başlıklı yayınlarında, ülkemizde yapılan ahşap yapı restorasyonları, restorasyon metotları, güçlendirme yöntemleri yapılan uygulamalar ile beraber açıklanmaktadır. Ahşap yapı restorasyonunun çeşitli örnekler ile sunulmasının, karşılaşılan sorunları çözebilmede çeşitlilik sağladığını belirtmiştir [15].

Uzun (2018) yapmış olduğu “Tarihi Ahşap Yapı Taşıyıcı Sistemlerinin İncelenmesi ve Boğaziçi Örneği: Amcazade Hüseyin Paşa Yalısı” başlıklı çalışmasında, geleneksel ahşap yapıların tanımı yapılarak, ahşap yapıyı oluşturan yapısal elemanların neler olduğu anlatılmıştır. Ahşap bir yapıyı oluşturan yapı elemanları anlaşıldıktan sonra, yapı elemanının malzemesi olan ahşabın özellikleri irdelenmiştir [16].

### **1.1.2. İkinci Bölüm**

Santos vd. (2009) yaptıkları “Çift Kaymalı Tek Dübelle Ahşap Bağlantı Elemanının Yarı Statik Mekanik Davranışı” başlıklı çalışmalarında, yarı statik yükleme altında test edilen tek dübelli ahşap bağlantı elemanlarının, süneklik değerleri, kayma modülü ve mukavemet değerlerini incelemiştir. Bu değerleri Avrupa standartları olan Eurocode 5’de yer alan değerler ile karşılaştırılmıştır. Ahşap bağlantı elemanını üç boyutlu olarak sonlu elemanlar yöntemiyle modellenmiş ve deney sonuçlarına göre yeniden düzenlenmiştir [17].

Er Akan (2010) yapmış olduğu "Tarihi Ahşap Sütunlu Camilerin Sonlu Elemanlar Analizi İle Taşıyıcı Sistem Performansının Belirlenmesi" başlıklı çalışmada, Ahi Evran Camisinin yapısal durumunu ve deprem etkilerine maruz kaldığında dayanımının tespiti için yapısal analiz gerçekleştirmiştir. Üç boyutlu analiz yaparak yapı hakkında bilgiler vermiştir. Yapının analizi için sonlu elemanlar ile 6 farklı model üretilmiştir. Yapıdaki kullanılan malzemeleri sınıflandırmış, yapıya X ve Y yönünde deprem kuvvetleri uygulayarak yapının dayanımını test etmiştir. Deprem yüklemesi sonucundaki deformasyon hakkında bilgiler vermiş, hesap sonuçlarını deprem davranışı açısından değerlendirerek yapı hakkında yorumlar ve öneriler yapmıştır. Elde ettiği sonuçlara göre taşıyıcı elemanların tasarımını yapmıştır [18].

Ali vd. (2012) yapmış oldukları "Dhajji-Dewari Yapı Sistemlerinin Düzlem İçi Davranışı (Duvar Dolgulu Ahşap Çaprazlı Çerçeve Sistemler)" başlıklı çalışmalarında, "Dhajji" isimli yapılar üzerinde, düzlem içi yanal yük tepkilerini değerlendirmek için yürütölen deneysel ve sayısal çalışmaların sunulduğu bir araştırmadır. Deneysel çalışma, üç tam ölçekli duvar üzerinde düzlem içi yarı statik döngüsel testin yanı sıra ana bağlantılar üzerinde gerilim ve eğilme testini içermektedir. Ayrıca nümerik çalışmalarda duvar dolgusunun etkisini göz ardı eden ve bağlantıların elastoplastik davranış gösteren eğrileri kullanarak basitleştirilmiş sayısal modellerin doğrusal olmayan statik itme analizinde çalışmaya konu olan ahşap panellerini kapasite değerlendirmesi için kullanılmasının çok uygun olduğunu belirtmiştir. Deneylelerden elde edilen veriler sonucunda dhajji yapılarının yanal yük taşıma kapasitesinin değerlendirmesini kolaylaştırmak amacıyla basitleştirilmiş analitik araçlar geliştirmiş ve sayısal modellerin doğrusal olmayan statik itme analizinde kullanılmıştır [19].

Ahmad vd. (2012) yapmış oldukları "Geleneksel Dhajji-Dewari Yapılarının Sismik Analizi ve Tasarımı için Basitleştirilmiş Mühendislik Araçları" başlıklı çalışmalarında "Dhajji" evlerinin ahşap taşıyıcı panellerinin SAP2000 programı ile nümerik modelini oluşturmuş ve hem doğrusal olmayan statik itme analizi yaparak panelin yanal kuvvet-şekil değiştirme özelliklerini değerlendirmiş hem de doğrusal olmayan dinamik zaman tanım alanında (time history) analiz gerçekleştirerek Dhajji



evlerindeki duvar panellerinin sismik performans değerlendirmesini yapmak için basitleştirilmiş modeller sunmuşlardır [20].

Kaplan (2013) yapmış olduğu “Geleneksel Osmanlı Mimarisine Sahip Ahşap Yalılarının Deprem Kuvveti Altında İncelenmesi ve Güçlendirme Teknikleri” başlıklı çalışmasında, ahşabın tanımı yapılmış, geleneksel ahşap yapı sistemleri incelemiş, ahşap malzemenin mekanik özellikleri açıklanarak örnek bir yapının deprem kuvvetleri altında analizi ile beraber yapı elemanlarında kesit tahkikleri yapmıştır [21].

Çelik ve Birdal (2017) yapmış oldukları “Ahşap Taşıyıcı Sistemli Tarihi Camilerin Güçlendirilmesine Yönelik Bir Durum Çalışması” başlıklı çalışmasında, ahşap sütunlu Yanıkoğlu Camii'nin statik olarak analizini gerçekleştirmiştir. Yapının güçlendirmesini yapmadan önce gerekli değerleri SAP2000 programına girmiş ardından ahşap malzeme özelliklerini ve boyutlarını tanımlayarak incelemede bulunmuşlardır. Yapının özgünlüğünü bozmadan güçlendirme teknikleri hakkında önerilerde bulunmuştur [22].

Meriç (2019) yapmış olduğu “Ahşap Bir Yapının TS 647 ve Eurocode 5'e göre Analizi ve Karşılaştırılması” başlıklı çalışmasında, SAP2000 programı kullanılarak Ahşap Yapılarda kullanılan yönetmelik ve TS 498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri dikkate alınarak analiz yapmıştır. TS 647 ile Eurocode 5 standartları kullanılarak yapının taşıyıcı sistemine göre hesap tahkikleri yapılmış ve karşılaştırılmıştır [23].

Saatci (2020) yapmış olduğu “Türkiye'de kullanılan farklı tipteki geleneksel ahşap taşıyıcı sistemlerin yapı davranışına etkilerinin karşılaştırmalı incelenmesi” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında tarihi ahşap yapıların taşıyıcı sistemlerini incelemiş, Safran Konak özelinde Türkiye'de yaygın olarak kullanılan farklı türde ahşap taşıyıcı modelleri Sta-Steel programı ile oluşturarak analiz etmiştir [24].

## **1.2. AMAÇ**

Bu tez çalışmasının amacı geleneksel yapım sistemi ile yapılan binaların taşıyıcı sistemlerine ait yapı elemanlarının incelenerek Eflani Karacapınar Köyü sit alanı içerisinde yer alan binaların ve bu binalarda yer alan taşıyıcı sistemin ayırt edici özelliklerini öne çıkarmaktır. Seçilen bir yapıya ait taşıyıcı panel ve yapının üç boyutlu modelleri SAP2000 programında oluşturularak panelin ve yapının yanal itki kapasiteleri hakkındaki veriler elde edilerek mühendislik desteği almadan inşaa edilmiş olan benzer geleneksel yapıların iyileştirilmesi için öneriler sunulması hedeflenmektedir.

## **1.3. KAPSAM**

Tez kapsamında geleneksel yapıların taşıyıcı sistemleri tüm yönleriyle araştırılarak, Eflani Karacapınar köyündeki geleneksel yapı mimarisi ve yapım yöntemleri incelenmiş, geleneksel yapıların taşıyıcı sistemleri ve tasarımı ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bunun yanında taşıyıcı sistemleri açısından incelenmek üzere seçilen örnek bir yapı için SAP2000 programı ile modeller oluşturularak analizleri yapılmıştır. Bu bağlamda yapılan işlemler; seçilen yapının bir ahşap taşıyıcı panelinin modellenmesini, yapının son katının modellenmesini ve yapının ahşap taşıyıcı sistemle kurgulanmış tüm bölümlerinin modellenmesini kapsamaktadır.

## **1.4. YÖNTEM**

Tez çalışması üç aşamadan oluşmaktadır;

Tezin birinci aşamasında geleneksel yapılarda kullanılan malzeme özellikleri ve yapıların taşıyıcı sistemleri tüm yönleriyle incelenmiştir.

Tezin ikinci aşamasında ise Eflani Karacapınar köyünün koruma amaçlı imar planı sınırları içerisinde bulunan çeşitli tescilli/geleneksel yapıların taşıyıcı sistemleri incelenerek, gerekli ölçü ve bilgiler yerinde alınarak yapım sistemlerinin oluşumu hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiştir.

Tezin üçüncü aşamasında ise örneklem bölgesinden seçilen yapının bilgisayar destekli yapısal analiz programında sayısal modelinin oluşturularak taşıyıcı sistem analizinin yapılması ve sonuçlarının incelenmesini içermektedir.

## BÖLÜM 2

### GELENEKSEL YAPILARIN TAŞIYICI SİSTEM ELEMANLARI

Geleneksel yapı, eski dönemlerde belirli bir bölgedeki toplumların, o bölgedeki kültürün tanıdık simgesel faktörlerinin de kullanılarak üretildiği yapı biçimidir. Geleneksel yapıların taşıyıcı sistemleri buldukları bölgedeki doğal malzeme (ahşap, yığma) çeşitliliğine göre farklılık göstermektedir. Geleneksel yapılar; ahşap karkas sistem, karma sistem ve yığma yapı olarak 3 gruba ayrılabilir. Bu çalışma kapsamında incelenen sit alanı içerisinde yaygın olarak ahşap karkas sistem olduğu için genel olarak bu taşıyıcı sistem üzerinde durulmuştur.

#### 2.1. TEMELLER

Geleneksel ahşap yapıların temelleri yığma, betonarme veya duvar altı temel olarak yapılmaktadır. Geleneksel yapılarda genel olarak yığma (kagir) temeller tercih edilmiştir. Temelin yeterli dayanımı sağlayabilmesi için iri taşlar derine yerleştirilerek inşa edilir. Temellerin yeterli dayanımı sağlamadığı durumlarda yığma duvarda çatlaklar ve oturmalar gözlenmektedir. Geleneksel yapıım sistemine sahip yapılarda temel yapımı için ilk olarak zemin tesfiyesi yapıldığı ardından 15-20 cm kalınlığında kum serildiği gözlemlenmiştir. Temel altına serilen kumun yapıya zemindeki kapilerite etkisi ile gelebilecek olan suyun iletilmesinin önlenmesi ve depremde oluşan yer hareketlerinin sönümlenmesi amacı ile kullanılmış olduğu değerlendirilmektedir (bkz. Şekil 2.1) [25].



Şekil 2.1. Yığma (kagir) temel.

Zemin kat duvarları ahşap karkas sistem olduğu yapılarda, yapının zeminle temas eden kısımlarının yağmur etkilerinden korunması için temel duvarı zeminden biraz yükseltilerek subasman inşa edilmektedir. Bol yağış alan bölgelerde subasman seviyesinin yüksek tutulması ya da zemin kat duvarlarının tamamen kagir yapılması sık görülen uygulamalardır. Zemin kat duvarlarının yığma (kagir) olduğu durumlarda duvar belli aralıklarda hatıllarla bağlanmaktadır [12]. Çok eski bir uygulama olarak geleneksel ahşap yapılarda kerpiç veya taş temeller ile duvarların birleştirilmesinde ahşap hatıllar kullanıldığı da görülmektedir. Ahşap hatılların kullanılma nedeni taş örgünün bitim noktası ile birleşiminin yapılacağı ahşabın düzgün bir şekilde bağlanabilmesidir. Ahşap hatıllar ayrıca, panel duvarları yatay ekseninde birleştirerek duvara gelecek olan yanal yüklere karşı yapıyı güçlendirmenin yanı sıra, nemin ahşap taşıyıcı sistemli yapılarda dolgu malzemesine (kerpiç vb.) ulaşmasını kademeli olarak engellemektedir. Malzemenin su emme kapasitesini azaltmak ve ahşabı mantarlar ve böceklerle karşı korumak için Safranbolu evlerinde su basman seviyesine kadar reçine açısından zengin ve toksin özellikli çamlar kullanılmıştır [7]. Günümüzde ise ahşabı söz konusu olumsuz etkilere karşı korumak için genellikle poliüretan, cila veya vernik gibi malzemeler kullanılmaktadır.

## 2.2. DUVARLAR

Geleneksel ahşap yapının sınırlarını belirleyen yapının dış cephesini koruyan ve yapı içindeki bölmelerle farklı mekanları oluşturan yapı elemanıdır. Ahşap yapılarda duvarları yapısal olarak yığma duvarlar (çantı) ve çerçeve duvarlar olarak iki ana gruba ayrılırlar [16].

### 2.2.1. Ahşap Yığma Duvarlar (Çantı)

Ahşap yığma yapılara literatürde “Ahşap Çantı” adıyla da anılmaktadır. Bu sistem çok eskiye dayanmaktadır. Ahşap malzemenin kolay ve ucuza temin edildiği tüm kültür ve coğrafyalarda uygulanmıştır. Ahşap yığma sistemler, ağaç gövdelerinin (kütük) üst üste getirilmesiyle oluşturulmaktadır. Yığma yapı esaslarına göre, üst üste getirilip birleştirilmesi ile oluşturulan duvarlar taşıyıcı sistemi oluşturmaktadır (bkz. Şekil 2.2). Bu sistemde oluşturulan duvarların duvar yüzeylerinde kaplama gereksinimi bulunmamaktadır [26]. Şekil 2.3’de çantı sisteme sahip bir duvarın birleşim detayı verilmiştir.



Şekil 2.2. Ahşap yığma duvar [27].



Şekil 2.3. Örnekleme bölgesinde yer alan ahşap çantı birleşimine dair örnek.

### 2.2.2. Ahşap Çerçeve Duvarlar

Ahşap karkas (iskelet) sistemler, tek boyutlu ahşap bileşenlerin taşıyıcılık görevini üstlendiği, yığma sistemlere göre ahşabın daha ekonomik olarak kullanıldığı sistemlerdir. Karkas sistemlerde, taşıyıcı sistemi tek boyutlu ahşap bileşenler oluştururken, taşıyıcı bir niteliği olmayan duvarlar sadece yapı içerisindeki mekanları ayırmada ve yapıyı çevrelemede kullanılmaktadır. Ahşap karkas yapılar özü itibarı ile iskelet bir sistemdir. Ahşap dikmelerin arasında oluşan boşluklar taş, tuğla, gazbeton ve genellikle kerpiç gibi malzemeler ile doldurulmaktadır. Bu kullanılan malzemelerin üzerine kaba sıva uygulaması yapılabilmekte veya ahşap latalar ile dikmelerin dışarı ile temas eden yüzeyleri kaplanarak yapıyı dış etkenlere karşı koruma ve yalıtım sağlanmaktadır [28]. Şekil 2.4’de Ahşap çerçeve sisteme sahip bir yapının dikmeler arasındaki boşlukları taş ile doldurulup ardından harç ile sabitleştirilerek dış etkenlere karşı koruma ve yalıtım sağlanmıştır.



Şekil 2.4. Ahşap çerçevesel duvar.

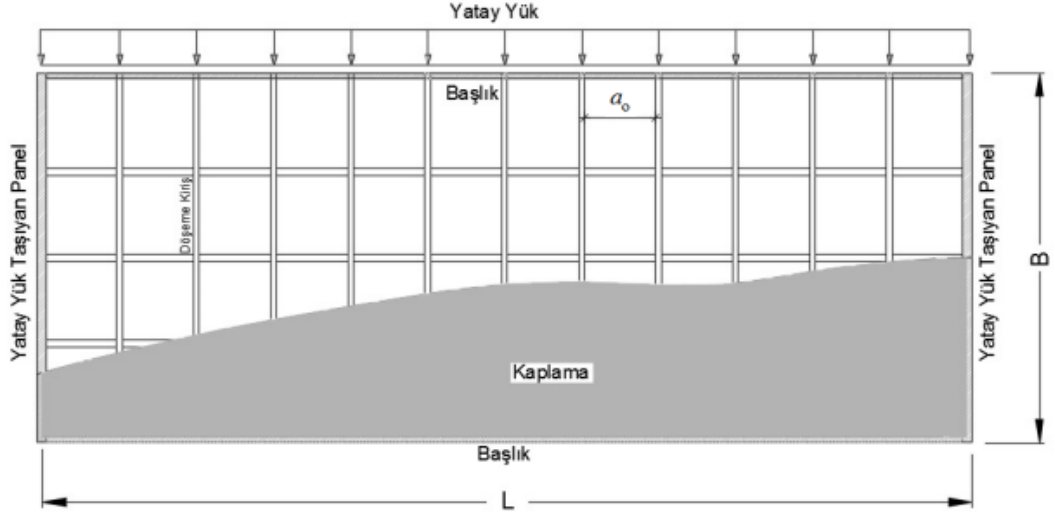
Orta Avrupa ve ülkemizde uygulanan ahşap karkas yapılarda, dikmeler arası mesafenin fazla tutulduğu bir yaklaşım izlenmektedir ve bunun sonucunda ana elemanların yanına yardımcı elemanlardan oluşan bir yaklaşım göstermektedir. Bazı ülkelerde ise dikmeler arası mesafenin az olduğu fakat ince kesitli ahşap elemanların kullanıldığı çerçeve duvarlar kullanılmaktadır.

Ahşap çerçeve duvarlarda ana elemanlar, yapının taşıyıcı sistemi oluşturan ve stabiliteyi sağlayan yapısal elemanlardır. Bu grup altında taban ve başlık kirişleri, dikmeler ve diyagonaller (çarprazlar) yer almaktadır. Yardımcı elemanlarsa döşeme gibi kullanım yüzeylerini oluşturmak, ana elemanları desteklemek, duvarları kaplamak, çatı örtüsünü taşımak, pencere, kapı gibi elemanları tespit edebilmek için gerekli olan esas taşıyıcı olmayan elemanlardır [28].



### 2.3. DÖŞEMELER

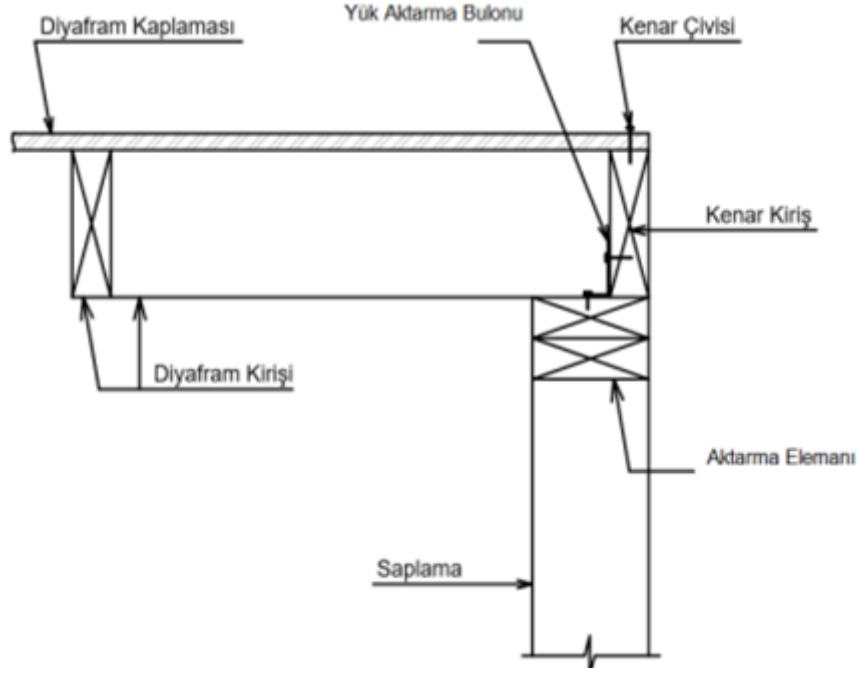
Ahşap döşemeler, taşıyıcı nitelikte ahşap kirişlerin belli aralıklarla taşıyıcı duvarlar üzerine yerleştirilerek ve kirişlerin üst kısımlarına döşeme kaplaması monte edilerek oluşturulmaktadır [7].



Şekil 2.5. Ahşap döşeme iskeleti [29].

Zemin kattaki döşeme kirişleri taban kirişleri üzerine, diğer katlardaki döşeme kirişleri ise başlık kirişleri üzerine yerleştirilmektedir. İki yapısal elemanı birleştirmek için çivili, vidalı veya özel tasarlanmış çelik elemanlar kullanılmaktadır [29].

Döşemelerin taşıma kapasitesi, döşeme kirişi ve başlık kirişliğinin derinliklerine ve geçtikleri alanın büyüklüğüne göre farklılık göstermektedir. Ahşap döşemeler Türkiye’de kullanılan kereste ebatlarına göre 3,5-4 m açıklıklar geçilebilmektedir [7].



Şekil 2.6. Döşeme birleşim detayı [29].

### 2.3.1. Ahşap Döşemelerin Tasarımına İlişkin Kurallar

Bu bölüm TBDY-2018 Bölüm 12'den elde edilen bilgilere göre düzenlenmiştir.

a) Çerçeve elemanlarına bağlanmayan tüm döşeme panel elemanları, ahşap döşeme kirişleri arasında oluşturulacak enine bağlantı (takoz) elemanlarına bağlanması gerekmektedir. Ayrıca bu elemanların, yatay yük taşıyan duvarların üst kotunda da düzenlenmesi önerilmektedir.

b) Ahşap döşemelerde boşluk bırakılması gereken durumlarda, döşeme boşluğunun etrafındaki kirişlerde süreklilik oluşturulmalıdır.

c) Ahşap kirişlerde enine bağlantı elemanı kullanılmadığı zaman, kiriş yüksekliğinin kiriş genişliğine oranı  $h_b / t_b < 4$  koşulunu sağlamalıdır.

d) Bütün ahşap kaplama elemanları  $a_o / t \leq 100$  koşulunu sağlamalıdır.

## 2.4. ÇIKMALAR

Geleneksel ahşap yapılar­da çıkmalar genellikle zemin kat üstündeki katlarda yapının temel sınırının dışına doğru taşması şeklinde oluşturulur. Geleneksel ahşap yapılar­da genellikle konsol kirişli çıkmalar ve payandalı çıkmalar kullanılmaktadır.

Konsol kirişli çıkmalarda taşıyıcı döşeme kirişleri yapı dışına doğru uzanmaktadır ve altında destekleyici bir ahşap dikme bulunmamaktadır. Şekil 2.7 (a)'da konsol kirişli çıkma için örnek bir fotoğraf yer almaktadır.

Payandalı çıkmalarda çıkmayı taşıyan kirişlerin iki veya daha fazla payanda ile desteklenmesi ile oluşmaktadır. Çıkmalar alttan desteklendiği için açıklık uzatılabilir. Payandalar alt kattaki hatıllara bindirilir [30]. Şekil 2.7 (b)'de payanda destekli çıkmaya ilişkin örnek bir fotoğraf yer almaktadır.

Burada çıkmaların yapı ağırlık merkezini değiştirdiğinden ve söz konusu yapının deprem davranışını olumsuz etkilediği gözlenmektedir.



(a)



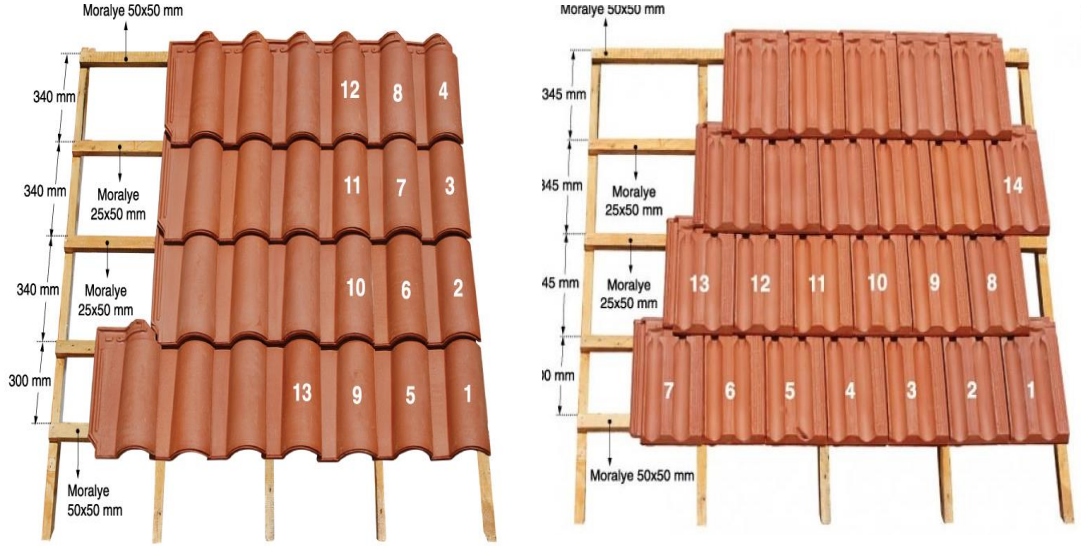
(b)

Şekil 2.7. Ahşap yapılarda çıkma türleri, (a) payanda destekli, (b) konsol kirişli.

## 2.5. ÇATI

Geleneksel ahşap yapılarda çatı sistemi çoğu zaman beşik ve oturtma çatı olarak inşa edilmiştir [13]. Çatı, yapıyı tamamlayan ve yapıyı yağmur, kar gibi dış etkenlere karşı koruyan belirli bir eğim ile kendine has bir sistem kurgusu olan yapı parçasıdır. Geleneksel ahşap yapılarda; çatı kullanım türü ön planda tutularak, amaca uygun mimari açıdan estetik ve fonksiyonel şekilde tasarlanmıştır. Yapıya etkileyen yağmur yükleri çatı dikmeleri vasıtası ile son kat tavan esas kirişleri ve dikmelerine aktarılır. Geleneksel ahşap çatı sistem kurgusu günümüz yapılarında ahşap oturtma çatılarına benzer şekilde dikme, kiriş, mertek, aşık ve kuşak elemanlardan oluşur. Günümüz yapılarda ahşap oturma çatıların bağlantısında beton çivisi kullanırken, geleneksel ahşap yapılarda bağlantı elemanı çivi olarak kullanılmaktadır. Çatı sistem kurgusu dışında ise Alaturka kiremit ve Marsilya tipi kiremit kullanılmıştır (bkz. Şekil 2.9). Çatı kaplama elemanı dışında çatı üzerinde baca, etrafında ise saçak, dere ve oluklar

bulunur [16]. Alaturka kiremitler 420x173x129 mm ebatlarında, 1800 gr. ağırlığında, 400 Kgf dayanıma sahip, metrekareye 35 adet alaturka kiremit kullanılmaktadır. Marsilya kiremitler ise 240x405 mm ebatlarında, 2800 gr. ağırlığında, 265 Kgf dayanıma sahip, m<sup>2</sup>'ye 16 adet marsilya kiremit kullanılmaktadır [31].

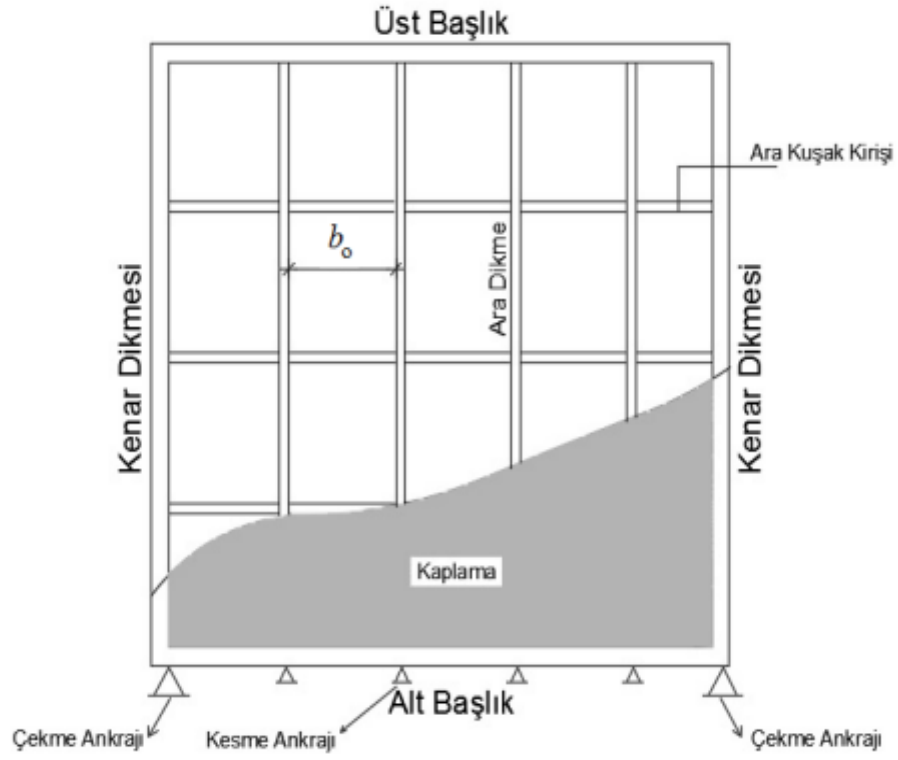


Şekil 2.8. Alaturka kiremit ve Marsilya tipi kiremit uygulamaları [32].

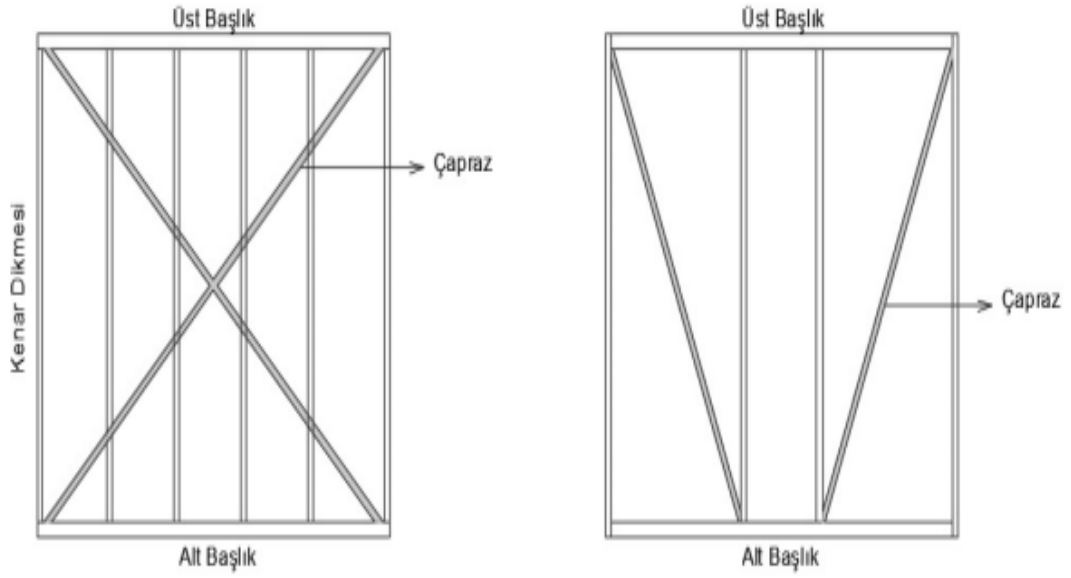
## 2.6. PANELLERİN TASARIM ESASLARI

### 2.6.1. Panelleri Oluşturan Elemanlar

Panellerin ahşap iskeleti; ana ve ara dikmelerden, dikmelerin altına konulacak taban kirişlerinden, dikmelerin üstüne konulacak başlık kirişlerinden, taban ve başlık kirişleri arasında duvarda dikdörtgen gözler oluşturan ve dikmeleri duvar boyunca birbirine bağlayan yatay kuşak kirişlerinden, oluşturulan dikdörtgen gözleri üçgen gözlere bölen çaprazlar veya yatay yük taşıyan kaplama panellerinden oluşmaktadır. Şekil 2.9'da tipik kaplamalı panel iskeletine ait örnek verilmiştir. Şekil 2.10'da çaprazlı panel iskeletine ait örnek verilmiştir.



