

**FARKLI TAŞIYICI SİSTEMLERİN AZ KATLI KONUT YAPIMI
İÇİN YAPISAL VE MALİYET AÇISINDAN İNCELENMESİ**

MURAD KHALAF

HAZİRAN 2022

DİYARBAKIR

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI TAŞIYICI SİSTEMLERİN AZ KATLI KONUT YAPIMI
İÇİN YAPISAL VE MALİYET AÇISINDAN İNCELENMESİ**

MURAD KHALAF

DİCLE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV
YÖNETMELİĞİNİN BİR PARÇASI OLARAK
YAPI MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
OLARAK HAZIRLANMIŞTIR

HAZİRAN 2022

DİYARBAKI

FARKLI TAŞIYICI SİSTEMLERİN AZ KATLI KONUT YAPIMI İÇİN YAPISAL VE MALİYET AÇISINDAN İNCELENMESİ

Murad KHALAF tarafından Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin bir parçası olarak hazırlanan bu çalışma, aşağıda bilgileri yazılı jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek **Yapı Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Neslihan Dalkılıç
Müdür, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

Doç. Dr. A. Halim KARAŞİN
Danışman, **İnşaat Mühendisliği Bölümü,**
Dicle Üniversitesi

Sınav Jürisi:

Doç. Dr. Abdülhalim KARAŞİN
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Dicle Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Emin ÖNCÜ
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Dicle Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Murat DOĞRUYOL
İnşaat Mühendisliği Bölümü, Siirt Üniversitesi

ONAY

Savunma Tarihi: 20 / 06 / 2022

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tez çalışmasında yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bahse konu bu kural ve ilkelerin gerektirdiği üzere, bu çalışmada özgün olmayan tüm bilimsel içerikleri kurallara uygun biçimde alıntılıyıp kaynak gösterdiğimi beyan ederim. Beyanımınla çelişen herhangi bir delil bulunduğu takdirde tüm sorumluluğu üstleneceğimi kabul ederim.

Ad, Soyad: Murad KHALAF

İmza:

TEŞEKKÜR

Öncelikle danışmanım Doç. Dr. Abdülhalim Karaşin ve ilk aşamadaki danışmanım Doç. Dr. İdris Bedirhanoglu'na çalışmanın fikir aşamasından, örnekleme, analizlerin yorumlanması ve tez taslağındaki düzeltme konularına kadar gösterdikleri destek ve sabırdan dolayı teşekkür ederim.

Jüri üyeleri Doç. Dr. Mehmet Emin Öncü, Dr. Öğr. Üyesi Murat Doğruyol, Dr. Öğr. Üyesi Mahmut Durmaz hocalarıma da bu tezin daha nitelikli hale gelmesi için yaptıkları eleştiriler ve değerli önerileri için teşekkür ederim.

Her konuda yanımda durup bana destek olan sevgili hocam Prof. Dr. Z. Fuat Toprak'a sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Tezin her aşamasındaki yardımları ve destekleri için İnşaat Mühendisi Zeynel Korkmaz ve İnşaat Mühendisi Abdülrahim Gül'e çok teşekkür ederim.

Bazı zamanlar ümitsizliğe kapılmama rağmen bana inandıkları ve araştırmaya teşvik ettikleri için eşim İnşaat Mühendisi Berevan Haje Mohammed ve dostum İnşaat Mühendisi Cuvan Mustafa'ya da teşekkür ederim.

Ayrıca annem, babam, kardeşlerim ve bu süreçte bana yardımcı dokunan herkese teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmamda tarihi ve mimarisi ile bana ilham olan Diyarbakır şehrine de ayrıca teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
TABLOLAR LİSTESİ.....	X
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	XII
ÖZET.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
1. GİRİŞ	1
1.1 ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI	2
1.2 TEZ DÜZENİ.....	2
1.3 YIĞMA SİSTEMLER.....	2
1.3.1 Yığma yapılarda kullanılan malzemeler	3
1.3.2 Doğal taşlar	3
1.3.3 Ahşap malzeme	6
1.4 YAPI MALİYET TAHMİNİ.....	11
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1 TAŞIYICI DUVARLAR.....	20
3.1.1 İzin verilen minimum taşıyıcı duvar kalınlığı.....	20
3.1.2 Taşıyıcı duvarların maksimum uzunluğu.....	21
3.1.3 Taşıyıcı duvar boşlukları.....	21
3.1.4 Düşey hatıllar	22
3.2 YIĞMA DUVAR GERİLMELERİ.....	22
3.2.1 Normal gerilmeler	22
3.2.2 Kayma gerilmeleri.....	23
3.2.3 Çekme dayanımı.....	25

3.2.4	Elastisite modülü	25
3.3	YIĞMA YAPILARIN TBDY2018'E GÖRE TASARIMI.....	26
3.3.1	TBDY2018'e göre bina parametreleri	26
3.3.2	Yığma bina yüksekliği	27
4.	BULGULAR	29
4.1	BETONARME DÖŞEMELİ YIĞMA YAPI ANALİZİ.....	29
4.1.1	BDYY Eşdeğer deprem yükü hesabı	30
4.1.2	BDYY'da düşey gerilmelerin hesabı ve kontrolü	33
4.1.3	BDYY devrilme momenti kontrolü	33
4.1.4	BDYY kesme gerilmelerin hesabı ve kontrolü	34
4.2	AHŞAP DÖŞEMELİ YIĞMA YAPI İÇİN ANALİZ.....	35
4.2.1	ADYY kirişli ahşap döşeme tasarım kuralları	36
4.2.2	ADYY eşdeğer deprem yükü hesabı.....	39
4.2.3	ADYY Düşey gerilmelerin hesabı ve kontrolü.....	41
4.2.4	ADYY devrilme momenti kontrolü	42
4.2.5	ADYY kesme gerilmelerinin hesabı ve kontrolü.....	42
4.3	BETONARME YAPI ANALİZİ.....	43
4.3.1	BAY deprem hesabı	44
4.4	PARAMETRİK SONUÇLAR VE KARŞILAŞTIRMALAR.....	46
4.4.1	Yapısal sonuçlar karşılaştırma	46
4.4.2	Metraj değerlendirmesi	48
4.4.3	Maliyet değerlendirmesi.....	55
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	64
	KAYNAKLAR	66
	ÖZGEÇMİŞ	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Göbekli Tepe (Girê Miraza) taş tekniği	3
Şekil 1.2 Cemil Paşa Konağı, harem bölümü	5
Şekil 1.3 Taşlı döşeme örneği Namır Köyü, Daraa / Suriye	6
Şekil 1.4 Geleneksel ahşap döşeme	10
Şekil 1.5 Geleneksel bezemeli ahşap tavan.....	10
Şekil 1.6 İnşaat sektöründe genel gider bileşenleri	11
Şekil 1.7 Freeman maliyet tahmin eğrisi (Phaobunjong, 2002).....	12
Şekil 3.1 Referans zemin kat planı.....	19
Şekil 3.2 Referans birinci kat planı	20
Şekil 3.3 Taşıyıcı duvarların en büyük desteklenmemiş uzunluğu.....	21
Şekil 3.4 Taşıyıcı duvar boşluk sınırları	22
Şekil 3.5 Yığma yapının elastisite modülünü gösteren gerilme-birim deformasyon eğrisi (Kuruşçu, 2012)	26
Şekil 4.1 BDYY zemin kat planı.....	29
Şekil 4.2 BDYY birinci kat planı	30
Şekil 4.3 Harita spektral sınır diyagramı.....	31
Şekil 4.4 ADYY zemin kat döşeme planı	35
Şekil 4.5 ADYY 1. kat döşeme planı	36
Şekil 4.6 Ahşap kiriş en kesiti.....	37
Şekil 4.7 Ahşap döşeme kiriş paralel kesiti	38
Şekil 4.8 Daire kesit ahşap kirişi.....	39
Şekil 4.9 BAY zemin kat döşeme planı	43
Şekil 4.10 BAY birinci kat döşeme planı	44
Şekil 4.11 BDYY, ADYY zemin kat düşey gerilmelerinin karşılaştırmalı grafiği ...	47
Şekil 4.12 ADYY kalıp metraj detayları.....	49
Şekil 4.13 ADYY beton metraj detayları	49
Şekil 4.14 ADYY donatı metraj detayları.....	50
Şekil 4.15 ADYY ahşap metraj detayları.....	50
Şekil 4.16 BDYY kalıp metraj detayları	51
Şekil 4.17 BDYY beton metraj detayları	52
Şekil 4.18 BDYY donatı metraj detayları	52
Şekil 4.24 BAY maliyet detayları	61

Şekil 4.25 Seçilen yapı sistemlerine maliyet değişim grafiği	62
Şekil 4.26 566 m ² inşaat alanı için toplam maliyet karşılaştırması.....	63
Şekil 4.19 BAY kalıp metraj detayları	53
Şekil 4.20 BAY beton metraj detayları	53
Şekil 4.21 BAY donatı metraj detayları	54
Şekil 4.22 Ahşap döşemeli yığma yapı maliyet detayları	57
Şekil 4.23 Betonarme döşemeli yığma yapı maliyet detayları.....	59



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1 Doğal yapı taşlarının basınç ve eğilmede çekme dayanımı	4
Tablo 1.2 İğne yapraklı ağaçların türlerine göre bazı özellikleri (Dr. Sabit Tuncel, 2016)	8
Tablo 1.3 Sert ağaçların türlerine göre bazı özellikleri (Dr. Sabit Tuncel, 2016).....	8
Tablo 3.1 Taşıyıcı duvarların sıvasız kalınlıklarıdır	21
Tablo 3.2 Yığma taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı, f_k (MPa).....	23
Tablo 3.3 Duvarların çatlama emniyet gerilmesi τ_0 (Celep, 2016).	24
Tablo 3.4 Duvarların başlangıç kesme dayanımları, f_{vko} (MPa)	25
Tablo 3.5 Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları	26
Tablo 3.6 Deprem tasarım sınıfları (DTS)	27
Tablo 3.7 Bina yükseklik sınıfları.....	27
Tablo 3.8 Yapı yükseklik aralıkları.....	28
Tablo 4.1 BDYY'ye ait spektral parametreler	31
Tablo 4.2 ZC zemin sınıfına bağlı elde edilen BDYY spektral parametreler	31
Tablo 4.3 BDYY Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile deprem hesabı	31
Tablo 4.4 BDYY'ya ait modal analiz sonuçları.....	32
Tablo 4.5 BDYY devirmeye çalışan moment ve devrilmeye karşı koyan moment... 34	
Tablo 4.6 Ahşap yapı elemanların emniyet gerilmeleri	37
Tablo 4.7 ADYY spektral parametreler	40
Tablo 4.8 ADYY ZC zemin sınıfı bağlı spektral parametreler	40
Tablo 4.9 ADYY Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile deprem hesabı.....	40
Tablo 4.10 ADYY modal analiz sonuçları.....	41
Tablo 4.11 ADYY devirmeye çalışan moment ve devrilmeye karşı koyan moment 42	
Tablo 4.12 BAY için deprem parametreleri.....	44
Tablo 4.13 BAY'da deprem yükünün katlara dağılımı	45
Tablo 4.14 BAY'a ait ilk altı modal değerleri	45
Tablo 4.15 Seçilen yapı sistemlerine ait yapısal özellikler	47
Tablo 4.16 ADYY yaklaşık metraj birim ölçüleri	54
Tablo 4.17 BDYY yaklaşık metraj birim ölçüleri.....	55
Tablo 4.18 BAY yaklaşık metraj birim ölçüleri	55
Tablo 4.19 ADYY kalıp, beton ve donatı maliyet detayları	56
Tablo 4.20 ADYY taş duvar maliyeti	56

Tablo 4.21 ADYY ahşap döşeme maliyeti	57
Tablo 4.22 ADYY toplam maliyeti.....	57
Tablo 4.23 BDYY kalıp, beton ve donatı maliyet detayları	58
Tablo 4.24 BDYY taş duvar maliyeti	59
Tablo 4.25 BDYY toplam maliyeti.....	59
Tablo 4.26 BAY kalıp, beton ve donatı maliyet detayları	60
Tablo 4.27 Betonarme yapı toplam maliyeti.....	61



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A_o	: Etkin Yer İvmesi Katsayısı
$A(t)$	: Spektral İvme Katsayısı
E_d	: Elastisite modülü
f_d	: Duvar basınç dayanımı
F_{di}	: i 'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
f_{em}	: Duvar basınç emniyet gerilmesi
F_T	: Yalın tuğla duvar kırılma yükü
F_t	: Binanın N 'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
f_u	: Tuğla basınç dayanımını
H_i	: Binanın i 'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği
I	: Bina Önem Katsayısı
M_p	: Yığma duvar üzerine gelen hesap momenti
M_{rp}	: Yığma duvar moment taşıma kapasitesi
ΣM_r	: Yığma duvar üzerine gelen toplam hesap momenti
ΣM_d	: Yığma duvarın toplam moment taşıma kapasitesi
$R_a(t)$	: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
V_d	: Yüğü katsayıları ile çarpılmış düşey yüğü ve deprem yüğülerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
V_r	: Yığma duvar kesitinin kesme dayanımı
V_t	: Deprem doğrultusunda binaya etkiyen eşdeğer deprem yükü
W_i	: Binanın i 'inci katının, hareketli yüğü katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
W	: Binanın, hareketli yüğü katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
δ_y	: X doğrultusundaki etkin görelî kat ötelemesi

ÖZET

FARKLI TAŞIYICI SİSTEMLERİN AZ KATLI KONUT YAPIMI İÇİN YAPISAL VE MALİYET AÇISINDAN İNCELENMESİ

Khalaf, Murad.

Yüksek Lisans, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Danışman: Doç. Dr. Abdülhalim KARAŞİN

Haziran 2022, 85 sayfa

Bir binanın işlev, verim ve performansının değerlendirilmesinde; can güvenliği, çevresel etki, geri dönüşüm, inşaat malzemeleri, iklim, sosyal kültürel kabul ve uygunluk gibi parametrelerin yanında maliyet de önemli bir parametredir. Bundan dolayı, bir binanın değerlendirilmesinde maliyetin de belirlenmesi, hesaplanması gerekmektedir. Yapı maliyetinin her proje için temel hedeflerden biri olduğu söylenebilir. Ekonomiklik, tasarlanan binanın planlanmış sonuçlarına ya da çıktılarına ulaşmak için uygun düzeydeki kalitenin de gözetilerek, kullanılan kaynakların maliyetinin en aza indirilmesidir. Diğer bir ifadeyle, en uygun girdinin en düşük maliyetle temin edilmesidir. Bina maliyeti bina üretim sürecinin farklı aşamalarından oluşmaktadır. Bu çalışma ile deprem bölgesinde olduğu varsayılan bir binanın farklı sistemlere göre yapısal tasarımı ve ilk inşaat maliyeti açısından karşılaştırma araştırması yapılmıştır. Piyasadan, iki katlı, müstakil, 566 metrekare toplam alanı olan, bodrumsuz referans bir binaya ait bir mimari proje esas alınmıştır. Referans alınan projeye göre yapısal olarak binanın üç ayrı alternatifi oluşturuldu. İlk iki alternatif kuşatılmış yığma yapı türündendir. Bu yapıların taşıyıcı duvarları kesme bazalt taşından olup yatay ve düşey betonarme hatıllarla çevrilmiştir. Bunlardan ilkinde 12 cm kalınlığında plak döşeme sistemi kullanılmıştır. İkincisinde ise Geleneksel Diyarbakır Evleri döşeme sistemine benzer 25 cm'lik yuvarlak ahşap kiriş ve üstüne de ahşap kaplama kullanılmıştır. Üçüncüsü, betonarme yapıda yapılmış olup ilk iki yapı ile mimari açıdan aynı özelliklere sahiptir. Bu üç alternatif TBVD 2018 esas alınarak zemin sınıfı ZB olarak alınmıştır. Deprem ve dinamik yük hesaplamaları için ilk iki alternatifte eşdeğer deprem yöntemi kullanılmıştır. Betonarme olanında ise Mod Bileşim Yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra her bir alternatif için ayrı ayrı metraj hesabı ve malzemeden kaynaklı maliyet hesabı çıkarılmıştır. Yapılan yapısal ve parametrik analizler sonucunda bu alternatiflerin kütle açısından birbirine yakın fakat ahşap döşemeli yığma yapının en az, betonarme yapının ise en fazla olduğu belirlenmiştir. Birinci mod kütle katılımı açısından betonarme döşemeli yığma yapıda % 95 ile diğer alternatiflerden daha yüksektir. Döşemesi betonarme olan yapının maliyeti en düşüktür. Döşemesi ahşap olan yapının ise maliyeti en yüksek olup bu maliyetin yarısından fazlası ahşap malzemenin fiyatından kaynaklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Yığma, Maliyet, Ahşap, Diyarbakır

ABSTRACT

INVESTIGATION OF DIFFERENT STRUCTURAL SYSTEMS IN TERMS OF STRUCTURAL AND COST FOR LOW-STOREY HOUSING

Khalaf, Murad.

Master of Science in Department of Civil Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Abdülhalim KARAŞIN

June 2022, 85 pages

In addition to the functionality, efficiency, and performance of the building as well as criteria such as safety, environmental impact, recycling, building materials, climate, acceptability and socio-cultural compatibility, cost are an important criterion. Therefore, it is necessary to calculate the cost in the building assessment. It can be said that the construction's cost is one of the main objectives for any project. Economy reduces the cost of the resources used to achieve the planned results or outputs of the designed building, considering the appropriate level of quality. In other words, it is to provide the most appropriate input at the lowest cost. The construction cost consists of various stages during the building process. In this study, a comparative study was made in terms of the structural design and initial construction cost of a building assumed to be located in an earthquake zone according to different regulations. A Building which belongs to a reference building of two floors, detached (not surrounded by any building in any side), total area of 566 square meters, without basement. According to this project, which considered as a reference, three different structural alternatives to the building were created. The first two alternatives are of the masonry building type (besieged masonry building). The supporting walls of these structures are made of cut basalt stone and are surrounded by horizontal and vertical reinforced concrete beams. In the first of them, a solid concrete slab system with a thickness of 12 cm was used. In the second, 25 cm round wooden beams like the roof system were used in traditional Diyarbakir houses with a wooden covering. The third is made of reinforced concrete and has the same architectural features as the first two structures. Based on TBYS 2018, these three alternatives are taken as the ZB floor class. For the seismic and dynamic load calculations, the equivalent seismic force method was used in the first two alternatives. In reinforced concrete, the method of modal combinations method was used. Then, for each alternative, the quantity cost-based calculation and the material-based calculation were calculated separately. As a result of structural and parametric analyses, it was determined that these alternatives are close to each other in terms of mass, but the wooden slab construction is the least and the reinforced concrete structure the most. In terms of mass participation in modal number one, the highest alternative was the 95% which is reinforced concrete slab construction. The cost of a structure with reinforced concrete floors is the lowest and less than half the cost of each of the other two structures. The cost of construction with wooden floors is the highest, and more than half of this cost is due to the price of the wooden material.

Keywords: Masonry, Cost, Wood, Diyarbakır

1. GİRİŞ

İnşaat hesaplamaları, yapı malzemelerinin davranışlarına ilişkin yoğun bilgi birikimine ve ulusal kodlara göre teknik koşullara aşinalığa dayalıyken, yapı malzemeleri, çeşitlilik ve mimari yaratıcılık açısından yapılara sihir katan renklerdir. Bu malzemeler arasında taş ve demir gibi doğal malzemeler veya beton gibi sentetik malzemeler vardır. Demir, yapı malzemesi olarak kullanılabilmesi için çeşitli işlemlerden geçen doğal bir malzemedir. Endüstriyel bir malzeme olarak beton, kullanıma hazır nihai ürünü oluşturmak için çeşitli bileşenlerden oluşur. Güçlü mekanik özelliklere sahip malzemelere yapısal malzemeler denir ve bunlar, kuvvet ve yüklere dayanır. Çağlar boyunca insanlar, binaları, sokakları ve çeşitli yapıları inşa etmek için çeşitli yapı malzemeleri kullanmıştır. Antik çağlardan beri taş, kamış vb. malzemeler kullanılmıştır.

Her alanda olduğu gibi inşaat alanında da önceliklere göre ölçüm yapılır. Tesisin veya binanın tasarımı sırasında, göz önünde bulundurulana ana faktörün güvenlik olduğu ve ikinci önceliğin ise ekonomik fizibilite olduğu açıktır. Çünkü modern mühendislik alanında güvenli olmayan çalışmalar kabul edilemez. Başarılı bir çalışma ise ekonomik olan çalışmadır. İnşaat koşullarına, inşaat tipine ve işletme amacına göre bu iki faktör takip edilerek ekonomik koşullara ulaşılır. Kentsel alanlarda inşaat, birbiriyle örtüşen birçok kritere bağlı iken mevcut alanın optimum kullanımı, dikkate alınması gereken ilk faktör olarak kendisini gösterir. Bu nedenle yapısal yöntemlerin seçimi bu faktörlerle sınırlı kalırken, kırsal alanlarda yapısal seçenekler daha fazladır. Bu seçenekler içerisinde çevresel etki, işletme ömrü, estetik ve çevreye uygunluk gibi diğer faktörler dikkate alınması gereken ek faktörlerdir. Bu bağlamda farklı yapım teknikleri düşünülebilir. Yaygın olan yapı teknikleri ele alınarak yapılan çalışmada, iki katlı dört cephesi açık bir binanın yapımı ve ilk maliyeti incelenmiştir. Diyarbakır'daki geleneksel yapıya benzer şekilde önce taş duvarlar ve ahşap döşeme kullanılarak binanın tasarımı yapılmış daha sonra ise betonarme döşemesi ile inşa edilmiştir. Son olarak çerçevesiz betonarme yapı kullanılarak yeniden tasarlanmıştır. Yapı teknikleri ve ek faktörler, yapılandırmada önemli faktörler iken bir diğer önemli faktör de maliyettir. İnşaat teknolojisi seçimi genellikle maliyetle ilişkilendirilir ve karar verme aşamasında çok önemli bir role sahiptir.

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Yapı teknikleri ve maliyet göz önünde bulundurularak yapılan çalışmada; ayrı ayrı tasarlanmış, dört cephesi açık toplam 566 metrekare alana sahip iki katlı konut binasının üç farklı alternatifi oluşturulmuştur. Bu çalışmada yapının ahşap ve betonarme döşemeli, yığma ve betonarme yapı sistemleri kullanılarak inşa edilmesi durumunda yapısal özellikleri, oluşacak ilk yatırım maliyetleri hesabı ve metrekare başına maliyetlerin karşılaştırılmasının yapılması amaçlanmaktadır. Bu amacı gerçekleştirme aşamasında da bazı yapısal sistemler kullanılmıştır.

1.2 Tez Düzeni

Çalışma beş ana bölümden oluşmaktadır;

- Birinci bölümde üzerinde çalışma yapılan problem tanımlanmakta, çalışmanın kapsam ve hedefleri açıklanmakta ve üzerinde çalışmalar yapılan yapı türü hakkında bilgiler verilmektedir.
- İkinci bölümde tez konusuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalar hakkında değerlendirmeler bulunmaktadır.
- Üçüncü bölümde analizlerin yapıldığı yöntemler ve detaylar ortaya konulmaktadır.
- Dördüncü bölümde analizleri yapılan projelerin özellikleri detaylıca irdelenmektedir. Çalışmanın ana kısmı olup ilgileşim ve regresyon analizleri yapılmaktadır.
- Beşinci ve son bölümde ise dördüncü bölümde yapılan analizlerin detaylı yorumları, yapılan çalışmaların katkıları ve bundan sonra yapılacak çalışmalara yönelik öneriler bulunmaktadır.

1.3 Yığma Sistemler

Günümüzde Türkiye'de şehir merkezlerinde taş yapı kullanımı belirgin bir şekilde azalmış olsa da, yığma yapılar sıklıkla kırsal alanlarda inşa edilmekte ve mevcut yapı sayısının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Taş yığma tekniği, yerini betonarme ve çelik karkas sistemlere bırakmış gibi görünse de inşa edilen tarihi yığma yapılar tarihi adını alacak kadar uzun süre ayakta kalmıştır. Sonuç olarak bu, yapım yönteminin gerekli koşullar sağlandığında depreme dayanıklı olduğunu kanıtlıyor.

Taş, tuğla ve ahşap gibi bir dereceye kadar küçük birçok yapı malzemelerinin kendi ağırlıkları veya bir birleştirici ile taşıyıcı bir duvar oluşturacak biçimde birbiri üzerine serildiği bir sistemdir. Bu sistemlerde taşıyıcı bölmeler ve dış duvarların

parametrelerindeki oranlarda ve yerlerde kapı ve pencere gibi boşluklar bırakılabilmekte; Duvarlar birbirine çekme dayanımına göre kiriş adı verilen yatay ve düşey elemanlarla bağlanmaktadır.

1.3.1 Yığma yapılarda kullanılan malzemeler

İnsanlar barınma ihtiyacını karşılamak için çok farklı malzemeler kullanarak yaşam alanları inşa etmişlerdir. Bu yaşam alanlarını inşa ederken de doğal taşlar, kerpiç, tuğla, beton briketler ve çeşitli harçlardan yararlanmışlardır. Yapılan çalışmada bu materyallerden doğal taşlar, ayrıca yığma yapıda kullanılan materyallerin dışında döşeme malzemesi olarak iğne yapraklı ağaçtan elde edilen ahşaptan da yararlanılmıştır.

1.3.2 Doğal taşlar

İnşaatta en eski malzeme kategorisine doğal taşlar, en eski teknik kategorisinde ise taş yapı hâkim olan görüş, gücünü M.Ö. 12 bin yıl önce Göbekli Tepe (Girê Miraza)'de doğal taşlarla inşa edilen tapınağın çağından ve benzer şekilde Stonehenge kalıntıları ve Mısır Piramitleri'nden almaktadır. Şekil 1.1'de Göbekli Tepe (Girê Miraza) taş tekniği göstermektedir.



