

KONUT TÜRÜ BETONARME
BİNALARDA
AMAÇ DIŞI KULLANIM YÜKLERİNİN
TAŞIYICI SİSTEME ETKİLERİ

BÜLENT SABUNCU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

T.C.

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONUT TÜRÜ BETONARME BİNALARDA
AMAÇ DIŞI KULLANIM YÜKLERİNİN
TAŞIYICI SİSTEME ETKİLERİ

BÜLENT SABUNCU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŐMAN
YRD. DOÇ. DR. FAHRİ BİRİNCİ

SAMSUN 2005

T.C.

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 13/07/2005 tarihinde yapılan sınav ile İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı' nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof Dr. Turgut ÖZTÜRK

Üye : Prof. Dr. Azer A. KASIMZADE

Üye : Yrd. Doç. Dr. Fahri BİRİNCİ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

...../...../2005

Prof.Dr.A.Nur ONAR
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

KONUT TÜRÜ BETONARME BİNALARDA AMAÇ DIŞI KULLANIM YÜKLERİNİN TAŞIYICI SİSTEME ETKİLERİ

ÖZET

Bu çalışmada, tasarım yüklerinden daha büyük kullanım yüklerine(depolama nedeniyle) maruz betonarme binaların yeniden analizi ele alınmıştır. Seçilen örnek binalar üzerinde sayısal çözüm ve incelemeler yapılarak, taşıma kapasitelerinin durumu ile ilgili bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır. Sayısal incelemelerde, taşıyıcı sistem elemanlarının, yürürlükteki yönetmelikler çerçevesinde taşıma yeterliliğine sahip olup olmadığı, piyasada geçerliliğı kanıtlanmış bilgisayar programlarından yararlanılarak araştırılması amaçlanmıştır. Hesaplamalardaki giriş verileri, mevcut binanın projesindeki eleman boyutları ve karakteristik değerleri olarak kullanılmıştır.

Beş bölüm halinde sunulan bu çalışmanın birinci bölümünde, çalışmanın niteliklerini içeren genel bilgiler verilmiştir.

İkinci bölüm, mevcut betonarme binalarda, ilgili yönetmeliklerde belirtilen koşullara ve tasarım aşamasında ele alınması gereken konulara ayrılmıştır. Ayrıca depo olarak tasarlanan yapıların, tasarım yüklerinin belirlenmesi konusuna değinilmiştir. Mevcut betonarme yapılarda güvenliğı etkileyen faktörlerin irdelenmesi ve bu kapsamda, yapı elemanlarının yük etkisi altında davranış biçimlerine yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde, çalışmanın materyali ve metotla ilgili bilgiler verilmiştir. Konuyla ilgili yapılan araştırmalarda tespit edilen binaların yük nitelikleri ve bunlar arasından seçilen betonarme yapıların genel özellikleri ve sayısal çözümde kullanılan bilgiler sunulmuştur.

Dördüncü bölümde, seçilen binalara ait sayısal çözümler ve bunların değerlendirilmesi yapılmıştır. Örnek olarak seçilen üç farklı yapının, statik ve betonarme çözüm sonuçları, mevcut durumlarıyla karşılaştırılarak, yapı elemanlarının yetersiz olanları belirlenmiştir. Yapılar, proje yükleri altında ve ilave depolama yükleri gözönünde bulundurularak çözölmüş ve kesit veya donatı yönünden “yetersiz” olan elemanların olması gereken “yeterli” değerleri verilmiştir. Depolama yükleri nedeniyle oluşan ilave ağırlıkların, bina kütlelerinde ve dolayısıyla deprem kuvvetlerinde oluşturacağı olumsuz durumlar da belirtilmiştir.

Beşinci bölümde ise, bu çalışmada elde edilen sonuçların genel bir değerlendirmesi ve sonuçlara bağlı öneriler maddeler halinde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Tasarım yükleri, ilave yük, ilave kesit tesiri, depolama yükü, taşıyıcı sistem.

THE EFFECTS OF UNAIMED USAGE LOADS TO THE CARRIER SYSTEM IN REINFORCED CONCRETE RESIDENCE BUILDINGS

ABSTRACT

In this study, a new analysis of the reinforced concrete buildings, which are exposed to usage loads greater than the design loads, was dealt. By conducting numerical solutions and examinations on the selected sample buildings, it was tried to obtain informations about the condition of their carrying capacity. In the numerical solutions, it was aimed to investigate whether the members of carrier system have a carrying sufficiency or not according to existing codes by using computer programmes which are proved as valid in use. The introduction data in the estimations were used as characteristic values and dimensions of members of existing building.

In the first chapter of this study which is presented as five chapter, the general informations including the qualities of the study were given.

The second chapter includes the conditions defined in interested codes and the subjects which must be dealt in design stage in existing reinforced concrete buildings. The definition of the design loads of the buildings which are designed as warehouse were also mentioned. The factors effecting the safety in existing reinforced concrete buildings were examined and in this content, the behaviour forms of the structural elements under load effects were dealt.

In the third chapter, informations about the material and method were given. The load qualities of the buildings which were determined in the investigations about the subject and the general properties of selected reinforced concrete buildings among these buildings and the informations used in the numerical solutions were presented.

In the fourth chapter, the numerical solutions of the buildings chosen and their evaluations were done. The results of static and reinforced concrete solutions of three different buildings chosen were compared with their existing project and the insufficient structural elements were defined. The buildings first examined under design loads and also with storage loads. The “sufficient” values of the structural elements which are “insufficient” with respect to section and reinforcement were given. The

negative conditions in the seismic forces due to the building mass because of the additional forces became by the storage loads were determined.

In the fifth chapter, however, general evaluation of the results obtained in this study and the suggestions according to the results were presented as topics.

Keywords : Design loads, additional load, additional sectional influence, storage load, carrier system.

TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın hazırlanmasında, yardımları için Yrd. Doç. Dr. Fahri BİRİNCİ' ye, yüksek lisans öğrenimindeki destekleri için Prof. Dr. Mustafa KALMA' ya ve fedakarlıkları için Eőim Arzu SABUNCU' ya teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
SİMGE LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	2
2.1. Mevcut Betonarme Yapılarda Güvenliğin Belirlenmesi	2
2.1.1. Yapı Güvenliği	3
2.1.2. Malzeme Katsayıları	3
2.1.3. Yük Katsayıları	4
2.1.4. Yapı Elemanlarının Davranış Biçimleri Ve Yapı Güvenliğine Katkı Düzeyleri	4
2.1.4.1. Döşemeler	5
2.1.4.2. Kirişler	5
2.1.4.3. Kolonlar	5
2.1.4.4. Kiriş – Kolon Birleşim Bölgeleri	6
2.1.4.5. Perdeler	7
2.1.4.6. Temeller	8
2.2. Mevcut Betonarme Binaların Tasarımında Kullanılan Yükler	8
2.2.1. Ölü Yükler	10
2.2.2. Hareketli Yükler ve Yük Azaltması	10
2.3. Depolarda Döşeme Yüklerinin Tayini	12
2.3.1. Etkili Döşeme Yüklerinin Belirlenmesi	13
2.3.2. En Düşük Döşeme Yükleri	13

2.4. Deprem Yönetmeliğinde Yer Alan Genel Kurallar	14
2.4.1. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı	14
2.4.2. Yapı Sistemleri	16
3. MATERYAL VE METOT	18
3.1. Materyal	19
3.2. Metot.....	19
3.2.1 Alan Çalışması.....	20
3.2.2 Büro Çalışması.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1. İnşaat Malzemeleri Depolanan 4 Katlı Bina (Birinci Örnek Bina)...	25
4.2. İnşaat Malzemeleri Depolanan 7 Katlı Bina (İkinci Örnek Bina)....	31
4.3. Gübre Depolanan 7 Katlı Bina (Üçüncü Örnek Bina).....	36
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	40
5.1. Sonuçlar	40
5.2. Öneriler	41
KAYNAKLAR	42
EKLER	45
EKA.....	45
EK B.....	46
EK C.....	54
EK D.....	63
ÖZGEÇMİŞ	72

SİMGE LİSTESİ

A_o	:	Etkin Yer İvmesi Katsayısı
A_s	:	Donatı Alanı
b	:	Kolon Enkesit Genişliği
b_w	:	Kiriş Gövde Genişliği, Perde Gövde Kalınlığı
B_x, B_y	:	X ve Y doğrultusundaki döşeme boyutu
E	:	Deprem Yüğü
e_{jx}	:	j.döşeme parçasının kütle merkezi ile kaydırılmış kütle merkezi arasındaki mesafe
e_x, e_y	:	Eksantrisite (x ve y yönü)
F	:	Zorlama (Kuvvet)
f_{yk}	:	Boyuna Donatının Karakteristik Akma Dayanımı
G	:	Öz Ağırlık
h	:	Kolon Enkesit Yüksekliği
H_N	:	Toplam Yapı Yüksekliği
I	:	Yapı Önem Katsayısı
K_{LL}	:	Taşıyıcı Eleman Hareketli Yük Katsayısı (ASCE' de belirtilen)
Q	:	Hareketli Yük
R_a	:	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$V_a, V_{\ddot{u}}$:	Depremden Oluşan Alt ve Üst Kolon Kesme Kuvveti
V_t	:	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle Elde Edilen Bina Toplam Deprem Yüğü
V_{tb}	:	Bina Toplam Deprem Yüğü
W	:	Rüzgar Yüğü
α	:	Hareketli Yük Yüzde Eksiltme Değeri
β	:	Hareketli Yük Azaltma Değeri; Modal Analiz Min Yük Oranı
γ_{mc}	:	Betona Uygulanan Malzeme Katsayısı
γ_{ms}	:	Çeliğe Uygulanan Malzeme Katsayısı

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 : Betonarme çerçeve yapılarında zemin katta mafsallaşarak yıkılma	6
Şekil 2.2 : Çerçeve yapılarında kiriş ve kolon uçlarında mafsallaşma ile yıkılma	7
Şekil 2.3 : Perde temellerinde dönme sonucunda oluşan göçme mekanizması	8
Şekil 2.4 : Deprem kuvvetinin kaydırılmış kütle merkezine uygulanması	15
Şekil 2.5 : Kuşatılmış kiriş kolon birleşim bölgesi	17
Şekil 3.1 : Birinci örnek bina zemin kat mimari yerleşim planı	21
Şekil 3.2 : İkinci örnek bina zemin kat mimari yerleşim planı	22
Şekil 3.3 : Üçüncü örnek bina zemin kat mimari yerleşim planı	23
Şekil 4.1 : Birinci örnek bina bodrum kat kalıp planı ve depolama alanı	26
Şekil 4.2 : İkinci örnek bina bodrum kat kalıp planı ve depolama alanı	32
Şekil 4.3 : Üçüncü örnek bina bodrum kat kalıp planı ve depolama alanı	37

ÇİZELGELER LİSTESİ

		Sayfa No
Çizelge 2.1	: Hareketli Yük Eksiltme Yüzdeleri ve Azaltma Değerleri	11
Çizelge 2.2	: Döşeme Kullanım Hareketli Yük Değerleri (ASCE, 2000)	12
Çizelge 3.1	Depolama Malzemesi Türüne Göre İncelenen Binalar	19
Çizelge 3.2	: Seçilen Binaların Yük Nitelikleri	21
Çizelge 3.3	: Seçilen Binaların Proje Bilgileri	23
Çizelge 3.4	: Bodrum Katta Depolama Yapılan Döşemelerde Alınan Yükler	24
Çizelge 3.5	: Bilgisayar Çözümlerinde Kullanılan Bazı Parametreler	24
Çizelge 4.1	: Bodrum Katta Yetersiz Elemanlar (Birinci Örnek Bina)	25
Çizelge 4.2	: Yetersiz Kirişlerin Olması Gereken Boyutları (Birinci Örnek Bina)	27
Çizelge 4.3	: K103 ve K129 Kirişlerinin Açıklık Ve Mesnet Donatıları (Birinci Örnek Bina)	27
Çizelge 4.4	: Yetersiz Kolonların Olması Gereken Boyutları (Birinci Örnek Bina)	28
Çizelge 4.5	: Döşeme Betonarme Sonuçlarının Karşılaştırılması (Birinci Örnek Bina)	29
Çizelge 4.6	: Binaya Etkiyen Deprem Kuvveti Değerleri (Birinci Örnek Bina)	30
Çizelge 4.7	: Bodrum Katta Yetersiz Elemanların Olması Gereken Boyutları (İkinci Örnek Bina)	31
Çizelge 4.8	: K1008 ve K1097 Kirişlerinin Açıklık Ve Mesnet Donatıları (İkinci Örnek Bina)	33
Çizelge 4.9	: Yetersiz Kolonların Olması Gereken Boyutları (İkinci Örnek Bina)	33
Çizelge 4.10	: D106 Döşemesi Betonarme Sonuçlarının Karşılaştırılması (İkinci Örnek Bina)	34
Çizelge 4.11	: Binaya Etkiyen Deprem Kuvveti Değerleri (İkinci Örnek Bina)	34
Çizelge 4.12	: Bodrum Katta Yetersiz Elemanların Olması Gereken Boyutları (Üçüncü Örnek Bina)	36

Çizelge 4.13	: Döşeme Donatısı Değerleri (Üçüncü Örnek Bina)	38
Çizelge 4.14	: K120 Kirişi Betonarme Sonuçları (Üçüncü Örnek Bina)	38
Çizelge 4.15	: S110 Kolonuna Gelen Normal Kuvvet Değerleri (Üçüncü Örnek Bina)	38
Çizelge 4.16	: Binaya Etkiyen Deprem Kuvveti Değerleri (Üçüncü Örnek Bina)	39

1. GİRİŞ

Taşıyıcı sistemler, öz ağırlık, ilave ağırlıklar, hareketli yükler, deprem ve rüzgar etkileri, sıcaklık değişimleri, rötre ve sünme, mesnet çökmeleri, çarpma, patlama, dış ortam etkileri, yaşlanma, yangın ve yorulma gibi türlü etkilere maruz kalabilirler. Bu etkiler altında, doğal olarak, yapıda bazı kusurlar veya özellik ve güvenlik kayıpları beklenebilir [1].

Yapılar, üzerlerine gelecek yükleri emniyetle taşıyacak şekilde projelendirilirler. Emniyet kavramı, genellikle, dayanım ve kullanılabilirlik olarak iki grupta toplanır. Yapılar, üzerlerine etki eden yükler altında, hem dayanımını kaybetmemeli, hem de kullanılabilir durumdan çıkmamalıdır.

Tasarım aşamasında yapıya etki edecek yükler, mevcut yük şartnamelerinden (Ülkemizde, yapılara etkiyen yüklerin belirlenmesinde kullanılacak yük değerleri, TS 498 : Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri Yönetmeliğinde verilmiştir [2].) alınarak hesaplanır. Bu şartnamelerde, yapıların kullanım amacına uygun olarak, yükler sınıflandırılmış ve yük değerleri belirtilmiştir. Bu yük değerleri ve yapının kullanım amacı dikkate alınarak projelendirme yapılır.

Yapı tamamlandıktan sonra, tasarım amacının dışına çıkılarak, yapının farklı bir biçimde kullanılması, projelendirilme sırasında dikkate alınan koşulların değişmesi anlamına gelir. İnşa edilişlerinde veya daha sonra değişiklikler yapılmasında, inşaattan sonraki kullanımlarında, toplumun ve bireylerin güvenliklerinin, sağlıklarının ve içindeki mal güvenliğinin tehlikeye atılmaması esas alınır. Tasarımdaki amacın dışına çıkılarak kullanılan bir yapıda, bu esaslar gözardı edilmiş olur. Özellikle tamamına yakını deprem bölgesinde olan ülkemizde, bu tür kuralların dışına çıkılması, risk faktörünü artırmaktadır.

Bu çalışmada, gerekli yük ve yapıım koşullarına göre hazırlanmış olması gereken projelere sahip betonarme binalarda, depolama amaçlı kullanıldığı tespit edilmiş bulunan 32 adet bina incelenerek üç tanesi ile ilgili ayrıntılı çözümler yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Mevcut betonarme binalarda, tasarım aşamasında ele alınması gereken yapı ve yük ile ilgili özellikler ilgili yönetmeliklerde belirlenmiştir. Taşıyıcı elemanların, yükler karşısında kendilerinden beklenen davranışları gösterebilmeleri, bu yönetmeliklerde belirlenen kurallara uyulmasına bağlıdır.

2.1. Mevcut Betonarme Yapılarda Güvenliğin Belirlenmesi

Yapıların ve yapı elemanlarının güvenliği, fiziki olarak yapıya ve yapı elemanına gelen yükün ve yapının bu yükün ne kadar üzerinde bir yükü taşıyabileceğinin ortaya konulmasıdır. Yapıların mevcut durumlarıyla ne kadar güvenli olduklarının değerlendirilmesinde yol gösterici bir yönetmelik yoktur. Yapı tasarımı sırasında yol gösterici yönetmelik ve standartlardan yararlanır; ancak mevcut bir yapının güvenlik raporunu hazırlayacak mühendis, bilgi, deneyim ve önsezisiyle baş başadır [3-4].

Mevcut yapının statik-betonarme hesap ve çizimleri ya yoktur, ya da varsa bile imalat sonrasındaki durumla karşılaştırma ve yeniden düzenleme yapılması zorunluluğu vardır. Yapı güvenliğini belirleme amacına yönelik çalışmalarda, zamanın ve kullanım koşullarının, malzeme üzerindeki etkileri dikkate alınır. Yine değişik yapı elemanlarının ve zeminlerin, çeşitli yük etkileri altında davranış biçimlerinin yapı güvenliğine katkıları incelenir. Bunun yanında mühendis, büyük bir olasılıkla, kendi tasarım felsefesinden farklı biçimde yapılmış bir yapı ile karşı karşıyadır. Bilgiler toplanıp değerlendirmeler tamamlandıktan sonra yapının yıkılması ya da takviyesi söz konusu olabilir veya hangi güçlendirme sisteminin uygulanacağına karar verilir [1].

Yapı güvenliğini belirlemede en önemli hesap yaklaşımının adı “Taşıma Gücü” yöntemidir. Herhangi bir yapı elemanının kırılması veya görevini yapamaz duruma gelmesi için gereken yükün, yani taşıma kapasitesinin hesaplanması gerekir. Bu hesap da betonarme yapılarda, ancak taşıma gücü yöntemleri ile mümkün olur [5].

Burada sözü edilen güvenlik, projelendirmede ve imalatta yapılan dikkatsizlikleri, örneğin, taşıyıcı sistemin yanlış modellenmesi, beton dayanımının düşük olması, beton ile donatı arasındaki aderansın ortaya çıkmaması veya kenetlenme boyunun sağlanamaması gibi durumları içeren değil, gerekli özen gösterildiği halde elde

olmayan veya öngörülemeyen nedenler sonucu meydana gelebilecek olumsuzlukların karşılanması için gerekli bir kavram veya büyüklüktür.

2.1.1. Yapı Güvenliği

Yapılar ve yapı elemanları, gerek yapım sırasında gerekse kullanma süresince oluşabilecek bütün yüklere ve deformasyonlara dayanacak, yeterli güvenlikle hesaplanmalı ve yapının ömrü boyunca uygun bir dayanıklılık göstermelidir. Hesaplamanın amacı, kullanma sırasında yapı veya elemanlarının işe yaramaz duruma gelmelerini önleyici belli bir güvenlik değerini sağlamaktır [6].