Şekil 2.9. Kaplamalı tipik bir panel sisteminin görünümü [29].



Şekil 2.10. Çaprazlı tipik bir panel sistemin görünümü [29].

## 2.6.2. Panellerin Oluşturulmasına İlişkin Kurallar

Bu bölüm TBDY-2018 Bölüm 12'den elde edilen bilgilere göre düzenlenmiştir.

a) Yatay yük taşıyan panel elemanların  $h / l_i \leq 4$  koşulunu sağlaması gerekmektedir. Bu koşulu sağlamayan panel elemanlar yatay yük taşıyan eleman olarak kabul edilmeyecektir.

b) Şekil 2.9'da verilen kaplamalı sistemde kullanılan bütün ahşap kaplama elemanları " $b_o / t \leq 100$ " koşulunu sağlayacaktır.

c) Ahşap kaplamanın taşıyıcı kabul edilebilmesi için  $b_o$  dikme aralığının en fazla 0,625 m koşulunu sağlaması gerekmektedir.

d) Alçı panel kaplamalar yatay yük taşıyıcı olarak kabul edilmeyecektir.

e) Tek katlı ahşap yapılarda dikmeler, taban ve başlık kirişleri ile çaprazların enkesit boyutları en az 100 mm x 100 mm, ara kuşak kirişlerin enkesit boyutları ise en az 50 mm x 100 mm koşulunu sağlaması gerekmektedir.

f) Ana dikmeler ve çaprazlar kat boyunca tek parçalı sürekli olacaktır. Çaprazların X şeklinde olması durumunda köşegen elemanlardan biri sürekli olacak, kesintiye uğrayan diğer köşegen eleman, çelik levhalar yardımıyla birbirlerine bağlanacaktır.

g) Ana dikmeler taban kirişine ve başlık kirişine geçmeli olarak birleştirilse bile çivi ile pekiştirilecektir. Geçmeli birleşim yapılmaması durumunda çivili köşe takozları, çelik bağlantı elemanları ya da özel üretim elemanlar kullanılacaktır. Oluşturulan sistemin yük aktardığının hesapla gösterilmesi zorunludur.

h) Özel önlem alınarak çekmeye çalıştırılmadığı durumlarda, çapraz elemanlar sadece basınca çalışan eleman olarak göz önüne alınacaktır.

### 2.6.3. Panellerin Tasarımına İlişkin Kurallar

a) Ahşap panellerin tasarımında;

- 1) Panelin kesme kapasitesinin, bu panele gelen kesme kuvvetinden daha büyük olacağı,
- 2) Dikmelerin aksenal kuvvet taşıma kapasitesinin dikmelere etkiyen aksenal kuvvetlerden daha büyük olacağı,
- 3) Kesme kuvveti aktaran ankrajlar ile temel ve kat bağlantı ankrajlarının tasarımının, taban kesme kuvvetini, kat kesme kuvvetini ve devrilme momentini karşılayacak şekilde yapılacağı belirtilmektedir.

b) Sadece tam kat yüksekliğindeki taşıyıcı panel bölümlerinin kesme kuvveti taşıma kapasitesine sahip olduğu kabul edilecektir. Her taşıyıcı panel bölümü için, kenar dikmelerde çekme kuvveti aktarma ankrajları kullanılacaktır (bkz. Şekil 2.12).



Şekil 2.11. Dikmelerinin çekme kuvveti aktarma ankrajları [29].

c) Kaplamalı paneldeki kesme kuvveti talebi, (2.1) bağlantısına göre hesaplanan kesme tasarım dayanımından küçük olacaktır.

$$V_p = \frac{v_p \cdot \sum l_i}{Y_m} \quad (2.1)$$



(2.1) bağıntısındaki  $V_p$  birim boya ilişkin karakteristik kesme dayanımı olup (2.2) bağıntısıyla hesaplanmaktadır.

$$V_p = \frac{f_i \cdot c_i}{s} \quad (2.2)$$

Çivinin kesme kapasitesi  $f_i$  değerine göre belirlenecektir. Bu değer TS EN-1995’de verilen dayanım sınıflarında göre belirlenmektedir.  $c_i$  ifadesi ise boyut etkisi katsayısını ifade etmekte ve (2.3) bağıntısıyla hesaplanmaktadır.

$$c_i = \frac{z \cdot l_i}{h} \leq 1 \quad (2.3)$$

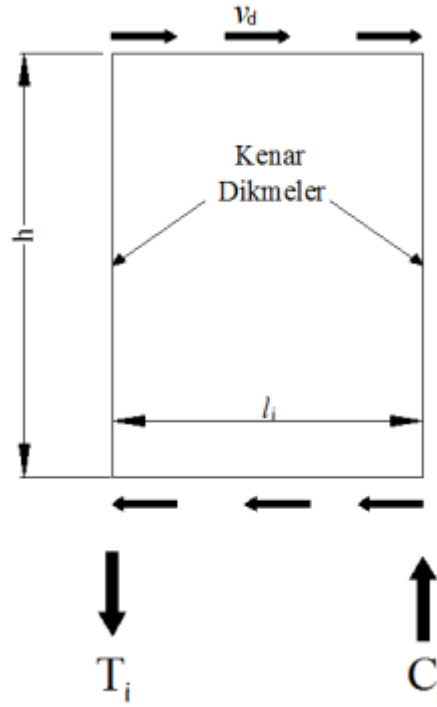
d) Panellerin birim boya ilişkin kesme dayanımları, panelin tek yüzüne kaplama yapılmasına karşılık gelen değerleridir. Aksi takdirde aşağıdaki verilen kurallara uyulması gerektiği belirtilmektedir.

- 1) Panelin aynı yüzüne birden fazla kaplama malzemesi uygulanması durumunda, sadece panel yüzü ile temas eden malzemenin dayanım değerleri kullanılacaktır.
  - 2) Panelin her iki yüzde aynı kaplama malzemesinin, aynı çivi ya da vida ile birleşim sağlanması durumunda, (2.2) bağıntısına göre hesaplanan birim boyda meydana gelen kesme dayanımı değerleri, panelin her iki yüzü için toplanılarak kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Ancak bu durumda, panel kenar dikmelerinin alt ve üst başlık kirişlerinin oluşan kesme kuvvetini güven ile karşılandığı hesaplanmalıdır.
  - 3) Panelin iki yüzünde farklı kaplama malzemesi kullanılması durumunda, oluşan birim boy için kesme dayanımı; (2.1) bağıntısındakinden küçük kesme dayanımına sahip kaplama malzemesi dayanımının iki katı ya da büyük kesme dayanımına sahip kaplama malzemesi dayanımı ile karşılaştırılacak büyük olan hesaplar dikkate alınacaktır.
- e) Yatay yük taşıyan panellerde, en fazla 5 m’de bir ankraj ve/veya çekme kuvveti aktaran birleşimin kullanılması gerekmektedir.

#### 2.6.4. Panel Dikmelerin Tasarımı

Kaplamalı panel sistemlerde, yatay yükler nedeniyle kenar dikmelerde oluşan aksel kuvvetlerin (2.4) bağıntısıyla hesaplanması gerektiği belirtilmektedir. Bu şekilde elde edilen aksel kuvvetler ve düşey yüklerden oluşan aksel kuvvetlerin toplamı, söz konusu dikmenin aksel basınç dayanımını aşıp aşmadığı TS EN 1995 Bölüm 6'ya göre denetlenmelidir.

$$C_i = T_i = v_d \cdot h \quad (2.4)$$



Şekil 2.12. Dikmelerde oluşan aksel kuvvetler [29].



Mevcut yerleşkeye ilişkin literatürde yapılan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenlerle sit alanı sınırları içerisinde yer alan tescilli/geleneksel yapıların taşıyıcı sistemlerine ilişkin bilgilerin üretilmesi amacı ile Eflani Karacapınar Köyü örnekleme alanı tercih edilmiştir.

### **3.1.1. Tarihçesi**

Karacapınar Köyü Karabük ilinin Eflani ilçesine bağlıdır. 1530 yılından beri aynı isimle anılmaktadır [33]. Karacapınar adı bir Türkmen cemaat adı olan Karaca ile Pınar adının birleşmesi ile ortaya çıkmıştır [34].

Karacapınar Köyüne ilişkin ilk kentsel sit kararı Ankara Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu (KTVKK) tarafından 16.02.1990 tarihinde 1100 sayılı karar ile verilmiştir. Daha sonra 24.06.2010 tarihinde Karabük KTVKK kararı ile Kentsel Sit Alanı ve Etkileme Geçiş Alanı sınırları belirlenmiştir [27].

### **3.1.2. Jeolojik Yapısı**

Eflani ilçesi Karadeniz bölgesinin Batı Karadeniz bölümünde yer almaktadır. Bu bölge Türkiye'nin en önemli tektonik birimlerinden olan ve Anadolu yarımadasının kuzeyinde yer alan, Himalaya kuşağının kuzeyden uzantısını teşkil eden Pontidler olarak adlandırılmış zon üzerinde yer almaktadır. Bu zon üzerinde Paleozoikten Kuaterner'e kadar uzanan değişik litolojik birimler yer alır. Bu zon gerek Alpin orojenik hareketler, gerekse ardından devam eden Post-Alpin epirogenik hareketlerle şiddetli kıvrılma, kırılma ve yükselmelere maruz kalmıştır [35].

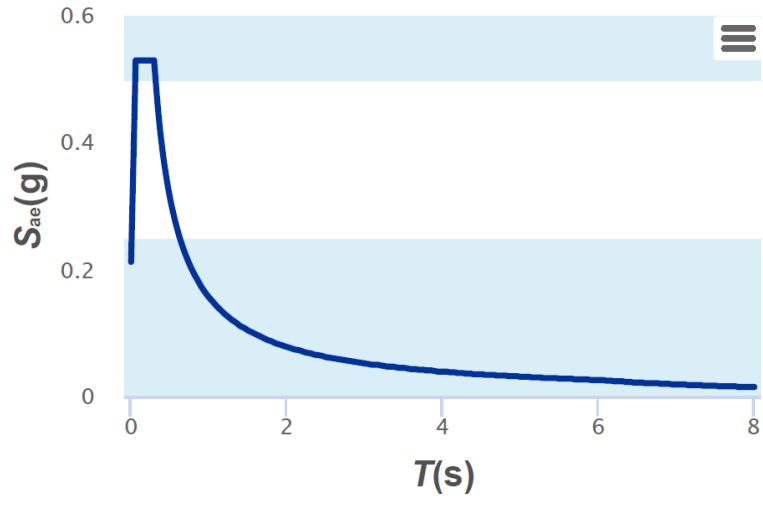
Eflani ilçesi genel olarak 3. zaman (Tersiyer) tektonik hareketleri ile şekillenmiştir. Bölge genel olarak plato görünümündedir. Stratigrafik istiflenmesi Karabük il genelinde hakim olan Eosen yaşlı çökellerden farklı olarak kambrien kireç taşları ve jura kireç taşları ile temellenmektedir. Bu durum bize arazinin çevresine göre daha yaşlı olduğunu göstermektedir.

Bölgede Prekambriyen (İlkel Zaman) oluşumlu yaşlı araziler Eflani'nin batı bölümünde görülmektedir ve bir hat boyunca uzanmaktadır. Bu bölümde litolojik olarak granit, granodiyorit ve gabro kayaçları görülmektedir [36]. Bölgede temelde istiflenen kireç taşları metamorfizmaya maruz kalarak birçok yerde sertleşerek mermer yatakları oluşturmuşlardır.

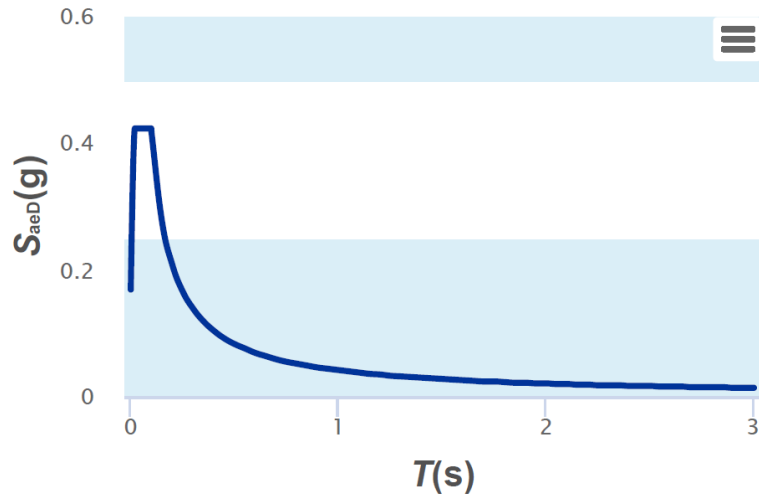
### 3.1.3. Depremsellik

Türkiye'nin jeolojik ve jeomorfolojik görünümü genel olarak 3. Jeolojik zamanda (Tersiyer) şekillenmiştir. Genç oluşumlu bir ülke olan Türkiye sismik yönden oldukça hareketli ve tehlikeli bir kuşak üzerinde bulunmaktadır. Türkiye'nin depremselliğini çevresindeki hareketli levhalar ortaya koymuştur.

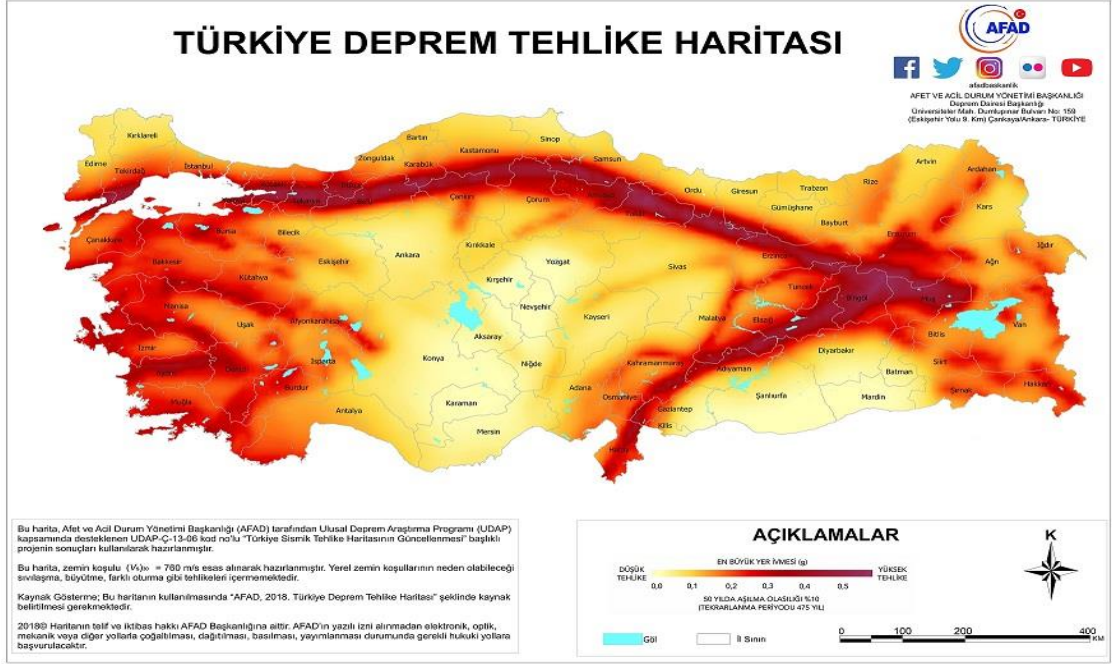
Alp-Himalaya deprem kuşağında yer alan ülkemizde olan depremler, Atlantik Okyanus ortası sırtının iki tarafa doğru yayılmasına bağlı olarak Afrika-Arabistan levhalarının kuzey-kuzeydoğuya doğru hareket etmeleriyle ilişkilidir [37]. Sözü edilen levha hareketleri etkisiyle Anadolu yarımadası çok sayıda kırılma, kıvrılma ve çarpılma hareketlerine maruz kalmıştır. Böylece Anadolu üzerinde çok sayıda fay hattı oluşmuştur. Bunların en önemlileri; Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF), Batı Anadolu Fay Hattı (BAF) ve Doğu Anadolu Fay Hattı (DAF)'dır. Bunlar içinde tarihsel süreçte en aktif ve en yıkıcı depremlerin meydana geldiği fay hattı Kuzey Anadolu Fay (KAF) hattıdır. Karabük ili genel olarak bu hat üzerinde yer almakta olup, bu itibarla tasarım spektral ivme katsayısı büyük olan sismolojik özelliklere sahiptir. Ancak araştırma sahasının içinde bulunduğu Eflani yöresi ise, Paleozoik temelde istiflenen kireçtaşlarının sertleşerek masif bir yapı kazanmasından dolayı çevresi kadar sismik hareketliliğe sahip değildir. Böylece çevresine göre nispeten daha güvenli sayılabilir. Örneklem alanının Türkiye Deprem Tehlike Haritasında yeri işaretlendiğinde analizlerde kullanacağımız  $S_S=0,588$ ,  $S_1=0,195$ ,  $S_{DS}=0,529$ ,  $S_{D1}=0,156$ ,  $PGA=0,249$  ve  $PGV=16,456$  olarak sistem üzerinden belirlenmiştir. Şekil 3.2 ve Şekil 3.33'te örneklem alanının yatay ve düşey elastik tasarım spektrumu verilmiştir.



Şekil 3.2. Yatay elastik tasarım spektrumu.



Şekil 3.3. Düşey elastik tasarım spektrumu.

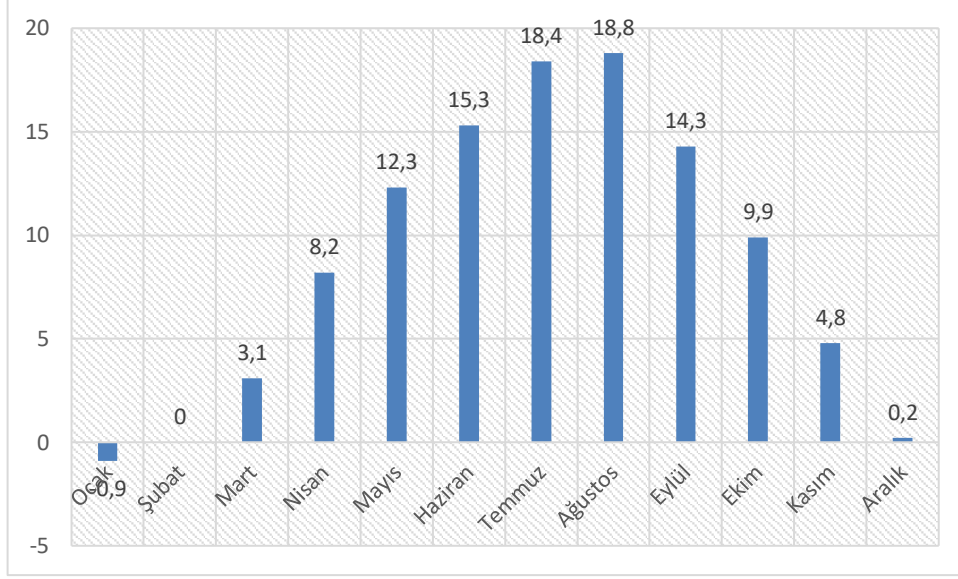


Şekil 3.4. Türkiye deprem tehlike haritası.

### 3.1.4. İklim ve Bitki Örtüsü

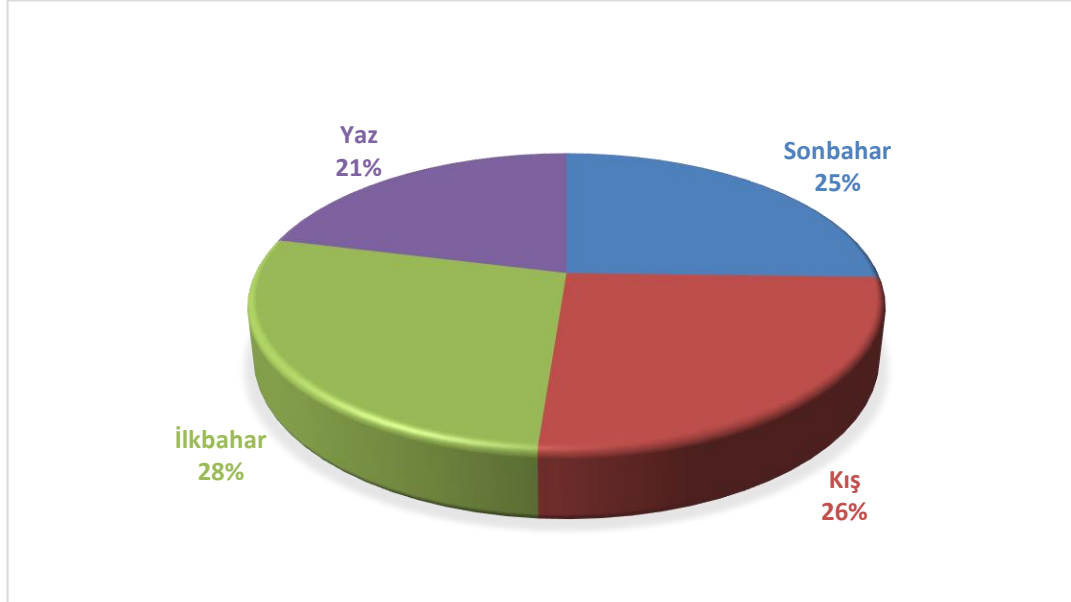
İklim açısından Karabük ili kuzey bölgeleri nemli-ılıman ve nemli-soğuk iklim etkisindedir. Esasen Karabük ili genel olarak Karadeniz iklimi ile Karasal iklim arasında geçiş özelliği gösterir. Bu itibarla Karadeniz ardı (arkası) iklim olarak belirtilebilir. Ancak kuzeyde yer alan Eflani çevresinde yükseltinin artmasına bağlı olarak karasallık (Continentalite) daha belirgindir.

Deniz seviyesinden yaklaşık 800 metre yükseklikte bulununan Eflani'de yıllık ortalama sıcaklık 8,7 °C olup yükselti etkisi nedeni ile daha düşük bir seviyededir (bkz. Çizelge 3.1) [38].



Çizelge 3.1. Aylık sıcaklık dağılımı.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) verilerine göre Eflani yıllık yağış miktarı 581.00 mm olarak belirlenmiştir (bkz. Şekil 3.5.)



Şekil 3.5. Yıllık yağış miktarının mevsimsel oranı.

Eflani’de hakim rüzgar yönü, yıllık en fazla esme frekansı %25,3 ile KB, en az esme frekansı %1,3 ile D yönündendir. Kışın %26,6 ve Sonbahar %23,9 ile GB yönünden, Yazın %26,2 ve İlkbaharda %26,3 ile KB yönünden esme sıklığı fazladır [39].



Karabük ili bitki örtüsü açısından son derece zengindir. Bu zenginlik Eflani ilçesinde kendini göstermektedir. Karadeniz iklim etkisi ile zengin bir orman üstü ve orman altı florasına sahiptir. Eflani platosu ve çevresinde karaçam (*Pinus nigra*), meşe (*Quercus sp.*), gürgen (*Carpinus sp.*) yayılışı hakim sürdüğü belirlenmiştir (bkz. Şekil 3.6). Güneyli bakıya sahip yüksek yerlerde ise sarıçam (*Pinus sylvestris*) alanda birlikler oluşturmaktadır [39].



Şekil 3.6. Bitki örtüsü.

### 3.1.5. Ulaşım

Eflâni çevresinde bulunan Safranbolu, Karabük, Daday, Pınarbaşı'na asfalt yolla bağlıdır. Pınarbaşı, Azdavay ve Selalmaz'dan İstanbul'a gidecek olan araçlar yolun daha kısa olmasından dolayı Eflâni'den geçen yolu kullanmaktadır. Eflani'den İstanbul'a her gün birden fazla otobüs seferi bulunmaktadır. Ayrıca İstanbul'dan Eflani'ye de her gün otobüs seferleri yapılmaktadır. Her saat başı Karabük ve

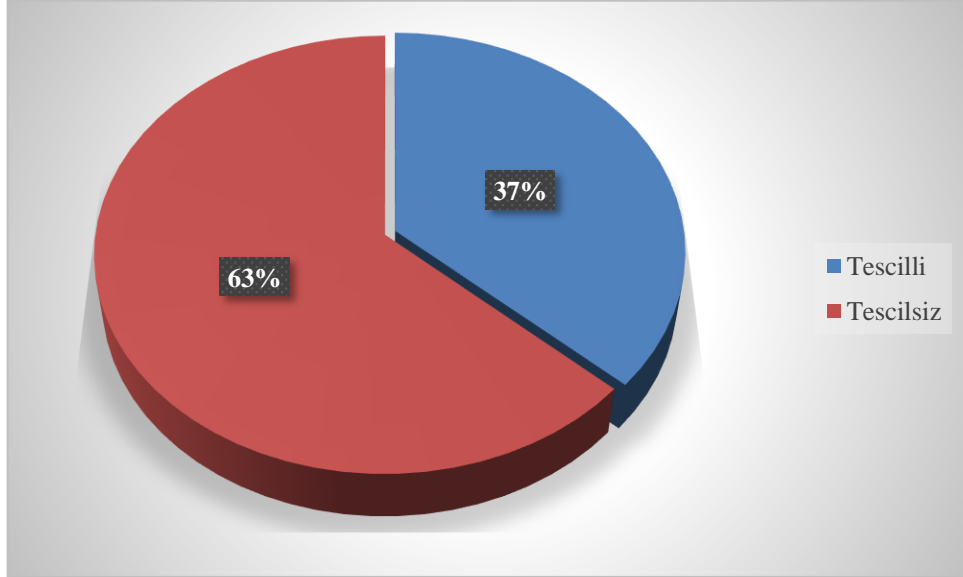
Safranbolu'ya dolmuş ile ulaşım sağlanmaktadır. İlçenin köyler arasında kalan yolların büyük bir kısmında asfalt kaplama yapılmıştır [40].

## 3.2. ÖRNEKLEME BÖLGESİNDEKİ AHŞAP YAPILARIN DEĞERLENDİRMESİ

### 3.2.1. Tescilli Yapılar

Tarihi ve kültürel değerlerin hakim olduğu bölgelerde, taşınmaz kültür ve tabiat varlıklarından korunması gerekli görülenler koruma kurulu kararı ile belirlenerek koruma altına alınır bu tür yapılara “Tescilli Yapı” denilmektedir.

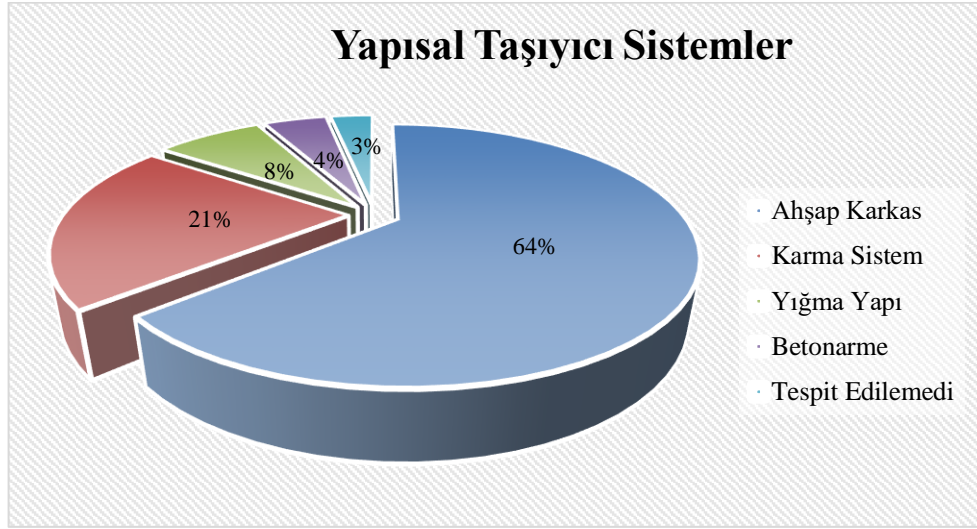
Örnekleme bölgesinde 213 adet yapı üzerinden edinilen bilgilere göre inceleme yapılmıştır. Bu bölgedeki yapıların 78 adedi tescilli ve 135 adedi tescilsiz yapılardan oluşmaktadır. Şekil 3.7’de yapıların tescil durumlarının yüzdesel dağılımı gösterilmektedir [27].



Şekil 3.7. Yapıların tescil durum yüzdeleri.

### 3.2.2. Yapı Taşıyıcı Sistemleri

Örnekleme bölgesindeki yapıların taşıyıcı sistemleri 5 alt başlıkta incelenmiştir. Alt başlıklar Karabük İl Özel İdaresinin araştırmaları sonucunda “Ahşap Karkas”, “Karma Sistem”, “Yığma Yapı”, “Betonarme” ve “Tespit edilemedi” olarak nitelendirilmiştir. Şekil 3.8’de bölgedeki yapıların taşıyıcı sistem çeşitliliğinin dağılım yüzdeleri verilmiştir [27].



Şekil 3.8. Yapısal taşıyıcı sistemlerin yüzdesi.