Şekil 1.1 Göbekli Tepe (Girê Miraza) taş tekniği

Bu tür eski yapılarda doğal taşların kullanılmasının nedeni çoğu coğrafyada bol miktarda bulunmasıdır. Doğal taşlar, basınç dayanımına dayanıklı ve çekme dayanımı açısından zayıftır. Bu taşların mekanik değerleri laboratuvar deneyleri ile saptanır. Ancak taşın özelliklerini belirlemek tek başına kesin bir sonuç vermez. Çünkü yığma teknolojisinin sağlamlığı ve dayanıklılığı taşın hazırlanma yöntemine ve kullanılan harca göre değişmektedir. Bazı doğal yapı taşları için minimum basınç ve eğilmede çekme dayanımları Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1 Doğal yapı taşlarının basınç ve eğilmede çekme dayanımı

Taşın cinsi	Minimum basınç dayanımı (mpa)	Eğilmede minimum Çekme dayanımı(mpa)
Kalker, traverten, kireç bağlayıcılı kumtaşı	35	3
Yoğun kalker, dolomit, bazalt	50	4
Silis bağlayıcılı kumtaşı, grovak	80	6
Granit, siyenit, diorit, melafir, diabaz, andezit	120	7,5
Diğer tortul ve metamorfik taşlar	50	5
Diğer püskürük taşlar	140	8

Yığma yapılar bazı yönlerden üstünlüğüne rağmen büyük ağırlık, dinamik ve yatay yüklere karşı düşük direnç önemli bir yapısal dezavantaj oluşturduğundan, deprem kuvvetine dayanma kapasitesinin düşük olması önemli bir özellik olmaya devam etmektedir. Ekonomik mantıkta, inşaat bir şekilde devam ettiği için yapının depreme karşı direncini mümkün olduğu kadar yükseltmek ve sismik davranışını dikkate almak gerekir. Betonarme yapılara göre çok düşük kalıcı deformasyona sahip sismik enerji deşarjı, aynı şekilde deprem dayanımı da betonarme yapılara göre daha düşüktür. Tuğla ve harcın gevrek bileşimini, kristal yapı ve homojenliğin olmadığını bilerek, bu elementlerin esnek davranışlarını beklemek mümkün değildir. Beton donatıya benzer çelik donatı ona plastik bir davranış kazandırır. (Bayülke, 1992; Bayülke, 1998).

Bu malzemeler, duvar veya sütunu oluşturmak için parçaların katmanlar üzerine yerleştirildiği ve parçaları birbirine bağlamak ve boşlukları doldurmak için harç veya kil kullanıldığı sıralar şeklinde inşa edildikleri için çok kullanılmışlardır. Şekil 1.2'de

Diyarbakır, Sur'da bulunan Cemil Paşa Konağı bu tür yapılara örnek olarak verilmiştir.



Şekil 1.2 Cemil Paşa Konağı, harem bölümü

Avantajları: Diğer yapı malzemelerine göre ucuzdur. Sertliği, yüksek basınç dayanımına sahip olması ve basınca iyi çalışan bir malzeme olmasından dolayı duvarlar, sütunlar ve kemerler için idealdir. Dayanıklı, uzun ömürlüdür ve yok etme ve yıkım işlemi gerektirmez. Kolayca bulunabilen hammaddelerden üretilir ve maliyeti düşüktür. Özel hazırlık ve işçilik gerektirmez ve çekici bir estetik görünüme sahiptir. Tasarım esnekliği vardır ve küçük parçalar ile farklı şekiller oluşturabilir. Yüksek yangın direncine ve ısı ve ses yalıtımına sahiptir.

Dezavantajları: Çekme mukavemeti düşüktür. Yani eğilmeye, burulmaya veya bükülmeye maruz kalan elemanlar için kullanımı nadirdir. Örneğin kiriş ve döşemeler. Çok yaygın olmamakla beraber bazı bölgelerde Şekil 1.3'te gösterildiği gibi kirişli döşemelerde taş kullanılmaktadır.



Şekil 1.3 Taşlı döşeme örneği Namır Köyü, Daraa / Suriye

Taş kirişler yatay olarak yerleştirilmeleri sonucu eğilme momentinin oluşturduğu gerilime karşı dayanıklı değildir. Ağır bir malzeme olduğundan dolayı daha büyük temel gerektirir ve nakliye maliyetleri de daha yüksektir. Fiziksel ve kimyasal olaylar (Don, Çiğ, Genleşme, Çözülme vs.) taşların parçalanmasına neden olabilir. Taş, tuzlanma veya çökelmeye maruz kalabilir. Ancak nem oranına bağlı olarak zararsız da olabilir.

1.3.3 Ahşap malzeme

Ahşap; çok popüler bir doğal madde olmakla beraber yenilenebilir bir kaynak olduğu için mükemmel bir çevre sertifikasına sahip malzemelerden biridir.

Ahşap, biyolojik yapıştırıcı madde ile birbirine bağlanan boru şeklindeki boşluklardan oluşan bir dokudur. Saman çubuklarına benzer demetler halinde istiflenirler. Bu nedenle ahşap malzeme uzunlamasına yönde güçlü olarak kabul edilir. Hem çekme hem de basınç durumlarında ana dokular dik yönlerde zayıf kalır. Ahşap, yerel olarak üretilir veya ithal edilebilir ve çeşitli kaynaklara, sınıflandırmalara ve geniş kalite farklılıklarına sahiptir.

Avantajları; Hafif fakat ağırlığına nazaran yüksek mukavemetli olarak değerlendirilir. Sertliği düşük olsa da ağırlığına göre sert kabul edilir. Hafif ve orta yükler için uygundur. Kesilmesi ve şekillendirilmesi kolaydır. Ahşabın elle veya makineyle şekillendirilmesi kolaydır ve parçalarını birbirine bağlamak kolaydır. Beklenene rağmen yangında iyi çalışır. Kimyasal tahammülü iyidir. Hoş bir dış görünüşü vardır. Genellikle çöküşünden önce bizi uyarır, aniden çökmez. Ancak yavaş yavaş, dokuları arasındaki zayıflığa rağmen, çatlama ve ani kırılma süreçlerini önler. Hatta yapıda çökme meydana gelse bile hala yeterince güçlüdür ve büyük yüklere dayanabilecek kapasitededir. Ahşap, çekme ve basınç mukavemetleri birbirine yakın ve bu açıdan ender malzemelerden biridir. Basınçtan kaynaklanan eğilme ve burulmaya karşı dayanıklıdır. Eğilme ve burulma ahşapta nadir görülen problemlerdir.

Dezavantajları: Düşük mukavemeti, açıklıklarının sınırlı olduğu ve ahşap binaların yüksekliklerinin de sınırlı olduğu anlamına gelir. Belirli durumlarda bağlantı veya düğüm oluşturmak zordur. Tahta parçaları alındıkları ağacın boyutu ile sınırlıdır. Ahşap, uygun şekilde korunmadıkça çürümeye, yıpranmaya ve parçalanmaya maruz kalır ve böcek saldırılarına karşı hassastır. Özellikleri alındığı farklı ağaç türlerine göre değişir. Yangına karşı dayanıksızdır ancak biyolojik direnci artırılarak iyileştirebilir. Gerekli dayanıklılık süresine ulaşmak için ahşabın kömürleşme oranına dayanarak yapısal elemanların boyutu büyütülüp yangına dayanıklılığı artırılır.

Ahşap malzemelerin ham maddesinin kaynağı ormanlardır. Yapı sektöründe kullanılan ağaç türleri iki gruba ayrılır.

- İğne yapraklı ağaçlardan alınmış yumuşak ahşap.
- Yaprak döken ağaçlardan alınmış sert ahşap.

a) Yumuşak ağaçlar (iğne yapraklı ağaçlar): İnşaatta kullanılan ahşabın %80'i kozalaklı ağaçlardan elde edilir. İğne yapraklı ağaçların yaprakları iğne şeklindedir. Yapısı bağ dokusu içermez. Bu grup kendi içinde Çam ve Köknar olmak üzere iki gruba ayrılır. Çam ve Köknar arasındaki en önemli farklardan biri Çam ağaçlarının reçineli ve dış etkilere dayanıklı olması ve dış marangozluk işlerinde tercih edilmesidir. Köknar yumuşak, reçinesiz bir ağaç (Köknar, Beyaz Çam olarak

adlandırılır) iç marangozluk işlerinde tercih edilir. İğne yapraklı ağaçların türlerine göre bazı özellikleri Tablo 1.2'de gösterilmiştir.

Tablo 1.2 İğne yapraklı ağaçların türlerine göre bazı özellikleri (Dr. Sabit Tuncel, 2016)

Adı	Bilimsel adı	Tam kuru Yoğunluk Gr/cm ³	Basınç n/cm ²	Çekme n/cm ²	Eğilme n/cm ²	Makaslam a n/cm ²	Dinami k eğilme n/cm	E-modül n/cm ² 1000
Boylu ardıç	Juniperus excelsa	0,51	381	566	544	52r-54t	-	105
Kokulu ardıç	Juniperus foetidissima	0,47	361	563	505	48r-51t	-	110
Kara çam	Pinus nigra	0,52	479	1124	1096	67	1,67	-
Kızıl çam	Pinus brutia	0,53	447	-	821	-	0,92	102
Sarı çam	Pinus sylvestris	0,49	550	1040	1000	100	0,4	120
Kazdağı göknarı	Abies equitrojani	0,4	405	653	729	53r-47t	-	102
Toros göknarı	Abies cilicica	0,43	469	1013	843	71r-64t	1,8	106
Uludağ göknarı	Abies bornmülleriana	0,4	374	620	730	46	0,45	83

b) Sert ağaçlar (geniş yapraklı ağaçlar): Bu ağaçlar genellikle yoğun dokulu liflerle karakterize edilir, çok sert ve dayanıklı, işlenmesi zor bir malzemedir. Genellikle mobilyada kullanılır. İnşaat sektöründe de özel kapıların yapımında ve parke işlerinde kullanılır. Öncelikle meşe, Kayın, Gürgen, Dişbudak ve Ceviz ile birlikte en popüler geniş yapraklı ağaç türüdür. Sert ağaçların türlerine göre bazı özellikleri Tablo 1.3'te gösterilmiştir.

Tablo 1.3 Sert ağaçların türlerine göre bazı özellikleri (Dr. Sabit Tuncel, 2016)

Adı	Bilimsel adı	Tam kuru yoğunluk gr/cm ³	Basınç n/cm ²	Çekme n/cm ²	Eğilme n/cm ²	Makasla ma n/cm ²	Dinamik eğilme n/cm	E-modül n/cm ² 10 ³
Adi dişbudak	Fraxinus excelsior	0,65	520	1650	1200	120	0,68	134
Adi gürgen	Carpinus betulus	0,79	820	1350	1600	85-160	0,8-1,2	162
Avrupa cevizi	Juglans regia	0,64	725	1000	1470	65-90	0,95-1,90	125-130
Avrupa kayını	Fagus sylvatica	0,68	620	1350	1230	80	1	160
Doğu kayını	Fagus orientalis	0,59	763	-	1052	-	0,45	125
Anadolu kestanesi	Castanea sativa	0,59	500	1350	770	80-95	0,55-0,59	90

Ahşap Döşemeler, ahşap kirişlerin üzerine ahşap kaplama yapılarak oluşturulan Döşemelerdir. Ahşap Döşemelerde kirişler maruz kalacakları yüklere göre boyutlandırılmaktadırlar. Kolay taşınması açısından ahşap kirişler geçilen açıklığın kısa yönü doğrultusunda yerleştirilmelidirler. Ahşap Döşemeler ahşap karkas sistemlerin yanı sıra daha hafif bir yapı elemanı olması nedeni ile betonarme ya da yığma yapılarda da tercih edilmektedirler. Ahşap Döşemeler yapının niteliği ve geçilen açıklığa bağlı olarak tek kirişli veya çift kirişli sistem olarak uygulanabilmektedir.

Geleneksel ahşap döşeme uygulaması birkaç aşamada gerçekleştirilir. İlk olarak büyük ahşap kirişler (ana kirişler) kaplanacak alanın kısa yönünde sıralanır ve taşıyıcı kargir duvardan karşısındaki duvara kadar, kısa mesafeli aralıklarla yan yana (genellikle 50 cm) yerleştirilir. Ahşap kirişlerin taşıyıcı kargir duvarları üzerine oturma mesafesinin üzerlerindeki yükleri ileterek taşıyıcı duvarlara aktarmak için yeterli ve uygun olduğu dikkate alınmalıdır. Bu kirişler üzerlerine duvar inşa edilerek ve kargir içine yerleştirilerek sabitlenir. Büyük ahşap kirişlerin(ana kirişler) sıralanması ve bina boyunca yerleştirilmesi tamamlandıktan sonra, büyük kirişlere dik olarak küçük ahşap kadronlardan (yan kirişler) bir tabaka yerleştirilir. Kadronlar arasında boşluk kalmayacak şekilde (yaklaşık 5 cm) yan yana dizilir ve bunların çapları genellikle yaklaşık 3-5 cm'dir. Daha sonra bunların üzerine bir kil tabakası serilip üzerleri örtülerek ve aralarındaki boşluklar doldurarak yapışmaları ve düz bir yüzey oluşturmaları sağlanır. Bu tabakanın kalınlığı 10-15 cm arasında değişir. Kil tabakasının üzerine 5 cm kalınlığında kuru toprak serilir. Son tabaka, mekana ve önemine göre değişir. Neme maruz kalan mekanlarda alçı veya ince taş kullanılabilir. Çatı kata, ara kat döşemeleriyle aynı yöntemler uygulanır. Bununla birlikte, yağmur suyunu ve nemi tahliye etmek için ek katmanlar yapılmaktadır. Şekil 1.4 ve 1.5'te farklı geleneksel ahşap döşemeler verilmiştir.



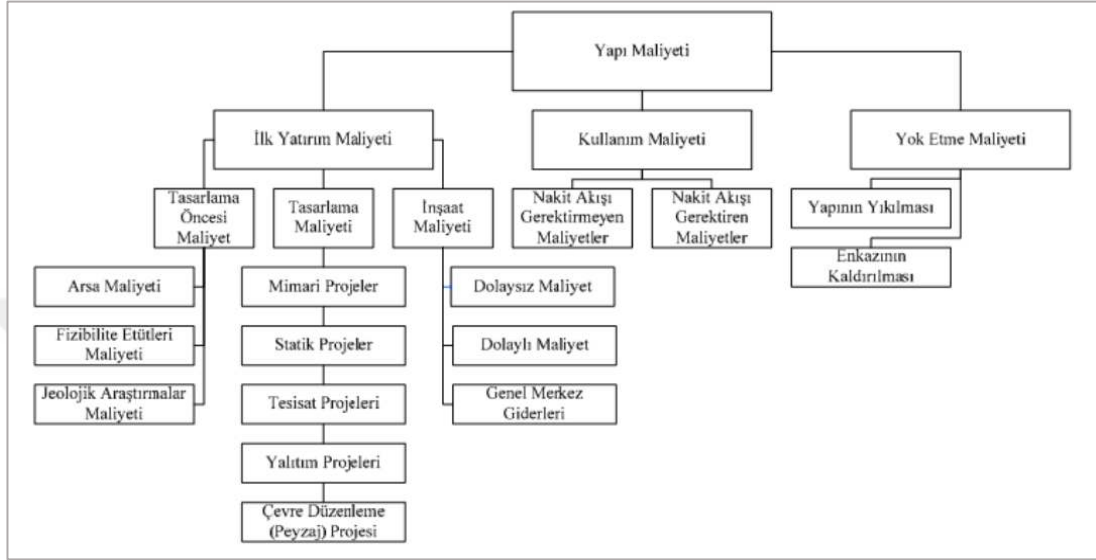
Şekil 1.4 Geleneksel ahşap döşeme



Şekil 1.5 Geleneksel bezemeli ahşap tavan

1.4 Yapı Maliyet Tahmini

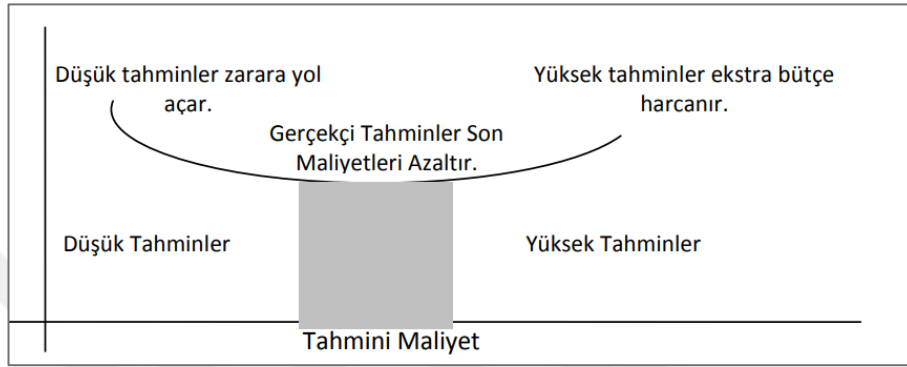
Binanın maliyeti genel olarak üç bölüme ayrılabilir: ilk maliyet, kullanım ve yıkım maliyetleri. Bu bileşenlerin alt bileşenleri Şekil 1.6'daki inşaat maliyet diyagramında gösterilmektedir.



Şekil 1.6 İnşaat sektöründe genel gider bileşenleri

Tahmini maliyet, mevcut hesaplara dayalı olarak önümüzdeki günlerde yapılacak bir işin maliyetinin tahmini anlamına gelir. (Kuruoğlu, 2003). Maliyet tahmininin önemli bir özelliği, amaçlananı bilmenin önemli olmasıdır. Yaklaşık maliyetin farklı insanlar için birkaç anlamı vardır. Mal sahibine gelince, mal sahibinin belirlediği ihtiyaç ve istek ışığında bu iş için mevcut olan veya mevcut olacak finansmanın yeterli olup olmadığına karar verir. Bu ilk tahminler uyumluysa, tasarım üzerinde çalışma başlar, aksi takdirde mal sahibi ek finansman aramak, isteğini değiştirerek daha küçük veya daha düşük kaliteli bir yapıyı kabul etmek veya projeyi tamamen iptal etmek zorunda kalabilir. Tasarım ekibine (mimarlar, mühendisler ve diğer üyeler) maliyeti tahmin etmenin önemi, elde edilecek üretim maliyetinin mal sahibi ile başlangıçta belirlenen maliyetle tutarlı olmasını sağlamak ve bu tahminleri gerekli tasarım değişiklikleri organize etmek için kullanmaktır. Ayrıca, müteahhitin amacı ihaleyi kazanmak ve ardından sözleşmede belirtilen koşullarda gerçekleştirilen üretimin istenen performansla, en kısa sürede ve en düşük maliyetle yapılmasını sağlamak olduğundan, tahmini maliyet de daha fazla önem kazanmaktadır. Müteahhitin teklifi, işin maliyet tahminine dayanmaktadır. Başarılı bir teklifin ölçüsü, sözleşmeyi kazanacak kadar düşük ve kar elde edecek kadar yüksek olmasıdır. Etkili bütçeleme ve denetim,

müteahhitin farklı koşullar altında maliyetleri doğru bir şekilde tahmin etme yeteneğine bağlıdır. Müteahhit ayrıca maliyet tahminine dayanarak gelecekteki nakit akışını tahmin edebilir. Bu sayede finansal ihtiyaçları belirleyecek ve gerekli önlemleri alacaktır. (Topçu, 1989). Şekil 1.7'de gösterildiği gibi, maliyet tahmininin sonucu doğru, düşük veya yüksek olabilir. Düşük veya yüksek tahminler daha fazla harcamaya yol açarken, doğru hesaplanmış projeler ekonomik olarak en uygun olanlardır.



Şekil 1.7 Freeman maliyet tahmin eğrisi (Phaobunjong, 2002)

Yüksek maliyet tahminleri ve düşük maliyet tahminleri beklenmedik sonuçlara yol açacaktır. Projenin daha düşük maliyetle uygulanması mümkünken yüksek tahmin, bütçe taahhüdü adına aşırı harcamalara neden olacaktır. Ayrıca, düşük tahmin, projenin tamamlanmasını proje sonunda ek harcamaya tabi kılar. İlk maliyet tahmini, bir inşaat projesinin fizibilite aşamasında hesaplanan teorik bir tahmindir. (Celic, 2005). Maliyet tahmin yöntemleri, tasarım değişkenleri, yapım teknikleri, yapım işlemlerinin zamanlaması ve çeşitli yapısal özellikler dikkate alınarak geliştirilen yöntemlerdir. (Saner, 1993). Öte yandan Türkiye’de büyük bir konut ihtiyacı var. Bu yüzden konut ihtiyacı en ekonomik şekilde karşılanmalıdır. Bu ihtiyacın karşılanmasında özellikle düşük gelir gruplarının konut ihtiyaçlarının karşılanmasında konut maliyetleri önemli bir sorun teşkil etmektedir. Evleri daha uygun fiyatlı hale getirmenin bir yolu, maliyetlerini azaltmaktır. Düşük maliyetli konutlarda, ilk tasarım aşamasında verilen kararlar özellikle önemlidir. Binanın ekonomisi ile ilgili önemli kararlar bu aşamada verilir ve bu nedenle maliyet düşürme şansının en yüksek olduğu aşamadır.

Maliyeti belirlemek için maliyet tahmin modellerine ihtiyaç vardır. Maliyet tahmin modelleri, maliyeti oluşturan sistemin sembolik oluşumudur. Maliyet belirlemede genel amaçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Binanın yapımından önce projenin başlangıç aşamasındaki yatırım tutarı belirlenmeli ve yatırım için ayrılacak sermayenin yeterli olup olmadığı veya ayrılacak kaynak miktarı tespit edilmeli.
- En düşük maliyet ve en yüksek performansla alternatif tasarımlar belirlenmeli.
- Maliyet ve maliyeti etkileyen faktörler belirlenmelidir. Bu faktörler değiştirilerek maliyet azaltılabilir.

Binanın maliyetinin büyük ölçüde ilk karar aşamalarında belirlenmesi arzu edilir. Projeyi gerçekleştirmek isteyen kişi; İşe başlamadan önce, bu işi yürütmek için sermaye sağlayıp sağlayamayacağını bilmek ister. Maliyet tahmini doğrultusunda yapılan çalışmalarla; Farklı proje süreçlerinde kullanılabilen, mevcut tasarım bilgisi miktarı ile ilgili ve alınan kararların detay düzeyi ile orantılı olarak maliyet tahmin modelleri geliştirilmiştir. Tahmin modelleri tasarım aşamalarına bağlı olarak değişir ve detaylı tasarım devam ettikçe tahminin doğruluğu artar.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Değirmenci vd., (2015), çalışmalarında Bilecik İl ve İlçelerinde eğitim vermeye devam eden yığma yapıdaki okul binalarının deprem performanslarını incelemiştir. Yapılan incelemeler sonucunda deprem performansının yetersiz olduğu belirlenen okul binası için güçlendirme önerisi sunmuştur.

Mumyalmaz (2015), tezinde Afyonkarahisar'daki Gedik Ahmed Paşa Camii'nin deprem performansını incelemiştir. Çalışma sırasında, ANSYS yazılımında modellenen yapının eşdeğer deprem yükünün hesaplanması yöntemine göre, yapının eksen bazında deprem yükleri uygulanmıştır. Analiz sonucunda yapıda oluşabilecek maksimum ve minimum yer değiştirme ve gerilme konsantrasyonları belirlenmiştir.

Şeker vd., (2015), araştırmalarında Erzurum'daki Lala Paşa Camii'nin yapısal performansını sonlu elemanlar yönteminde statik ve dinamik açıdan incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda yapı için kritik yerlerin ana kubbenin, kasnağı ve kubbeyi taşıyan asma kemer sistemlerin desteklendiği noktalar olduğu tespit edilmiştir. Time-log yöntemi kullanılarak yapılan dinamik analize göre kritik yerlerin ana ayaklarının alt kısımları, pencere kenarları ve küçük kubbeler olduğu ortaya çıkmıştır.

Yücel vd., (2015), çalışmalarında, Antakya'daki harman tuğla binalarının sismik performansını değerlendirmek için binalara yerleştirilen sismik cihazlar kullanılarak ortam titreşimleri alınmış, bu verilere göre bina davranış parametreleri belirlenmiş ve bu parametreler analizden kalibrasyonda kullanılmıştır. Performans analizi sonucunda tasarım depremi için yapı stokuna verilen hasarın ileri risk kategorisinde olduğu sonucuna varmışlardır.

Pantò vd., (2016), çalışmalarında, yığma binaların düzlem içi ve düzlem dışı davranışlarını incelemek için farklı bir yaklaşım önermişlerdir. Analizin sonuçları, önerilen ayırık eleman yaklaşımının tarihsel yapıların lineer olmayan tepkilerini simüle etme yeteneğini göstermiştir.

Smyrou (2016), çalışmasında, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre sınırlı yığma bina tanımına göre inşa edilen Van'daki binaların deprem performansını

incelemiştir. İncelemeler sonucunda, yığma yapıların aynı özelliklere sahip ancak dolgu duvarlarla yapıldığı varsayılan betonarme yapılara göre yaklaşık %33 daha fazla dayanıma sahip olduğu ve döngüsel enerjiyi dağıtma kapasitelerinin %46 daha yüksek olduğu görülmüştür.

Can ve Yıldızoğlu (2018), yaptıkları çalışmada Bayburt'ta bulunan Korkut Ata Lisesi'nin malzeme ve yapım teknolojisi özellikleri hakkında bilgiler derlenmiş ve yapıda gözlemlenen sorunlar tespit edilmiştir. StatiCAD yazılımı ile 2007 Deprem Yönetmeliği ve 2013 Riskli Yapılar Yönetmeliğinde belirtilen koşullar dikkate alınarak bina performans analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda X yönünde 12 duvar Y yönünde 16 duvar yetersiz olduğu fark edilmiştir. Sonuç olarak binanın göçme durumunda olduğu görülmüştür.

Selim vd., (2018), çalışmalarında İstanbul Kadıköy'de bulunan bir yığma binanın 3 boyutlu modelini oluşturmuşlar ve tasarım depremi altında yapı elemanlarında oluşan gerilmeleri analitik ve lineer olarak belirlemişlerdir. Yapılan analizler sonucunda yapı üzerindeki emniyet gerilmeleri ve yükler karşılaştırılmış ve yapının performans düzeyinde can güvenliği performansını sağladığı tespit edilmiştir.

Tanganelli vd., (2018), çalışmalarında, Floransa'da yığma binanın deprem performansını değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda binaların sismik değerlendirmesinde yapı özelliklerinin önemi vurgulanmıştır.