Yapının en elverişsiz yükler altında göçmemesi ve servis yükleri altında aşırı deformasyon, çatlama ve rahatsız edici titreşim oluşmadan hizmet vermesi, yapının güvenlik içinde olduğunu gösterir. Bu durum “ DAYANIM > YÜK ETKİSİ ” şeklinde ifade edilir [7]. Dayanım ile yük etkisi arasındaki oransal ilişki yapının güvenlik katsayısıdır ve

$$\text{Güvenlik} = \text{Dayanım} / \text{Yük Etkisi} > 1.0 \quad (2.1)$$

şeklinde tanımlanır.

2.1.2. Malzeme Katsayıları

Betonarme yapılarda kullanılan beton ve donatının malzeme katsayıları TS 500’ de verilmiştir. Yerinde dökme betonun malzeme katsayısı 1.50’ dir. Bu katsayı, betonun basınç dayanımında % 50’ ye varan sapmalar olabileceğinin kabulü demektir. Prefabrik yapı elemanlarında betonun malzeme katsayısı 1.40 alınırken, betonda kalite denetiminin gerektiği gibi yapılamayacağı kuşkusunu bulunan durumlarda, malzeme katsayısı $\gamma_{mc} = 1.70$ veya daha büyük alınmalıdır. Donatı çeliği için malzeme katsayısı ise $\gamma_{ms} = 1.15$ olarak verilmektedir. Donatı katsayısının daha düşük olmasının nedeni, fabrikada yapılan üretimde kontrol prosesinin yerinde dökme betona oranla çok daha iyi gerçekleştirilmesidir. Ancak donatı çeliğinde, özellikle yumuşak çelikte akma dayanımının, öngörülen dayanımdan %30–40 kadar daha fazla olabildiği de bilinmektedir.

Bitmiş yapılardaki beton dayanımının projesinde öngörülenden daha düşük olması ve donatı dayanımının da hesaplarda öngörülenden daha büyük olması, fiilen birçok betonarme yapı elemanında, dengeli kırılma için gereken miktardan daha fazla donatının bulunmasına ve dolayısıyla tahmin edilenden daha ani ve gevrek kırılmalara yol açabilmektedir [7].

2.1.3. Yük Katsayıları

Yapıların ve yapı elemanlarının tasarım hesaplarında kullanılacak yüklerde meydana gelebilecek olağan dışı durumları karşılamak üzere yük katsayıları, yapı elemanının kendi ağırlığı (G) için 1.4, hareketli yük (Q) için 1.6, rüzgar (W) için 1.3 ve deprem (E) için 1.0 olarak verilmektedir [8]. Bu etkilerin birlikte olması halinde, gelen yük (F) değerleri :

$$F = 1.4G + 1.6Q \quad (2.2)$$

$$F = 1.0G + 1.0Q + 1.0E \quad (2.3)$$

$$F = 0.9G + 1.0E \quad (2.4)$$

$$F = 0.9G + 1.3W \quad (2.5)$$

olarak verilmektedir [9]. Yük katsayılarının seçiminde yapıya gelecek yüklerdeki belirsizlikler ve hesaplarda yapılan kabullerin yaklaşıklıkları etkili olmaktadır.

2.1.4. Yapı Elemanlarının Davranış Biçimleri Ve Yapı Güvenliğine Katkı Düzeyleri

Betonarme yapı elemanlarının yapı güvenliği üzerindeki etkileri veya önemleri farklıdır. Bir kiriş çatlağı ile kolon çatlağı arasında yapının güvenliği bakımından fark vardır. Yapı elemanlarının önemlerindeki bu farklılık, Amerikan Betonarme Yönetmeliği'nde(ACI 318-83), malzeme katsayıları yerine kullanılan eleman katsayıları ile, dikkate alınmaktadır [10]. Aşağıda çeşitli yapı elemanlarının davranış biçimleri ve yapı güvenliğine katkı düzeyleri verilmiştir.

2.1.4.1. Döşemeler

Betonarme yapılarda döşemeler, en güvenli yapı elemanları olarak kabul edilir. Büyük şekil değiştirmeler yaparak büyük yükler taşıyabilirler. Plak döşemelerin kendi ağırlığı ve hesaplarda alınan hareketli yükün toplamının 4-5 katını, büyük sehim yaparak ve çatlayarak, taşıyabildikleri deneylerle gösterilmiştir. Eğilme etkilerine karşı direnci yüksek olan plakların, özellikle kirişsiz döşemelerin, kesme etkilerine karşı dirençleri azdır. Kirişsiz döşemede kolona aktarılabilecek kesme kuvveti kapasitesi çok hassastır. Bu kapasitenin aşılması, plağın ani ve gevrek göçmesine neden olur [5].

2.1.4.2. Kirişler

Kirişler, plak döşemeler kadar olmasa da güvenli kabul edilen yapı elemanlarıdır. Betonarmedeki “adaptasyon” (uyum özelliği) sayesinde aşırı zorlanan kirişler, şekil değiştirmeler yaparak, zorlamalarını komşu elemanlara aktarırlar (Elemanlar arası yeniden dağılım). Öte yandan mesnet donatısı yetersiz olan bir kiriş, yalnızca açıklıktaki boyuna donatı ile basit kiriş gibi davranabilir. Ancak oluşan sehim, iki ucu ankastre kirişe göre daha fazladır.

Kirişlerin donatıları genellikle dengeli kırılma için gereken miktardan daha az olduğu için, kırılma, çekme donatısının akmaya başlamasıyla gerçekleşir. Bu kırılma, sünek ve nispeten yavaş bir özellik taşıdığından, zayıflama belirtileri gösterir ve ani göçme olmadığından önlem alınmasına fırsat verir [7].

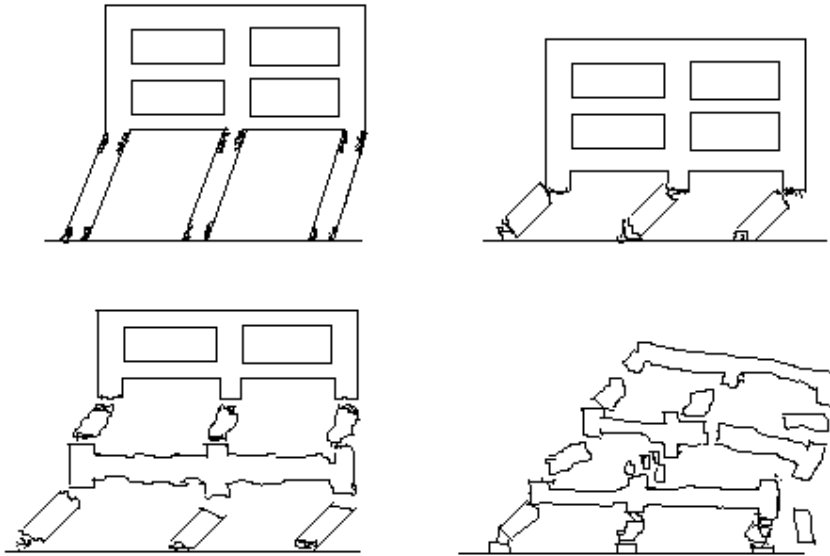
2.1.4.3. Kolonlar

Betonarme yapıların en önemli elemanları olup, daha çok normal kuvvet ve eğilme momentine karşı çalışırlar. Deprem hareketinin her iki yönde ve her iki doğrultuda meydana gelmesi, genel olarak kolonların her iki ekseninde simetrik donatılmasını gerektirir. Kolonlarda göçme sırasında genellikle betonun davranışı daha etkili olur. Taşıma kapasitesi aşıldığında, hasar aniden gelişip hızla yıkılmaya varabilir. Çerçevesel yapılarda, depremden meydana gelen eğilme momenti, kolon uçlarını en fazla zorlayan etkidir. Bu bölgelerde sünekliği artırmak için etriye sıklaştırılması önerilir. Bir anlamda,

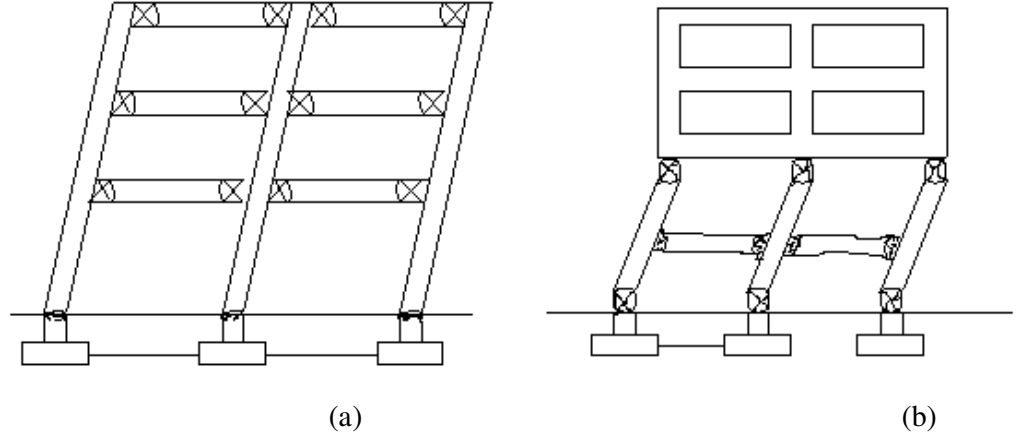
betonarme bir yapının güvensizliğinin belirlenmesi, kolon ve perde duvarlarının, düşey ve yatay yükleri taşımadaki güvenlik paylarının belirlenmesi olarak algılanabilir [5].

2.1.4.4. Kiriş – Kolon Birleşim Bölgeleri

Kiriş ve kolon davranışlarının istenen düzeyde olması için, bunların birleşim bölgelerinde uygun şekilde boyutlandırma ve düzenleme yapılmış olması önemlidir. Deprem hasarlarının önemli bir bölümü birleşim bölgesinde veya yakınında oluşmaktadır. Birleşim bölgelerinde meydana gelen bir dayanım veya rijitlik kaybı, çerçevede büyük yanal yerdeğiştirmelere ve sistemin tamamen göçmesine neden olabilir (Şekil 2.1). Büyük bir deprem durumunda, mafsallaşmanın kirişlerde ortaya çıkması ve deprem enerjisinin bu yolla yutulması istenir(Şekil 2.2.a). Kolonların alt ve üst uçlarında plastik mafsallar oluşmasıyla ortaya çıkabilecek göçme, birbirini takip ederek göçmelere ve büyük can kaybına neden olacağı için önlenmelidir(Şekil 2.2.b). Kuvvetli kolon-zayıf kiriş ilkesi olarak tarif edilen bu düşüncede, kirişlerde çok sayıda plastik mafsal oluşması sonucunda, büyük oranda enerji yutularak deprem etkileri karşılanır. Burada kullanılan kuvvetli ve zayıf sözcükleri görecelidir. Zayıf denilen eleman ve kesitler de yönetmeliklerdeki yüklemeleri öngörülen güvenlikle karşılamalıdır [4].



Şekil 2.1 Betonarme çerçeveli yapıda zemin katta mafsallaşarak yıkılma

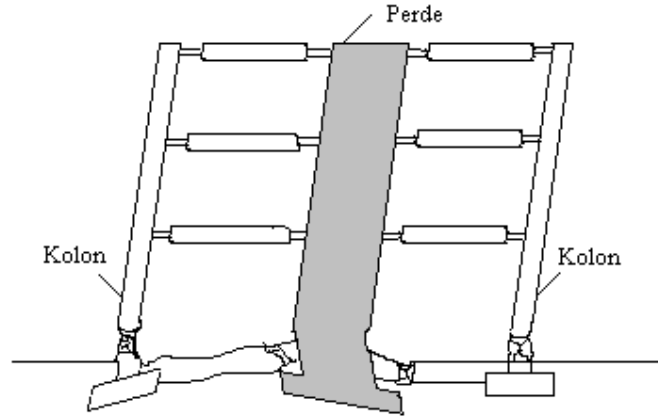


Şekil 2.2 Çerçevesel yapılarda kiriş ve kolon uçlarında mafsallaşma ile yıkılma

2.1.4.5. Perdeler

Perdeler pek çok yüksek yapıda yatay yüklerin karşılanmasında etkili bir şekilde kullanılır. Çerçevelerle birlikte veya bağ kirişleriyle beraber gruplar halinde düzenlenebilirler. Yüksek binalarda yanal yerdeğiştirmeleri sınırlamaları en önemli tercih sebebidir. Perdeler büyük depremlerde genellikle plastik şekil değiştirmelerle yatay kuvvetlerin dinamik etkisine karşı koyarlar. Özenle düzenlenen perdeler toplam göçmeyi önledikleri gibi, yapısal olmayan hasarların sınırlandırılmasında da işe yararlar [4].

Perdelerin yatay yükleri karşılaması bakımından, kat döşemelerine olan bağlantısına özen gösterilmeli ve en fazla düşey yük taşınması sağlanmalıdır. Büyük yatay rijitliği nedeniyle depremden gelen yatay yüklerin büyük bir kısmını taşıyacak olan perdenin tabanında büyük eğilme momentleri oluşur. Bu nedenle perde temelini, dönme eğilimini azaltacak önlemler alınması gerekir. Aksi halde çerçeveler bundan olumsuz yönde etkilenir(Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Perde temellerinde dönme sonucunda oluşan göçme mekanizması

2.1.4.6. Temeller

Yapının bütünsel güvenliği açısından en önemli elemanları temelleridir. Bu nedenle, tasarım ve yapım esnasında özel bir emek harcanması, sonradan olası bir çok ekonomik olmayan onarım işlerine gerek bırakmayacaktır.

Temel düzen ve boyutlarını, taşıyıcı sistemden gelen etkiler yanında, temel zemininin taşıma kapasitesi kontrol eder. Bu nedenle temel sisteminin belirlenmesinden önce, zeminin taşıma kapasitesi hakkında güvenilir bilgi edinilmelidir [11].

2.2. Mevcut Betonarme Binaların Tasarımında Kullanılan Yükler

Yapılar, kullanılmaları sırasında çeşitli yüklere karşı koymak ve bu sırada doğacak iç kuvvetleri taşımak zorundadırlar. Ölü yük(zati yük) haricindeki yükler genellikle, yapının kullanım amacına bağlı olarak ortaya çıkar. Örneğin, konut türü bir yapıya etkileyen yükler ile bir sanayi yapısına etki eden yükler birbirinden farklıdır. Yüklerin gerçeğe yakın bir biçimde belirlenmesi iki bakımdan önemlidir. Etkimesi muhtemel olan yüklerin gereğinden büyük belirlenmesi, yapıyı oluşturan elemanların ihtiyaçtan fazla boyutlarda ortaya çıkmasına neden olur. Bu ise, hem ekonomik değildir, hem de ağırlığı ve kütle ile orantılı deprem yüklerini artırdığından ek problemleri de beraberinde getirir. Yüklerin düşük değerlerde alınmaları ise, taşıyıcı sistemin güvenliğinin kabul edilebilir yeterli düzeyde olmasını önler [11].

Bir yapıya etkiyecek yüklerin şiddetini ve karakterini(hareketli, periyodik, dinamik, vb.) bilmek çok önemlidir. Yükler, doğada rasgele gözüktürler. Belirli bir bölgede, o güne kadar etki etmiş yükler, gelecekte farklılıklar gösterebilir. Örneğin, rüzgar hızının sık olarak 50 km/sa olduğu bir yerde, 30 yıl önceki rüzgar hızı 150 km/sa olarak kaydedilmiş olabilir. Gelecekte de, buna eşit veya daha şiddetli rüzgarlar oluşup oluşmayacağı, istatistiki öngörüler dışında tam değerler olarak bilinemez. Diğer yükler için de aynı mantık yürütülebilir [12].

Bu durum, yüklerin istatistiksel yöntemlerle saptanması sonucunu doğurmaktadır. Ayrıca, yükleme problemlerine olasılık teorisi uygulanarak, bazı yararlı sonuçlar elde edilebilir[13]. Çok sayıda istatistiksel veri, farklı yapı türleri için toplanarak, kullanılabilir değerlerin elde edilmesine çalışılır.

Günümüzde, yapıların projelendirilmesinde alınan yükler, tecrübe, gözlem ve ölçülerden oluşan, genellikle emniyetli tarafta kalmaya yönelik maksimum değerlerdir. Bu yük değerleri, yük şartnamelerinde de yer alırlar. Binaların kullanımı ve iskanı sonucunda meydana gelecek yüklerin en küçük anma değerleri, binanın normal kullanımı sırasında meydana gelmesi kesin veya mümkün olan yüklerin en gayri müsait durumudur [8]. Ülkemizde, yapılara etkiyen yüklerin belirlenmesinde kullanılacak yük değerleri, TS 498 : Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri [2] Yönetmeliğinde verilmiştir. Sadece deprem yükleri için ise, ayrı bir yönetmelik mevcuttur. Yükler aşağıda sıralanan gruplar içinde düşünülebilir :

A- Değişmez (Sabit) Yükler

B- Değişen (Hareketli) Yükler

1- Titreşimli Yükler

2- Hareket Edebilen Yükler

- a- Yığılı malzeme yükü
- b- Döşeme kullanım yükü
- c- Deprem yükü
- d- Rüzgar ve infilak yükleri
- e- Yağmur, kar ve buz yükleri
- f- Yarı akışkan yükler

Yapı projelendirilmesi bir tahminler dizisidir. Projelendirmede bazı kabul edilebilir hatalar mutlaka olabilir. Bu hataların yapıyı riske atmaması gerekir.

2.2.1. Ölü Yükler

Ölü yükler yer değiştirmeyen yüklerdir. Kolon, kiriş, döşeme gibi yük taşıyan elemanlar ile duvar, pencere, kapı vb. taşıyıcı olmayan elemanların kendi ağırlıklarından meydana gelir. Ölü yüklerin, çoğunlukla hassas olarak hesaplandığı görüşü yaygındır. Ancak, bu çok doğru değildir. Bunun nedenleri arasında sonradan mimari değişiklik yapılması da vardır [14]. Tasarım aşamasında, her ne kadar, bütün boyutlar bilinmiyor olsa da, tahmini değerler kullanılmalıdır. Eğer boyutlar tahmin edilenden farklı belirlenmişse, hesaplar gözden geçirilmelidir [15].

2.2.2. Hareketli Yükler ve Yük Azaltması

Yer değiştirebilen yüklerdir. Konum ve etkime durumları, zamana bağlı olarak değişir. Bunlardan en önemlisi, yapının fonksiyonundan dolayı taşınması gereken yüküdür. Yapılarda, hareketli yükler düzgün yayılı olarak kabul edilirler. Örneğin, hareketli yükün bir oda döşemesinin tamamını örttüğü veya hiç var olmadığı kabul edilir. Hareketli yükün oda döşemesinin sadece bir bölümünde olabileceği olasılığı dikkate alınmamaktadır. TS 498' e göre hareketli yükler üç grupta toplanabilir [12] :

- a) Hafif hareketli yükler (150 – 200 kg/m²)
- b) Orta şiddette hareketli yükler (350 kg/m²)
- c) Ağır hareketli yükler (500- 750 kg/m²)

Düşey taşıyıcı elemanların boyutlandırılmasında, tüm katlarda hareketli yüklerin varlığını kabul etmek ekonomik olmayan sonuçlar doğurabilir. Bu amaçla, üç katın üzerindeki yapılarda hareketli yük azaltmasına gidilir. Bu konu, TS 498' de “ En az tam üç kattan fazla yük taşıyan kolon, bağ kirişi, perde duvarı, temel duvarı ve bunun gibi yapı elemanlarının hesaplanmasında ve buna eşdeğer zemin basıncı belirlenmesinde gerekli olan her kat hareketli yükünün hesaplanarak sonucun aşağıda belirtilen kaideler içinde azaltılması mümkündür. Ağır sanayi atölyeleri, imalathaneler, depolarda böyle bir yük azaltmasına müsaade edilmez ” şeklinde ifade edilmiştir [2].