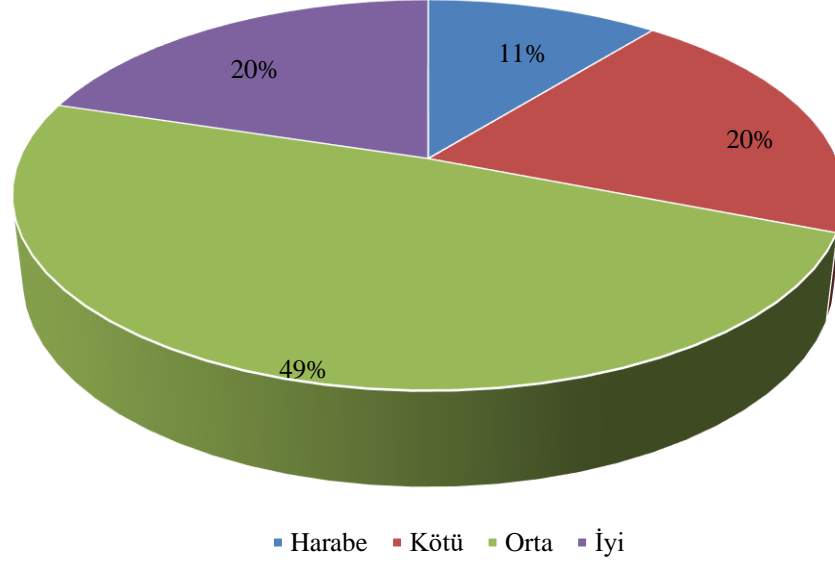
### 3.2.3. Yapısal Durumları

Örnekleme bölgesindeki yapıların yapısal durumları 4 alt başlıkta incelenmiştir. Alt başlıklar Karabük İl Özel İdaresi tarafından yapının durumuna göre sırası ile “İyi”, “Orta”, “Kötü” ve “Harabe” olarak nitelendirilmiştir. Değerlendirme kriterleri Çizelge 3.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Yapısal durum değerlendirmesi [27].

<b>İyi</b>	Yapısal ve malzeme korunumu açısından iyi durumda ya da hafif yüzeysel malzeme bozulmaları (sıva çatlakları, kısmi sıva kayıpları) var.
<b>Orta</b>	Yapısal sorun yok, malzemelerde bozulmalar ve yer yer kayıplar, derz boşalmaları (kapsamlı sıva kayıpları) var.
<b>Kötü</b>	Yapısal sorunlar (sehim, yapısal çatlak vs.) ve ciddi malzeme bozulmaları, derz boşalmaları ya da çatıda yapının su almasına neden olacak malzeme kayıpları var.
<b>Harabe</b>	Yapının bazı mekanlarında ya da çatısında kısmi veya bütünsel çökme var.

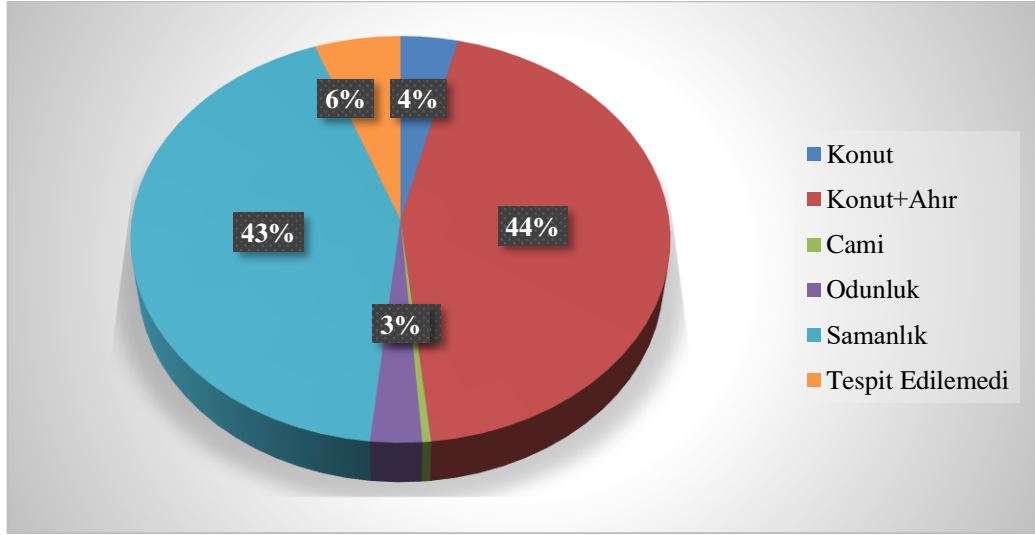
Örnekleme bölgesinde “İyi” olarak nitelenen yapı sayısı 43 adet, “Orta” olarak nitelenen yapı sayısı 104, “Kötü” olarak nitelenen yapı sayısı 43 adet, “Harabe” olarak nitelenen yapı sayısı 23 adet olarak Karabük İl Özel İdaresinin 2015 yılı Tespit ve Müdahale Kararları Fişinden elde edilmiştir. Şekil 3.9’da örnekleme bölgesindeki yapıların yapısal durumları yüzdesi verilmiştir.



Şekil 3.9. Yapısal durumların yüzdesi.

### 3.2.4. Kullanım Tipleri

Karabük İl Özel İdaresinin raporları ve çalışma alanındaki yapılar incelendiğinde 5 farklı kullanım tipine ait yapıların bulunduğu tespit edilmiştir. Bunlar; “Konut”, “Konut + Ahır”, “Odunluk”, “Samanlık” ve “Cami” dir. Konut tipi olan yapıların sayısının 8, konut+ahır tipi olan yapıların sayısının 95, odunluk tipi olan yapıların sayısının 6, samanlık tipi olan yapıların sayısının 91 adet olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışma alanında ki 12 adet yapının kullanım tipi yukarıda ifade edilen kullanım tipleri arasına dahil edilmediği için tespit edilemedi olarak ifade edilmiştir. Şekil 3.10’da yapıların kullanım tiplerine ait yüzdesel dağılımları verilmiştir [27].



Şekil 3.10. Kullanım tipleri yüzdesi.

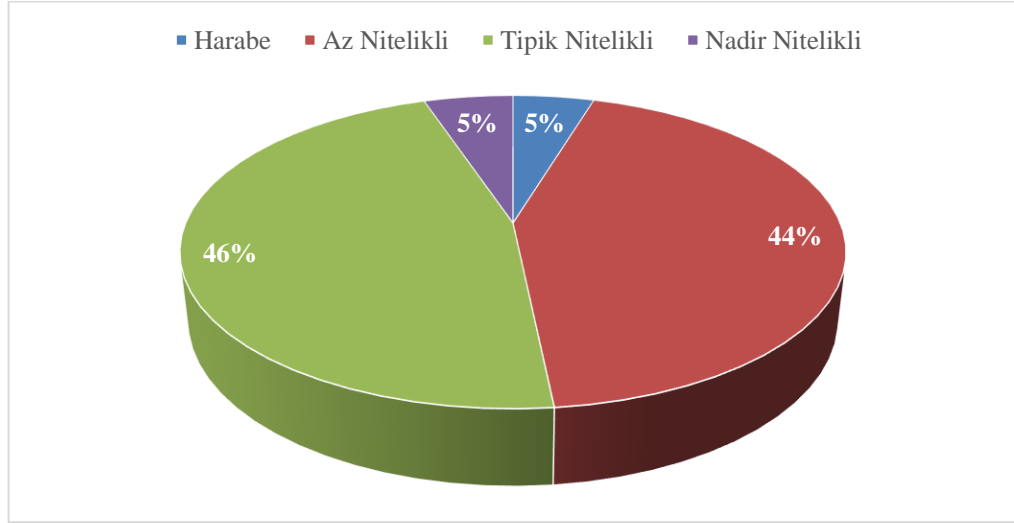
### 3.2.5. Tarihi Değerlilik Durumları

Çalışma alanındaki yapıların tarihi değerlilik durumları Karabük İl Özel İdaresinden alınan verilere göre 4 farklı bölümde incelenmiştir. Bunlar; “Harabe Halinde”, “Az Nitelikli”, “Tipik Nitelikli” ve “Nadir Nitelikli” olarak ifade edilmiştir. Çizelge 3.3’te tarihi değerlilik açısından sınıflandırmaya ait türlerin açıklaması verilmiştir.

Çizelge 3.3. Tarihi değeri açısından sınıflandırma türleri [27].

<b>Nadir Nitelikli</b>	Cephe, plan ve parsel organizasyonu ve mimari elemanları açısından nadir niteliklere sahip yapı
<b>Tipik Nitelikli</b>	Cephe, plan ve parsel organizasyonu ve mimari elemanları açısından tipik niteliklere sahip yapı
<b>Az Nitelikli</b>	Geleneksel teknikle inşa edilmiş, taşınmış ya da derme çatma inşa edilmiş, cephe düzeni
<b>Harabe Halinde</b>	Yapı oturumu korunacak yapı kalıntıları

Harabe olarak belirlenen yapı sayısı 10, az nitelikli olarak belirlenen yapı sayısı 93, tipik nitelikli olarak belirlenen yapı sayısı 99, nadir nitelikli olarak belirlenen yapı sayısı 11 adet olduğu belirlenmiştir. Şekil 3.11’de yapıların tarihi açıdan niteliklerine göre yapıların yüzdesel dağılımı verilmiştir [27].



Şekil 3.11. Tarihi açıdan niteliklerine göre yapıların yüzdesel dağılımı.

### 3.2.6. Çatı Malzemeleri ve Eğimleri

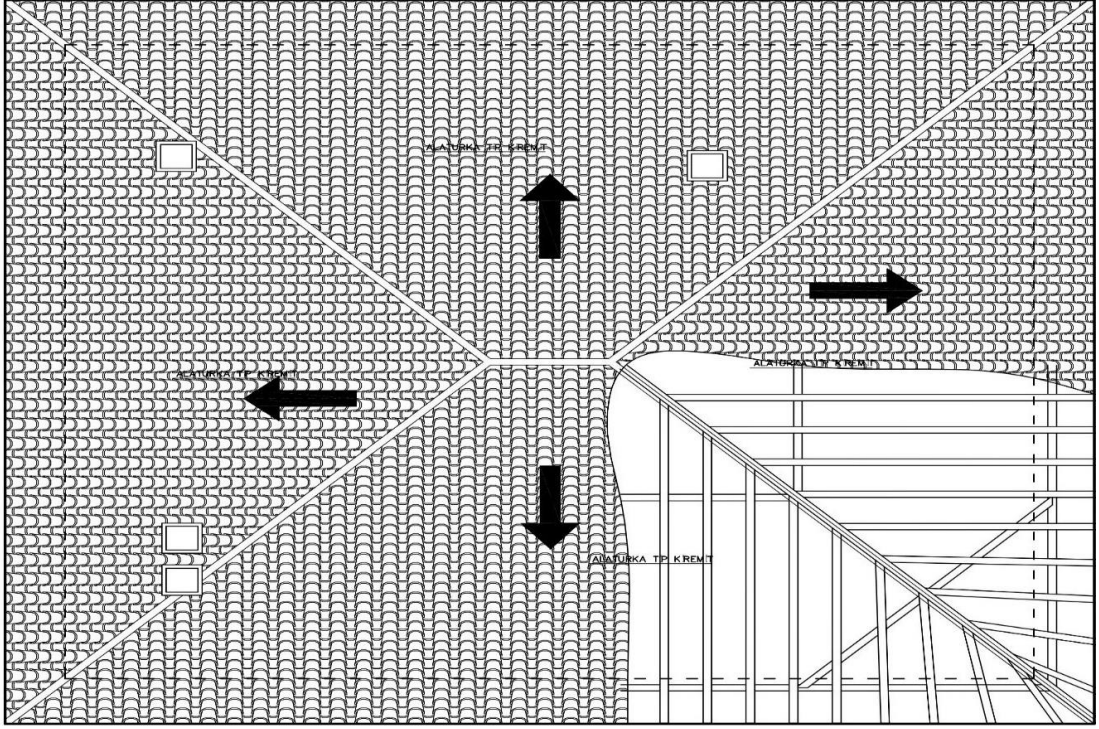
Çalışma alanındaki yapıların çatı kaplama malzemesi olarak “Marsilya Tipi Kiremit” kullanılmıştır.

Marsilya kiremit boyutları, 23x41 cm olup ortalama ağırlığı 48 kg/m<sup>2</sup>'dir. 1 m<sup>2</sup> alan 16 adet Marsilya kiremit ile kaplamaktadır. Marsilya tipi kiremitlerin uygulama aşaması özetlenecek olursa, geleneksel yöntemde kiremitler belli aralıklarla dizilen latalar veya aralıksız döşenmiş kiremit altı kaplamasının üzerine önce dar uçları saçağa doğru olmak üzere aşağıdan yukarıya doğru kiremitler birbiri üzerine bindirilerek birkaç sıra döşenmekte, daha sonra üst kiremitler geniş uçları saçağa doğru gelecek şekilde birbirleri üzerine bindirilerek alt sıra kiremitlerin üstleri örtülmektedir. Şekil 3.12'de marsilya tipi kiremitlerin uygulanmış görüntüsü verilmiştir [41].

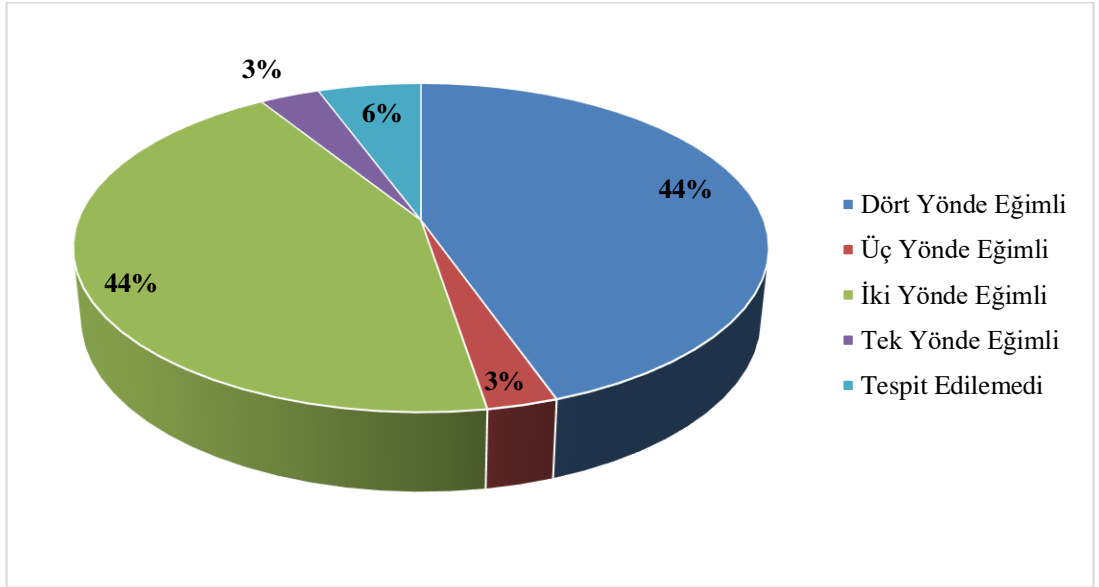


Şekil 3.12. Marsilya kiremit uygulaması.

Çalışma alanındaki yapıları çatı eğimlerine göre incelediğinde, “Dört Yönde Eğimli”, “Üç Yönde Eğimli”, “İki Yönde Eğimli”, “Tek Yönde Eğimli” ve “Tespit Edilemeyen” olarak 5 başlık altında toplanmıştır. Şekil 3.14’de çatı eğimlerine göre dağılım yüzdesi grafikte verilmiştir.



Şekil 3.13. Örnek yapının çatı planı [42].



Şekil 3.14. Eğimlerine göre dağılan çatıların yüzdesel dağılımları .



## BÖLÜM 4

### ÖRNEK BİR YAPI ÜZERİNDE SAYISAL İNCELEME

Çalışmanın bu bölümünde örnek yapı hakkında bilgiler verilerek SAP2000 programı yardımıyla örnek yapı üzerinden seçilen bir ahşap taşıyıcı panelin, yapının son katının ve yapının ahşap karkas sisteme sahip tüm bölümlerinin modellenmesi ve analizi yapılmıştır.

#### 4.1. ÖRNEK YAPININ GENEL ÖZELLİKLERİ

Karabük ili Eflani ilçesi Karacapınar Köyü 198 Ada 3 Parselde kayıtlı olan tescilli taşınmaz örnek yapı olarak incelenmiştir. Yapı Ankara Koruma Kurulu Büro Müdürlüğü tarafından 1989 yılında tescillenmiştir (bkz. Şekil Ek-1).

##### 4.1.1. Yapının Tanıtımı

Örnek yapıya sokak üzerinden bahçeye girildikten sonra çift kanatlı ahşap kapı ile giriş yapılmaktadır. Yapı zemin kat, ara kat ve 1. kattan oluşmaktadır. Yapının zemin katı yığma taş duvar + ahşap hatıl kullanılarak oluşturulmuştur. Ara kat ve 1. kat ahşap çatki ve taş dolgu malzemesi kullanılmıştır. Yapının arka cephesinde ahşap kaplama yapılmıştır. Yapıya fazla bir müdahale yapılmamış olup çatı kaplaması marsilya kiremit ile değiştirilmiştir. Yapının dış cephesine yatay tahta parçaları kullanılarak farklı bir mimari kazandırılmıştır.



Şekil 4.1. Örnek yapının ön cephe görünüşü [27].



Şekil 4.2. Örnek yapının ön ve sol yan cephe görünüşü [27].



Şekil 4.3. Örnek yapının sağ yan ve arka cephe görünüşü [27].

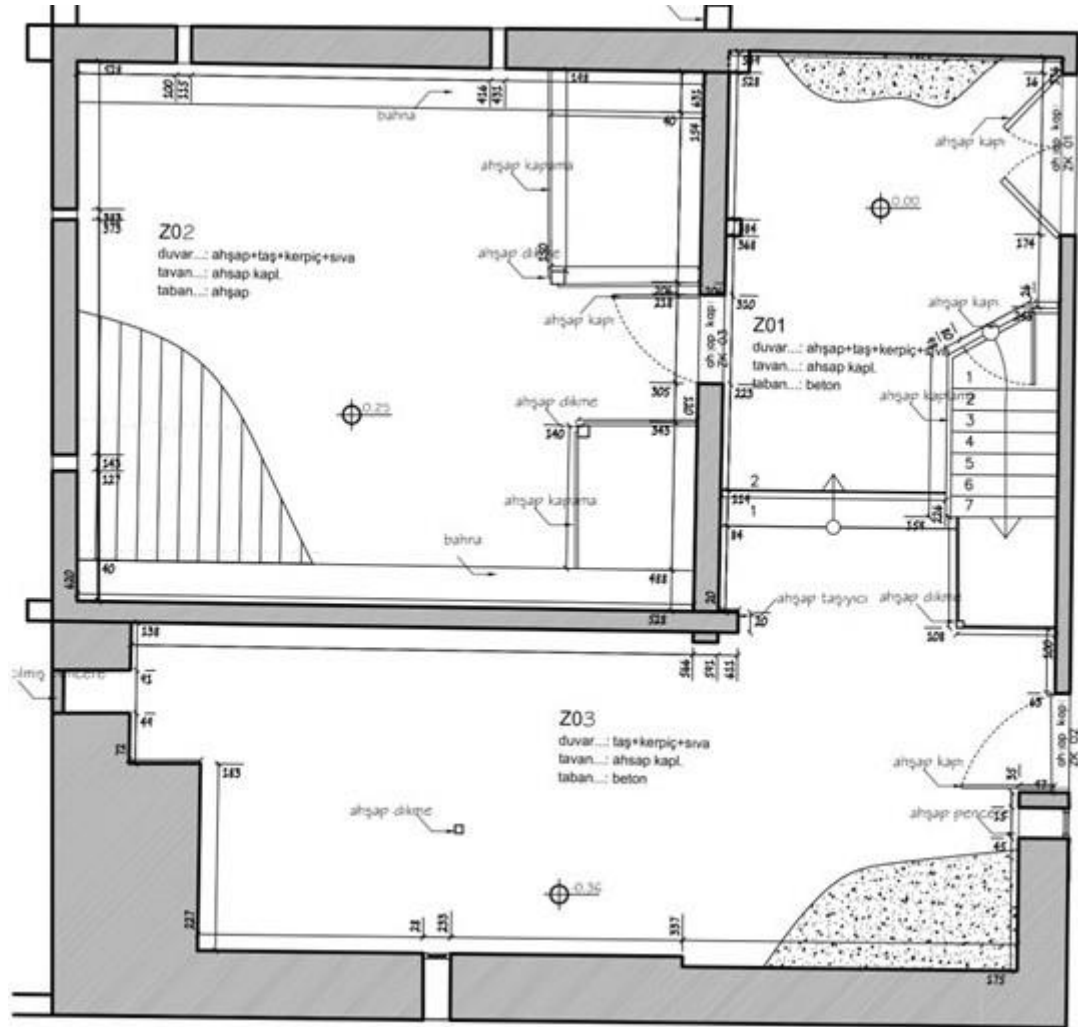


Şekil 4.4. Dış cephede kullanılan yatay tahta parçaları.

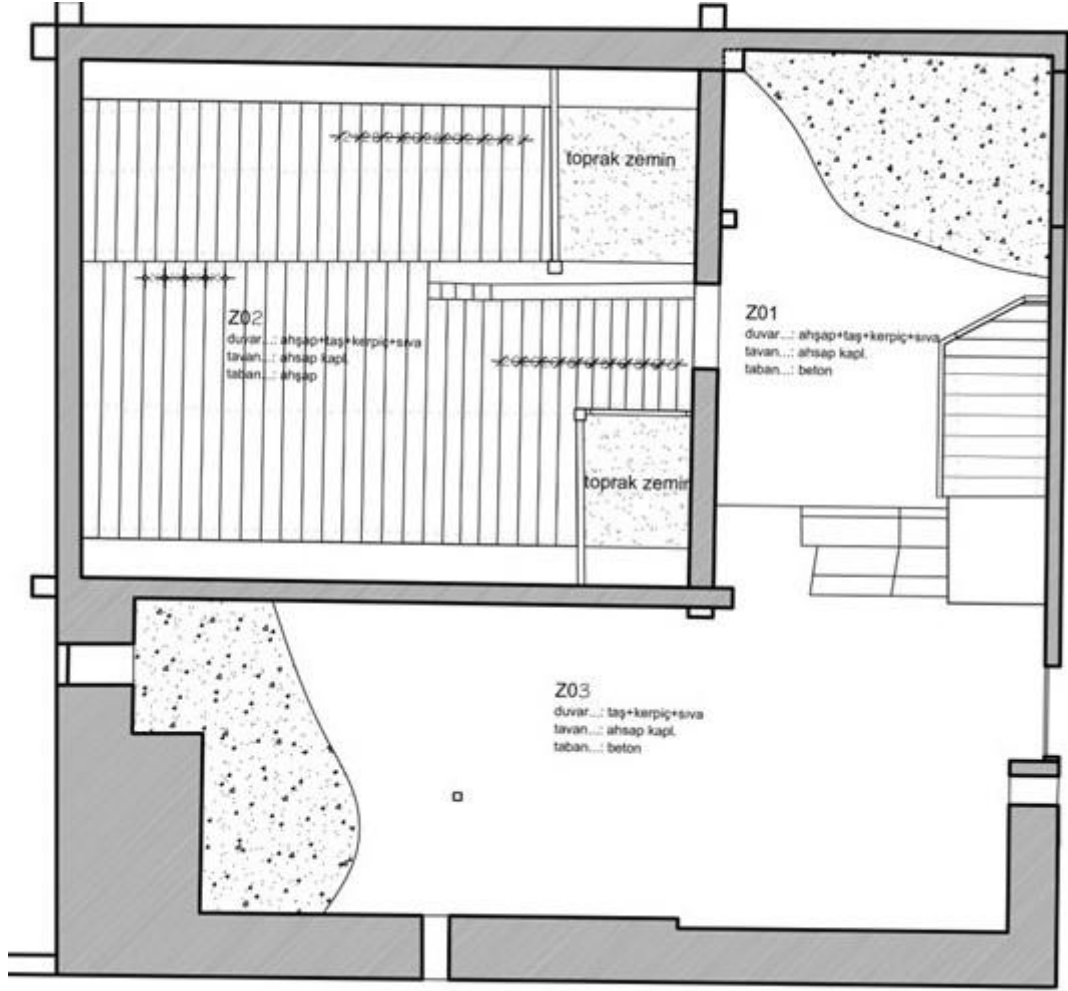
#### 4.1.2. Yapının Kat Planları

Yapının zemin kat planında 3 adet oda mevcuttur. Bunlar Z01, Z02, Z03 olarak numaralandırılmıştır (bkz. Şekil 4.5). Zemin kat mekanına ön cephede bulunan 2 adet kapıdan giriş yapılmaktadır. Ön cephede bulunan çift kanatlı kapıdan Z01 mekanına, tek kanatlı kapıdan Z03 mekanına giriş yapılmaktadır.

Yapıda yığma taş duvar ve ahır cephesinde çantı duvar yapılmıştır. Döşemede çimento harçlı beton kullanılmıştır. Tavanda ise ahşap kirişleme kullanılmıştır



Şekil 4.5. Zemin kat planı [42].



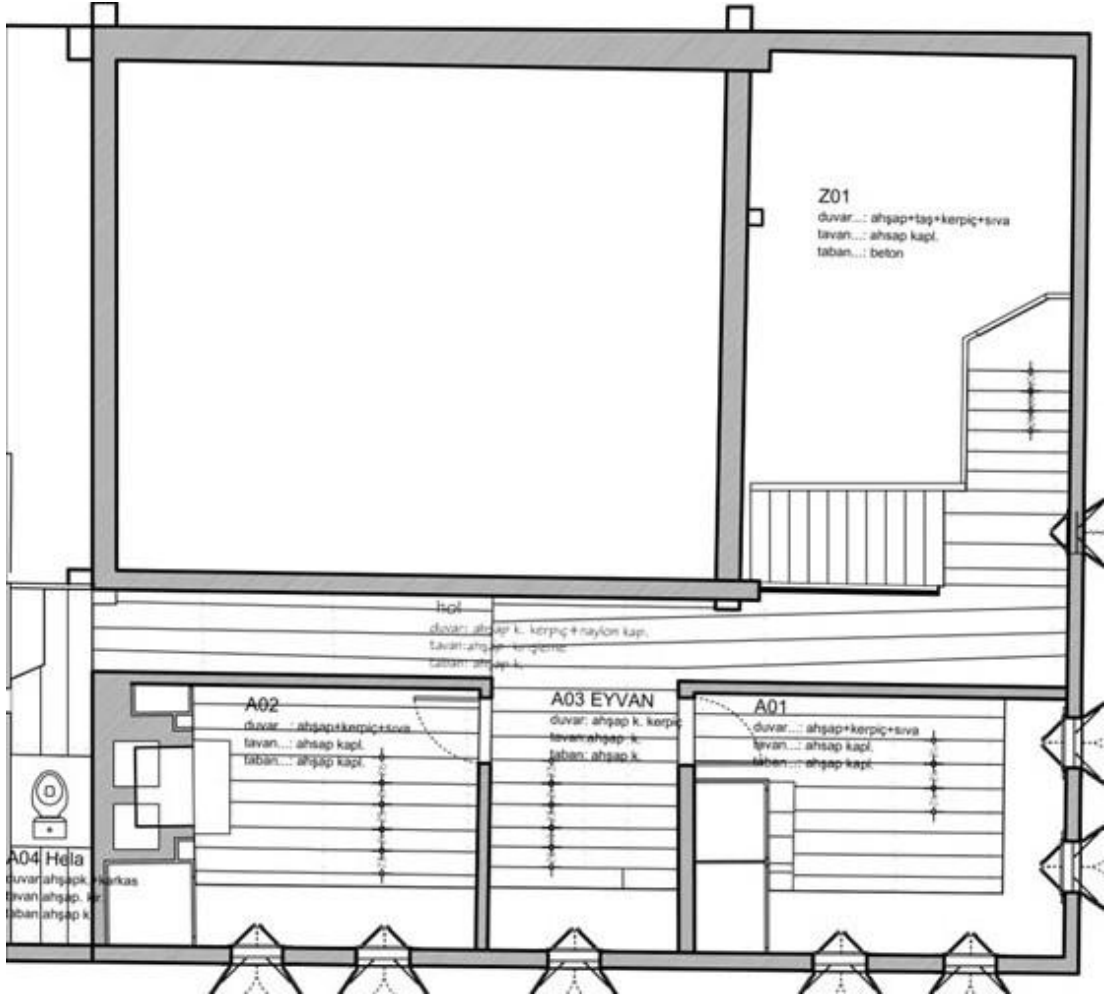
Şekil 4.6. Zemin kat döşeme planı [42].



Şekil 4.7. Zemin kat tavan planı [42].

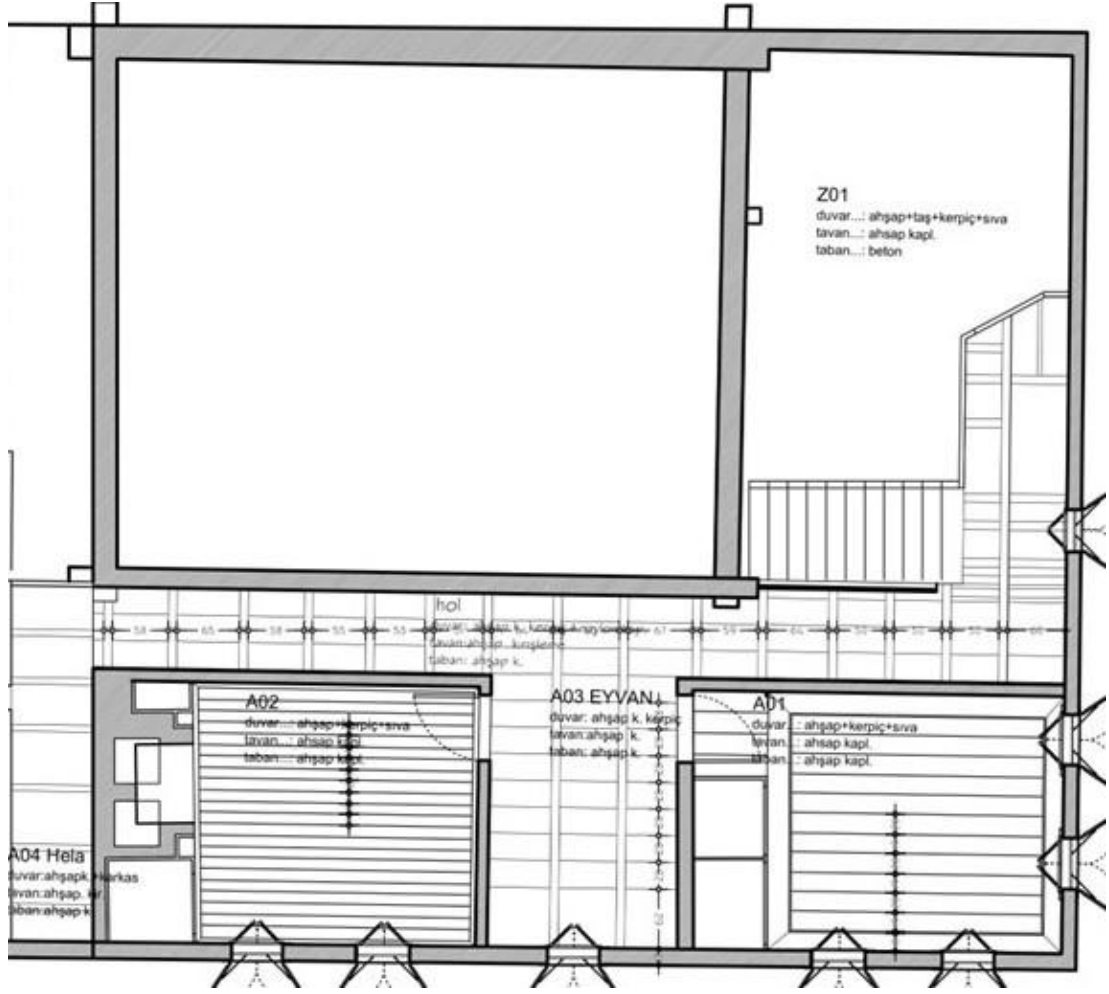
Yapının ara kat bölümüne çıkmak için Z01 mekanındaki ahşap merdivenin sahanlık bölümünden gidilmektedir. Ara kat mekanı A01 oda, A02 oda, A03 eyvan, A04 hela ve hol olmak üzere 5 farklı mekandan oluşmaktadır (bkz. Şekil 4.8). A01 mekanında 4 adet pencere bulunmaktadır. Mekan özgün formdadır. Odaların zeminleri ahşap kaplama, duvarları ahşap+kerpiç+sıva, tavanları ise ahşap kirişlemeden oluşmaktadır.