Can (2019), çalışmasında Bayburt'ta bir asır önce inşa edilmiş olan Kırsal Geleneksel Evi'nin malzeme özellikleri ve yapım teknikleri hakkında bilgiler derlemiştir. Ardından StatiCAD yazılımı ile performans analizi yapmıştır. Yapılan analizler sonucunda binanın riskli olduğu ve deprem performansının göçme bölgesinde olduğu belirlenmiştir.

Günaydın (2019), çalışmasında tarihi bir yığma binanın deprem performansını değerlendirmiştir. Bu amaçla deneysel model analiz yöntemi kullanılarak hata payı azaltılmıştır. Analiz sonucunda yapıda oluşacak maksimum yer değiştirmeler diyagramlarla sunulmuştur.

Kamanlı vd., (2019), çalışmalarında Konya ilinde bulunan Ak Sille Camii'nin statik analizini SAP2000 programı yardımıyla gerçekleştirmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda mevcut durum tespit edilerek caminin gelecek nesillere aktarılabilmesi için gerekli standartları taşıması için çözümler sunulmuştur.

Yazgan ve Ünay (2019), çalışmalarında, Sinan Paşa Külliyesi'nin imaret bölümünde insan müdahalesi sonrası meydana gelen değişiklikleri belirlemek için bir performans analizi yapmışlardır. Yapılan analizler sonucunda yapının müdahaleler ve binaya verilen hasarlar nedeniyle deprem riskinin olduğu ortaya çıkmıştır.

Aygün (2007), yüksek diyafram rijitliği, gerekli yanal direnç ve ötelenme rijitliği gibi olgular nedeniyle döşeme plak sistemlerinin yapının sünekliğinde çok ciddi bir rol oynadığı ve model analiz sonuçlarını etkilediği bilinmektedir.

İnşaat teknolojisi, malzeme seçimini ve inşaatte kullanılan 'araç ve teknikleri' içerir. Toplam bina maliyeti, teknoloji seçiminden önemli ölçüde etkilenecektir ve tersi de geçerlidir. Örneğin, yerel ve bol inşaat malzemeleri, nakliye maliyetlerini azaltabilir ve yabancı kaynaklı malzemelere kıyasla fiyat enflasyonunu taklit edebilir. Ayrıca, Benzer şekilde, dayanıklı ve bakımı ucuz olan yerel teknolojiler ve malzemeler, binaların bakım ve yaşam döngüsü maliyetlerini azaltır. Bununla birlikte, teknoloji yerel olarak geniş çapta kabul gördüğünde, yeni teknolojilere yapılan yatırımların uzun vadede inşaat maliyetlerini düşürmesi de mümkündür. (Warszawski, 1999).

İnşaat maliyetlerinin düşürülmesi, inşaat endüstrisi için değişmez bir hedeftir. Binaların yapım maliyetini düşürmenin bir yolu, verimliliği artıracak bina teknolojilerini geliştirmektir. Şantiyede azaltılmış inşaat süresi ve malzeme ve kaynak sarfiyatının azaltılması, maliyetlerin daha da düşmesine katkıda bulunur. (Pourghazian, 2008).

Malzemelerinin çeşitli inşaat sistemlerinin gelişmiş uygulama otomasyonlarının ve hem vakit hem de çalışmadan tasarruf etmek için yüksek hızda çalışmaların keşfedilmiş olması ve yine taş yünü, plastik maddeler, alüminyum plaklar ve nano teknolojisi malzemeleri gibi bazı yeni yapı malzemelerinin keşfedilmesi ile bu

aşamalar gün geçtikçe gelişmiştir. Mimari tasarım, mimari özellik, mimari tesisler gibi konularda bu büyük teknolojik gelişimler genel olarak etki alanına sahip olmuştur. Mimari teknolojik gelişim, sürekli olarak kesintisiz bir şekilde güncellenmektedir. şöyle ki yapı malzemeleri uygulama gereçleri ve günümüzde kullanılan inşaat sistemleri ileriki dönemlerde artık kullanılmayacak, bu malzemeler ve sistemler kendilerini gncelleyeceklerdir.(Nesbitt, 1996).

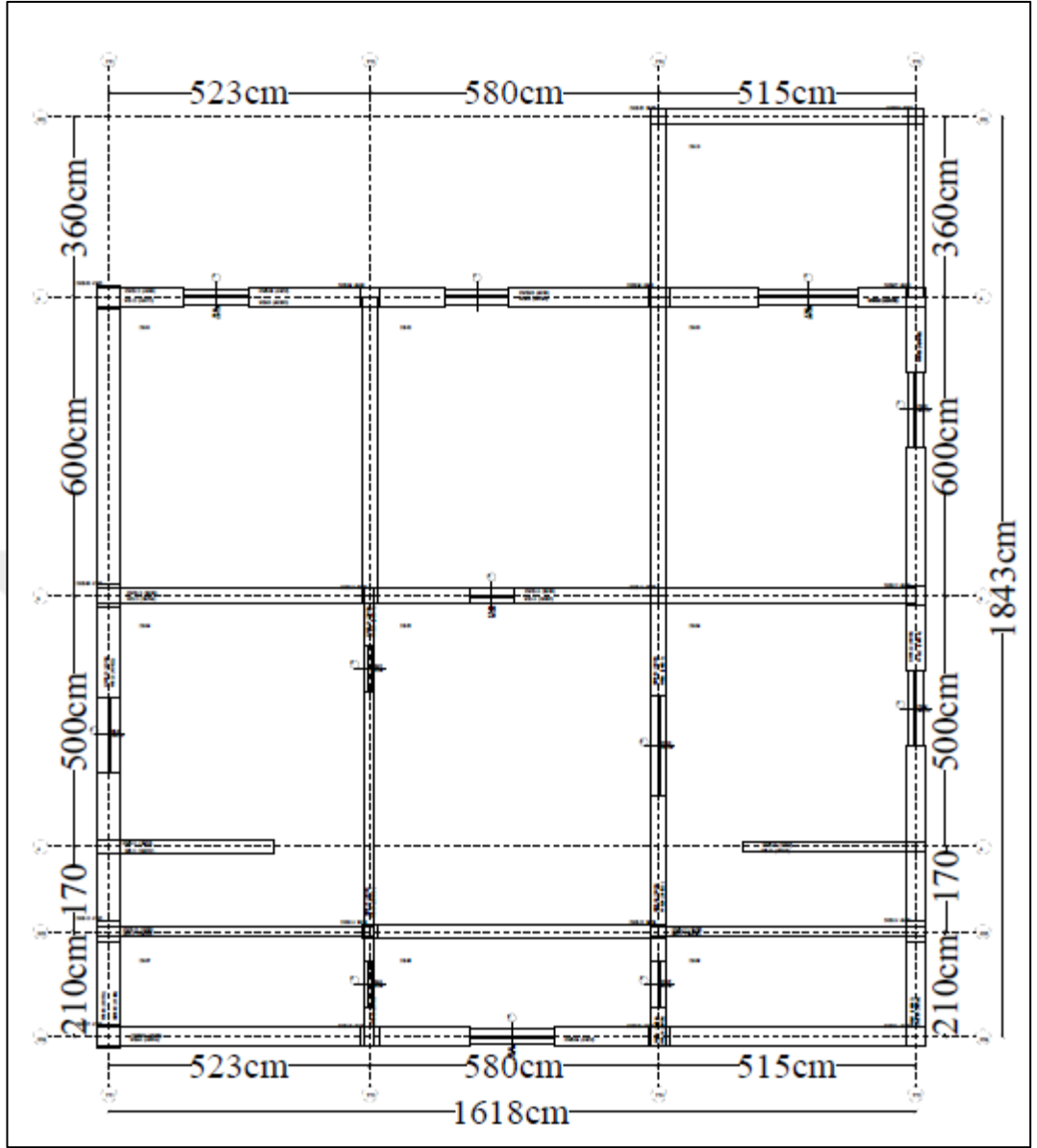
Yaygın olan fikir; asmolen döşemenin plak döşeme tipine göre daha yüksek maliyetli ancak maliyet artışı genellikle mimari seçeneklerin etkisinden kaynaklanmaktadır. Aşırı maliyet oranı, tasarımcıların özel deneyimlerine dayanarak forum sitelerinde çok geniş aralıklarda ifade edilmektedir (Yapısal.net, 2014).

Döşeme tipinin maliyete etkisi üzerine yapılan bir tez çalışmasında 100 metrekairelik 2, 5 ve 8 katlı yapılar asmolen ve kirişli döşeme olarak incelenmiş ve elemanların kesme mukavemetlerindeki ve moment değerlerindeki değişimler sunulmuştur (Ayyıldız,2009).

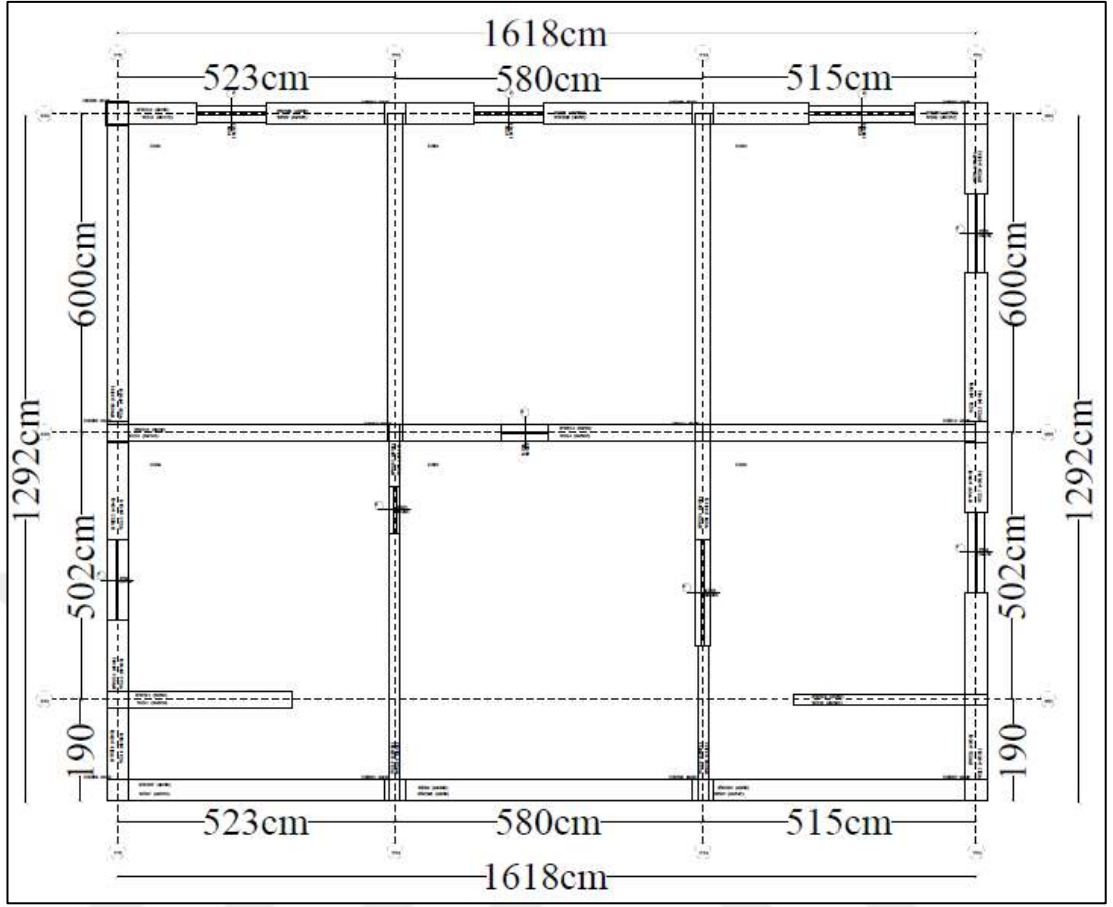
3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, öncelikle yığma yapıların tasarımı için yöntemsel inceleme yapılmıştır. TBDY-2018'in 11. bölümünde yığma yapılar ile ilgili kurallar incelenip tezde analiz için tasarlanan yığma yapıların uygulugu kontrol edilmektedir. Daha sonra uygulamadaki durumları incelemek üzere kullanılmıştır. Bu proje üç ayrı yapısal sistem ile tasarlanmıştır. Projenin genel bilgileri şu şekildedir; 566 m² inşaat alanı, iki kat, kat yüksekliği 3 m, zemin kat boyutları 18m × 16m iken alanı 310m², birinci kat boyutları 15m × 16m iken alan 256 m²'dir.

İlk iki sistem arasındaki fark sadece döşeme tipi yönündendir. İkisi de kuşatılmış yığma yapı olup taşıyıcı sistem elemanı olarak taş duvar kullanılmıştır. Bu duvarların kalınlıkları 30 - 40 cm arasında olup yükseklikleri 270 cm olarak alınmıştır. Bununla beraber yatay ve düşey hatıllar kullanılmıştır. Yatay hatılların yüksekliği 30 cm olup kalınlıkları ise altlarındaki taş duvarların kalınlığıyla aynıdır. Düşey hatılların boyutları 30 - 40 cm arasında değişmektedir. Her iki hatıl türünde de BS25-B20C betonarme malzemesi kullanılmıştır. Aynı zamanda her iki yığma tipi yapının temelleri de 70 cm × 50 cm boyutlarında olup BS25-B20C betonarme malzemesi kullanılmıştır. Ancak ikisi arasındaki fark kullanılan döşeme tipidir. İlk örnekte BS25-B20C malzemeli 12 cm kalınlığında betonarme plak döşeme kullanılmıştır. İkinci örnekte ise 25 cm çapında sarıçam ahşap kirişler kısa doğrultuda 25'er cm arayla boşluk bırakılarak, üzerine uzun doğrultuda 5 × 5 ahşap kadronlar döşenmiştir. Bu ahşap kadronlar üzerine 3 cm kalınlığında ahşap kaplama tahtası döşenmiştir. Onun üzerine ise ara katlar için yalıtım tabakaları kullanılmıştır. Çatı katı için ise yalıtım tabakaları üzerine 8 cm hidrolik kireç tavsiye tabakası ve son olarak ta killi toprak, hidrolik kireç, ponza ve bazalt taş tozu karışımından oluşan 10 cm'lik yalıtım tabakası kullanılmıştır. Üçüncüsü betonarme olup, ilk iki yapı ile aynı mimari özelliklere sahiptir. Referans kat planları; zemin kat planı Şekil 3.1'de ve birinci kat planı Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Referans zemin kat planı



Şekil 3.2 Referans birinci kat planı

Modellenen yapıların TS500 ve TBDY-2018 deprem yönetmeliğine göre statik ve dinamik olarak yapısal analizleri yapılmıştır. Taşıyıcı sistemde en küçük enkesitler seçilerek karşılaştırma yapılmıştır. Elde edilen modellerin metrajları ayrı ayrı olacak şekilde MS- Excel’de grafik haline dönüştürülmüş, asmolon ve plak döşeme arasındaki maliyet farkları hesaplanmıştır.

3.1 Taşıyıcı Duvarlar

İncelenen modelin taş duvarlarla ilgili TBDY-2018’e göre uyumlu olduğu teyit edilip aşağıdaki maddelere göre sunulmuştur;

3.1.1 İzin verilen minimum taşıyıcı duvar kalınlığı

Tablo 3.1’de verilen kalınlıklar taşıyıcı duvarların öz kalınlıklarıdır. Taşıyıcı duvarlar deprem kuvvetlerini karşıladıkları ve bina yapısında kayma gerilmesi ile denge olduğu için depremler için önemlidir.

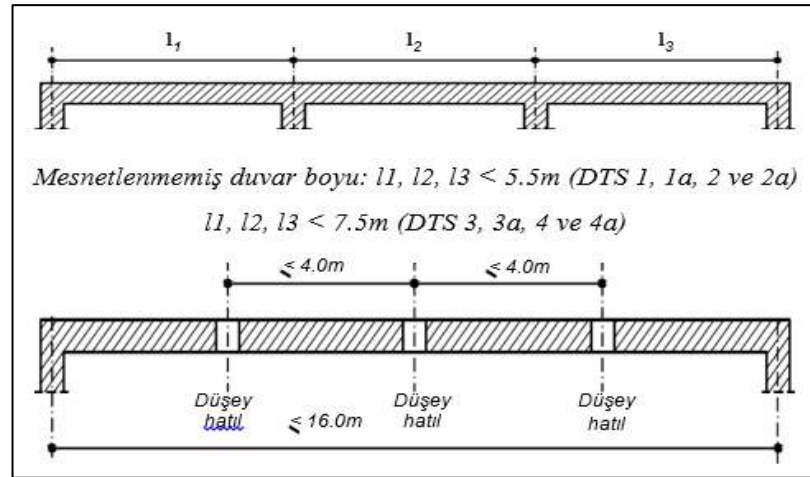
Tablo 3.1 Taşıyıcı duvarların sıvasız kalınlıklarıdır

Yapı Tipi	$t_{ef} \text{ min}$ (mm)	$h_{ef} / t_{ef} \text{ max}$
Kesme taş donatısız yığma	350	9
Kargir donatısız yığma	240	12
Kuşatılmış yığma yapı	240	15
Donatılı yığma yapı	240	15
Donatılı panel sistemler	200	15

Kuşatılmış yığma yapılarda minimum duvar kalınlığının 24 cm olmasına izin verilmiş iken, modellenen yığma yapıların taşıyıcı duvarlarında en küçük kalınlık 30 cm olarak alınmıştır. Duvar uzunluğunun kalınlığa oranı ile ilgili olarak, izin verilen maksimum oran $h_{ef} / t_{ef} \text{ max}$ 15 iken hesaplanan oran $(270/20=13,5)$, $(270/30= 9)$ olarak alınmıştır.

3.1.2 Taşıyıcı duvarların maksimum uzunluğu

Kuşatılmış yığma yapılarda, taşıyıcı duvarların en büyük desteksiz uzunlukları ve düşey hatıllar arasındaki aralıklar Şekil 3.3'te verilen ihtiyaçlara uygun olmalıdır.

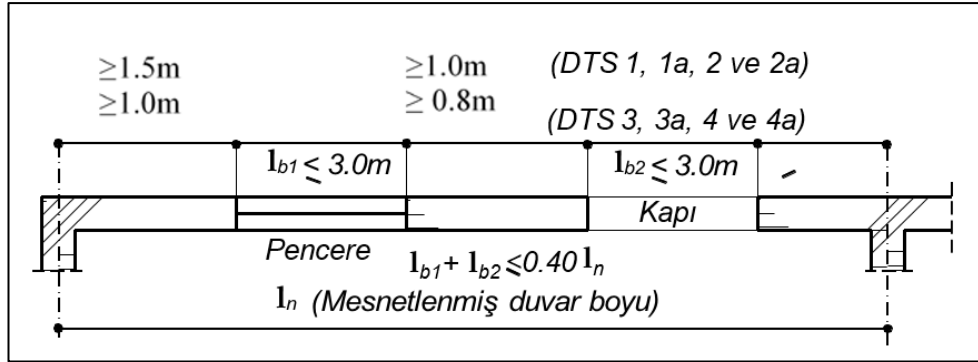


Şekil 3.3 Taşıyıcı duvarların en büyük desteklenmemiş uzunluğu

Modellenen yığma yapılarda DTS 3, 3a, 4 ve 4a iken taşıyıcı duvarlarda en büyük uzunluk 6 metre olarak alınmıştır.

3.1.3 Taşıyıcı duvar boşlukları

Taşıyıcı duvarlarda kapı ve pencere boşluklarının Şekil 3.4'te verilen şartlara uygun olması gerekir.



Şekil 3.4 Taşıyıcı duvar boşluk sınırları

3.1.4 Düşey hatıllar

Düşey hatıllar ile ilgili TYDP-18 de verilen kurallar: $h > 300$ mm, A_s (min) = 6 ϕ 12'den, enine donatı (min) = ϕ 8/150 mm. Düşey hatılların genişliği en az duvar kalınlığı kadar olacaktır. Modellenen yığma yapılarda düşey hatıllar yukardaki kullara uygun olarak alınmıştır.

3.2 Yığma Duvar Gerilmeleri

Dikey hareketli yükler ve sismik yükler, duvarlarda kesme ve basınç gerilmelerine neden olur. Tasarım sürecinde doğruluğun korunması için kuralların öngördüğü minimum limitlere göre tasarlanan yapıya sismik yük uygulanarak analiz yapılması tercih edilir. Analiz sonucu oluşan gerilmeler kurallara göre izin verilen değerleri aşmamalıdır. Eşdeğer yük ile ilgili olarak, yani taban kesme kuvveti hesaplanması ile ilgili olarak, yığma yapının tasarımı, betonarme yapının tasarımına benzer şekilde döşeme ağırlıkları ve binanın yüksekliğine göre aynı pay ile yapılır (Celep, 2016).

3.2.1 Normal gerilmeler

Normal gerilmeler duvara uygulanan düşey yüklerin duvarın kesit alanına bölünmesi ile elde edilen sonuçtur. Basınç gerilmesi, duvar tipi için izin verilen sınır değerini geçmemelidir. Yani duvarlar, basınç emniyet gerilmesine ulaşılmasını sağlayacak boyutta olmalıdır. Bir duvara göre, basınç emniyet gerilmesi etkileyen faktörler duvar malzemesinin tipi ve kullanılan harcın tipidir.

Köksal vd., (2004), yaptıkları çalışmalar sonucunda yığma duvarların basınç dayanımını belirlemek için denklem (3.1)'de belirtilen formülü önermişler ve bu denklemin gerçekçi sonuçlar verdiğini kaydetmişlerdir.

$$f'_m = 1,57 \times \ln(f_{mr}) + 0,75 f_{bi} \quad (3.1)$$

Burada;

“ f'_m ” yığma yapı elemanının karakteristik basınç dayanımı; “ f_{mr} ” kullanılan harcın ortalama basınç dayanımı; “ f_{bi} ” ise birim elemanın basınç dayanımı değeridir.

Yığma yapı unsurlarının karakteristik basınç dayanımı için değişik yöntemler bulunsa da TBDY 2018'e göre karakteristik basınç dayanımının belirlenmesi için iki yol teklif edilmiştir. Duvar numuneleri üzerinde yapılacak deneylere göre, duvar ve harcın birim basınç dayanımları kullanılarak (Tablo 3.2'de) duvarın karakteristik basınç dayanımı belirtilir.

Tablo 3.2 Yığma taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı, f_k (MPa)

Birim- Birim sınıfı	Harç	Harç basınç dayanımı, f_m (mpa)	Kargir basınç dayanımı, f_b (mpa)					
			5	10	15	20	25	30
1. Grupu	Genel amaçlı	M10-m20	3,4-4,2	5,5-6,8	7,3-9,0	8,9-11,0	10,4-12,9	11,9-14,6
		M2,5-m9	2,2-3,3	3,6-5,3	4,8-7,1	5,9-8,7	6,9-10,1	7,8-11,5
		M1-m2	1,7-2,1	2,8-3,4	3,7-4,5	4,5-5,5	5,2-6,4	5,9-7,3
Kesme taş ve 2. Grupu		M10-m20	2,8-3,4	4,5-5,5	6,0-7,4	7,3-9,0	8,5-10,5	9,7-12,0
		M2,5-m9	1,8-2,7	3,0-4,4	3,9-5,8	4,8-7,1	5,6-8,3	6,4-9,4
		M1-m2	1,4-1,7	2,3-2,8	3,0-3,7	3,7-4,5	4,3-5,3	4,9-6,0
1.tuğla	İnce harç		2,9	5,3	7,5	9,6	11,6	13,5
2.tuğla			2,2	3,5	4,7	5,7	6,7	7,6
1. Gazbeton ve beton			3,1	5,7	8,0	10,2	12,3	14,4
2. Beton			2,6	4,6	6,5	8,3	10,0	11,7

Modellenen yığma yapılarda f_b : 6 Mpa, f_m : 2 Mpa, f_k : 1,4 Mpa, Tablo 3.2'e uygun olarak alınmıştır.

3.2.2 Kayma gerilmeleri

Az katlı binaların duvarlarında kayma gerilmeleri depremden dolayı oluşur. Binalarda, katlardaki kesme kuvveti ile kesme rijitliği merkezi aynı noktaya denk gelirse kuvvet dağılımı mütenasip olarak yapılır. Aynı merkeze sahip değilse ek kesme gerilmesi

ortaya çıkacak ve katlarda burulma momentine sebep olacaktır. Kesme gerilmesi hesaplanırken yığma yapılarda boş olmayan duvar bölümlerinin kesme rijitlikleri “ $k A/h$ ” olarak hesaplanabilir. A duvar yatay kesit alanı h dolu duvar kesitinin her iki yanındaki boşluk yüksekliklerinin en küçüğüdür. k ise kesit şekline bağlı bir parametredir. Duvarın kesiti dikdörtgen ise, $k = 1,0$. Duvarın sonunda duvara dik bir dış veya duvar varsa $k = 1,2$, Bir duvar kayma rijitliği kullanılarak yapının kayma rijitlik merkezi hesaplanır. Duvarlarda düşey kesme kuvveti ve kat burulma momenti alınarak binanın birbirine dik her iki eksenini doğrultusunda gerilme hesabı yapılır. (Celep, 2016).

Duvardaki deprem kuvvetinin duvarın yatay en kesit alanına bölümü ve duvardaki kesme gerilmesi hesaplanır ve $\tau_{em} = \tau + \mu \sigma$ olarak verilen duvar kesme emniyet gerilmesi ile karşılaştırılır. Bu denklemden, τ_{em} kesme gerilmesi, τ_0 duvar çatlama emniyet gerilmesi, $\mu = 0,5$ sürtünme katsayısı ve σ normal basınç gerilmesidir. Duvarın kargir birim tipine göre duvar çatlama emniyet gerilmesi τ_0 Tablo 3.3’te gösterilmiştir. Duvarlarda kullanılan kargir birimlerin elastisite modülü: $E_d = 200 f_d$ olarak verilmiştir. " (Celep, 2016).

Tablo 3.3 Duvarların çatlama emniyet gerilmesi τ_0 (Celep, 2016).