TS 498’ de belirtilen değerler Çizelge 2.1’ de verilmiştir. α : Hareketli yük yüzde eksiltme değeri, β : Hareketli yük azaltma değeridir.

Çizelge 2.1 Hareketli Yük Eksiltme Yüzdeleri ve Azaltma Değerleri

Kat		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Konut	$\alpha(\%)$	0	0	0	20	40	60	80	80	90	40	40	40
	β	1	1	1	0.95	0.88	0.8	0.71	0.65	0.6	0.6	0.6	0.6
İşyeri	$\alpha(\%)$	0	0	0	10	20	30	40	40	40	20	20	20
	β	1	1	1	0.98	0.94	0.9	0.86	0.83	0.8	0.8	0.8	0.8

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, hareketli yük azaltmasının sadece düşey taşıyıcılar için olduğu, eğilmeye çalışan döşeme ve giriş gibi elemanlarda uygulanmıyor olması ve yapının üç kattan fazla olması gerekliliğidir. Özellikle belirtilen bir diğer husus da, bu azaltmanın “ depolarda yapılamayacağı ” dır.

Ülkemizde, yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerlerinin belirtildiği TS 498 yönetmeliğine[2] karşılık, American Society of Civil Engineering(ASCE)’ de yer alan, çeşitli yapı türleri için düzgün yayılı, minimum hareketli yük değerleri Çizelge 2.2’ de verilmiştir . Bu hareketli yük değerleri, taşıyıcı eleman hareketli yük katsayısına(KLL) bağlı olarak azaltılabilmektedir. Ancak; iki veya daha fazla kata sahip binalar hariç, 479 kg / m²’ yi aşan hareketli yükler, otogarlardaki hareketli yükler, genel toplantı amaçlı kullanılan binalardaki hareketli yükler azaltılamamaktadır [16].

Çizelge 2.2 Döşeme Kullanım Hareketli Yük Değerleri (ASCE, 2000)

Yapı Türü	Kullanım Şekli	Düzgün Yayılı Yükün Değeri(kg / m ²)
Konutlar	Oturulabilir çatı katları ve yatak odaları	144
	Merdiven ve balkon harici kısımlar	192
Okullar	Sınıflar	192
Depolar	Hafif	600
	Ağır	1197
Hastaneler	Ameliyathane ve laboratuvarlar	287
	Koğuşlar	192
Ofisler	Lobiler ve birinci kat koridorları	479
	Ofisler	240

2.3. Depolarda Döşeme Yüklerinin Tayini

Döşeme üzerine etkiyen yükün karakteristik değeri, döşemeye etkiye olasılığı bulunan ve binanın kullanımı sırasında aşılmayacağı varsayılan en elverişsiz yük değeridir. İstatistiksel verilerin bulunmadığı durumlarda karakteristik değer binanın ve onun çeşitli katlarının olağan kullanım koşulları gözönünde bulundurularak seçilir.

Döşeme üzerindeki ağır yüklerin yer değiştirmesi, depodaki malzemenin düşmesi gibi nedenlerle, ani olarak yer değiştirmesi durumları ve dinamik olarak dengelenmemiş cihazların çalışmasının neden olduğu dinamik kuvvetlerin etkisi, dinamik katsayılar kullanılarak hesaplanması suretiyle gözönüne alınır [17].

2.3.1. Etkili Döşeme Yüklerinin Belirlenmesi

Bina taşıyıcı sisteminin hesaplanmasındaki yük değerleri, yükün büyüklüğü, cihazların döşemeye tespit edilmesi ve kurulan cihazın niteliklerine ilişkin bilgiler esas alınarak saptanır. Yuklere ilişkin veriler, döşeme yüklerinin değerleri, yönleri, dağılım durumu, yayılı ya da tekil yük olup olmadıkları, statik ya da dinamik oluşu ve sistemi etkileme durumu gibi bilgileri ve diyagramları içermelidir. Kaldırma yüklerinin dikkate alınması gerektiğinde, bunların değerleri ve kaldırma düzeni üzerinde olası konumları gözönünde tutularak saptanmalıdır. Kaldırılmış durumdaki malzemelere, cihaza ve onun en ağır parçalarına göre konumları da dahildir.

Depolardaki karakteristik döşeme yükleri, depolama yöntemleri ve depolanan malzemenin tipi de dikkate alınarak tayin edilir. Deponun olağan kullanım koşulları altında, döşemenin hesaplama konusu olan bölümüne yerleştirilmiş bulunan en büyük hacimli(veya en büyük sayıdaki) malzemelerin veya maddelerin yoğun olarak yığılması ve uzun süre depolanmasının, bazı malzemelerin yoğunluğunda yol açabileceği artma etkileri de hesaba katılarak, karakteristik döşeme yükü tayin edilir [17].

2.3.2. En Düşük Döşeme Yükleri

Depolarda etkili olabilecek yükler hesaplanırken, her katın ne amaçla kullanılacağına önceden karar verilmeli ve mümkünse ağır yükler düşünölmelidir [18]. Depoların ve üretim binalarının taşıyıcı sistemi tasarlanırken düzgün dağılmış olarak kuvvetin en küçük değeri döşemenin bir metrekaresine gelen kg olarak aşağıda belirlendiği gibi alınır :

Hafif cihazların(tezgahlar ve ağırlığı 500 kg'ı aşmayan üretim araçları) bulunduğu atölyeler gibi üretim odaları ve brüt ağırlığı 2500 kg'ı(25 kN) aşmayan küçük kamyonlar ve yolcu araçlarının park edildiği garajlar için karakteristik yük değeri 300 kg/m² den az olamaz. Bunların dışında kalan depolar ve garajlar ile fabrikalardaki atölyeler gibi üretim odaları için karakteristik yük 500 kg/m² den az olamaz. Belirli fonksiyonları olan depolar ve üretim binaları için düzgün yayılı yük için, en küçük karakteristik yük değeri olarak, daha büyük değerler saptanabilir.

Bazı döşeme elemanlarının tasarımında, örneğin geniş yerleşme alanı olması yada birçok yükün döşemeye bir arada etki etmesi durumlarında, etkiyen döşeme yükleri

azaltılabilir. Yük değerinin ne ölçüde azaltılabileceği, binanın kullanım koşullarına ve fonksiyonuna yada döşeme bölgesine bağlı olarak geçerli yapı kuralları göz önünde bulundurularak saptanır [17].

2.4. Deprem Yönetmeliğinde Yer Alan Genel Kurallar

1997 yılında yayınlanarak yürürlüğe giren “ Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik ”, deprem mühendisliğinde son yıllarda dünyada yaşanan yoğun gelişmeleri de yansıtan, kapsamlı bir çalışmadır. Bu kısımda, 1997 deprem yönetmeliğinde yer alan bu çalışma ile ilgili genel kurallar kısaca aşağıya alınmıştır.

2.4.1. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı

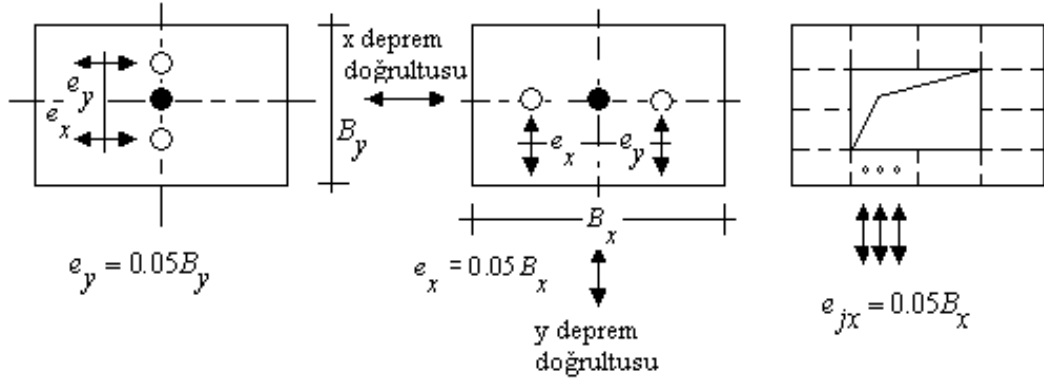
Depreme dayanıklı bina tasarımının ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın onarılabılır düzeyde kalması ve en şiddetli depremde ise, binada can kaybına yol açabilecek göçmenin önlenmesidir [19].

Yapının deprem yükleri altındaki davranışının belirlenmesindeki kolaylık bakımından deprem yönetmeliğinde düzenli yapılar teşvik edilmiştir. Buna karşılık, davranışlarındaki olumsuzluk ve belirsizliklerden dolayı deprem kuvvetleri artırılarak ve ek boyutlama esasları ve yapısal kurallar getirilerek düzensiz yapıların dayanım düzeyi yükseltilmiş ve bunların seçiminden “caydırma” esas alınmıştır [20].

Deprem yükleri belirlenirken, her 50 yıllık sürede aşılma olasılığı %10 olan depremin etkileri esas alınmıştır. Deprem yükünün belirlenmesinde, deprem bölgesine bağlı olan deprem tehlikesinin bölgedeki durumunu, “Etkin Yer İvmesi Katsayısı, A_0 ” gösterir. Bu katsayı, bir ila dördüncü derece deprem bölgeleri arasında 0.40, 0.30, 0.20 ve 0.10 değerlerini almaktadır. Yapının kullanış amacına yönelik olarak, “Yapı Önem Katsayısı, I ” tanımlanmıştır. I değeri, insanların az yığıldığı konut türü yapılarda 1.0 olarak alınır [19].

Gerek deprem yüklerinin hesabında ve gerekse kat kütlelerinin hesabında, genellikle sabit ve hareketli yüklerin döşeme üzerine düzgün olarak yayıldığı kabul edilir ve yük, döşemenin geometrik merkezine etkililir veya kütle toplanır. Ancak, sabit

ve özellikle hareketli yükün düzgün yayılmaması, bu kabulü zedeler. 1997 Deprem Yönetmeliği, bu şekildeki muhtemel bir durumu da gözönüne almak amacıyla, kütle merkezinin depreme dik doğrultuda, döşemenin bu dik doğrultudaki boyutunun % 5' i kadar iki tarafa kaydırılarak, boyutlamada elverişsiz olan çözümlemenin dikkate alınmasını öngörmüştür(Şekil 2.4) [19].



Şekil 2.4 Deprem kuvvetinin kaydırılmış kütle merkezine uygulanması

Taşıyıcı sistemin elastik davranışı esas alınarak, elastik deprem yükleri hesaplanabilir. Ancak, bulunan bu deprem etkisini, yapının elastik davranarak taşımalarını öngörmek, ekonomik olmayan büyük boyutların ortaya çıkmasına neden olur. Gerçekte de, yapının ömrü boyunca meydana gelme olasılığı düşük olan bir etkinin, sürekli taşınan yükler gibi dikkate alınması anlamlı değildir. Bu nedenle yönetmelikte, deprem yükü, “Deprem Yükü Azaltma Katsayısı, R_a ” na bölünerek hesaplanır. Deprem etkisi altındaki bina türünden yapıların taşıyıcı sisteminde, boyutlamaya esas olacak kesit etkilerinin bulunmasında, Zaman Alanında Çözümleme Yöntemi, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi olmak üzere üç çözümleme yöntemi vardır. Bunlardan, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi’ nin kullanılma sınırları, yönetmelikte verilmiştir [19]. Mod Birleştirme Yöntemi ile elde edilen binanın toplam deprem yükünün (V_{tb}), Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile elde edilen deprem yükünden (βV_t) küçük olması durumunda ($V_{tb} < \beta V_t$), Mod Birleştirme Yöntemi ile

bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, $\beta \frac{V_t}{V_{ib}}$ katsayısı ile büyütülür.

Binada, yönetmelikte belirtilen düzensizliklerden herhangi birinin bulunması durumunda $\beta=1.0$ ve bu düzensizliklerden herhangi birinin bulunmaması durumunda $\beta=0.9$ olarak alınır.

2.4.2. Yapı Sistemleri

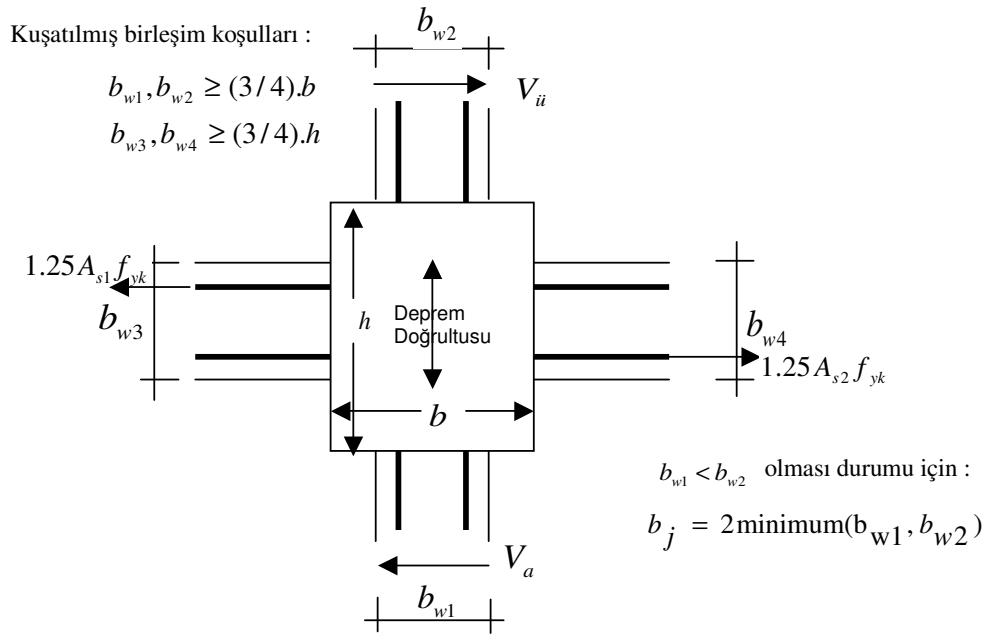
Deprem Yönetmeliğinde taşıyıcı sistemler, “süneklik düzeyi yüksek” ve “süneklik düzeyi normal” olan sistemler olarak sınıflandırılmışlardır. Süneklik düzeyi yüksek sistemler, elastik deprem yükünün daha fazla azaltıldığı ve dolayısıyla daha az deprem yüküne maruz sistemlerdir. Bunun yanında, süneklik düzeyinin yüksek olabilmesi için de, kapasite kavramına dayalı bazı kontrollerin yapılması ve bazı ek donatıların yerleştirilmiş olması gerekir. Bu amaçla, kolon boyutlarının büyük seçilmesi gerekebilir. Ayrıca, sistemin her iki deprem doğrultusunda da süneklik düzeyinin yüksek olması gerekir. Süneklik düzeyi normal yapı durumunda, deprem yükü azaltma katsayısı daha küçük, dolayısıyla deprem yükü daha büyük olur. Ancak, boyutlamada, kapasite kavramının kullanılması gerekli olmaz [20].

Çerçevelerden oluşan taşıyıcı sistemlerde, yüksek süneklik düzeyini sağlayabilmek için gerekli koşullardan biri, kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşuludur. Deprem sırasında plastik mafsalların, kolonlarda değil, kirişlerde oluşması kararlı bir enerji tüketimi sağlarken, toptan göçme ve kat göçmesi mekanizmalarını da önler. Burada asıl amaç, kontrol edilebilir hasarı kabul ederek, can kaybını önlemektir. Yüksek süneklik düzeyinin sağlanmasındaki bir diğer koşul ise, hem kolonlarda, hem de kirişlerde, plastik mafsallar oluşması öncesinde, kayma göçmesinin önlenmesidir. Kesme dayanımının eğilme dayanımından daha büyük olması sünek davranışı garantiler.

Çerçeveler için tanımlanan bu iki temel koşul, “kapasite tasarımı” yaklaşımı olarak tanımlanır. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, taşıyıcı sistemi sadece çerçevelerden oluşan betonarme binalarda ve taşıyıcı sisteminden bağımsız olarak Bina Önem Katsayısı $I=1.5$ ve $I=1.4$ olan tüm binalarda, süneklik düzeyi yüksek sistemlerin kullanılması zorunludur. Taşıyıcı sistemi sadece süneklik düzeyi normal çerçevelerden

oluşan betonarme binalar, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde $H_N \leq 25$ m. (H_N : Yapı yüksekliği) olması koşulu ile yapılabilir [21].

Çerçevelerde, kiriş kolon birleşim bölgeleri, etkilerin kirişlerden kolonlara geçmesinin sağlanması ve birleşen elemanların kendilerinden beklenen davranışı göstermeleri için, önemlidir. Bu bölgenin çatlaması ve donatı kenetlenmesinin çözülmesi, sünek olmayan bir davranış olduğu için önlenmelidir. Bölgenin kirişlerle kuşatılması elverişli bir durum ortaya çıkarır. Kirişlerin kolonu yeterli seviyede kuşatmasıyla oluşan bu tür birleşimlere, “Kuşatılmış Birleşim” denir(Şekil 2.5) [19].



Şekil 2.5 Kuşatılmış kiriş kolon birleşim bölgesi

3. MATERYAL VE METOT

Yapılar, kullanım amaçlarına bağlı olarak tasarlanır ve projelendirilirler. Projenin amacı, binanın öngörülen ömür süresince karşılayacağı yüklere ve etkilerine, yıkılmadan ve aşırı deformasyona uğramadan karşı koymasındır. Ancak, yapının mimari tasarımında belirtilen kullanım amacının zamanla değişmesi ile boyutlandırmada gözönüne alınan sabit ve hareketli yük değerlerinde artışlar olabilmektedir [22]. Artan bu yük etkisi karşısında, taşıyıcı sistem elemanlarının daha fazla zorlanacağı açıktır.

Yapıların giriş katları genellikle ticari mekan olarak tasarlanmaktadır. Bu amaçla tasarlanmış mekanların, depolama amaçlı kullanıldığını görmek mümkündür. Yapılan araştırmalarda, depolama yüklerinin, inşaat malzemeleri(çimento, kireç, alçı, kalebodur vb.), kömür, odun, gübre, gıda malzemeleri ve tahıl ürünleri olduğu görülmüştür. Bu depolama yüklerinin, altında bir bodrum katı olan, giriş kat döşemesi üzerine konulmaları önemli bir noktadır. Çünkü, tasarım amacının dışında kullanılarak, boyutlandırmada dikkate alınmayan bu döşeme yükleri, diğer taşıyıcı elemanlara, özellikle çevre kirişleri ve bodrum kat kolonlarına, ilave yüklerin gelmesine neden olmaktadır. Artan bu yük etkisi karşısında, taşıyıcı elemanlarda istenmeyen sonuçların ortaya çıktığı, sayısal örneklerle de gösterilmeye çalışılmıştır.

Yapının depremden aldığı etki, kütlesi ile doğru orantılıdır. Bu gerçek gözönüne alınarak, yapının kütlesini olabildiğince azaltmak önem kazanmaktadır. Bu amaçla, duvarların hafif elemanlardan yapılmasına, döşeme ve sıva kaplamalarının gereğinden kalın yapılmamasına dikkat edilmektedir. Özellikle, su deposu, kömürlük gibi eklerin mümkünse bina dışına yapılması, bina içinde yapılma zorunluluğu var ise, bodrum katta yapılması zorunludur [23]. Bütün bu hususlar, yapının kütlesini azaltmak için dikkate alınırken, tonlarca yükün döşeme üzerine konulması, elbette ki yapıya etki edecek deprem yükünü de farklı etkime biçimleriyle artırmaktadır. Bu yapıların özellikle birinci derece deprem bölgesinde olmaları halinde, konunun önemi daha da fazla artmaktadır.