Şekil 4.9. Arakat döşeme planı [42].

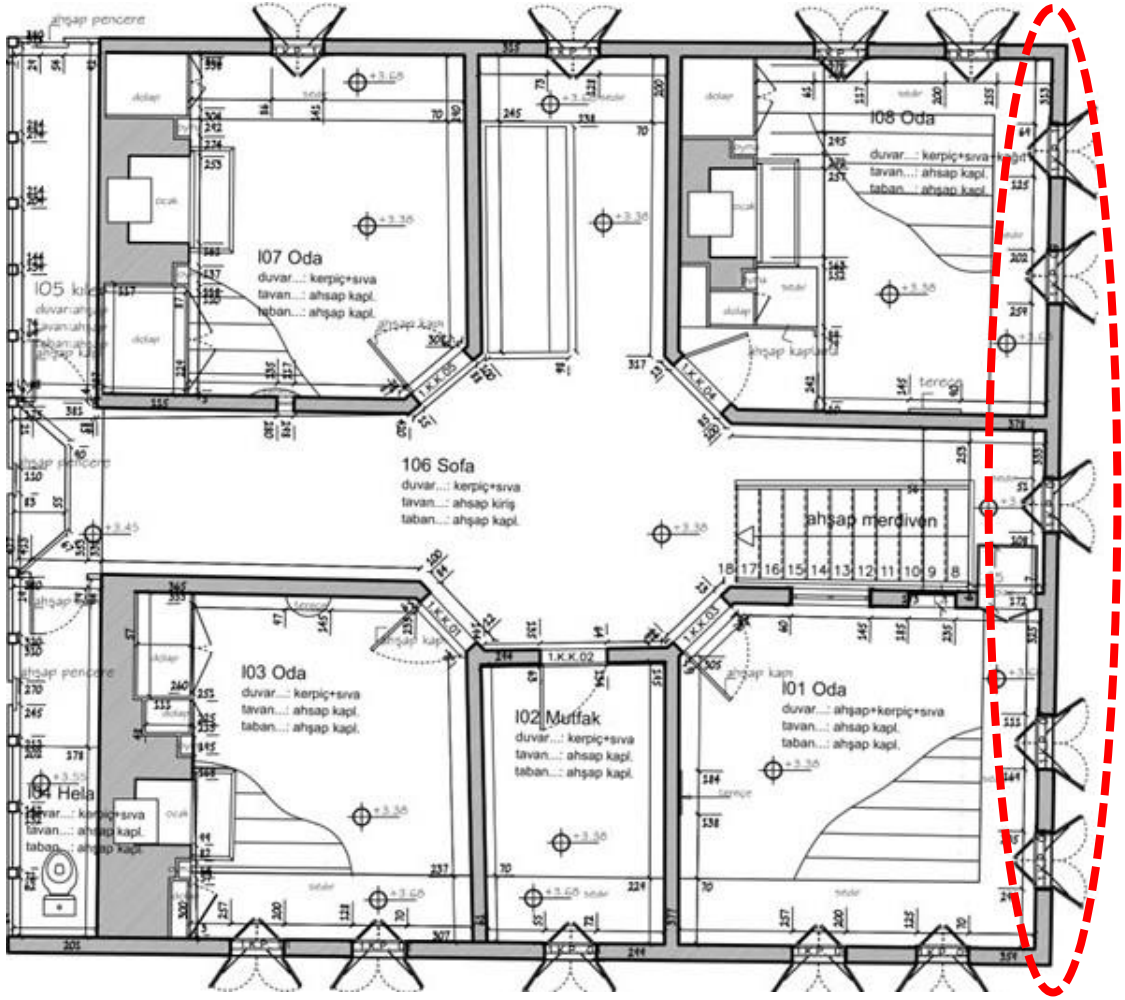




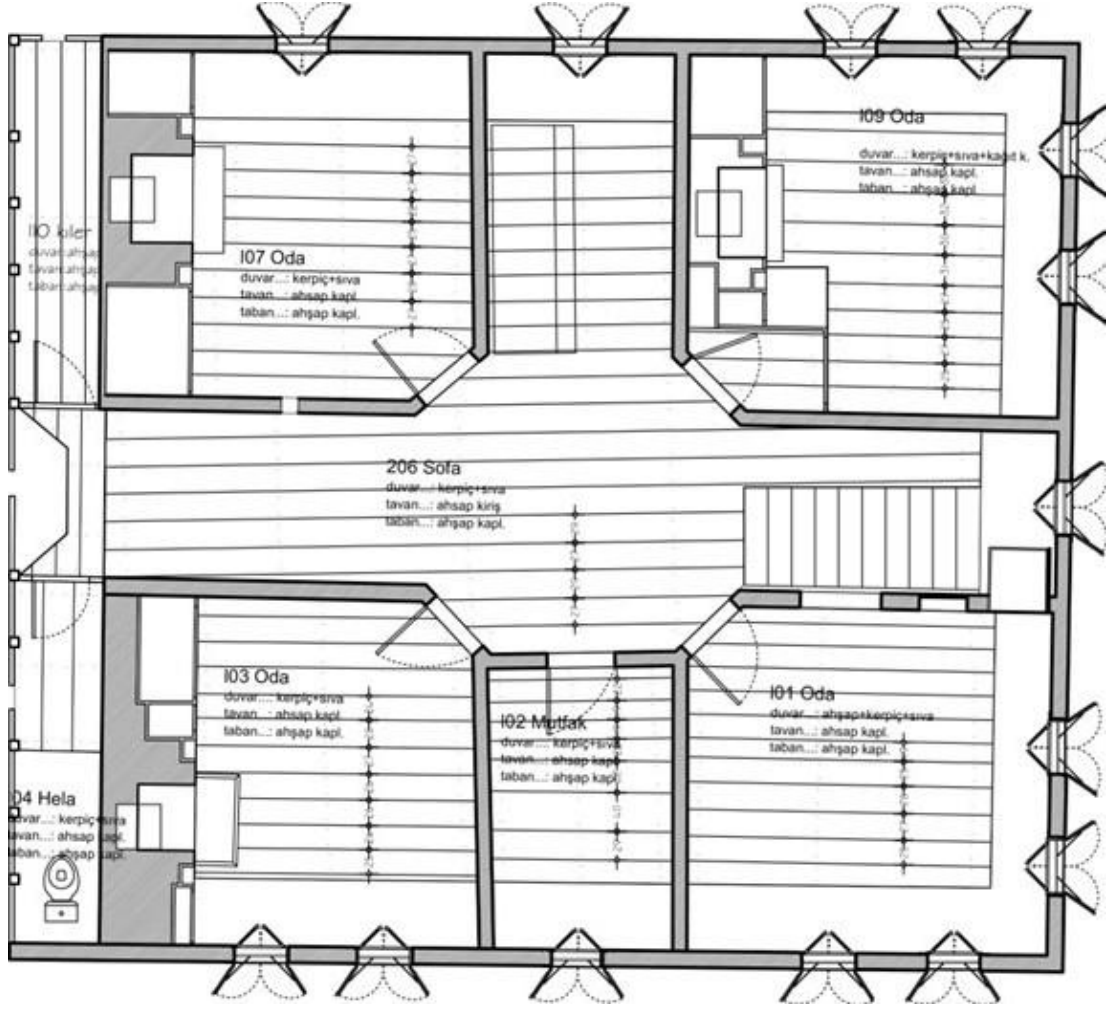
Şekil 4.10. Arakat tavan planı [42].

Yapının 1'inci kat bölümü 8 farklı mekandan oluşmaktadır. Bunlar I01 oda, I02 mutfak, I03 oda, I04 hela, I05 kiler, I06 sofa, I07 oda, I08 oda mekanlarından oluşmaktadır (bkz. Şekil 4.11). Mekanlara sofadan ahşap kapı ile geçiş sağlanmıştır. Tüm mekanların döşemeleri ahşap kaplama, tavanları ahşap kirişleme, duvarları ahşap+kerpiç+sıva kullanılmıştır.

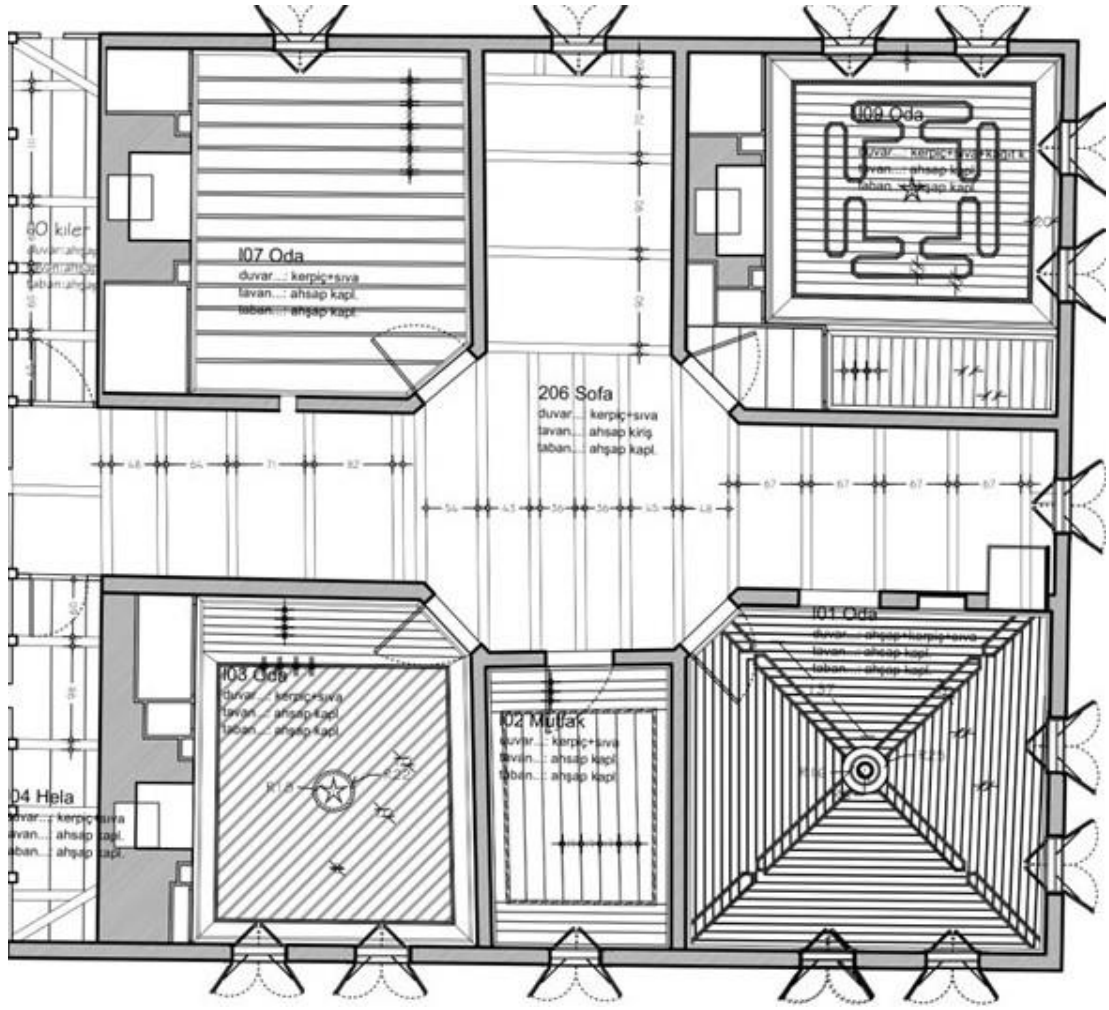
1'inci kat planı incelendiğinde kırmızı kesikli çizgi ile işaretlenen cephedeki panel SAP2000 programında modellenerek analiz edilmiştir.



Şekil 4.11. Yapının 1.kat planı [42].



Şekil 4.12. Yapının 1.kat zemin planı [42].



Şekil 4.13. Yapının 1.kat tavan planı [42].

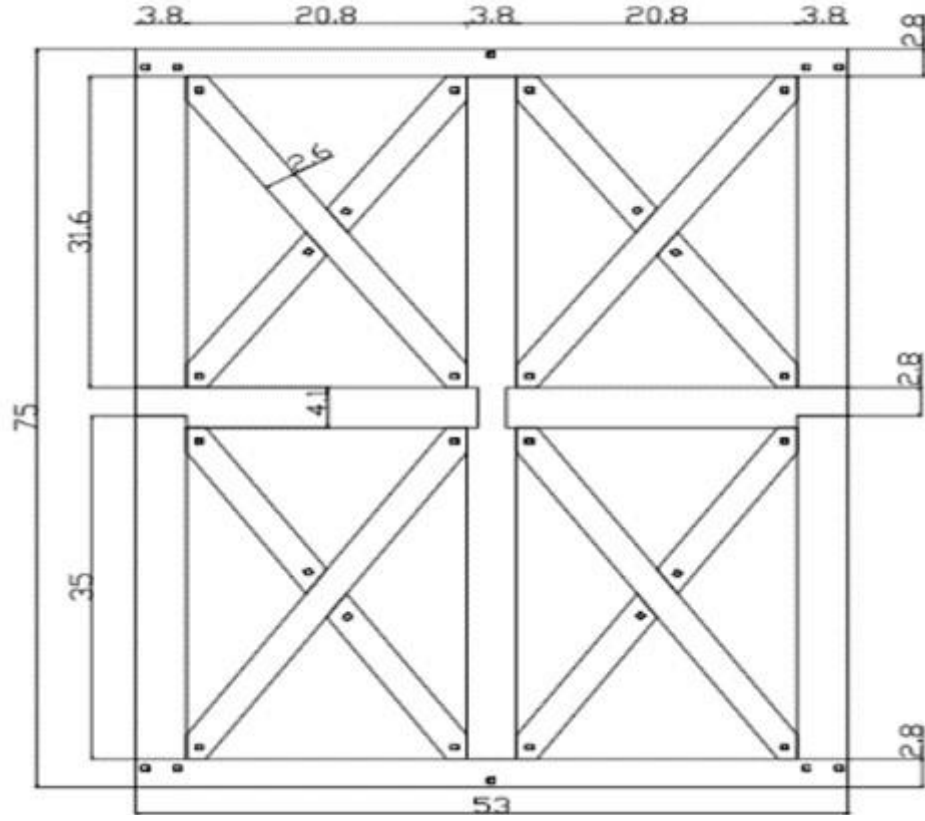
## **4.2. SAP2000 MODELİNİN DOĞRULANMASI**

SAP2000 programı kullanılarak yapılan çalışmalarda SAP2000 modelinin tutarlılığının ispatlanması gerekmektedir. Bu bağlamda modellenen panel deneye tabi tutulacağı gibi literatürde yer alan ve söz konusu çalışmaya benzer yapılmış deneysel sonuçlardan da faydalanabilir. Bu tez çalışması kapsamında ele alınan yapı koruma kurulu tarafından tescilli bir yapı olduğu için tez kapsamında deneysel bir çalışma yapmak mümkün olmamıştır. Bu nedenle literatürde yer alan Cruz vd.[43] tarafından ve Qaisar vd.[19] tarafından yapılan 2 farklı deneysel çalışma ele alınmış ve SAP2000 programında modellenmiştir. Deney sonuçları ile analiz sonuçları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

### **4.2.1. Cruz vd.’nin Çalışmasının SAP2000 Programı Kullanılarak Doğrulanması**

Cruz vd. 2016 yılında “Harç dolgulu yük taşıyan ahşap duvarların FRP ile güçlendirilmesi” başlıklı çalışmalarında özetle ilk aşamasında Portekiz bölgesinde yapılan yapılardan elde edilen molozlar kullanılarak laboratuvar ortamda ürettikleri ahşap karkas sistemin dolgu kaplaması yapılmıştır. Daha sonra oluşan panele düşey yük uygulanıp farklı değerlerde yükler altında yaptığı deformasyon sonuçları kaydedilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise ilk aşamada hasar alan paneller tamir edilip FRP çubuklarla güçlendirilerek aynı yükleme altında tekrar test edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında Cruz vd.’nin birinci aşamada test ettikleri güçlendirilmemiş panellerin deneyleri SAP2000 programı ile doğrulanmıştır. Cruz vd.’nin deneyde kullandıkları ahşap panele ait çizim Şekil 4.14’te verilmektedir [43].



Şekil 4.14. Panelin ahşap elemanlarının boyutları [43].

#### 4.2.1.1. Ahşap Malzeme Modelinin Tanımlanması

Cruz vd.'nin çalışmasında kullanılan ahşap malzeme olarak sekoya ağacı (Redwood) kullanılmıştır. Doğrulama çalışması kapsamında Sekoya ağacından elde edilen mekanik özellikler SAP2000 programına girilmiştir. Çizelge 4.1'de çalışmada kullanılan Redwood ağacına ilişkin mekanik özellikler verilmiştir. Ahşap malzemeyi tanımladıktan sonra ahşap dikme arasında deneyde Portekiz bölgesindeki yapılardan elde edilen molozlar dolgu malzemesi olarak kullanılmıştır. Ancak bu dolgu malzemesi hakkında bir mekanik bilgiye yer verilmemiştir. Ayrıca deney sırasında dolgu malzemesinin döküldüğü belirtilmiştir. Bu nedenle dolgu malzemesi analiz modelinde yer almamaktadır.

Çizelge 4.1. Malzeme özellikleri [44].

Statik				
İsim	Özgül Ağırlık	Kırılma Katsayısı (kPa)	Elastisite Modülü (Mpa)	Maksimum Yük Kapasitesi (KJ/m <sup>3</sup> )
Old Redwood	0,38	52.000	8.100	51
Redwood	0,40	69.000	9.200	48
Young Redwood	0,34	41.000	6.600	39
Redwood	0,35	54.000	7.600	36

#### 4.2.1.2. Taşıyıcı Elemanların Tanımlanması

Deneyde 4 farklı ebatla ahşap kesit kullanılmıştır. Bunlar 2.6 cm, 2.8 cm, 3.8 cm ve 4.1 cm ebatlarındadır. Çizelge 4.2’de ahşap elemanların ebatları ve kullanıldıkları yer belirtilmiştir.

Çizelge 4.2. Ahşap elemanların boyutları.

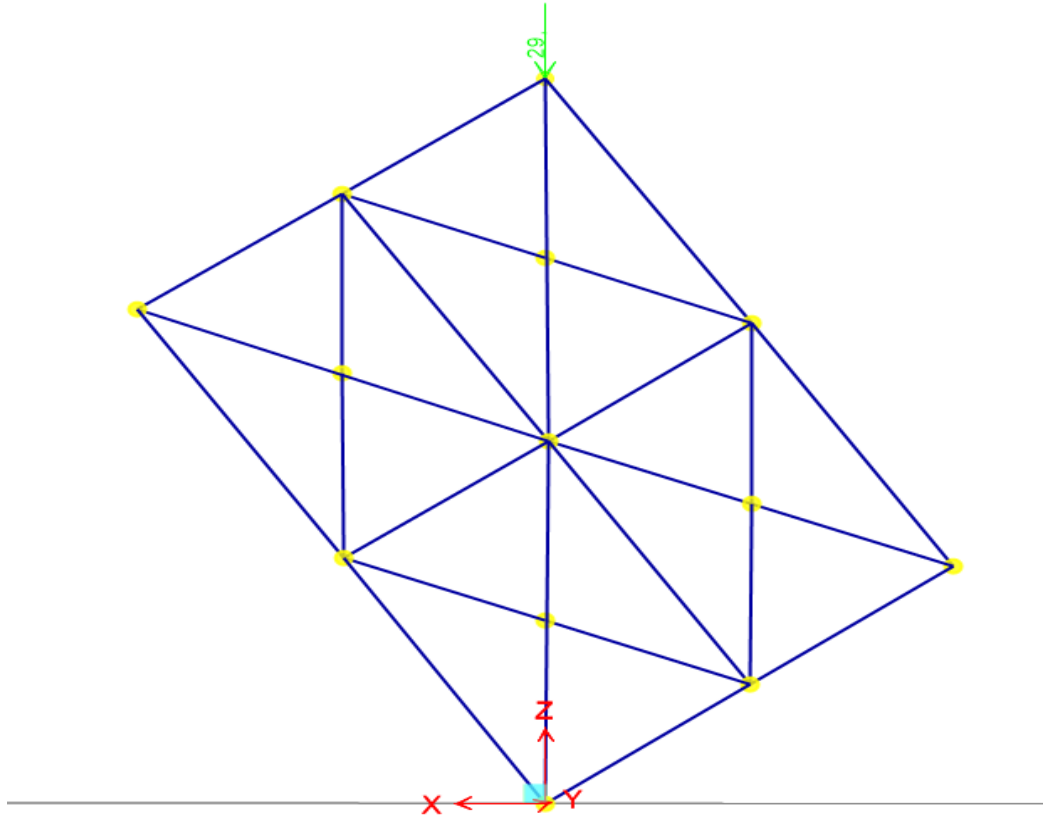
Ahşap Elemanlar	Kesitler
Yatay	4,1x4,1- 2,8x2,8
Dikey	3,8x3,8
Çarpaz	2,6x2,6

#### 4.2.1.3. Taşıyıcı Panel Modelinin Oluşturulması

Ahşap çerçeve sistem modelinin Cruz [43] vd.’nin çalışmalarındaki boyutlarda oluşturulmasının ardından deneydeki şekilde diyagonal basınç testine tabii tutulmuştur. Doğrulama çalışmasında Cruz vd.’nin yaptığı deneysel çalışmada teste tabii tutulan numunenin deneydeki pozisyonu ve taşıdığı maksimum kuvvet dikkate alınmıştır.



Şekil 4.15. Doğrulama panelinin kuvvet altında görünümü [43].



Şekil 4.16. SAP2000 programıyla taşıyıcı panelin modellenmesi.



#### 4.2.1.4. Deney Sonuçları ile Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Deneyde oluşturulan taşıyıcı sistem modelinde Şekil 4.15'te gösterilen pozisyonda diyagonal olarak basınca tabii tutulmuştur. Doğrulama çalışması kapsamında SAP2000 oluşturulan modelde de aynı etkiyi oluşturulacak şekilde a noktasından mesnetlenmiş ve sistemde diyagonal basınç tesiri oluşturacak şekilde b noktasından modele dik doğrultuda kuvvet uygulanmıştır.

Bu tez çalışmasında SAP2000 modelinin doğrulanması amacı ile Cruz vd.'nin [43] yaptığı çalışmanın birinci aşaması dikkate alınmıştır. Bu kapsamda Cruz vd.'nin deney numunelerinin taşıdıkları maksimum kuvvetler altında oluşan deformasyon ile SAP2000 analizi sonucu elde edilen deformasyonlar karşılaştırılmıştır. Böylece ahşap panelin davranışının SAP2000 programı ile ne kadar temsil edebileceği araştırılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.3'te detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.3. Modelin doğrulanması kapsamında karşılaştırmalı sonuçlar.

Deney	Cruz vd.'nin Deney Sonuçları		SAP2000 Analiz Sonuçları	
	Yük (kN)	Deformasyon (mm)	Yük (kN)	Deformasyon (mm)
1	29,0	24,3	29,0	26,2
2	33,5	25,0	33,5	30,2
3	27,1	25,0	27,1	24,5
4	26,5	22,0	26,5	23,9
5	17,9	20,5	17,9	16,2

Cruz vd.'nin [43] deney sonuçlarındaki deformasyonlar doğrulama amacı ile yapılan analizler sonucundaki deformasyon değerleri karşılaştırıldığında % 87.96 oranında SAP2000 sonuçlarının deney sonucuna yakınsanmışlığı hesaplanmıştır. Buradaki farkın, SAP2000 modelinde harca ait mekanik özelliklerin verilmemesi sebebi ile modellenmeyen dolgu malzemesinden kaynaklanmaktadır.

#### 4.2.2. Qaisar vd.'nin Çalışmasının SAP2000 Programı Kullanılarak Doğrulanması

Qaisar vd. [19] 2012 yılında “Dhajji-Dewari Yapı Sistemlerinin Düzlem İçi Davranışı (Duvar Dolgulu Ahşap Çaprazlı Çerçeve Sistem)” başlıklı çalışmalarında Hindistan, Pakistan ve Çin’in sınırlarının kesiştiği dağlık bir bölgede yer alan Keşmir’in Kuzey dağlık bölgelerinde bulunan tipik “Dhajji” isimli yapılar üzerinde, düzlem içi yanal yük tepkilerini değerlendirmek için yürütülen deneysel ve sayısal çalışmaların sunulduğu bir araştırmadır. Deneysel çalışma, üç tam ölçekli duvar üzerinde düzlem içi yarı statik döngüsel testin yanı sıra ana bağlantılar üzerinde monotonik gerilim ve eğilme testini içermektedir. Ayrıca çalışma ahşap panelin sayısal modellenmesinde duvar dolgusunun katkısının göz ardı edilmesinin uygun olduğunu da göstermektedir. Testlerden elde edilen veriler sonucunda dhajji yapılarının yanal yük kapasitesinin değerlendirmesini kolaylaştırmak amacıyla basitleştirilmiş analitik araçlar geliştirmek için sayısal modeller oluşturulmuş ve bu modellerin doğrusal olmayan statik itme analizleri yapılmıştır [20]. Şekil 4.17’de bölgedeki Dhajji isimli yapıların görseli verilmiştir.



Şekil 4.17. Dhajji yapılarına ait bir görsel [19].

#### 4.2.2.1. Ahşap Malzeme Modelinin Tanımlanması

Qaisar vd.'nin çalışmasında kullanılan ahşap malzemeye ilişkin mekanik özellikler Çizelge 4.4'te verilmiştir. Bu veriler SAP2000 programına girilmiştir.

Çizelge 4.4. Malzeme özellikleri.

İsim	Basınç Dayanımı (MPa)	Çekme Dayanımı (MPa)	Kırılma Katsayısı (MPa)	Elastisite Modülü (MPa)
Timber	26,87	1,96	66,19	3345,24

#### 4.2.2.2. Taşıyıcı Elemanların Tanımlanması

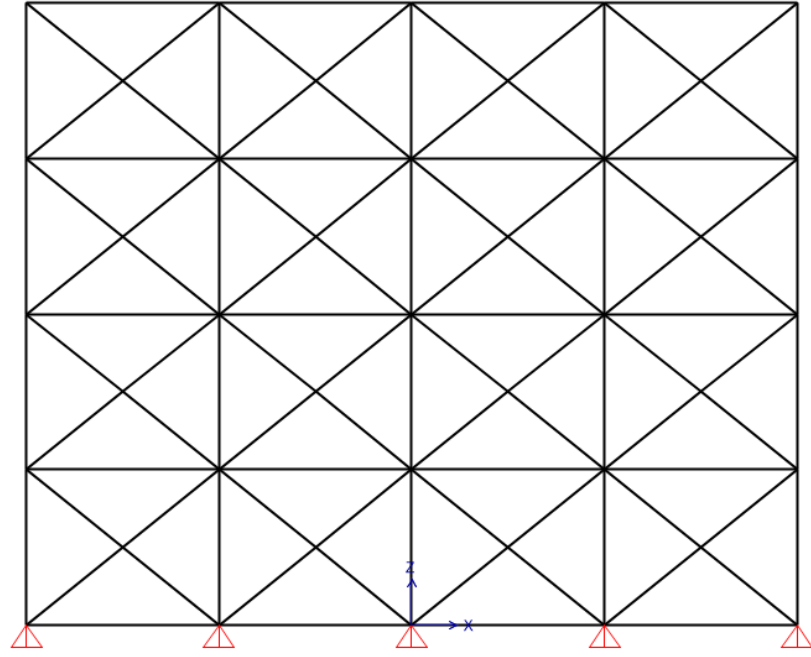
Deneyde kesit boyutları 25x100 mm, 50x100 mm, 100x100 mm olan üç farklı enkesitte ahşap eleman kullanılmıştır. Çizelge 4.5'te ahşap elemanların kesit ölçüleri ve kullanıldıkları yer belirtilmiştir.

Çizelge 4.5. Ahşap elemanların boyutları.

Ahşap Elemanlar	Kesitler(mm)
Yatay	50x100
Dikey	50x100-100x100
Çarpaz	25x100

#### 4.2.2.3. Taşıyıcı Panel Modelinin Oluşturulması

Deneyde araştırılan Dhajji yapı modeli için verilen aks aralıkları, dikme ölçüleri ve dikmeler arası mesafeler gibi parametreler SAP2000 programına girilerek modellenmesi yapılmıştır.



Şekil 4.18. Qaisar vd.'nin deney numunesinin SAP2000 programında üretilen modeli.

#### 4.2.2.4. Panelin Mesnet Koşullarının Oluşturulması

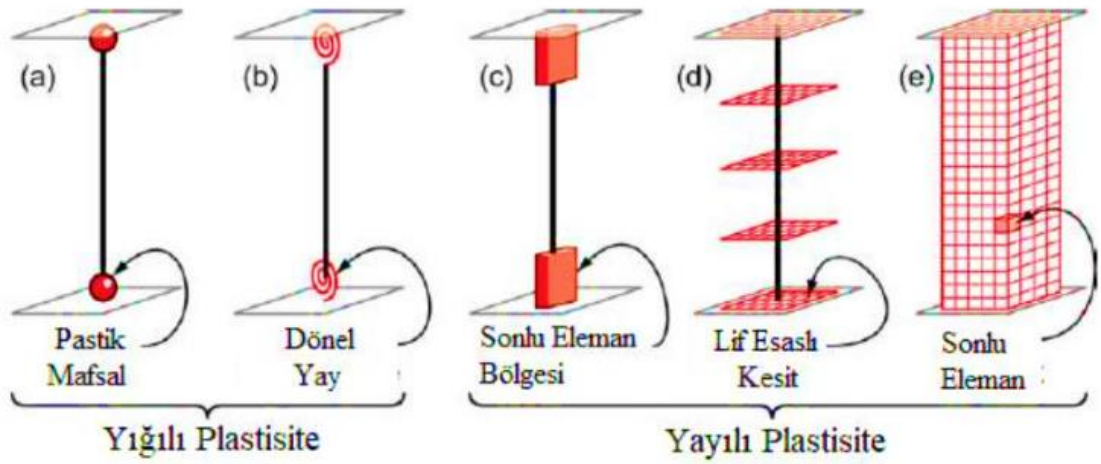
Çalışma kapsamında deneye tabi tutulan panelin mesnet koşulları çalışmada yer aldığı şekli ile sabit mesnet oluşturulmuştur. Bu nedenle SAP2000 programına sabit mesnet koşulları uygulanmıştır. Şekil 4.18'de mesnet özellikleri gösterilmiştir.