Duvar kargir birim cinsi ve harç	Duvar çatlama emniyet gerilmesi τ_0 (MPa)
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı % 35 den az, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0,25
Düşey delikli blok tuğla (delik oranı % 45 den fazla, çimento takviyeli kireç harcı ile)	0,12
Dolu blok tuğla veya harman tuğlası (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0,15
Taş (çimento takviyeli kireç harcı ile)	0,10
Gazbeton (tutkal ile)	0,15
Dolu beton briket (çimento harcı ile)	0,20

Yığma yapılarda kesme gerilmeleri belirlenirken harç ve bloklar arasındaki temasın şekli önemlidir. Bloklar ile harç arasındaki temas tam olarak çözülemese de kullanılan malzemelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinden etkilenir. Yığma yapılarda, kayma kırılmaları, basınç ve çekme kırılmaları ek olarak çoğu zaman risk oluşturmaktadır. Malzemelerden yapılan bina yapılarının kesme dayanımı birçok deneyle doğrulanmış ve çalışmalar sonucunda denklem 3.2 ile elde edilmiştir. Yapılan araştırmalar

sonucunda r_0 ve μ değerlerinin sırasıyla 0,2-0,5 ve 0,2-1,0 arasında olduğu belirlenmiştir. (Ünay 2002).

$$r = r_0 + \mu f_n \quad (3.2)$$

Burada;

“ r ” kayma dayanımı; “ r_0 ” kohezyon değeri; “ μ ” içsel sürtünme açısı; “ f_n ” ise basınç dayanımı değeridir.

TBDY 2018’de duvarların başlangıç kesme dayanımları TS EN 1052-3 ya da TS EN 1052-4 de belirtilen deneylere veya TBDY 2018te verilen Tablo 3.4’e göre belirlenmektedir. Modellenen yığma yapılarda, f_m : 2 (MPa) , f_{vko} : 0,25 (MPa) (Tablo 3,5) uygun olarak alınmıştır.

Tablo 3.4 Duvarların başlangıç kesme dayanımları, f_{vko} (MPa)

Kargir birim	Genel amaçlı harç		İnce tabaka harç
Tuğla	M10-M20	0,30	0,30
	M2,5-M9	0,20	
	M1-M2	0,10	
Beton	M10-M20	0,20	0,30
Gazbeton	M2,5-M9	0,15	0,30
Doğal veya yapay taş	M1-M2	0,10	Kullanılamaz

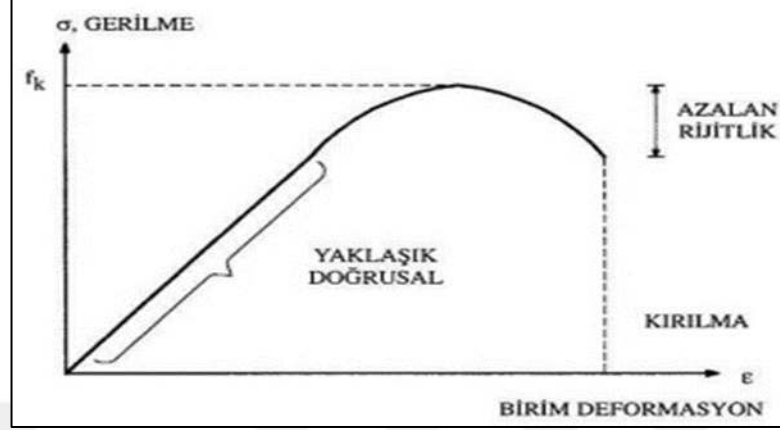
3.2.3 Çekme dayanımı

Yığma yapılarda kullanılan malzemeler çok kırılımandır ve ani çekme kırılması riski vardır. Kubbelerde, kemerlerde ve kubbe benzeri elemanlarda eğriliğe maruz kalan çekme gerilmeleri meydana gelir. Kesme gerilmeleri ayrıca duvar ve kolon benzeri elemanlarda radyal çekme gerilmeleri oluşturur. (Kuruşçu, 2012).

3.2.4 Elastisite modülü

Şekil 3.5’te gösterildiği gibi yığma yapılarda, öncelikle elemanlar üzerindeki yük artar ve harç daralır. Bu da mukavemeti artırır ve bunun sonucunda elastisite modülü de artar. Yığma yapılarda elastisite modülünü etkileyen faktörler, yapı elemanını oluşturan bileşenlerdir. Bunlar, kullanılan taş, tuğla vb. yapı malzemeleri ve bunları bağlayan harcın elastisite modülüdür. Elastisite modülü genellikle laboratuvarlarda

yapılan deneylerin yardımıyla belirlenir. Ancak sismik yönetmeliklere göre bu testler yapılmadan malzemenin elastisite birimi o değere göre hesaplanıp işlenebilir.



Şekil 3.5 Yığma yapının elastisite modülünü gösteren gerilme-birim deformasyon eğrisi (Kuruşçu, 2012)

3.3 Yığma Yapıların TBDY2018'e Göre Tasarımı

3.3.1 TBDY2018'e göre bina parametreleri

Bina kullanım sınıflarına bağlı olarak bina önem katsayıları tablo 3.5'te tanımlanmıştır.

Tablo 3.5 Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS - 1	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. c) Müzeler d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
BKS - 2	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.2
BKS - 3	Diğer binalar BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

Tanımlanan BKS ve dd-2 deprem yer hareketi düzeyi için ve S_{DS} katsayısına bağlı olarak, yönetmelikte deprem etkisi altında tasarımda esas alınacak deprem tasarım sınıfları (DTS) Tablo 3.6’da tanımlanmıştır.

Tablo 3.6 Deprem tasarım sınıfları (DTS)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 \leq S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$0.75 \leq S_{DS}$	DTS = 1a	DTS = 1

Modellenen yığma yapılarda Tablo 3.6’dan Bina Kullanım Sınıfları BKS =3, Bina Önem Katsayıları $I=1,0$ olarak alınmıştır, Tablo 3.7’ye uygun olarak DTS =4 olarak alınmıştır.

3.3.2 Yığma bina yüksekliği

TBDY2018’e Göre yığma yapının izin verilen kat yüksekliğini belirlemek için bina yükseklik sınıfları (BYS) ve DTS yardımı ile Tablo 3.8’e göre belirlenir. BYS’yi belirlemek için taşıyıcı sistem davranış katsayısı R ve dayanım fazlalığı katsayısı D yardımı ile Tablo 3.7’ye göre belirlenir.

Tablo 3.7 Bina yükseklik sınıfları

Taşıyıcı sistemi		R	D	BYS
Yığma yapılar				
Süneklik düzeyi yüksek				
Donatılı yığma binalar		4	2	$B_{ys} \geq 7$
Donatılı gazbeton panel binalar		4	2	$B_{ys} \geq 7$
Süneklik düzeyi sınırlı				
Kuşatılmış yığma		3	2	$B_{ys} = 8$
Donatısız yığma		2,5	1,5	$B_{ys} = 8$

Tablo 3.8 Yapı yükseklik aralıkları

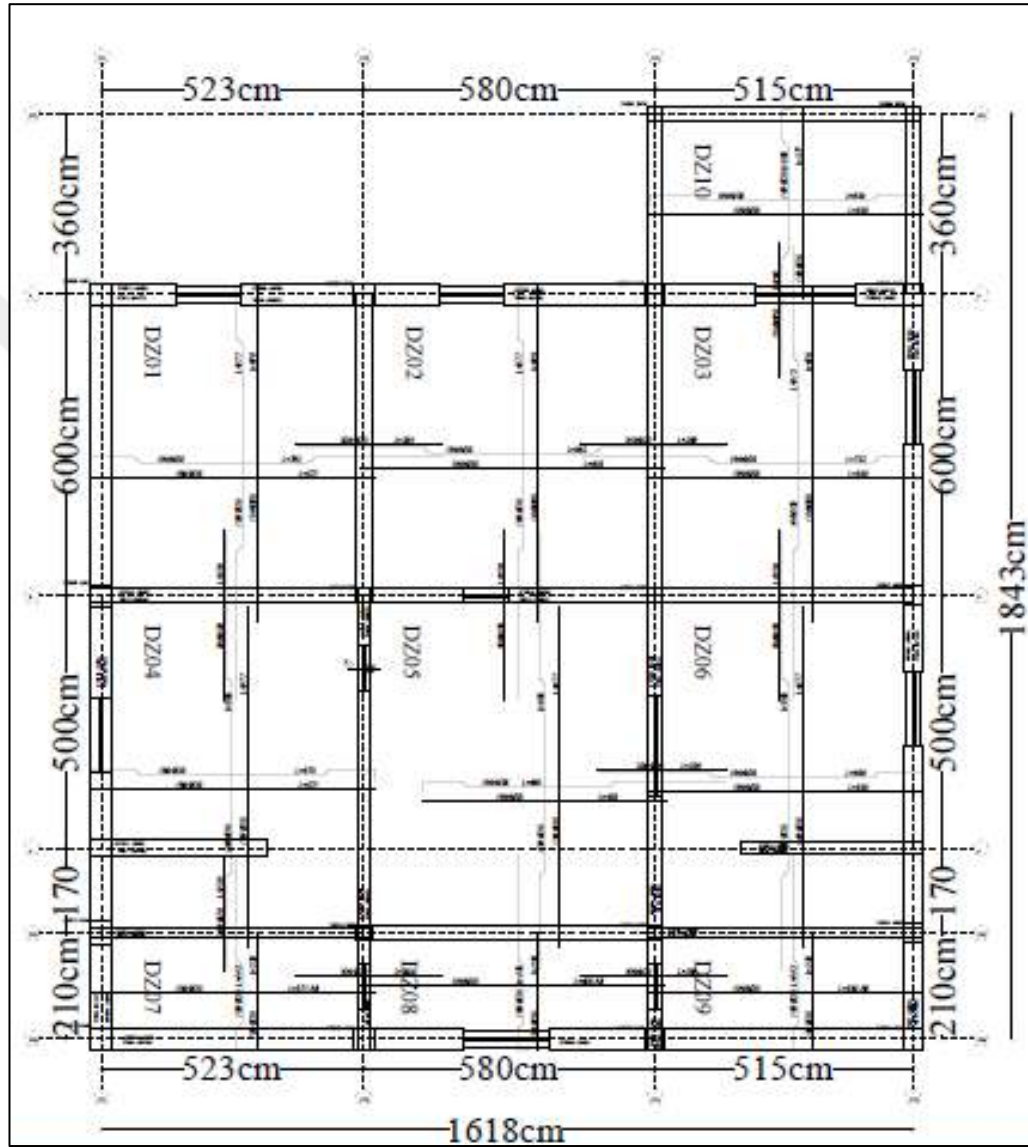
BYS	Yapı yükseklik aralıkları [m]		
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a	DTS = 4, 4a
BYS = 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS = 2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS = 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS = 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS = 5	$17,5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS = 6	$10,5 < H_N \leq 17,5$	$17,5 < H_N \leq 28$	
BYS = 7	$7 < H_N \leq 10,5$	$10,5 < H_N \leq 17,5$	
BYS = 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10,5$	

Modellenen yığma yapılarda Tablo 3,8'e uygun olarak $H_N = 6$ [m] olarak alınmıştır.

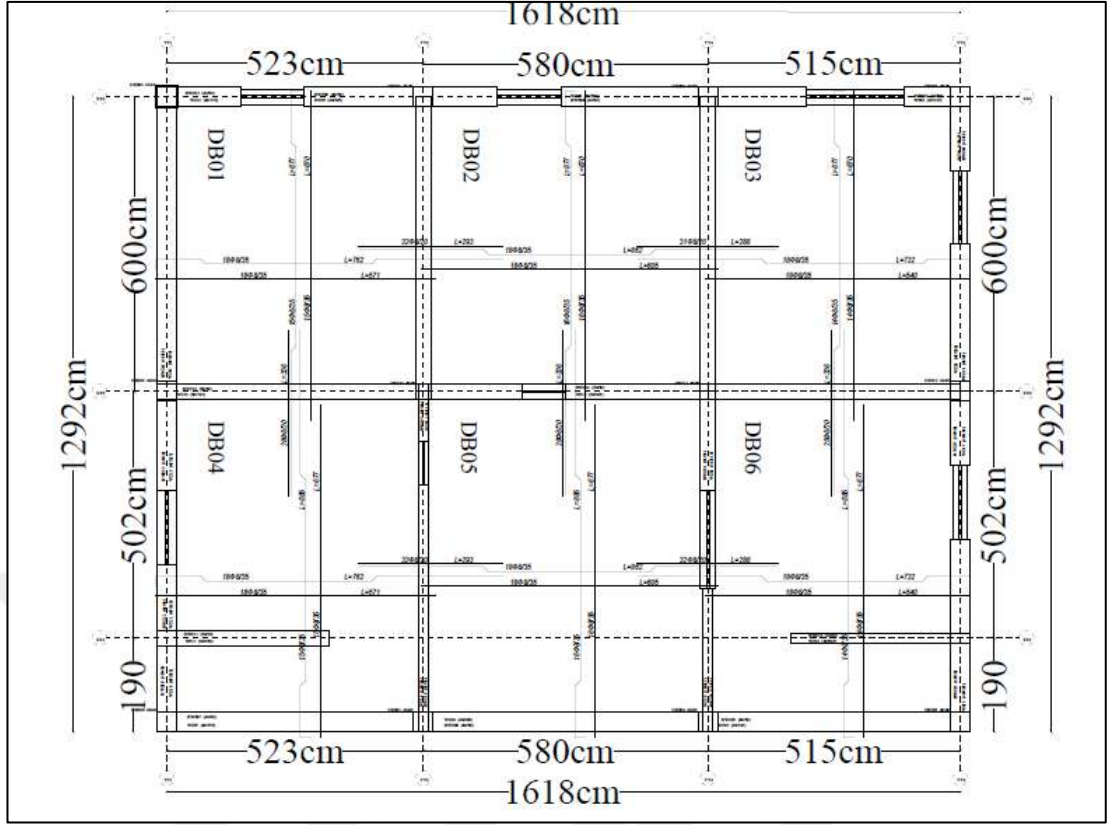
4. BULGULAR

4.1 Betonarme Döşemeli Yığma Yapı Analizi

12 cm kalınlığında betonarme plak döşemeye sahip yığma yapının zemin kat döşeme planı Şekil 4.1’de ve birinci kat planı Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1 BDYY zemin kat planı



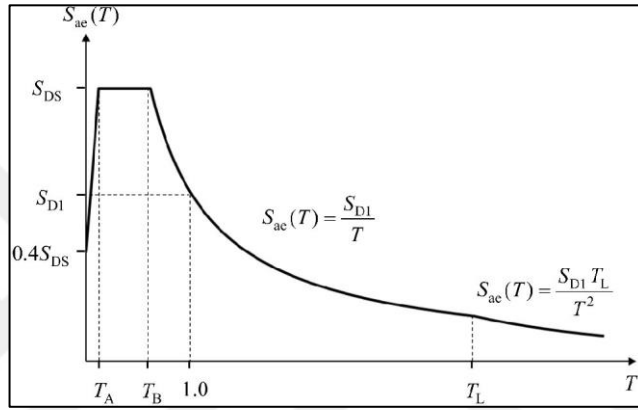
Şekil 4.2 BDYY birinci kat planı

4.1.1 BDYY Eşdeğer deprem yükü hesabı

Bina, tasarım sonuçlarının etkisini gözlemlemek için TBDY-2018'e göre analiz edilir ve tasarlanır. Sismik risk tanımları TBDY-2018 ile tasarlanmıştır. Deprem bölgelerinden ziyade sismik risk coğrafi koordinatlara göre tanımlanır. Bina lokasyonunun spektral parametreleri Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından sağlanan web sayfası üzerinden elde edilmektedir. Değerler, deprem tehlike haritasının seçilen ızgara konumlarının sağlanan spektral parametrelerinden binanın tam konumuna enterpole edilir. Çalışmada yığma yapı koordinatları $37,920368^{\circ}$ enlem, $40,265751^{\circ}$ boylamdır. Betonarme döşemeli yığma yapıdan elde edilen spektral parametreler Tablo 4.1'de sunulmuştur. Tasarım spektral parametreleri, yatay elastik tasarım spektral ivmeleri $S_{ae}(T)$, Yatay tasarım spektrumu köşe periyotları T_A ve T_B yatay deprem yer hareketi için tanımlanan kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ve doğal titreşim periyodu Şekil 4.3'te görüldüğü gibi sınırlanmıştır. ZC zemin sınıfına bağlı elde edilen spektral parametrelerden hesaplanmış ve Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.1 BDYY'ye ait spektral parametreler

Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı	S_s	0,304
1.0 Saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı	S_1	0,072
Kısa periyot bölgesi için tasarım spektral ivme katsayısı	S_{DS}	0,274
1,0 Saniye periyod için harita spektral ivme katsayısı	S_{D1}	0,058
Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu	T_B	0,211 (s)
Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu	T_A	0,042 (s)



Tablo 4.2 ZC zemin sınıfına bağlı elde edilen BDYY spektral parametreler

X deprem doğrultusunda binanın hâkim doğal titreşim periyodu	T_{pX}	0,113 (s)
Y deprem doğrultusunda binanın hâkim doğal titreşim periyodu	T_{pY}	0,132 (s)
Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı	F_s	0,9
1,saniye periyod için yerel zemin etki katsayısı	F_1	0,8

Binaya ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile deprem hesabı sonuçları Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3 BDYY Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile deprem hesabı

Kat Adı	Zemin kat	1, kat	Toplam
WG(t)	303,42	145,65	449,06
HYKK	0,3	0,3	---
WQ(t)	51,7	46,31	---
Wİ	318,93	159,54	478,46
Hİ	300	600	---

Tablo 4.3 (devam)

W_i*H_i	956,78	957,23	1914,01
W_i*H_i/ΣW_i*H_i	0,5	0,5	1
V_iX(t)	31,66	31,68	64,3
V_iY(t)	30,28	30,29	61,49
Q_iX (t)	64,3	32,64	---
Q_iY (t)	61,49	31,21	---

Betonarme döşemeli yığma yapının modal analizine ait sonuçlar Tablo 4.4'te gösterilmiştir.

Tablo 4.4 BDYY'ya ait modal analiz sonuçları

	Mod (U_y)	Mod (U_x)	Mod (U_x)	Mod (U_y)	Mod (U_x)	Mod (U_x)
Periyot (s)	0,13239	0,11282	0,08162	0,03863	0,0346	0,02555
Frekans (Hz)	7,55346	8,86381	12,25155	25,88446	28,9021	39,1323
Açısal Fr, (deg/s)'	47,45978	55,69299	76,97876	162,6368	181,597	245,875
EigenDeğ,deg²/s²)'	2252,4307	3101,7087	5925,7292	26450,74	32977,7	60454,7
ivme değeri	0,12852	0,13439	0,14494	0,15448	0,14681	0,12895
kat kuvvetleri X1	0,57708	128,34282	9,61167	2,15871	70,67264	5,65699
kat kuvvetleri X2	2,06226	432,16179	31,42556	-1,18942	-41,5996	-3,7261
kat kuvvetleri Y1	142,76159	1,34067	1,14089	64,41254	2,2422	0,53649
kat kuvvetleri Y2	433,10842	3,6704	2,82031	-42,4214	-1,53144	-0,3901
X Kat Kesme Kuvt1	2,63934	560,50462	41,03723	0,96929	29,07304	1,93087
X Kat Kesme Kuvt2	2,06226	432,16179	31,42556	-1,18942	-41,5996	-3,7261
Y Kat Kesme Kuvt1	575,87002	5,01107	3,9612	21,99113	0,71076	0,14637
Y Kat Kesme Kuvt2	433,10842	3,6704	2,82031	-42,4214	-1,53144	-0,3901

Eşdeğer deprem kuvvetleri hesaplarında düşey elemanların kütleleri, bağlandıkları kata yarı yarıya dağıtılarak kat kütleleri belirlenmiştir. Z doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi $E_{dZ} = 81,909$ (KN). X deprem yönünde binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) = $V_{tEX} = 630,784$ (KN). Y deprem yönünde binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tEY} = 603,239$ (KN) olarak elde edilmiştir.

4.1.2 BDYY’da düşey gerilmelerin hesabı ve kontrolü

Duvar düşey yük tasarım dayanımı olan N_{Rd} , denklem 4.1'e göre hesaplanır.

$$N_{Rd} = \lambda A f_d \quad (4.1)$$

Burada;

“ N_{Rd} ” duvar düşey yük tasarım dayanımı; “ λ ” kapasite azaltma katsayısı; “ A ” duvar enkesit alanı; “ f_d ” yığma duvar tasarım basınç dayanımı değeridir.

Yığma duvar tasarım basınç dayanımı f_d denklem 4.2'ye göre hesaplanır.

$$f_d = f_k / \lambda_m \quad (4.2)$$

“ f_d ” yığma duvar tasarım basınç dayanımı; “ λ_m ” dayanım azaltma katsayısı; “ f_k ” yığma taşıyıcı duvarların karakteristik basınç dayanımı değeridir. λ kapasite azaltma katsayısı değeri, narinlik değeri ile ilgili olduğunda narinlik oranı (h_{ef}/t_{eff}) 6'dan küçük ise 1,0 olarak, (h_{ef}/t_{eff}) 6 ile 10 arasında ise 0,8, (h_{ef}/t_{eff}) 10 ile 15 arasındaysa 0,7 (h_{ef}/t_{eff}) 15'ten daha büyük olmasına müsaade edilmez.

Basınç Gerilmesi yönünden en kritik duvar hesabı:

Duvar Yüksekliği (cm) 270, Duvar Genişliği (cm) 30, Duvar Uzunluğu (m) 2,15

Basınç gerilmesi kontrolleri için kullanılacak yük katsayıları $1 \times G + 1 \times Q$

$G = 48,15$ (KN) $Q = 15,55$ (KN) $N_{ed} = 63,72$ (KN) Narinlik Oranı $= h_{ef} / t_{ef} = 270/30 = 9 \rightarrow \lambda = 0,8$

$f_d = f_k / \lambda_m = 1/2 = 0,5$ Mpa. $N_{Rd} = \lambda A f_d = 0,8 * 0,3 * 2,15 * 0,5 = 0,258$ MPa = 258 (KN).

$N_{Rd} > N_{ed}$

4.1.3 BDYY devrilme momenti kontrolü

Devrilme hesabı için kullanacak bina koordinatları: Bina sağ taraf kotu X (m) = 16,88.

Bina sol taraf kotu X (m) = -0,7. Bina üst taraf kotu Y (m) = -0,35. Bina alt taraf kotu

Y (m) = 18,78. Devirmeye çalışan moment ve devrilmeye karşı koyan moment hesabı

Tablo 4.5'te verilmiş.