Depolama amaçlı kullanılan yapılarda, depolama malzemeleri binanın bir bölümüne yığılmaktadır. Düzgün olmayan bu yük dağılımı sonucunda, yapının farklı bölümlerinde farklı oturmaların olması muhtemeldir. Bir noktada oluşan temel çökmesi nedeniyle, yatay yönlerde, çökme noktasının içinde bulunduğu en az iki en çok altı açıklıkta ve düşey yönde yapı yüksekliğinin veya kat adedinin en az $\frac{1}{2}$ en çok $\frac{3}{4}$ ündeki

elemanlarda ihmal edilemeyecek büyüklükte ilave kesit tesirlerinin oluştuğu, ancak tüm bina temelindeki eşit miktardaki bir oturma değeri için (dönme olmaması halinde) üstyapı taşıyıcı elemanlarında herhangi bir ilave kesit tesirinin oluşmadığı bilinmektedir [24].

3.1 Materyal

Çalışmanın materyalini, tasarım aşamasında ticari mekan olarak gözönüne alınan ancak, yapının kullanım aşamasında paketlenmiş depolama malzemelerinin bulundurulduğu 32 adet yapı oluşturmaktadır. Bu yapılar, depolama malzemesinin türüne göre Çizelge 3.1’ de listelenmiştir.

Çizelge 3.1 Depolama Malzemesi Türüne Göre İncelenen Binalar

Depolama Malzemesinin Türü ve Sayısı									
Türü	Çeltik	İnş.Mal.	Un	Kömür	Gübre	Gıda	Yem	Toplam	
Yük Değeri (t/m ²)	0.67-1.43	0.82-2.42	0.63-1.25	0.46-1.1	0.25-7.69	0.31-0.63	1.14		
Sayısı (Adet)	7	6	6	5	4	3	1		32

Araştırma esnasında ele alınan konut türü betonarme yapılarıdaki yük değerleri şu şekilde gruplandırılabilir :

- 1- Döşemeye gelen yük değeri 0.25 – 0.75 t /m² arasında olanlar ; % 38
- 2- Döşemeye gelen yük değeri 0.75 – 1.7 t /m² arasında olanlar ; % 56
- 3- Döşemeye gelen yük değeri ≥ 1.7 t /m² olanlar ; % 6

3.2 Metot

Araştırma alan ve büro çalışması olarak iki aşamada yürütülmüştür.

3.2.1 Alan Çalışması

Konuyla ilgili yapılan araştırmalarda şu hususlara dikkat edilmiştir :

- 1- Yapının üst katlarının konut olarak kullanılması
- 2- Depolama amaçlı kullanılan mekanın, bu amaçla tasarlanmamış olması
- 3- Depolama malzemesinin döşeme üzerine oturması (Alt katta bodrum katının olması)

Konut türü betonarme yapılarda, ilave depolama yüklerinin taşıyıcı sisteme etkilerini araştırmak amacıyla, üç örnek yapı üzerinde sayısal incelemeler yapılmıştır. Belirtilen yük grupları içerisinde, birinci grupta olan betonarme binaların yük değerleri azdır. Bu nedenle sayısal incelemelerde bu gruptan örnek seçilmemiştir. Yük değerleri 0.75–1.7 t/m² arasında olan ikinci grup yapılar büyük çoğunluğu oluşturmaktadır. Birinci örnek bina, bu grup içerisinde yük değeri en fazla olan binadır. Üçüncü grup yapıların yük değerleri oldukça fazla ancak sayıları azdır. Bu grup içerisinde yer alan iki yapının da, ikinci ve üçüncü örnek binalar olarak sayısal incelemeleri yapılmıştır.

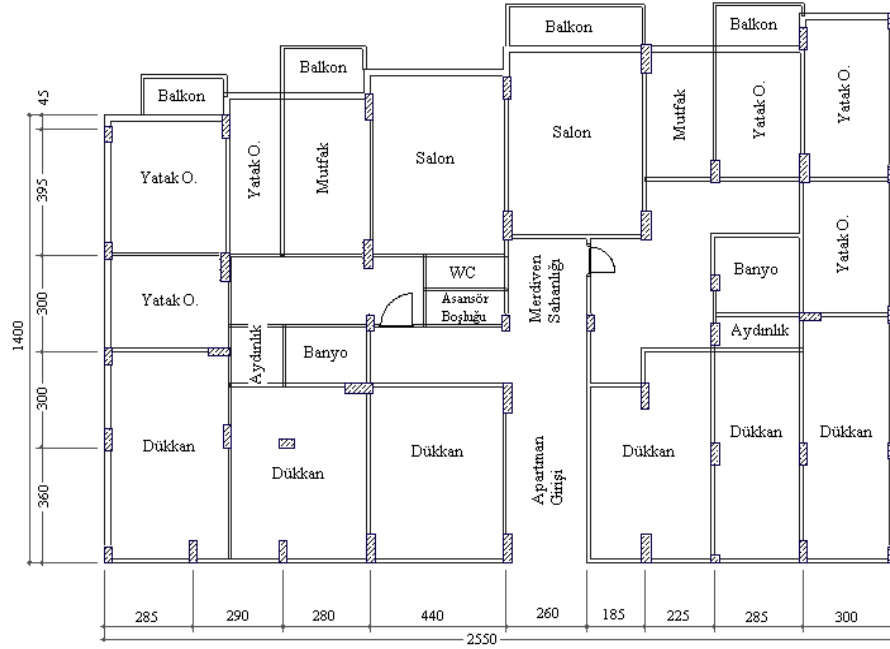
3.2.2 Büro Çalışması

Sayısal çalışmalar kapsamında, aşağıda belirtilen aşamalar izlenmiştir :

- 1- Bu çalışmanın amacına uygun nitelikler taşıdığı varsayılan bazı binaların mimari, statik ve betonarme projeleri ve çizimleri elde edilmiştir(3 adet).
- 2- Projede kullanılan tasarım yükleriyle, taşıyıcı sistem hesap modeli oluşturulmuştur. Sistem yeniden çözümlenerek, sonuçlar elde edilmiş ve yönetmeliklere göre yeterlilik düzeyi araştırılmıştır.
- 3- Yapının mevcut kullanımında, döşeme üzerindeki depolama yükleri dikkate alınarak, yeniden çözümlenmiş ve sonuçların yönetmeliklere uygunluğu değerlendirilmiştir.
- 4- Her iki çözümde elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak, bu tür yapılardaki yapı güvenlikleri, deprem etkisi de gözönüne alınarak, irdelenmiştir.

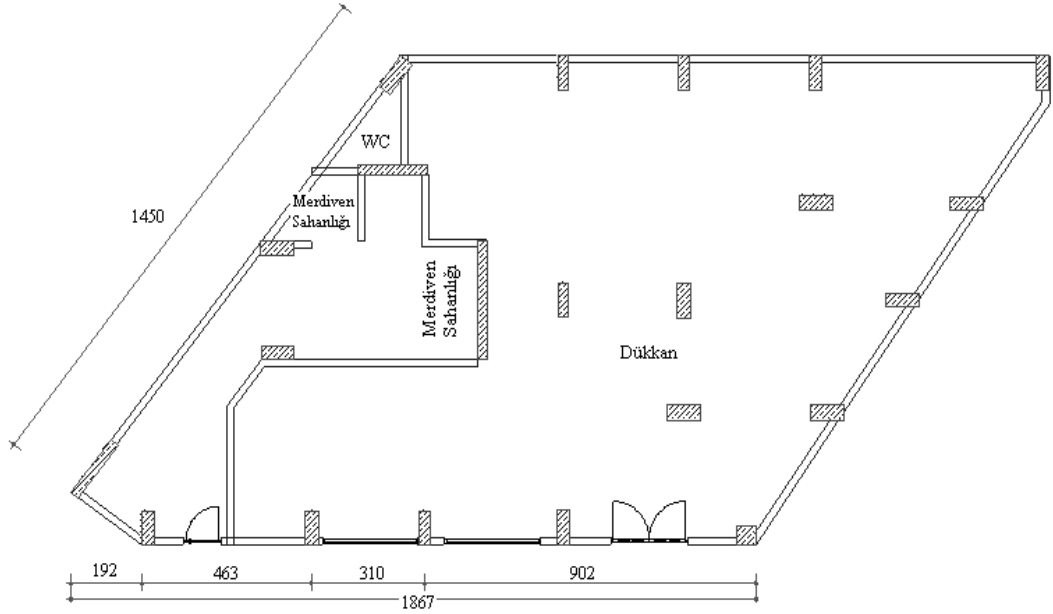
Seçilen binalara ait yük nitelikleri Çizelge 3.2' de verilmiştir.

Sayısal olarak incelenen ikinci bina, 7 katlı bir yapıdır. Bir bodrum, bir zemin ve konut olarak kullanılan, her katta dört daire bulunan 5 normal kattan oluşmaktadır. Bodrum kat kömürlük, zemin kat ise dükkan olarak tasarlanmıştır. Binanın ön cephesi yola, sağ yan cephesi ile arka cephesi bahçeye bakmaktadır. Sol yan cephede komşu bina bulunmaktadır. Zemin kat planı Şekil 3.2’ de verilen yapının proje tarihi 1985’ tir.



Şekil 3.2 İkinci örnek bina zemin kat mimari yerleşim planı

Seçilen örnek binalar içerisinde 2002 yılında projelendirilmesiyle en yeni bina olma özelliği taşıyan üçüncü bina, aynı zamanda depolama yükünün en fazla olduğu binadır. Bir bodrum, bir zemin ve beş normal olmak üzere toplam yedi kattan oluşmaktadır. Binanın bodrum katı çok amaçlı salon olarak tasarlanmış ve düğün salonu olarak kullanılmaktadır. Zemin kat dükkan ve normal katlar, her katta iki daire olacak şekilde konut olarak tasarlanmıştır. Şekil 3.3’ de zemin kat planı gösterilmiştir. Bodrum kat çevresi perde olarak tasarlanmıştır.



Şekil 3.3 Üçüncü örnek bina zemin kat mimari yerleşim planı

Örnek olarak seçilen üç betonarme binanın mevcut projeleri yapılırken dikkate alınan bazı bilgiler Çizelge 3.3’ te verilmiştir.

Çizelge 3.3 Seçilen Binaların Proje Bilgileri

	1. Örnek Bina	2. Örnek Bina	3. Örnek Bina
Beton Sınıfı	C16	C16	C18
Çelik Sınıfı	S220	S220	S420
Taşıyıcı Sistem	Kiriş-Kolon	Kiriş-Kolon	Kiriş-Kolon-Perde
Çözüm Yöntemi	Elle Çözüm	Elle Çözüm	Bilgisayar Programı İle
Deprem Hesabı	Yok	Var	Var

Seçilen betonarme yapıların taşıyıcı sistem hesap modelleri oluşturularak, bilgisayar programı yardımıyla çözümleri yapılmıştır. Binalar, ilk olarak kendi tasarım yükleri altında çözülmüş ve sonuçlar alınmıştır. Daha sonra ise, depo yükleri eklenerek hesap tekrarlanmıştır. Bodrum katta, depolama yapılan döşemelerde alınan yükler, Çizelge 3.4’ de verilmiştir.

Çizelge 3.4 Bodrum Katta Depolama Yapılan Döşemelerde Alınan Yükler

	Tasarım Yükü (t /m ²)	Depolama Yükü(t /m ²)
1. Örnek Bina	0.398	1.56
2. Örnek Bina	0.398 – 0.448	2.42
3. Örnek Bina	0.511	7.69

Yapıların statik ve betonarme çözümleri birlikte yapılmıştır. Yapılan bu çözümlerde, deprem hesabında “Modal Analiz(Dinamik Analiz)” kullanılmıştır. Bilgisayar ortamında yapılan hesaplarda, STA4CAD V.9.0 ve IDECAD IDS V.4.01 adlı programlardan yararlanılmıştır [25], [26]. Hesaplarda ortak olarak kullanılan bazı parametreler Çizelge 3.5’ te sunulmuştur.

Çizelge 3.5 Bilgisayar Çözümlerinde Kullanılan Bazı Parametreler

Deprem Bölgesi	1. Derece
Deprem Bölge Katsayısı, A ₀	0.4
Deprem Yapı Tipi Katsayısı, R	8
Deprem Yapı Önem Katsayısı, I	1
Zemin Periyodu, T _b	0.4
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı, n	0.3
Zemin Yatak Katsayısı	3000 t / m ³
Zemin Emniyet Gerilmesi	20 t / m ²
Zemin Yük Azaltma Katsayısı, C _z	1
Deprem Yükü Eksantrisitesi	%5
Modal Analiz Min Yük Oranı, β	1
Çelik Güvenlik Katsayısı	1.15
Beton Güvenlik Katsayısı	1.5
Zati Yük Faktörü	1.4
Hareketli Yük Faktörü	1.6

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Seçilen örnek binaların taşıyıcı sistem hesap modelleri oluşturulduktan sonra yapılan çözümlerde, taşıyıcı elemanların mevcut yönetmeliklere göre, yeterlilikleri araştırılmıştır. Birinci derece deprem bölgesinde yer alan bu yapılarda, ilave depolama yüklerinin, yapının tamamına ve katlara etkiyen deprem yüklerinde meydana getirdiği artışlar ve bunların doğurduğu sonuçlar irdelenmiştir.

4.1. İnşaat Malzemeleri Depolanan 4 Katlı Bina (Birinci Örnek Bina)

Şekil 4.1’ de bodrum kat tavanı kalıp planı verilen binanın, depo yükünün bulunduğu döşemeler, koyu renkli olarak gösterilmiştir. Binanın, hem kendi yükleri altında, hem de depo yükleri ilave edilerek yapılan çözümlerinde, bazı yapı elemanlarında olumsuzluklara rastlanmıştır. Bodrum katta, bazı elemanlara ait yetersizlikler Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Bodrum Katta Yetersiz Elemanlar (Birinci Örnek Bina)

Durum	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm
Kesit Yetersiz	-	K108,K127,K129,K130, K133,K134,K137
Kuşatılmış Kolon Kontrolü Yetersiz	S107,S108,S109,S110,S115, S116, S125,S126,S127	S107,S108,S109,S110,S115,S116 S117,S121,S123,S125, S126,S127

Mevcut projede seçilen 15 – 20 cm değerindeki kiriş gövde genişlikleri, deprem yönetmeliğinde belirtilen[19] en küçük kiriş genişliği, 25 cm' nin altındadır. Depolama alanı üzerinde yer alan bazı kirişlerin, proje yükleri altında kesit bakımından yeterli olmasına rağmen, depo yükleriyle yapılan çözümde yetersiz kaldıkları görülmüştür. Bu kirişlerin olması gereken boyutları Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Yetersiz Kirişlerin Olması Gereken Boyutları (Birinci Örnek Bina)

Kiriş Adı	Mevcut Boyutu (cm)	Proje Yükleriyle Çözüm (cm)	Depo Yükleriyle Çözüm (cm)
K129	20/50	20/50	30/70
K130	20/50	20/50	25/55
K108,K127,K133 K134, K137	20/50	20/50	25/50

Depolama alanını çevreleyen kirişlerin açıklık donatılarında, her iki çözümde farklılıkların olmadığı ancak, mesnet donatılarında artışların olduğu görülmüştür. Ayrıca mevcut projede, mesnet bölgelerine ilave donatıların konulmadığı düşünüldüğünde, sonuçların daha da olumsuz olduğu anlaşılır. Çizelge 4.3' de K103 ve K129 kirişlerinin donatılarındaki değişim verilmiştir.

Çizelge 4.3 K103 ve K129 Kirişlerinin Açıklık Ve Mesnet Donatıları (Birinci Örnek Bina)

Kiriş Adı	Donatı Yeri	Mevcut Donatı	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm
K 103	Açıklık	3φ12(3.39)	3φ14(4.62)	3φ14(4.62)
	Mesnet (Ek)	-	3φ18(7.63)	2φ24(9.05)
K 129	Açıklık	3φ12(3.39)	3φ14(4.62)	3φ14(4.62)
	Mesnet (Ek)	-	4φ18(10.18)	2φ28(12.31)

Deprem etkisi altında bir çerçevenin moment diyagramında, kirişlerin mesnet bölgelerinin daha fazla zorlandığını görmek mümkündür. Bu nedenle, sarılma bölgesi olarak adlandırılan bölgede etriye sıklaştırılmasına gidilir [19]. Seçilen yapının mevcut projesinde yapılan incelemede, birinci derece deprem bölgesinde bulunmasına rağmen, etriye sıklaştırmasının yapılmadığı görülmüştür. Kesitleri yetersiz olan kirişler hariç, diğer tüm kirişlerde kesme güvenliği sağlanmıştır. Ancak mevcut projede, $\phi 8/25$ olarak seçilen etriye değerinin, yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Kolon kiriş birleşim bölgelerinde, birleşen elemanların kendilerinden beklenen sünek davranışı gösterebilmeleri ve plastik mafsalların kolonlarda oluşabilmesi için, kolonların kirişlerce kuşatılması gerekir [19]. Bu yapıda, bodrum katta bulunan bir çok kolonun, kuşatılma açısından yetersiz kaldıkları görülmüştür. Depo yüklerinin ilave edilmesiyle yapılan çözümde, yetersiz kolon sayısı artmıştır. Depolama yükünü taşıyan bazı kolonların, bu şartı sağlayabilmeleri için olması gereken boyutları Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Yetersiz Kolonların Olması Gereken Boyutları (Birinci Örnek Bina)

	Mevcut Kolon Boyutu (cm)	Proje Yükleriyle Çözüm (cm)	Depo Yükleriyle Çözüm (cm)
S108	40/70 (2800 cm ²)	65/55 (3575 cm ²)	75/55 (4125 cm ²)
S109	40/70 (2800 cm ²)	75/70 (5250 cm ²)	75/80 (6000 cm ²)
S110	40/70 (2800 cm ²)	65/65 (4225 cm ²)	70/75 (5250 cm ²)
S116	40/70 (2800 cm ²)	40/80 (3200 cm ²)	40/80 (3200 cm ²)
S117	40/70 (2800 cm ²)	40/70 (2800 cm ²)	40/80 (3200 cm ²)

Özellikle depolama yükünün konulduğu döşemelerin sehim değerlerinde artışlar olmasına rağmen, bu değerler, maksimum sehim sınırları içerisinde. Ancak, mevcut projedeki döşeme donatıları oldukça yetersiz kalmıştır. Deprem kuvvetinin kat seviyelerinde oluştuğu ve taşıyıcı sisteme iletiildiği düşünüldüğünde, donatı açısından son derece yetersiz kalan döşemeler, kendi düzlemleri içinde zorlandıklarında, elverişsiz durumlar ortaya çıkacaktır. Döşeme donatı değerleri Çizelge 4.5' de karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.5 Döşeme Betonarme Sonuçlarının Karşılaştırılması (Birinci Örnek Bina)

		Proje Donatısı	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm
D101	Donatı	φ8/30 düz+pilye	φ10/22 düz+pilye	φ16/22 düz+pilye
	As(cm ²)	3.35	7.14	18.3
D102	Donatı	φ8/30 düz+pilye	φ8/22 düz+pilye	φ12/26 düz+pilye
	As(cm ²)	3.35	4.59	8.7
D103	Donatı	φ8/30 düz+pilye	φ8/24 düz+pilye	φ12/22 düz+pilye
	As(cm ²)	3.35	4.19	10.28

Binaya etkiyen toplam deprem yükünün hesaplanmasında, binanın toplam ağırlığı önemlidir. Mevcut betonarme projesiyle, kesit ve donatı açısından yetersiz olan yapının, depolama amaçlı kullanılarak yapı ağırlığının artırılması, birinci derece deprem bölgesinde bulunan yapıya etki eden deprem kuvvetini de artırmıştır. Yapının mevcut projesinde deprem analizinin yapılmamış olması, taşıyıcı sistem için önemli bir sorundur.