#### 4.2.2.5. Plastik Mafsal Tanımları

Kuvvet altında belirli bir noktaya kadar eğilme momentini karşılayıp, maksimum kapasitesini aşan eğilme moment büyüklüğünde dönmeye izin veren birleşim noktalarına plastik mafsal denilmektedir. Plastik mafsallar belirli bir moment kuvveti taşıyabilmektedir. Tasarım yapılırken plastik mafsal oluşacağı kabul edilip göçme ve hasar durumlarının oluşması engellenebilmektedir. SAP2000 programı üzerinden doğrusal olmayan statik ve doğrusal olmayan doğrudan entegrasyon zaman alanı analizleri için, kullanıcılar çubuk elemanlara istenilen sayıda ve konumda konsantre plastik mafsallar yerleştirerek akma sonrası davranışı simüle edebilmektedir. Eleman uzunluğu boyunca elastik davranış meydana gelmektedir. Daha sonra elastik sınırın ötesindeki deformasyon tamamen ayrı konumlarda modellenen mafsallar içinde

meydana gelmektedir. Elastik olmayan davranış, tipik olarak eleman derinliği sırasına göre kullanıcı tanımlı bir mafsal uzunluğu içinde meydana gelen plastik şekil değiştirme ve plastik eğriliğin entegrasyonu ile elde edilmektedir. Parça uzunluğu boyunca dağıtılan plastisiteyi yakalamak için bir dizi mafsal modellenmektedir.

Yapı elemanlarının akma sonrası davranışına ilişkin gerilme-deformasyon davranışını ifade etmek için yığılı plastisite ve yayılı plastisite olarak iki ana başlıkta toplanmaktadır. Şekil 4.19’da bahsi geçen iki plastisite modelleri hakkında görsele yer verilmektedir.



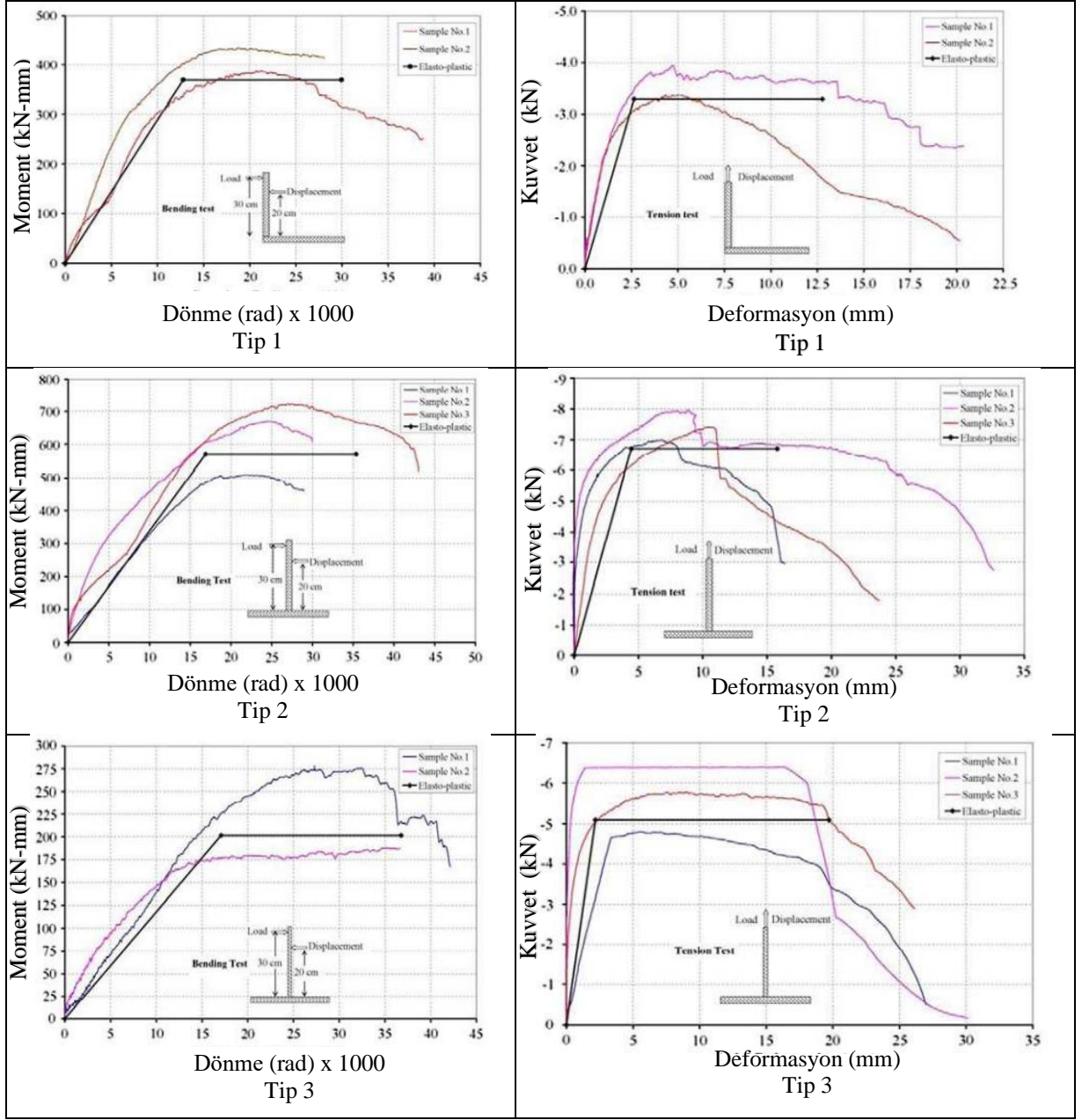
Şekil 4.19. Plastisite modelleri [45].

Yığılı plastik davranış, çerçeve sonlu elemanları olarak modellenebilen yapı elemanları, doğrusal olmayan davranış modeli olarak yığılı plastik mafsal kullanılabilir. Bu mafsal tipinde iç kuvvetlerin plastik kapasitelerine ulaştığı sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca plastik deformasyonların düzgün yayılı biçimde olduğu varsayılmaktadır. Ayrıca sadece aksel kuvvet etkisi altında plastik deformasyon yapan elemanların plastik deformasyon bölgelerinin uzunluğu, ilgili elemanın serbest boyuna eşit alınmaktadır. Yığılı plastisitede plastik deformasyonlar doğrusal bir elastik elemanın uç noktalarında toplanmıştır ve bu uç bölgelerin moment dönme ilişkilerine dayanmaktadır [45].

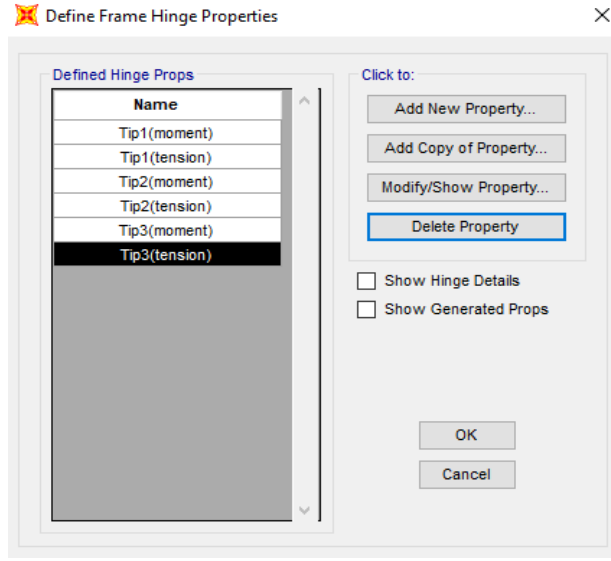
Yayıllı plastik davranış, sonlu uzunluktaki plastik deformasyon bölgeleri veya elemanın tüm uzunluğu boyunca doğrusal olmayan deformasyonları yayıllı biçimde gözönüne alınarak kullanılmaktadır. Yayıllı plastik mafsalsal modeli teoremi, çubuk ya da kabuk elemanların fiber olarak tanımlanması yoluyla modellenmektedir. Yayıllı plastik modeller kolon-kiriş elemanlarında, eleman boyunca herhangi bir yerde plastik mafsalsal oluşmasına izin verilmektedir. Bu nedenle yığıllı plastik mafsala göre daha gerçekçi sonuçlar ortaya çıkarmaktadır [29].

#### **4.2.2.6. Plastik Mafsalsal Özellikleri**

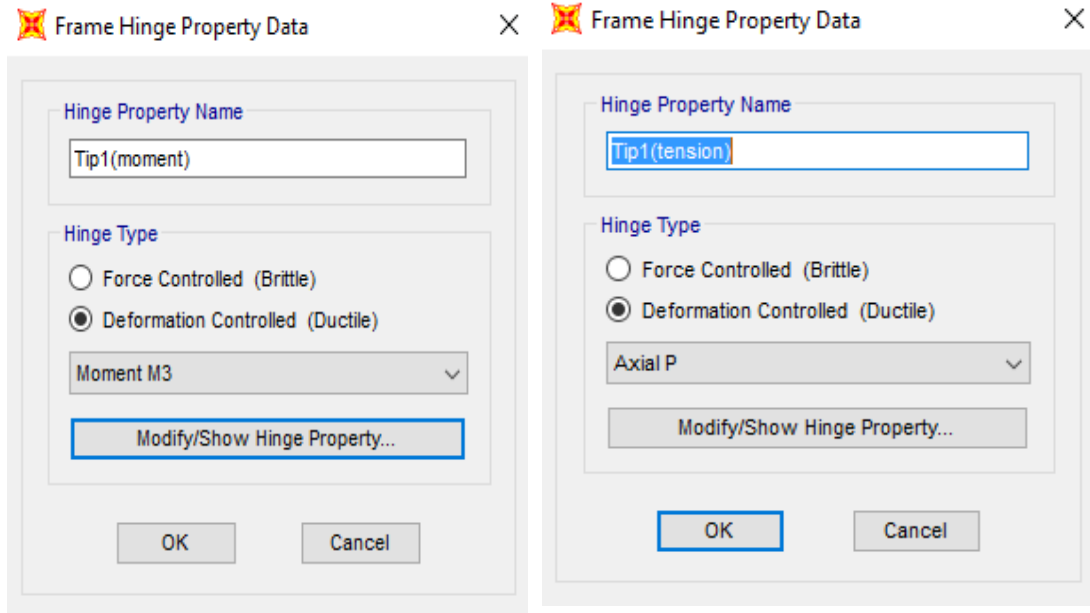
Bir mafsalsal özelliği bir veya daha fazla çerçeve öğesinin uzunluğu boyunca noktalara atanabilen, adlandırılmış bir doğrusal olmayan özellikler olarak tanımlanmaktadır. İhtiyaç duyulduğu kadar mafsalsal özelliği tanımlanabilmektedir. Kuvvet ve moment tipi mafsallar sert plastiktir. Her bir kuvvet serbestlik derecesi için (eksenel ve kesme), plastik kuvvet-deformasyon davranışı belirtilebilmektedir. Her bir serbestlik derecesi (eğilme ve burulma) için plastik moment-dönme davranışı tanımlanabilmektedir. Her mafsalsal özelliği, altı serbestlik derecesinin herhangi bir sayısı için belirlenmiş plastik özelliklere sahip olabilmektedir. Eksenel kuvvet ve iki eğilme momenti, bir etkileşim yüzeyi aracılığıyla birleştirilebilmektedir. Belirtilmeyen serbestlik dereceleri ise esnek kalmaktadır. Mafsalsal özelliklerini SAP2000 programında tanımlamak için “Define” bölümünden “Section Properties” kısmına gidilerek “Hinge Properties” seçilmektedir (bkz. Şekil 4.21). Açılan pencere üzerinden yeni mafsalsal oluşturulmaktadır (bkz. Şekil 4.22). Ardından “Modify/Show Hinge Property” kısmından mafsala ait özellikler girilmektedir (bkz. Şekil 4.23). Bu bölümde girilen sayısal değerler için Qaisar vd. [19] tarafından yapılan deneysel çalışmalar sonucu elde edilen ve Şekil 4.20’de verilen moment/dönme ve kuvvet/deformasyon grafiklerinden yararlanılarak idealize edilmiş veriler kullanılmıştır.



Şekil 4.20. Qaisar vd.'nin çalışmalarında kullandıkları moment-dönme ve kuvvet-deformasyon grafikleri [19].



Şekil 4.21. Mafsal verilerinin oluşturulması.



(a)

(b)

Şekil 4.22. Moment ve Tension mafsal özellikleri.



Frame Hinge Property Data for Tip1(moment) - Moment M3

Edit

Displacement Control Parameters

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0,2	-35
D-	-0,2	-25
C-	-1	-25
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1	25
D	0,2	25
E	0,2	35

Symmetric

Load Carrying Capacity Beyond Point E

Drops To Zero  
 Is Extrapolated

Scaling for Moment and Rotation

Use Yield Moment    Moment SF    Positive: 0,37    Negative:

Use Yield Rotation    Rotation SF    Positive: 10,    Negative:

(Steel Objects Only)

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

Immediate Occupancy    Positive: 3,000E-03    Negative:

Life Safety    Positive: 0,012    Negative:

Collapse Prevention    Positive: 0,015    Negative:

Show Acceptance Criteria on Plot

Type

Moment - Rotation  
 Moment - Curvature  
Hinge Length:   
 Relative Length

Hysteresis Type And Parameters

Hysteresis Type: Isotropic

No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

OK Cancel

Şekil 4.23. Moment mafsasına ait verilerin girilmesi.

Frame Hinge Property Data for Tip1(tension) - Axial P

Edit

Displacement Control Parameters

Point	Force/SF	Disp/SF
E-	-0,2	-20,5
D-	-0,2	-11,5
C-	-1	-11,5
B-	-1	0
A	0	0
B	1	0
C	1	11,5
D	0,2	11,5
E	0,2	20,5

Symmetric

Load Carrying Capacity Beyond Point E

Drops To Zero  
 Is Extrapolated

Scaling for Force and Disp

Use Yield Force    Force SF    Positive: 1,7    Negative:

Use Yield Disp    Disp SF    Positive: 9,500E-04    Negative:

(Steel Objects Only)

Acceptance Criteria (Plastic Disp/SF)

Immediate Occupancy    Positive: 3,000E-03    Negative:

Life Safety    Positive: 0,012    Negative:

Collapse Prevention    Positive: 0,015    Negative:

Show Acceptance Criteria on Plot

Type

Force - Displacement  
 Stress - Strain  
Hinge Length:   
 Relative Length

Hysteresis Type And Parameters

Hysteresis Type: Isotropic

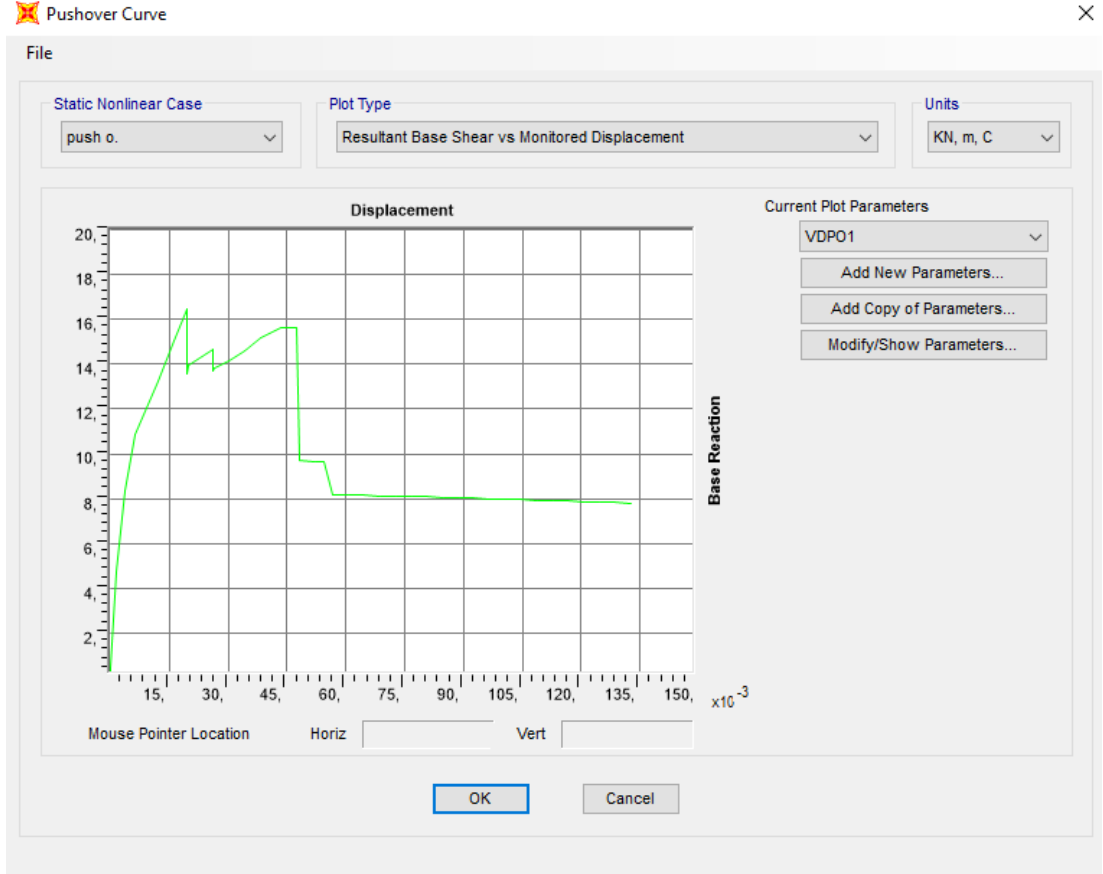
No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

OK Cancel

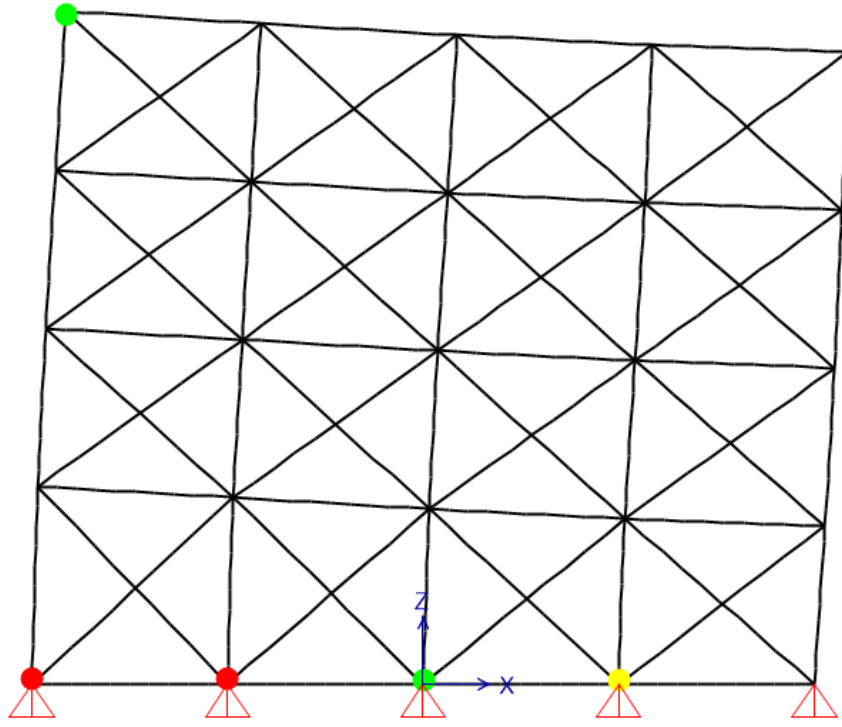
Şekil 4.24. Eksenel mafsala ait verilerin girilmesi.

#### 4.2.2.7. Analiz Sonuçları

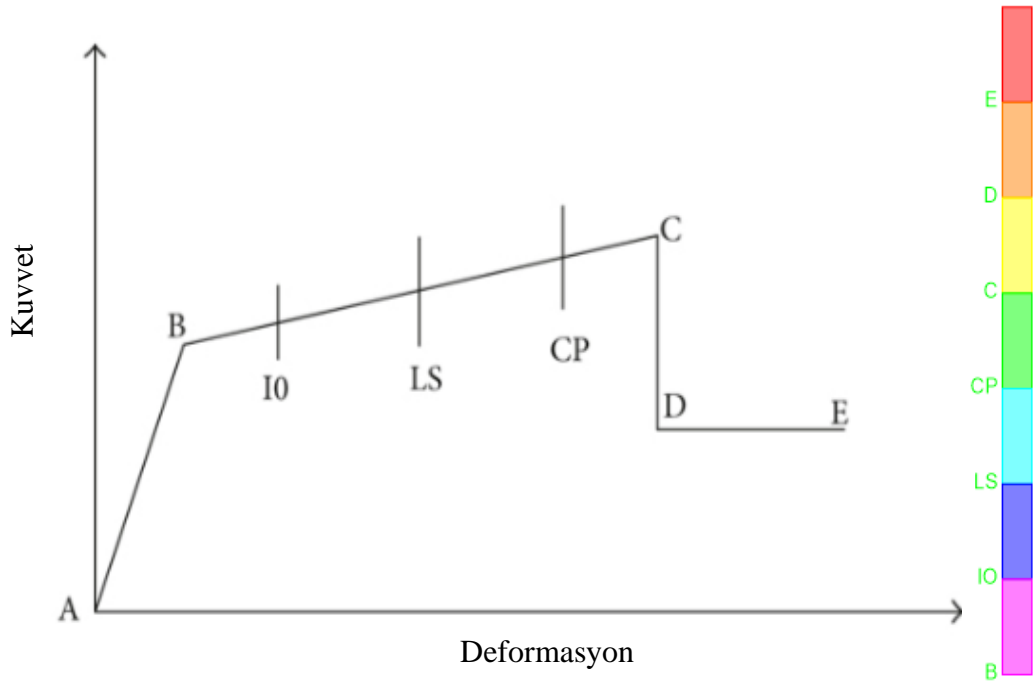
SAP2000 programı ile elde ettiğimiz analiz sonuçlarına ilişkin kuvvet-deformasyon grafiği Şekil 4.25'te gösterilmektedir. Analiz sonrası panelde oluşan deformasyona ilişkin görsel Şekil 4.26'da verilmiştir.



Şekil 4.25. Analiz sonrası kuvvet-deformasyon grafiği.

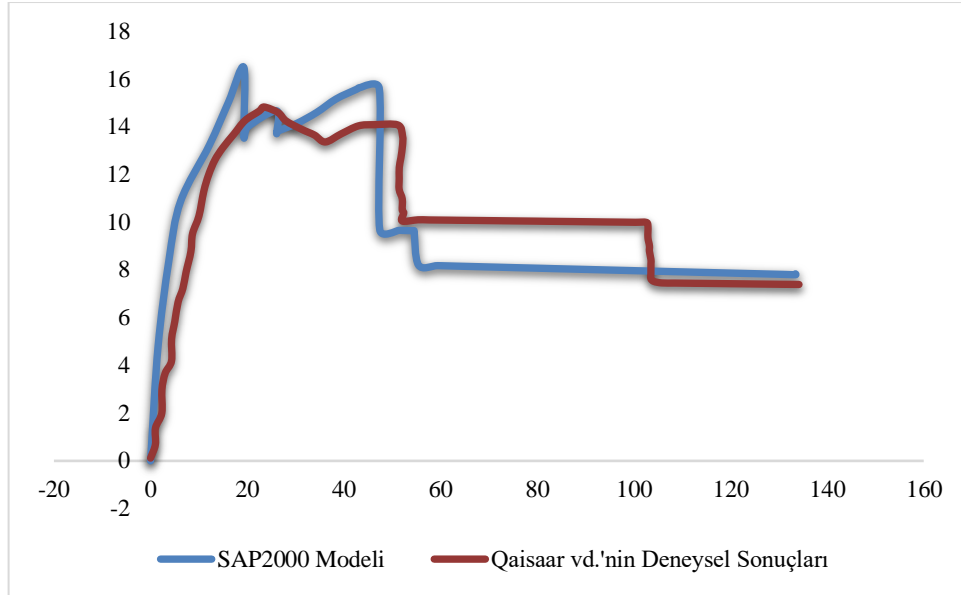


Şekil 4.26. Pushover analizinin son adımında panelin deformasyonu.



Şekil 4.27. Plastik mafsal hasar sınırları [46].

Şekil 4.27’de oluşan plastik mafsal oluşumundaki hasar bölgeleri görülmektedir. Şekilde yer alan lejantlar şu şekildedir; Grafikte A noktası ile B noktası doğrusal elastik aralığı temsil etmektedir. B noktası ile C noktası sünekliğin elastic olmayan fakat doğrusal bir tepkisi gelmektedir. B ile C noktaları arasında ise “Acil Kullanım” (IO), “Can Güvenliği” (LS) ve “Göçmenin Önlenmesi” (CP) olarak tanımlanan doğrusal olmayan durumlardan oluşmaktadır. C noktası ile D noktası arasında dayanımda ani bir düşüş meydana gelmektedir ve ardından D noktasında azalan bir mukavemet göstermektedir. D noktası ile E noktası arasında dayanım kaybı oluşmaktadır [47].



Şekil 4.28. Analiz ve deney sonuçlarının karşılaştırılması.

Çizelge 4.6. Analiz sonuçları.

Adım	kN	mm
1	0,53	0,16
2	4,79	1,54
3	8,38	3,78
4	10,87	6,20
5	13,23	12,16
6	15,05	16,16
7	16,49	19,30
8	13,57	19,31
9	13,98	20,03
10	14,67	26,08
11	13,72	26,08
12	13,81	26,29
13	14,14	30,29
14	14,60	34,37
15	15,16	38,37
16	15,57	42,58
17	15,64	43,32
18	15,61	47,32
19	9,68	47,42
20	9,66	51,42
21	9,64	54,53
22	9,65	54,53

Adım	kN	mm
23	8,20	55,45
24	8,18	59,45
25	8,16	63,45
26	8,14	67,45
27	8,12	71,45
28	8,09	75,45
29	8,07	79,45
30	8,05	83,45
31	8,03	87,45
32	8,01	91,45
33	7,99	95,45
34	7,97	99,45
35	7,95	103,45
36	7,93	107,45
37	7,91	111,45
38	7,89	115,45
39	7,87	119,45
40	7,85	123,45
41	7,83	127,45
42	7,81	131,45
43	7,80	133,53
44	7,84	133,46

Çizelge 4.7. Deney sonuçları.

Adım	kN	mm
1	0,11	0,01
2	0,68	0,99
3	1,37	1,01
4	2,01	2,32
5	2,98	2,34
6	3,67	3,01
7	4,18	4,33
8	5,10	4,35
9	5,85	5,02
10	6,65	5,69
11	7,22	6,68
12	7,91	7,34
13	8,77	8,34
14	9,52	8,68
15	10,26	10,01
16	11,29	11,01
17	11,98	12,00
18	12,61	13,32
19	13,12	14,96
20	13,69	17,25
21	14,26	19,55
22	14,66	22,49
23	14,83	23,47
24	14,59	26,40
25	14,24	28,03
26	13,89	31,28
27	13,65	33,88
28	13,36	36,16
29	13,70	39,43
30	14,03	43,02

Adım	kN	mm
31	14,08	46,28
32	14,07	51,17
33	13,61	52,14
34	13,21	52,13
35	12,69	51,80
36	12,29	51,46
37	11,83	51,45
38	11,37	51,44
39	10,97	52,08
40	10,51	52,07
41	10,39	52,40
42	10,05	52,06
43	10,10	55,33
44	10,09	57,61
45	10,08	62,17
46	10,08	64,46
47	10,07	69,02
48	10,06	73,26
49	10,04	79,78
50	10,03	83,37
51	10,02	87,61
52	10,02	90,87
53	10,01	94,45
54	10,01	97,72
55	10,00	100,32
56	9,99	102,61
57	9,82	102,93
58	9,36	102,92
59	9,01	103,24
60	8,78	103,23

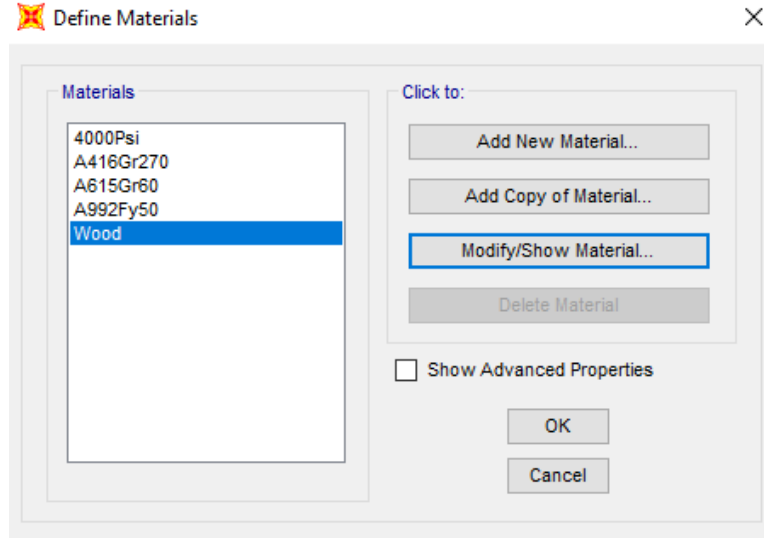
Qaisar vd.'nin deney sonuçlarındaki kuvvet ve deformasyonları doğrulama amacı ile yapılan analiz sonucundaki Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7'de verilen kuvvet ve deformasyon değerleri karşılaştırıldığında analiz ve deney sonuçlarının iyi düzeyde yakınsamıştır.

### **4.3. ÖRNEK YAPIYA AİT AHŞAP TAŞIYICI PANELİN SAP2000 PROGRAMI KULLANILARAK MODELLENMESİ**

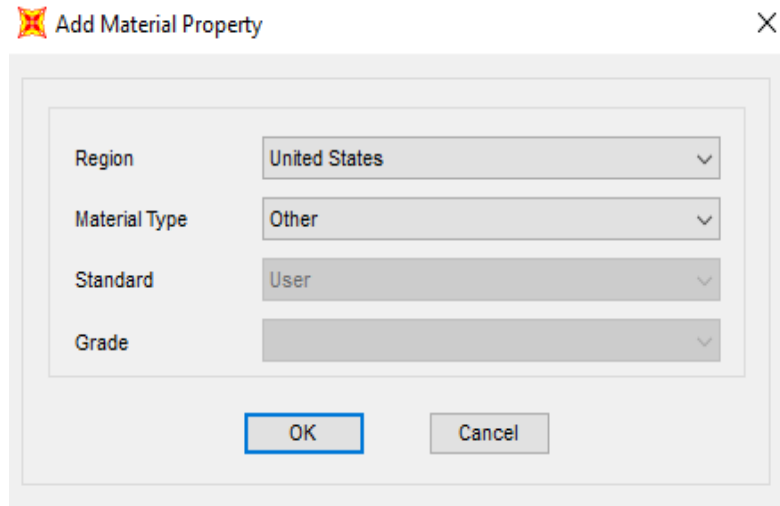
SAP2000 programı her türde yapının analiz ve tasarımı için yaygın olarak kullanılan bir programdır. SAP2000 ile bir yapısal eleman iki boyutlu veya üç boyutlu modellenebileceği gibi bütün bir yapının basit geometrili veya kompleks geometrili yapıların modellenmesi ve analizi yapılabilir. SAP2000 programı genellikle çelik ve betonarme yapıların analiz ve tasarımında kullanıldığından programın kütüphanesinde standart beton ve çelik malzeme özellikleri tanımlıdır. Fakat ahşap malzemeye ilişkin programda tanımlı bir model bulunmamaktadır. Bu nedenle öncelikle ahşap malzeme tanımı yapılmalıdır. SAP2000 kullanıcının gerek modeli oluşturma gerekse sonuçları değerlendirme noktasında diğer paket programlarla karşılaştırıldığında daha fazla mühendislik altyapısına ve yorumlama yeteneğine ihtiyaç duymaktadır. Programda ahşap yapı modelinin oluşturulabilmesi için öncelikle çubuk elemanları ifade eden elemanlar tanımlanarak sistem modellendirilmelidir [23].