Tablo 4.5 BDYY devirmeye çalışan moment ve devrilmeye karşı koyan moment

	Zemin kat	1.kat	Σ
V _i	31,66	31,68	64,3
H _i	300	600	
V _i *H _i	94,98	190,05	285,03
G	303,42	145,65	
HYKK	0,3	0,3	
Q	51,7	46,31	
KMX	8,12	7,95	
KMY	10,68	10,15	
M _{ao+X}	2513,15	1282,81	3795,96
M _{ao-X}	2532,91	1241,39	3774,3
M _{ao+Y}	2324,08	1239,65	3563,73
M _{ao-X}	3166,88	1507,11	4673,99

Devrilmeye karşı koyan moment $M_{ao} > M_o = \sum(V_i * H_i)$ Devirmeye çalışan moment

4.1.4 BDYY kesme gerilmelerin hesabı ve kontrolü

Duvar karakteristik kesme dayanımı f_{vk} , Denklem 4.3 ile elde edildi;

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,4\sigma_d \leq 0,10 f_b \quad 4.3$$

Duvar kesme kuvveti dayanımı V_{Rd} , Denklem 4.4 ve 4.5 göre hesaplanan değerlerden küçük olanı olarak alınacaktır.

$$V_{Rd} = f_{vd} \times t \times l_c \quad 4.4$$

$$V_{Rd} = \ell t \frac{1,5 f_{vdo}}{b} \sqrt{1 + \frac{N_{Ed}}{1,5 \ell t f_{vdo}}} \quad 4.5$$

WZ 23 Duvar Kesme Gerilmesi hesabı:

Duvar Açısı: 0°, uzunluğu L: 8,22 m, genişliği t: 45 cm deprem yönü
G+0,3Q+0,3*X1+1*Y1

$F_{vd} = 0,15$, $f_{vko} = 0,25$ Mpa Karakteristik başlangıç kesme dayanımı, Tablo 3.5'e göre belirlenmiş $f_{vko}: 0,25$ Mpa, $\gamma_m: 2$, $f_{vdo}: 0,125$ Mpa, $\sigma_d = 0,09$, Kargir birim basınç dayanımı $f_b: 6$ Mpa, $N_{Ed}: 152,5$ KN. Duvar kesme kuvveti dayanımı $V_{RD} = \min V_{RD1}$

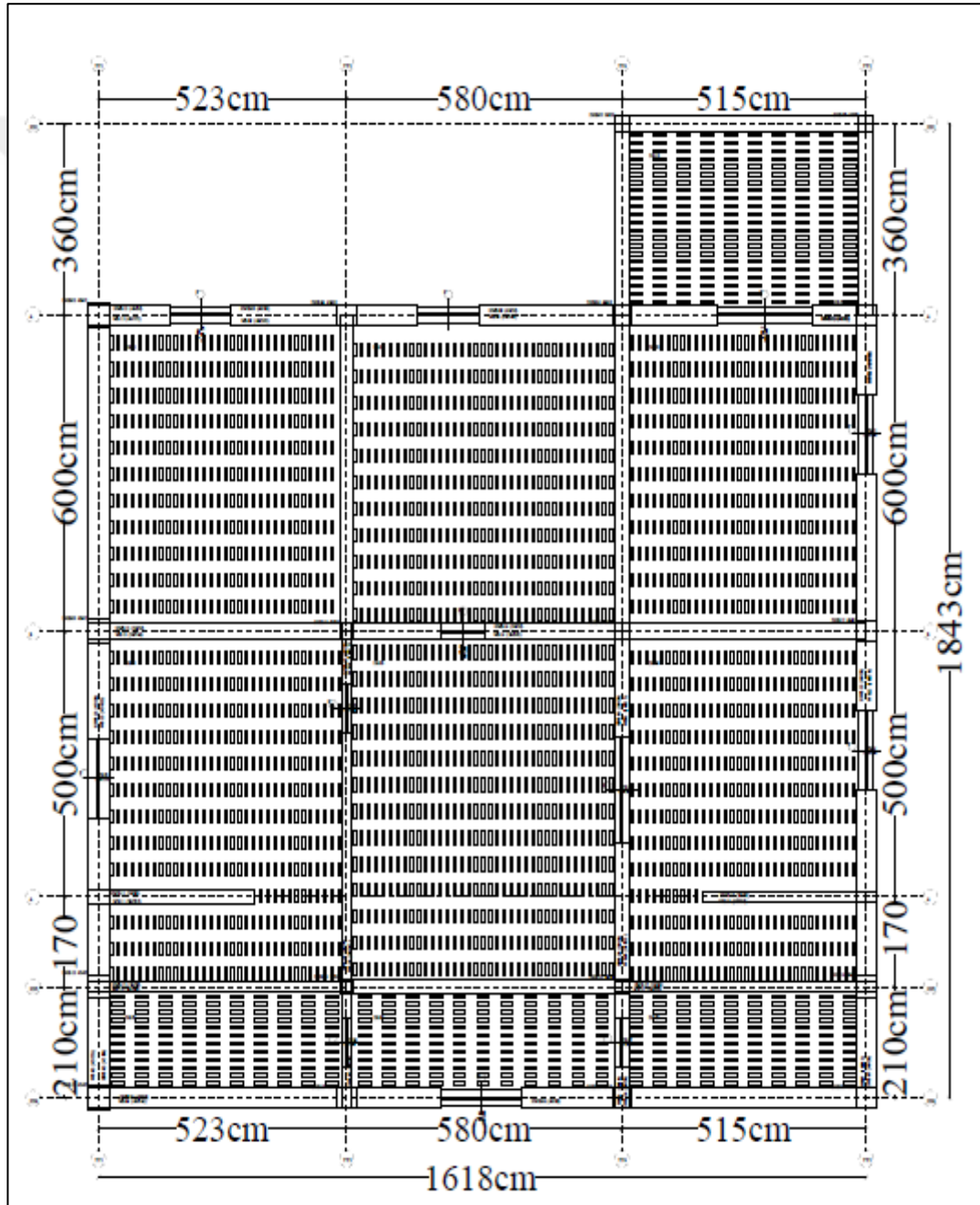
(denklem 4.7/4.8 göre hesaplanan) + düşey hatıl kesme kuvveti dayanımı V_{rdh} ($V_{Rdh} = 0,9 A_{sw} f_{yd}$) .

$$V_{rd} = V_{Rd1} + V_{Rdh} > V_{Ed}. V_{rd1} = \min(247,73 - 766,03) + V_{rdh} = 259,58 = 507,3\text{KN},$$

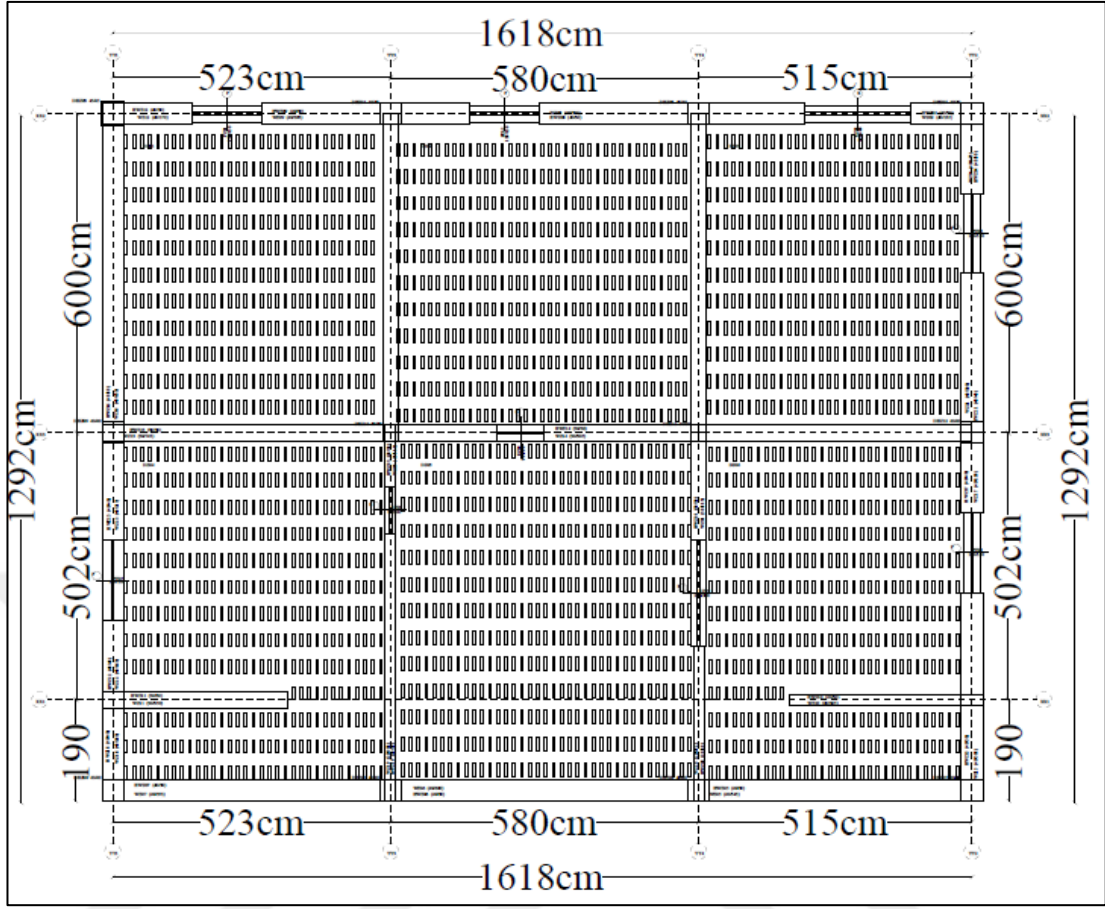
$$V_d = -437,4\text{KN}. V_{rd} > V_d .$$

4.2 Ahşap Döşemeli Yığma Yapı İçin Analiz

Ahşap döşeme ile tasarlanan yığma yapının zemin kat kalıp planı Şekil 4.4'te, 1. Kat planı Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.4 ADYY zemin kat döşeme planı



Şekil 4.5 ADYY 1. kat döşeme planı

4.2.1 ADYY kirişli ahşap döşeme tasarım kuralları

Ahşabın elastisite modülü ve kayma modülü ağaç cinsine değişir. Yapı malzemesi olarak kullanılan ahşap cinslerine göre elastisite modülleri ve kayma modülleri TS 647 (Ahşap Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları) ile verilmiştir. Ahşabın mekanik özellikleri, liflere paralel ve liflere dik yönde ayrı ayrı tarif edilmektedir. Mekanik özelliklerin yukarıda sözü edilen faktörlerle ilişkili olarak önemli değişiklik göstermesi nedeniyle, ahşap yapıların tasarımı(boyutlandırılması) “Emniyet Gerilmeleri Yöntemi”ne uygun olarak yapılmaktadır. 1) Yapıya etkiyen işletme yüklerinden oluşan gerilmeler hesaplanır. 2) Malzemenin sınır gerilmesi bir emniyet katsayısına (e) bölünerek emniyet gerilmeleri (σ_{em}) hesaplanır. 3) İşletme gerilmesi, emniyet gerilmesinden geçmeyecek şekilde en kesit boyutları hesaplanır.

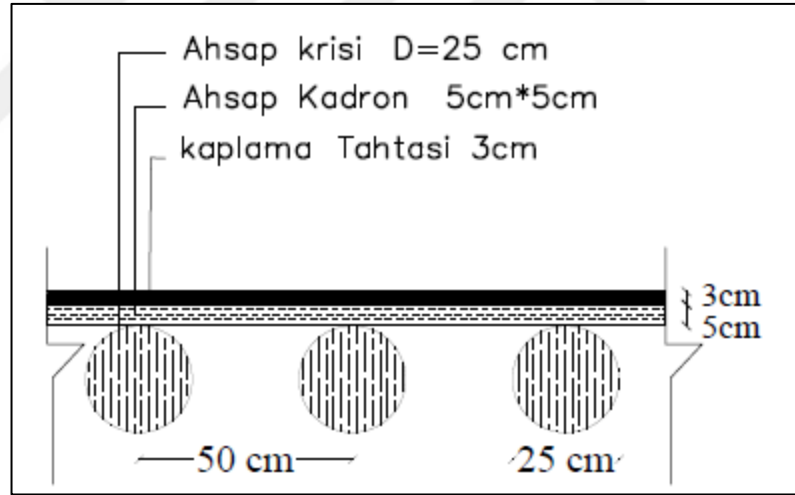
Bu yöntemin esasları ve ahşap elemanların emniyet gerilmeleri, ahşap cinslerine ve sınıflarına bağlı olarak TS 647 göre Tablo 4.6’da verilmiştir. Bu emniyet gerilmesi

değerleri esas yükler için uygulanır. Esas ve ilave yükler için emniyet gerilmeleri % 15 arttırılır.

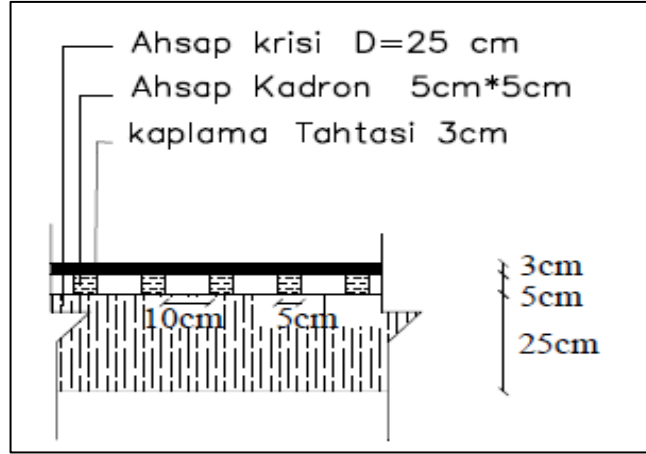
Tablo 4.6 Ahşap yapı elemanların emniyet gerilmeleri

TS 647'e göre ahşap yapı elemanları için emniyet gerilmeleri (Esas Yükler için)					
Gerilme türü	Notasyon	Emniyet gerilmeleri (kg/cm ²)			
		İğne yapraklılar			Meşe Kayın
		I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf	
Eğilme	σ_{em}	130	100	70	110
Liflere paralel çekme	$\sigma_{cem//}$	105	85	0	110
Liflere paralel basınç	$\sigma_{bem//}$	110	85	60	100
Liflere dik basınç	$\sigma_{bem\perp}$	20	20	20	30
Makaslama	τ_{em}	9	9	9	10

Ahşap döşemede kullanılanlar; Kirişli ahşap döşemede kiriş çapı 25 cm, üzerinde dik olarak 5×5 ahşap kardon ve kaplama olarak 3 cm ahşap laminant alınmıştır. Şekil 4.6'da kiriş eksenel ve Şekil 4.7'de paralel kesiti verilmiştir.



Şekil 4.6 Ahşap kiriş en kesiti



Şekil 4.7 Ahşap döşeme kiriş paralel kesiti

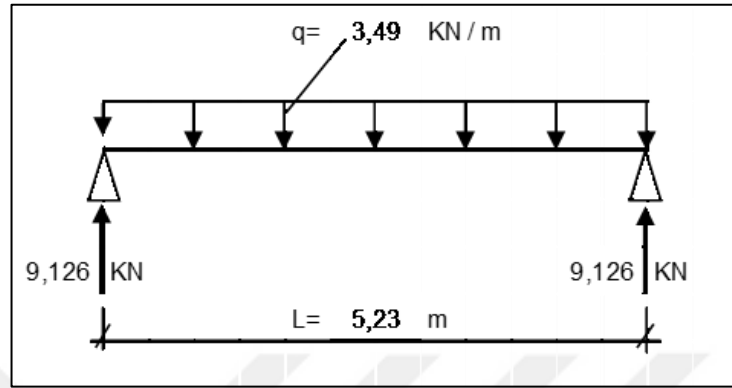
Döşeme D101 ve D201 yük analizi;

D201 çatı katı hesabı: Kısa kenar (B)= 523 cm uzun kenar (L)= 600 cm. Kirişler; kiriş sayısı = $L/1 = 600/50 = 12$ adet. D201 kiriş ağırlığı = (kiriş uzunluğu * kiriş kesit alanı * kiriş birim hacim ağırlığı) * kiriş sayısı. D101 kiriş ağırlığı = $(523 * 0,049 * 1200) * 12 = 3690$ Kg. Kadrolar; kadronlar = $B/1 = 523/15 = 40$ adet. D201 kadron ağırlığı = (kadron uzunluğu * kadron kesit alanı * kadron birim hacim ağırlığı) * kadron sayısı. D101 kadron ağırlığı = $(600 * 0,05 * 0,05 * 1200) * 40 = 627$ Kg. Kiriş ve kadron 1 m² ağırlığı = $(3690 + 627) / 31,38 = 137,57$ Kg/m². Kaplama tahtası (3cm) ağırlığı = $0,03 * 1200 = 36$ Kg /m². Yalıtım tabakalar 7 Kg/ m². Hidrolik kireç tesviye tabakası (8cm) = $0,08 * 1600 = 128$ kg/m² (birim ağırlık: 1600 kg/m²). Kirli toprak + hidrolik kireç + ponza + bazalt taş tuzu (10 cm) (birim ağırlık: 1800 kg/m²) $0,1 * 1800 = 180$ kg/m². Kar yükü = 75 kg /m². Çatı hareketli yük 150 kg/m². $\Sigma G = 488,57$ Kg/m². $\Sigma Q = 225$ Kg/m².

D101 ara kat hesabı: kısa kenar (B)= 523 cm uzun kenar (L)= 600 cm. Kirişler; kiriş sayısı = $L/1 = 600/50 = 12$ adet. D101 kiriş ağırlığı = (kiriş uzunluğu * kiriş kesit alanı * kiriş birim hacim ağırlığı) * kiriş sayısı. D101 kiriş ağırlığı = $(523 * 0,049 * 1200) * 12 = 3690$ Kg. Kadrolar; kadronlar = $B/1 = 523/15 = 40$ adet. D101 kadron ağırlığı = (kadron uzunluğu * kadron kesit alanı * kadron birim hacim ağırlığı) * kadron sayısı. D101 kadron ağırlığı = $(600 * 0,05 * 0,05 * 1200) * 40 = 627$ Kg. Kiriş ve kadron 1 m² ağırlığı = $(3690 + 627) / 31,38 = 137,57$ Kg/m². Kaplama tahtası (3cm) ağırlığı = $0,03 * 1200 = 36$ Kg /m². Yalıtım tabakalar 7 Kg/ m². Döşeme hareketli yükü = 200 kg/m². $\Sigma G = 180,57$ Kg/m². $\Sigma Q = 200$ Kg/m².

Daire kesit ahşap kiriş hesabı:

Hesaplanan döşeme yüklerine istinaden daire kesitli ahşap kiriş Şekil 4.8’de görüldüğü gibi basit kiriş olarak eğilme, kayma ve sehim kontrollerinden geçmiş.



Şekil 4.8 Daire kesit ahşap kirişi

$$q = (\sum Q + \sum G) / l = (225 + 488,57) / 2 = 356,7 \text{ Kg/m} = 3,49 \text{ kN/m}$$

Kesit özellikleri

$$W_x = W_y = p \cdot D^3 / 32. W_x = p \cdot 253 / 32 = 1363,538478 \text{ cm}^3.$$

$$J_x = J_y = p \cdot D^4 / 64. J_x = p \cdot 254 / 64 = 19174,75985 \text{ cm}^4.$$

$$S_x = D^3 / 12 = 253 / 12 = 1302,083333 \text{ cm}^3.$$

$$Q_{\max} = q \cdot L / 2, Q_{\max} = 3,49 \cdot 5,23 / 2 = 9,12635 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = q \cdot L^2 / 8, M_{\max} = 3,49 \cdot 5,23^2 / 8 = 11,93270263 \text{ kN-m}$$

$$\sigma_{se} = M_x / W_x = 1193,270263 / 1363,538478 = 0,875127678 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{em} = 1 \text{ kN/cm}^2. \text{ Kesit eğilmeye karşı uygundur.}$$

$$t = Q \cdot S_x / (b \cdot J_x).$$

$$t = 9,12635 \cdot 1302,083333 / (25 \cdot 19174,75985) = 0,024789397 \text{ kN/cm}^2 < t_{em} = 0,09 \text{ kN/cm}^2. \text{ Kesit kaymaya karşı uygundur.}$$

Sehim tahkiki : $f = 5 \cdot q \cdot L^4 / (384 \cdot E \cdot J_x) = < (\text{döşeme kirişi } L / 300; \text{ Aşık ve mertek } L / 200; \text{ konsollar } L / 150) \text{ olmalı.}$

$$f = 5 \cdot q \cdot L^4 / (384 \cdot E \cdot J_x) = 5 \cdot 0,0349 \cdot 5234 / (384 \cdot 1000 \cdot 19174,75985) = 1,731 \text{ cm. } 523 / 300 = 1,743 \text{ cm.}$$

$731 \text{ cm} < 1,743 \text{ cm.}$ Sehim şartı sağlanıyor.

4.2.2 ADYY eşdeğer deprem yükü hesabı

Ahşap döşemeli yığma yapıdan elde edilen spektral parametreler Tablo 4.7’de sunulmuştur. Tasarım spektral parametreleri, yatay elastik tasarım spektral ivmeleri

Sae (T), yatay tasarım spektrumu köşe periyotları TA ve TB, yatay deprem yer hareketi için tanımlanan kısa periyot, tasarım spektral ivme katsayısı ve doğal titreşim periyodu Şekil 4.3'te görüldüğü gibi sınırlanmıştır. ZC zemin sınıfı bağlı elde edilen spektral parametrelerden hesaplanmış Tablo 4.8'de sunulmuştur.

Tablo 4.7 ADYY spektral parametreler

Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı	S_s	0,304
1.0 Saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı	S_1	0,072
Kısa periyod bölgesi için tasarım spektral ivme katsayısı	S_{Ds}	0,274
1,0 Saniye periyod için harita spektral ivme katsayısı	S_{D1}	0,058
Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu	TB	0,211 (s)
Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu	TA	0,042 (s)

Tablo 4.8 ADYY ZC zemin sınıfı bağlı spektral parametreler

X deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodu	T_{pX}	0,104 (s)
Y deprem doğrultusunda binanın hâkim doğal titreşim periyodu	T_{pY}	0,122 (s)
Kısa periyod bölgesi için yerel zemin etki katsayısı	F_s	0,9
1,saniye periyod için yerel zemin etki katsayısı	F_1	0,8

Binaya ait Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile deprem hesabı sonuçları Tablo 4.9'da gösterilmiştir.

Tablo 4.9 ADYY Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile deprem hesabı

Kat Adı	zemin kat	1, kat	Toplam
WG(t)	227,16	184,44	411,6
HYKK	0,3	0,3	---
WQ(t)	55,65	46,31	---
Wİ	243,86	198,33	442,19
Hİ	300	600	---
Wİ*Hİ	731,57	1190	1921,57
Wİ*Hİ/ΣWİ*Hİ	0,38	0,62	1
ViX(t)	22,78	37,05	60,74
ViY(t)	21,8	35,46	58,14
QiX (t)	60,74	37,96	---
QiY (t)	58,14	36,33	---

Ahşap döşemeli yığma yapının modal analizine ait sonuçlar Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

Tablo 4.10 ADYY modal analiz sonuçları

	Mod 1(Uy)	Mod 2(Ux)	Mod 3(Ux)	Mod 4(Uy)	Mod 5(Ux)	Mod 6(Ux)
Periyot (s)	0,1223	0,1035	0,077	0,0407	0,0367	0,0266
Frekans (Hz)	8,1752	9,6578	12,996	24,5788	27,2872	37,6523
Açısal Fr, (deg/s)']	51,3664	60,6818	81,6561	154,4332	171,4506	236,5764
EigenDeğ,deg^2/s^2)']	2638,511	3682,275	6667,712	23849,62	29395,3	55968,39
ivme değeri	0,1315	0,1374	0,1467	0,1583	0,1507	0,131
kat kuvvetleri X1	0,701	178,3685	14,6839	2,0526	74,3017	4,6784
kat kuvvetleri X2	1,4059	346,5558	29,3386	-1,2176	-46,5727	-3,2429
kat kuvvetleri Y1	197,2176	1,6416	1,4008	64,5428	1,9438	0,4588
kat kuvvetleri Y2	348,6508	2,7083	2,3195	-44,852	-1,3887	-0,3447
X Kat Kesme Kuvt1	2,1069	524,9244	44,0224	0,835	27,7289	1,4355
X Kat Kesme Kuvt2	1,4059	346,5558	29,3386	-1,2176	-46,5727	-3,2429
Y Kat Kesme Kuvt1	545,8683	4,3499	3,7203	19,6908	0,5551	0,114
Y Kat Kesme Kuvt2	348,6508	2,7083	2,3195	-44,852	-1,3887	-0,3447

Eşdeğer deprem kuvveti hesaplarında, düşey elemanların kütleleri bağlandıkları kata yarı yarıya dağıtılarak kat kütleleri belirlenmiştir. Z doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi $E_{dZ} = 75,076$ (kN). X deprem yönünde binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tEX} = 595,857$ (KN). Y deprem yönünde binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{tEY} = 570,318$ (KN) olarak elde edilmiştir.

4.2.3 ADYY Düşey gerilmelerin hesabı ve kontrolü

Basınç gerilmesi en kritik duvar hesabı;

Duvar yüksekliği (cm): 270 Duvar genişliği (cm): 30 Duvar uzunluğu (m): 2,15.

Basınç gerilmesi kontrolleri için kullanılacak yük katsayıları ($1 \times G + 1 \times Q$). $G = 43,63$ (kN), $Q = 15,46$ (kN), $N_{ed} = 59,11$ (kN). Narinlik Oranı = $h_{ef} / t_{ef} = 270/30 = 9 \rightarrow \lambda = 0,8$. $f_d = f_k / \lambda_m = 1/2 = 0,5$ Mpa.

$N_{Rd} = \lambda A f_d = 0,8 \times 0,3 \times 2,15 \times 0,5 = 0,258$ MPa = 258 (kN). $N_{Rd} > N_{ed}$.

4.2.4 ADYY devrilme momenti kontrolü

Devrilme kontrolü için kullanacak bina koordinatları: Bina sağ taraf kotu X (m) = 16,88, Bina üst taraf kotu Y (m) = -0,35, Bina sol taraf kotu X (m) = -0,7, Bina alt taraf kotu Y (m) = 18,78'dir. Devirmeye çalışan moment ve devrilmeye karşı koyan moment hesabı Tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.11 ADYY devirmeye çalışan moment ve devrilmeye karşı koyan moment

Kat Adı	zemin kat	1, kat	Σ
V_i	22,78	37,05	60,74
H_i	300	600	
$V_i \cdot H_i$	68,33	222,31	290,64
G	227,16	184,44	
$HYKK$	0,3	0,3	
Q	55,65	46,31	
KMX	8,02	7,97	
KMY	10,79	10,11	
M_{ao+X}	1944,35	1589,72	3534,07
M_{ao-X}	1913,96	1548,3	3462,26
M_{ao+Y}	1753,16	1547,61	3300,77
M_{ao-X}	2445,33	1867,09	4312,42

Devirmeye çalışan moment $M_o = Q_i \cdot H_i$, kat kesme kuvveti * Katın temel üstünden düşey mesafesi, KMX/KMY ise Kütle Merkezi Koordinatları. Devrilmeye karşı koyan moment $M_{ao} > M_o = \Sigma(V_i \cdot H_i)$ Devirmeye çalışan moment.

4.2.5 ADYY kesme gerilmelerinin hesabı ve kontrolü

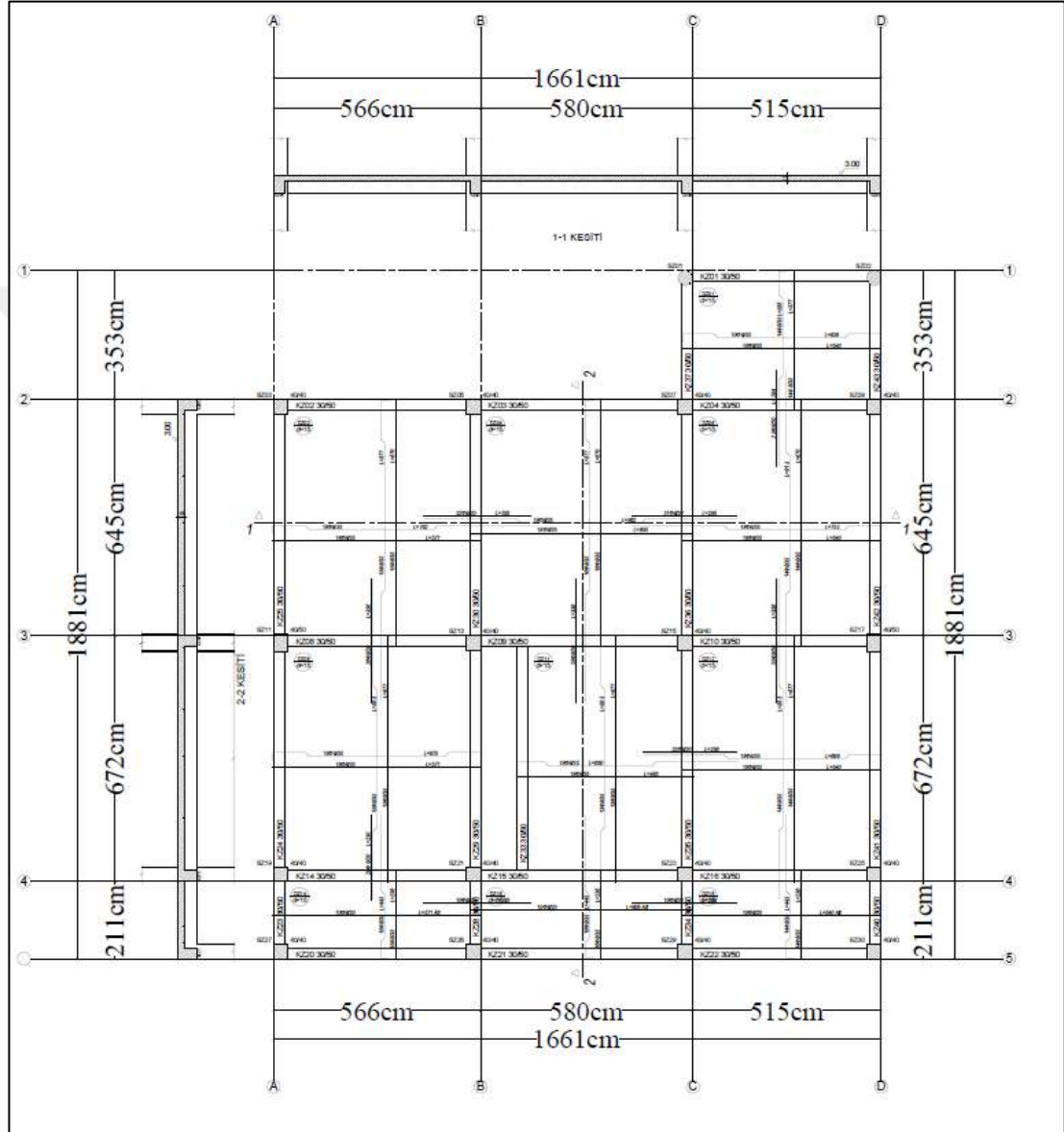
WZ06 duvar kesme gerilmesi hesabı: uzunluğu L: 7,45 m, genişliği t: 40 cm.