Depo yüklerinin ilave edilmesiyle zemin kat kütlesi, 319.91 t' dan 439.41 t' a çıkmıştır. Bina toplam kütlesi ise, 1027.28 t iken, 1144.37 t olmuştur. Bina kütlesindeki bu artışın, binaya etkiyen deprem kuvvetinde meydana getirdiği değişiklik, Çizelge 4.6' da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6 Binaya Etkiyen Deprem Kuvveti Değerleri (Birinci Örnek Bina)

Kat No	Deprem Yüğü (X Yönu)		Deprem Yüğü (Y Yönu)	
	Proje Yüğüyle Çözüm (t)	Depo Yüğüyle Çözüm (t)	Proje Yüğüyle Çözüm (t)	Depo Yüğüyle Çözüm (t)
1	21.60	30.01	22.19	31.75
2	27.35	27.53	30.36	31.53
3	32.21	32.83	37.54	39.54
4	31.00	31.85	38.31	40.22
Toplam	112.16	122.22	128.40	143.04

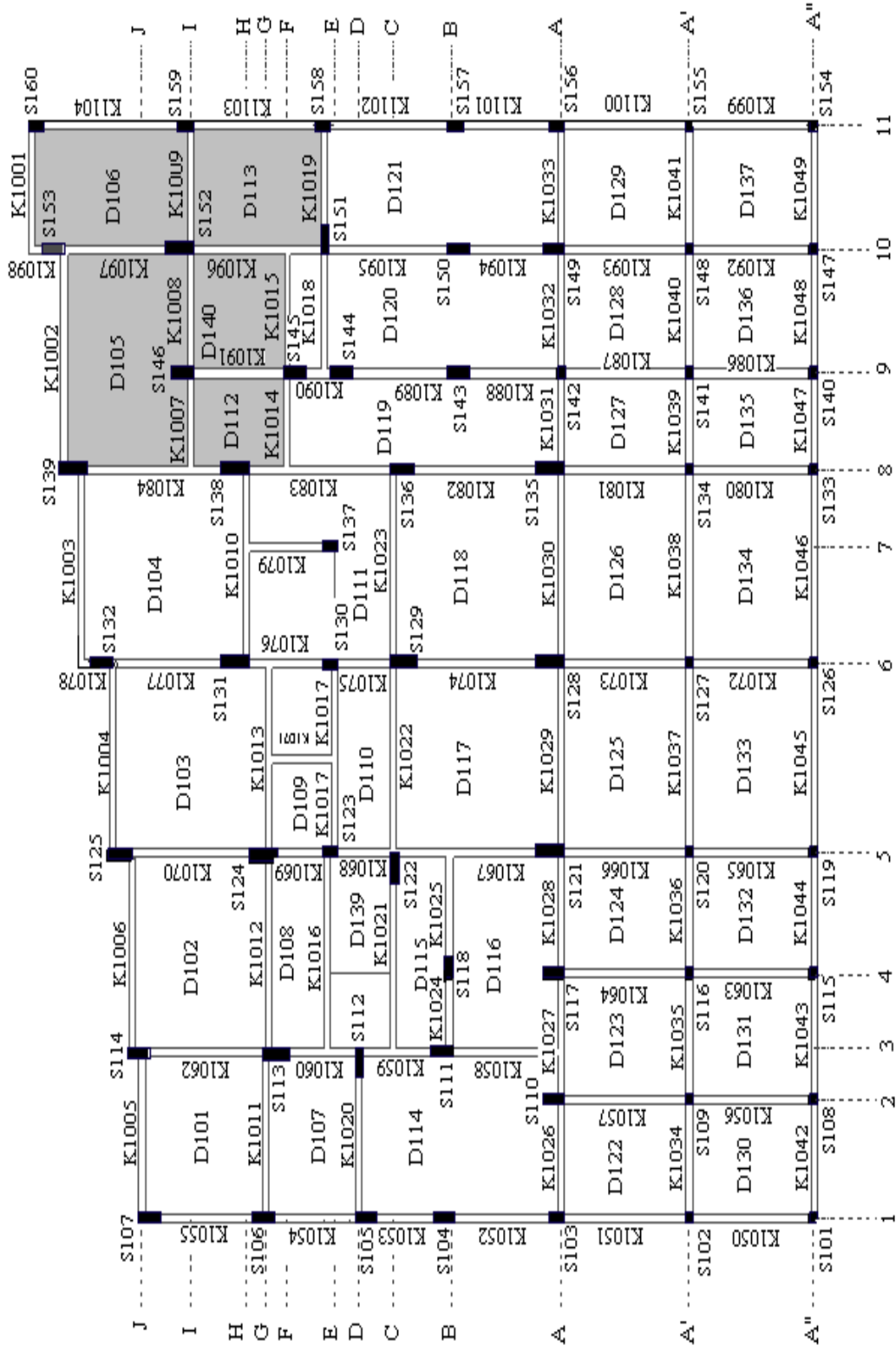
Tüm binaya etki eden deprem kuvvetindeki toplam 10.062 t değerindeki artışın, %84' ü bodrum katta meydana gelmiştir. Bu katta taşıyıcı sistem elemanlarının, boyut ve donatı açısından yeterli olmadığı, yapılan incelemelerde görülmüştür. Özellikle, taşıyıcı sistemin ana elemanları olan ve hasar oluştuğunda onarılması güç durumlar ortaya çıkarabilecek kolonlar, deprem yönetmeliğinde belirtilen bir çok şartı sağlayamamıştır. Bu nedenle, artan deprem yükleri karşısında, üst katları konut olarak kullanılan yapının, güvenliği tehlikeye girmiş olacaktır.

4.2. İnşaat Malzemeleri Depolanan 7 Katlı Bina (İkinci Örnek Bina)

İncelenen 7 katlı binanın bodrum katına ait kalıp planı Şekil 4.2’ de verilmiştir. Proje yükleriyle yapılan çözümde, taşıyıcı sistem elemanlarının bir çoğunda kesit yetersizliklerine rastlanmıştır. Birinci derece deprem bölgesinde bulunan ve “yüksek süneklikli yapı” olarak tasarlanması gereken yapının bütün katlarında, güçlü kolon şartının sağlanamadığı görülmüştür. Kolon boyutları yetersizdir. Proje yükleriyle dahi, olumsuz koşullar altında bulunan yapıya, depo yüklerinin ilave edilmesiyle yapılan çözümde, yükün bulunduğu D106 döşemesinde ve bu yükü taşıyan bazı kirişlerde, kesit yetersizlikleri meydana gelmiştir. Bu elemanların olması gereken boyutları Çizelge 4.7’ de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Bodrum Katta Yetersiz Elemanların Olması Gereken Boyutları (İkinci Örnek Bina)

Taşıyıcı Eleman	Mevcut Boyutu (cm)	Proje Yükleriyle Çözüm (cm)	Depo Yükleriyle Çözüm (cm)
D106	10	10	12
K1008	20/50	20/50	25/50
K1009	20/50	20/50	25/50
K1091	20/50	20/50	25/50
K1096	20/50	20/50	25/55



Şekil 4.2 İkinci örnek bina bodrum kat kalıp planı ve depolama alanı

Döşemelerin açıklık momentlerinin, kirişlerin ise mesnet momentlerinin artması, kesitlerin yetersiz çıkmasına neden olmuştur. Yetersiz kalan bu elemanların donatı değerleri büyük artışlar göstermiştir. K1008 ve K1097 kirişlerinin açıklık ve mesnet donatıları, Çizelge 4.8' de karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.8 K1008 ve K1097 Kirişlerinin Açıklık Ve Mesnet Donatıları (İkinci Örnek Bina)

Kiriş Adı	Donatı Yeri	Mevcut Donatı	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm
K1008	Açıklık	3φ14(4.62)	3φ14(4.62)	4φ14(6.16)
	Mesnet (Ek)	2φ16(4.02)	2φ26(10.62)	2φ30(14.14)
K1097	Açıklık	3φ14(4.62)	3φ14(4.62)	5φ16(10.05)
	Mesnet (Ek)	2φ16(4.02)	2φ26(10.62)	2φ30(14.14)

Yapıda güçlü kolon şartının sağlanamamasından dolayı, kolonlar, yetersiz kalmaktadır. Mevcut kolon kesitlerinin büyütülerek, yapının süneklik düzeyi yüksek yapı olması sağlanmalıdır. Bazı kolonların olması gereken boyutları Çizelge 4.9' da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Yetersiz Kolonların Olması Gereken Boyutları (İkinci Örnek Bina)

	Mevcut Kolon Boyutu (cm)	Proje Yükleriyle Çözüm (cm)	Depo Yükleriyle Çözüm (cm)
S146	25/70 (1750 cm ²)	50/70 (3500 cm ²)	70/70 (4900 cm ²)
S152	30/90 (2700 cm ²)	65/90 (5850 cm ²)	70/90 (6300 cm ²)
S159	25/50 (1250 cm ²)	25/55 (1375 cm ²)	25/85 (2125 cm ²)

Depolama yükünün konulduğu D106 döşemesi, kesit bakımından yetersiz kalmıştır. Döşeme donatılarında da büyük artışlar olduğu gözlemlenmiştir. Bu değerler Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.10 D106 Döşemesi Betonarme Sonuçlarının Karşılaştırılması (İkinci Örnek Bina)

		Proje Donatısı	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm
D106 X Yönü	Donatı	φ8/30 düz+pilye	φ10/24 düz+pilye	φ16/24 düz+pilye
	As(cm ²)	3.35	6.54	16.8
D106 Y Yönü	Donatı	φ8/30 düz+pilye	φ8/30 düz+pilye	φ8/20 düz+pilye
	As(cm ²)	3.35	3.35	5.0

Birinci derece deprem bölgesinde yer alan yapı, deprem yönetmeliğinde belirtildiği gibi, “sünekliği yüksek yapı” olarak çözülmüş ancak yapıda güçlü kolon şartı sağlanamamıştır. Bu çözümde elde edilen, katlara etkiyen deprem kuvveti değerleri Çizelge 4.11' de karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.11 Binaya Etkiyen Deprem Kuvveti Değerleri (İkinci Örnek Bina)

Kat No	Deprem Yüğü (X Yönü)			Deprem Yüğü (Y Yönü)		
	Proje Deprem Yüğü	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm	Proje Deprem Yüğü	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm
1	13.72	16.87	22.68	13.72	17.69	23.42
2	15.50	17.31	17.51	15.50	22.41	23.01
3	18.02	19.61	19.60	18.02	28.52	29.02
4	22.82	22.75	22.45	22.82	34.84	35.29
5	27.61	29.00	28.93	27.61	43.23	43.78
6	32.40	40.29	41.77	32.40	54.26	55.91
7	37.20	37.64	39.01	37.20	49.64	51.80
Toplam	167.27	183.47	191.95	167.27	250.59	262.23

Güçlü kolon şartını sağlamayan yapı, “sünekliği normal yapı” olarak değerlendirilerek çözüldüğünde ise, deprem kuvvetlerinin iki kat arttığı görölmüşür. Proje yükleriyle yapılan çözümdede, x yönü deprem kuvveti 183.47 t iken, 366.8 t’a, y yönü deprem kuvveti, 250.59 t’ dan 500.96 t’a çıkmıştır. Kiriş ve kolonların hem boyut hem de donatı açısından yetersiz olduğu binada, deprem yükünün bu artışı karşısında, taşıyıcı elemanların sünek davranışı tehlikeye girmiştir.

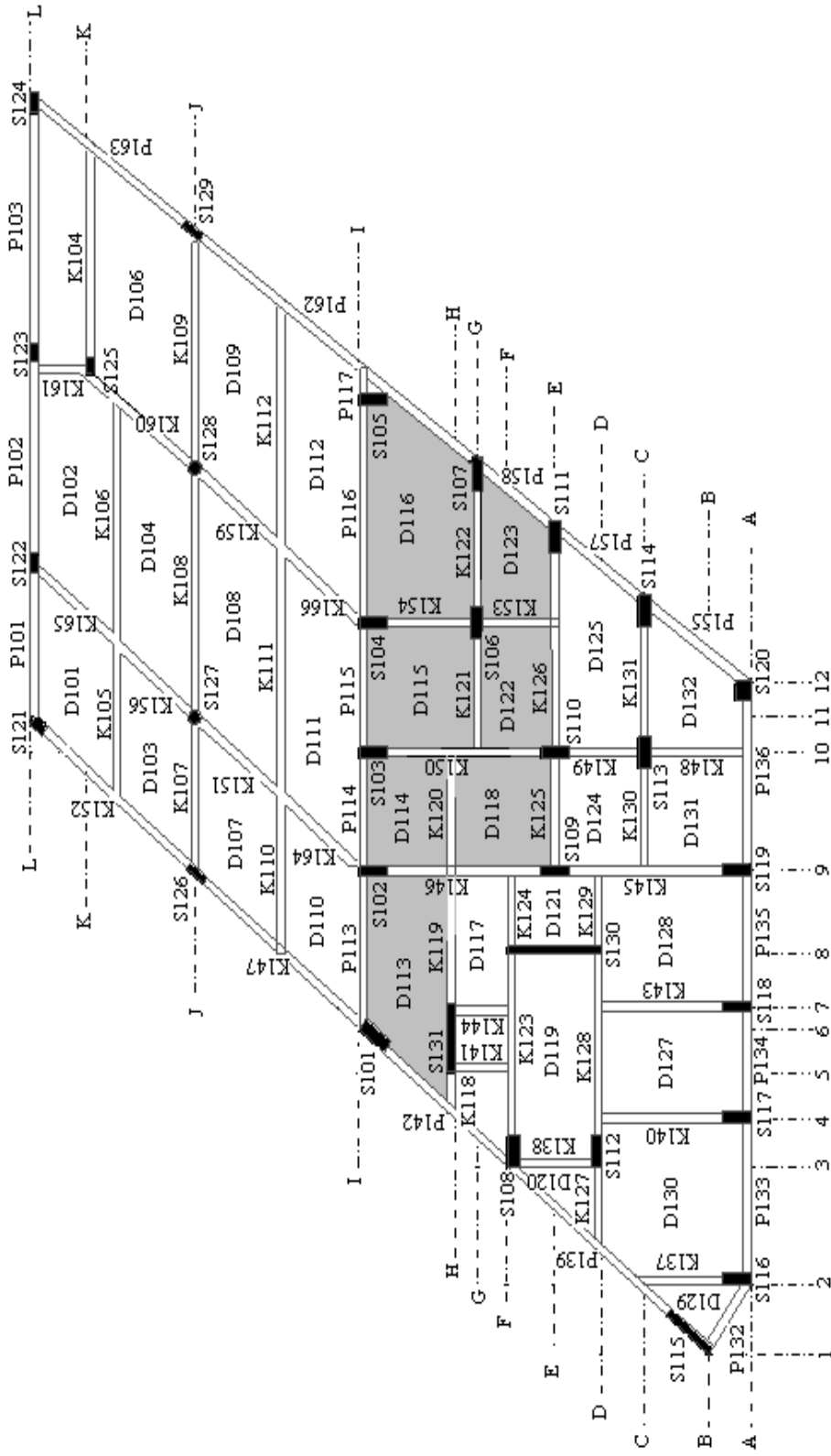
4.3. Gübre Depolanan 7 Katlı Bina (Üçüncü Örnek Bina)

Bodrum kat tavanı kalıp planı Şekil 4.3' de verilen, 7 katlı bina, seçilen yapılar içerisinde depolama yükünün en fazla olduğu binadır. Binanın bodrum katının çok amaçlı salon olarak tasarlanması nedeniyle, bu bölümde çok kolon yapılmasından kaçınılmış, taşıma kirişlerle yapılmaya çalışılmıştır. Ancak, uzun açıklıkların ortaya çıkması ve tüm binanın genelinde tasarlanan 25/50 cm' lik kiriş boyutları, bu kısımda yetersiz kalmıştır. Birinci derece deprem bölgesinde bulunan yapı, "süneklik düzeyi yüksek" yapı olarak çözülmüş fakat, özellikle üçüncü ve dördüncü katlarda kolon boyutlarının küçültülmesi nedeniyle, bu katlarda güçlü kolon şartı sağlanamamıştır. Yapıya, ilave depolama yüklerinin etki etmesiyle, bu alanda bulunan bazı elemanlarda kesit yetersizlikleri ortaya çıkmıştır. Bu yetersiz elemanlar ve olması gereken boyutları Çizelge 4.12' de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Bodrum Katta Yetersiz Elemanların Olması Gereken Boyutları (Üçüncü Örnek Bina)

Eleman	Mevcut Boyutu (cm)	Proje Yükleriyle Çözüm (cm)	Depo Yükleriyle Çözüm (cm)
K121	25/50	25/50	25/55
K126	25/50	25/50	25/60
K146	25/50	25/50	25/80
K150	25/50	25/50	25/80
S109	25/90	30/85	45/80
S110	35/90	35/90	50/95

Döşemeler üzerindeki yükün tasarlanandan oldukça fazla miktarda olması ve bu yükün, kalıcı bir yük olarak döşeme üzerinde bulunması, döşemelerde meydana gelen sehim değerlerini artırmıştır. Yükün konulduğu döşemelerdeki en büyük sehimin, D116 döşemesinde olduğu gözlemlenmiştir. 12.31 mm olarak bulunan bu sehim değeri, en büyük sehim sınırı olan 13.09 mm' ye çok yakındır. Döşeme donatılarının, projedeki mevcut değerleri, proje yükleriyle yapılan çözümlerde bulunan sonuçları ve ilave yüklerin etki etmesiyle yapılan çözüm sonuçları açısından karşılaştırıldığında, birbirinden çok farklı oldukları gözlemlenmiştir. Çizelge 4.13' de bu sonuçlar gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Üçüncü örnek bina bodrum kat kalıp planı ve depolama alan

Çizelge 4.13 Döşeme Donatısı Değerleri (Üçüncü Örnek Bina)

		Proje Donatısı	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm
D114 (x yönü)	Donatı	φ10/36 düz+pilye	φ8/36 düz+pilye	φ14/22 düz+pilye
	As(cm ²)	4.25	2.75	14.0
D116 (y yönü)	Donatı	φ10/36 düz+pilye	φ8/22 düz+pilye	φ22/22 düz+pilye
	As(cm ²)	4.25	4.37	34.5

Kesit açısından yeterli olsalar bile, kirişlerin açıklık ve mesnet donatılarında artışlar olduğu görülmüştür. Kesiti yeterli K120 kirişinin açıklık donatı değerleri ve etriyeleri Çizelge 4.14' de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Çizelge 4.14 K120 Kirişi Betonarme Sonuçları (Üçüncü Örnek Bina)

	Proje Donatısı	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm
K 120	1φ14+2φ12 (3.8cm ²)	3φ12 (3.39 cm ²)	5φ20 (15.71 cm ²)
Etriye	φ8/18	φ8/10	φ16/12

Depolama alanı içerisinde bulunan ve bu yükleri taşıyan, 35/90 cm boyutlarındaki S110 kolonunun taşıma kapasitesi 283.5 t' dur. Kolona gelen normal kuvvet değerleri Çizelge 4.15' de verilmiştir. Proje yükleri altında, taşıma kapasitesinin aşılmadığı ancak, depo yüklerinin etki etmesiyle, kesitin yetersiz hale geldiği görülmüştür. Bu kolon 50/ 95 cm boyutlarında olmalıdır. Kesiti yetersiz olan bu kolonun donatıları da yetersiz kalmaktadır.