#### **4.3.1. Ahşap Malzeme Tanımlaması**

SAP2000 programında ahşap malzeme tanımlı olmadığından kullanılan ahşap malzeme türünü tespit edip malzemeye ilişkin mekanik özelliklerin programa girilmesi gerekmektedir. Bu amaçla SAP2000 arayüzünde “Define” menüsünden Materials (bkz. Şekil 4.29) başlığına gidilerek “Add New Material” butonuna tıklanarak açılan pencerede ahşap ile ilgili tanımlı bir yer olmadığından “Material Type” bölümünde “Other” seçilip “Standard” bölümünü “User” kullanıcı tanımlı olarak seçilir (bkz. Şekil 4.30). Ahşap malzeme iki eksende aynı üçüncü eksende farklı özellikler gösterdiğinden ortotropik bir malzemedir. Bu nedenle ilgili arayüzden “ortotropip” seçilir ve malzemeye ilişkin özellikler açılan arayüze girilir (bkz. Şekil 4.31). Örnekleme bölgesinden seçilen yapıdaki ahşap malzemenin mekanik özelliklerine ilişkin veriler programa tanımlanmıştır (bkz. Şekil 4.32). Doğrulama deneyindeki ahşap malzeme özelliklerinin abakta ayrıca yer alan meşe ağacına ilişkin özellikler kullanılmıştır.



Şekil 4.29. Ahşap malzemenin programa tanıtılması.



Şekil 4.30. Ahşap malzeme tipinin seçilmesi.



**Material Property Options** [Close]

**Material Name** Wood

**Material Grade** [Empty]

**Material Notes** [Modify/Show...]

**Options**

**Material Type** Other

**Directional Symmetry Type** Orthotropic

**Display Color** [Magenta]

Material Properties are Temperature Dependent

[Modify/Show Material Properties...]

[OK] [Cancel]

Şekil 4.31. Malzeme özellikleri seçenekleri.

**Material Property Data** [Close]

**Material Name** Wood

**Material Type** Other

**Symmetry Type** Orthotropic

**Modulus of Elasticity**

E1	12258313,
E2	588399,
E3	588399,

**Weight and Mass**

Weight per Unit Volume 7,8453

Mass per Unit Volume 0,7997

**Units** KN, m, C

**Poisson**

U12	0,45
U13	0,6
U23	0,31

**Coeff of Thermal Expansion**

A1	3,000E-06
A2	3,000E-06
A3	3,000E-06

**Shear Modulus**

G12	6323599,
G13	980665,
G23	980665,

**Advanced Material Property Data**

[Nonlinear Material Data...]

[Material Damping Properties...]

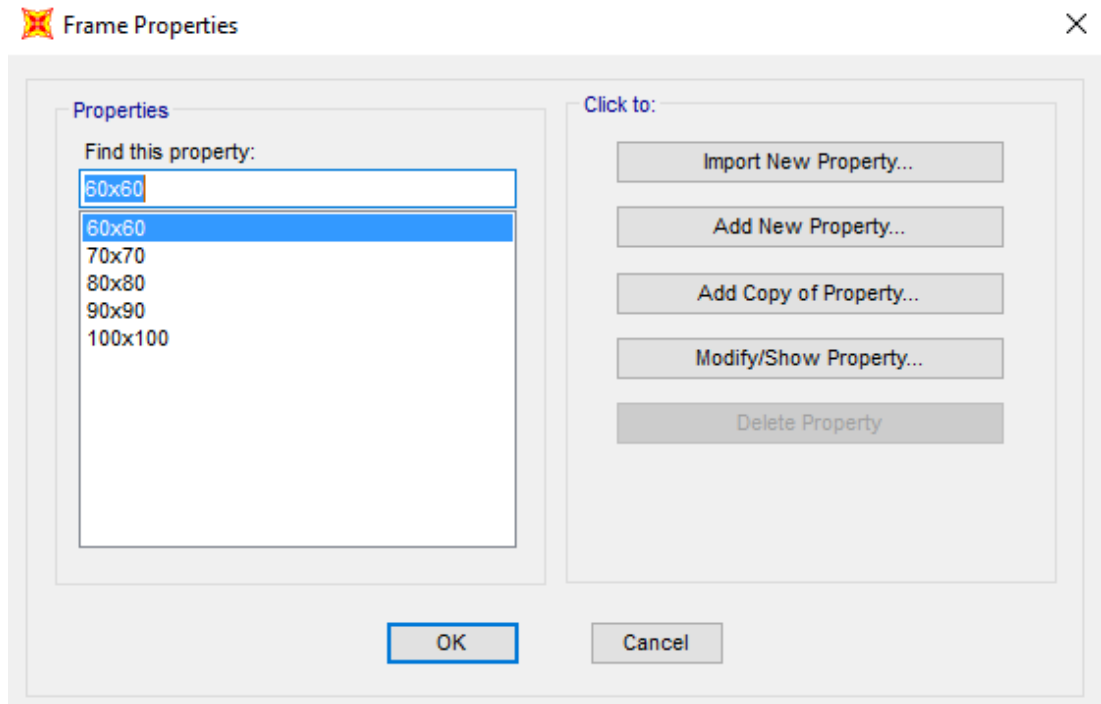
[Time Dependent Properties...]

[OK] [Cancel]

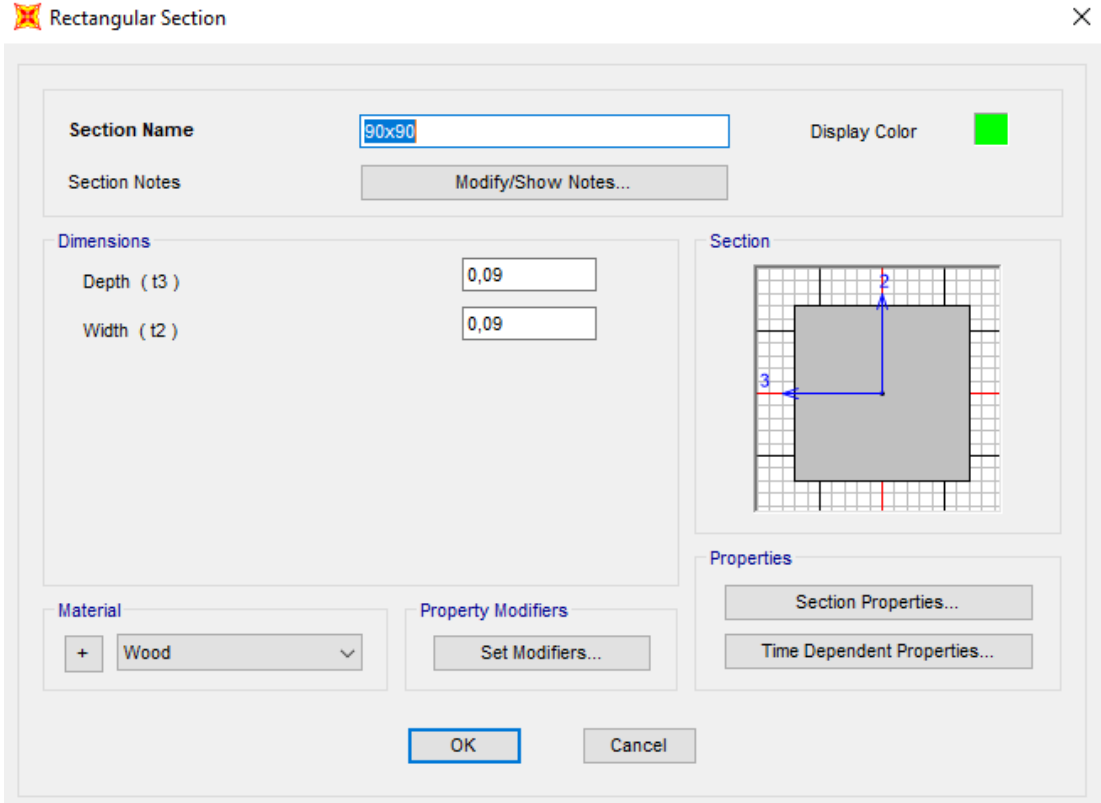
Şekil 4.32. Ahşap malzeme özellikleri [21].

### 4.3.2. Ahşap Taşıyıcı Elemanların Tanımlanması

Panelde kullanılan taşıyıcı elemanlara ait kesitler SAP2000 de tanımlanmıştır. Bu panelde 4 farklı ebatta ahşap kullanılmış olup kesitlerin boyutları cm cinsinden 7x7, 8x8, 9x9 ve 10x10'dur. Bu kesitleri SAP2000 programında tanımlamak için "Define" menüsü altında açılan menüden "Section Properties" e gelinir ve açılan listede "Frame Sections" seçilir (bkz. Şekil 4.33). Ardından "Add New Property" butonuna tıklayarak açılan pencerede "Rectangular" butonuna tıkladıktan sonra ahşap kesitin derinlik ve genişlik boyutları sırası ile "Depth" ve "Width" kutularına girilip sol altta bulunan material kısmından daha önce tanımlanan "Wood" malzemesi seçilir (bkz. Şekil 4.34). Analiz yapacağımız panelde 4 farklı kesitte eleman bulunduğundan bu işlem her kesit için tekrarlanır.



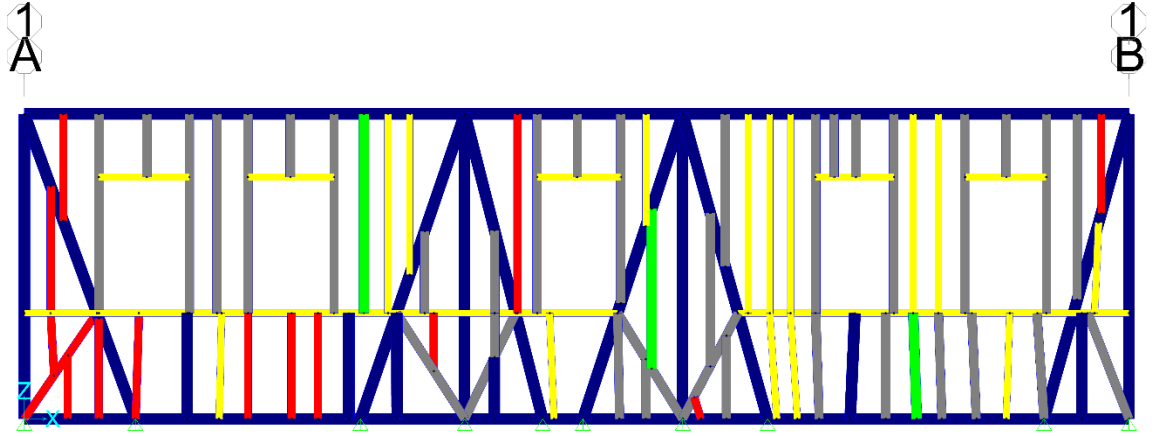
Şekil 4.33. SAP2000 programına ahşap elemanların tanıtılması.



Şekil 4.34. SAP2000 programına ahşap malzeme ebatlarının girilmesi.

### 4.3.3. Taşıyıcı Panel Modelinin Oluşturulması

Taşıyıcı panel modelinin oluşturulması için öncelikle SAP2000 programına panel boyutlarını kapsayacak şekilde akslar tanımlanmıştır. Panel 2 boyutlu olarak modellenmiştir. Bu nedenle X ve Z doğrultusundaki aralık değerleri yapıya ait röleve projesinde yer alan kesit görünüşlerinden yararlanılarak programa girilmiştir. Aks aralıkları tanımlandıktan sonra panelde yer alan dikme, kiriş, çaprazlar ve akslar röleve projesine uygun olarak tanımlanmıştır. SAP2000 programında modellenen panele ait görsel Şekil 4.35'te gösterilmiştir.



Şekil 4.35. Ahşap yapı modellenmesi.

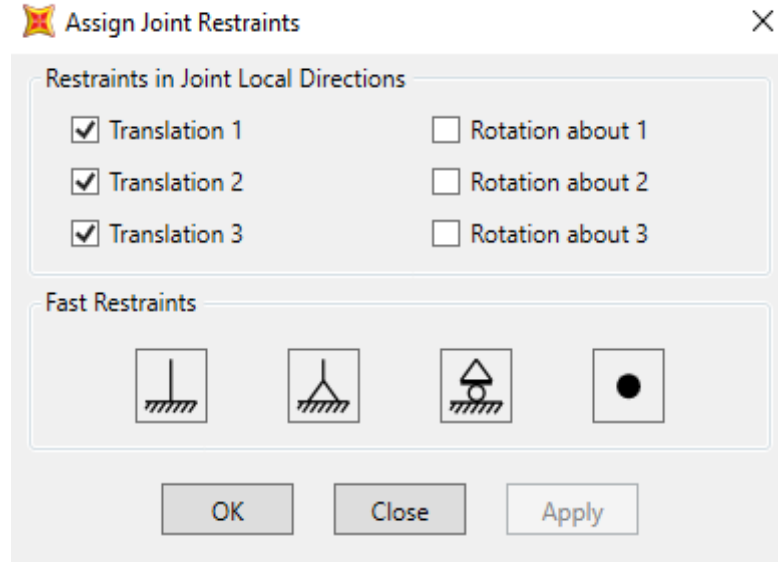
Şekil 4.35’te gösterilen ahşap panel modeline kullanılan kesitler farklı renklerle Çizelge 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Ahşap elemanlarda kullandığımız renkler.

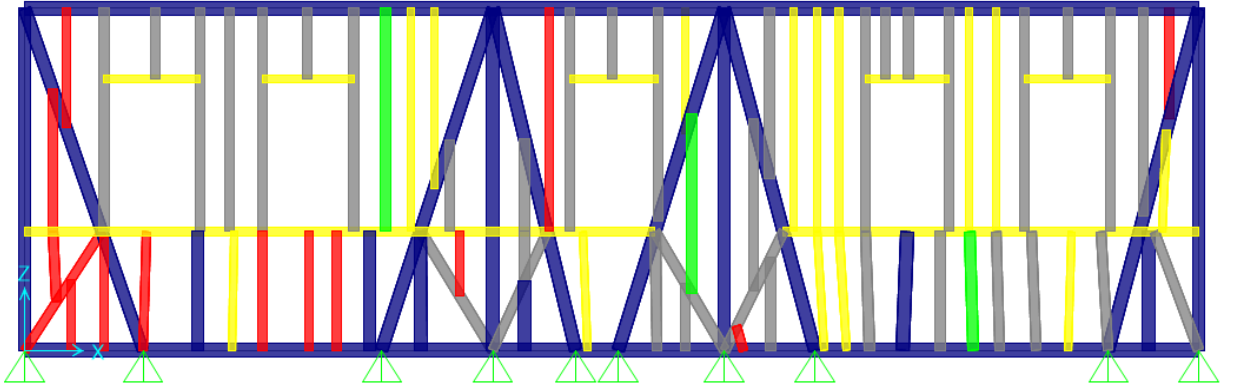
Ahşap Elemanlar (mm)	Kullanıldığı Renk
60x60	Yellow
70x70	Red
80x80	Grey
90x90	Green
100x100	Blue

#### 4.3.4. Panelin Mesnet Koşullarının Oluşturulması

Ahşap panelin temel ile temas ettiği nokta uygun şekilde mesnetlenmelidir. Bunun için SAP2000 arayüzünden “Assign” menüsü içerisinde “Joint” başlığı altında “Restraints” bölümünden mesnet ataması yapılması gerekmektedir. Şekil 4.36’da “Translation 2” yi düzlem dışı davranış göstermemesi için tutulmuştur.



Şekil 4.36. SAP2000 programında mesnet özellikleri.

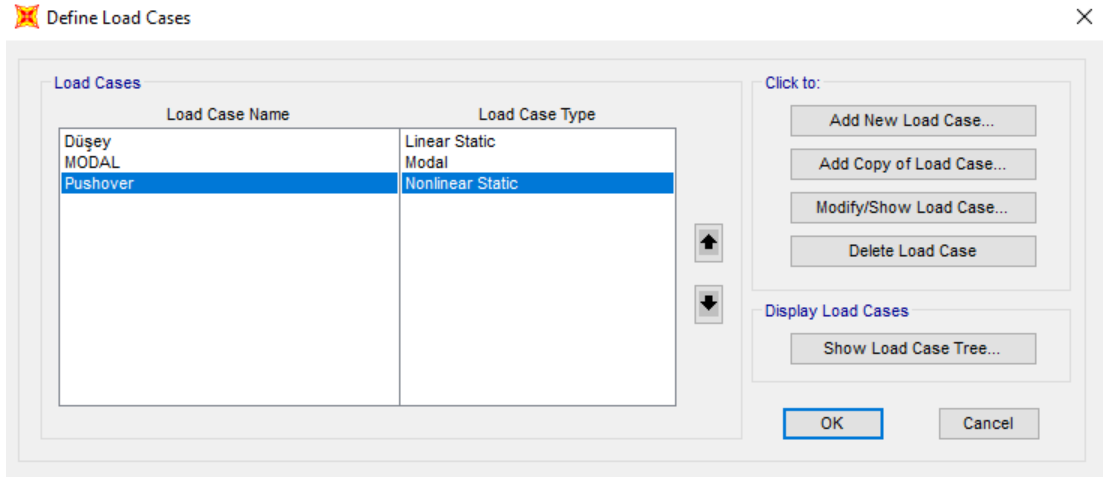


Şekil 4.37. Modellenmesi yapılan panelin mesnetlerin tanımlanması.

#### 4.3.5. Tasarım Yük Kombinasyonlarının Oluşturulması

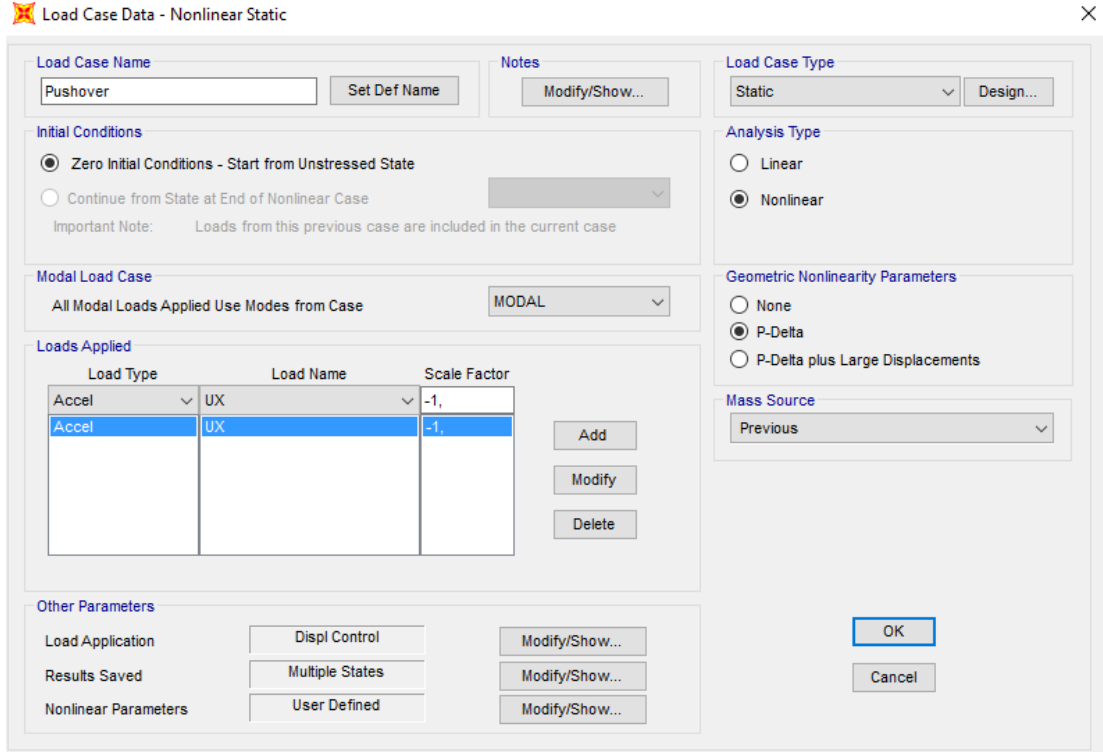
Modellemesi yapılan panele doğrusal olmayan statik itme (pushover analizi) uygulanmıştır. Panelin deformasyon kapasitesini belirlemek için pushover analizi kullanılmıştır. Bu analizi kullanmak için programa yeni bir yük kombinasyonu eklememiz gerekmektedir. Bunun “Define” menüsü altından “Load Cases” bölümünden yük kombinasyonları oluşturulmalıdır (bkz. Şekil 4.38).

Pushover (itme) analizi; yapıya yatay kuvvet etkisi sonucu yapının davranış hareketlerini ve yanal yük taşıma kapasitesi hakkında bilgi alabilmek için kullanılan bir yöntemdir. Genel olarak yapıda adımlar halinde artırılan yatay yüklerin etkisinde rijitlik ile dayanım değişiminin yapı elemanlarındaki doğrusal olmayan davranış özellikleri dikkate alınarak hesaplandığı ve belirli performans değerleri için tariflendiği sayısal analiz yöntemidir. Pushover analizinde yüklemeler belirli aralıklar ile adım adım arttırılarak yapılır. Her bir adımda yapıda ve elemanlarında ortaya çıkan kuvvet-deformasyon ilişkileri incelenir ve yapının ve/veya elemanlarının hasar düzeyleri belirlenerek kontrolü sağlanır [48].



Şekil 4.38. Tasarım yük kombinasyonları listesi.

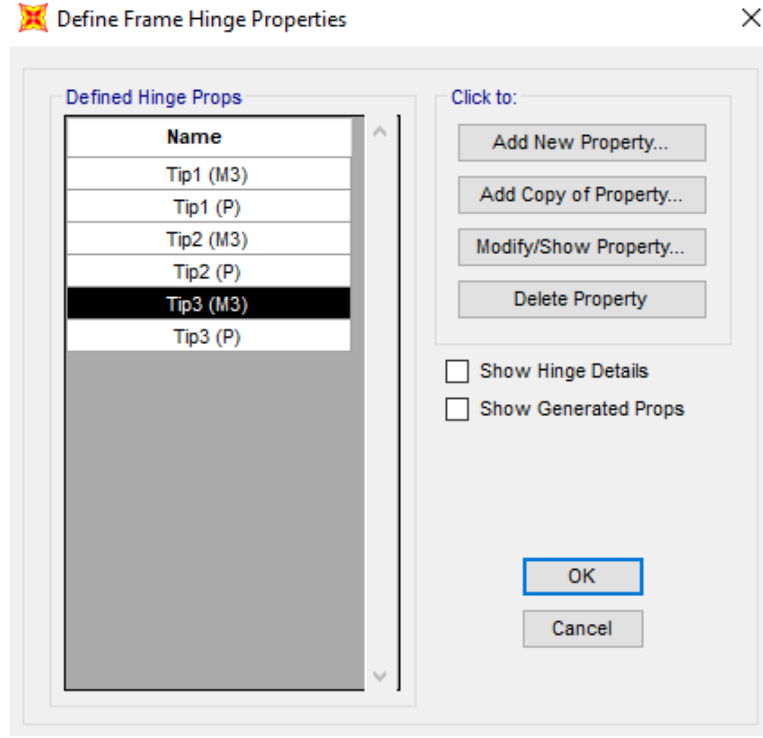
“Add New Load Cases” butonuna tıklayarak açılan pencereden ilk olarak Vertical (düşey) yüklemesi yapıldı ve sonrasında Pushover analizi için gerekli olan bilgiler girilerek yük kombinasyonu oluşturması tamamlandı (bkz. Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Pushover analizi için veriler.

#### 4.3.6. Plastik Mafsal Tanımlanması

Mafsal özelliklerini SAP2000 programında tanımlamak için “Define” bölümünden “Section Properties” kısmına gidilerek “Hinge Properties” seçilmektedir (bkz. Şekil 4.40). Açılan pencere üzerinden yeni mafsal oluşturulmaktadır. Ardından “Modify/Show Hinge Property” kısmından mafsalı ait özellikler girilmektedir. Mafsal tanımlarında Qaisar vd.nin deneysel veriler kullanılarak elde ettikleri “Tip 1”, “Tip 2” ve “Tip 3” isimli 3 farklı mafsal SAP2000 programına tanımlanmıştır. Her tip için Moment M3 ve Eksenel kuvvet ayrı olarak tanımlanmıştır. Bu mafsalın özelliklerine ilişkin detaylar Çizelge 4.9’da verilmektedir.



Şekil 4.40. Mafsal verilerinin oluşturulması.

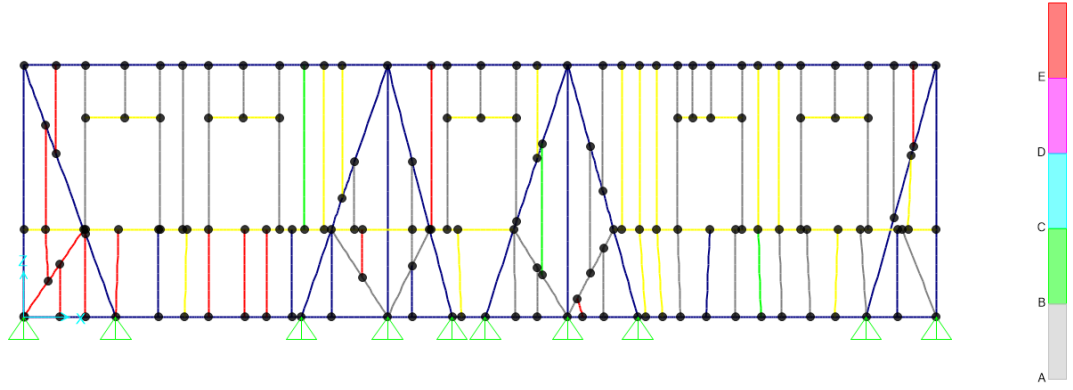
Çizelge 4.9. Mafsal tiplerinin özellikleri.

Mafsal Türleri	Moment - Dönme		Mafsal Türleri	Kuvvet - Deformasyon	
	Moment (kN-m)	$\theta$ (rad) x 1000		Kuvvet (KN)	Deformasyon (mm)
Tip 1 (M3)	0,37	10	Tip 1 (P)	1,7	0,95
Tip 2 (M3)	0,58	13	Tip 2 (P)	4,8	4,1
Tip 3 (M3)	0,2	14	Tip 3 (P)	4	1,9

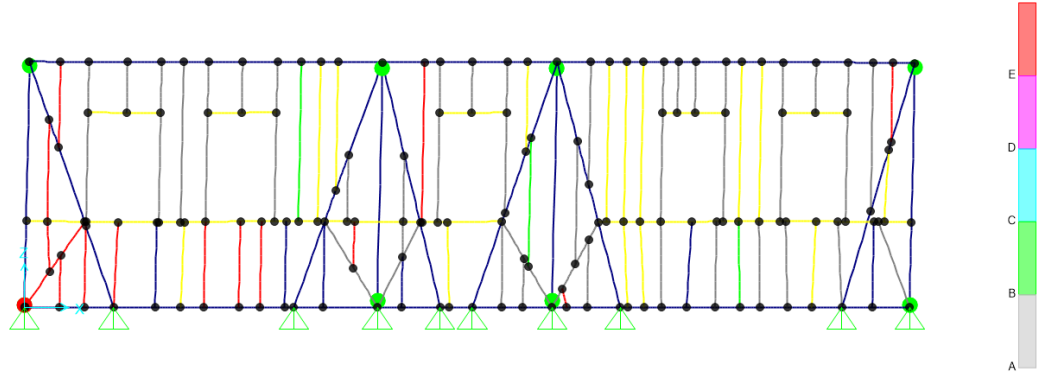
#### 4.3.7. Analiz Sonuçları

Yapılan doğrusal olmayan statik itme analizi sonucunda panelde oluşan kuvvet-deformasyon ilişkisi adımlar halinde Çizelge 4.10'da verilmiştir. Ayrıca Şekil 4.42'de analizin son adımında panelde oluşan deformasyon ve mafsallar görülmektedir.





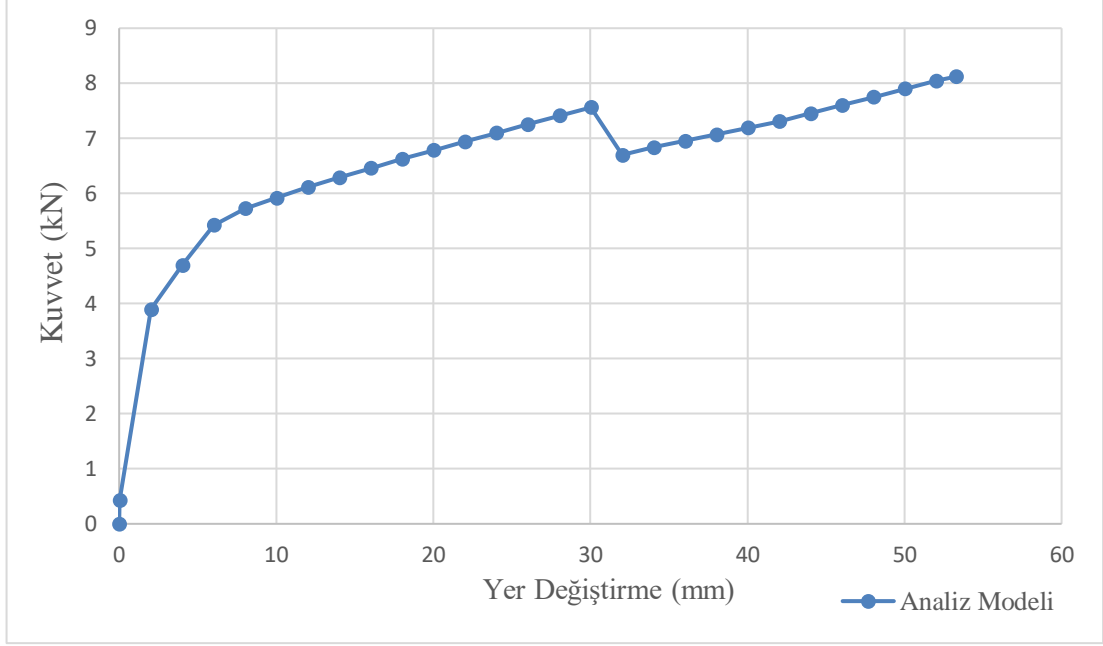
Şekil 4.41. Doğrusal olmayan statik itme analizi uygulanan panel.



Şekil 4.42. Doğrusal olmayan statik itme analizi sonrasında oluşan mafsallar.

Çizelge 4.10. Pushover analiz sonuçları.

Adım	mm	kN	Adım	mm	kN
1	0,03	0,42	15	28,03	7,41
2	2,03	3,89	16	30,03	7,56
3	4,03	4,69	17	32,03	6,70
4	6,03	5,42	18	34,03	6,83
5	8,03	5,72	19	36,03	6,95
6	10,03	5,92	20	38,03	7,06
7	12,03	6,11	21	40,03	7,19
8	14,03	6,29	22	42,03	7,30
9	16,03	6,46	23	44,03	7,45
10	18,03	6,62	24	46,03	7,60
11	20,03	6,78	25	48,03	7,75
12	22,03	6,94	26	50,03	7,89
13	24,03	7,10	27	52,03	8,04
14	26,03	7,25	28	53,28	8,12



Şekil 4.43. Model 1 için kuvvet yerdeğişirme grafiği.

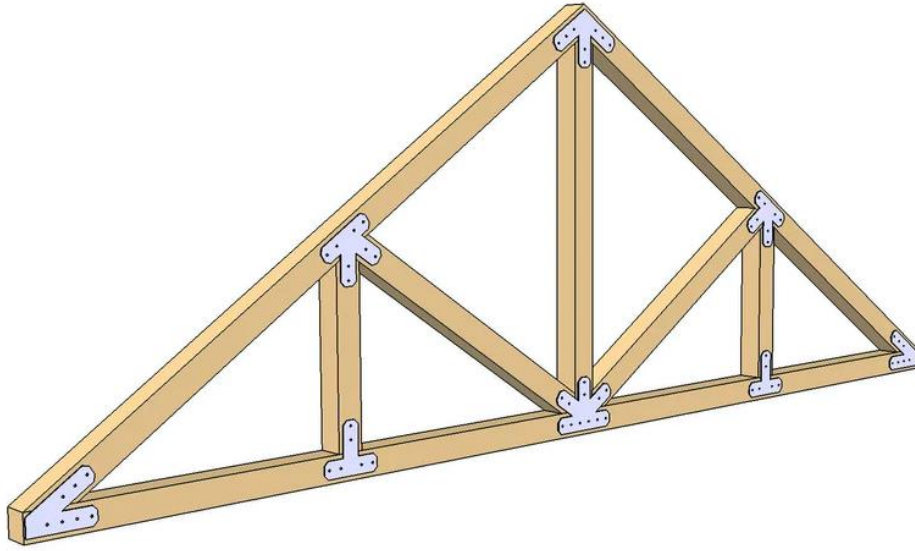
Şekil 4.43 incelendiğinde mevcut panelin 30 mm deformasyon yapana kadar yükünün sürekli arttığı görülmüştür. İlk kırılmanın ardından yük değerinde bir düşüş olup tekrar yük almaya devam ettiği görülmektedir. İlk kırılmanın ahşap panelde kritik bir noktada mafsallaşmanın olmasından kaynaklandığı görülmüştür.

#### 4.3.8. Alternatif Model Çalışması

Bu aşamada yanal yük kapasitesi 7,56 kN olarak belirlenen panelin yük taşıma kapasitesini arttırabilmek için alternatif 2 model oluşturulmuştur.

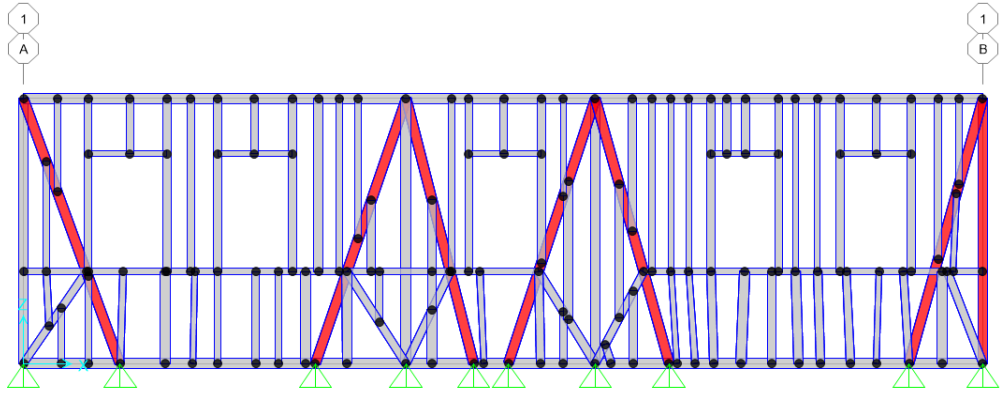
Bu bağlamda TBDY-2018 Bölüm 12’de önerilen esaslar dikkate alınmış ve madde 12.4.2.11’de belirtilen “özel önlem alınarak çekmeye çalıştırılmadığı durumlarda, çapraz elemanlar sadece basınca çalışan eleman olarak göz önüne alınacaktır.” ibaresi baz alınarak çapraz elemanların çekme kuvvetini aktaracak şekilde özel bir imalat yapılması durumunda panelin yanal itki kapasitesinin ne oranda etkileneceği araştırılmıştır. Bu amaçla çapraz elemanların birleşim bölgelerinde Şekil 4.44’de gösterilen türde çelik bağlantı elemanları kullanılarak mevcut ahşap çaprazların çekme kuvvetini aktarması sağlanabilir. Tescilli yapının görünüşüne zarar verilmemesi için çelik bağlantı elemanları yapı ile uyumlu formda ve her birleşim bölgesi için özel

olarak imal edilmesi gerekmektedir. Çelik malzemenin çekme kapasitesi ahşap malzeme ile kıyaslandığında çok daha yüksek olduğundan sayısal modelde ahşap çaprazların çekme kapasitesi sınırları dikkate alınmış olup, çeliğin yükü doğrudan aktaracağı kabulü yapılmıştır. Ayrıca her bir çelik bağlantı aparatının komşu aparat ile arasında, konutun iç kısmında (panelin iç taraftaki cephesinde) çelik şeritler kullanılarak aparatların birbirine bağlanması takviye sisteminin sürekliliğini sağlayabileceği gibi bu sayede ahşabın lifli yapısı nedeniyle bağlantı aparatı ile çapraz eleman arasındaki birleşimin sıyrılmasının da önüne geçilebilir.

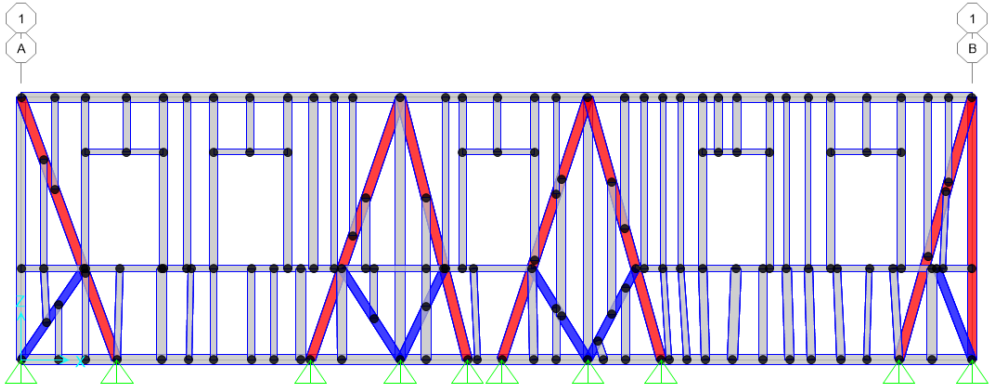


Şekil 4.44. Çelik bağlantı elemanları [49].

Bu doğrultuda 2 farklı model üzerinde çalışılmıştır. 1. modelde mevcut panelde yer alan çapraz elemanlardan Şekil 4.45’de kırmızı renkli olanlar çekme kuvvetini ahşap malzemenin çekme kapasitesi oranında aktaracak şekilde modellenmiştir. 2. modelde ise 1. modeldeki çapraz elemanlara ilave olarak panelde yer alan diğer çapraz elemanlarda (Şekil 4.46’da mavi renk ile gösterilen elemanlar) çekme kuvvetini aktaracak şekilde modellenmiştir. Yapılan doğrusal olmayan statik itme analizi sonucunda elde edilen bu iki modelin yanal itme kapasiteleri Çizelge 4.11 ve 12’de verilmiştir.

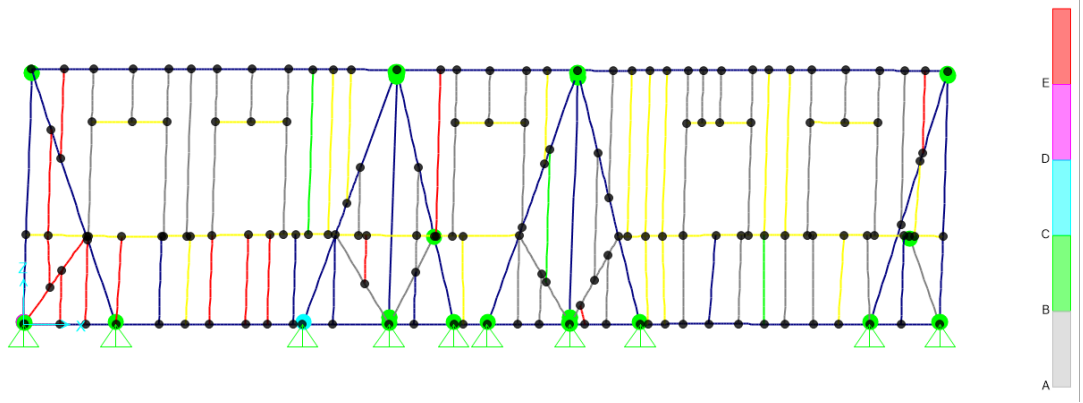


Şekil 4.45. Model 1.



Şekil 4.46. Model 2.

Yapılan doğrusal olmayan statik itme analizi sonucunda alternatif model 1'in yanal itme kapasitesi 19,22 kN olarak belirlenmiştir. Model 1 itme kapasitesi olarak belirlenen 19,22 kN yüke 30 mm deformasyon yaparak ulaşmıştır. Benzer şekilde model 2 için yanal itme kapasitesi 26,85 kN olarak belirlenmiştir. Model 2'nin ise itme kapasitesi olarak belirlenen 26,85 kN yüke 58,07 mm deformasyon yaparak ulaştığı görülmüştür.



Şekil 4.47. Modelin doğrusal olmayan itme analizi sonrasında oluşan mafsallar.

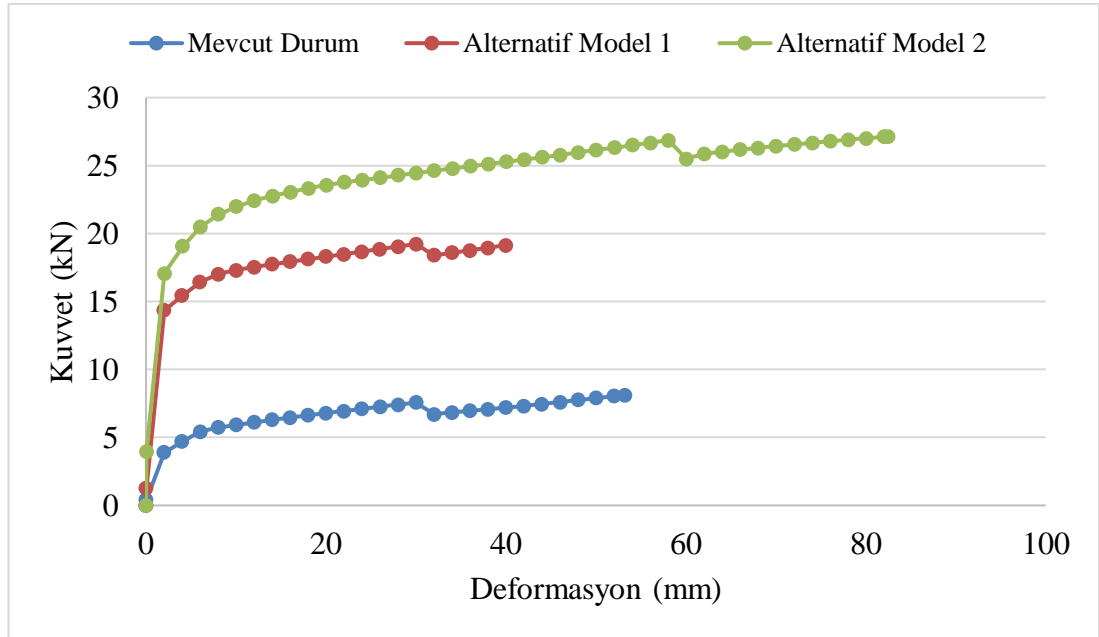
Çizelge 4.11. 1. model itme analiz sonuçları.

Adım	kN	mm
1	1,25	0,02
2	14,34	2,02
3	15,43	4,02
4	16,42	6,02
5	17,02	8,02
6	17,30	10,02
7	17,54	12,02
8	17,74	14,02
9	17,92	16,02
10	18,11	18,02
11	18,30	20,02
12	18,48	22,02
13	18,66	24,02
14	18,85	26,02
15	19,03	28,02
16	19,22	30,02
17	18,39	32,02
18	18,58	34,02
19	18,76	36,02

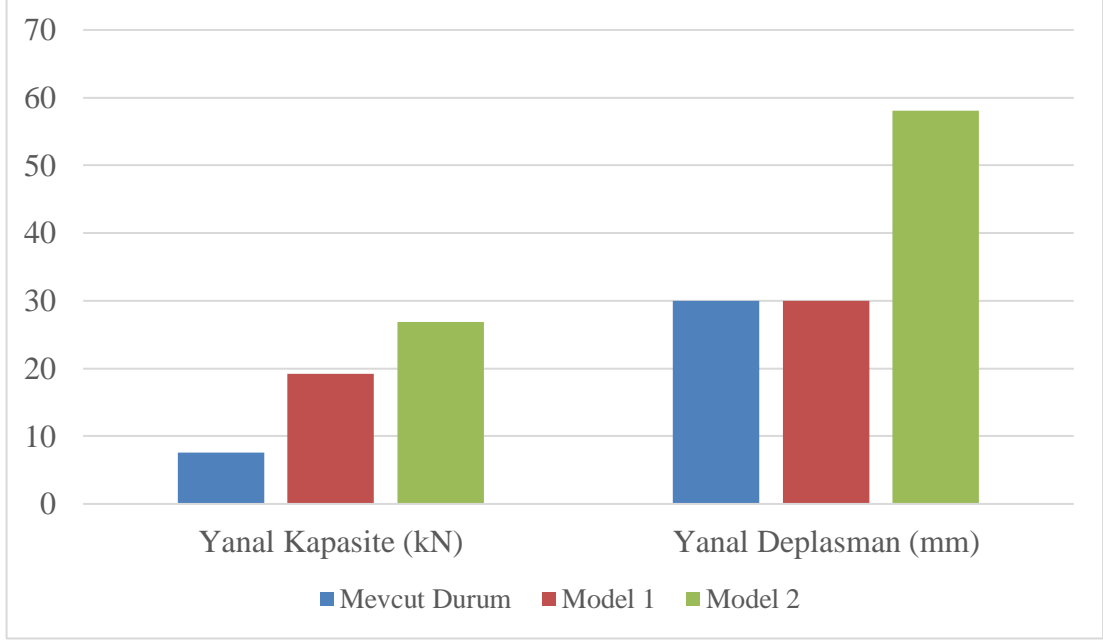
Adım	kN	mm
20	18,94	38,02
21	19,13	40,02
22	19,31	42,02
23	19,49	44,02
24	19,66	46,02
25	19,82	48,02
26	19,99	50,02
27	20,13	52,02
28	20,03	54,02
29	20,17	56,02
30	20,31	58,02
31	20,45	60,02
32	20,58	62,02
33	20,70	64,02
34	20,80	66,02
35	20,90	68,02
36	21,03	70,02
37	21,20	72,02
38	21,34	74,00

Çizelge 4.12. 2. model itme analiz sonuçları.

Adım	kN	mm	Adım	kN	mm
0	0,40	0,01	22	25,44	42,07
1	3,93	0,07	23	25,60	44,07
2	17,06	2,07	24	25,77	46,07
3	19,05	4,07	25	25,96	48,07
4	20,49	6,07	26	26,14	50,07
5	21,41	8,07	27	26,32	52,07
6	21,98	10,07	28	26,50	54,07
7	22,42	12,07	29	26,67	56,07
8	22,76	14,07	30	26,85	58,07
9	23,05	16,07	31	25,49	60,07
10	23,33	18,07	32	25,87	62,07
11	23,56	20,07	33	26,02	64,07
12	23,76	22,07	34	26,17	66,07
13	23,93	24,07	35	26,30	68,07
14	24,10	26,07	36	26,43	70,07
15	24,28	28,07	37	26,55	72,07
16	24,44	30,07	38	26,67	74,07
17	24,61	32,07	39	26,79	76,07
18	24,78	34,07	40	26,89	78,07
19	24,94	36,07	41	27,00	80,07
20	25,11	38,07	42	27,11	82,07
21	25,27	40,07	43	27,13	82,47



Şekil 4.48. Mevcut durum ve model 1 ve model 2 için elde edilen kuvvet yerdeğiştirme grafiği.



Şekil 4.49. Modellerin karşılaştırılması.

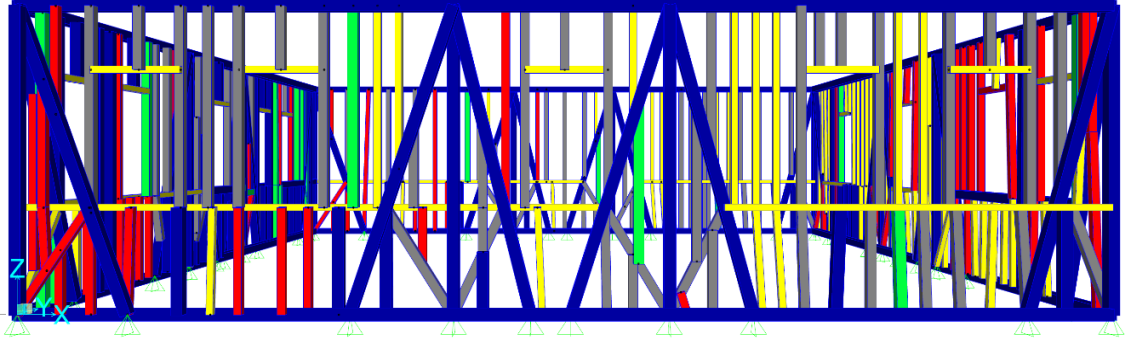
Şekil 4.48 ve Şekil 4.49 incelendiğinde mevcut paneldeki çaprazlar çekme aktaracak şekilde özel olarak takviye edilmesi konusunda model 1'in uygulanması durumunda panelin yanıl itki kapasitesinin 2,6 kat, model 2'nin uygulanması durumunda ise 3,5 kat arttığı görülmektedir.

#### 4.4. ÖRNEK YAPININ SAP2000 PROGRAMI İLE 3 BOYUTLU MODELLENMESİ

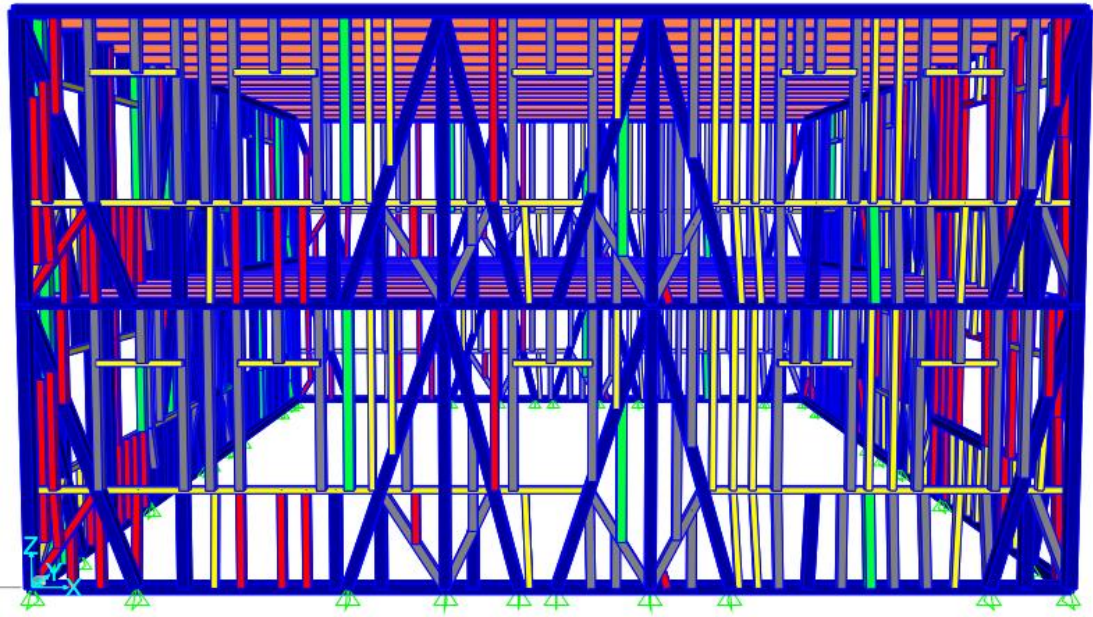
##### 4.4.1. Örnek Yapının 3 Boyutlu Modelinin Oluşturulması

Yapının 3 boyutlu modelinin oluşturulması için SAP2000 programına yapının boyutlarını kapsayacak şekilde akslar tanımlanmıştır. Yapıyı 3 boyutlu olarak modelleyebilmek için X, Y ve Z doğrultusundaki aralık değerleri yapıya ait röleve projesinde yer alan kesit görünüşlerinden yararlanılarak programa girilmiştir. Aks aralıkları tanımlandıktan sonra yapının ahşap karkas sistem elemanları röleve projesine uygun olarak tanımlanmıştır. Birinci kat döşemesi ve çatı katı döşemesinin ahşap karkas sistem elemanları modelde tanımlanmıştır. Ahşap oturtma çatıdan gelecek ölü yükler ise düşey kuvvet olarak etkilmiştir.

SAP2000 programında yapının son katının 3 boyutlu modellenmesine ait görsel Şekil 4.50’de gösterilmiştir ve Şekil 4.51’de yapının ahşap taşıyıcı sistemle kurgulanmış tüm bölümlerinin modellenmesine ilişkin görsel verilmiştir.



Şekil 4.50. Örnek yapının 3 boyutlu olarak son katının modellenmesi.



Şekil 4.51. Örnek yapının ahşap karkas sisteminin 3 boyutlu olarak modellenmesi.

#### 4.4.2. Genel Yük Bilgileri

Modellenen yapıya etkiyen toplam düşey yükün belirlenebilmesi için yük analiz yapılmıştır. Bu bağlamda çatıdan yapıya aktarılan düşey yük ve 1. kattan yapıya aktarılan düşey yük miktarı ayrı ayrı belirlenmiştir.



Yapıya etkiyen yükler TS-498 [50] standardına göre alınmıştır. Buna göre Eflaninin rakım değeri 897 m ve yönetmeliğe göre 4. Bölgede yer aldığı için 1.50 kN/m<sup>2</sup> kar yükü tanımlanmıştır. Konut tipi bir yapı olması sebebiyle döşemelerdeki hareketli yük 2 kN/m<sup>2</sup> alınmıştır. Diğer yükler (Marsilya tipi kiremit vs.) malzeme yoğunluklarına göre belirlenmiştir.

#### Çatı Yük Analizi

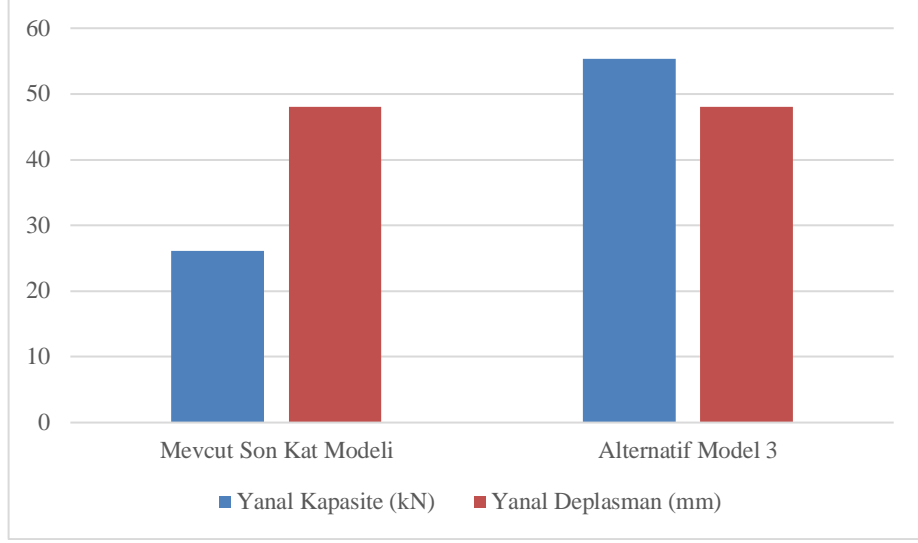
Marsilya Tipi Kiremit	0,50	kN/m <sup>2</sup>
Ahşap Oturtma Çatı	0,85	kN/m <sup>2</sup>
Kar Yükü	1,50	kN/m <sup>2</sup>
<hr/>		
Toplam	2,85	kN/m <sup>2</sup>

#### Döşeme Yük Analizi

Ahşap Karkas Elemanları	0,60	kN/m <sup>2</sup>
Ahşap Döşeme Kaplaması	0,50	kN/m <sup>2</sup>
Hareketli Yük	2,00	kN/m <sup>2</sup>
<hr/>		
Toplam	3,10	kN/m <sup>2</sup>

#### **4.4.3. 3 Boyutlu Olarak Modellenen Örnek Yapının Analiz Sonuçları**

Yapılan doğrusal olmayan statik itme analizi sonucunda yapının son katının 3 boyutlu modelinin ve yapının tüm ahşap karkas sistem modelinin analiz sonuçlarına ilişkin yanal kapasite ve yanal deplasman değerleri Şekil 4.52'de verilmiştir.



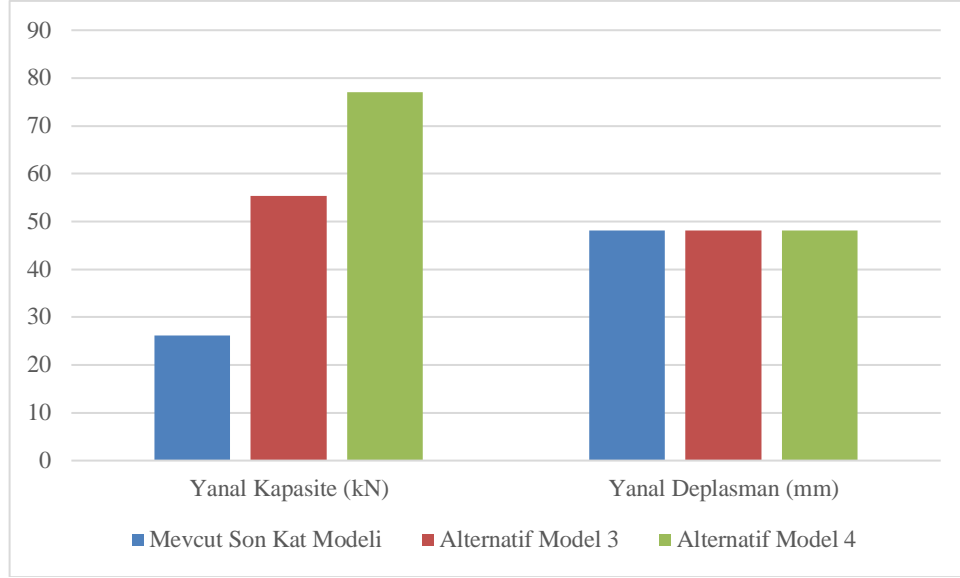
Şekil 4.52. Yapının mevcut durumdaki modellerinin karşılaştırılması.

#### 4.4.4. Alternatif 3 Boyutlu Model Çalışması

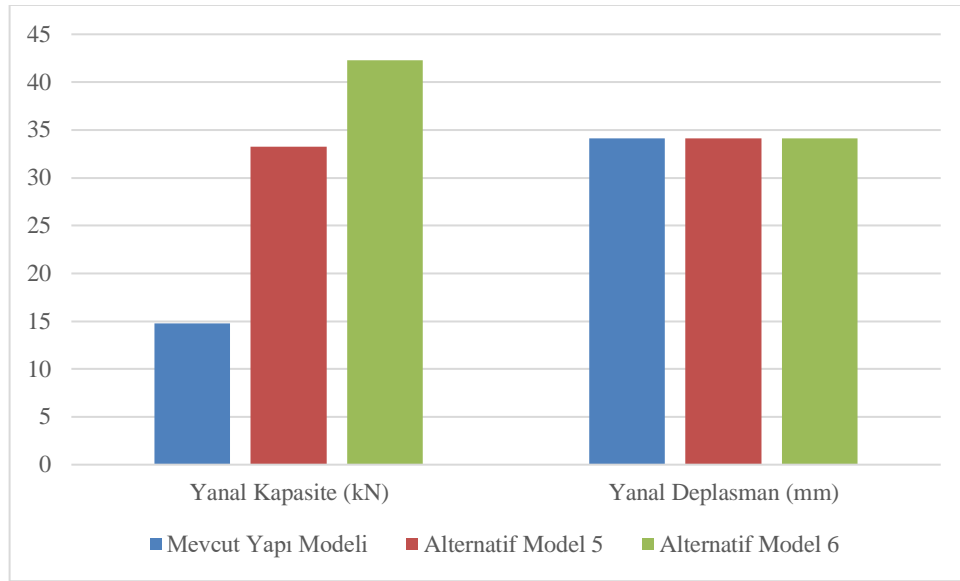
Sadece panel analizi için uygulanan takviye sistemi 3 boyut yapıya da entegre edilmiş ve ardından statik itme analizi yapılmıştır.

Mevcut durumdan oluşturduğumuz son kat modeline ilişkin ana çapraz elemanların çekmeyi aktaracak şekilde takviye edilmesi durumunda “Alternatif Model 3” ve tüm çapraz elemanların çekmeyi aktaracak şekilde takviye edilmesi durumunda ise “Alternatif Model 4” oluşturulup analiz yapılmıştır (bkz. Şekil 4.53).

Ayrıca tüm ahşap karkas sisteme sahip yapısal elemanların modellenmesiyle türetilen mevcut ahşap yapının (iki katlı yapı modeli) ana çapraz elemanlarının çekmeyi aktaracak şekilde takviye edilmesi durumunda “Alternatif Model 5” ve tüm çapraz elemanların çekmeyi aktaracak şekilde takviye edilmesi durumunda ise “Alternatif Model 6” oluşturulup analiz yapılmıştır (bkz. Şekil 4.54). Bu bağlamda yapılan sonuçlar karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.53. Yapının son katına ait modellerin karşılaştırması.



Şekil 4.54. Yapının tüm ahşap karkas sistem modellerinin karşılaştırması.

Örnek yapının 3 boyutlu olarak modellenmesi yapılmıştır. Yapının sadece son kat modelinin analiz sonuçları incelendiğinde 26,1 kN olan yanal itki kapasitesinin sadece ana çapraz elemanlar çelik bağlantı elemanları takviyesi sonrasında (alternatif model 3) yanal itki kapasitesinin 2,1 kat artış göstererek 55,34 kN seviyesine yükseldiği gözlenmiştir. Daha sonra modeldeki tüm çapraz elemanların çekme kuvvetini aktaracak şekilde takviye edilmesine ilişkin modelin (alternatif model 4) yanal itki kapasitesinin mevcut duruma göre 2,95 kat artış göstererek 77,01 kN seviyesine

ulaştığı görülmektedir. Yanal itme kapasitesinde oluşan artışa bağlı olarak deformasyon değerinin değişmediği görülmektedir.

Daha sonra yapının 2 katlı olarak ahşap karkas sistemi modellenmesi sonrasında mevcut durumun yanal itki kapasitesinin 14,77 kN olduğu belirlenmiştir. Mevcut durumdaki ana çapraz elemanların çekme kuvvetini aktaracak şekilde takviye edilmesi durumunda (alternatif model 5) yanal itki kapasitesinin 2,25 kat artış göstererek 33,28 kN seviyesine, mevcut durumdaki tüm çapraz elemanların çekme kuvvetini aktaracak şekilde takviye edilmesi durumunda (alternatif model 6) yanal itki kapasitesinin 2,85 kat artış göstererek 42,28 kN seviyesine ulaştığı gözlenmiştir. Yanal itme kapasitesinde oluşan artışa bağlı olarak deformasyon değerinin değişmediği görülmektedir.

## BÖLÜM 5

### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

#### 5.1. SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında, geleneksel ahşap yapılar ve ahşap taşıyıcı sistem elemanları hakkında genel bilgiler verildikten sonra sayısal uygulama olarak sit alanı ilan edilmiş Eflani-Karacapınar köyünde bulunan “Ekrem Safran Konağı” örnek yapı olarak ele alınmıştır. Sayısal uygulama yapılmadan önce örneklem bölgesinde bulunan yapılar hakkında bilgiler verildikten sonra örnek yapının taşıyıcı sistemini anlayabilmek amacı ile yapının ahşap karkas sistemini oluşturan yapı elemanları (dikmeler, ana giriş, ara giriş ve çaprazlar) incelenmiştir.

Yapılan inceleme ve gözlemler neticesinde söz konusu örneklem alanında yer alan geleneksel yapıların inşaa edilme sürecinde yapıda kullanılacak olan taşıyıcı ve dolgu malzemelerinin seçiminde bölgede bulunun ağaç tipi gibi doğadaki fiziki faktörleri iyi tanıyan ahşap ustalarının, ahşap yapılarda taşıyıcı sistem kurgusunun oluşturulmasında etkin oldukları ve yapıların tasarımda mühendislik hizmetinden mahrum kaldıkları görülmüştür.

Örnekleme bölgesinde yapılan çalışmaya göre 213 adet yapı özelinde incelemede bulunulmuştur. Bu bölgedeki yapıların 78 adedi tescilli ve 135 adedi tescilsiz yapılardan oluştuğu görülmüştür. Bölgedeki yapıların durumları incelendiğinde sadece % 20'sinin “İyi” durumda olduğu tespit edilmiştir. Yapıların kullanım durumlarının % 77 oranında “Konut” ve “Konut + Ahır” tipinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca taşıyıcı sistem bakımından örneklem alanındaki yapıların % 64'ünün ahşap karkas sistemle teşkil edilmiş olduğu görülmüştür. Örneklem alanındaki mevcut yapı stoğunun ahşap taşıyıcı sistem yoğunluklu olması sebebi ile bölgede bulunan iyi durumda olduğu gözlenen ve “nadir nitelikli” olarak belirlenen

“Ekrem Safran Konağı” SAP2000 programı kullanılarak doğrusal olmayan statik itme analizi uygulanmıştır.

Bu kapsamda örnekleme alanından seçilen yapıya ait bir ahşap taşıyıcı panel ubuk SAP2000 programı kullanılarak modellenmiştir. İncelenen panel doğrusal olmayan statik itme analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda mevcut panelin yanal itki kapasitesi 7,56 kN olarak belirlenmiştir. Bu yük kapasitesine 30,03 mm deformasyon yaparak ulaştığı tespit edilmiştir.

Mevcut durumun iyileştirilmesi için alternatif modeller (model 1 ve model 2) oluşturulmuştur. Model 1’den elde edilen sonuçlara göre sadece 6 kritik çapraz çekme kuvvetini aktarabilecek şekilde takviye edildiğinde yanal itki kapasitesinin 2,6 kat arttığı belirlenmiştir. Ayrıca bu güçlendirme yönteminde daha yüksek kapasiteye mevcut durundaki haliyle aynı büyüklükte yanal deformasyon yaparak ulaştığı grlmştir. İkinici alternatif modelden (model 2) elde edilen sonuçlara göre ise panelde yer alan bütün aprazların çekme kuvvetini aktaracak şekilde özel olarak düzenlenmesi durumunda mevcut ahşap panelin yanal itki kapasitesinin 3,5 kat arttırdığı grlmştir.

rnek yapının 3 boyutlu olarak modellenmesi yapılmıştır. Yapının sadece son kat modelinin analiz sonuçları incelendiğinde 26,1 kN olan yanal itki kapasitesinin sadece ana çapraz elemanlar elik bağlantı elemanları takviyesi sonrasında (alternatif model 3) yanal itki kapasitesinin 2,1 kat artış göstererek 55,34 kN seviyesine yükseldiği gözlenmiştir. Daha sonra modeldeki tüm çapraz elemanların çekme kuvvetini aktaracak şekilde takviye edilmesine ilişkin modelin (alternatif model 4) yanal itki kapasitesinin mevcut duruma göre 2,95 kat artış göstererek 77,01 kN seviyesine ulaştığı görülmektedir. Daha sonra yapının 2 katlı olarak ahşap karkas sistemi modellenmesi sonrasında mevcut durumun yanal itki kapasitesinin 14,77 kN olduğu belirlenmiştir. Mevcut durumdaki ana çapraz elemanların çekme kuvvetini aktaracak şekilde takviye edilmesi durumunda (alternatif model 5) yanal itki kapasitesinin 2,25 kat artış göstererek 33,28 kN seviyesine, mevcut durumdaki tüm çapraz elemanların çekme kuvvetini aktaracak şekilde takviye edilmesi durumunda (alternatif model 6)

yanal itki kapasitesinin 2,85 kat artış göstererek 42,28 kN seviyesine ulaştığı gözlenmiştir.

## 5.2. ÖNERİLER

TBDY-2018 Bölüm 12 Madde 12.4.2.11’de belirtildiği üzere “Özel önlem alınarak çekmeye çalıştırılmadığı durumlarda, çapraz elemanlar sadece basınca çalışan eleman olarak göz önüne alınacaktır.” ibaresi dikkate alınarak, yapılan analiz sonuçları incelendiğinde örnek yapı özelinde yapının yanal itki kapasitesini arttırmak için yapı taşıyıcı sistem elemanlarından çaprazların çekme kuvvetini aktaracak şekilde tasarlanması önerilmektedir. Bu bağlamda uygulama önerisi olarak ahşap karkas sisteme sahip yapılar göz önüne alınarak yapının yanal itki kapasitesini arttırmak için çelik bağlantı elemanları kullanılarak tasarımı yapılabilmektedir. Uygulama aşamasında kolon, kiriş ve çapraz elemanların bağlantılarının tam ve doğru olarak uygulanması dikkat edilmesi gereken önemli hususların başında gelmektedir. Çelik bağlantı elemanlarının çalışma prensibi sadece çekme eksenel kuvvetleri taşımakta, basınç kuvvetini taşımamaktadır. Bu nedenle uygulama önerisi olarak çelik bağlantı elemanlarının kullanılması önerilmektedir.

Konut tipi olan örnek yapıda iç mekânlarda oturma amaçlı kullanılacak ahşap sedirlerin panel yüzeyine sabitlenmesi yapının yanal deformasyonunu sınırlandırılacaktır. Bu şekilde tarihi yapının özgünlüğüne zarar verilmeksizin yanal itki kapasitesinde iyileştirmeler yapılabilmektedir.

## KAYNAKLAR

1. HOWELLS, D. A., "Earthquake resistant design, Second Edition by D. J. Dowrick, Wiley, Chichester, 1987, No. of pages: 540. Price: E28.50. ISBN: 471 915033", *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 16 (8): 1233–1234 (1988).
2. ŞAHİN, M., "Deprem Etkilerine Karşı Geliştirilen Pasif ve Aktif Kontrol Sistemleri", (1996).
3. ÇAKIR, S., "Geleneksel Karadeniz ahşap konut yapım yönteminin çağdaş teknoloji açısından değerlendirilmesi", 230 (2000).
4. AMBRASEYS, N. and JACKSON, J., "Seismicity of the Sea of Marmara (Turkey) since 1500", (2000).
5. DOĞANGÜN, A., TULUK, O., LİVAOĞLU, R., and ACAR, R., "Traditional wooden buildings and their damages during earthquakes in Turkey", *Engineering Failure Analysis*, 13 (6): 981–996 (2006).
6. DIŞKAYA, H., "Damage Assessment of 19th Century Traditional Timber Framed Structures in Istanbul", *From Material To Structure - Mechanical Behaviour; Venice And Vicenza 11th -16th November 2007*, (November): (2007).
7. YAMAN, F. Z., "Geleneksel Ahşap Yapılarda Kullanılan Ahşap Yapı Elemanlarının Uzun-Dönem Performansı – GİRESUN ZEYTİNLİK Mahallesinde Örnek Yapı İncelenmesi", (2007).
8. APAK, K., "Ahşap strüktürel sistem seçim modeli ve geleneksel Kıyıköy konutları üzerinde değerlendirilmesi", (2009).
9. BUZ, S., "Beylerbeyi Ve Çengelköy Küçük Ahşap Sivil Mimarlık Örneklerinde Taşıyıcı Sistem Oluşumu Üzerine Bir Araştırma", (2010).
10. YILDIZ, M., "Türk Sivil Mimarisinin En Eski Yapılarından Amcazade Hüseyin Paşa Yalısı'nın Tarihi Serüveni", *Türkiyat Mecmuası*, 21: 395–433 (2011).
11. TUNÇKOL, P., "Ahşap yığma sistem kuruluşu ve gelişmiş üretim yönteminin incelenmesi", (2012).
12. GÜNEŞ, M. E., "Geleneksel Ahşap Yapılarda Taşıyıcı Sistem Kurgusunun İncelenmesi: Safranbolu Örneği", (2014).




13. SAYDAMER, A., "Türkiye'deki Geleneksel Ahşap Yapılarında Kullanılan Taşıyıcı Sistemlerinin İrdelenmesi Ve Bursa Örneği", (2014).
14. CHANG, W. S., "Repair and reinforcement of timber columns and shear walls - A review", *Construction And Building Materials*, 97: 14–24 (2015).
15. "Ahşap Yapılarda Koruma ve Onarım Sempozyumu Kitabı 2 | KUDEB", <https://kudeb.ibb.istanbul/yayina-deneme2/> (2021).
16. UZUN, Ş., "Tarihi Ahşap Yapı Taşıyıcı Sistemlerinin İncelenmesi Ve Boğaziçi Örneği: Amcazade Hüseyin Paşa Yalısı", *Civil Engineering*, 2 (January): 6 (2018).
17. SANTOS, C. L., DE JESUS, A. M. P., MORAİS, J. J. L., and LOUSADA, J. L. P. C., "Quasi-static mechanical behaviour of a double-shear single dowel wood connection", *Construction And Building Materials*, 23 (1): 171–182 (2009).
18. ER AKAN, A., "Tarihi Ahşap Sütunlu Camilerin Sonlu Elemanlar Analizi İle Taşıyıcı Sistem Performansının Belirlenmesi", 2 (1): 41–54 (2010).
19. ALİ, Q., SCHACHER, T., ASHRAF, M., ALAM, B., NAEEM, A., AHMAD, N., and UMAR, M., "In-plane behavior of the dhajji-dewari structural system (wooden braced frame with masonry infill)", *Earthquake Spectra*, 28 (3): 835–858 (2012).
20. AHMAD, N., ALİ, Q., and UMAR, M., "Simplified Engineering Tools For Seismic Analysis and Design Of Traditional Dhajji-Dewari Structures", *Bulletin Of Earthquake Engineering*, 10 (5): 1503–1534 (2012).
21. KAPLAN, B., "Geleneksel Osmanlı Mimarisine Sahip Ahşap Yalıların Deprem Kuvvetleri Altında İncelenmesi Ve Güçlendirme Teknikleri", (2013).
22. ÇELİK, A. and BİRDAL, F., "Ahşap Taşıyıcı Sistemli Tarihi Camilerin Güçlendirilmesine Yönelik Bir Durum Çalışması", 289–298 (2017).
23. MERİÇ, E., "Ahşap Bir Yapının TS 647 Ve Eurocode 5'e Göre Analizi Ve Karşılaştırılması", (2019).
24. SAATCI, M., "Geleneksel Ahşap Taşıyıcı Sistemlerin Karşılaştırmalı İncelenmesi", *Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, (2020).
25. ARUN, G., "Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı", (2005).
26. BOSTANCIOĞLU, E. and DÜZGÜN BİRER, E., "Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi", *Cilt*, 9: (2004).
27. İdaresi, K. İ. Ö., "Karacapınar Köyü Kentsel Sit Alanı ve Etkileşim Geçiş Alanı 1/1000 Ölçekli Koruma Amaçlı Uygulama İmar Planı Plan Hükümleri", (2016).

28. TÜRKCÜ, C., "Yapım : İlkeler- Malzemeler-yöntemler-Çözümler", 318 (2004).
29. TBDY-2018, "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği", (2018).
30. ÖZEL, Y., "TÜRK EVİNDE SOKAĞA UZANAN İÇ MEKÂNLAR: ÇIKMALAR", 143–160 (2019).
31. "Çatı Sistemleri", [https://v3.arkitera.com/v1/malzemedosyasi/catisistemleri/kilicoglu/kiremit\\_turleri2.htm](https://v3.arkitera.com/v1/malzemedosyasi/catisistemleri/kilicoglu/kiremit_turleri2.htm) (2022).
32. "Eser Marsilya Tipi Kiremit", <https://www.eserkiremit.com.tr/urundetay/eser-marsilya-tipi-kiremit> (2022).
33. "Karacapınar, Turkey Page", *Fallingrain.Com*, .
34. "Eflani, Karacapınar Köyü Bilgileri ve Tarihi -", <https://www.eflanim.com/eflani-karacapınar-koyu-bilgileri-ve-tarihi/> (2022).
35. KÖSEOĞLU, N., "Safranbolu İlçesinin Fiziki Coğrafyası", *Karabük University*, (2015).
36. TAN, Y. E., "Karabük ve safranbolu havzasının karst jeomorfolojisi", *Karabük University*, (2019).
37. ATABEY, E., "Eğitim Serisi DEPREM Eşref ATABEY ANKARA , 2000 Tel", (34): (2000).
38. "Meteoroloji Genel Müdürlüğü", <https://mevbis.mgm.gov.tr/mevbis/ui/index.html#/Workspace> (2022).
39. COŞKUN, S., "Karabük Çevresinin Vejetasyon Ekolojisi ve Sınıflandırılması", *Karabük University*, (2017).
40. "Eflani, Coğrafi Yapısı", <https://www.eflanim.com/eflani-cografı-yapısı/> (2022).
41. "Marsilya Tipi Kiremit Nedir", <https://www.yedigun.com/marsilya-tipi-kiremit> (2022).
42. MİMARLIK, A., "Safran Konağı Restorasyon Projesi", *Ahmet Rauf BAĞ*, (2016).

43. CRUZ, H., MOURA, J. P., and MACHADO, J. S., "The use of FRP in the strengthening of timber-reinforced masonry", *Historical Constructions - Possibilities Of Numerical And Experimental Techniques. Proceedings Of The 3rd International Seminar*, (June 2016): 847–856 (2001).
44. ESLAMIAN, S. and ESLAMIAN, F., "Wood Handbook", *Flood Handbook*, (March): (2022).
45. "Yığılı Plastik-Yayılı Plastik Davranış Modelleri", <https://insapedia.com/yigili-plastik-yayili-plastik-davranis-modelleri-dogrusal-olmayan-davranis/> (2022).
46. ZHANG, M., LIU, R., LI, Y., and ZHAO, G., "Seismic Performance of a Corroded Reinforce Concrete Frame Structure Using Pushover Method", *Advances In Civil Engineering*, 2018: (2018).
47. LESLIE, R., "The Pushover Analysis, Explained In Its Simplicity", 0 (September 2013): 1–13 (2002).
48. KASAP, H., ÇAM, M. F., Mert, N., and SÜMER, Y., "Betonarme Yapıların Taşıyıcı Sistemlerindeki Değişikliklerin Yapının Sünekliğine Ve Deprem Davranışlarına Etkisinin İncelenmesi", (2019).
49. "Timber Truss Brackets BarnBrackets.Com", <https://barnbrackets.com/collections/timber-truss-plates> (2022).
50. "TS 498-Türk Standardı Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri", (112): (2003).

**EK AÇIKLAMALAR A.**

**ÖRNEK YAPININ TESCİL FİŞİ**

AVRUPA KONSEYİ	DOĞAL VE KÜLTÜREL VARLIKLARI KORUMA ENVANTERİ	D.K.V.K.E.	ANIT	ENVANTER NO	6705.113/22
TÜRKİYE	ESKİ ESERLER VE MÜZELER GENEL MÜDÜRLÜĞÜ			HARİTA NO.	
İLİ : ZONGULDAK	İLÇESİ : EFLANİ	MAHALLE KÖY KARACAPINAR, KÜRKÇÜ LİHAH		KORUMA DEREJESİ :	ANITSAL 1 2 3 CEVRESSEL 1 2 3 Cevresel Anıt
BOKAK VE KAPI NO :		PAFTA : ADA : PARSEL :		MİMARİ ÇİZİM (ÜSLUP) :	26
ADI : SAFRAN EVİ	YAPILAN YAPIM TARİHİ :	YAPAN KİTABA :		VAKİFTE :	
GENEL TANIM :					
Yapı zemin + 2 katlıdır.Bahçe içinde yer almaktadır.					
KORUMA DURUMU	<input checked="" type="checkbox"/> İYİ <input type="checkbox"/> ORTA <input type="checkbox"/> FENA	TAŞIYICI YAPI	<input checked="" type="checkbox"/> DİŞ YAPI <input type="checkbox"/> İÇ YAPI	<input checked="" type="checkbox"/> ÜST YAPI <input type="checkbox"/> İÇ YAPI	<input checked="" type="checkbox"/> SÜSLEM ELEMANLARI <input type="checkbox"/> RUTUBET <input type="checkbox"/> YOK <input type="checkbox"/> İZİ VAR <input type="checkbox"/> ÖNEMLİ
VAZİYET PLANI					
ANKARA KORUMA KURULU E. P. O. E. M. B. Y. C. U.					
Kayıt No. 905			Kayıt Tarihi 16.5.89		
Dosya No. 67.04.04/1					
GÖZLEMLER :					
BUGÜNKÜ SAHİBİ :		BAKIMINDAN SORUMLU OLMASI GEREKEN KURULUŞ :			
MEHMET SAFRAN		MAL SAHİBİ			
YAPILAN ONARIMLAR :					
Çatısı marsilya kiremitle yenilenmiştir.					
AYRINTILI TANIM :					
Yapının giriş cephesinde iki kapı yer almaktadır.Bunlardan tek kanatlı olan servis mekanlarına girişi,çift kanatlı olanı ise eve girişi sağlamaktadır.Kapının üzerinde kapı genişliğinde kafesli dikdörtgen formlu açıklık yer almaktadır.					
Zemin kat moloz taş,aşşap çatkı arası dolgu tekniğinde,üst katlar ise dıştan takviyeli,kerpiç dolgulu "dal örgü" tekniğinde inşa edilmiştir. 1. katta 3,2. katta 5 pencere açıklığı yer almaktadır.Pencereler,1/2 oranında,dikdörtgen formlu ve ahşap kepenklidir.					
Arka cephenin zemin katı sağırdır.Kırma çatı marsilya tipi kiremitle örtülmüştür.Geniş saçak altı ahşap kaplamalıdır."Alafranga"					
YATIN DİZİNİ		EKLER :		TEKNIK BİLGİLER	
ANKARA KORUMA KURULU E. P. O. E. M. B. Y. C. U.		RAPOR		BU	
Kayıt No. 905		POTOĞRAF		ELEKTRİK	
Kayıt Tarihi 16.5.89		RÖLÖVE PROJESİ		ISITMA	
Dosya No. 67.04.04/1		RESTORASYON PROJESİ		Kanalizasyon	
		HARİTA		ORJİNAL KULLANIMI :	
		KROKİ		KONUT	
		KİTABA		BUGÜNKÜ KULLANIMI :	
		VAKİFTE		KONUT	
				ÖNERİLEN KULLANIMI :	
				HAZIRLAYANLAR :	
				110/1088 Semih İnan Sanat Kurumu Şehret Sensesy Şehir Planlama	
				KONTROL EDEN / / 10	
				NO. : Cöğçe GÜNEL / / 10 Müdür / / 10	
				REVİZYON / / 10 Ankara Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun 16.3.1990 sayılı 1100 sayılı	

Şekil Ek A.1. Koruma kurulu kayıt evrağı [27].

**EK AÇIKLAMALAR B.**

**ÖRNEKLEM BÖLGESİNDEKİ YAPILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**KARACAPINAR KORUMA AMAÇLI NAZIM İMAR PLANI 2014**

**LEJANDLAR**

**PARSEL**

AVLU DUVARI YAPIM TEKNİĞİ			AVLU MİMARİ ELEMANLARI						
a1	Yığma moloz taş üzeri çalı (Özgül)	a6	Yığma moloz taş üzeri ahşap çit (Özgül)	A	BEZEMELİ AVLU KAPISI	F	KUYU	K	OCAK
a2	Yığma kaba yonu taş üzeri çimento harpušta	a7	Yığma moloz taş üzeri tel çit	B	AVLU KAPISI	G	ÇEŞME	L	TANDIR
a3	Betonarme	a8	Ahşap çit	C	ZEMİN KAPLAMASI	H	HAVUZ		
a4	Betonarme üzeri tel çit			D	MERDİVEN	I	YALAK		
a5	Tel çit			E	NİŞ	J	SU KANALI		

**YAPIM TEKNİĞİ**

YİĞMA	ANA YAPI MALZEMESİ			KAPLAMA				ÇATI				
	Kesme Taş	1	BOŞ AHŞAP KARKAS	7	GELENEKSEL		YENİ		TİPİ		KAPLAMASI	
	Kaba Yonu Taş	2	Yumuşak gözenekli taş ve harç	7A	Ahşap Kalas Çakılı	A	Sıva	D	Tek yönde eğimli	1	Hartama	A
	Kaba Yonu Taş Ahşap Karkas	2A	Sert taş ve harç	7B			Sıva	E	Sermer (2 yönde)	2	Oluklu Sac Levha	B
	Moloz Taş	3	Harman tuğla (ayrık) ve harç	7C	Sac Çakılı	B1	Taş Kaplama	F	Üç Omuz	3	Oluklu Sac Levha	C
	Moloz Taş + Ahşap Karkas	3A	Harman tuğla (muntazam) ve harç	7D			Oluklu	B1	Ahşap Kaplama	G	Dört Omuz	4
	Tahta/Kalıs	4	Doğu tespit edilemedi	7E	Sıva	B2	Tuğla Kaplama	H	Çok yönde	5	Alaturka Kiremit	E
	Tornuk	5A	Ahşap kaplama	7F			Kireç	C1	Seramik	I	Teras	6
	Tornuk ve harç	5B	Deelikli tuğla / Briket	7G	Sıva	B2	PVC	J		7	Şingil	G
	Harman Tuğla	6	Deelikli Tuğla / Briket	8			Kerpiç	C2	Sandviç panel	K		8
			BETONARME	9	Bağdadi	C3	Kaplamasız	-		9	Şap	I
			ÇELİK	10	Beliriz	C4				10	Membran Çatı Kaplaması	J
			TESPİT EDİLEMEDİ	11	Kaplamasız	-						

**ÖNEMLİ MİMARİ ELEMANLAR (DIŞ CEPHE)**

1	AÇIK ÇIKMA	6	BEZEMELİ PROFİLLİ AHŞAP KAT SİLMESİ	11	AHŞAP SAÇAK (EĞİMLİ)	14	RAF	19	TAŞ KEMER
2	KAPALI ÇIKMA	7	KAPI DOĞRAMASI	12	AHŞAP SAÇAK (DÜZ)	15	AHŞAP YAĞMUR OLUĞU		
3	KAFES	8	PENCERE DOĞRAMASI	13	BACA	16	AHŞAP TAHLİYE KANALI (AKAR)		
4	KEPENK	9	KAPIPENCERE SİLMESİ	14	BOYA	17	AHŞAP KOŞE PROFİLİ		
5	PARMAKLIK	10	MERDİVEN	13	KITABE	18	TAVUK KAPISI		

**ÖNEMLİ MİMARİ ELEMANLAR (İÇ)**

A	AŞHANE PERDESİ	F	YÜKLÜK	K	MERDİVEN	P	SERGEN
B	OCAK	G	NİŞ	L	BEZEMELİ KAPI		
C	SEKİ	H	GUSÜLHANE	M	BOYA		
D	DOLAP	I	BEZEMELİ TAVAN	N	PİLİTA (SOBA)		
E	RAF	J	ŞÖMİNE	O	MUMLUK		

**YAPISAL DURUM**

YAPISAL DURUM	1	2	3	4	A	B	C	D	E	F	G	H
1	İYİ	Yapısal ve malzeme korunumu açısından iyi durumda ya da hafif derincede yüzeyel malzeme bozulmaları (sıva çatlakları, kısmi sıva kayıpları) var	2	ORTA	Yapısal sorun yok, malzemelerle bozulmalar ve yer yer kayıplar, derz bozulmaları (kapama sıva kayıpları) var	A	Kağır kısmında derz kayışı, ciddi derz bozulması (yapısal riskli)	E	Ahşap / ahşap karkas kısmında strüktürel sorun yaratacak derincede sahn			
3	KÖTÜ	Yapısal sorunlar (sahn, yapısal çatlak ... vs.) ve ciddi malzeme bozulmaları/derz bozulmaları ya da çatıda yaprın su altmasna neden olacak malzeme kayıpları var.	4	HARABE	Yapının bazı mekânlarında ya da çatısında kısmi ya da bölgesel çökme var.	B	Kağır kısmında yapısal çatlaklar, zemin hareketleri, zemin kayması	F				
					C	Ahşap / ahşap karkas kısmında yapıya su girişine neden olacak malzeme kayıpları	G					
					D	Çatıdan su girişine neden olacak çatı kayıpları	H					

**DEĞİŞİMLİK**

1	Cephe organizasyonu korunmuş. Mimari elemanlarda değişim yok/az.
2	Cephe organizasyonu okunabilir. Mimari elemanlarda,boyutlarında,cephe malzemesinde kısmi değişimler var.
3	Cephe organizasyonu okunmuyor. Mimari elemanlar,boyutları,cephe malzemesinde kısmi ya da tamamen değişmiş. Yapı özgün yerinden taşınmış ya da düzenli derme çetme yerinden yapılmış. Değişimliği anlaşılıyor.
4	Kütle, kat ektleri ya da kayıpları var.

**GELENEKSEL YAPILAR İÇİN DEĞERLENDİRME**

YAPI DEĞER GRUBU	1	2	3	4	MÜDAHALE KARAR GRUBU	G1	G2	G3a	G3b	G4	
1	NADİR NİTELİKLİ	Cephe plan ve parsel organizasyonu ve mimari elemanlar açısından nadir niteliklere sahip yapı	2	TİPKİ NİTELİKLİ	Cephe plan ve parsel organizasyonu ve mimari elemanlar açısından tipik niteliklere sahip yapı	G1	Özgün nitelikli nadir teselli yapı	G2	Özgün nitelikli tipik teselli yapı	G3a	Yapı oturumu, kütle oranları ve özgün malzemesi korunacak yapı
3	AZ NİTELİKLİ	Genel olarak belirlenmiş inşa edilmiş,taşınmış ya da derme çetme inşa edilmiş, cephe düzeni okunamayan yapı	4	HARABE HALİNDE	Yapı oturumu korunacak yapı kalıntıları	G3b	Yapı oturumu ve kütle oranları korunacak yapı	G4	Kütle sınırları korunarak belirlenen kat yüksekliği uyarınca yeniden yapılacak yapı		

**EK YENİ YAPILAR İÇİN MÜDAHALE KARARLARI**

E1	Müdahale edilmeyecek ek yeni yapı	Y1	Müdahale edilmeyecek yeni yapı
E2	Cephe malzemesi uyumlu hale getirilecek ek yeni yapı	Y2	Cephe malzemesi uyumlu hale getirilecek yeni yapı
E3	Cephe düzeni, apiklasyon ve malzemesi düzenlenecek ek yeni yapı	Y3	Cephe düzeni, apiklasyon ve malzemesi düzenlenecek yeni yapı
E4	Kat sayısı azaltılacak, cephe düzeni, apiklasyon ve malzemesi düzenlenecek ek yeni yapı	Y4	Kat sayısı azaltılacak, cephe düzeni, apiklasyon ve malzemesi düzenlenecek yeni yapı
E5	Kalıtılacak/yeni kütle önerisi yapılacak ek yeni yapı	Y5	Kalıtılacak/yeni kütle önerisi yapılacak yeni yapı

Şekil Ek.B.1. Karabül il özel idaresi araştırma lejandları [27].

## ÖZGEÇMİŞ

Enes Melik KÖSEOĞLU; ilk ve ortaöğrenimini KARABÜK'te aynı şehirde tamamladı. Ardından Karabük Cumhuriyet Anadolu Lisesinden mezun oldu. 2015 yılında Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde öğrenime başlayıp 2020 yılında iyi derece ile mezun oldu. 2020 yılında Kastamonu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü'nde öğrenime başlayıp 2021 yılında iyi derece ile mezun oldu. 2020 yılında "Dz. K. K'lığı Harp Kh. ve Mu. Eln. Tes. K. lığı Kh. Des. Kt. K'lığı Binası Dış Cephe, Çatı, Aşhane ve Bulaşikhane, Islak Hacim Onarımları" projesinde Saha Mühendisi olarak çalışmaya başladı. 2021 yılında "İskenderun Teknik Üniversitesi Gemi Adamları ve Kılavuz Kaptanlar Eğitim Merkezi" projesinde Saha Mühendisi olarak çalışmaya devam etti. 2021 yılında İskenderun Teknik Üniversitesinde bir süre çalıştıktan sonra Karadaş Yapı firmasında Şantiye Şefi olarak çalışmaya başladı. 2020 yılında Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim dalı'nda başlamış olduğu yüksek lisans programını 2022 yılında tamamladı.