$F_{vd} = 0,15$ Mpa, $f_{vko} = 0,25$ Mpa Karakteristik başlangıç kesme dayanımı, Tablo 3.4'e göre belirlenmiş, $\gamma_m: 2$, $f_{vdo}: 0,125$ Mpa, $\sigma_d = 0,19$ Mpa, Kargir birim basınç dayanımı $f_b: 6$ Mpa, $N_{Ed}: 152,5$ KN. Duvar kesme kuvveti dayanımı $V_{RD} = \min V_{RD1} + \text{düşey hatıl kesme kuvveti dayanımı } V_{rdh} (V_{rdh} = 0.9 A_{sw} f_{yd})$. $V_{rd} = V_{RD1} + V_{rdh} > V_{Ed}$.

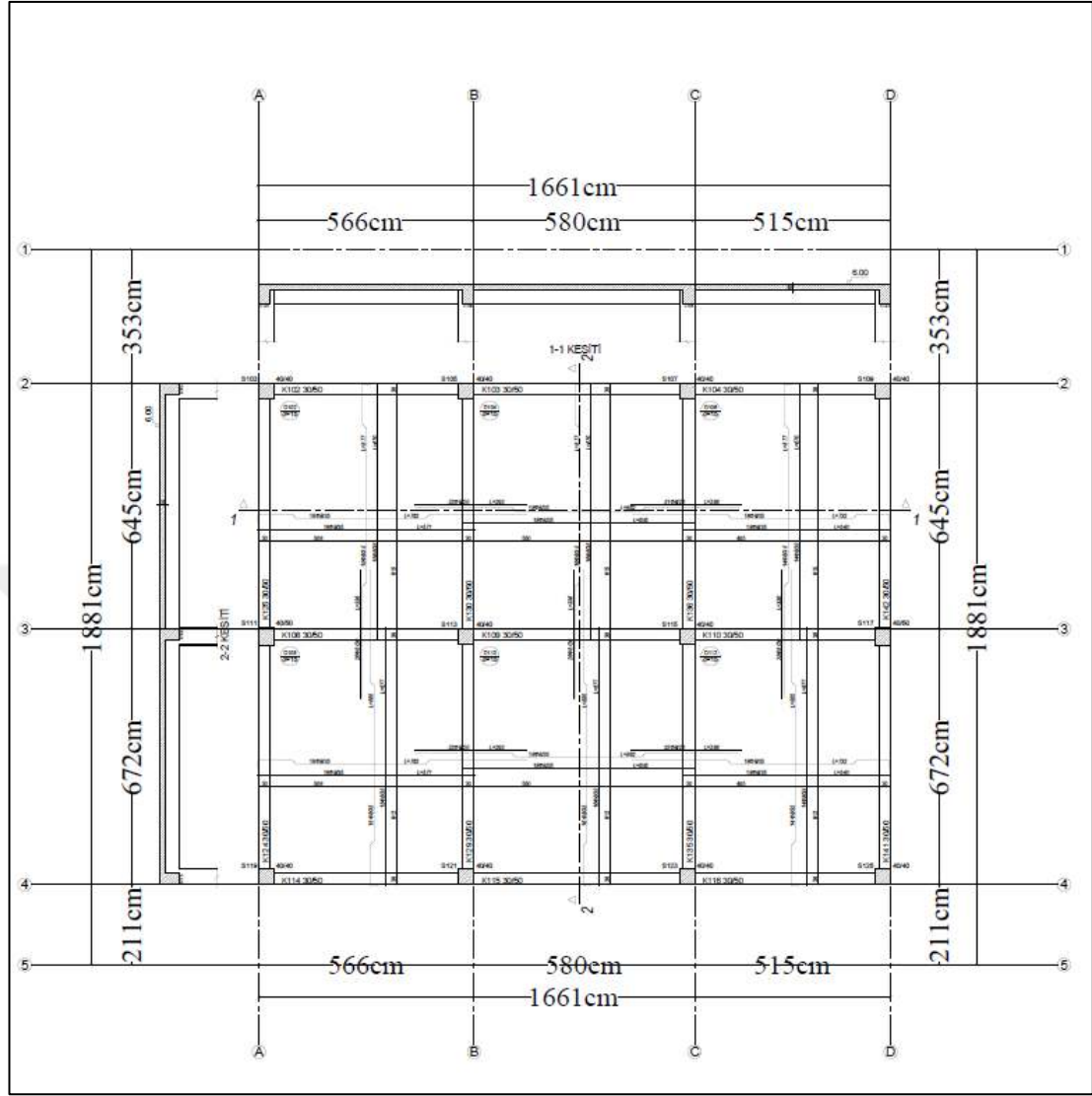
$V_{rd1} = \min.(60,3, 591,29) + (V_{rdh} = 209,81) = 270,11$ KN, $V_d = 230,01$ KN. $V_{rd} > V_d$.

4.3 Betonarme Yapı Analizi

Betonarme yapı olarak tasarım için diğer iki alternatife mutabık olarak Z3 ve aynı konuma sahip ve aynı kat planı kullanılmış betonarme yapıya ait zemin kat döşeme planı Şekil 4.9’da ve birinci kat planı Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.9 BAY zemin kat döşeme planı



Şekil 4.10 BAY birinci kat döşeme planı

4.3.1 BAY deprem hesabı

Betonarme deprem hesabı için ide-CAD programı yardımıyla deprem hesabında kullanılan spektrumlar ve katsayılar Tablo 4.12’de sunulmuştur.

Tablo 4.12 BAY için deprem parametreleri

S_s	0,307	S_1	0,072
S_{ds}	0,276	S_{d1}	0,058
P_{GA}	0,137	P_{GV}	10,308

Elde edilen deprem hesabının bulguları; Hareketli yükler dâhil yap toplam ağırlığı; $W = 574,55$ tf, yapının toplam serbest kütlesi; $m = 574,55$.

Eşdeğer deprem yükü yöntemi için hesaplanan hâkim doğal titreşim periyodu; $T_p'(X) = 0,45$ s. X yönünde, yapı tepesine uygulanan ekstra eşdeğer deprem yükü; $DF_n(X) = 0,14$ tf. X yönünde uygulanan toplam eşdeğer deprem yükü; $V_{tE}(X) = 9,26$ tf. X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon); $V_t(X) = 7,77$ tf.

Eşdeğer deprem yükü yöntemi için hesaplanan hakim doğal titreşim periyodu; $T_p'(Y) = 0,43$ s. Y yönünde, yapı tepesine uygulanan ekstra eşdeğer deprem yükü; $DF_n(Y) = 0,15$ tf. Y yönünde uygulanan toplam eşdeğer deprem yükü; $V_{tE}(Y) = 9,68$ tf. Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon); $V_t(Y) = 8,25$ tf olarak bulunmuştur. Deprem yükünün katlara dağılımı ve her kat için depremden kaynaklı $F_i(X/Y)$; Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13 BAY'da deprem yükünün katlara dağılımı

Yapı Ağırlığı	g_i	[tf]	1. kat	zemin kat
	q_i	[tf]	222,22	327,53
	h_{ykk}	0,30	0,30	0,30
	w_i	[tf]	233,55	341,00
Kat Kuvvetleri	H_i	[m]	6,00	3,00
	$w_i H_i$	[tfm]	1518,10	1193,49
	$F_i(x)$	[tf]	4,40	3,37
	$F_i(y)$	[tf]	4,67	3,57
Kütle Merkezi	X_m	[m]	8,29	8,76
	Y_m	[m]	8,68	8,12

Yapılan dinamik modal analizden ilk 6 modal değerleri Tablo 4.14'te verilmiştir.

Tablo 4.14 BAY'a ait ilk altı modal değerleri

Deprem Parametreleri	Birim	1. (UX)	2. (UY)	3. (RZ)	4. (UX)	5. (UY)	6. (RZ)
Serbest Titre im Frekans (w)	[Hz]	22.393	23.397	28.540	66.604	67.101	74.019
Do al Titre im Periyodu (T_r)	[s]	0.4466	0.4274	0.3504	0.1501	0.1490	0.1351
Spektrum Katsay s $S(T)$		0.1290	0.1348	0.1644	0.2763	0.2763	0.2763

Tablo 4.14 (Devam)

Deprem Yüklü Azaltma Katsayısı Ra(T)		80.000	80.000	80.000	66.010	65.744	62.403
Yatay Elastik Tasarım Spektral Yansıması Sae(T)	[m/s ²]	0.1290	0.1348	0.1644	0.2763	0.2763	0.2763
Modal Katk Çarpan -X	[t]	211.722	0.2481	42.605	74.490	0.8853	-0.3436
Modal Katk Çarpan -Y	[t]	-0.6740	214.570	19.589	-0.7839	75.348	10.838
Modal Katk Çarpan - R	[tm ²]	-349.315	-113.274	1.575.891	47.659	-0.4530	-625.421
Modal Etkin Kütle - X	[t]	4.482.628	0.0616	181.520	554.873	0.7838	0.1180
Modal Etkin Kütle - Y	[t]	0.4543	4.604.024	38.373	0.6145	567.735	11.746
Modal Etkin Kütle - R	[tm ²]	12.202.078	1.283.092	248.343.198	227.135	0.2052	39.115.177
Toplam Modal Kütle X	[t]	4.482.628	4.483.244	4.664.764	5.219.637	5.227.476	5.228.656
Toplam Modal Kütle Y	[t]	0.4543	4.608.567	4.646.940	4.653.085	5.220.821	5.232.567
Toplam Modal Kütle R	[tm ²]	12.202.078	13.485.169	261.828.368	262.055.503	262.057.555	301.172.732
Toplam Modal Etkin Kütle Oran - X		78.02%	78.03%	81.19%	90.85%	90.98%	91.01%
Toplam Modal Etkin Kütle Oran - Y		0.08%	80.21%	80.88%	80.99%	90.87%	91.07%

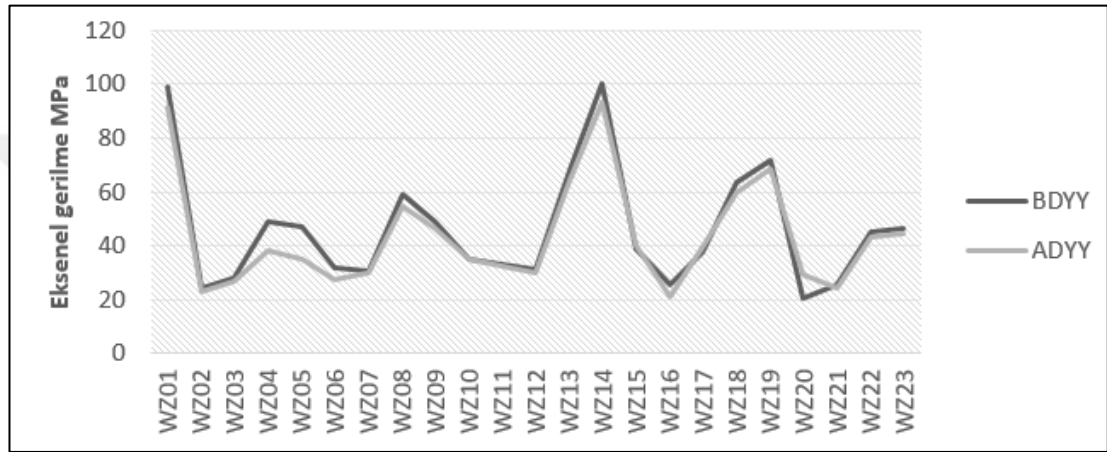
4.4 Parametrik Sonuçlar ve Karşılaştırmalar

4.4.1 Yapısal sonuçlar karşılaştırma

Bu bölümde 4.1 bölümünde analiz edilen betonarme plak döşemeli yığma yapı (BDYY) ve 4.2 bölümünde analiz edilen ve ahşap kirişli döşemeli yığma yapı (ADYY) arasında yapısal sonuçların farkları karşılaştırılacaktır.

Deprem kuvvetlerinin hesabı; BDYY binanın ilk periyodu $T_1 = 0,132$ sn altında deprem hesabı yapılarak, eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısı $R_{ax} = 2,036$ $R_{ay} = 2,129$, taban kesme kuvveti x ve y yönünde 630,784 KN / 603,239 KN ve binanın tüm ağırlığı 547,1 ton çıkmıştır. ADYY binanın ilk periyodu $T_1 = 0,122$ sn altında deprem

hesabı yapılarak, eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısı $R_{ax} = 1,992$ $R_{ay} = 2,081$, taban kesme kuvveti x ve y yönünde 595,86 KN / 570,32 KN ve binanın tüm ağırlığı 513,6 ton çıkmıştır. Eksenel gerilmeler; BDYY binanın zemin katta maksimum eksenel gerilme (WZ14): 0,1 MPa, 1. katta ise (WB01): 0,038 MPa, ADYY binanın zemin katta maksimum eksenel gerilme (WZ14): 0,093 MPa, 1. Katta ise (WB01): 0,05 MPa meydana gelmiştir. BDYY ve ADYY zemin kat duvarlara ait eksenel gerilmeleri Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11 BDYY, ADYY zemin kat düşey gerilmelerinin karşılaştırmalı grafiği

Kayma gerilmeleri; BDYY binanın zemin kat duvarlarına etkiyen maksimum kayma gerilmesi kuvvetleri; -437,4 KN, ADYY binanın zemin kat duvarlarına etkiyen maksimum kayma kuvvetleri; -413,5 KN, TBDY-2018’de belirtilen formülle hesaplanan maksimum kayma gerilmesi değerini aşmadığı için kayma yönünden güvenlidir. Betonarme plak döşemeli yığma yapı (BDYY), ahşap kirişli döşemeli yığma yapı (ADYY) ve betonarme (BAY) yapısal açıdan deprem davranışı sunmak amaçlı yapı ağırlığı, doğal titreşim periyodu ve 1.mod kütle katılımı parametreler Tablo 4.15’te verilmiştir.

Tablo 4.15 Seçilen yapı sistemlerine ait yapısal özellikler

Yapısal Özellik	BAY	ADYY	BDYY
Yapı Türü	Betonarme	Yığma	Yığma
Yapı Yüksekliği (m)	6	6	6
Zemin Sınıfı	ZB	ZB	ZB
Davranış Katsayısı, R (X/Y)	8/8	2,5/2,5	2,5/2,5

Tablo 4.15 (devam)

Beton/Donatı Sınıfı	BS25 B420C	BS25 B420C	BS25 B420C
Döşeme Kalınlığı (cm)	15	25cm ahşap kirişler	12
Yapı Ağırlığı (t)	574,55	513,56	547,07
Doğal Titreşim Periyodu (Sn) X	0,45	0,10354	0,115
Doğal Titreşim Periyodu (Sn) Y	0,43	0,12232	0,136
1.Mod Kütle Katılımı X	78,02	88,09	88,85
1.Mod Kütle Katılımı Y	78,03	95,45	95,71
Toplam eşdeğer deprem yükü (KN) X	90,81	595,86	630,784
Toplam eşdeğer deprem yükü (KN) Y	94,93	570,32	603,24

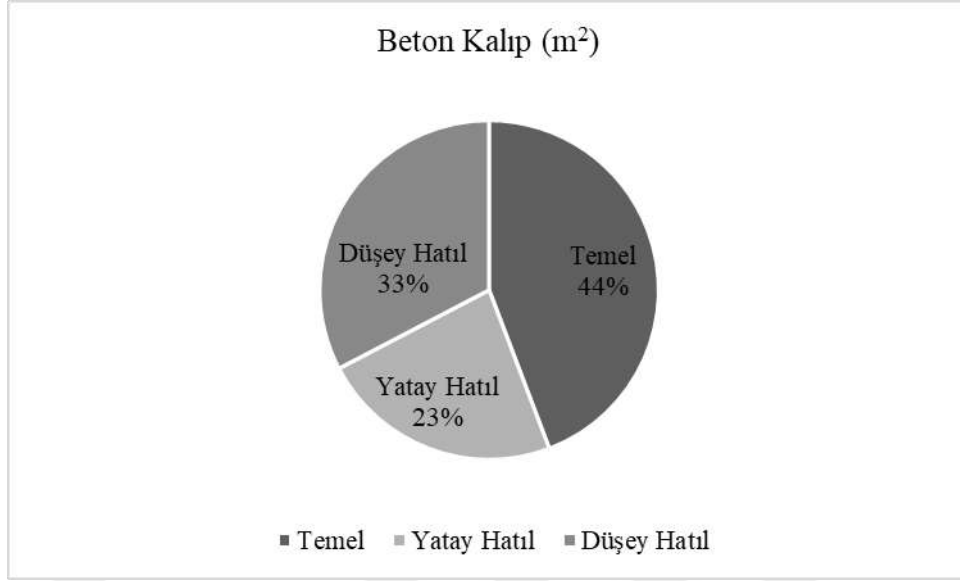
4.4.2 Metraj değerlendirmesi

İnsanlar geçmişten günümüze daima inşaata başlamadan önce "ne kadara mal olacağını" bilmek isterler. Maliyet tahmininin amacı, sınırlı kaynaklar kullanılarak gerekli hizmet veya ürün düzeyini en verimli şekilde sağlamak için gereken maliyeti belirlemektir. Verimlilik, işi tamamlamak için gereken maliyetlerin doğru bir şekilde tahmin edilmesi ve kabul edilebilir maliyet sınırları içinde etkin bir yönetim ile maksimize edilebilir. (Steward,1992).

Parametrik çalışmada yapılan her bir analiz sonucunda BDYY, ADYY ve BAY imalat için gerekli olan malzeme metrajları çıkartılmıştır. Her bir malzeme için yapı elemanları üzerinde malzeme oranı elde edilmiş, 2022 kurumlar tarafından verilen fiyat listelerine göre malzeme metrajları bulunmuş ve farklı yapı sistemlerin maliyetleri grafikler yardımıyla kıyaslamalar yapılmıştır.

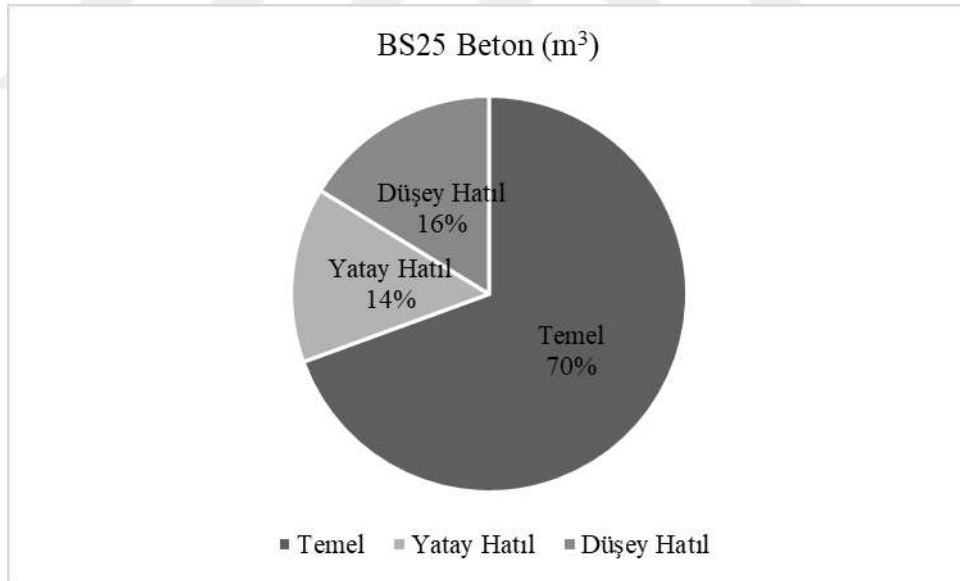
4.4.2.1 Ahşap döşemeli yığma yapı metraj değerlendirmesi

Ahşap döşemeli yığma yapıdan alınan metraj kalemleri: kalıp, beton, donatı, taş duvar ve ahşap döşeme olarak değerlendirilmiş. Kalıp metrajı üç yapı elemanları Şekil 4.12’de görüldüğü gibi bölünmüştür; temel; ($147\text{m}^2/44\%$), yatay hatıl; ($77\text{m}^2/23\%$), düşey hatıl; ($109\text{m}^2/33\%$).



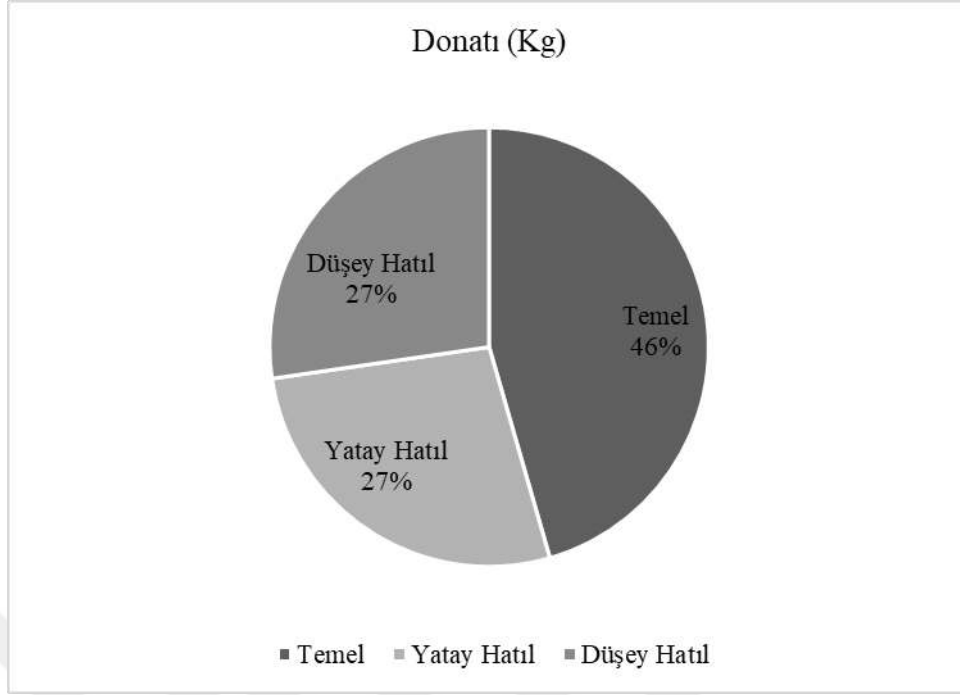
Şekil 4.12 ADYY kalıp metraj detayları

Hazır beton metrajı üç yapı elemanları Şekil 4.13'te görüldüğü gibi bölünmüştür; temel; (51,4 m³/70%), yatay hatıl; (10,6 m³/14%), düşey hatıl (12m³/16%).



Şekil 4.13 ADYY beton metraj detayları

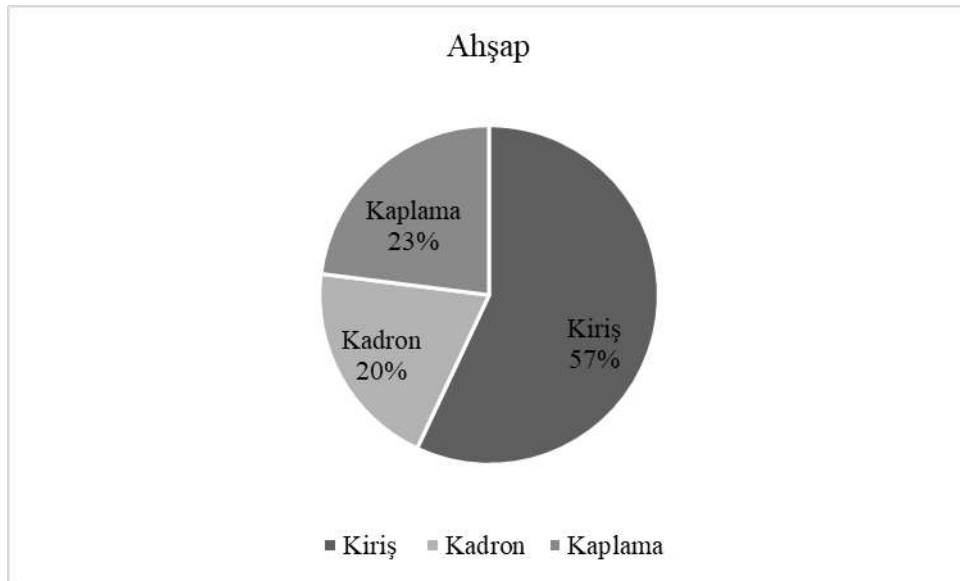
Betonarme donatı metrajı üç yapı elemanları Şekil 4.14'te görüldüğü gibi bölünmüştür; temel; (1,24 Ton/45,5%). yatay hatıl; (0,74 Ton/27,2%), düşey hatıl; (0,74Ton/27,3%).



Şekil 4.14 ADYY donatı metraj detayları

Donatı çapı Ø12; (1,65 Ton /60,8%) ve Ø8; (1,06 Ton/39,2%) olarak iki çap kullanılmıştır.