Çizelge 4.15 S110 Kolonuna Gelen Normal Kuvvet Değerleri (Üçüncü Örnek Bina)

	Proje Değeri	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm
S 110	255 ton	248 ton	362 ton

Yapının bodrum katı perdelerle çevrilidir. Perdelerin rijitliklerinin fazla olması nedeniyle, deprem yükleri bu katta daha fazladır. Yapının bodrum katında bulunan depo yükü nedeniyle, toplam bina kütlesi değeri, 2862.96 t' dan 3543.30 t' a çıkmıştır. Bu artışla birlikte, binaya etki eden deprem kuvveti de % 24 oranında artmıştır. Değerler Çizelge 4.16' de verilmiştir.

Çizelge 4.16 Binaya Etkiyen Deprem Kuvveti Değerleri (Üçüncü Örnek Bina)

Kat No	Deprem Yükü (X Yönü)			Deprem Yükü (Y Yönü)		
	Proje Deprem Yükü	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm	Proje Deprem Yükü	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm
1	48.50	50.07	114.68	29.30	32.98	91.14
2	12.80	13.55	12.52	13.50	15.51	15.48
3	14.30	17.83	16.49	15.90	17.90	16.90
4	20.60	22.47	21.11	19.50	21.24	18.57
5	25.20	27.92	24.36	25.80	26.54	26.82
6	33.10	36.24	32.79	31.30	33.47	27.52
7	46.40	51.88	50.23	45.70	61.26	62.12
Toplam	200.90	219.96	272.18	181.00	208.90	258.55

Bodrum kata etki eden deprem kuvveti değeri, toplam kuvvetin, x yönünde % 42' sini, y yönünde ise % 35' ini oluşturmaktadır. Bu katta bulunan ve depolama alanı içerisinde yer alan kolonların boyutlarının yeterli olmadığı görülmüştür. Bu nedenle, konut olarak kullanılan bu yedi katlı yapının güvenliği azalmıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, tamamına yakını deprem bölgesi olan ülkemizde sık rastlanan bir durum olan, betonarme binaların, tasarım amacı dışında kullanılarak, ilave yüklerin etkisi altında bırakılmalarının taşıyıcı sistem üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlara bağlı öneriler aşağıda özetlenmiştir.

5.1. Sonuçlar

- 1- Araştırma kapsamında incelenen yapıların taşıyıcı sistemlerinin, mevcut halleriyle yetersiz olduğu gözlenmiş; binaların, yatay ve düşey yükleri taşıma kapasitelerinin azaldığı belirlenmiştir.
- 2- Yapıların kullanım aşamasında, tasarım amacı dışına çıkılarak, ilave depolama yükleri altında binaların taşıyıcı sistemlerinin, yapı güvenliği açısından zayıf kaldıkları görülmüştür. Bu yapıların üst katlarının konut olarak kullanılıyor olması, yaşayan insanların can ve mal güvenliklerini tehlikeye atmak anlamına gelmektedir. Birinci derece deprem bölgesinde yer alan binaların, mevcut taşıyıcı sistemle, herhangi bir deprem anında ortaya çıkacak yükleri taşıyabilecek kapasitede olmadıkları görülmüştür.
- 3- Yapı güvenliği değerlendirmelerinin, binaların mevcut projeleri üzerinden yapılması yanılığara yol açabilmektedir. Özellikle yapıların amaç dışı kullanımlarıyla birlikte, inşa sırasında, malzeme ve işçilikte yapılmış olması muhtemel hatalar, taşıyıcı sistemin güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Bu duruma ilişkin acı tecrübeler, 1999 yılında Körfez ve Düzce depremleriyle de gözlenmiş ve yaşanmıştır.
- 4- Etüd edilen yapıların depolama amaçlı kullanılan alanlarının, dükkan olarak tasarlandığı ve kullanım izinlerinin de bu amaca yönelik olmadığı görülmüştür.
- 5- Özellikle, önceki yıllarda yapılan yapıların, şu andaki mevcut yönetmelik koşullarını sağlamadığı (örneğin, giriş genişliklerinin düşük olması, $b_w \geq 25cm$) görülmüştür. Bunun yanı sıra, kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulunun sağlanamaması, yine kolonların kirişlerle kuşatılmasının

yapılamaması ve deprem bölgelerinde önemli bir husus olan etriye sıklaştırmalarının olmaması, önemli eksiklikler olarak tespit edilmiştir.

- 6- Depolama amaçlı kullanılan binalarda, depolama malzemesinin binanın bir bölgesine yığılması, yapının kütle merkezini rijitlik merkezinden uzaklaştırdığı görülmüştür. Bu durumun da yapıda ek kuvvetlerin doğmasına neden olduğu bilinmektedir.
- 7- Depremlerde en büyük hasar nedeninin sünekliliğin sağlanamamasından kaynaklandığı dikkate alınacak olursa, birinci derece deprem bölgesinde bulunan seçilmiş yapılarda, “yüksek süneklilikli yapı” koşulunun sağlanamadığı gözlemlenmiştir.

5.2. Öneriler

- 1- Genel olarak, mevcut yapının gerçek taşıma kapasitesini belirlemenin oldukça zor olduğu söylenebilir. Yapım sırasındaki hatalar, malzeme dayanımının zamanla değişmiş olması, yorulma ve yapının geçmişte maruz kaldığı deprem gibi etkiler, elemanların rijitliğinde önemli düşüşler meydana getirebilmektedir. Çalışma kapsamında görülmüştür ki, kullanım amacının dışına çıkılan bir yapıda, taşıyıcı sistem yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, gerekli denetimlerin yapılarak, binaların tasarım amacı dışında kullanılmalarının önüne geçilmelidir.
- 2- Deprem bölgesinde yer alan binaların, mevcut hallerinin yetersiz olması nedeniyle, taşıyıcı sistemleri takviye edilerek, yatay ve düşey yükleri taşıma kapasiteleri artırılmalıdır. Mevcut halleriyle yetersiz olan binalar kayda değer bir deprem geçirmişse, elemanların ve düğüm noktalarının rijitliğinde önemli azalmalar meydana gelmiş ve taşıyıcı sistem yumuşamış olabilir. Konut olarak kullanılan bu çok katlı yapıların, güçlendirme çalışmaları mutlaka yapılmalı ve içinde yaşayan insanların güvenlikleri sağlanmalıdır.
- 3- Özellikle deprem bölgesinde yer alan yapılarda sünekliliğin sağlanabilmesi için, yapım aşamasında gerekli denetimler yapılarak, olabildiğince sünek bir yapı elde edilmeye çalışılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Altner, O.**, 2001. Tasarım Yüğü Aşılan Bir Betonarme Binanın Güçlendirme Yönünden Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 97s.
- [2] **TS 498**, 1987. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüğülerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [3] **Demir, H.**, 1992. Depremlerde Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 136s.
- [4] **Celep, Z. ve Kumbasar. N.**, 1993. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Sema Matbaacılık, İstanbul, 344s.
- [5] **Bayülke, N.**, 1995. Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, İnşaat Mühendisleri Odası, İzmir Şubesi.
- [6] **TS 1914**, 1975. Yapıların Güvenliğini Gerçeklemede Genel İlkeler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [7] **Ersoy, U.**, 1985. Betonarme Temel İlkeler ve Taşıma Gücü Hesabı, Evrim Yayınevi, İstanbul, 643s.
- [8] **TS 6793**, 1989. Konutlar Ve Kamu Binalarında Kullanım Ve Yerleşim Yüğüleri. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [9] **TS 500**, 2000. Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [10] **American Concrete Enstitute**, 1984. Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-M83), Detroit.

- [11] **Celep, Z. ve Kumbasar. N.**, 1998. Betonarme Yapılar, Sema Matbaacılık, İstanbul, 900s.
- [12] **Altımtay, E.**,1998. Betonarme Sistemlerin Tasarımı, Temel Kavramlar ve Hesap Yöntemleri, Birsen Yayınevi, Ankara, 457s.
- [13] **Horne, M.R.**,1956. Some results of the theory of probability in the estimation of design loads, Proceedings of a symposium on the strength of concrete structures organized by cement and concrete association, London, 3-24.
- [14] **Bresler, B.**, 1974. Reinforced Concrete Engineering. Volume I. Materials, Structural Elements, Safety, University of California, Berkeley.
- [15] **Cowan,H. J.**, 1963.Working Loads And Maximum Permissible Stresses, The Design of Reinforced Concrete in Accordance with the S.A.A. Code for Concrete in Buildings, University of Sydney.
- [16] **ASCE 7-98**, 2000. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineers, USA,337s.
- [17] **TS 2968**, 1978. Üretim Binalarında (Fabrika, İmalathane, Atölye vb.) ve Depolarda Döşeme Yüklerinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [18] **Reynolds, C.E.**, 1957. Reinforced Concrete Designer's Handbook, Concrete Publications Ltd, London.
- [19] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, 1997. Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [20] **Celep, Z. ve Kumbasar. N.**, 2001. Yapı Dinamiği, Beta Yayınevi, İstanbul, 422s.

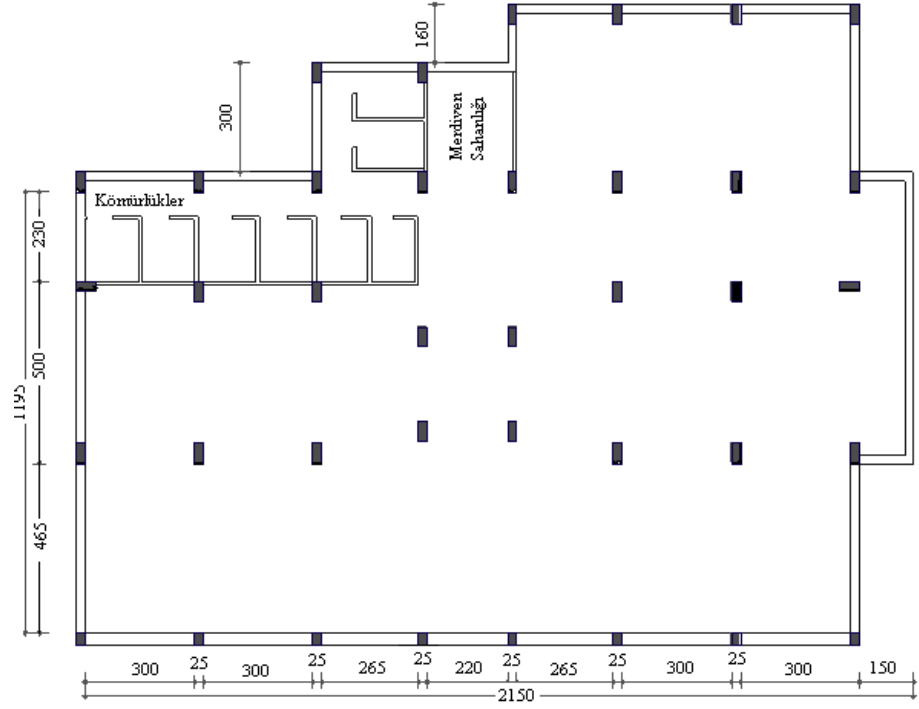
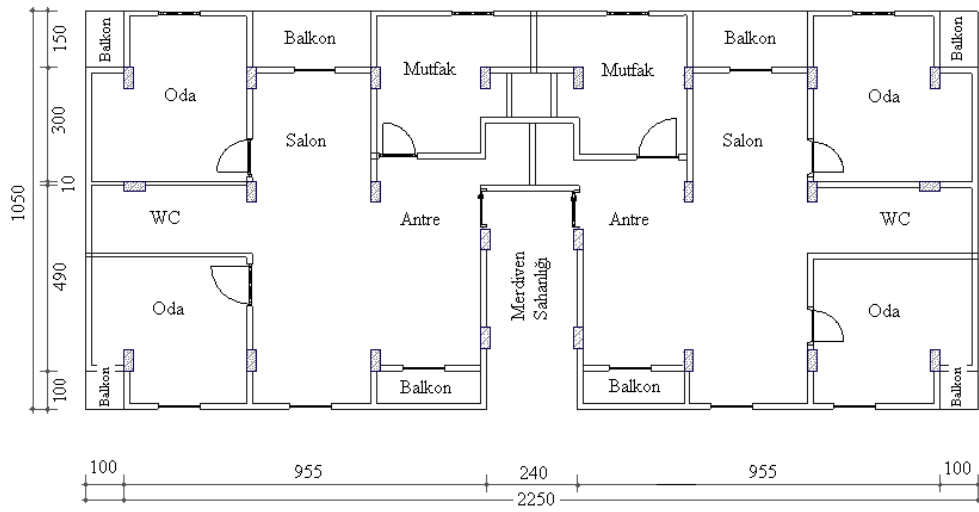
- [21] **Kasımzade. A.A.**, 2004. Sonlu Elemanlar Metodu, Birsen Yayınevi, İstanbul, 296s.
- [22] **Bektaş. B.**, 2000. Depremlerin Yapılarda Meydana Getirdiği Hasarların Nedenleri Ve Yapı Tasarımının Hasar Üzerindeki Etkisi, Yüksek Lisans tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 120s.
- [23] **Hocaoğlu. B.**, 2002. Betonarme Yapıların Depremde Hasar Görme Nedenleri ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 102s.
- [24] **Birinci.F.**, 1998. Çok Katlı Yapılarda Temel Çökmelerinin Yapı Taşıyıcı Sistemine Etkileri, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 146s.
- [25] **STA4CAD Ver 9.0.**, “Structural Analysis for Computer Aided Design ” İnşaat Mühendisliği Programı, STA Bilgisayar Müh.Müş.Ltd.Şti, İstanbul.
- [26] **IDECAD IDS Ver 4.01.**, 2000. “İdestatik 3D Integrated Design System” İnşaat Mühendisliği programı, ideYapı, Bursa.

EKLER**EK A**

Çizelge A.1 Tespit Edilen Depolama Yapılan Binalar ve Özellikleri

Sıra No	Depolama Maddesi	Kat Adedi	Yük Değeri (t / m ²)	Grup	
1	Gübre (3)*	6	7.69	3	
2	İnşaat Malzemesi (2)*	6	2.42		
3	İnşaat Malzemesi (1)*	3	1.56		
4	Çeltik	3	1.43	2	
5	İnşaat Malzemesi	6	1.3		
6	Un	4	1.25		
7	Gübre	5	1.25		
8	Yem	5	1.14		
9	Çeltik	3	1.12		
10	Çeltik	3	1.1		
11	Çeltik	4	1.1		
12	Kömür	4	1.1		
13	İnşaat Malzemesi	6	1.0		
14	Un	6	1.0		
15	Un	6	0.96		
16	Gübre	5	0.94		
17	İnşaat Malzemesi	5	0.9		
18	Un	6	0.88		
19	Çeltik	4	0.86		
20	İnşaat Malzemesi	6	0.82		
21	Çeltik	5	0.71		1
22	Un	3	0.69		
23	Kömür	4	0.68		
24	Çeltik	3	0.67		
25	Kömür	5	0.63		
26	Gıda	10	0.63		
27	Un	3	0.63		
28	Gıda	7	0.52		
29	Kömür	5	0.5		
30	Kömür	6	0.46		
31	Gıda	7	0.31		
32	Gübre	3	0.25		

* Analizi yapılan örnek bina numaraları

EK B.**Şekil B.1 Birinci Örnek Bina Bodrum Kat Mimari Yerleşim Planı****Şekil B.2 Birinci Örnek Bina Normal Kat Mimari Yerleşim Planı**

Çizelge B.1 Birinci Örnek Binada Bodrum Katta Yetersiz Kalan Elemanlar

	Proje Yükleriyle Çözüm	Depo Yükleriyle Çözüm
Kesit Yetersiz	-	K108,K127,K129,K130, K133,K134,K137
Kuşatılmış Kolon Kontrolü Yetersiz	S107,S108,S109,S110, S111,S112,S113,S114, S115,S116,S120,S125, S126,S127,S128,S129, S130	S107,S108,S109,S110, S111,S112,S113,S114, S115,S116,S117,S118, S119,S120,S121,S123, S124,S125, S126,S127, S128,S129, S130

Çizelge B.2 Birinci Örnek Binada Kolon Boyutları Ve Donatılar

Kolon Adı	Bodrum ve Zemin Kat	1.ve 2. Normal Katlar
S107,S108,S109, S110,S111, S112, S113,S114,S115, S116, S117,S118, S119,S120,S121, S122,S123,S124, S125,S126, S127, S128,S129,S130	40/70 (10φ18)	55/30 (8φ16)
S101,S102,S103, S104,S105, S106, S131,S132,S133, S134, S135,S136, S137,S138	30/25 (4φ14)	Bu kolonlar üst katlarda devam etmemektedir.

Çizelge B.3 Birinci Örnek Binada Tasarım Yükleri

	Döşeme Kalınlığı(cm)	Döşeme Tipi	Sabit Yük (t / m ²)	Hareketli Yük (t / m ²)
Bodrum Kat	h = 10 cm h = 12 cm	Normal	0.398	0.5
Zemin Kat	h = 10 cm	Normal	0.398	0.5
	h = 12 cm	Normal	0.398	0.5
	h = 14 cm	Normal	0.448	0.5
	h = 10 cm	Düşük	0.782	0.5
Normal Katlar	h = 10 cm	Normal	0.35	0.2
	h = 14 cm	Normal	0.45	0.35
	h = 12 cm	Konsol	0.51	0.35
	h = 10 cm	Düşük	0.782	0.2

Çizelge B.4 Birinci Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında Etkiyen Deprem Kuvvetleri

Kat No	X Yönü			Y Yönü		
	Modal Analiz	Eşdeğer Dep.Yön.	Deprem Yükü	Modal Analiz	Eşdeğer Dep.Yön.	Deprem Yükü
1	18.75	20.60	21.60	18.39	23.58	22.19
2	23.74	28.09	27.35	25.15	32.16	30.36
3	27.96	32.97	32.21	31.11	37.75	37.54
4	26.91	30.50	31.00	31.74	34.91	38.31
Σ	97.36	112.16	112.16	106.39	128.40	128.40

Çizelge B.5 Birinci Örnek Binada Depo Yükleri Altında Etkiyen Deprem Kuvvetleri

Kat No	X Yönü			Y Yönü		
	Modal Analiz	Eşdeğer Dep.Yön.	Deprem Yükü	Modal Analiz	Eşdeğer Dep.Yön.	Deprem Yükü
1	25.84	28.11	30.01	25.92	32.95	31.75
2	23.53	28.72	27.53	25.74	33.67	31.53
3	28.27	33.88	32.83	32.28	39.72	39.54
4	27.43	31.51	31.85	32.84	36.70	40.22
Σ	105.07	122.22	122.22	116.78	143.04	143.04

Çizelge B.6 Birinci Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında K103 ve K129 Kirişleri Statik ve Betonarme Sonuçları

Kiriş		Üst Msol	Alt Msol	Maç	Üst Msağ	Alt Msağ	Etriye
K103	Mom(tm)	12.38	9.56	0.84	10.66	10.21	φ8/13
	As(cm ²)	14.29	9.98	3.57	11.87	10.72	
	Donatı	-	-	3φ14 düz 2φ18 montaj	3φ18	2φ20	
K129	Mom(tm)	15.88	12.17	1.49	16.47	10.88	2*φ10/15
	As(cm ²)	16.09	12.61	3.57	16.61	10.33	
	Donatı	4φ20	3φ20	3φ14 düz 2φ18 montaj	4φ18	2φ20	

Çizelge B.7 Birinci Örnek Binada Depo Yükleri Altında K103 ve K129 Kirişleri Statik ve Betonarme Sonuçları

Kiriş		Üst Msol	Alt Msol	Maç	Üst Msağ	Alt Msağ	Etriye
K103	Mom(tm)	13.92	9.22	1.41	11.49	10.43	φ10/10
	As(cm ²)	16.39	9.77	3.57	12.85	11.09	
	Donatı	-	-	3φ14 düz 2φ18 montaj	2φ24	1φ30	
K129	Mom(tm)	19.49	10.89	2.56	20.98	8.76	2*φ12/12
	As(cm ²)	18.4	11.3	3.57	18.4	9.2	
	Donatı	2φ30	1φ30	3φ14 düz 2φ18 montaj	2φ28	1φ24	

Çizelge B.8 Birinci Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında Yetersiz Kalan Kolonların Statik ve Betonarme Sonuçları

Kolon Adı		X Yönü	Y Yönü	Etriye
S108	Max N (t)	63.26	67.89	ø8/15/10
	As (cm ²)	7	11.37	
	Donatı	2*5ø18 + 2*2ø14 göv		
S109	Max N (t)	69.63	69.63	ø8/20/10
	As (cm ²)	8.72	9.43	
	Donatı	2*5ø16 + 2*3ø16 göv		
S110	Max N (t)	83	83	ø8/20/10
	As (cm ²)	10	7	
	Donatı	2*4ø16 + 2*3ø16 göv		
S116	Max N (t)	84.95	84.95	ø8/15/10
	As (cm ²)	7	7.97	
	Donatı	2*5ø16 + 2*3ø14 göv		
S117	Max N (t)	67.86	67.86	ø8/15/10
	As (cm ²)	7	9.19	
	Donatı	2*6ø16 + 2*2ø14 göv		

Çizelge B.9 Birinci Örnek Binada Depo Yükleri Altında Yetersiz Kalan Kolonların Statik ve Betonarme Sonuçları

Kolon Adı		X Yönü	Y Yönü	Etriye
S108	Max N (t)	72.15	75.64	ø8/20/10
	As (cm ²)	11.14	11.47	
	Donatı	2*5ø18 + 2*3ø18 göv		
S109	Max N (t)	81.69	81.69	ø8/20/10
	As (cm ²)	8.72	9.12	
	Donatı	2*5ø16 + 2*3ø16 göv		
S110	Max N (t)	91.31	91.31	ø10/20/10
	As (cm ²)	10.85	7	
	Donatı	2*4ø16 + 2*4ø16 göv		
S116	Max N (t)	102.57	102.57	ø10/15/10
	As (cm ²)	7	8.24	
	Donatı	2*6ø16 + 2*2ø14 göv		
S117	Max N (t)	84.84	84.84	ø8/15/10
	As (cm ²)	7	8.93	
	Donatı	2*6ø16 + 2*2ø14 göv		

Çizelge B.10 Birinci Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında Döşemelerin Statik ve Betonarme Sonuçları

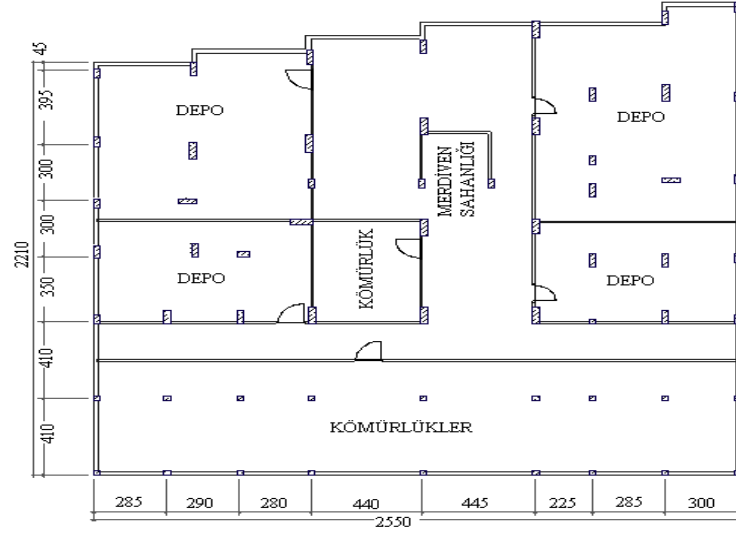
Döş. Adı		X Yönü			Y Yönü		
		Sol Mes	Açıklık	Sağ Mes	Sol Mes	Açıklık	Sağ Mes
D101	Mom(tm)	0	1.33	1.55	0	0	0
	As(cm ²)	0	7.12	8.43	0	0	0
	Don.	φ10/22 pilye+düz, φ10/30 sağ ek			φ6/18 dağıtma		
D102	Mom(tm)	1.55	0.87	0.99	0	0	0
	As(cm ²)	8.43	4.51	6.59	0	0	0
	Don.	φ8/22 pilye+düz, φ8/22 sağ ek			φ6/18 dağıtma		
D103	Mom(tm)	0.99	0.8	0.81	0	0	0
	As(cm ²)	6.59	4.16	5.44	0	0	0
	Don.	φ8/24 pilye+düz, φ8/30 sağ ek			φ6/18 dağıtma		
D104	Mom(tm)	0	0.78	0.86	0	0.39	0
	As(cm ²)	0	5.09	5.71	0	2.49	0
	Don.	φ10/30 pilye+düz, φ8/33 sağ ek			φ8/30 pilye+düz		

Çizelge B.11 Birinci Örnek Binada Depo Yükleri Altında Döşemelerin Statik ve Betonarme Sonuçları

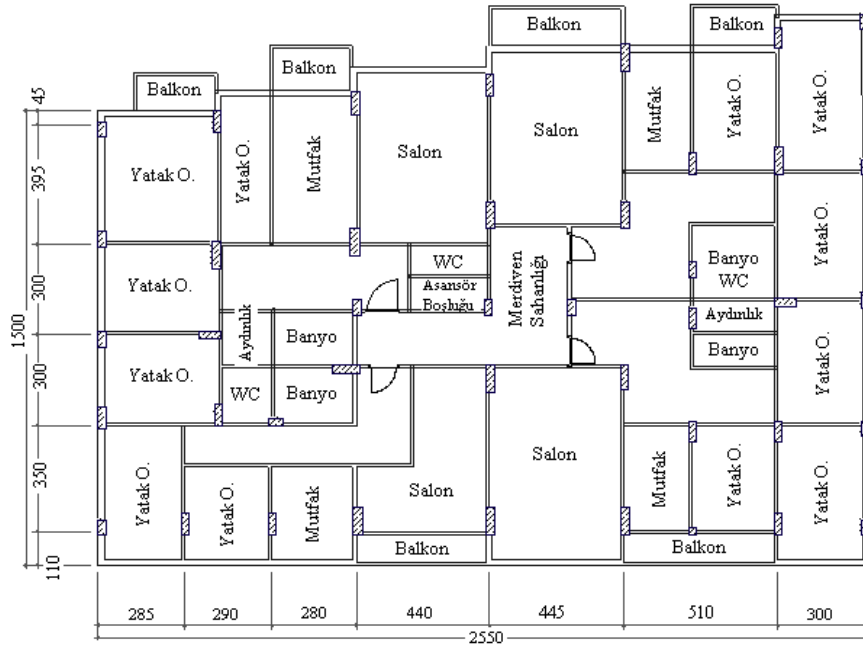
Döş. Adı		X Yönü			Y Yönü		
		Sol Mes	Açıklık	Sağ Mes	Sol Mes	Açıklık	Sağ Mes
D101	Mom(tm)	0	3.07	4.01	0	0	0
	As(cm ²)	0	17.77	24.44	0	0	0
	As'(cm ²)	0	4.02	5.21	0	0	0
	Don.	φ16/22 pilye+düz, φ18/23 sağ ek			φ6/18 dağıtma		
D102	Mom(tm)	4.01	1.57	2.71	0	0	0
	As(cm ²)	24.44	8.54	16.06	0	0	0
	As'(cm ²)	5.21	0	0	0	0	0
	Don.	φ12/26 pilye+düz, φ14/23 sağ ek			φ6/18 dağıtma		
D103	Mom(tm)	2.71	1.83	1.63	0	0	0
	As(cm ²)	16.06	10.14	8.88	0	0	0
	Don.	φ12/22 pilye+düz, φ8/24 sağ ek			φ6/18 dağıtma		
D104	Mom(tm)	0	1.67	1.59	0	0.86	0
	As(cm ²)	0	11.95	11.41	0	5.68	0
	Don.	φ14/24 pilye+düz, φ10/23 sağ ek			φ10/26 pilye+düz		

EK C

Şekil C.1 İkinci Örnek Bina Bodrum Kat Mimari Yerleşim Planı



Şekil C.2 İkinci Örnek Bina Normal Kat Mimari Yerleşim Planı



Çizelge C.1 İkinci Örnek Binada Bodrum Kat Kolon Boyutları

Kolon Adı	Kolon Boyutu (cm)	Kolon Adı	Kolon Boyutu (cm)
S101	25 / 25	S131	30 / 90
S102	25 / 25	S132	25 / 70
S103	25 / 50	S133	25 / 25
S104	25 / 70	S134	25 / 25
S105	25 / 50	S135	30 / 90
S106	25 / 50	S136	25 / 80
S107	25 / 50	S137	25 / 50
S108	25 / 25	S138	30 / 90
S109	25 / 25	S139	30 / 90
S110	25 / 70	S140	25 / 25
S111	25 / 70	S141	25 / 25
S112	70 / 25	S142	25 / 25
S113	30 / 90	S143	25 / 70
S114	25 / 70	S144	25 / 70
S115	25 / 25	S145	25 / 50
S116	25 / 25	S146	25 / 70
S117	25 / 70	S147	25 / 25
S118	50 / 25	S148	25 / 25
S119	25 / 25	S149	25 / 70
S120	25 / 25	S150	25 / 70
S121	30 / 90	S151	70 / 25
S122	90 / 30	S152	30 / 90
S123	25 / 50	S153	25 / 70
S124	30 / 90	S154	25 / 25
S125	25 / 80	S155	25 / 25
S126	25 / 25	S156	25 / 50
S127	25 / 25	S157	25 / 50
S128	30 / 90	S158	25 / 50
S129	30 / 90	S159	25 / 50
S130	25 / 50	S160	25 / 50

Çizelge C.2 İkinci Örnek Binada Zemin ve Normal Kat Kolon Boyutları

Kolon Adı	Zemin Kat	1.ve 2. Normal Kat	3.4.5.Normal Kat
S203,S205,S206,S207,S223 S230,S237,S245,S256,S257 S258,S259,S260	25 / 50	25 / 50	25 / 50
S204,S210,S211,S217,S243 S244,S246,S249,S250	25 / 70	25 / 50	25 / 50
S214, S232, S253	25 / 70	25 / 70	25 / 50
S212,S251	70 / 25	50 / 25	50 / 25
S213,S221,S224,S228,S229 S231,S235,S238,S239,S252	30 / 90	25 / 70	25 / 50
S218	50 / 25	50 / 25	50 / 25
S222	90 / 30	70 / 25	50 / 25
S225,S236	25 / 80	25 / 60	25 / 50

Çizelge C.3 İkinci Örnek Binada Tasarım Yükleri

	Döşeme Kalınlığı (cm)	Döşeme Tipi	Sabit Yük (t / m ²)	Hareketli Yük (t / m ²)
Bodrum Kat	h = 10 cm	Normal	0.398	0.5
	h = 12 cm	Normal	0.448	0.5
Zemin Kat ve Normal Katlar	h = 10 cm	Normal	0.398	0.2
	h = 12 cm	Normal	0.448	0.2
	h = 10 cm	Düşük	0.782	0.2
	h = 12 cm	Konsol	0.782	0.35
	h = 12 cm	Balkon	0.448	0.35

Çizelge C.4 İkinci Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında Yetersiz Kalan Kirişler

	Yetersiz Kalan Kirişler
Bodrum Kat	K1012, K1022, K1030, K1062, K1067, K1070, K1074, K1077, K1082, K1084, K1097
Zemin Kat	K2018, K2019, K2022, K2023, K2024, K2047, K2049, K2051, K2054, K2057, K2060, K2064, K2067, K2068, K2072, K2075
1. Kat	K3023, K3047, K3051, K3054, K3057, K3060, K3064, K3067, K3075
2. Kat	K4057, K4064

Çizelge C.5 İkinci Örnek Binada Depo Yükleri Altında Yetersiz Kalan Kirişler

	Yetersiz Kalan Kirişler
Bodrum Kat	K1102, K1008, K1009, K1010, K1012, K1022, K1030, K1062, K1067, K1069, K1070, K1074, K1077, K1082, K1084, K1089, K1091, K1094, K1096, K1097, K1104
Zemin Kat	2002, 2018, 2019, 2022, 2023, 2024, 2040, 2047, 2049, 2051, 2054, 2057, 2060, 2064, 2067, 2068, 2072, 2075
1. Kat	3023, 3047, 3051, 3054, 3057, 3060, 3064, 3067, 3075
2. Kat	K4057, K4064

Çizelge C.6 İkinci Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında Etkiyen Deprem Kuvvetleri
(Sünekliliği Yüksek Yapı)

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	Modal Analiz	Eşdeğer Dep.Yön.	Deprem Yükü	Modal Analiz	Eşdeğer Dep.Yön.	Deprem Yükü
1	14.12	11.99	16.87	14.21	16.39	17.69
2	14.57	15.97	17.31	18.00	21.82	22.41
3	16.50	21.57	19.61	22.90	29.46	28.52
4	19.15	27.89	22.75	27.98	38.09	34.84
5	24.40	33.86	29.00	34.72	46.25	43.23
6	33.90	40.12	40.29	43.57	54.79	54.26
7	31.67	32.07	37.64	39.86	43.79	49.64
Σ	154.31	183.47	183.47	201.24	250.59	250.59

Çizelge C.7 İkinci Örnek Binada Depo Yükleri Altında Etkiyen Deprem Kuvvetleri
(Sünekliliği Yüksek Yapı)

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	Modal Analiz	Eşdeğer Dep.Yön.	Deprem Yükü	Modal Analiz	Eşdeğer Dep.Yön.	Deprem Yükü
1	18.97	15.08	22.68	18.51	20.60	23.42
2	14.65	16.48	17.51	18.19	22.51	23.01
3	16.40	22.25	19.60	22.94	30.39	29.02
4	18.78	28.76	22.45	27.89	39.30	35.29
5	24.20	34.93	28.93	34.61	47.72	43.78
6	34.94	41.38	41.77	44.20	56.53	55.91
7	32.63	33.07	39.01	40.95	45.18	51.80
Σ	160.57	191.95	191.95	207.29	262.23	262.23

Çizelge C.8 İkinci Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında K1008 ve K1097 Kirişleri Statik ve Betonarme Sonuçları

Kiriş		Üst Msol	Alt Msol	Maç	Üst Msağ	Alt Msağ	Etriye
K1008	Mom(tm)	9.84	5.96	1.51	11.86	8.08	φ10/13
	As(cm ²)	11.16	6.45	3.57	14.23	8.79	
	Donatı	-	-	3φ14 düz 2φ16 montaj	2φ26	1φ24	
K1097	Mom(tm)	16.95	12.38	2.74	21.55	1.11	φ10/20/12
	As(cm ²)	18.26	12.71	3.57	18.4	11.21	
	Donatı	2φ26	2φ22	2φ14 d+1φ14p 2φ18 montaj	-	-	

Çizelge C.9 İkinci Örnek Binada Depo Yükleri Altında K1008 ve K1097 Kirişleri Statik ve Betonarme Sonuçları

Kiriş		Üst Msol	Alt Msol	Maç	Üst Msağ	Alt Msağ	Etriye
K1008	Mom(tm)	13.92	2.71	3.69	15.62	5.25	φ10/12
	As(cm ²)	15.55	7.77	4.46	18.48	9.24	
	Donatı	-	-	4φ14 düz 2φ18 montaj	2φ30	1φ26	
K1097	Mom(tm)	24.02	7.15	7.48	34.11	1.31	φ14/14
	As(cm ²)	23	11.5	8.79	23	11.5	
	Donatı	2φ30	1φ14	4φ16 d+1φ16göv 2φ18 montaj	-	-	

Çizelge C.10 İkinci Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında Yetersiz Kalan Kolonların Statik ve Betonarme Sonuçları

Kolon Adı		X Yönü	Y Yönü	Etriye
S146	Max N (t)	108.95	108.95	ø8/12/8
	As (cm ²)	6.24	4.38	
	Donatı	2*3ø14 + 2*3ø14 göv		
S152	Max N (t)	159.66	159.66	ø8/15/10
	As (cm ²)	6.75	6.75	
	Donatı	2*5ø16 + 2*3ø14 göv		
S159	Max N (t)	86.52	86.52	ø8/12/8
	As (cm ²)	4.99	3.13	
	Donatı	2*3ø14 + 2*2ø14 göv		

Çizelge C.11 İkinci Örnek Binada Depo Yükleri Altında Yetersiz Kalan Kolonların Statik ve Betonarme Sonuçları

Kolon Adı		X Yönü	Y Yönü	Etriye
S146	Max N (t)	134.86	134.86	ø8/20/10
	As (cm ²)	12.25	12.25	
	Donatı	2*3ø14 + 2*2ø14 göv		
S152	Max N (t)	202.84	202.84	ø8/20/10
	As (cm ²)	15.75	15.75	
	Donatı	2*8ø18 + 2*5ø18 göv		
S159	Max N (t)	106.16	106.16	ø8/12/8
	As (cm ²)	5.31	5.31	
	Donatı	2*4ø14 + 2*3ø14 göv		

Çizelge C.12 İkinci Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında Döşemelerin Statik ve Betonarme Sonuçları

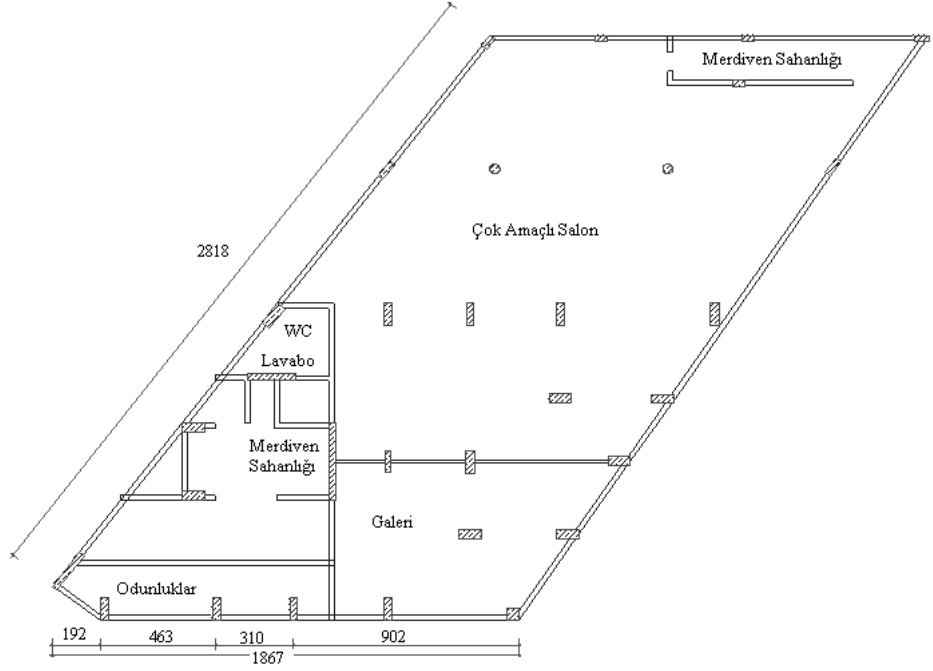
Döş. Adı		X Yönü			Y Yönü		
		Sol Mes	Açıklık	Sağ Mes	Sol Mes	Açıklık	Sağ Mes
D105	Mom(tm)	1.82	1.06	1.27	0	1.32	1.06
	As(cm ²)	10.08	5.6	6.78	0	7.06	6.59
	Don.	φ10/28 pilye+düz			φ10/22 pilye+düz		
D106	Mom(tm)	1.27	0.91	0	0	0.25	0.47
	As(cm ²)	8.75	6.08	0	0	1.7	3.93
	Don.	φ10/24 pilye+düz, φ10/29 sol ek			φ8/30 pilye+düz, φ8/33 sağ ek		
D112	Mom(tm)	0	0.42	0.78	0	0.33	0.1
	As(cm ²)	0	2.66	5.33	0	2.1	0.83
	Don.	φ8/30 pilye+düz, φ8/33 sağ ek			φ8/30 pilye+düz		
D113	Mom(tm)	1.1	0.8	0	0.47	0.37	0
	As(cm ²)	7.49	5.23	0	3.93	2.37	0
	Don.	φ10/30 pilye+düz, φ8/21 sağ ek			φ8/30 pilye+düz		
D140	Mom(tm)	0.78	0.72	1.1	1.06	0.28	0
	As(cm ²)	5.33	4.72	7.49	7.14	1.73	0
	Don.	φ8/20 pilye+düz			φ8/30 pilye+düz, φ8/26 sol ek		