ADYY ahşap metrajı üç yapı elemanları Şekil 4.15'te görüldüğü gibi bölünmüştür; kiriş (d= 25cm); (57%), kadron (5*5 cm); (20%), kaplama (t=3 cm); (23%).

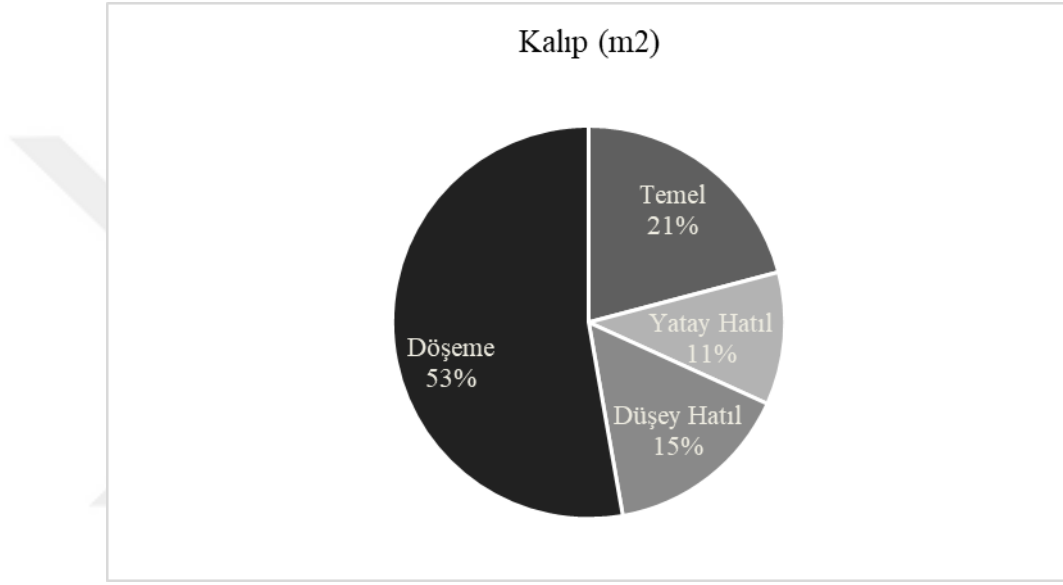


Şekil 4.15 ADYY ahşap metraj detayları

4.4.2.2 Betonarme döşemeli yığma yapı metraj değerlendirmesi

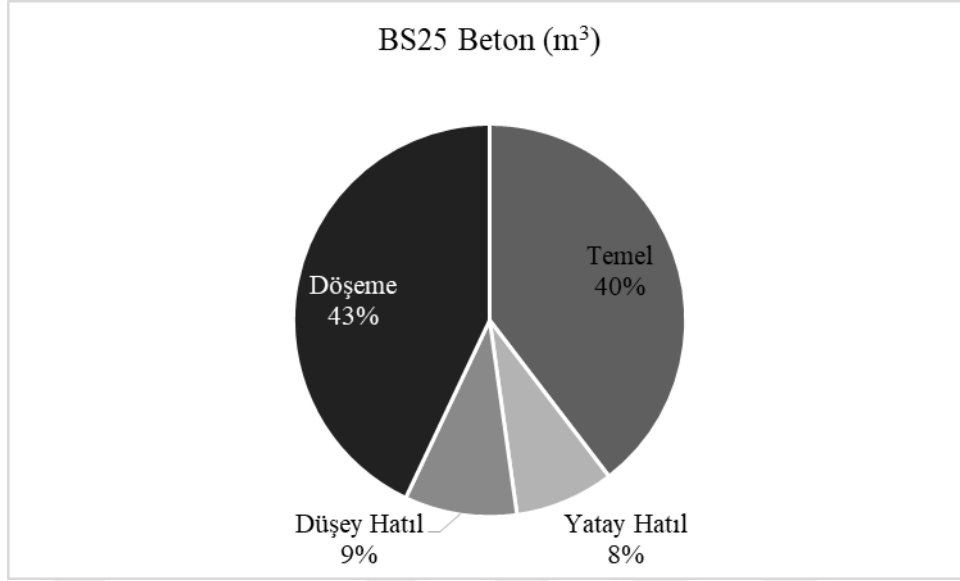
Betonarme döşemeli yığma yapıda alınan metraj kalemleri: kalıp, beton, donatı olarak değerlendirilmiştir.

Kalıp metrajı dört yapı elemanları Şekil 4.16'da görüldüğü gibi bölünmüştür; Döşemeler (371,03 m² / 53%), Temel (146,77m² / 21%), Yatay Hatıl (76,74m² / 11%), Düşey Hatıl (108,41 m² / 15%).



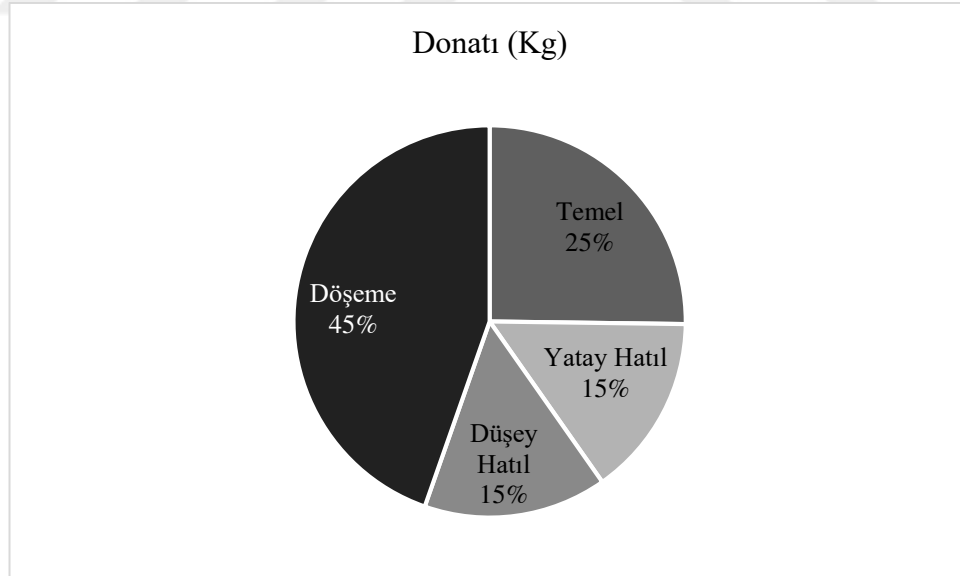
Şekil 4.16 BDYY kalıp metraj detayları

Hazır beton metrajı yapı elemanları Şekil 4.17'de görüldüğü gibi bölünmüştür; Döşemeler (55,72 m³ / 43%), Temel (51,37 m³ / 40%), Yatay Hatıl(10,6 m³ / 8%), Düşey Hatıl (12,02 m³ / 9%).



Şekil 4.17 BDYY beton metraj detayları

Betonarme donatı metrajı dört yapı elemanları Şekil 4.18’de görüldüğü gibi bölünmüştür; Döşemeler (2,2 Ton / 45%), Temel (1,2Ton / 25%), Yatay Hatıl(0,7 Ton / 15%), Düşey Hatıl (0,7Ton / 15%).

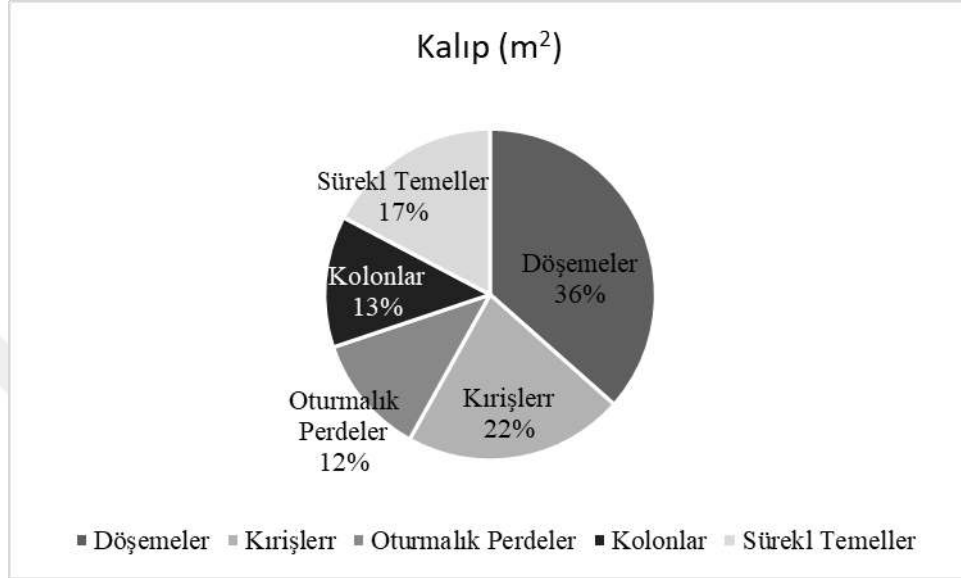


Şekil 4.18 BDYY donatı metraj detayları

4.4.2.3 Betonarme yapı metraj değerlendirmesi

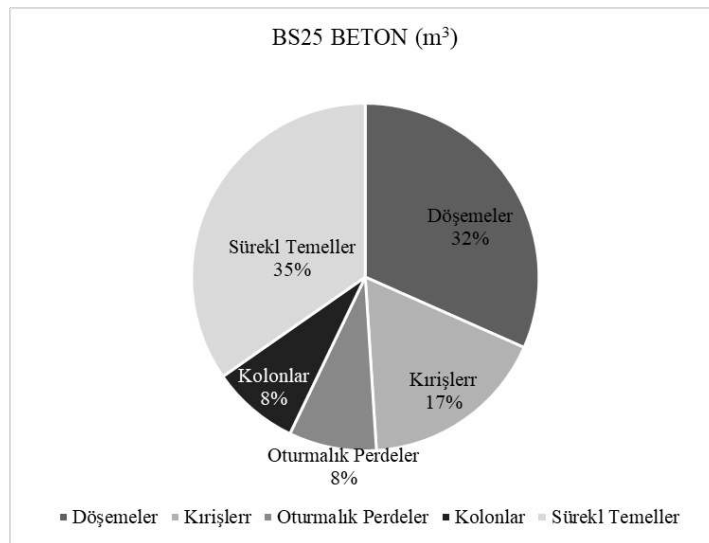
Betonarme yapıdan alınan metraj kalemleri: Kalıp, beton, donatı olarak değerlendirilmiştir.

Kalıp metrajı beş yapı elemanları Şekil 4.19’da görüldüğü gibi bölünmüştür; Döşemeler (413,28m² /36,5%), kirişler (243,77 m² /21,6%), perdeler (133,12m²/11,8%) kolonlar (145,37m²/12,9%) sürekli Temel (195,64 m²/ 17,3%).



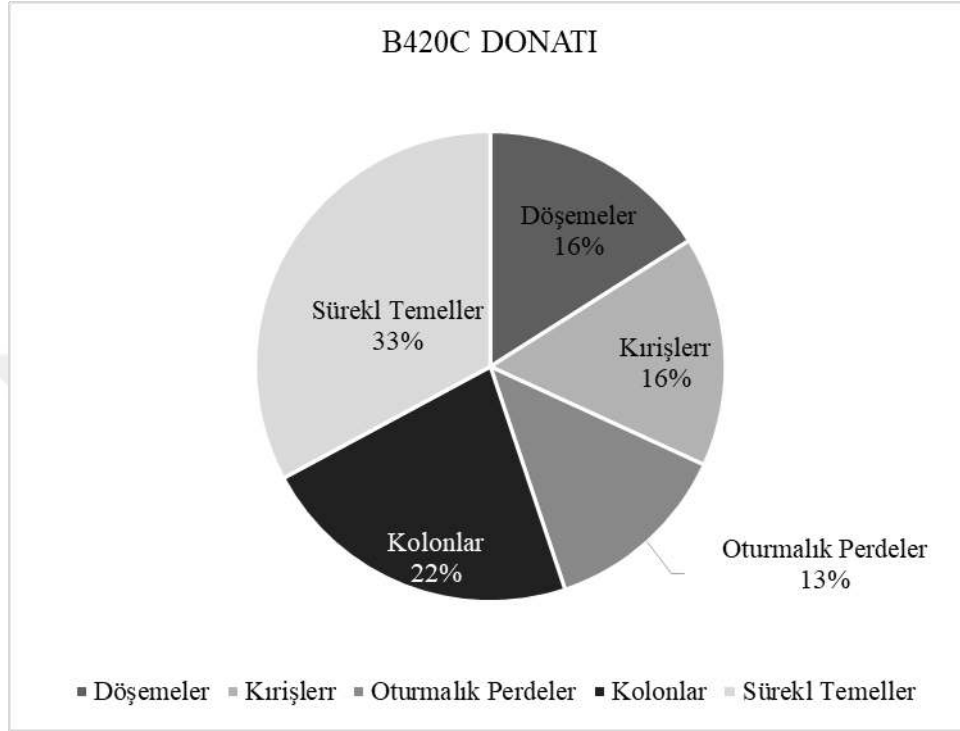
Şekil 4.19 BAY kalıp metraj detayları

Hazır beton metrajı beş yapı elemanları Şekil 4.20’de görüldüğü gibi bölünmüştür; Döşemeler (62m³ / 31,6%), kirişler (34 m³ /17,2%), perdeler (15,8m³/8,1%) kolonlar (16,1m³/8,2%) sürekli Temel (68 m³/34,9 %).



Şekil 4.20 BAY beton metraj detayları

Betonarme donatı metrajı beş yapı elemanları Şekil 4.21’de görüldüğü gibi bölünmüştür; Döşemeler (3,03Ton/16%), kirişler (3 Ton/15,9%), perdeler (2,46 Ton / 13%) kolonlar (4,22Ton / 22,3%) sürekli Temel (6,22 Ton / 32,9%).



Şekil 4.21 BAY donatı metraj detayları

4.4.2.4 Yapının birim alana bağlı yaklaşık metraj değerleri

Pratik hesaplamalar esas olmak üzere, yatay ve düşey hatıl, taş duvar ve ahşap döşeme özellikleri ile ahşap döşemeli yığma yapılar için yapı birim alanı için tahmin edilen yaklaşık metraj birim ölçüleri Tablo 4.16’da verilmiştir. Her bir imalat cinsi için elde edilen toplam metraj miktarının binanın toplam alanına bölünerek metrekare başına düşen yaklaşık birim metraj değerleri elde edilmiştir. Fakat bu elde edilen değerler bu binaya has olmakla beraber başka bir binanın yapımında da kendilerinden yararlanılabilir.

Tablo 4.16 ADYY yaklaşık metraj birim ölçüleri

İmalat Cinsi	Yaklaşık metraj birim
Beton Kalıp	0,586446 (m ²)/(m ²)
Beton	0,13072 (m ³)/(m ²)
Donatı	4,792171 (Kg)/(m ²)
Taş Duvarı	0,22183 (m ³)/(m ²)
Ahşap Yuvarlak Kirişli Döşeme	0,820316 (m ²)/(m ²)

Pratik hesaplamaya esas olmak üzere yatay ve düşey hatıl, taş duvar ve betonarme döşeme özellikleriyle betonarme döşemeli yığma yapılar için yapı birim alanına tahmin edilen yaklaşık metraj birim ölçüleri Tablo 4.17’de verilmiştir. Her bir imalat cinsi için elde edilen toplam metraj miktarının binanın toplam alanına bölünerek metrekaşe başına düşen yaklaşık birim metraj değerleri elde edilmiştir. Fakat bu elde edilen değerler bu binaya has olmakla beraber başka bir binanın yapımında da kendilerinden yararlanılabilir.

Tablo 4.17 BDYY yaklaşık metraj birim ölçüleri

İmalat Cinsi	Yaklaşık metraj birim
Beton Kalıp	1,24 (m ²)/(m ²)
Beton	0, (m ³)/(m ²)
Donatı	33,44 (Kg)/(m ²)
Taş Duvarı	0,22183 (m ³)/(m ²)

Pratik hesaplamaya esas olmak üzere betonarme yapı için yapı birim alanına tahmin eden yaklaşık metraj birim ölçüleri Tablo 4.18’de verilmiştir. Her bir imalat cinsi için elde edilen toplam metraj miktarının binanın toplam alanına bölünerek metrekaşe başına düşen yaklaşık birim metraj değerleri elde edilmiştir. Fakat bu elde edilen değerler bu binaya has olmakla beraber başka bir binanın yapımında da kendilerinden yararlanılabilir.

Tablo 4.18 BAY yaklaşık metraj birim ölçüleri

İmalat Cinsi	Yaklaşık metraj birim
Beton Kalıp	2 (m ²)/(m ²)
Beton	0,35 (m ³)/(m ²)
Donatı	33,44 (Kg)/(m ²)

4.4.3 Maliyet değerlendirmesi

4.4.3.1 Ahşap döşemeli yığma yapı maliyet değerlendirmesi

Kalıp, hazır beton ve donatı metrajları ve Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı’na ait İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları 2022’ye göre birim maliyetlerle çarpılarak Tablo 4.19’da sunulmuştur.

Tablo 4.19 ADYY kalıp, beton ve donatı maliyet detayları

Beton Kalıp (m²)						
Poz Adı	Miktar		Birim	Fiyat(TL)	Toplam	
Temel	146,7721	(m ²)	×	124.34	= 18249.65	(TL)
Yatay Hatıl	76,74442	(m ²)	×	124.34	= 9542.401	(TL)
Düşey Hatıl	108,412	(m ²)	×	124.34	= 13479.95	(TL)
Toplam	331,9286	(m ²)	×	124.34	= 41272	(TL)
BS25 Beton (m³)						
Poz Adı	Miktar					
Temel	51,3695	(m ³)				
Yatay Hatıl	10,596	(m ³)				
Düşey Hatıl	12,02175	(m ³)	Birim	Fiyat(TL)	Toplam	
Toplam	73,98725	(m ³)	×	500	= 36993.63	(TL)
Donatı (Kg)						
Poz Adı	Miktar					
	Ø12	Ø 8				
Temel	781,99056	453,0454				
Yatay Hatıl	435,564	301,3925				
Düşey Hatıl	431,568	308,8084	Birim	Fiyat(TL)		
Toplam		2712,369	×	9.1	= 24682.56	(TL)

Taş duvar metrajı Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı'na ait 2022 yılı birim fiyat listesine göre birim maliyetlerle çarpılarak Tablo 4.20'de sunulmuştur.

Tablo 4.20 ADYY taş duvar maliyeti

Kesme Taş Duvarı (Diyarbakır Bazalt Taşı) (m ³)			Birim	Fiyat		
			(TL)			
Toplam	125,5558	m ³	×	927.45	=	116446.7 (TL)

Ahşap yuvarlak kirişli döşeme metrajı 2022 yılı Kültür ve Turizm Bakanlığı, Vakıflar Genel Müdürlüğü'ne ait birim fiyat eki listesine göre birim maliyetlerle çarpılarak Tablo 4.21'de sunulmuştur.

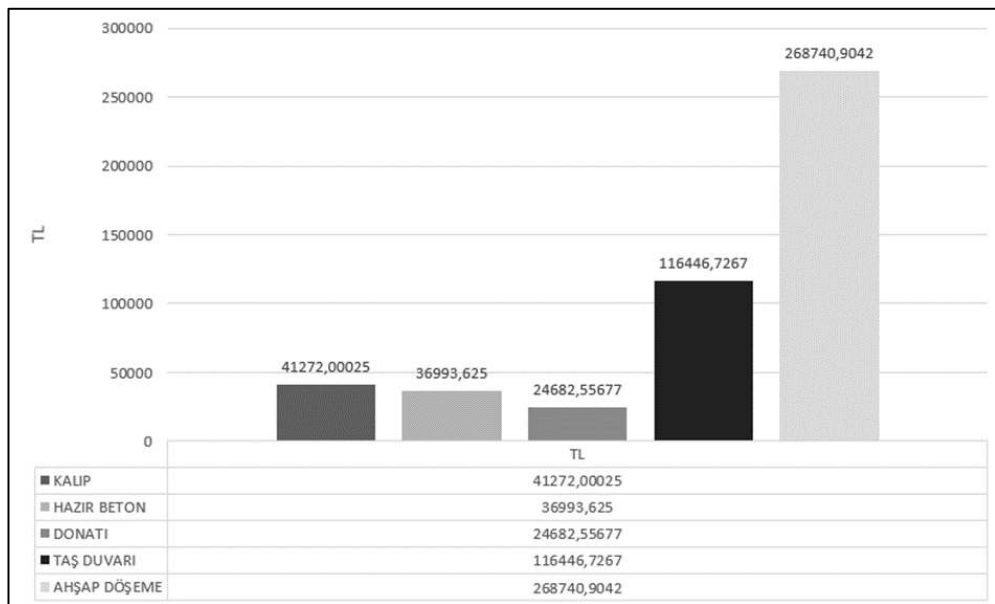
Tablo 4.21 ADYY ahşap döşeme maliyeti

Ahşap Yuvarlak Kirişli Döşeme (m ²)			Birim Fiyat(TL)	
Toplam		464,299	×	578.81 = 268740.9 (TL)

Ahşap döşemeli yığma yapı toplam maliyeti Tablo 4.22’de sunulmuştur. Yığma yapı maliyet dağılımı Şekil 4.22’de sunulmuştur.

Tablo 4.22 ADYY toplam maliyeti

Poz Adı	Miktar	Birim Fiyat(TL)	Toplam
Beton Kalıp	331,9286 (m ²)	×	124.34 = 41272 (TL)
Bs25 Beton Donatı	73,98725 (m ³)	×	500 = 36993.63 (TL)
Taş Duvarı	125,5558 (m ³)	×	927.45 = 116446.7 (TL)
Ahşap Yuvarlak Kirişli Döşeme	464,299 (m ²)	×	578.81 = 268740.9 (TL)
Genel toplam			= 488135.8 (TL)



Şekil 4.22 Ahşap döşemeli yığma yapı maliyet detayları

4.4.3.2 Betonarme döşemeli yığma yapı maliyet değerlendirmesi

Kalıp, hazır beton ve donatı metrajları ve Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı'na ait İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları 2022'ye göre birim maliyetlerle çarpılarak Tablo 4.23'te sunulmuştur.

Tablo 4.23 BDYY kalıp, beton ve donatı maliyet detayları

Kalıp (M ²)					
Poz Adı	Miktar	Birim Fiyat(Tl)		Toplam	
Temel	146,7721	×	124.34	=	18249.6 (Tl)
Yatay Hatıl	76,74442	×	124.34	=	9542.4 (Tl)
Düşey Hatıl	108,412	×	124.34	=	13480 (Tl)
Döşeme	371,0339	×	124.34	=	46134.4 (Tl)
Genel Toplam	703	×	124.34	=	87411 (Tl)
BS25 Beton (m ³)					
Poz Adı	Miktar	Birim Fiyat(Tl)		Toplam	
Temel	51,3695	×	500	=	25684.75 (Tl)
Yatay Hatıl	10,596	×	500	=	5298 (Tl)
Düşey Hatıl	12,02175	×	500	=	6010.875 (Tl)
Döşeme	55,71588	×	500	=	27857.94 (Tl)
Genel Toplam	129,7031	×	500	=	64851.57 (Tl)
Donatı (Kg)					
Poz Adı	Miktar				
	Ø 12	Ø 8			
Temel	781,9906	453,0454			
Yatay Hatıl	435,564	301,3925			
Düşey Hatıl	431,568	308,8084			
Döşeme	0	2186,168	Birim Fiyat(TL)		
Toplam	4898,537		×	9.1	= 44576.68 (TL)

Taş duvar metrajı Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı'na ait 2022 yılı birim fiyat listesine göre birim maliyetlerle çarpılarak Tablo 4.24'te sunulmuştur.

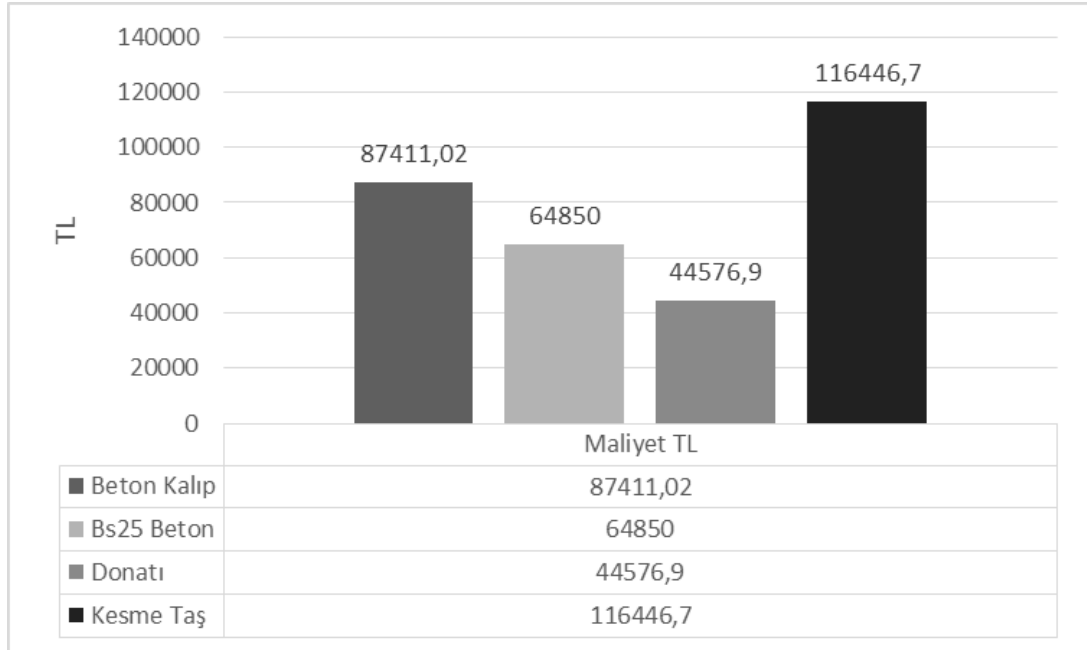
Tablo 4.24 BDYY taş duvar maliyeti

Kesme Taş Duvarı (Diyarbakır Bazalt Taşı) (m ³)		Birim Fiyat (TL)			
Toplam	125,5558	m ³	×	927.45	= 116446.7 (TL)

Betonarme döşemeli tıgma yapı toplam maliyeti Tablo 4.25'te sunulmuştur, Betonarme yapı maliyet dağılımı Şekil 4.23'te sunulmuştur.