Çizelge C.13 İkinci Örnek Binada Depo Yükleri Altında Döşemelerin Statik ve Betonarme Sonuçları

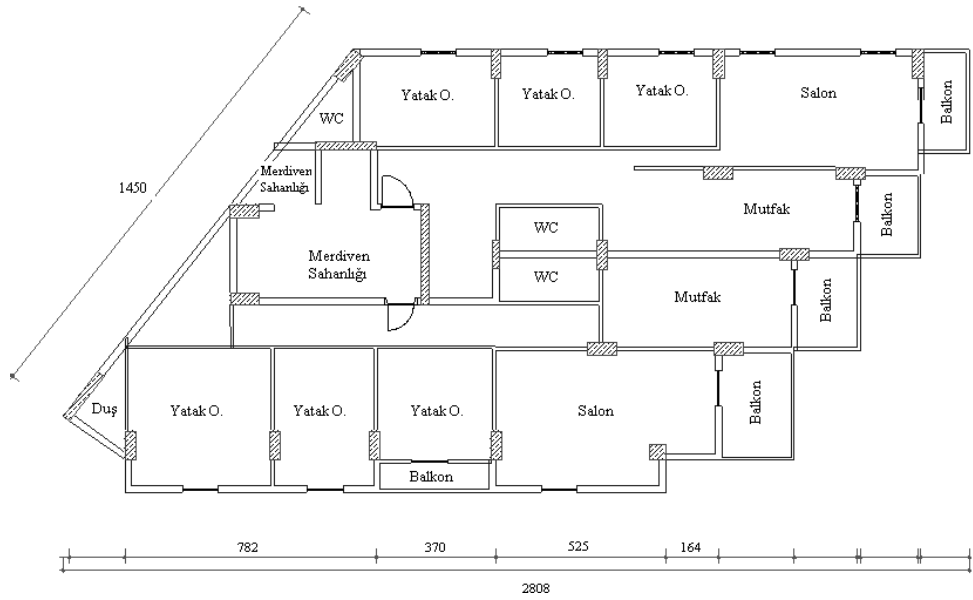
Döş. Adı		X Yönü			Y Yönü		
		Sol Mes	Açıklık	Sağ Mes	Sol Mes	Açıklık	Sağ Mes
D105	Mom(tm)	3.69	3.4	5.0	0	4.08	3.38
	As(cm ²)	22.54	19.7	30.14	0	23.6	20.76
	Don.	φ16/20 pilye+düz			φ18/20 pilye+düz		
D106	Mom(tm)	5.0	2.89	0	0	0.71	1.66
	As(cm ²)	25.5	16.57	0	0	4.62	11.97
	Don.	φ16/24 pilye+düz, φ14/21 sol ek			φ8/20 pilye+düz, φ12/20 sağ ek		
D112	Mom(tm)	0	1.36	2.27	0	1.09	0.36
	As(cm ²)	0	9.44	17.3	0	7.4	2.96
	Don.	φ12/22 pilye+düz, φ14/20 sol ek			φ10/20 pilye+düz		
D115	Mom(tm)	3.49	2.57	0	1.66	1.13	0
	As(cm ²)	26.35	18.66	0	11.97	7.68	0
	Don.	φ16/20 pilye+düz, φ18/21 sol ek			φ10/20 pilye+düz		
D140	Mom(tm)	2.27	1.32	3.49	3.38	0.2	0
	As(cm ²)	17.3	9.17	26.35	25.56	1.7	0
	Don.	φ12/24 pilye+düz			φ8/30 pilye+düz, φ18/22 sol ek		

EK D

Şekil D.1 Üçüncü Örnek Bina Bodrum Kat Mimari Yerleşim Planı



Şekil D.2 Üçüncü Örnek Bina Normal Kat Mimari Yerleşim Planı



Çizelge D.1 Üçüncü Örnek Binada Kolon Boyutları

Kolon Adı	Bodrum ve Zemin Kat	1. Normal Kat	2. Normal Kat	3. Normal Kat	4.ve 5. Normal Kat
S101	100/40 (24φ16)	90/25(12φ16)	80/25(10φ16)	70/25(8φ16)	60/25(8φ16)
S102	30/90 (14φ16)	25/80(10φ16)	25/80(10φ16)	25/70(8φ16)	25/60(8φ16)
S103	30/90 (14φ16)	25/80(10φ16)	25/80(10φ16)	25/70(8φ16)	25/60(8φ16)
S104	35/90 (18φ16)	25/80(10φ16)	25/80(10φ16)	25/70(8φ16)	25/60(8φ16)
S105	35/90 (16φ16)	25/80(10φ16)	25/80(10φ16)	25/70(8φ16)	25/60(8φ16)
S106	90/40 (18φ16)	90/30(14φ16)	90/25(12φ16)	80/25(10φ16)	60/25(8φ16)
S107	90/35 (16φ16)	80/25(10φ16)	80/25(10φ16)	70/25(8φ16)	60/25(8φ16)
S108	90/40 (18φ16)	90/25(12φ16)	80/25(10φ16)	70/25(8φ16)	60/25(8φ16)
S109	25/90 (12φ16)	25/80(10φ16)	25/80(10φ16)	25/70(8φ16)	25/60(8φ16)
S110	35/90 (16φ16)	30/80(12φ16)	30/80(12φ16)	25/70(8φ16)	25/60(8φ16)
S111	90/35 (16φ16)	80/25(10φ16)	80/25(10φ16)	70/25(8φ16)	60/25(8φ16)
S112	90/35 (16φ16)	80/30(14φ16)	80/30(14φ16)	70/25(8φ16)	60/25(8φ16)
S113	90/40 (20φ16)	90/25(12φ16)	80/25(10φ16)	70/25(8φ16)	60/25(8φ16)
S114	90/40 (20φ16)	90/25(12φ16)	80/25(10φ16)	70/25(8φ16)	60/25(8φ16)
S116	35/90 (18φ16)	25/80(10φ16)	25/80(10φ16)	25/70(8φ16)	25/60(8φ16)
S117	35/90 (16φ16)	25/80(10φ16)	25/80(10φ16)	25/70(8φ16)	25/60(8φ16)
S118	30/90 (14φ16)	25/80(10φ16)	25/80(10φ16)	25/70(8φ16)	25/60(8φ16)
S119	35/90 (16φ16)	25/80(10φ16)	25/80(10φ16)	25/70(8φ16)	25/60(8φ16)
S120	50/50 (14φ16)	40/40(8φ16)	40/40(8φ16)	40/40(8φ16)	35/35(8φ16)
S121	50/25 (8φ16)				
S122	50/25 (8φ16)				
S123	50/25 (8φ16)				
S124	60/25 (8φ16)				
S125	50/25 (8φ16)				
S126	70/25 (10φ16)				
S127,S128	R = 40 (32φ16)				
S129	70/25 (8φ16)				

Çizelge D.2 Üçüncü Örnek Binada Tasarım Yükleri

	Döşeme Kalınlığı (cm)	Döşeme Tipi	Sabit Yük (kg / m ²)	Hareketli Yük (kg / m ²)
Bodrum Kat	h = 12 cm	Normal	511	500
Zemin Kat ve	h = 12 cm	Konsol	419	350
Normal Katlar	h = 10 cm	Normal	398	200

Çizelge D.3 Üçüncü Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında Yetersiz Kalan Yapı Elemanları(Bodrum Kat)

	Kesit Açısından Yetersiz Kalan Elemanlar
Bodrum Kat	K112, K151, K156, K159, K164, K165, K166 S109,S125,S126,S127,S128,S202,S203,S204,S208,S211,S212, S217, S218,S219,S301,S302,S303,S304,S308,S309, S310,S311,S312,S317, S318,S319,S401,S402,S403,S404, S408,S409,S410,S411,S412,S417, S418,S419,S501,S502, S503,S504,S508,S509,S510,S511,S512, S513, S517,S518, S519,S520,S601,S602,S603,S604,S608,S609,S610,S612, S613,S617,S618,S619,S620,S701,S702,S703,S704,S708, S709,S712, S713,S717,S718,S719,S720

Çizelge D.4 Üçüncü Örnek Binada Depo Yükleri Altında Yetersiz Kalan Yapı Elemanları(Bodrum Kat)

	Yetersiz Kalan Elemanlar
Bodrum Kat	K112, K121, K126, K146, K150, K151, K156, K159, K164, K165, K166 S109,S110,S125,S126,S127,S128,S202,S203,S204,S208,S211,S212, S217,S218,S219,S301,S302,S303,S304,S308,S309,S310,S311,S312, S317,S318,S319,S401,S402,S403,S404,S408,S409,S410,S411,S412, S417,S418,S419,S501,S502,S503,S504,S508,S509,S510,S511,S512, S513,S517,S518,S519,S520,S601,S602,S603,S604,S608,S609,S610, S612,S613,S617,S618,S619,S620,S701,S702,S703,S704,S708,S709, S712,S713,S717,S718,S719,S720

Çizelge D.5 Üçüncü Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında Etkiyen Deprem Kuvvetleri

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	Modal Analiz	Eşdeğer Dep.Yön.	Deprem Yükü	Modal Analiz	Eşdeğer Dep.Yön.	Deprem Yükü
1	40.74	22.07	50.07	24.70	20.96	32.98
2	11.03	20.31	13.55	11.62	19.29	15.51
3	14.51	24.12	17.83	13.41	22.91	17.90
4	18.28	29.93	22.47	15.91	28.43	21.24
5	22.71	35.52	27.92	19.88	33.74	26.54
6	29.48	41.12	36.24	25.07	39.06	33.47
7	42.18	46.89	51.88	45.88	44.51	61.26
Σ	178.93	219.96	219.96	156.47	208.90	208.90

Çizelge D.6 Üçüncü Örnek Binada Depo Yükleri Altında Etkiyen Deprem Kuvvetleri

Kat No	X YÖNÜ			Y YÖNÜ		
	Modal Analiz	Eşdeğer Dep.Yön.	Deprem Yükü	Modal Analiz	Eşdeğer Dep.Yön.	Deprem Yükü
1	101.37	46.73	114.68	73.19	44.39	91.14
2	11.06	23.14	12.52	12.49	21.97	15.48
3	14.57	27.47	16.49	13.57	26.10	16.90
4	18.66	34.10	21.11	14.91	32.39	18.57
5	21.53	40.47	24.36	21.54	38.44	26.82
6	28.98	46.85	32.79	22.10	44.51	27.52
7	44.40	53.42	50.23	49.89	50.75	62.12
Σ	240.57	272.18	272.18	207.69	258.55	258.55

Çizelge D.7 Üçüncü Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında K120 ve K150 Kirişleri
Statik ve Betonarme Sonuçları

Kiriş		Üst Msol	Alt Msol	Maç	Üst Msağ	Alt Msağ	Etriye
K120	Mom(tm)	5.21	0	2.6	0	0	φ8/10
	As(cm ²)	3.78	0	2.48	0	0	
	Donatı	-	-	3φ12 düz 2φ12 montaj	-	-	
K150	Mom(tm)	22.89	0.04	7.73	16.68	4.67	φ10/11
	As(cm ²)	12.13	6.07	4.70	8.47	4.23	
	Donatı	1φ30	1φ18	2φ16 d+1φ16pil 3φ12 montaj	-	-	

Çizelge D.8 Üçüncü Örnek Binada Depo Yükleri Altında K120 ve K150 Kirişleri
Statik ve Betonarme Sonuçları

Kiriş		Üst Msol	Alt	Maç	Üst	Alt	Etriye
K120	Mom(tm)	26.76	0	24.22	0	0	φ16/12
	As(cm ²)	18.24	2.57	15.06	0	0	
	Donatı	-	-	5φ20 düz 3φ14 montaj	-	-	
K150	Mom(tm)	129.03	0	55.33	13.42	0	φ16/15
	As(cm ²)	34.86	17.43	21.18	30.65	15.32	
	Donatı	4φ28	1φ24	2φ30 d+1φ30pil 3φ16mon+2φ12göv	-	-	

Çizelge D.9 Üçüncü Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında Yetersiz Kalan Kolonların Statik ve Betonarme Sonuçları

Kolon Adı		X Yönü	Y Yönü	Etriye
S106	Max N (t)	138.45	148.52	φ10/20/10
	As (cm ²)	9.0	9.0	
	Donatı	2*6φ16 + 2*3φ16 göv		
S109	Max N (t)	225.33	225.33	φ8/15/10
	As (cm ²)	6.75	6.75	
	Donatı	2*5φ16 + 2*3φ14 göv		
S110	Max N (t)	247.9	247.9	φ8/12/10
	As (cm ²)	7.88	7.88	
	Donatı	2*5φ16 + 2*4φ16 göv		

Çizelge D.10 Üçüncü Örnek Binada Depo Yükleri Altında Yetersiz Kalan Kolonların Statik ve Betonarme Sonuçları

Kolon Adı		X Yönü	Y Yönü	Etriye
S106	Max N (t)	269.72	269.72	φ10/20/10
	As (cm ²)	9.0	9.0	
	Donatı	2*6φ16 + 2*3φ16 göv		
S109	Max N (t)	282.84	282.84	φ8/20/10
	As (cm ²)	9.0	9.0	
	Donatı	2*6φ16 + 2*3φ16 göv		
S110	Max N (t)	362	362	φ10/20/10
	As (cm ²)	11.88	11.88	
	Donatı	2*7φ18 + 2*3φ18 göv		

Çizelge D.11 Üçüncü Örnek Binada Tasarım Yükleri Altında Döşemelerin Statik ve Betonarme Sonuçları

Döş. Adı		X Yönü			Y Yönü		
		Sol Mes	Açıklık	Sağ Mes	Sol Mes	Açıklık	Sağ Mes
D113	Mom(tm)	0	0.21	0.52	1.49	1.18	1.05
	As(cm ²)	0	2.1	1.81	4.2	3.27	3.45
	Don.	ø8/36 pilye+düz			ø8/30 pilye+düz, ø8/28 sağ ek		
D114	Mom(tm)	0.52	0.73	0.97	0	0.45	0.81
	As(cm ²)	1.81	2.1	3.45	0	2.1	2.86
	Don.	ø8/36 pilye+düz, ø8/33 sağ ek			ø8/36 pilye+düz, ø8/33 sağ ek		
D115	Mom(tm)	0.97	0.71	0.69	1.28	0.58	0.55
	As(cm ²)	3.45	2.1	2.42	3.56	2.1	1.89
	Don.	ø8/36 pilye+düz			ø8/36 pilye+düz		
D116	Mom(tm)	0.69	0.38	0	1.87	1.61	1.31
	As(cm ²)	2.42	2.1	0	5.38	4.55	3.63
	Don.	ø8/36 pilye+düz			ø8/22 pilye+düz		
D118	Mom(tm)	0	0.44	0.46	0.81	0.78	0.79
	As(cm ²)	0	2.1	1.59	2.86	2.1	2.79
	Don.	ø8/36 pilye+düz			ø8/36 pilye+düz		
D122	Mom(tm)	0.46	0.21	0.29	0.55	0.52	0.98
	As(cm ²)	1.59	2.1	1.0	1.89	2.1	3.45
	Don.	ø8/36 pilye+düz			ø8/36 pilye+düz, ø8/33 sağ ek		
D123	Mom(tm)	0.29	0.24	0	1.31	0.51	0.88
	As(cm ²)	1.0	2.1	0	3.63	2.1	3.11
	Don.	ø8/36 pilye+düz			ø8/36 pilye+düz, ø8/33 sağ ek		

Çizelge D.12 Üçüncü Örnek Binada Depo Yükleri Altında Döşemelerin Statik ve Betonarme Sonuçları

Döş. Adı		X Yönü			Y Yönü		
		Sol Mes	Açıklık	Sağ Mes	Sol Mes	Açıklık	Sağ Mes
D113	Mom(tm)	0	1	4.24	6.8	8.74	8.94
	As(cm ²)	0	2.76	13.06	20.87	26.53	27.36
	Don.	φ8/36 pilye+düz, φ12/24 sağ ek			φ20/22 pilye+düz, φ20/24 sağ ek		
D114	Mom(tm)	4.24	4.36	7.92	0	2.33	7.19
	As(cm ²)	13.06	13.22	24.27	0	6.88	22.03
	Don.	φ14/22 pilye+düz,φ18/23 sağ ek			φ10/22 pilye+düz,φ18/25 sağ ek		
D115	Mom(tm)	7.92	4.04	5.63	4.19	4.47	7.36
	As(cm ²)	24.27	12.26	17.29	12.93	13.55	22.55
	Don.	φ14/24 pilye+düz,φ14/21 sağ ek			φ14/22 pilye+düz,φ18/24 sağ ek		
D116	Mom(tm)	5.63	2.31	0	9.05	10.73	13.51
	As(cm ²)	17.29	6.8	0	27.69	32.59	41.27
	Don.	φ10/22 pilye+düz			φ22/22 pilye+düz,φ24/21 sağ ek		
D118	Mom(tm)	0	3.06	3.75	7.19	5.26	4.18
	As(cm ²)	0	9.27	11.57	22.03	19.96	12.88
	Don.	φ12/24 pilye+düz,φ12/20 sağ ek			φ16/24 pilye+düz,φ10/25 sağ ek		
D122	Mom(tm)	3.75	0.95	2.39	7.36	3.22	2.69
	As(cm ²)	11.57	2.6	7.1	22.55	9.74	8.14
	Don.	φ8/36 pilye+düz, φ10/23 sağ ek			φ12/22 pilye+düz,φ8/31 sağ ek		
D123	Mom(tm)	2.39	1.6	0	13.51	2.2	1.99
	As(cm ²)	7.1	4.52	0	41.27	6.43	5.74
	Don.	φ8/22 pilye+düz			φ10/24 pilye+düz,φ8/33 sağ ek		

ÖZGEÇMİŞ

Bülent Sabuncu 1974 yılında Sinop' ta doğdu. İlk öğrenimini Sinop İstiklal İlkokulu'nda 1984 yılında tamamladı. 1991 yılında Samsun Anadolu Lisesi' nde orta ve lise öğrenimini tamamladıktan sonra, aynı yıl Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde yüksek öğrenimine başladı. 1996 yılında bu bölümden mezun oldu ve aynı yıl Ondokuz Mayıs Üniversitesi Boyabat Meslek Yüksekokulu İnşaat Programına Öğretim Görevlisi olarak atandı. 2002 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı' nda yüksek lisans öğrenimine başladı.

Evli ve bir çocuk babası olan Bülent SABUNCU, halen Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.