Tablo 4.25 BDYY toplam maliyeti

Poz Adı	Miktar			Birim Fiyat (TL)		Toplam
Beton Kalıp	703	(m ²)	×	124.34	=	87411.02 (TL)
Bs25 Beton	129,7	(m ³)	×	500	=	64850 (TL)
Donatı	4898,56	(Kg)	×	9.1	=	44576.9 (TL)
Kesme Taş	125,5558	(m ³)	×	927.45	=	116446.7 (TL)
Genel Toplam						313284.6 (TL)



Şekil 4.23 Betonarme döşemeli yığma yapı maliyet detayları

4.4.3.3 Betonarme yapı maliyet değerlendirmesi

Kalıp, hazır beton ve donatı metrajları ve Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı'na ait İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları 2022'ye göre birim maliyetlerle çarpılarak Tablo 4.26'da sunulmuştur.

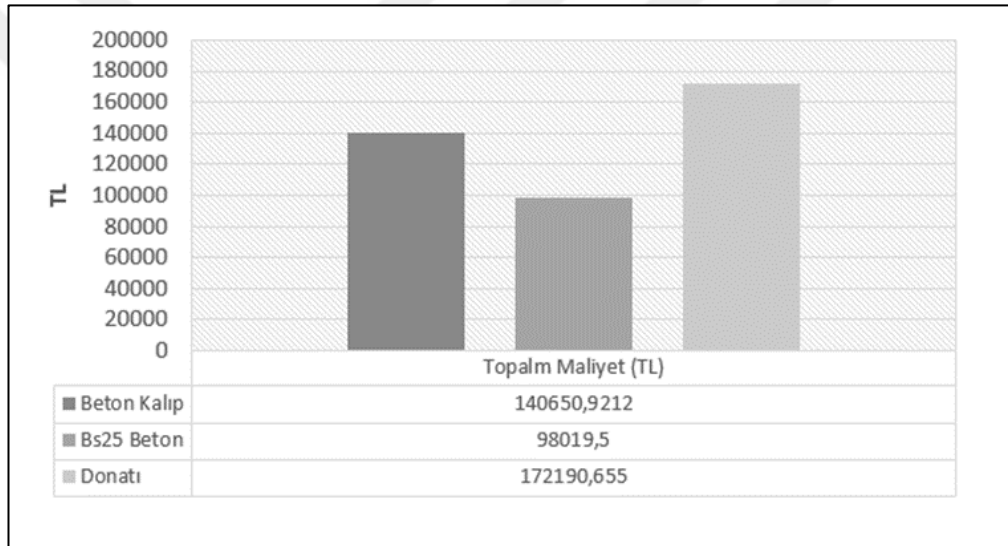
Tablo 4.26 BAY kalıp, beton ve donatı maliyet detayları

Kalıp (M ²)						
Poz Adı	Miktar		Birim Fiyat(Tl)		Toplam	
Döşemeler	413,28	×	124.34	=	51387.24	(Tl)
Kırırlerr	243,77	×	124.34	=	30310.36	(Tl)
Perdeler	133,12	×	124.34	=	16552.14	(Tl)
Kolonlar	145,37	×	124.34	=	18075.31	(Tl)
Sürekli Temeller	195,64	×	124.34	=	24325.88	(Tl)
Genel Toplam	1131,18	×	124.34	=	140650.9	(Tl)
BS25 BETON (m ³)						
Poz Adı	Miktar		Birim Fiyat(Tl)		Toplam	
Döşemeler	62	×	500	=	30996.5	(Tl)
Kırırlerr	34	×	500	=	16828.5	(Tl)
Perdeler	16	×	500	=	7898.5	(Tl)
Kolonlar	16	×	500	=	8060	(Tl)
Sürekli Temeller	68	×	500	=	34236.5	(Tl)
Genel Toplam	196	×	500	=	98019.5	(Tl)
B420C DONATI						
Poz Adı	Miktar		Birim Fiyat(Tl)		Toplam	
b420c donatı (ince)	12403,42	×	500	=	30996.5	(Tl)
b420c donatı (kalın)	6518,63	×	500	=	16828.5	(Tl)
b420c donatı (toplam)	18922,05	×	500	=	172190.7	(Tl)

Betonarme yapı toplam maliyeti Tablo 4.27'de sunulmuştur, betonarme yapı maliyet dağılımı Şekil 4.24'te sunulmuştur.

Tablo 4.27 Betonarme yapı toplam maliyeti

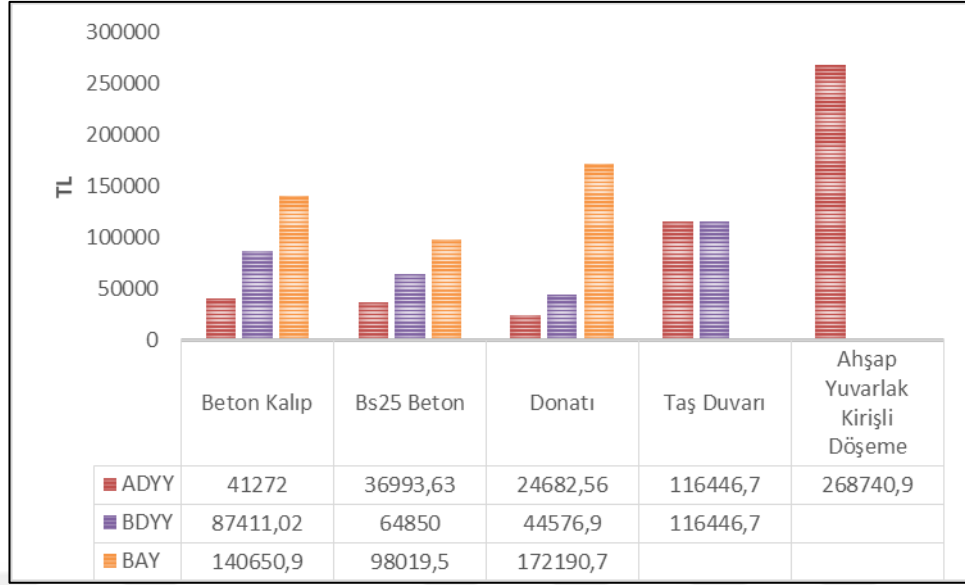
Poz Adı	Miktar	Birim	Fiyat(Tl)	Toplam
Beton Kalıp	1131,18	(M ²)	× 124.34	= 140650.9 (Tl)
Bs25 Beton	196	(M ³)	× 500	= 98019.5 (Tl)
Donatı	18922,05	(Kg)	× 9.1	= 172190.7 (Tl)
Genel Toplam				= 410861.08 (Tl)



Şekil 4.24 BAY maliyet detayları

4.4.3.4 Maliyet karşılaştırması

Aynı inşaat alanı sahip yığma yapılar ve betonarme yapı modelleri için malzeme bazında yapılan analizler neticesinde elde edilen maliyet değişim grafiği Şekil 4.25'te sunulmuştur.



Şekil 4.25 Seçilen yapı sistemlerine maliyet değişim grafiği

4.4.3.5 İnşaat yaklaşık maliyet analiz yöntem karşılaştırması

Yapı yaklaşık maliyeti, yapılması planlanan inşaatın projelerinin hazırlanmasından önce tahmin edilen parametreler veya ön proje yapılırken açığa çıkan verilere göre hesaplanan maliyettir. Bina yaklaşık maliyeti hesaplanırken kullanılan değerler, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan 2022 yılına ait Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ belgesinde belirtilen değerlerdir.

Yapı Yaklaşık Maliyet TL= Bina Toplam Alanı m^2 × Yapı Yaklaşık Birim Maliyeti TL/ m^2 .

2022 yılına ait yapı yaklaşık birim maliyetleri üçüncü sınıf a grup konut için yapı yaklaşık birim maliyeti 2250.00 TL/ m^2 verilmiştir, 566 m^2 alanı sahip bir konut için 1273500 TL'lik bir maliyet denk gelmektedir. Diğer taraftan ADYY, BDYY ve BAY modellerin 1 metrelik maliyetleri bakarak;

ADYY birim maliyeti;

Birim Maliyeti TL/m = Yapı Yaklaşık Maliyet TL / Bina Toplam Alanı m^2

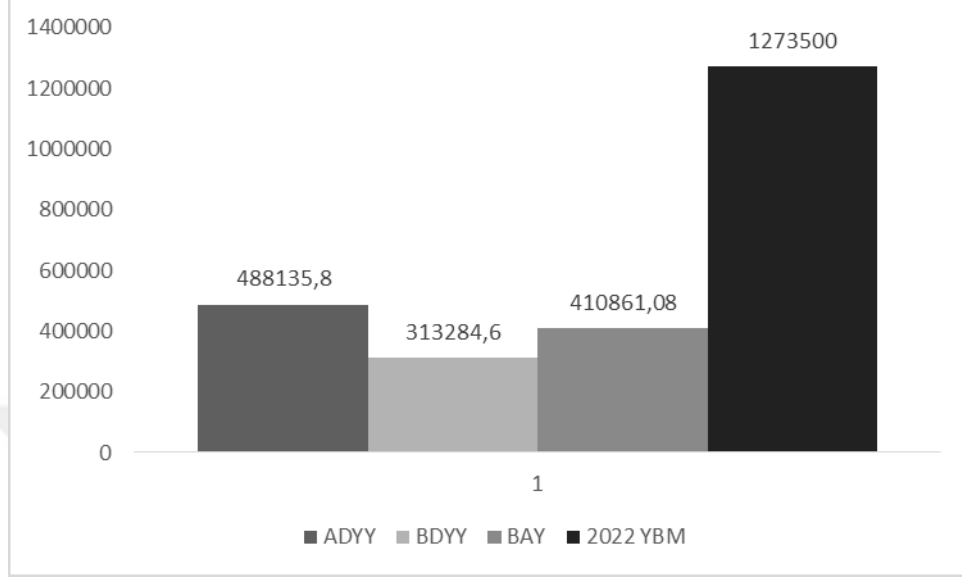
488136 TL / 566 m^2 = 862.43 TL/ m^2 . ADYY birim maliyeti:

313285 TL / 566 m^2 = 553.51 TL/ m^2 . Betonarme Yapı Birim Maliyeti:

410861TL / 566 m^2 = 725.9 TL/ m^2 .

Anacak modellere ait maliyet değerleri sadece kaba inşaat maliyeti temsil etmektedir. 2022 yılına ait yapı yaklaşık birim maliyetleri ve hesaplanan ADYY, BDYY ve BAY

modelleri 566 m² inşaat alanı için toplam maliyet karşılaştırması Şekil 4.26’da sunulmuştur.



Şekil 4.26 566 m² inşaat alanı için toplam maliyet karşılaştırması

4.4.3.6 Döşeme türüne göre maliyet değişimi

ADYY modelinde ahşap döşeme maliyeti : $464,299(\text{m}^2) \times 578.81 = 268,740.9$ (TL)

BDYY modelinde 12cm’lik döşeme maliyeti:

Döşeme kalıbı	371,0339	×	124.34	=	46134.4	(TL)
Döşeme betonu	55,71588	×	500	=	27857.9	(TL)
Döşeme donatısı	2186,168	×	9.1	=	19894.4	(TL)

Toplam maliyet: 93886.7 (TL)

BAY modelinde 15cm’lik döşeme maliyeti:

Döşeme kalıbı	413,28	×	124.34	=	51387.24	(TL)
Döşeme betonu	62	×	500	=	30996.5	(TL)
Döşeme donatısı	3033,02	×	9.1	=	27600.5	(TL)

Toplam maliyet: 109984.24 (TL)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde Türkiye’de inşaat alanında en fazla kullanılan betonarme sistemlerin yanında yığma ve ahşap sistemlerin de tasarım ilkelerini ve uygulanma tekniklerini iyi bilinmek şarttır. Aynı kat sayısı ve kat planına sahip ancak farklı taşıyıcı sistem ile tasarlanacak olan örnek bir yapı için elde edilen sonuçlar doğrultusunda yapısal ve maliyet analizi yapılmıştır. Şimdiye kadar bu kriterlerle yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle elde edilen sonuçlar, tasarımcılara faydalı olacaktır.

Tez kapsamında yapılan araştırmalar, farklı parametrelere sahip modellerin çözümü ve maliyet analizlerinden elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir. Elde edilen parametrik sonuçlara göre, ahşap döşemeli yığma yapı ve betonarme döşemeli yığma yapı arasında yük açısından değişiklik görüldü. Üst katta (1. kat) ahşap döşemeli yığma yapıda, ahşap levha üzerine gelen yalıtım tabakalarından kaynaklayan ağırlık, betonarme plak döşemesine kıyasla ciddi oranda bir artış göstermiştir.

Döşeme yükleri arasındaki fark ile depremden kaynaklı, katlara etki eden yük oranları, kat ağırlıkları ile doğru orantılı olduğu için ahşap döşemeli yığma yapıda zemin kata etki eden yük 227,16 ton olup depremde kaynaklanan yüklerin %38’inden etkilenmektedir. 1. Kat ağırlığı 184,44 ton olup toplam deprem etkisinin %62’sinden etkilenmektedir. Betonarme döşemeli yığma yapıda, zemin kat 303,42 ton olup deprem etkisinin %50’sinden etkilenmekte ve 1. Kat ağırlığı 145,65 ton olup toplam deprem etkisinin %50’sinden etkilenmektedir.

Ahşap ve betonarme döşemeli yığma yapılar X ve Y yönlerde Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) 2,5 alındığı için benzer betonarme yapılara göre en az 3 kat daha fazla tasarım deprem yük alınır. Yığma yapı toplam maliyetinin, alan olarak özdeş ve tek bir mimari plana sahip betonarme yapıların toplam maliyetini aştığı tespit edilmiştir. Ahşap döşemeli yığma yapının toplam maliyeti göz önüne alındığında, ahşap döşeme maliyetinin, toplam maliyetin %55’ini aşması ile maliyet olarak betonarme döşemeli yığma yapı ve betonarme yapı üzerinde en büyük etken olduğu tespit edilmiştir. Beton malzemesinin maliyetiyle ilgili olarak, betonarme yapının yığma yapıdan 2,5 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Beton kalıpların maliyetiyle ilgili, betonarme yapının

yığma yapıdan 3,5 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Betonarme donatı maliyetiyle ilgili, betonarme yapının yığma yapıdan 7 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Kalıp giderlerinin yapı maliyetinde önemli kalemlerden biri olması sebebiyle ekonomikliği göz önünde bulundurularak seçim yapılmalıdır.



KAYNAKLAR

- Akan, A. E., Özen, Ö. (2005). Bursa Yeşil Türbe'nin Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Deprem Analizi Deprem Sempozyumu, 758-762. Kocaeli.
- Akdeniz, Ö. (2011). Tarihi Yapıların Lineer Olmayan Dinamik Analizi. (Yüksek Lisans Tezi). Fırat üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 88s, Elazığ.
- Akansel, V, vd., (2013). Antalya'daki Yığma Binaların Özelliklerinin Deprem Performansı Açısından Analitik Olarak Değerlendirilmesi, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay.
- Aras, M, vd., (2015). Yığma Eğitim Binalarının İncelenmesi "Bilecik Örneği", Sekizinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı 1323-1390. İstanbul.
- Arun, G. (2005). Yığma Kâgir Yapı Davranışı, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştay.
- Atabey, İ., İ. ve Kanıt, R. (2014). Yığma Bir Okul Binasının Deprem Performans Analizi. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 13, 1-11.
- Ay, Z., vd., (2012). Yığma Yapıların Yapısal Davranışının İncelenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknik Dergisi*, 2, 41-53.
- Aygün, H. (2007). Farklı Döşeme Sistemlerine Sahip Çok Katlı Betonarme Binaların Dinamik Davranışlarının İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul teknik üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayyıldız, D. (2009). Deprem ve Döşeme Parametrelerinin Yapı Maliyetine Etkilerinin Yönetmeliklere Göre Karşılaştırılarak İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bayülke, N. (1992). Yığma Yapılar, TC İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Bayülke, N. (1998). Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, Yayın No: 27, 245s, İzmir.
- Bayülke, N. (2001). Depreme Dayanıklı Betonarme Ve Yığma Yapı Tasarımı, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 261, İzmir.
- Bayülke, N. (2011). Yığma Yapıların Deprem Davranışı ve Güvenliği, Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 11-14 Ekim 2011, Ankara.
- Bostancıoğlu, E. (1999). Ön Tasarım Evresinde Maliyeti Etkileyen Faktörler ve Faktörlere Dayalı Bir Maliyet Tahmin Modeli, (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul teknik üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y. (1981). Orman Ürünlerinden Faydalanma. İstanbul üniversitesi Orman Fakültesi.
- Can, Ö. ve Yıldızoğlu, H. (2018). Yığma Binalarda Deprem Performansının Belirlenmesi (Bayburt Korkut Ata Lisesi Örneği), *Gümüşhane Üniversitesi Fen*

Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8, 372-380.

Can, Ö. (2019). Ahşap Döşemeli Geleneksel Bayburt Evinin Deprem Performansının Belirlenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7, 369-382.

Celep, Z. (2016). İnşaat Mühendislerinin “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hk. Esaslar” (2007) Yönetmeliği ile ilgili Eğitimi.

Çarhoğlu, A. I. ve Korkmaz, K. A. (2013). Mevcut Yığma Bir Yapının Deprem Davranışının Değerlendirilmesi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 2, 1-11.

Çelik, L. Y. (2005). Türkiye’de İnşaat Sektöründe Maliyet Tahmin Yöntemleri.(Yüksek Lisans Tezi). İstanbul teknik üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Demirel, I., vd., (2011). Tuğla Yığma Yapıların Performans Esaslı Değerlendirilmesi İçin Doğrusal Olmayan Çerçeve Modeli, 1.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara.

Dr. Sabit Tuncel (2016). <http://www.sabittuncel.com/ahsapsandik/teknikbilgiler/>. Erişim tarihi: 12 Mars 2021

Dymiotis, C., Gutlederer, B. M. (2002). Allowing For Uncertainties In The Modelling of Masonry Compressive Strength, *Construction and Building Materials*, 16, 443-452.

Gözü, u.g. (1995). İnşaat Metraj ve Keşif İşlemi, Bilim Yayınları.

Günaydin, M. (2019). Seismic Performance Evaluation of A Fire-Exposed Historical Structure Using An Updated Finite Element Model, *Engineering Failure Analysis*, 106, 104149.

Hüsni, C., vd., (2012). Düzensiz Geometrik Şekile Sahip Tarihi Yığma Binaların Sismik Davranışı, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 27.

Jafarov, O., Köksal, H. O., Doran, B., Karakoç, C. J. S. (2012). An Investigation On The Nonlinear Behavior of Unreinforced Masonry Walls, 30, 133-143.

Kamanlı, M., vd., (2019). TBDY 2018’e Göre Tarihi Sille Ak CAMii’nin Statik Analizi, *Selçuk-Teknik Dergisi*, 18, 134-151.

Kanca, A. G. (2004). Yığma Yapıların Depreme Karşı Dayanımları Beyoğlu Postane Hizmet Binası ve Beyoğlu Han Binası,(Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Karaşin, A. ve Öncü, M. (2009). Çok Katlı Yığma Binaların Deprem Güvenliklerinin Değerlendirilmesi. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 8, 63-67.

Köksal, H. O., vd., (2004) Nonlinear Modeling of Concentrically Loaded Reinforced Blockwork Masonry Columns, *Canadian Journal of Civil Engineering*, 31, 1012-1023.

Krstevska, L., vd., (2007). Evaluation of Seismic Behavior of Historical Monuments SHH07 International Symposium on Studies on Historical Heritage Symposium

Book, Antalya, 411-418.

Kuruoğlu, M. (2003). İnşaatçılar İçin Yeni İhale Düzeninde Pratik Teklif Fiyatı Belirleme Yöntemi, İstanbul Ticaret Odası.

Kuruşcu, A. (2012). Yığma Duvar ve Temellerde Doğrusal Olmayan Modelleme. (Doktora Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Mumyalmaz, Y. A. (2015). Tarihi Yapıların Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi ve Gedik Ahmet Paşa Camii Örneği, (Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.

Nesbitt, K. (1996). Theorizing a New Agenda for Architecture:: An Anthology of Architectural Theory 1965-1995: Princeton Architectural Press.

Öztaş, V. (2009), Yığma Yapıların Güçlendirilmesi ve Bir Yığma Yapı Örneğinde Güçlendirme Analizi, (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Phaobunjong, K. (2002). Parametric Cost Estimating Model for Conceptual Estimating of Building Construction Projects, Faculty of Graduate School of Texas at Austin, USA.

Pantò, B., Cannizzaro, F., Caddemi, S., Calì, I. (2016) 3D Macro-Element Modelling Approach For Seismic Assessment of Historical Masonry Churches, *Advances in Engineering Software*, 97, 40-59.

Saner, C. (1993). 4-8 Katlı Konut Yapılarında Taşıyıcı Sistem Maliyetini Tahmine Yönelik Bir Yaklaşım Önerisi.(Yüksek Lisans Tezi). İstanbul teknik üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Selim, H. H., vd., (2018). Kadıköy (İstanbul)'de Yığma Bir Binanın Deprem Riskinin Belirlenmesi. *Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*, 17, 69-85.

Sepetçi, Ö. (2012). Edirne Kaleiçi'nde Yer Alan Erken 20. yy. Kamu Yapılarına Ait Taşıyıcı Sistemlerinin ve Yapı Malzeme Özelliklerinin İncelenmesi, (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Sepici, L.(2013). Göbekli Tepe, Sınır Ötesi Yayınları.

Smyrou, E., (2016). Kuşatılmış Yığma Yapıların Deprem Davranışı: 2011 Van Depremi Örneği. *Dicle Üniversite Mühendislik Dergisi*, 8, 453-461.

Stewart, D. (1991). Cost Estimating, 2d ed., Wiley, by permission of the publisher.

Şeker, B. Ş., Çakır, F., Doğançün, F., Durmuş, A. (2015). Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Tarihi Erzurum Lala Paşa Cami'nin Yapısal Davranışının İncelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21, 82-87.

Tanganelli, M., vd., (2018). Public Housing in Florence: Seismic Assessment of Masonry Buildings, *Procedia Structural Integrity*, 11, 266-273.

Topçu, G. (1989). Yapı Üretim Sürecinde Maliyete İlişkin İşlemler : Tahmin, Planlama, Kontrol, İ.T.Ü., İstanbul.

- TS EN 1467, 2012, Doğal Taşlar – Ham Bloklar – Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 771-3+A1, 2016, Kagir Birimler – Özellikleri – Bölüm 3: Beton Kagir Birimler, Türk Standartları Enstitüsü , Ankara.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 2018, Resmi Gazete, 18 Mart 2018, 30364 .
- Ünay, A. İ. (2002). Tarihi Yapıların Depreme Dayanımı, ÖDTÜ Mimarlık Fakültesi Basım İşbirliği.
- Yapısal .net (2014). <http://forum.yapisal.net/dosemeler/30472-asmolen-doseme-plakdoseme-maliyet-farki.html> . Erişim tarihi: 10 Aralık 2021
- Yazgan, İ. O. ve Ünay, A. İ. (2019). Bursa Yenişehir Sinan Paşa Külliyesi İmaretinin Sayısal Modellenmesi ve Yapısal Analizi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8, 1193-1203.
- Yücel, S., vd., (2015). Yığma Tiği Yapıların Deprem Etkisi Altında Aletsel Veri ve Hesaplamalara Göre Değerlendirilmesi, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, İzmir.
- Warszawski, A. (1984). Construction management program, *Jour-nal of Construction Engineering and Management*, 110(3), 297–310.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Khalaf, Murad

Eğitim Bilgileri

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Lisans	Dicle Üniversitesi	2018
Lise	Arabistan lisesi / Kamışlı Suriye	2011

İş Deneyimi

Dönem (Yıl)	Şirket / Kurum	Görev
2018 - 2021	Turkcell Global bilgi A.Ş	Müşteri hizmetleri
2021 -	Sağlıkta Genç Yaklaşımlar Derneği	Sağlık Aracısı

Yabancı Dil

İngilizce, Arapça

Yayınlar

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Özel İlgiler

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK BİLDİRİMİ FORMU

Öğrencinin Adı, Soyadı	Murad KHALAF		
Öğrenci No	18806007		
Ana Bilim Dalı	Yapı Mühendisliği		
Program Türü	Proje ☐	Yüksek Lisans ☒	Doktora ☐
Tez Danışmanı (Ünvanı, Adı, Soyadı)	Doç. Dr. A. Halim KARAŞİN		
(Varsa) II. Tez Danışmanı (Ünvanı, Adı, Soyadı)			
Tez Başlığı	FARKLI TAŞIYICI SİSTEMLERİN AZ KATLI KONUT YAPIMI İÇİN YAPISAL VE MALİYET AÇISINDAN İNCELENMESİ		
RAPOR BİLGİLERİ			
Raporlama Aşaması	Tez Savunma Sınavı Sonrası		
Sayfa Sayısı	85		
Raporlama Tarihi	20.06.2022		
Benzerlik Oranı (%)	24		

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışmamın toplam 85 sayfalık kısmına ilişkin, 20.06.2022 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından *Turnitin* isimli intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 24 olarak tespit edilmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

- ☐Başlangıç Bölümleri (Kabul ve Onay sayfası, Teşekkür sayfası, Özet/Abstract) hariç
☐Kaynaklar hariç
☐Alıntılar hariç/dâhil
☒Diğer (her şey dahil)

Tezimin benzerlik oranı, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İntihal Raporu Uygulama Esaslarında belirtilen üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır. Benzerlik oranım üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu bildirir, Gereğini arz ederim.

Öğrencinin Adı, Soyadı: Murad KHALAF

Tarih: 20.06.2022

İmza:

Danışman Adı, Soyadı: Doç. Dr. Abdülhalim KARAŞİN

Tarih: 20.06.2022

İmza:

Ana Bilim Dalı Başkanı Adı, Soyadı: Prof. Dr. Z. Fuat TOPRAK

Tarih: 20.06.2022

İmza: