İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEPREM GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMİ VE BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tayfur UYĞUN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Deprem Mühendisliği Programı

TEMMUZ 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEPREM GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMİ VE BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tayfur UYĞUN
(501091257)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Deprem Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Y. Doç. Dr. Pınar ÖZDEMİR ÇAĞLAYAN

TEMMUZ 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091257 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Tayfur UYĞUN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"DEPREM GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMİ VE BİR UYGULAMA"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	**Y. Doç. Dr. P. Özdemir ÇAĞLAYAN** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Prof. Dr. Gülten GÜLAY** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Bilge DORAN Yıldız Teknik Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : **22 Haziran 2015**
Savunma Tarihi : **30 Temmuz 2015**

Aileme (Annem, babam,kardeşlerim ve eşim),

ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tez çalışması hocam Y. Doç. Dr. Pınar Özdemir Çağlayan'ın yönetiminde gerçekleştirilmiştir. Hocamın her açıdan destek ve yönlendirmeleri olmadan bu çalışmanın başarıya ulaşması mümkün olmayacaktı. Çalışmanın tüm aşamalarında gösterdiği her türlü ilgi, destek ve anlayış için değerli hocama en içten teşekkürlerimi sunarım.
Bu günlere gelmemde büyük pay sahibi olan aileme ve dostlarıma tüm kalbimle teşekkür ederim.

Temmuz 2015

Tayfur UYĞUN
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xi**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xiii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xv**
SEMBOL LİSTESİ ..... **xvii**
ÖZET ..... **xix**
SUMMARY ..... **xxi**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Amaç 1
1.2 Kapsam 2
2. HIZLI TARAMA YÖNTEMLERİ **3**
2.1 ATC-21 3
2.2 FEMA 154 4
2.3 Japon Sismik İndeks Yöntemi 7
2.3.1 Genel 7
2.3.2 Yapısal elemanlar için deprem indeksi 7
2.3.3 Yapısal olmayan elemanlar için deprem indeksi 8
2.3.4 Değerlendirme sonucu 9
2.4 Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar 9
2.5 P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi 14
3. DEPREM GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMİ **17**
3.1 Giriş 17
3.2 Kapsam 18
3.3 Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi Kapsamında Kullanılan Kavramlar 18
3.3.1 Yapıların sismik değerlendirilmesinde kullanılan indeksler 18
3.3.2 Yapıların sismik değerlendirilmesinde kullanılan alt indeksler 19
3.3.3 Yapıların sismik güvenliğini tanımlamak için kullanılan indeksler 20
3.4 Yapıların Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ile Değerlendirilmesi 20
3.4.1 Genel 20
3.4.2 Sismik performans indeks hesabı 22
3.4.3 Sismik performansın belirlenmesi 26
4. DEPREM GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMİ UYGULAMASI **29**
4.1 Giriş 29
4.2 Bina Bilgileri 29
4.3 Bina Hesap Analizleri 31
4.4 Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ve Doğrusal Elastik Hesap Sonuçlarının Karşılaştırılması 33
4.5 Sayısal Çözümleme 34
4.6 Doğrusal Elastik Hesap Sonuçları 36

5. SONUÇLAR 43
KAYNAKLAR..... 45
EKLER..... 47
ÖZGEÇMİŞ..... 135

KISALTMALAR

ASCE	**:** American Society of Civil Engineers
ATC	**:** Applied Technology Counchil
ATC 21	**:** Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Hazards
ATC 40	**:** Seismic Evalution and Retrofit of Concrete Buildings
CG	**:** Can Güvenliği
DBYBHY	**:** Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
DGTY	**:** Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi
FEMA	**:** Federal Emergency Management Agency
FEMA 310	**:** Handbook for the Seismic Evalution of Buildings
JSİY	**:** Japon Sismik İndeks Yöntemi
RBTE	**:** Riskli Binaların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar
TS500	**:** Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları Yönetmeliği

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Binalar için bilgi düzeyi katsayıları 10
Çizelge 2.2 : Kolon sınıflandırma Çizelgesi 12
Çizelge 2.3 : Perde sınıflandırma Çizelgesi 12
Çizelge 2.4a : A grubu kolonlar için msınır ve (δ / h)sınır değerleri 12
Çizelge 2.4b : B grubu kolonlar için msınır ve (δ / h)sınır değerleri 13
Çizelge 2.4c : C grubu kolonlar için msınır ve (δ / h)sınır değerleri 13
Çizelge 2.5a : A grubu perdeler için msınır ve (δ / h)sınır değerleri 13
Çizelge 2.5b : B grubu perdeler için msınır ve (δ / h)sınır değerleri 13
Çizelge 2.6 : Perde ve kolon eksenel gerilme ortalamasına bağlı kat kesme kuvveti oranı sınır değerleri 13
Çizelge 3.1 : Kullanılan elemanların sınıflandırılması 22
Çizelge 4.1 : Bina sisteminde bulunan taşıyıcı elemanların kesit alanları ve bu alanların toplam kat alanlarına oranları 31
Çizelge 4.2 : Binalar P indeks değerleri 32
Çizelge 4.3 : Binanın P indekslerinin farklı beton basınç dayanımlarına göre elde edilen hesaplar ve yüzde olarak değişimleri 32
Çizelge 4.4 : Taban kesme kuvvetleri ve bina toplam ağırlığına oranları 33
Çizelge 4.5 : Bina P ve Vt/W oranları 33
Çizelge 4.6 : Bina toplam ağırığının katlara göre dağılımı ve kat birim ağırlıkları 34
Çizelge 4.7 : DBYBHY-07'de katlara ve yapıya etkiyen deprem kuvvetleri ile kat kesme kuvvetleri 37
Çizelge 4.8 : Göreli kat ötelemelerinin kontrolü 38
Çizelge 4.9 : Taşıyıcı sistem elemanlarının hasar bölgeleri dağılımları 39
Çizelge 4.10 : RBTE'da katlara ve yapıya etkiyen deprem kuvvetleri ile kat kesme kuvvetleri 40
Çizelge 4.11 : Kolon eksenel gerilme ortalamasına bağlı kat kesme kuvveti oranı sınır değeri 40
Çizelge 4.12 : Taşıyıcı elemanların hasar oranları 40
Çizelge C.1: Kat birim ağırlığı 12kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları 73
Çizelge C.2: Kat birim ağırlığı 10kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları 85
Çizelge C.3: Kat birim ağırlığı 14kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları 97
Çizelge C.4: Kat birim ağırlığı 16kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları 109

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : FEMA 310 için değerlendirme sürecini gösteren şema. 6
Şekil 2.2 : Yapı boyutlarının belirlenmesi. 14
Şekil 3.1 : Elastik ve elastoplastik kuvvet-yerdeğişme bağlılığı 21
Şekil 3.2 : Kat kesme kuvveti ve yer değiştirme ilişkisi..... 23
Şekil 4.1 : Yapının 3 boyutlu taşıyıcı sistem modeli..... 30
Şekil A.1 : Binanın zemin kat planı..... 51
Şekil A.2 : Binanın zemin kat modeli. 53
Şekil A.3 : Binanın normal kat planı..... 55
Şekil A.4 : Binanın normal kat modeli. 57
Şekil D.1 : DBYBHY'de kullanılan mevcut malzeme. 123
Şekil D.2 : RBTE'de kullanılan mevcut malzeme..... 123
Şekil D.3 : Kiriş çatlatma uygulaması. 125
Şekil D.4 : Kolon çatlatma uygulaması. 125
Şekil D.5 : X doğrultusu deprem hesabı bilgi girişi. 127
Şekil D.6 : Y doğrultusu deprem hesabı bilgi girişi. 127
Şekil D.7 : DBYBHY binanın X doğrultusu doğal periyodu. 129
Şekil D.8 : DBYBHY binanın Y doğrultusu doğal periyodu. 129
Şekil D.9 : RBTE binanın X doğrultusu doğal periyodu. 131
Şekil D.10 : RBTE binanın Y doğrultusu doğal periyodu. 131
Şekil D.11 : DBYBHY X doğrultusu taban kesme kuvveti. 133
Şekil D.12 : DBYBHY Y doğrultusu taban kesme kuvveti 133
Şekil D.13 : RBTE X doğrultusu taban kesme kuvveti 133
Şekil D.14 : RBTE Y doğrultusu taban kesme kuvveti. 133

SEMBOL LİSTESİ

A_c	: Brüt kolon enkesit alanı
A_{sh}	: s enine donatı alanına karşı gelen yükseklik boyunca, kolonda veya perde uç bölgesindeki tüm etriye kollarının ve çirozların enkesit alanı değerlerinin göz önüne alınan b_k 'ya dik doğrultudaki izdüşümlerinin toplamı
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
a_h	: Perdede çekme donatısı alanı
a_t	: Çekme donatısı alanı
a_{wy}	: Perdedeki toplam kayma donatısı alanı
a_1, a_2, a_3	: Yer değiştirme uyum katsayıları
B	: Deprem bölgesi katsayısı
b	: Kolon genişliği
b_e	: Perde enkesit alanı
b_k	: Birbirine dik doğrultuların herbiri için, kolon veya perde uç bölgesi çekirdeğinin enkesit boyutu
C	: Sismik dayanım indeksi
C_c	: Kolonun taşıma gücü indeksi
C_{sc}	: Kısa kolonun taşıma gücü indeksi
C_w	: Perdenin taşıma gücü indeksi
${}_c Q_{mu}$	: Kolonların eğilme dayanımı
${}_c Q_{su}$	: Kolonların kesme dayanımı
D	: Kolonun enkesit yüksekliği
d	: Basınç bölgesindeki en dış lifin çekme donatısının merkezine olan mesafe
E	: Elastisite modülü
E_{cm}	: Mevcut beton Elastisite modülü
E_0	: Yapı temel dayanım indeksi
E_s	: Talep temel sismik indeksi
F	: Süneklik indeksi
f	: Taşıyıcı olmayan elemanla taşıyıcı sistem arasındaki esnekliği gösteren katsayı
f_c	: Beton basınç dayanımı
f_{cm}	: Mevcut beton basınç dayanımı
f_{ywm}	: Enine donatının mevcut akma dayanımı
G	: Zemin indeksi
H	: Elemanın etki derecesine bağlı inddeks
H_w	: Temel üstünden veya kritik kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği
h_0	: Kolon temiz yüksekliği
I	: Yapısal sismik performans indeksi
I_s	: Yapının deprem performans indeksi

I_{so} : Karşılaştırma indeksi
I_N : Yapısal olmayan elemanlarda sismik indeks
i : İncelenen kat seviyesi
j_e : Basınç kuvveti ile çekme kuvveti arasındaki moment kolu
K : Yıpranma indeksi
l : Perde uzunluğu
l_w : Başlık kolonlarının ağırlık merkezleri arasındaki mesafe
m : Etki/Kapasite oranı
N : Kolonlardaki eksenel yük
N_{max} : Kolonun eksenel basınç dayanımı
N_{min} : Kolonun eksenel çekme dayanımı
n : Zemin üzerindeki toplam kat sayısı
P : Ana yapısal sismik indeksi
P_g : Zemin katın temel karşılaştırma indeksi
P_o : Temel deprem karşılaştırma indeksi
p_{se} : Enine donatı oranı
p_{te} : Çekme donatısı oranı
p_{ws} : Kolondaki etriye oranı
Q_E : Yanal elastik kuvvet
Q_Y : Yanal akma kuvveti
R : Süneklik oranına bağlı azaltma katsayısı
$Ra(T)$: Deprem yükü azaltma katsayısı
R_c : Kolonda sünekliğe bağlı davranış katsayısı
R_{sc} : Kısa kolonda sünekliğe bağlı davranış katsayısı
R_w : Perdede sünekliğe bağlı davranış katsayısı
$S(T)$: Spektrum katsayısı
S_D : Düzensizlik indeksi
s : Enine donatı aralığı
T : Zaman indeksi
t : Durum katsayısı
U : Kullanım indeksi
W : Bina toplam ağırlığı
$_w M_u$: Perdelerin eğilme dayanımı
$_w Q_{su}$: Perdelerin kayma dayanımı
V_e : Kolon, kiriş ve perdede enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti
V_r : Kolon, kiriş ve perdede kesitin kesme dayanımı
V_t : Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
Z : Zemin katsayısı
σ_y : Boyuna donatının akma dayanımı
σ_{sy} : Başlık kolonundaki boyuna donatının akma dayanımı
σ_{wy} : Etriyenin akma dayanımı
σ_0 : Kolondaki eksenel gerilme
σ_{oe} : Eksenel gerilme

DEPREM GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMİ VE BİR UYGULAMA

ÖZET

Ülkemizin jeolojik konumu incelendiğinde sismik aktivite bakımından yoğun bir bölgede olduğu görülmektedir. Tam bir deprem ülkesi olarak görülen ülkemizde, olası bir sismik etkiye maruz kalan yapıların bu etkiyi karşılayıp karşılayamayacağı sorusu önemlidir. Deprem mühendisliği açısından mevcut yapıların depreme karşı performansı önem teşkil etmektedir.

Olası bir depremden sonra mevcut bina stoğunun sayısını göz önünde bulundurduğumuzda klasik yöntemler ile performans değerlendirmesinin yapılmasının uzun süreceği görülmektedir. Süreyi kısaltmak adına kurulacak olan bir ekibinde ekonomik olarak pratik olmayacağı aşikardır. Hızlı tarama yöntemleri ile kısa sürede çok sayıda bina stoğunun incelemesi yapılarak binaların deprem performansları hakkında yorum yapılabilir. Risk unsuru taşıyan binalar hızlıca taranarak, oldukça fazla olan mevcut yapı stoğundan diğerlerine oranla dayanıklı olan binalar ayıklanır. Göçme risk unsuru bulunan binalara detaylı analizde öncelik verilmesi sağlanır.

Sunulan bu tez çalışmasında, hızlı tarama yöntemi olarak dünyaca kabul görmüş hızlı değerlendirme yöntemlerinden biri olan Japon Sismik İndeks Yöntemi'nin ülkemiz koşullarına uyarlanması ile geliştirilmiş Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi (DGTY) kullanılmıştır.

Beş bölümden oluşan yüksek lisans tezinin birinci bölümü, konunun açıklanmasına ayrılmış, çalışmanın amacı ve kapsamı hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde, uygulamada ve literatürde kullanılan ATC 21, FEMA 310 ve P25 yöntemleri de Japon Sismik İndeks Yöntemi ile birlikte genel olarak incelenmiştir. Üçüncü bölümde, Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, incelenen binanın özelliklerinden genel olarak bahsedilmiştir. Bina Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ve Doğrusal Elastik Yöntemler ile çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır. Beşinci bölümde ise, yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular değerlendirilip karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak tezde çalışması yapılan bina, DBYBHY-07 Bölüm 7'de verilen kurallar uygulanarak uzun ve ayrıntılı analiz gerektiren hesaplamalarla çözüldüğünde performans seviyesinin yeterli olduğu görülmektedir. Aynı zamanda RBTE ile yapılan çalışmada bina "Risksiz" bulunmuştur. Binanın RBTE ile çözümü her ne kadar DBYBHY-07'ye göre daha pratik olsada, iki yöntem ile de yapılan çalışmalar uzun zaman ve emek almaktadır. Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ile yapılan hesaplamalarda elde edilen bulgular, bahsi geçen iki yönteme nazaran daha ekonomik ve kısa sürede benzer analiz sonuçlarını vermektedir.

SEISMIC SAFETY SCREENING METHOD AND AN APPLICATION

SUMMARY

Considering seismic activity in our country, many casualties and constructional damage due to the earthquake seems to occur. Thus emerged the importance of the seismic performance of existing buildings. As a result of the earthquakes heavy damages and collapsing were occurred in our country.This shows that existing constructions do not have sufficiently seismic safety. After the examinations of the recent earthquakes, many shortcomings have been identified in the damaged buildings.These determinations shows us that the safety of existing buildings are not sufficent.

Considering the number of the existing buildings after a pottential earthquake, it takes long time to make performance assessment with the current methods. A team that will be established in order to shorten the time it is obvious that economically impractical. It is possible to make comments for seismic performance of numerous buildings with the investigation rapid screening methods in a little while. With this method risk factors bearing buildings quickly scanned into numerous existing buildings and the durable buildings can be divided than others. In this way it is given priority to a detailed analysis on the buildings which have collapsing factor.

In this study, a rapid screening method is presented Seismic Safety Screening Method, is an adaptation of the Japanese Seismic Index Method. An application has been made with use this method. An the results have been compared with linear elastic method results.

In the first chapter of this thesis, which consists of five chapters, explanation of the subject, purpose and scope are given. In the second chapter, some other seismic performance evaluation methods are also mentioned such as ATC 21, FEMA 310 and Japanese Seismic Index Method explained. In the third chapter, Seismic Safety Screening Method has been studied. In the four chapter, the building which is investigated in this study is examined. A two story reinforced concrete building is evaluated for seismic performance by using Seismic Safety Screening Method. The results compared with linear elastic method results. In the five chapter, results obtained by Seismic Safety Screening Method and Linear Methods from the previous chapter are given and discussed in detail.

ATC 21 is easy to apply and less costly method. It is not necessary any of static analysis and allows establishing the buildings which will be able to damaged during an earthquake quickly. The screener collects building informations with visual observation of the building. The collected data are documented in the form of data collection (processed). The Data Collection Form includes space for documenting building identification information. Firstly before starting to quick scan, the proper data form is selected for the earthquake zone. General information and soil conditions which are obtained with the research to record on the form. The Basic Structural Risk

Point is determined for each building according to structural system of building , the structure of the material and depending on the earthquake zone. The observed performance characteristics points are determined such as irregularities , soil type and number of stories. These identified points are added to basic structural risk points or removed from the basic structural risk points according to the earthquake effects. Thus, the recent structural points (S) of the characterized the seismic behavior are obtained. It needs a limit point for the interpretation of this identified point. In this method , this limit point is given as 2. The expected seismic performance in despite of earthquake loads is the acceptable level if the building has more than 2 of S score. Buildings having an S score of 2 or less should be investigated by a design professional experienced in seismic design.

FEMA 310 is intended for the purpose of the seismic performance of existing buildings by ASCE for FEMA. All structural seismic performance of buildings are determined by the basic soil and non-structural features. This method consists of three levels of review process for each earthquake zone. This investigation stages, the building can be evaluated according to any of life safety or immediate use performance levels.

Japanese Seismic Index Method is rapid assessment methods used in order to improve the seismic safety of existing buildings and determining capacity. It is based on investigate the buildings in place and making structural analysis. This method can be applied for structures having a story number 6 or less with reinforced concrete frame, shear wall or dual frame-shear wall structural systems. Results obtained using this method allows for the observation of possible seismic performance of the building during earthquake. The method has three different stages which gives more realistic results and requires further investigation and accountability.

Seismic Safety Screening Method has been developed considering the building damages in recent earthquakes such as 1992 Erzincan, 1998 Adana-Ceyhan, and 1999 Kocaeli and Düzce Earthquakes and Turkish Seismic Design Code. Seismic Safety Screening Method is rapid screening method which is developed by considering the first two stages of the the Japanese Seismic Index Method. In this method , the performance of the building's structural-load-resisting factors expressed by coefficients defined according to certain criteria. These coefficients are determined by from the static calculations and data obtained of the observed building. Representing seismic structural performance I-index is calculated. The calculated I-index and comparison I_D-index are compared separately for all the critical floor and two prime earthquake direction and the earthquake resistance of building is determained. The seismic performance of the building is an acceptable level if I-index is greater than the I_D-index. Otherwise, seismic safety of building is critical and more detailed research should be done.

Seismic Index Screening Method and Japan Seismic Screening Method give seismic capacity index of buildings. Both methods are checked against demand index. At Seismic Index Screening method, the seismic capacity index gives effective information to quantitative understanding, not a subjective assesment data. This index is modified by lots of coefficients that reflect the quality of materials and workmanship, and the faeture of Turkey's buildings. The calibration of coefficients proposed method have been done by considering the studiescarried out Zeytinburnu. Dynamic or non linear analyses results of several existing buildings are used to calibrate coefficients.

The data gathered after recent earthquakes indicated the average concrete compressive strength is as low as 10 MPa and the amount of longitudinal reinforcement bar is %1 of gross cross sectional area of columns with the tensile strength of 220 MPa on the large number of the buildings. Due to these facts some assumptions were made to simplify the quick assessment procedure. If the investigation building construction material information are avaible actual values also could be used in this screening method.

1. GİRİŞ

1.1 Amaç

Dünyada ve ülkemizde depremler sonucunda ortaya çıkan can kayıpları ve yapı hasarları, depremlere karşı yeterli güvenlikte yapı tasarımı ve mevcut yapıların deprem güvenliği durumlarını değerlendirilerek gerekli önlemlerin alınması ihtiyacını doğurmuştur. Mevcut yapıların deprem güvenliğinin incelenmesi ve elde edilen sonuçlar ışığında gerekli görülen tedbirlerin alınması çok önemlidir. Bu sayede, ileride meydana gelecek olan depremlerin şiddeti en aza indirgenebilir. Ülkemizde bu amaçla 2007 yılında Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-07) Bölüm 7 ve ek olarak Riskli Binaların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RBTE) yürürlüğe girmiştir. DBYBHY-07 Bölüm 7' de doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan yöntemler yer almaktadır. RBTE' de sadece DBYBHY-07 Tablo 7.7 de "diğer binalar" kapsamındaki binalardan, yüksekliği 25 m veya zemin döşemesi üstü sekiz katı geçmeyen betonarme ve yığma binaların risk belirleme yöntemleri yer almaktadır.

Yönetmeliklerdeki deprem etkileri altındaki performans değerlendirme yöntemleri genel olarak ayrıntılı ve karmaşık analiz gerektirir. Deprem tehlikesi altında bulunan bütün binalara detaylı analiz yapılmasının hem zaman hem de ekonomik açıdan pratik olmadığı aşikardır. Bu nedenle günümüzde binaların deprem güvenliklerinin hızlı bir şekilde belirlenebilmesi amacıyla hızlı tarama yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerde amaç riskli binaları hızlı bir şekilde tarayarak oldukça fazla olan mevcut yapı stoğundan, diğerlerine gore nispeten dayanıklı olan binaları ayıklayarak, göçme riski taşıyan binalara detaylı analizde öncelik vermektir. Hızlı tarama yöntemlerinde, deprem güvenliğinin hızlı bir şekilde tahmin edilmesi amacı ile yapının taşıyıcı sistemini, yaşı ve fiziksel durumu incelenir. Bu incelemeler neticesinde elde edilen veriler analiz edilerek, yapının deprem güvenliği tahmin edilir.

1.2 Kapsam

Bu çalışma kapsamında, bina türü yapıların deprem güvenliklerinin belirlenmesinde kullanılan hızlı değerlendirme yöntemleri ATC-21, FEMA 310, Japon Sismik İndeks Yöntemi ve P25 Hızlı Tarama Yöntemi genel olarak tanıtılmıştır. Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi'indeki ilkeler detaylıca anlatılmıştır. İncelenen konut binası Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ve Doğrusal Elastik Yöntemler ile çözülerek elde edilen neticeler karşılaştırılmıştır.

2. HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

2.1 ATC-21

ATC-21 [1] hızlı değerlendirme yöntemi, deprem etkisine karşı hassas olan yapıların belirleme yöntemlerinden biridir.Bu yöntemin uygulanması az masraflı ve kolaydır. Herhangi bir statik hesap gerektirmez. Gözlemlenen binalardan genel bilgiler toplayarak, depremde hasar görecek binaların hızlı bir şekilde tespitine olanak sağlar. Bu yöntemin ülke çapında tüm klasik bina türleri için uygulanabilir olması amaçlanmıştır. Köprüler, kuleler ve bina türü olmayan yapılar için kullanılması uygun değildir.

Bu yöntem gözleme dayalı, hızlı görsel inceleme yöntemidir. İncelenen binalardan elde edilen bilgiler, veri toplama formunda belgelenir. Binanın bulunduğu bölgenin depremselliğine göre (düşük, orta ve yüksek riskli deprem bölgeleri) 3 farklı form mevcuttur. Bu formlar, bina hakkında girilmesi gereken genel bilgi alanları içerir. Binanın taşıyıcı sistemi, bina adresi, kat sayısı, toplam kat alanı, kullanım amacı, kullanıcı sayısı, inşaat yılı, zemin tipi, araştırmacı bilgisi ve inceleme yaptığı tarih gibi bilgiler ilgili alanlara girilmelidir. Binanın yeri ve kimliği, geniş çaplı bir alanda yapılacak olan hızlı tarama çalışması sonrasında kayıt düzenliliği açısından önemlidir. Büyük bir bölgede yapılan incelemeler sonrasında gerekli görülen binalarda, onarım ve güçlendirme tedbirleri alınması olasıdır. Onarım ve güçlendirme çalışmalarının, depremden sonra kullanıma ihtiyaç duyulan ve insanların yoğun bir şekilde bulunduğu durumlara göre bir önem sırasına konması gereklidir. Bu yüzden incelenen binaların, kullanım amacı ve kullanıcı sayısı tespit edilmelidir. Binanın inşaat yılı bilindiği takdirde, o zamana ait malzeme özellilkleri, inşaat teknikleri ve yönetmelikler hakkında bilgi sahibi olunabilir. Araştırmacı hakkında bilgiler, gerekli görüldüğü takdirde yapılacak daha ayrıntılı incelemede, araştırmacının gözlemlerini öğrenmek açısından formda bulunmalıdır. Bina taşıyıcı sistemi, kat sayısı, kat alanı ve zemin tipi gibi binanın performansına etki eden bilgiler, bina puanlamasında kullanılır. Binanın

taşıyıcı sisteminde olmayan parapet, baca, dış cephe kaplama, çatı oluğu gibi elemanların hasar durumları tespit edilmelidir. Deprem esnasında taşıyıcı sistemden ayrılıp tehlike arz edecek olan bu elemanlar formda belirtilmelidir. Son olarak ilgili alana bina krokisi çizilir ve binanın fotoğrafı çekilerek forma eklenir.

Hızlı tarama öncesinde, ilk olarak deprem bölgesine uygun olan veri toplama formu seçilir. Araştırmalarla elde edilen binanın genel bilgileri ve zemin tipi forma işlenir. Bina, dışarıdan mümkünse içeriden de gözlemlenerek binanın taşıyıcı sistem türü ve düzensizlik durumları tespit edilir. Binanın taşıyıcı sistemine, yapı malzemesine, ve bulunduğu deprem bölgesine bağlı olarak her bina için Temel Yapısal Risk Puanı belirlenir. Düzensizlik durumları, zemin durumu, bina yüksekliği gibi gözlemlenen performans özelliklerinin puanları tespit edilir. Bu tespit edilen puanlar, deprem davranışına etkilerine göre, temel yapısal risk puanına eklenir ya da puandan çıkarılır. Böylece binanın deprem davranışını karakterize eden Son Yapısal Puanı (S) elde edilir. Bulunan bu puanın yorumlanması için bir sınır değere ihtiyaç vardır. Yöntemde bu sınır değer 2 olarak verilmiştir. S yapısal puanı 2 den büyük olan binalarda deprem etkisine karşın beklenen sismik performans kabul edilebilir düzeydedir. Yapısal puanı 2 ya da daha az olan binalar hassas ve tehlikeli durumdadır. Bu binalar için daha detaylı araştırma yapılmalıdır.

Bu yöntem, binaların depreme karşı performansının belirlenmesinde kullanılan bir ön eleme aşamasıdır. Gözlemlerle elde edilen sonuçlar, puanlara dönüştürülerek binanın depreme karşı performansı hakkında fikir sahibi olunur. Yöntemin sağlıklı bir şekilde sonuç vermesi açısından formdaki alanlar eksiksiz ve doğru bir şekilde doldurulmalıdır. Yöntemin amacı gereği yapılan hızlı ve gözleme dayalı tespitler, yanlış yapıldığı taktirde binanın son yapısal puanını doğrudan etkiler ve güvenli olmayan sonuçlar ortaya çıkar. Yöntem sonunda çıkan sonuç ne olursa olsun araştırmacı kendi mühendislik tecrübelerine dayanarak gerekli gördüğü takdirde binalar hakkında daha ayrıntılı incelemeye karar verebilir.

2.2 FEMA 310

Bu yöntem, ASCE tarafından mevcut yapıların deprem performanslarının belirlenmesi amacıyla FEMA için hazırlanmıştır. FEMA 310 yöntemi betonarme, kagir, ahşap gibi çeşitli yapı malzemelerine ve taşıyıcı sistemlerine göre sınıflandırılan binaların değerlendirilmesinde kullanılır. Binaların tüm deprem performansı yapısal, yapısal

olmayan ve temel-zemin özelliklerine göre belirlenmektedir. Bu yöntemde her deprem bölgesi için üç düzeyden oluşan inceleme işlemi bulunmaktadır. Bu inceleme aşamalarında, binalar can güvenliği veya hemen kullanım performans seviyesinden birine göre değerlendirilir.

1. aşama değerlendirmesinde, bina hızlı bir şekilde değerlendirilerek yapısal güvenlik düzeyi belirlenir. Bölgenin depremselliğine ve binanın taşıyıcı sistem türüne göre ilgili kontrol listesi seçilir. Kontrol listesi oluşturulurken çeşitli yapı tiplerinin, geçmiş depremlerdeki davranışları incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda yapı tiplerine ait ilk aşamada kontrol edilmesi gereken zayıf noktalar belirlenmiştir.

Bina yerinde incelenerek bina projesine uygunluğu kontrol edilir. Proje ve mevcut olası farklılıklar belirlenir. Tespit edilen farklılıklar yapı performansı daha gerçekçi belirleme amacıyla yapılacak kontrollerde kullanılacaktır.

Binanın taban kesme kuvveti, kat kesme kuvveti, kat öteleme değerleri, doğal titreşim periyodu gibi değerler hesaplanır. Bu değerlerin hesabında kullanılmak üzere FEMA 310 yönetmeliğinde verilen yapı türüne uygun denklem ve çizelgeler mevcuttur. Elde edilen değerler, sınır değerler ile karşılaştırılarak binanın güvenlik düzeyi belirlenir (Şekil 2.1) [2].

2. aşama değerlendirilmesinde, incelenen yapıda yetersiz bulunan hususların daha detaylı analizi yapılmaktadır.1. aşamada bulunan yetersizlikler aşağıdaki yöntemlerden biri kullanılarak incelenir.

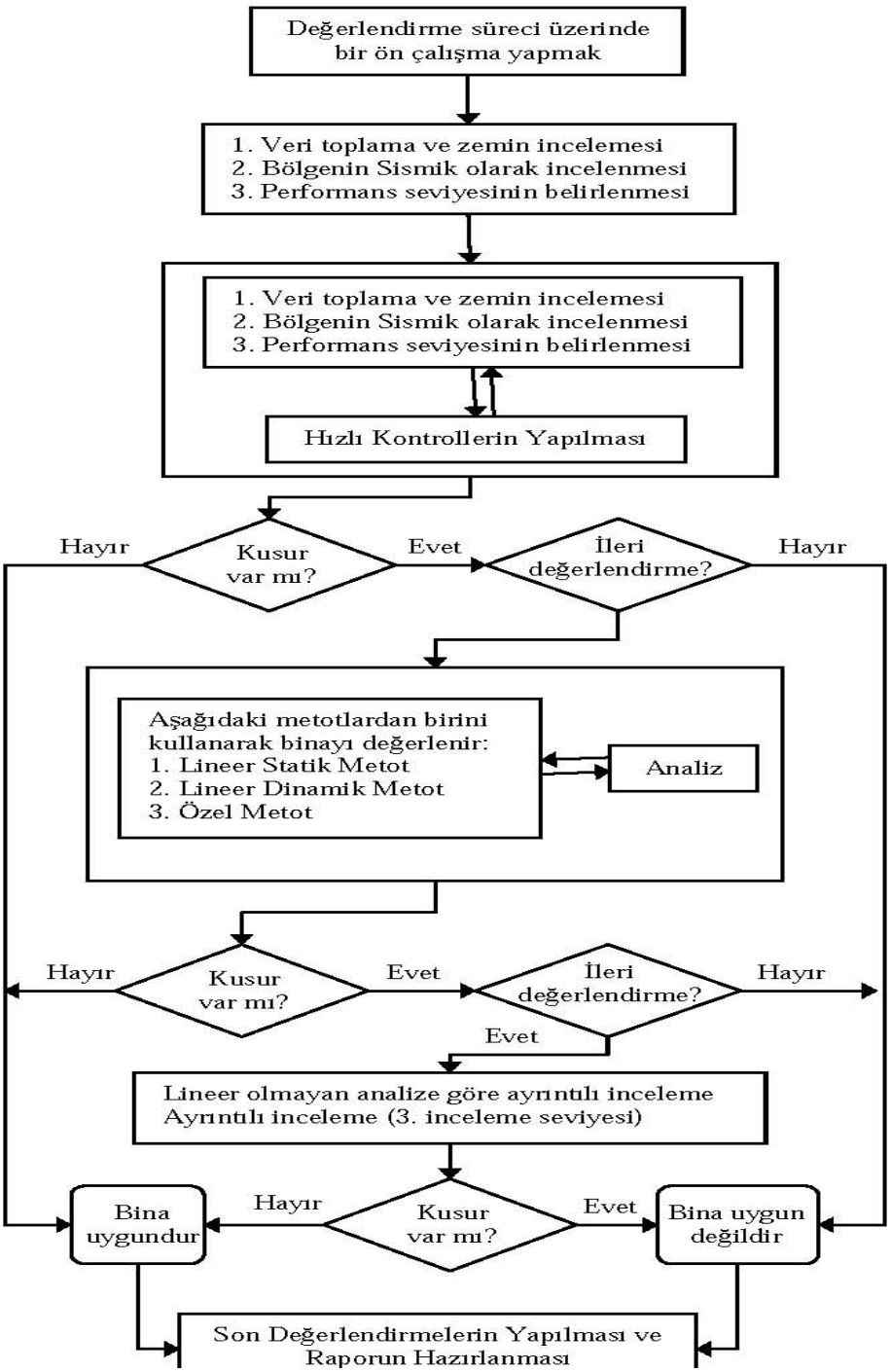
- Doğrusal statik yöntem
- Doğrusal dinamik yöntem
- Özel yöntem
- Yapısal olmayan elemanlar için yöntem

Elde edilen sonuçlar, kontrol çizelgelerinde verilen değerler ile karşılaştırılır.

3.aşama değerlendirilmesinde, ilk iki aşamadan istenilen sonuçların edilememesi neticesinde yapılır. İncelenen bina aşağıdaki durumların bir veya birden fazlasına sahip olduğu takdirde, 3.aşamanın uygulanması zorunludur.

- Yüksekliği 30,5m'yi aşan yapılar

- Plan boyutları oranı, çatı katı hariç 1.4'den fazla olan binalar
- Burulma düzensizliği bulunan binalar
- Düşey doğrultuda düzensizlik bulunan binalar
- Yanal kuvvet taşıyan sistemi ortogonal olmayan binalar



Şekil 2.1 : FEMA 310 için değerlendirme sürecini gösteren şema

2.3 Japon Sismik İndeks Yöntemi

2.3.1 Genel

Japon Sismik İndeks Yöntemi, mevcut binaların deprem güvenliklerini belirlenmesi ve kapasitelerini artırmak maksadıyla kullanılan hızlı değerlendirme yöntemidir. Binaların yerinde incelenmesi ve yapısal çözümleme yapılması esasına dayanır. Yöntemin uygulanmasından önce taşıyıcı sistem, yapının yaşı ve binanın boyutları belirlenir. Yöntem en fazla altı kattan oluşan, taşıyıcı sisteminde perde bulunan veya perde bulunmayan betonarme çerçeveli sistemlere uygulanır. Yöntemin olağandışı taşıyıcı sisteme sahip, malzeme kalitesi çok kötü durumda olan, 30 yıldan fazla geçmişi bulunan veya yangın geçmişi olan yapılara uygulanması önerilmez. Bu yöntem kullanılarak elde edilen sonuçlar, binanın deprem esnasında muhtemel sismik performansının görülmesine olanak verir. Yöntem daha gerçekçi sonuç veren ve daha ayrıntılı inceleme ve hesap gerektiren üç farklı aşamadan oluşmaktadır. [3]

2.3.2 Yapısal elemanlar için deprem indeksi

Burada, I_s indeksi yapının deprem esnasında performansını ifade eder. Yapının her katı ve her doğrultusu için (2.1) denklemi ile ayrı ayrı hesaplanır. E_0 Yapı Temel Dayanım indeksi, S_D Düzensizlik İndeksi, T Zaman İndeksi olmak üzere aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$I_s = E_0 \times S_D \times T \qquad \textbf{(2.1)}$$

Her performans seviyesi için (2.1) formülü kullanılır. Üst seviyelere doğru çıkıldıkça I_s değerini etkileyen katsayıların hesapları değişir. Elde edilen sonuçlar daha gerçekçi ve güvenilir olur.

Birinci inceleme seviyesi, yöntemin en basit inceleme seviyesidir. Taşıyıcı sistemdeki mevcut kolon ve perdelerin kesit alanlarından yola çıkarak çerçevelerin taşıma güçleri bulunur.

İkinci inceleme seviyesinde, taşıma gücü yöntemiyle kolon ve perdelerin süneklik kapasitesi hesaplanır. Taşıyıcı sistemde bulunan kirişlerin rijit olduğu kabulü yapılır. S_D ve T hesabı ilk seviyeye göre daha ayrıntılıdır.

Üçüncü inceleme seviyesinde, kirişlerin davranışları da dikkate alınır. S_D ve T heasbı ikinci seviye ile aynıdır [4].

Temel Davranış Ana İndeksi E_0:

Temel davranış ana indeksi E_0 yapının sismik performansını temsil eder. Taşıma gücü C indeksi ve F süneklik indeksine bağlı olarak hesaplanır. Hesaplarda elde edilen E_0 katsayı değeri büyüdükçe sistemin sünekliği ve dayanımı yükselir.

Yöntemin her aşamasında E_0 değerinin hesabı değişir. İlk aşamada yapıda kısa kolon bulunması veya bulunmaması durumuna göre C indeks değerinin hesabı farklıdır. Kısa kolon ve perde duvar bulunmaması durumunda ve bulunması durumlarına göre ayrı formüllerle hesap yapılır. İkinci aşamada süneklik indeksleri, yapısal elemanların göçme modu ve yer değiştirme kapasiteleri dikkate alınarak hesaplanır. Elemanlar süneklik kapasitelerine göre gruplara ayrılır ve E_0 hesabı yapılır. Üçüncü aşamada kirişlerin kapasiteleri de göz önüne alınarak daha ayrıntılı E_0 hesabı yapılır.

Düzensizlik İndeksi S_D:

Düzensizlik indeksi S_D taşıyıcı sistemdeki düzensizlikler, sistem rijitliği ve kütlenin düzgün dağılmaması gibi parametrelerin deprem performansına katılımında etkili olur. Yapı fiziksel özellikleri incelenerek yöntemdeki ilgili formülden hesabı yapılır.

Zaman İndeksi T:

Yapıda zamanla oluşan deformasyonların performansa etkisi bu indeksle sağlanır. Yapıda yapılacak incelemeler sonucunda yöntemdeki ilgili tablolar yardımı ile hesap edilir.

2.3.3 Yapısal olmayan elemanlar için deprem indeksi

Binanın taşıyıcı sistemine zayıf bağlantısı olan ve deprem anında düşme tehlikesi bulunan elemanların davranışını hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır.

$$I_N = 1 - B \times H \qquad \textbf{(2.2)}$$

(2.2) denkleminde;

$B = f + (1 - f) \times t$ olmak üzere yapının inşa kalitesine bağlı indeks

H: Elemanın etki derecesine bağlı indeks

f: taşıyıcı olmayan elemanla taşıyıcı sistem arasındaki esnekliği gösteren katsayı

t: durum katsayısı

2.3.4 Değerlendirme sonucu

Hesaplarla elde edilen I_s indeksi, karşılaştırma indeksi I_{so} ile kıyaslanarak binanın depreme karşı güvenliği tespit edilir. $I_s > I_{so}$ durumunda bina depreme karşı güvenlidir. $I_s < I_{so}$ durumunda ise binanın depremdeki performansı belirsizdir. I_{so} karşılaştırma indeksi aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$I_{so} = E_s \times Z \times G \times U \qquad \textbf{(2.3)}$$

Bu formülde E_s değeri, yöntemin birinci, ikinci ve üçüncü seviyelerine göre sırası ile 0.8, 0.6 ve 0.6 alınır. Bölge indeksi Z, binanın bulunduğu deprem bölgesine göre 1 ile 0.7 arasında değişir. G indeksi, binanın bulunduğu zeminin özelliklerini tanımlar ve 1.0 ile 1.1 arasında değerler alır. Kullanım indeksi U, yapının önem katsayıdır. Depremden sonra hemen kullanım ihtiyacına ve insan yoğunluğuna göre 1.0 ile 1.5 arasında değişen değerler almaktadır.

2.4 Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar [5]

Riskli Binaların Tespit Edilmesi Hakkında Esaslar Yönetmeliği'nde bahsedilen yöntemler DBYBHY-07' de tanımlanan yapı deprem performans değerlendirmesi ve güçlendirmesi maksadı ile kullanılamaz. Bu yönetmelikte, sadece DBYBHY-07 *Çizelge 7.7*' de "diğer binalar" kapsamındaki binalardan, yüksekliği (H_N)=25m veya zemin kat üstünde sekiz katı geçmeyen yığma ve betonarme yapıların risk durumunun belirlenmesi için kullanılır. Bu yönetmelik bina türünde olmayan yapılar ile tarihi değeri olan yapıların ve anıtların veya bir deprem sonrasındaki orta veya ağır hasarlı olarak saplanan binanın risk analizi maksadı ile kullanılamaz.

Bulunduğu bölge için DBYBHY-07'de bahsedilen Tasarım Deprem Kuvveti altında göçme veya ağır hasar görme riski bulunan bina Riskli Bina olaraktan belirlenir. Bu yönetmeliğe göre riskli bulunmayan binalarda DBYBHY-07 7.7.3' te belirtilen can güvenliği performans düzeyinin sağlandığı sonucu çıkarılamaz.

Taşıyıcı sistem özellikleri binanın kritik kattaki rölevesi çıkartılarak belirlenir. Bina riskli yapı tespit hesabında bu özelliklerden faydalanılır. Kritik kat tanımı binanın, rijitliği diğer katlara oranla çok küçük olan veya yanal ötelenmesi zemin tarafından tutulmamış en alt katıdır. Kritik katın rölevesinde o katın kat kalıp planı çıkarılır. Plan üstünde aks açıklıkları ve taşıyıcı sisteme ait eleman boyutları belirtilmelidir. Kapı ve pencere boşlukları olmayan dolgu duvarlar ve eğer varsa kısa kolonlar ve binadaki

konsollar planda belirtilmelidir. Binadaki kat yükseklikleri ve binanın kat adeti röleve üzerine işlenmelidir. Eğer binada DBYBHY-07 Bölüm 2.3'te belirtilen B3 düzensizliği varsa diğer katlar için de röleve alınmalıdır.

Taşıyıcı sistemin bilgi düzeyi, asgari bilgi düzeyi veya kapsamlı bilgi düzeyi olmak üzere iki kısma ayrılır. Asgari Bilgi Düzeyi durumunda binanın taşıyıcı sistemine ait projeleri yoktur. Kapsamlı Bilgi Düzeyi için binaya ait taşıyıcı sistemin projesi vardır ve yerinde denetlenen taşıyıcı sistemin özellikleri proje ile uyumludur. Eğer binanın taşıyıcı sistem projeleri ile yerinde tespit edilen taşıyıcı sistemin özellikleri birbirleri ile uyumlu değilse bilgi düzeyi asgari olarak alınacaktır. Bu bilgi düzeylerine göre, hesaplarda kullanılacak Mevcut Malzeme Dayanımları, Bilgi Düzeyi Katsayısı ile çarpılarak elde edilir.

Çizelge 2.1 : Binalar için bilgi düzeyi katsayıları.

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Asgari	0.90
Kapsamlı	1.00

Binada mevcut donatı düzenini belirlerken kritik katta bulunan perde ve kolonların en az %20'sinde, 6 adetten az olmayacak şekilde boyuna donatı miktarı, türü ve düzeni belirlenecektir. Donatı özellikleri belirlenen bu elemanların en az yarısında kabuk betonu dökülerek işlem yapılacaktır. Bu elemanlarda etriye aralıkları ve çapı ile ilgili bilgilerde belirlenecektir. Donatı türüne göre mevcut donatının akma gerilmesi tespit edilecektir.

Kirişlerde, TS500'de belirtilen (1.4G+1.6Q) yüklemesinden hesaplanan donatının olduğu kabul edilebilir [6]. Kiriş mesnetinin alt donatısı, üst donatısına oranı 1/3'ü olarak alınabilir. Eğer bilgi düzeyi kapsamlı bilgi düzeyi ise kirişlerde donatı mevcut projede belirtilen şekilde alınacaktır. Mevcut Beton Dayanımını bulmak için kritik kattaki kolon ve perdelerinden en az 10 elemandan olacak şekilde tahribatsız yöntemler kullanılmalı ve alınan en düşük 5 sonuçtan beton numunesi alınmalıdır. Binanın kat alanı $400m^{2'}$ den fazlaysa, $400m^2$'yi geçen her $80m^2$ için beton numuneside bir adet arttırılmalıdır. Alınan numunelerden bulunan ortalama beton dayanımının %85'i mevcut beton dayanımı olarak alınmalıdır. Zemin sınıfını belirlemek için arsada zemin araştırması yapılabilir veya o bölgenin zemin özellikleri kullanılabilir. Binanın bulunduğu bölgenin zemin özelliklerine ulaşılamıyorsa, zemin bilgisi Z4 olarak kabul edilecektir.

Yapıda Bina Önem Katsayısı olarak I =1.0 alınacaktır. Deprem yüklerini hesaplarken DBYBHY-07'de bulunan elastik (azaltılmamış) ivme spektrumu kullanılacaktır. Binanın risk durumu, her iki doğrultu ve her iki yön için (G+nQ±E) yüklemesinden elde edilen etkiler neticesinde belirlenecektir.

Binanın taşıyıcı sistem modeli oluşturulurken kritik katın kat adedi kadar çoğaltılır. Eğer bina B3 türü düzensizliği mevcut ise her kat ayrı ayrı modellenecektir. Eğer varsa modele konsollar eklenecektir.

Taşıyıcı sistemin elemanlarının kapasitelerinin hesabında TS500'de verilen kurallar neticesinde mevcut malzeme dayanımları ve bilgi düzeyi katsayıları kullanılarak bulunur.

Binanın deprem analizi yapılırken Etkin Eğilme Rijitlikleri $(EI)_e$ kullanacaktır.
(a) Kirişler ve perdelerde : $(EI)_e = 0.3\ (E_{cm}I)_o$
(b) Kolonlarda : $(EI)_e = 0.5\ (E_{cm}I)_o$
Beton elastisite modülü $E_{cm} = 5000(f_{cm})^{0.5}$ (MPa) olarak hesap edilecektir.

Binanın risk durumunun belirlenmesi için Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi kullanılacaktır. DBYBHY-07' deki koşullara göre Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi veya Mod Birleştirme Yöntemi kullanacaktır. Kullanılan iki yöntemde de R_a=1 alınacaktır ayrıca DBYBHY-07 Bölüm 2.8.5 uygulanmayacaktır. Eşdeğer Deprem Yükü yönteminde deprem yükü, bodrum hariç bir ve iki katlı binalar dışında $\lambda = 0.85$ katsayısı ile çarpılacaktır.

Binada risk değerlendirmesi kritik kat için yapılacaktır. Ancak yapılan analiz neticesinde en büyük kat öteleme oranı başka katta oluşuyorsa ve sınır değerini aştığı takdirde bina Riskli Bina olarak kabul edilecektir.

Çizelge 2.2, Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.5'te kullanılan Ve hesaplanırken kolonlar için DBYBHY-07 3.3.7'ye ve perdeler için DBYBHY-07 3.6.6 kullanılacak, fakat DBYBHY-07 Denk.(3.16)'da bulunan $\beta v=1$ alınacaktır. V_e hesap edilirken pekleşmeli moment kapasitesi yerine mevcut malzeme dayanımları kullanılarak bulunan moment kapasiteleri kullanılabilir. Düşey yükler ile birlikte R_a =2 alınarak deprem hesabından elde edilen toplam kesme kuvveti V_e'den küçük olduğu takdirde, V_e yerine deprem hesabında bulunan kesme kuvveti kullanılacaktır.

Kolonların sınıflandırılması A, B ve C olacak şekilde üç grupta yapılır. A grubu kolonların eğilme göçmesine, B grubu kolonların eğilme-kesme göçmesine ve C

grubu kolonların ise kesme göçmesine maruz kalacağı kabul edilir. Sınıflandırılma yapılırken (V_e / V_r) ve sarılma bölgesindeki donatı detayı dikkate alınır. Perdelerde ise A grubu perdelerin eğilme göçmesine ve B grubu perdelerin eğilme-kesme veya kesme göçmesine maruz kalacağı kabul edilir (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.2 : Kolon sınıflandırma Çizelgesi.

V_e / V_r	*Aralığı* $s \le 100mm$ *olan, her iki ucunda* 135^o *kancalı etriyesi bulunan ve toplam enine donatı alanı* $A_{sh} \ge 0.06\, s\, b_k\, (f_{cm} / f_{ywm})$ *denklemini sağlayan kolonlar*	*Diğer durumlar*
$V_e / V_r \le 0.7$	*A*	*B*
$0.7 < V_e / V_r \le 1.1$	*B*	*B*
$1.1 < V_e / V_r$	*B*	*C*

Çizelge 2.3 : Perde sınıflandırma Çizelgesi.

H_w / ℓ_w	$V_e / V_r < 1.0$	$1.0 \le V_e / V_r$
$2.0 \le H_w / \ell_w$	*A*	*B*
$H_w / \ell_w < 2.0$	*B*	*B*

Etki/Kapasite Oranı ($m = M_{G+nQ+E} / M_K$) elde etmek için kolon ve perde kesitlerinin deprem etkisi altında hesaplanan kesit momentinin kesit moment kapasitesine bölünür. Hasar düzeyleri belirlenirken bu oran kullanılır. M_K değeri hesaplanırken G+nQ+E/6 kombinasyonundan elde edilen N_K değeri kullanılır. Hesaplanan m değerleri ve kat öteleme oranları, risk sınır değerleri ve ve kat öteleme oranları sınır değerleri ile karşılaştırılır. Herhangi bir sınır değer aşıldığı taktirde elemanın risk sınırını geçtiği kabul edilecektir.

Çizelge 2.4a : A grubu kolonlar için $m_{sınır}$ ve $(\delta / h)_{sınır}$ değerleri.

$N_K / (f_{cm} A_c)$	$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
≤ 0.1	5.0	0.035
≥ 0.6	2.5	0.0125

Çizelge 2.4b : B grubu kolonlar için $m_{sınır}$ ve $(\delta / h)_{sınır}$ değerleri.

$N_K / (f_{cm} A_c)$	$A_{sh} / (s\, b_k)$	$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
≤ 0.1	≤ 0.0005	2.0	0.01
	≥ 0.006	5.0	0.03
≥ 0.6	≤ 0.0005	1.0	0.005
	≥ 0.006	2.5	0.0075

Çizelge 2.4c : C grubu kolonlar için $m_{sınır}$ ve $(\delta / h)_{sınır}$ değerleri.

$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
1.0	0.005

Çizelge 2.5a : A grubu perdeler için $m_{sınır}$ ve $(\delta / h)_{sınır}$ değerleri (Yönetmeliğe bakınız.).

Çizelge 2.5b : B grubu perdeler için $m_{sınır}$ ve $(\delta / h)_{sınır}$ değerleri (Yönetmeliğe bakınız.).

Çizelge 2.6 : Perde ve kolon eksenel gerilme ortalamasına bağlı kat kesme kuvveti oranı sınır değerleri.

Perde ve kolon eksenel gerilme ortalaması (=Perde ve kolon gerilmelerinin toplamı / Perde ve kolon sayısı)	Kat kesme kuvveti oranı sınır değerleri
$\geq 0.65\, f_{cm}$	0
$0.1 f_{cm} \geq$	0.35

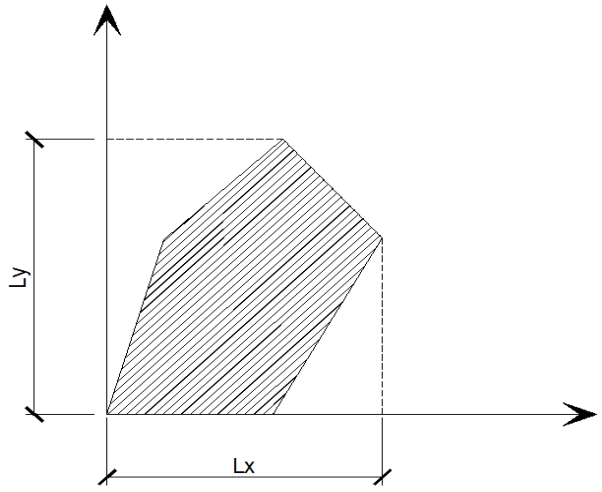
Binada incelenen kat veya katlarda (G+nQ) yükleme birleşiminden elde edilen perde ve kolonlarda meydana gelen eksenel basınç gerilmelerinin ortalaması $0.65 f_{cm}$ değerinden büyükse, o katta herhangi bir perde veya kolon elemanının Risk Sınırı aşıldığı takdirde bina Riskli Bina olarak alınacaktır (Çizelge 2.6). Basınç gerilmelerinin ortalama değeri, elemanlarda meydana gelen basınç gerilmelerinin, kattaki eleman sayısına bölünmesi ile hesap edilir. Çizelge 2.6'da verilen kat kesme kuvveti oranı sınırları ile bulunan eksenel gerilme karşılaştırılır, aşılması durumunda bina Riskli Bina olarak kabul edilir. Risk sınırını geçen perde ve kolonların kesme kuvvetlerinin kat kesme kuvvetine bölünmesi neticesinde kat kesme kuvveti oranı hesaplanacaktır [7].

2.5 P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi

Bu yöntem ilk olarak Tezcan ve Bal tarafından "Sıfır Can Kaybı Projesi" ve "P5 Yöntemi" olarak mevcut binaların hızlı bir şekilde taranması amacıyla ortaya çıkmıştır [8]. Daha sonra 2005 yılında İTÜ Deprem Mühendisliği programında Prof. Dr. G. Gülay yönetiminde tamamlanan yüksek lisans tezinde bu method geliştirilerek, "P24" methodu ortaya çıkmıştır. Son olarak 2006 yılında 106M278 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında çok sayıda binaya uygulanarak geliştirilmiş ve son hali olan "P25" adını almıştır.

Yöntemde, incelenen binanın "P" sonuç puanını hesaplamak adına 7 farklı değerlendirme puanı hesap edilir. Bu değerlendirme puanlarının her biri söz konusu binanın göçme riskini temsil ederler. Daha sonra bu risklerin birbirleri ile etkileşime girip girmedikleri saptlanır. Bunun için her bir "P_i" puanı için belirlenen ağırlık çarpanını da göz önüne alarak "P_w" ağırlıklı ortalama puan hesap edilir. "P_i" puanlarının en küçüğü olan "P_{min}" puanı için "P_w" ağırlıklı ortalama puanına bağlı bir "β" çarpanı elde edilir [9]. Daha sonra bölgenin depremsellik derecesi, binanın önem derecesi, binanın bulunduğu yerin topoğrafyası ve binanın hareketli yük katsayısı gibi kriterleri temsil etmek adına bir "α" katsayısı ile çarpılarak gerekli düzeltme yapılır. Son olarak elde edilen "P" değerine göre incelenen binanın yıkılma potansiyeli hakkında bilgi edinilir [10].

Yöntemde ilk olarak incelenen binanın zemin katın taban alanı, kenarları L_x ve L_y olan dikdörtgen içine oturtulur (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 : Yapı boyutlarının belirlenmesi.

Böylece binanın "A_c" efektif kat alanı bulunur. Daha sonra binanın kritik katı seçilmelidir. Kritik kat olarak, eğer binanın bodrum kat çervesinde istinat perdeleri bulunuyorsa bodrum kat aksi durumda zemin kat seçilebilir. Kritik kat seçiminde şüpheye düşülmesi durumunda, şüphe duyulan her bir kat için hesaplamalar

yapılabilir. Yapılan hesaplardan elde edilen en olumsuz "P" puanı, binaın performans puanı olarak kullanılabilir.

Yöntemde kullanılan 7 farklı değerlendirme puanına ait bilgiler aşağıdaki gibidir.

Taşıyıcı Sistem Puanı (P_0) Kritik katta bulunan kolon, perde ve dolgu duvarların enkesit alanları ve atalet momentleri hesap edililerek kritik katın Alan Endeksi ve Atalet Moment Endeksi ile h_0 binayüksekliği düzeltme çarpanı kullanılarak hesap edilen puandır.

Temel Yapısal Puanı (P_1)

Yöntemde verilen Yapısal Düzensizlik Katsayıları tablosu yardımıyla elde edilen puanın "P_0" puanı ile çarpılması ile hesaplanır.

Kısa Kolon Puanı (P_2)

Binada kısa kolon bulunma oranına ve kısa kolon serbest yüksekliğine bağlı olarak yöntemde bulunan ilgili tablo yardımı ile hesaplanan puandır.

"Yumuşak kat" ve "Zayıf kat" Puanı (P_3)

Binada bulunması muhtemel "yumuşak kat" ve "zayıf kat" düzensizliklerini temsilen, 0 ile 100 arasında değişen puandır.

Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı (P_4)

Binada çıkmaların bulunma oranı ve çerçeve kirişlerinin durumuna olup olmadığına bağlı olarak hesaplanan puandır.

Çarpışma Puanı (P_5)

Bitişik iki binanın çarpışma riskini temsil eden bu puan "Çarpışma Puanı Matrisi" tablosundan hesap edilir.

Sıvılaşma Potansiyeli Puanı (P_6)

Binanın bulunduğu yerin yeraltı su seviyesine (YASS) bağlı olarak hesap edilen puandır.

Toprak Hareketleri Puanı (P_7)

Bu puan zemin tipine göre belirlenir.bu yüzden ilk olarak binanın bulunduğu yerin zemin parametreleri belirlenmeli ve bu parametreler ışığında çeşitli toprak hareketlerinin olup olmadığına bakılmalıdır. Herhangi bir toprak hareketi ihtimali olduğu taktirde yeraltı su seviyesine bağlı olarakta ilgili tablodan uygun puan seçilir.

Ayrı ayrı bulunan "P" puanlarından minimum olanı "P_{min}" puanı, çeşitli parametrelere bağlı olarak hesap edilen "α" ve "β" düzeltme katsayıları ile çarpılarak binanın "P" sonuç puanı bulunur. Bulunan bu puan yöntemde verilen sınır değer puanları ile karşılaştırılarak yapı için nihai karar verilir [9].

3. DEPREM GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMİ

3.1 Giriş

Tarih boyunca ülkemizdeki ve komşu bölgelerdeki sismik etkinlikler incelendiğinde, depremlerin bir çok can kaybı ve yapısal hasara neden olduğu görülmektedir [11]. Yeni yapılan yapıların depreme dayanıklı tasarımı yanında, mevcut yapılarında deprem performanslarının önemi ortaya çıkmıştır. Ülkemizde yaşanılan yıkıcı depremler neticesinde oluşan ağır yapı hasarları ve göçmeler, mevcut yapıların istenilen düzeyde deprem güvenliğine sahip olmadığı gerçeğini göstermiştir. Son depremler sonrasında yapılan gözlemlerde, hasar meydana gelen yapılarda yapım ve çözümleme yetersizlikleri tespit edilmiştir. Bu durum olası deprem etkisi altında bulunan bölgelerdeki mevcut yapıların büyük çoğunluğunun yapı güvenliği açısından yetersiz durumda olduğuna işarettir.

Yapısal değerlendirme ve tasarım kavramı, özellikle Amerika Birleşik Devletlerinde deprem bölgelerinde bulunan mevcut binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesi ve gerekli görülen durumlarda yapılan güçlendirme çalışmaları sırasında ortaya çıkmıştır. Bu amaç neticesinde ATC 40, FEMA 356, FEMA 440 VE ASCE 41-06 standartları yayınlanmıştır. Avrupa Birliği standartları arasında bulunan Eurocode 8 kapsamında, mevcut yapılarda deprem performansının belirlenmesini içeren yaklaşımlar yer almaktadır. Ülkemizde de 2007 yılında yürürlüğe giren Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğin yedinci bölümü bu konuya ayrılmıştır. Mevcut binaların değerlendirilmesinde, bahsedilen yönetmeliklerdeki ve standartlardaki hesap tekniklerinin kullanılması detaylı analiz gerektirdiğinden dolayı uzun zaman alır ve pratik değildir. Deprem bölgelerinde bulunan binaların kısa sürede deprem performanslarının belirlenmesi amacı ile hızlı tarama yöntemleri geliştirilmiştir. Hızlı tarama yöntemleri ile incelenen çok sayıdaki bina stoğunun risk analizi yapılarak, önceliği çok riskli olanlara vermek üzere yönetmeliklerde bulunan ayrıntılı analizler yapılabilir.

Japon Sismik İndeks Yöntemi'nin sadece Japonyadaki binalara değil deprem kuşağında bulunan diğer ülkelerde de kullanılması amaçlanmıştır. Her ülkenin kendine

özgü bina karakteri olduğundan, yöntem kullanılmadan önce ülke şartlarına uygun olcak şekilde düzenlenmelidir. Deprem Güvenliği Tarma Yöntemi (DGYT), Japonyada kullanılan standardın 1992 Erzincan Depremi, 1998 Adana-Ceyhan Depremi ve 1999 Marmara ve Düzce Depremleri sonrasında farklı hasar seviyelerindeki binalara uygulanması sonucunda ve DBYBHY-07 çerçevesinde ülkemiz koşullarına uyarlanması ile geliştirilmiştir.

3.2 Kapsam

Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi, Japon Sismik İndeks Yöntemi'nin birinci ve ikinci aşamaları göz önüne alınarak geliştirilen hızlı tarama yöntemidir. Bu deprem performans değerlendirme yöntemi, bodrum katlar hariç en fazla altı katlı betonarme çerçeve, perde-çerçeve veya sadece perdelerden oluşan taşıyıcı sisteme sahip bina türü yapıların deprem performansının değerlendirilmesi için kullanılır. Bu yöntemde binanın taşıyıcı elemanlarının performansları, belli kriterlere göre tanımlanan katsayılar ile ifade edilir. Bu katsayı değerleri, statik hesaplarla ve gözlemlenen binalardan elde edilen verilerle belirlenir. Binanın sismik yapısal performansını temsil eden I indeksi hesaplanır. Hesaplanan I indeksi I_D karşılaştırma indeksi ile tüm kritik katlar ve iki asal deprem doğrultusu için ayrı ayrı kıyaslanarak binanın depreme dayanıklılığı belirlenir. I indeksinin I_D indeksinden büyük olduğu durumlarda yapının sismik performansı kabul edilebilir düzeydedir. Aksi durumda yapının deprem güvenliği hassastır ve daha detaylı araştırma yapılmalıdır.

3.3 Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi Kapsamında Kullanılan Kavramlar

Bu yöntem kapsamında yapının sismik performansını etkileyen değişkenler aşağıda verilmiştir.

3.3.1 Yapıların sismik değerlendirilmesinde kullanılan indeksler

Sismik Performans İndeksi (I):

Yapının sismik performansını belirten sayısal bir indekstir.

Yapısal Olmayan Eleman Sismik İndeksi (I_N):

Yapısal olmayan elemanların sismik performansını belirten sayısal bir indekstir**.**

3.3.2 Yapıların sismik değerlendirilmesinde kullanılan alt indeksler

Ana Yapısal Sismik İndeksi (P):

Yapının süneklik indeksi (R), dayanım indeksi (C) ve yer değiştirme uyum katsayıları ile hesaplanan yapının sismik performansını etkileyen değerdir.

Sismik Dayanım İndeksi (C):

Yatay yük taşıyan bir elemanın kayma katsayısı cinsinden dayanımını ifade eden bir indekstir**.**

Süneklik İndeksi (R):

Yapısal elemanların şekil değiştirme kapasitelerini belirten bir indekstir.

Yer Değiştirme Uyum Katsayıları:

Katların dayanım indeks değerlerini taban kesme katsayısına yaklaştırmaya yarayan bir katsayıdır.

Düzensizlik İndeksi (D):

Yapının fiziksel özelliklerine ve geometrisine bağlı olarak belirlenen indekstir**.**
Yapısal sismik indeksinin (I) hesaplanmasında kullanılır**.**

Yıpranma İndeksi (K):

Yapıda zamana bağlı oluşan etkilere göre belirlenen indekstir. Yapısal sismik indeksinin (I) hesaplanmasında kullanılır.

Malzeme Dayanımı:

Yapısal elemanların eğilme ve kesme kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılan beton basınç dayanımı ve çelik akma dayanımı değerleridir.

Kolon:

Şekil değiştirme özelliğine sahip, dönme noktası olan düşey taşıyıcı elemandır.

Kısa Kolon:

İncelenen yönde kolon temiz yüksekliğinin, kolon etkili derinliğine oranı (h_0/D) 2'den küçük veya eşit olan kolondur.

Kolon Temiz Yüksekliği (h_0):

Kolonun şekil değiştirme özelliğine sahip olduğu serbest boyu

Perde:

Uzun kenarının kalınlığına oranı en az yedi olan düşey taşıyıcı elemanlardır.

İki Ucu Başlıklı Perde:

Her iki ucunda da kolon bulunan perdelerdir.

Kolonsuz Perde:

Hiçbir ucunda kolon olmayan perdelerdir.

3.3.3 Yapıların sismik güvenliğini tanımlamak için kullanılan indeksler

Sismik Talep İndeksi:

Yapının bulunduğu bölgede meydana gelen deprem etkisine karşı güvende kalması için gereken indeks değeridir. P_0, B, Z, ve U indekslerinin çarpılmasıyla elde edilir.

Temel Deprem Karşılaştırma İndeksi (P_0):

Taşıyıcı sistemin sahip olması gereken temel sismik performans değeridir.

Deprem Bölgesi Katsayısı (B):

Yapının bulunduğu bölgenin depremselliğini ifade eder.

Zemin Katsayısı (Z):

Yapının zemin özellikleri ile olan ilişkisini ifade eder.

Kullanım Katsayısı (U):

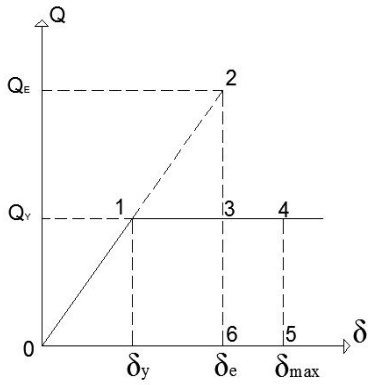
Yapının kullanım amacı ve önemi ile ilgilidir**.**

3.4 Yapıların Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ile Değerlendirilmesi

3.4.1 Genel

Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi, Japon Sismik İndeks Yöntemi'nin ilk iki aşaması esas alınarak geliştirilmiş bir yöntemdir. Her iki yönteminde esası eşit enerji ilkesine

dayanmaktadır. Kısa periyotlu yapılarda yutulan enerji yaklaşık olarak elastik sistemin potansiyel enerjisine eşittir (Şekil 3.1) [12].



Şekil 3.1: Elastik ve elastoplastik kuvvet-yerdeğişme bağlılığı.

Bu kabüle göre aşağıdaki denklemler yazılabilir;

$$\mu = \frac{\delta_{max}}{\delta_y} = \frac{Q_E}{Q_y} \tag{3.1}$$

(0,2,6) ve (0,1,4,5) alanlarının eşitliğinden;

$$\frac{Q_E \times \delta_e}{2} = \frac{Q_Y \times \delta_y}{2} + Q_Y \times (\delta_{max} - \delta_y) \tag{3.2}$$

Bağıntısına ulaşılır.

$$\delta_{\max} = \mu \times \delta_y \; ; \quad \delta_y = \frac{Q_Y}{k} \; ; \quad \delta_e = \frac{Q_E}{k} \tag{3.3}$$

İfadeleri yerine yazılarak (3.4) bağıntısı bulunur:

$$\frac{Q_Y}{Q_E} = \frac{1}{\sqrt{2\mu - 1}} \tag{3.4}$$

Q_Y = Yanal akma kuvveti
Q_E = Yanal elastik kuvvet
μ = Süneklik oranı

Elastik ve elasto-plastik yapı sistemlerinin tepkileri aralarındaki ilişkiden aşağıdaki denklem elde edilir.

$$\frac{Q_Y}{Q_E} = 0.75\frac{1 + 0.05\mu}{\sqrt{2\mu - 1}} = \frac{1}{R} \tag{3.5}$$

Burada R süneklik oranıdır. Yanal kuvvetler ağırlıkla orantılı olarak yazılacak olursa aşağıdaki bağıntılar C dayanım indeksi cinsinden elde edilebilir**.**

$$Q_Y = C_Y \times W \quad ; \quad Q_E = C_E \times W \tag{3.6}$$

(3.6) denklemleri, **(3.5)** denkleminde yerlerine konursa**;**

$$\frac{Q_Y}{Q_E} = \frac{C_Y}{C_E} = \frac{1}{R} \tag{3.7a}$$

ve

$$C_E = C_Y \times R = P \tag{3.7b}$$

denklemleri elde edilir. "P" değeri yapısal ana indekstir. Bu yöntemde Japon Sismik İndeks Yönteminde olduğu gibi, aynı sismik kapasite indeksine sahip olan yapıların, benzer sismik performansa sahip olacağı varsayımı yapılmaktadır[13].

3.4.2 Sismik performans indeksi hesabı

Bir yapının sismik performansını temsil eden 2 temel indeks vardır;

- Yapının, yapısal sismik performans indeksi I
- Yapısal olmayan elemanların sismik indeksi I_N

Bu iki indeks birbirinden bağımsız olarak ayrı ayrı hesaplanır. Performans indeksi I aşağıdaki formülle ifade edilir.

$$I = P \times D \times K \tag{3.8}$$

Bir yapının düşey elemanlarının "P" indeksini hesaplayabilmek için Çizelge 3.1'de belirtilen üç sınıftan birine dahil olması gerekmektedir.

Çizelge 3.1 : Kullanılan elemanların sınıflandırılması.

ELEMANLAR	TANIMLAMA
Kolon	Yükseklik/derinlik oranı 2'den büyük olan betonarme kolonlar
Kısa kolon	Yükseklik/derinlik oranı 2'ye küçük ve esit olan betonarme
Perde duvar	Perde başlı ve/veya perde başı olmayan perdeler

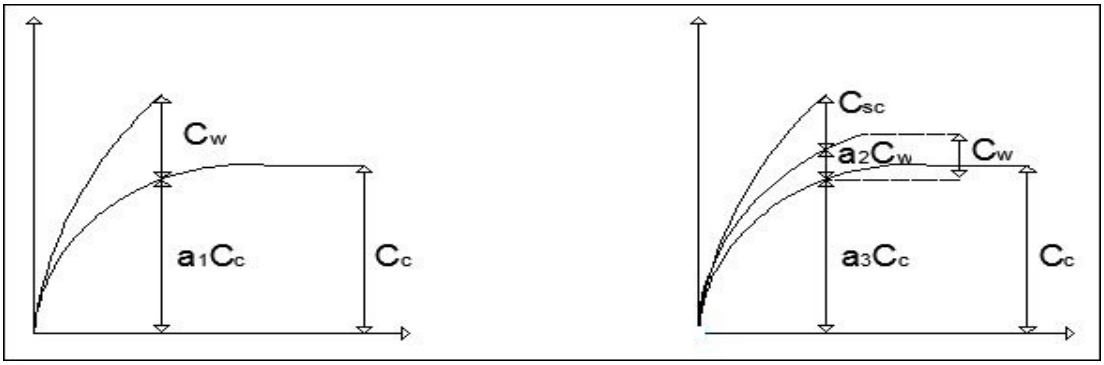
"P" indeksini hesaplamak için kullanılan denklemler, yapı taşıyıcı sistemini oluşturan düşey elemanların sınıflandırılması ile farklılık gösterir. P indeksi, yapıda kısa kolon ve perde duvar bulunmaması durumunda **(3.9)** bağıntısı ile, bulunması durumunda ise **(3.10)** ve **(3.11)** denklemleriyle hesaplanır.

$$P = \left(\frac{n+1}{n+i}\right) \times (C_C) \times R_C \tag{3.9}$$

$$P = \left(\frac{n+1}{n+i}\right) \times (C_w + a_1 C_C) \times R_W \tag{3.10}$$

$$P = \left(\frac{n+1}{n+i}\right) \times (C_{sc} + a_2 C_W + a_3 C_C) \times R_{SC} \tag{3.11}$$

Bodrum katlar hariç en fazla altı katlı betonarme çerçeve, perde-çerçeve veya sadece perdelerden oluşan taşıyıcı sisteme sahip yapılarda, DGTY uygulaması sırasında yer değiştirme uyum katsayıları olarak a_1 =0.7, a_2 =0.7 ve a_3 =0.8 kullanılır. Eleman sünekliğine bağlı olan davranış katsayıları kolonlar için R_C=1.0, perdeler için R_W=1.0 ve kısa kolon olması durumda R_{SC}=0.8 olarak alınır(Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Kat kesme kuvveti ve yer değiştirme ilişkisi.

.

Sismik Dayanım İndeksi

Taşıyıcı sistem elemanlarının taşıma gücü indeks C_C, C_{SC}, C_W değerleri aşağıdaki denklemler ve beton basınç dayanımı 10 MPa, kolon ve perde donatı oranları DBYBHY-07'e göre sırasıyla 0.01 ve 0.002 kabulleri ile yapılmaktadır. Çekme bölgesindeki donatı alanı toplam donatının %40'ı olacak şekilde alınır. Her elemanın

eğilme ve kayma dayanımları hesaplandıktan sonra C indeksi **(3.12)** bağıntısı ile kritik katta ve her iki asal doğrultuda hesaplanır.

$$C = \frac{(Q_{mu}; Q_{su})_{\min}}{W} \qquad \textbf{(3.12)}$$

Kolonların eğilme dayanımı hesabında **(3.13)** ifadesi kullanılır.

$${}_cQ_{mu} = \frac{{}_cM_{ut} + {}_cM_{ub}}{h_0} \xrightarrow{({}_cM_{ut}={}_cM_{ub})} {}_cQ_{mu} = (k \times {}_c M_u)/h_0 \qquad \textbf{(3.13)}$$

Burada ${}_cM_{ut}$ ve ${}_cM_{ub}$, kolonun alt ucu ve üst ucundaki **(3.14)**, **(3.15)** ve **(3.16)** denklemlerinden hesaplanan eğilme momentleridir, h_0 ise kolonun temiz yüksekliğidir. Denklemdeki k katsayısı düşey taşıyıcı elemanın perde duvarya da kolon olması durumunda ve kolon ise enkesitine bağlı olarak 1, 1.7, 2 değerlerini almaktadır.

$N_{max} > N > 0.5bDf_c;$

$${}_cM_u = \frac{\left(0.8a_t\sigma_y D + 0.12bD^2 f_c\right)(N_{\max} - N)}{N_{\max} - 0.5bDf_c} \qquad \textbf{(3.14)}$$

$0.5bDf_c > N > 0;$

$${}_cM_u = 0.8a_t\sigma_y D + 0.5ND\left(1 - \frac{N}{bDf_c}\right) \qquad \textbf{(3.15)}$$

$0 > N > N_{max}$

$${}_cM_u = 0.8a_t\sigma_y D + 0.4ND \qquad \textbf{(3.16)}$$

N_{max}: Kolonun eksenel basınç dayanımı

N_{min}: Kolonun eksenel çekme dayanımı

N: Kolonun eksenel yükü

a_t: Kolondaki çekme donatısı alanı

b: Kolon genişliği

D: Kolon en kesit yüksekliği

σ_y: Boyuna donatının akma dayanımı

f_c: beton basınç dayanımı

(3.15) denkleminde bulunan $0.5bdf_c$ ifadesindeki 0.5 katsayısının JSİY' ndeki değeri 0.4' tür. Yöntemin ülkemiz koşullarına uyarlanması bakımından DBYBHY-07 bölüm 3.3.1.2 istinaden 0.5 katsayısı kullanılmıştır [14].

Perdelerin eğilme dayanımı hesabında **(3.17)** ifadesi kullanılır.

$$_wM_u = a_t\sigma_{sy}l_w + 0.5\sum(a_{wy}\sigma_{wy})l_w + 0.5Nl_w \qquad \textbf{(3.17)}$$

N: Başlık kolonlarının toplam eksenel yükleri

a_t: Başlık kolonlarda eğilme donatısının toplam alanı

l_w: Başlık kolonların ağırlık merkezleri arasındaki mesafe

a_{wy}: Perdedeki toplam kayma donatısı alanı

σ_{wy}: Perdedeki kayma donatısının akma dayanımı

σ_{sy}: Başlık kolonundaki boyuna donatının akma dayanımı

Kolonların kayma dayanımı hesabında **(3.18)** ifadesi kullanılır.

$$_cQ_{su} = \left(\frac{0.053p_t^{0.23}(18+f_c)}{M/\frac{Q}{d}} + 0.85\sqrt{p_{ws}\sigma_{wy}} + 0.1\sigma_0\right) b\,j \qquad \textbf{(3.18)}$$

d: Basınç bölgesindeki en dış lifin çekme donatısının merkezine olan mesafe

ρ_{ws}: Kolondaki etriye oranı

σ_{wy}: Etriyenin akma dayanımı

σ_0: Kolondaki eksenel gerilme

Perdelerin kayma dayanımı hesabında **(3.19)** ifadesi kullanılır.

$$_wQ_{su} = \left(\frac{0.053p_{te}^{0.23}(18+f_c)}{M/\frac{Q}{l}} + 0.85\sqrt{p_{se}\sigma_{wy}} + 0.1\sigma_{0e}\right) b_e\,j_e \qquad \textbf{(3.19)}$$

İfadesi için $1 \le M/(Q/l) \le 3$ alınır.

ρ_{te}: Çekme donatısı oranı

a_t: Perdede çekme donatısı alanı

b_e: $\sum A/I$, $\sum A$ perde en kesit alanı

I: Perde uzunluğu

$\boldsymbol{\rho_{se}}$: Enine donatı oranı

$\boldsymbol{a_h}$: Perdede çekme donatısı alanı

s: Enine donatı aralığı

$\boldsymbol{\sigma_{wy}}$: Perdedeki kayma donatısının akma dayanımı

$\boldsymbol{\sigma_{0e}}$: Eksenel gerilme $N/(b_e \times l)$

$\boldsymbol{j_e}$: Basınç kuvveti ile çekme kuvveti arasındaki moment kolu

Yapısal Düzensizlik Çarpanı

Yapısal Düzensizlik Çarpanı (D) yapının fiziksel özelliklerine, plandaki ve düşeydeki düzensizliklere göre belirlenen bir katsayısıdır.2007 Deprem Yönetmeliğinde dördü planda ve üçü de düşeyde olmak üzere yedi tür düzensizlik vardır. D indeks değeri, düzensizlik durumlarının olmaması durumunda 1.00, olması durumunda ise 0.70 değerine kadar azalabilir[13].

Zamana Bağlı Bozulma Çarpanı

Zamana bağlı bozulma çarpanı (K), binadaki deformasyonlar, perde ve kolonlardaki çatlaklar, sıva ve kaplamalardaki çatlaklar, binanın yaşı ve yangın geçirmiş olup olmadığına göre 1.00 ile 0.80 arasında değişen bir katsayıdır.

3.4.3 Sismik performansın belirlenmesi

Karşılaştırma indeksi I_D hesabında (3.20) ifadesi kullanılır.

$$I_D = P_0 \times B \times Z \times U \qquad \textbf{(3.20)}$$

Bu ifadede "P_0" temel deprem karşılaştırma indeksidir. B bölge katsayısıdır ve birinci derece deprem bölgesinde, deprem riskinin yüksek olduğu bölgelerde 1.0 alınmakla birlikte, binaın bulunduğu bölgenin depremselliğine göre azaltılabilir. Ancak "B" katsayısı hiç bir zaman 0.50 den küçük alınmamalıdır. "Z" zemin katsayısı, zemin özellikleri ile ilgili olan büyüklüktür. "Z" katsayısı zemin durumuna göre 0.80(Z1) ile 1.00 (Z3, Z4) arasında değişen değerler alabilmekte olup, zemin koşulları kötüleştikçe "Z" katsayısı değerleri büyümektedir. "U" kullanım katsayısı yapının önemi ve kullanım amacını temsil eder. Her yapı için yapının önem derecesi ve deprem sonucu oluşabilecek etkilerin boyutu da dikkate alınarak belirlenmelidir[3].

Burada "P_0" temel deprem karşılaştırma indeksi en önemli parametredir. DBYBHY-07'de toplam eşdeğer deprem kuvveti (3.21) ifadesi ile hesaplanır.

$$V_t = \frac{W \times A_0 \times I \times S(T)}{R_a(T)} \geq 0.10 \times A_0 \times I \times W \qquad \textbf{(3.21)}$$

W: Binanın toplam ağırlığı (G+nQ)

A_0: Efektif yer ivmesi katsayısı

I: Yapı önem katsayısı

S(T): Spektrum katsayısı

R_a(T): Deprem yükü azaltma katsayısı

T: Binanın doğal periyodu

Zemin katın yatay yük taşıma kapasitesi "Q_g"denklem (3.22) ile hesaplanır ve bu değer taban kesme kuvveti V_t'den büyük olmalıdır.

$$Q_g = P_g \times W \;\; ; \;\; Q_g \geq V_t \qquad \textbf{(3.22)}$$

$$P_g \geq \frac{A_0 \times I \times S(T)}{R_a(T)} \qquad \textbf{(3.23)}$$

Denklem **(3.23)** ile hesaplanan "P_g"zemin katın temel karşılaştırma indeksi ve "W" binanın toplam ağırlığıdır.

Deprem Güvenliği Tarama Yönteminde temel karşılaştırma indeksi "P" için kritik değerler aşağıdaki gibidir.

P < 0,18

0,18 ≤ P < 0,25

P ≥ 0,25

"P" karşılaştırma indeksinin 0,18 ile 0,25 değerleri arasında çıkması durumunda binanın, ilgili yönetmeliklerden deprem güvenliğinin incelenmesine öncelik verilmelidir. Gerekli görüldüğü güçlendirme çalışması yapılmalıdır.

"P" karşılaştırma indeksinin 0,25 değerinden büyük çıkması durumunda ilgili yönetmeliklerle yapılacak olan incelemenin sona bırakılabileceğini ve muhtemelen güçlendirme çalışmasına gerek olmayacağını göstermektedir.

P < 0,18 olması durumu, binanın depremde göçme riskinin yüksek olduğuna işaret etmektedir [14].

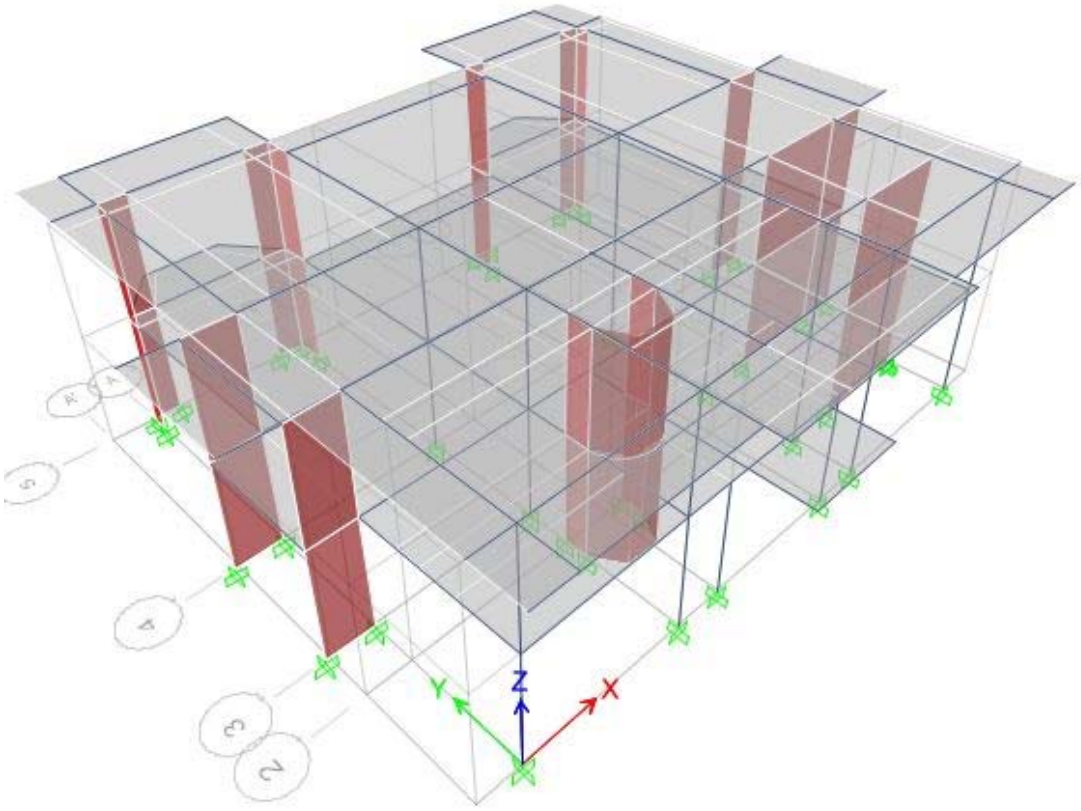
4. DEPREM GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMİ UYGULAMASI

4.1 Giriş

Bu çalışmada 2 katlı, taşıyıcı sistemi perde ve çerçevelerden oluşan, yapı tipi konut olan bir bina incelendi. Bahsi geçen binanın deprem güvenliği, Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ve Doğrusal Elastik hesap yöntemleri ile araştırıldı. İncelemenin Deprem Güvenliği Tarama Yöntem kullanılarak P indeksi, Doğrusal Elastik hesap yöntemleri [15] kullanılarak ise kat kesme kuvvetlerinin kat ağırlıklarına oranı olarak ifade edilen Vt/W değerleri hesaplandı [16]. Yöntemlerin uygulanması esnasında ETABS 2013 V.3.2.1 programından yararlanıldı [17].

4.2 Bina Bilgileri

Performans değerlendirilmesi yapılacak bina zemin + 1 normal katlı konut tipi olarak tasarlandı. Araştırılan bina 2. Derece deprem bölgesinde bulunmaktadır. Yapının mimari ve statik projeleri mevcuttur. Yapılan incelemeler sonucunda binanın elde edilen malzeme bilgileri, beton basınç dayanımı 12.2 MPa ve çelik sınıfı ise S420 olarak bulunmuştur. Binanın taşıyıcı sistemi perde ve çerçevelerden oluşmaktadır. Binanın döşeme sistemi asmolen döşemedir. Asmolen döşeme dişleri tek doğrultuda çalışmaktadır. Bina yüksekliği zemin katta 3.05 m ve normal katta 3 m olmak üzere toplam 6.05 m' dir. Binanın bulunduğu bölgenin yerel zemin sınıfı Z1'tür. Yapının 3 boyutlu taşıyıcı sistem modeli Şekil 4.1'de görülmektedir. Yapıya ait olan kat planları EKA'da verilmektedir. Binada yatay yüklere karşın X doğrultusunda boyutları sırası ile 395x20(cmxcm) ve 295x20(cmxcm) olmak üzere 2 adet perde mevcuttur. Zemin katta 6 adet 100x20 (cmxcm), 4 adet 70x80(cmxcm), 3 adet 120x20(cmxcm), 2 adet 20x100(cmxcm), 2 adet 25x25(cmxcm) ve 1 adet 25x50(cmxcm) olmak üzere 20 adet kolon bulunmaktadır. Çizelge 4.1'de bina sistemine ait taşıyıcı elemanların kesit alanları ile bu kesit alanlarının kat toplam alanlarına oranları gösterilmektedir.



Şekil 4.1 : Yapının 3 boyutlu taşıyıcı sistem modeli.

Genel Bilgiler

Kat adedi: 2

Kat Yüksekliği: Zemin kat 3.05 m Normal kat 3 m

Toplam bina yüksekliği: 6.05 m

Kulanım amacı: Konut

Döşeme: Tek yönlü asmolen döşeme

Malzeme Bilgileri

Beton: C12.2

Donatı Çeliği: S420

Deprem Parametreleri

Deprem Bölgesi: 2. Derece deprem bölgesi

Zemin Sınıfı: Z1

Çizelge 4.1: Bina sisteminde bulunan taşıyıcı elemanların kesit alanları ve bu alanların toplam kat alanlarına oranları.

Kat	Kat Alanı (m^2)	Kolon (m^2)	Perde-XX (m^2)	Perde-YY (m^2)	Kolon %	Perde-XX %	Perde-YY %	Toplam
Zemin Kat	211	4.81	1.38	-	2.28	0.65	-	2.93
Normal Kat	292	4.58	1.38	-	1.57	0.47	-	2.04

4.3 Bina Hesap Analizleri

Çalışma kapsamında araştırılan binanın Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi methodu ile "P" indeksi hesap edildi. Bu hesaplar yapılırken "Microsoft Office Excel" programından yararlanıldı. Bu programdan yöntemle uygun akış şeması oluşturuldu. Hesaplar bu akış şemasına uygun olacak şekilde hesap sayfalarında işlendi. Yapılan bu çalışmaların rahat takip edilebilmesi adına girilen bilgiler mümkün olduğunca basite indirgendi. Bu hesaplamalar yapılırken, Deprem Güvenliği Tarama Yönteminin yaygınlaşıp daha sık kullanılması ile birlikte programın geliştirilip daha kısa sürede daha çok araştırmanın yapılabileceği görüldü. Ülkemizde özellikle yaşanan son depremlerden sonra yapılan araştırmalar neticesinde betonarme binalarda ortalama beton basınç dayanımın yaklaşık 10 MPa olduğu tespit edilmiştir. Etriye aralıklarının ise sıklaştırma bölgelerinde bile 20 cm den az olmadığı görülmüştür. Deprem Güvenliği Tarama Yönteminde incelenen binanın mevcut hesap bilgileri bilinmediği taktirde beton basınç dayanımının 10 MPa, boyuna donatı oranı için perdelerde 0.002 ve kolonlarda 0.01, etriye aralıklarını ise 20 mm ve etriye donatısını 8 mm çapında düz donatı kabulü yaparak analiz yapılması ön görülmüştür. Eğer incelenen binanın hesap bilgileri mevcut ise bu bilgiler Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi içinde kullanılabilir. Bu çalışmada mevcut durumda elde edilenmalzeme bilgileri hem de hızlı analiz yapabilme adına Deprem Güvenliği Tarama Yönteminde öngörülen malzeme bilgileri kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır.Deprem Güvenliği Tarama Yönteminde kat birim ağırlıklarının 10, 12, 14 ve 16 kN/m^2 olarak alınması durumunda hesap sonuçlarının değişimi incelenmiştir. Hesaplamalar bu değerlere göre ayrı ayrı yapılmıştır.

Çizelge 4.2'de incelenen binanın mevcut beton basınç dayanımı olan 12.2 MPa basınç dayanımına göre farklı kat birim ağırlıklarına göre bulunan "P" indeks değerleri görülmektedir. Çizelge 4.2'de ise binanın farklı beton basınç dayanımları ve farklı kat birim ağırlıkları kullanılarak hesap edilen "P" indeks değerleri ve de bu indeks değerlerinin değişim yüzdeleri gözükmektedir.

Çizelge 4.2: Binanın *P* indeks değerleri.

w kN/m^2	P indeksi	
	x	y
10	0,97	0,51
12	0.83	0,44
14	0,73	0,39
16	0,66	0,36

Çizelge 4.3: Binanın P indekslerinin farklı beton basınç dayanımlarına göre elde edilen hesaplar ve yüzde olarak değişimleri.

w kN/m^2	f_c 12,2 MPa		f_c 10 MPa		% değişim	
	x	y	x	y	x	y
10	0,97	0,51	0,96	0,51	98	100
12	0,83	0,45	0,82	0,44	98	97
14	0,73	0,39	0,72	0,39	98	100
16	0,66	0,36	0,65	0,35	98	97

Doğrusal elastik çözümlemeden elde edilen taban kesme kuvvetleri kullanılarak elde edilen yatay yük taşıma kapasitesi ile bu kuvvetlerin toplam bina ağırlığına oranı Çizelge 4.4 de verilmiştir.

Çizelge 4.4: Taban kesme kuvvetleri ve bina toplam ağırlığına oranları.

	DBYBHY		RBTE	
	x	y	x	y
Vt	4615 kN	3711 kN	4154 kN	2671 kN
Vt/W	0.74	0.57	0,71	0,47

4.4 Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ve Doğrusal Elastik Hesap Sonuçlarının Karşılaştırılması

Binada bulunan yapısal elemanların etkilerinin dikkate alınabilmesi için, Deprem Güvenliği Tarama Yönteminde "P" Temel Karşılaştırma İndeksi hesap edildi. Doğrusal elastik hesaplardan elde edilen taban kesme kuvveti ile bina ağırlığı oranlarının Deprem Güvenliği Tarama Yönteminden elde edilen P indeksini kıyaslamak adına hesap zemin katta yapıldı. Çizelge 4.5 de bu karşılaştırmanın sonuçları görülmektedir.

Çizelge 4.5: Bina P ve V_t/W oranları.

kN/ m^2	Beton Basınç Dayanımı(f_c=12.2MPa)					
	P		DBYBHY (V_t/W)		RBTE (V_t/W)	
	x	y	x	y	x	y
10	0,96	0,51	-	-	-	-
12	0,83	0,44	-	-	-	-
14	0,73	0,39	-	-	-	-
16	0,66	0,36	0,74	0,57	0,71	0,47

Çizelge 4.5'den gözüktüğü gibi fark birim kat yük değerleri için Deprem Güvenliği Tarama Yönteminden elde edilen P indeksi farklılık göstermektedir.

Doğrusal elastik yöntemlerde yapıya etki etmesi muhtemel yükler TS 498'den alınmıştır [18]. Binanın toplam ağırlık hesabında Deprem Yönetmeliğine uygun olacak şekilde hareketli yük azaltma katsayısı konutlar için 0,3 alınmıştır[19]. Toplam bina ağırlığının katlara göre dağılımı ve kat alanlarına bölünmesiyle elde edilen kat birim ağırlıkları Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6: Bina toplam ağırlığının katlara göre dağılımı ve kat birim ağırlıkları.

Kat	W (kN)	Kat Alanı (m^2)	Birim Ağırlığı (kN/m^2)
Zemin Kat	2766	211	13,11
Normal Kat	3498	292	11,98
Toplam	6264	503	12,54

Çizelge 4.6 incelendiğinde binanın kat birim ağırlığı yaklaşık olarak 12 kN/m^2 değerinde olduğu görülmektedir. Bundan dolayı doğrusal elastik hesaplardan elde edilen sonuçlar bu değerden elde edilen "P" indeks değerleri ile kıyaslanmıştır.

Binanın Deprem Güvenliği Tarama Yöntemini ile incelendiğinde beton basınç dayanımı 12.2 MPa alındığı taktirde yapısal temel indeks değeri sırası ile P_x=0,83, P_y=0,45 olmaktadır. Beton basınç dayanımı 10 MPa alındığı taktirde P_x=0,82, P_y=0,44 değerleri elde edilmektedir. Bu durumdaki değişimler sırası ile %98 ve %97 olmaktadır. İncelenen yapının mevcut malzeme bilgileri bilinmediği taktirde Deprem Güvenliği Tarama Yönteminin öngördüğü malzeme değerleri kullanılabilir.

Doğrusal elastik hesaplardan elde edilen sonuçlar sırası ile DBYBHY-07 $(V_t/W)_x$=0,74 $(V_t/W)_y$ =0,57 ve RBTE $(V_t/W)_x$ =0,71 ve $(V_t/W)_y$ =0,47 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar Deprem Güvenliği Tarama Yönteminde beton basınç dayanımının 10 MPa olarak alınması ile elde edilen P indeksi ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırılmanın sonunda sırası ile x ve y yönlerinde DBYBHY-07 ile %90 ve %77, RBTE ile %86 ve %93 oranlarında uyumlu olduğu görülmüştür.

4.5 Sayısal Çözümleme

Bu bölümde uygulama binasının B-B aksının sayısal çözümlemesi yapılmıştır. İlgili aksta SZ02, SZ06, SZ10 ve SZ18 olmak üzere 4 adet kolon bulunmaktadır.

SZ06 kolonun boyutları x doğrultusunda 20 cm ve y doğrultusunda 100 cm dir. İlk olarak düşey elemanın ilgili doğrultuda kolon veya perde sınıflandırılması yapılır.

$$\frac{D}{b} = \frac{100}{20} = 5 < 7 \qquad \textbf{(4.1)}$$

Olduğundan eleman ilgili doğrultuda kolondur. Daha sonra elemanın kısa kolon kontrolü yapılır.

$$h_0 = h - h_k = 305 - 32 = 273\ cm \tag{4.2}$$

$$\frac{h_0}{D} = \frac{273}{20} = 13{,}6 > 2 \tag{4.3}$$

(4.3) denkleminde görüldüğü üzere elemanda kısa kolon oluşumu yoktur. Elemana gelen düşey yükler, elemanın hesap edilen etkili alanı ile kat adedi ve kat birim ağırlığı çarpılarak;

$$N = 23{,}11 \times 12 \times 2 = 554{,}73\ kN \tag{4.4}$$

Olarak bulunur. Daha sonra elemanın aşırı yük kontrolü yapılır.

$$0{,}5 \times b \times D \times f_c = 0{,}5 \times 20 \times 100 \times 1 = 1000\ kN \tag{4.5}$$

$$N = 554{,}73 < 1000\ kN \tag{4.6}$$

Kolona ait "C" sismik dayanım indeksini elde etmek için kolonun eğilme dayanımını ve kayma dayanımını hesaplamak gerekir. Kolonun eğilme momenti, aldığı normal kuvvet değerine göre **(3.14)**, **(3.15)** ve **(3.16)** denklemlerinden biri ile hesap edilir.

Denklem **(4.6)**'dan görüldüğü üzere kolona etki eden normal kuvvet aşırı yük değerini geçmez. Kolondaki donatı oranı için DGTY'nde verilen 0.01 değeri kulllanılmıştır. **(3.15)**'deki denklem kullanılarak kolonun eğilme momenti aşağıdaki gibi bulunur.

$$M_u = 0.8 \times 8 \times 42 \times 100 + 0.5 \times 554{,}73 \times 100 \times \left(1 - \frac{554{,}73}{20 \times 100 \times 1}\right) = 469{,}23\ kNm \tag{4.7}$$

Kolonun eğilme dayanımı **(3.13)**'deki denklem kullanılarak **(4.8)**'deki gibi elde edilir.

$$Q_{mu} = \frac{2 \times 469{,}23}{2{,}73} = 343{,}76\ kN \tag{4.8}$$

Kolonun kayma dayanımı, **(3.18)** formülü kullanılarak $Q_{su} = 782,53\ kN$ olarak bulunur.Kolonun sismik dayanım indeksinin hesabı **(3.12)** formülünde gösterildiği üzere **(4.9)** denklemi ile bulunur.

$$C = \frac{(343,76; 782,53)_{\min}}{6050,8} = 0,056812 \qquad \textbf{(4.9)}$$

B-B aksındaki diğer kolonların sismik dayanım indeksleri aynı hesap adımları izlenerek sırasıyla *SZ02=0,09302, SZ10=0,012279* ve *SZ18=0,011333* olarak hesap edilir. Aksın P yapısal temel indeksi hesabı için **(4.10)**'daki formül kullanılır.

$$P = \left(\frac{n+1}{n+i}\right) \times (C_w + a_1 C_C) \times R_W \qquad \textbf{(4.10)}$$

Bu formülde $\left({}^{n+1}/_{n+i}\right)$ değeri, incelenen kat zemin kat olduğundan 1'e eşittir. DGTY'nde $a_1 = 0,7$ ve $R_w = 1$ olarak verilmiştir.

$$\sum Cc = 0,056812 + 0,09302 + 0,012279 + 0,011333 = 0,173444 \qquad \textbf{(4.11)}$$

$$P = 0,7 \times 0,173444 = 0,1214 \qquad \textbf{(4.12)}$$

B-B aksının "P" yapısal temel indeksi değeri hesaplanır. B-B aksına ait diğer kolonların hesap adımları ve 4-4 aksının sayısal çözümlemesi EKB'de gösterilmiştir.

4.6 Doğrusal Elastik Hesap Sonuçları

Değerlendirmesi yapılan mevcut bina, konut binası olarak kullanılmaktadır. DBYBHY-07'ye göre konut binaları 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem etkisi altında Can Güvenliği (CG) performans düzeyini sağlamalıdır. Deprem yönetmeliğine göre bir yapının "Can Güvenliği Performans Düzeyi"ne sahip olabilmesi için; kirişlerin en fazla %30'unun İleri Hasar Bölgesine geçmesi gerekmektedir. Kolonlar arasında İleri Hasar Bölgesine geçenlerin, kat kesme kuvvetinin en çok %20'sini almalıdır. Hiçbir koşulda Göçme Hasar Bölgesine izin verilmemektedir [19].

Binanın betonarme projesine göre binanın malzeme bilgileri, BS20 (C20) betonu ve BÇIII (S420) betonarme çeliği olarak görülmektedir. Binadan alınan karot örnekleri, laboratuar ortamında incelenerek binaya ait beton kalitesi C12 olarak belirlenmiştir. Donatı sınıfı için sıyrılan yüzeylerde incelemeler yapılmış olup, projeye uygun olarak S420 niteliğindeki çelik belirlemmiştir. Eleman kapasite hesaplarında projede kullanılan çeliğin karakteristik akma dayanımı, mevcut çelik dayanımı olarak alınmıştır. İncelemede pas payları kaldırılarak boyuna ve enine donatı çapları ölçülmüştür. Yapılan incelemede tüm boyuna donatıların projesi ile tam uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Binada X-X doğrultusunda, η_{bi} katsayısı 1.40 değerini aştığından A1 burulma düzensizliği bulunmaktadır. Bundan dolayı hesap yöntemi olarak Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmıştır. Yapılan hesap neticesinde Çizelge 4.7'de verilen kat deprem yükleri (Fi) ve kat kesme kuvvetleri (Vi) modal analiz sonuçlarından elde edilmiştir. Deprem yüklerinin hesabında, X-X doğrultusunda yapı birinci doğal periyodu $T_{1,x}$=0,179 ve Y-Y doğrultusunda yapı birinci doğal periyodu $T_{1,y}$=0,394 olarak bulunmuştur. Bina önem katsayısı I=1, taşıyıcı sistem davranış katsayısı R_a=1, hareketli yük katılım katsayısı n=0,3 olarak alınmıştır. Yukarıda da belirtildiği üzere hesaplamalarda mod süperpozisyonu esaslı dinamik hesap yöntemi kullanılmıştır.

Çizelge 4.7: DBYBHY-07'de katlara ve yapıya etkiyen deprem kuvvetleri ile kat kesme kuvvetleri.

Kat	$F_{i,x}$ (kN)	$V_{i,x}$ (kN)	$F_{i,y}$ (kN)	$F_{i,y}$ (kN)
Zemin Kat	3297,76	3297,76	2651,99	2651,99
Normal Kat	1317,68	4615,44	1059,65	3711,64
Toplam	4615,44		3711,64	

Yapının deprem güvenliği bakımından irdelenmesi büyük önem taşıyan parametrelerden birisi kat ötelenmeleri olup, tüm deprem yönetmelikleri göreli kat ötelenmelerini sınırlandırmaktadır. Çizelge 4.8'de katlara ait yerdeğiştirmelerin en büyük değerlerini bina X-X ve Y-Y doğrultuları için göstermektedir.

Çizelge 4.8: Göreli kat ötelemelerinin kontrolü.

Kat	Kat Yükseklikleri (m)	d_x (m)	d_y (m)
Zemin Kat	3,05	0,0026	0,0072
Normal Kat	3	0,0052	0,0091

İncelenen binanın bütün katlarındaki göreli kat öteleme oranları, DBYBHY-07 7.5.3'e göre X-X ve Y-Y doğrultularında, Minimum Hasar Sınırı (MN) için verilen sınır değer 0.01'den daha azdır.

DBYBHY-07'ye göre yapısal düzensizlikler de incelenmiştir. Göreli kat ötelenmelerinin yönetmeliğin izin verdiği sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir. B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği katsayısı $\eta_{ci}>0.8$ ve B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği katsayısı X-X ve Y-Y doğrultuları için $\eta_{ki}<2.0$ olarak hesaplanmıştır. Yönetmeliğin verdiği sınır değerler içinde kaldığı görülmüştür. Yapıda döşeme süreksizliği yönetmeliğin tanımladığı sınırlar içindedir (A2 türü düzensizlik yoktur). Plandaki çıkıntılar A3 türü düzensizlik oluşturmamaktadır.

Binanın sismik performansı, öncelikle doğrusal elastik yöntemi ve kapsamlı bilgi düzeyi kabulü ile DBYBHY-07 7.5.1'de belirtilen mod birleştirme yöntemi ile belirlenmiş olup, hesaplarda yönetmelik gereği $R_a=1$ ve $\gamma_{mc}=\gamma_{ms}=1.0$ alınmıştır.

Binanın "Can Güvenliği Performans Düzeyi" için 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem etkisinde yapılan analizlere ait sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmektedir. Yapının halihazırda yürürlükte olan 2007 tarihli deprem yönetmeliği esaslarına göre en elverişsiz yükleme durumu ve doğrultusu için kirişler ve kolonlarda "Minimum", "Belirgin", "İleri" ve "Göçme" durumu hasar bölgelerine giren kiriş hasar ve kolon kesme kuvveti dağılım yüzdelerini vermektedir. Çizelge 4.9'daki değerler "gevrek güç tükenmesi" ile kapasite sınırlarına ulaşan elemanların göçmediği kabulü ile verilmekte olup, bu türden elemanların sünek davranış gösterecek şekilde güçlendirilmesi gerekmektedir.

Çizelge 4.9: Taşıyıcı sistem elemanlarının hasar bölgeleri dağılımları.

Kat	Eleman	Hasar Bölgeleri			
		Minimum (%)	Belirgin (%)	İleri (%)	Göçme (%)
Zemin Kat	Kirişler	68	24	8	-
	Kolonlar	74	16	10	-
	Perdeler	100	-	-	-
Normal Kat	Kirişler	88	8	4	-
	Kolonlar	67	33	-	-
	Perdeler	100	-	-	-

Analiz sonuçlarına göre her bir kattaki eksenel yük taşıma kapasiteleri yeterlidir. Hiç bir düşey ve yatay taşıyıcı elemanda gevrek güç tükenmesi ile kapasite sınırına ulaşılmamıştır, kesme güvenlikleri sağlanmaktadır. Zemin kat ve normal kat kirişleri yönetmeliğin "kirişlerin en fazla %30'u kadarı İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir" 7.7.3a maddesine uymaktadır. Binanın konutlar için tanımlanmış olan 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem etkisinde yapılan analizlerde, binanın "Can Güvenliği" performans düzeyini sağladığı görülmektedir.

Riskli Binalar Hakkında Yönetmelik ile yapılan hesaplamalarda, binanın taşıyıcı sistem projesi mevcut olduğundan, aynı zamanda yerinde kontrol edilen taşıyıcı sistem özellikleri proje ile uyumlu olduğundan bilgi düzeyi "Kapsamlı Bilgi Düzeyi" olarak alındı. Taşıyıcı sistemin kapasiteleri hesaplanırken Mevcut Malzeme Dayanımı kullanıldı. Numunelerden elde edilen ortalama beton dayanımının %85'i mevcut beton dayanımı olarak alındı.

Taşıyıcı sistemin deprem analizinde Etkin Eğilme Rijitlikleri kullanıldı. Betonun elastisite modulü ayrıca hesap edildi. Binada A1 burulma düzensizliği bulunduğundan bu yöntemde de Mod Birleştirme Yöntemi, doğrusal elastik hesap yöntemi olarak kullanıldı. Yapılan hesaplamalarda Çizelge 4.10'da verilen kat deprem yükleri (Fi) ve kat kesme kuvvetleri (Vi) modal analiz sonuçlarından elde edilmiştir.

Deprem yüklerinin hesabında, X-X doğrultusunda birinci doğal periyot $T_{1,x}$=0,217 ve Y-Y doğrultusunda yapı birinci doğal periyot $T_{1,y}$=0,521 olarak bulundu.

Binanın risk durumunu belirleyebilmek adına, öncelikle izin verilen hasarlı taşıyıcı yüzdesi bulundu. Bu sınır, düşey taşıyıcıların düşey yükler altındaki eksenel basınç gerilmelerinin ortalaması ile yapılan karşılaştırma ile elde edildi. Düşey taşıyıcıların

eksenel gerilme ortalaması bulunarak, riskli taşıyıcılar için izin verilen kesme kuvveti sınır değeri Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi hesaplandı.

Çizelge 4.10: RBTE'da katlara ve yapıya etkiyen deprem kuvvetleri ile kat kesme kuvvetleri.

Kat	$F_{i,x}$ (kN)	$V_{i,x}$ (kN)	$F_{i,y}$ (kN)	$F_{i,y}$ (kN)
Zemin Kat	2744,04	2744,04	1764,75	1764,75
Normal Kat	1409,98	4154,02	906,79	2671,54
Toplam	4154,02		2671,54	

Çizelge 4.11: Kolon eksenel gerilme ortalamasına bağlı kat kesme kuvveti oranı sınır değeri.

Kolon eksenel gerilme ortalaması	Kat kesme kuvveti oranı sınır değerleri
$\geq 0,65 f_{cm}$	0
	0,288
$\leq 0,1 f_{cm}$	0,35

Sınır değerler arasında enterpolasyon ile hesap yapıldığında, riskli elemanlar için uygun görülen kat kesme kuvveti oranının 0,288 olduğu görüldü. Kritik katta ve elverişsiz doğrultuda riskli olduğu belirlenen elemanların kesme kuvvetleri, toplam kat kesme kuvvetine oranına bakılarak, sınır değerlerin aşılıp aşılmadığı kontrol edildi. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.12'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.12: Taşıyıcı elemanların hasar oranları.

	Adet	Oran(%)
Risk yok	17	85
Riskli	3	15
Toplam	20	100

Riskli olarak bulunan taşıyıcı elemanların kesme kuvveti oranının 0,15 ile hesaplanan sınır değer 0,288'i aşmadığından dolayı söz konusu binanın risk durumu "Risksiz" olarak tespit edildi.

5. SONUÇLAR

Yapılan bu tez çalışmasında, dünya üzerinde genel olarak kullanılan hızlı değerlendirme yöntemlerinden genel olarak bahsedilmiştir. Bu yöntemler kullanılarak bir çözüm yapılmamıştır. Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ayrıntılı olarak incelenmiş ve bir bina bu yöntem ile çözülmüştür.

Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ve Doğrusal Elastik Yöntemler kullanılarak elde edilen "P" ve "V_t/W" değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Bölüm 4'te de görülebileceği üzere karşılaştırılmaları yapılmıştır.

Yapılan çalışmada, birim alana etki eden yük kabulünün Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi sonuçlarına doğrudan etkilediği görülmüştür.

Çalışmanın amacı, ülkemizde bulunan bodrum kat hariç altı kata kadar olan binalarda Deprem Güvenliği Tarama Yönteminin uygulamak için P indeksinin araştırılmasıdır.

Binaların, taşıyıcı sisteminin eleman boyutları ve sistem geometrisi mevcut olan fakat malzeme özelliklerinin bilinmediği durumlarda, Deprem Güvenliği Tarama Yönteminin kullanılabileceği ön görülmektedir. Yapılan çalışmada sonuçlar hem mevcut malzeme bilgisi ile hem de yöntemin kabul ettiği değer ile çözülmüş, sonuçlar birbirine oldukça yakın çıkmıştır. Bu durumda Deprem Güvenliği Tarama Yöntemini kullanırken incelemesi yapılacak binanın taşıyıcı sisteminin geometrisi ve eleman boyutları yapılacak araştırmalar ile bulunması ve yöntemde ön görülen beton basınç dayanımı 10MPa alınması yeterli görülebilir.

Deprem Güvenliği Tarama Yönteminde bulunan yapısal sismik performans indeksi "I", yıpranma indeksi "K" ve düzensizlik indeksi "D" ülkemizde bulunan binaları temsil edecek şekilde ifade edildiği taktirde yapısal elemanların yanında binaların

yıpranma ve düzensizlik değişkenlerinde katılımı ile yapının sismik performansı daha iyi temsil edilebilir.Deprem Güvenliği Tarama Yönteminde bulunan sonuçlar için kritik değerlerin önerilebilecek değerler şunlardır;

$P < 0,18$

$0,18 \leq P < 0,25$

$P \geq 0,25$

Bu değerler ışığında P değeri 0,25 değerinden büyük çıktığı taktirde toptan göçme riski azdır. "P" değeri 0,18 ile 0,25 değerleri arasında çıktığında binada göçme riski olabilir. "P" değeri 0,18 değerinden küçük çıktığı taktirde göçme riskinin yüksek olduğu yorumu yapılabilir.

Sonuç olarak Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi binaların deprem performansının değerlendirilmesinde kullanılabilecek, hızlı çözüm sunan ve uygulanabilirliği kolay olan bir hızlı tarama yöntemidir. Bu yöntemin ülkemiz şartlarında daha iyi sonuçlar almak adına yapılacak kabullerle, ülkemizde bulunan binaların kullanışlı ve hızlı bir şekilde deprem güvenliklerinin taranabileceği sonucuna varılmaktadır.

Tezde çalışması yapılan bina, DBYBHY-07 Bölüm 7'de verilen kurallar uygulanarak uzun ve ayrıntılı analiz gerektiren hesaplamalarla çözüldüğünde performans seviyesinin yeterli olduğu görülmektedir. Aynı zamanda RBTE ile yapılan çalışmada bina "Risksiz" bulunmuştur. Binanın RBTE ile çözümü her ne kadar DBYBHY-07'ye göre daha pratik olsada, iki yöntem ile de yapılan çalışmalar uzun zaman ve emek almaktadır. Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ile yapılan hesaplamalarda elde edilen bulgular, bahsi geçen iki yönteme nazaran daha ekonomik ve kısa sürede benzer analiz sonuçlarını vermektedir.

KAYNAKLAR

[1] ATC 21. (2002). Rapid Visual Screening of Building for Potential Seismic Hazards. Apllied Technology Council, California-USA

[2] FEMA 310. (1998) Handbook for the Seismic Evalution of Buildings. Federal Emergency Management Council, Washington-USA

[3] JSIY. (2001). Standard for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings - 2001, Guidelines for Seismic Retrofit of Existing Reinforced Concrete Buildings – 2001, Technical Manual for Seismic Evaluation and Seismic Retrofit of Existing Reinforced Concrete Buildings – 2001, English Version First Edition, The Japan Building Disaster Prevention Association, Tokyo. Japan

[4] Celep Z. ve Kumbasar N.(2004). Deprem mühendisliğine giriş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı. Beta Dağıtım, İstanbul

[5] Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. Riskli binaların tespit edilmesi hakkında esaslar. Ankara-Türkiye

[6] TS500. (2000). Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

[7] Özçelik, M.U. (2014). Pera, RBTE ve DBYBHY2007 Yönetmeliği Kullanılarak Mevcut Bina Deprem Performanslarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[8] Tezcan S. ve Bal İ. E. (2005). Sıfır can kaybı projesi İstanbul'un kurtuluş reçetesi. Yapı Denetim Dergisi, 2005/03

[9] Bal İ. E., Tezcan S., Gülay F. G. (2007). Betonarme binaların göçme riskinin belirlenmesi için P25 hızlı değerlendirme yöntemi. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul

[10] Bal İ. E.,Gülay F. G., Tezcan S. (2012). Betonarme binaların depremde göçme risklerini tayine yarayan P25 methodu ve diğer hızlı değerlendirme yöntemleri. ISBN No: 978-975 93 005-5-5

[11] Ambraseys N.N. Finkel C.F. (2006). Türkiyede ve komşu bölgelerde sismik etkinlikler.

[12] Kasımzade, A.A. (2004). Yapı dinamiği temelleri ve deprem mühendisliğinde uygulamaları. Birsen Yayınevi, İstanbul

[13] Boduroğlu M.H. ve Çağlayan Ö.P. (2007). Mevcut yapıların değerlendirmesinde bir tarama yöntemi. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul

[14] Çopur, S. (2010). Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ve İtme Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

[15] Aydınoğlu N. ve Celep, Z ve Özer, E. Sucuoğlu, H (2008). Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik açıklamalar ve örnekler el kitabı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara

[16] Ersoy, U. ve Özcebe, G. (2004). Betonarme temel ilkeler TS500-2000 ve Türk deprem yönetmeliğine göre hesap. Evrim Yayınevi, İstanbul

[17] Etabs. (2000). Extended 3D analysis of building systems, computers and structures Inc. Berkeley, California-USA

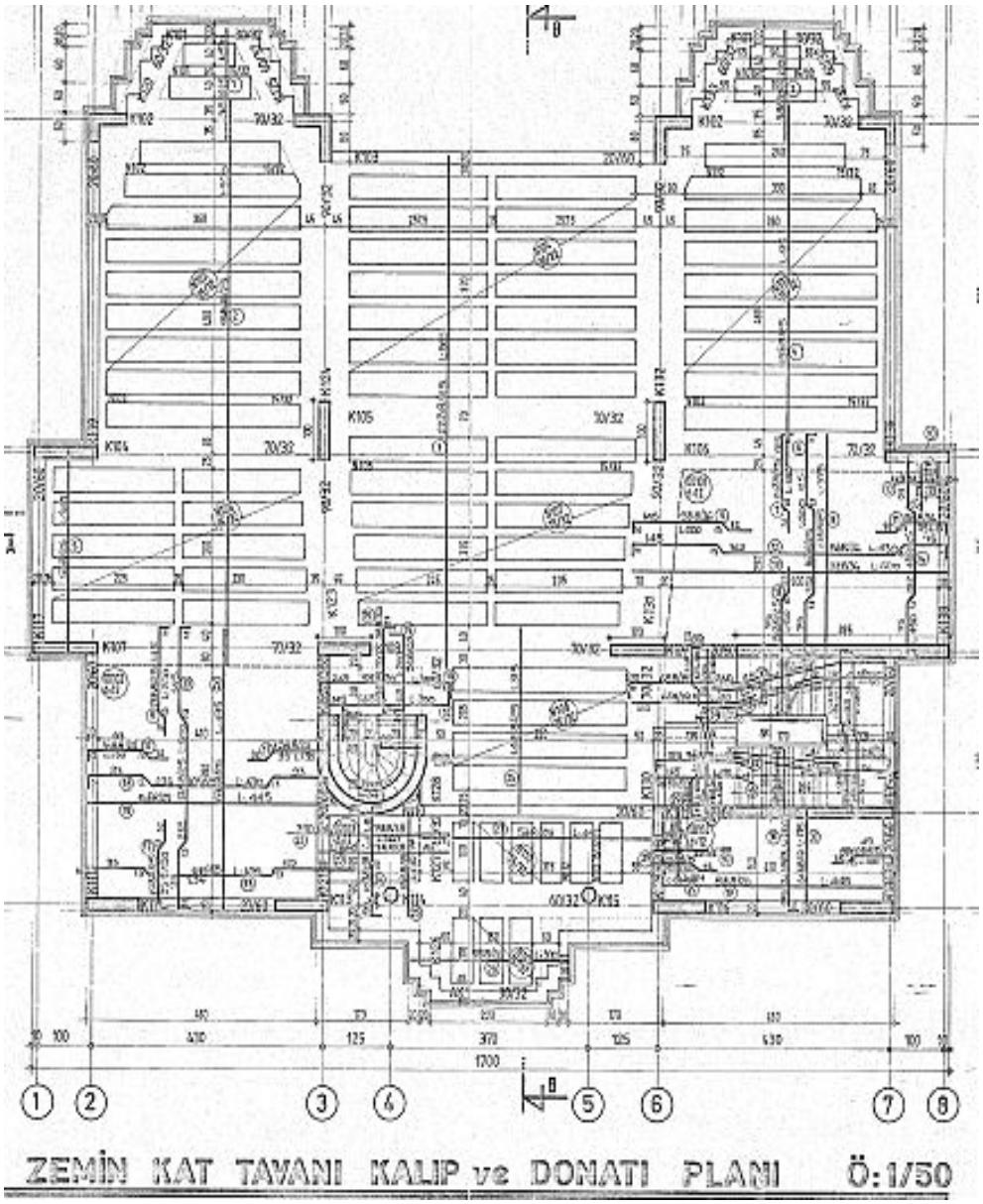
[18] TS498. (1998). Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

[19] Bayındırlık ve İskan Bakanlığı. Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik, Ankara-Türkiye

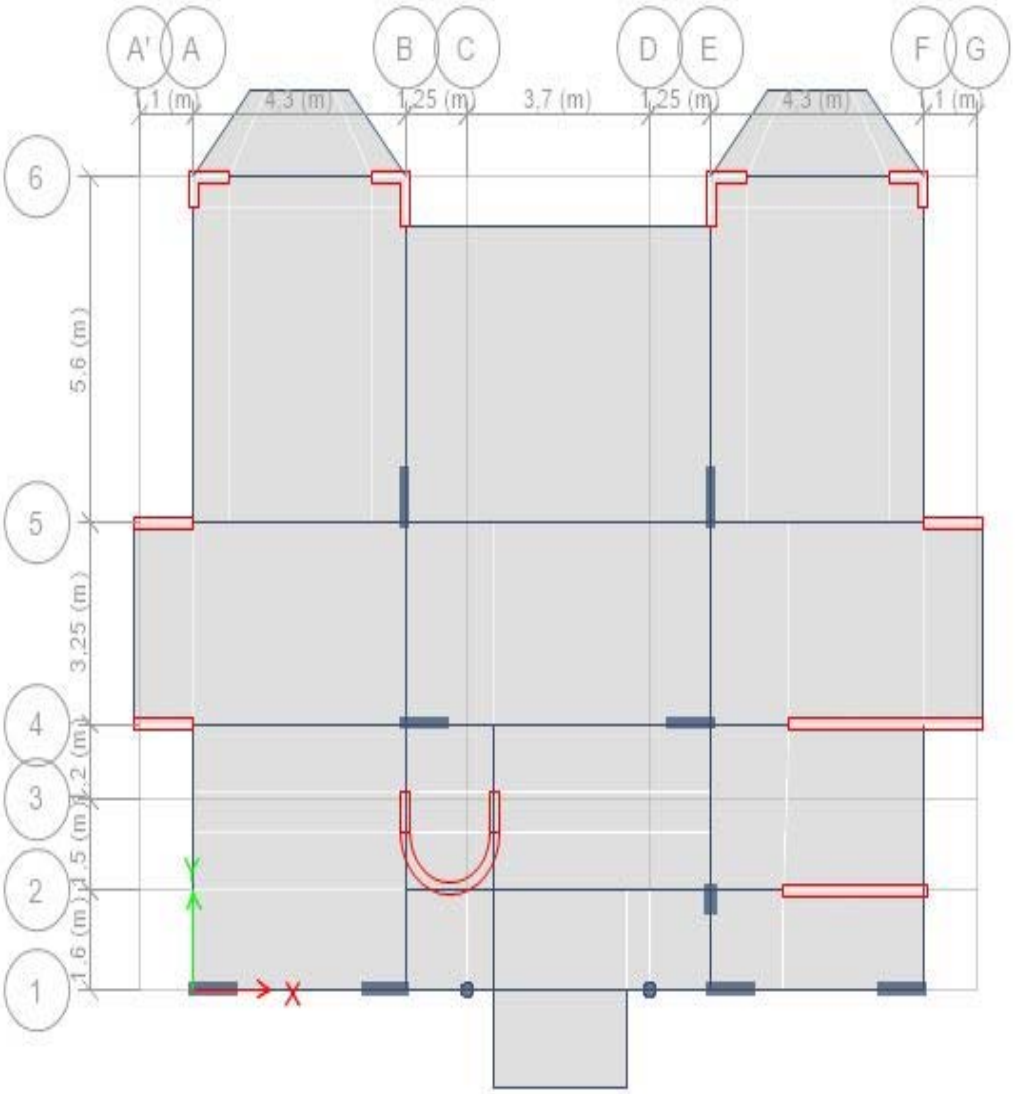
EKLER

EK A: Bina Genel Bilgileri
EK B: DGTY Örnek El Hesabı
EK C: DGTY Hesap Tabloları
EK D: Doğrusal Elastik Hesap Bilgileri

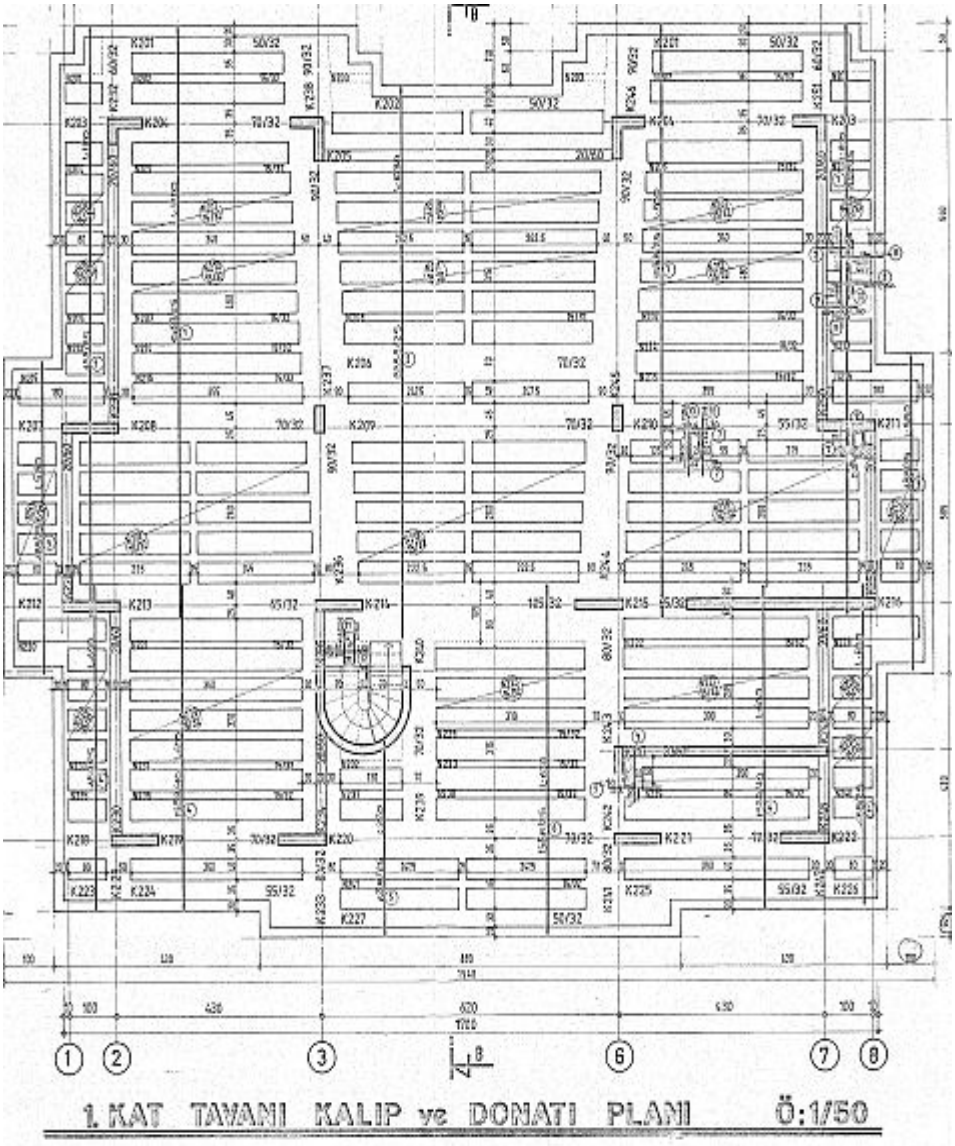
EK A: Bina Genel Bilgileri



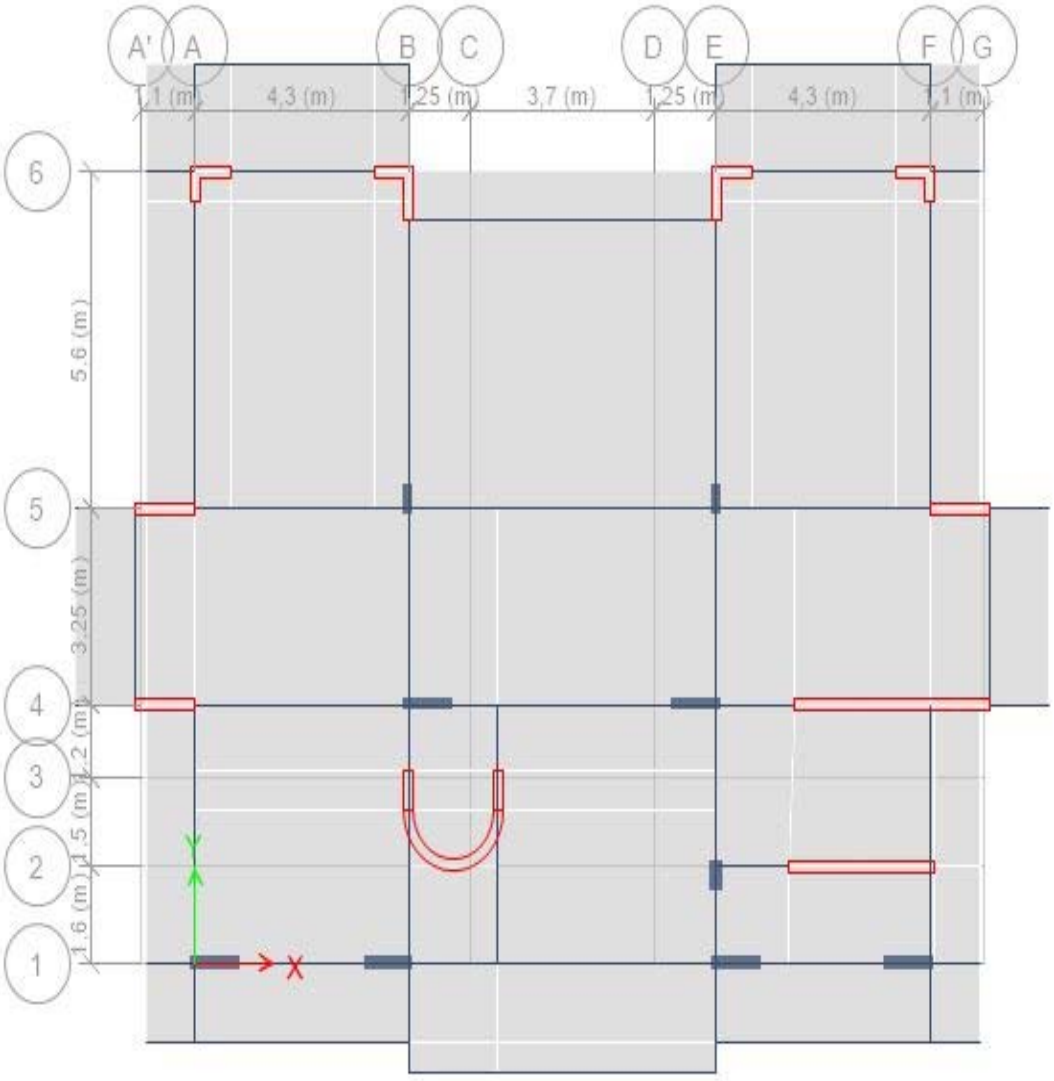
Şekil A.1 : Binanın zemin kat planı.



Şekil A.2 : Binanın zemin kat modeli.



Şekil A.3 : Binanın normal kat planı.



Şekil A.4 : Binanın normal kat modeli.

EK B: DGTY Örnek El Hesabı

B-B Aksı Hesap Adımları

1. Perde kolon sınıflandırması

SZ06 20x100;

D/b=100/20=5<7 olduğundan eleman ilgili doğrultuda kolondur.

2. Kısa kolon kontrolü

ho=h-hk=305-32=273 cm

ho/D=273/20=13,65>2 elemanda kısa kolon oluşumu yoktur.

3. Eleman düşey yükleri

N=23.11x12x2=554,73 kN

4. Aşırı yük kontrolü

0,5xbxDxfc=0,5x20x100x1=1000 kN > N kolon aşırı yüklü değil

5. Kolon eğilme dayanımı

0,5xbxDxfc>N olduğundan dolayı eğilme dayanımı

$M_U = 0.8a_t\sigma_y D + 0.5ND\left(1 - \frac{N}{bDf}\right)$ olmaktadır.

Çekme donatısı alanı α_t=20x100x0,01x0,4=8 cm^2

Düşey donatı akma gerilmesi σ_y= 42 kN/cm^2

D= 20 cm

N= 507,9 kN

fc= 1 kN/cm^2

Mu =469,23 kNm

6. Kolon kayma dayanımı

$$_cQ_{SU} = \left\{\frac{0.053p_t^{0.23}(18 + f_c)}{(M/(Q/d)) + 0.12} + 0.85\sqrt{p_{ws}\sigma_{wy}} + 0.1\sigma_0\right\} bj$$

Çekme donatısı oranı ρ_t=8/(20x100)=0,004

fc= 1 kN/cm^2

paspayı d=3 cm

kolon etriye oranı ρ_{ws}= ((3,14x0,8^2)/4)/(20x100)= 0,000251

σ_{ws}= 42 kN/cm^2

Kolon eksenel gerilmesi = 0,25 kN/cm^2

Kolon genişliği b=20 cm

j= 0,8D= 80 cm

efektif kolon derinliği d=100-3=97 cm

Q_{csu} = 782,53 kN

Q_{cmu} = (2xMu)/ho = (2x469,23)/2,73= 343,76 kN

7. Kolon C hesabı

C=min($_wQ_{su}$,$_cQ_{mu}$)/W= 469,23/6050,8= 0,056812

1. Perde kolon sınıflandırması

SZ02 70x80;

D/b=80/70=1,14<7 olduğundan eleman ilgili doğrultuda kolondur.

2. Kısa kolon kontrolü

ho=h-hk=305-32=273 cm

ho/D=273/80=3,41>2 elemanda kısa kolon oluşumu yoktur.

3. Eleman düşey yükleri

N=37,67x12=452 kN

4. Aşırı yük kontrolü

0,5xbxDxfc=0,5x70x80x1=2800 kN > N kolon aşırı yüklü değil

5. Kolon eğilme dayanımı

0,5xbxDxfc>N olduğundan dolayı eğilme dayanımı

$M_U = 0.8a_t\sigma_y D + 0.5ND\left(1 - \frac{N}{bDf}\right)$ olmaktadır.

Çekme donatısı alanı α_t=70x80x0,01x0,4=22,4 cm^2

Düşey donatı akma gerilmesi σ_y = 42 kN/cm^2

D= 80 cm

N= 452 kN

fc= 1 kN/cm^2

Mu =768,3 kNm

6. Kolon kayma dayanımı

$$_cQ_{SU} = \left\{\frac{0.053p_t^{0.23}(18 + f_c)}{\left(M/(Q/d)\right) + 0.12} + 0.85\sqrt{p_{ws}\sigma_{wy}} + 0.1\sigma_0\right\} bj$$

Çekme donatısı oranı ρ_t =22,4/(70x80)=0,004

fc= 1 kN/cm^2

paspayı d=3 cm

kolon etriye oranı ρ_{ws} = ((3,14x22,4^2)/4)/(70x80)= 0,000718

σ_{ws} = 42 kN/cm^2

Kolon eksenel gerilmesi = 0,08 kN/cm^2

Kolon genişliği b=70 cm

j= 0,8D= 64 cm

efektif kolon derinliği d=80-3=77 cm

Q_{csu} = 1366,8 kN

Q_{cmu} = (2xMu)/ho = (2x768,3)/2,73= 562,87 kN

7. Kolon C hesabı

C=min($_wQ_{su}$,$_cQ_{mu}$)/W= 562,87/6050,8= 0,09302

1. Perde kolon sınıflandırması

SZ10 100x20;

D/b=20/100=0,2<7 olduğundan eleman ilgili doğrultuda kolondur.

2. Kısa kolon kontrolü

ho=h-hk=305-60=245 cm

ho/D=245/20=12,25>2 elemanda kısa kolon oluşumu yoktur.

3. Eleman düşey yükleri

N=20,63x12x2=495,15 kN

4. Aşırı yük kontrolü

0,5xbxDxfc=0,5x100x20x1=1000 kN > N kolon aşırı yüklü değil

5. Kolon eğilme dayanımı

0,5xbxDxfc>N olduğundan dolayı eğilme dayanımı

$M_U = 0.8a_t\sigma_y D + 0.5ND\left(1 - \frac{N}{bDf}\right)$ olmaktadır.

Çekme donatısı alanı α_t=100x20x0,01x0,4=8 cm^2

Düşey donatı akma gerilmesi σ_y= 42 kN/cm^2

D= 20 cm

N= 495,15 kN

fc= 1 kN/cm^2

Mu =91,02 kNm

6. Kolon kayma dayanımı

$$_cQ_{SU} = \left\{\frac{0.053p_t^{0.23}(18 + f_c)}{(M/(Q/d)) + 0.12} + 0.85\sqrt{p_{ws}\sigma_{wy}} + 0.1\sigma_0\right\} bj$$

Çekme donatısı oranı ρ_t=8/(100x20)=0,004

fc= 1 kN/cm^2

paspayı d=3 cm

kolon etriye oranı ρ_{ws} = ((3,14x8^2)/4)/(100x20)= 0,000503

σ_{ws} = 42 kN/cm^2

Kolon eksenel gerilmesi = 0,247 kN/cm^2

Kolon genişliği b=100 cm

j= 0,8D= 16 cm

efektif kolon derinliği d=20-3=17 cm

Q_{csu} = 298,9 kN

Q_{cmu} = (2xMu)/ho = (2x91,02)/2,45= 74,30 kN

7. Kolon C hesabı

C=min($_wQ_{su}$,$_cQ_{mu}$)/W= 74,30/6050,8= 0,012279

1. Perde kolon sınıflandırması

SZ18 100x20;

D/b=20/100=0,2<7 olduğundan eleman ilgili doğrultuda kolondur.

2. Kısa kolon kontrolü

ho=h-hk=305-60=245 cm

ho/D=245/20=12,25>2 elemanda kısa kolon oluşumu yoktur.

3. Eleman düşey yükleri

N=30,95x12=371,4 kN

4. Aşırı yük kontrolü

0,5xbxDxfc=0,5x100x20x1=1000 kN > N kolon aşırı yüklü değil

5. Kolon eğilme dayanımı

0,5xbxDxfc>N olduğundan dolayı eğilme dayanımı

$M_U = 0.8a_t\sigma_y D + 0.5ND\left(1 - \frac{N}{bDf}\right)$ olmaktadır.

Çekme donatısı alanı α_t=100x20x0,01x0,4=8 cm^2

Düşey donatı akma gerilmesi σ_y = 42 kN/cm^2

D= 20 cm

N= 371,4 kN

fc= 1 kN/cm^2

Mu =84 kNm

6. Kolon kayma dayanımı

$$_cQ_{SU} = \left\{\frac{0.053p_t^{0.23}(18 + f_c)}{(M/(Q/d)) + 0.12} + 0.85\sqrt{p_{ws}\sigma_{wy}} + 0.1\sigma_0\right\} bj$$

Çekme donatısı oranı ρ_t =8/(100x20)=0,004

fc= 1 kN/cm^2

paspayı d=3 cm

kolon etriye oranı ρ_{ws} = ((3,14x8^2)/4)/(100x20)= 0,000503

σ_{ws} = 42 kN/cm^2

Kolon eksenel gerilmesi = 0,1857 kN/cm^2

Kolon genişliği b=100 cm

j= 0,8D= 16 cm

efektif kolon derinliği d=20-3=17 cm

Q_{csu} = 289,1 kN

Q_{cmu} = (2xMu)/ho = (2x84)/2,45= 68,57 kN

7. Kolon C hesabı

C=min($_wQ_{su,c}Q_{mu}$)/W= 68,57/6050,8= 0,011333

B-B aksı için P yapısal temel indeksi

$$P = \left({}^{n+1}/_{n+i}\right) \times (C_W + a_1 C_C) \times R_W$$

$\left({}^{n+1}/_{n+i}\right)$=1 (zemin kat)

Rw=1 (DGTY)

a_1=0,7 (DGTY)

$C_c = \Sigma C_c$=0,056812+0,09302+0,012279+0,011333=0,173444

P=0,173444x0,7=0,1214

4-4 Aksı Hesap Adımları

1. Perde kolon sınıflandırması

SZ09 120x20;

D/b=120/20=6 <7 olduğundan eleman ilgili doğrultuda kolondur.

2. Kısa kolon kontrolü

ho=h-hk=305-32=273 cm

ho/D=273/120=2,28>2 elemanda kısa kolon oluşumu yoktur.

3. Eleman düşey yükleri

N=24,59x12=295,02 kN

4. Aşırı yük kontrolü

0,5xbxDxfc=0,5x120x20x1=1200 kN > N kolon aşırı yüklü değil

5. Kolon eğilme dayanımı

0,5xbxDxfc>N olduğundan dolayı eğilme dayanımı

$M_U = 0.8a_t\sigma_y D + 0.5ND\left(1 - \frac{N}{bDf}\right)$ olmaktadır.

Çekme donatısı alanı α_t=120x20x0,01x0,4=9,6 cm^2

Düşey donatı akma gerilmesi σ_y = 42 kN/cm^2

D= 120 cm

N= 295,02 kN

fc= 1 kN/cm^2

Mu =542,32 kNm

6. Kolon kayma dayanımı

$$_cQ_{SU} = \left\{\frac{0.053p_t^{0.23}(18 + f_c)}{(M/(Q/d)) + 0.12} + 0.85\sqrt{p_{ws}\sigma_{wy}} + 0.1\sigma_0\right\} bj$$

Çekme donatısı oranı ρ_t=9,6/(120x20)=0,004

fc= 1 kN/cm^2

paspayı d=3 cm

kolon etriye oranı ρ_{ws} = ((3,14x9,6^2)/4)/(120x20)= 0,002513

σ_{ws} = 42 kN/cm^2

Kolon eksenel gerilmesi = 0,1229 kN/cm^2

Kolon genişliği b=20 cm

j= 0,8D= 96 cm

efektif kolon derinliği d=120-3=117 cm

Q_{csu} = 975,86 kN

Q_{cmu} = (2xMu)/ho = (2x542,32)/2,73= 397,3 kN

7. Kolon C hesabı

C=min($_wQ_{su}$,$_cQ_{mu}$)/W= 397,3/6050,8= 0,06566

1. Perde kolon sınıflandırması

SZ10 100x20;

D/b=100/20=5 <7 olduğundan eleman ilgili doğrultuda kolondur.

2. Kısa kolon kontrolü

ho=h-hk=305-32=273 cm

ho/D=273/100=2,73>2 elemanda kısa kolon oluşumu yoktur.

3. Eleman düşey yükleri

N=20,63x12x2=495,15 kN

4. Aşırı yük kontrolü

0,5xbxDxfc=0,5x100x20x1=1000 kN > N kolon aşırı yüklü değil

5. Kolon eğilme dayanımı

0,5xbxDxfc>N olduğundan dolayı eğilme dayanımı

$M_U = 0.8a_t\sigma_y D + 0.5ND\left(1 - \frac{N}{bDf}\right)$ olmaktadır.

Çekme donatısı alanı α_t=100x20x0,01x0,4=8 cm^2

Düşey donatı akma gerilmesi σ_y= 42 kN/cm^2

D= 100 cm

N= 495,15 kN

fc= 1 kN/cm^2

Mu =455,08 kNm

6. Kolon kayma dayanımı

$$_cQ_{SU} = \left\{\frac{0.053p_t^{0.23}(18 + f_c)}{(M/(Q/d)) + 0.12} + 0.85\sqrt{p_{ws}\sigma_{wy}} + 0.1\sigma_0\right\} bj$$

Çekme donatısı oranı ρ_t=8/(100x20)=0,004

fc= 1 kN/cm^2

paspayı d=3 cm

kolon etriye oranı ρ_{ws}= ((3,14x8^2)/4)/(100x20)= 0,002513

σ_{ws}= 42 kN/cm^2

Kolon eksenel gerilmesi = 0,2476 kN/cm^2

Kolon genişliği b=20 cm

j= 0,8D= 80 cm

efektif kolon derinliği d=100-3=97 cm

Q_{csu} = 777,76 kN

Q_{cmu} = (2xMu)/ho = (2x455,08)/2,73= 333,39 kN

7. Kolon C hesabı

C=min($_wQ_{su}$,$_cQ_{mu}$)/W= 333,39/6050,8= 0,05510

1. Perde kolon sınıflandırması

SZ11 100x20;

D/b=100/20=5 <7 olduğundan eleman ilgili doğrultuda kolondur.

2. Kısa kolon kontrolü

ho=h-hk=305-60=245 cm

ho/D=245/100=2,45>2 elemanda kısa kolon oluşumu yoktur.

3. Eleman düşey yükleri

N=13,86x12x2=332,63 kN

4. Aşırı yük kontrolü

0,5xbxDxfc=0,5x100x20x1=1000 kN > N kolon aşırı yüklü değil

5. Kolon eğilme dayanımı

0,5xbxDxfc>N olduğundan dolayı eğilme dayanımı

$M_U = 0.8a_t\sigma_y D + 0.5ND\left(1 - \frac{N}{bDf}\right)$ olmaktadır.

Çekme donatısı alanı α_t=100x20x0,01x0,4=8 cm^2

Düşey donatı akma gerilmesi σ_y = 42 kN/cm^2

D= 100 cm

N= 332,63 kN

fc= 1 kN/cm^2

Mu =407,45 kNm

6. Kolon kayma dayanımı

$$_cQ_{SU} = \left\{\frac{0.053p_t^{0.23}(18 + f_c)}{\left(M/(Q/d)\right) + 0.12} + 0.85\sqrt{p_{ws}\sigma_{wy}} + 0.1\sigma_0\right\} bj$$

Çekme donatısı oranı ρ_t =8/(100x20)=0,004

fc= 1 kN/cm^2

paspayı d=3 cm

kolon etriye oranı ρ_{ws} = ((3,14x8^2)/4)/(100x20)= 0,002513

σ_{ws} = 42 kN/cm^2

Kolon eksenel gerilmesi = 0,1663 kN/cm^2

Kolon genişliği b=20 cm

j= 0,8D= 80 cm

efektif kolon derinliği d=100-3=97 cm

Q_{csu} = 795,69 kN

Q_{cmu} = (2xMu)/ho = (2x407,45)/2,45= 332,61 kN

7. Kolon C hesabı

C=min($_wQ_{su}$,$_cQ_{mu}$)/W= 332,61/6050,8= 0,05497

1. Perde kolon sınıflandırması

SW12 395x20;

D/b=395/20=19,75 <7 olduğundan eleman ilgili doğrultuda perdedir.

2. Eleman düşey yükleri

N=30,21x12=362,51 kN

3. Aşırı yük kontrolü

0,5xbxDxfc=0,5x395x20x1=3950 kN > N perde aşırı yüklü değil

4. Perde eğilme dayanımı

Perde eğilme ifadesi;

$$_wM_u = a_t\sigma_{sy}l_w + 0.5\sum\left(a_{wy}\sigma_{wy}\right)l_w + 0.5Nl_w$$

Başlık kolon olmadığı için N=0

Başlık kolon olmadığı için αt=0

Başlık kolon olmadığı için l_W=N/A, *l*=395cm

Perdedeki toplam düşey donatı alanı a_{WY}=395x20x0,002=15,8cm^2

Perdedeki düşey donatı akma dayanımı σ_{WY}=42kN/cm^2

Başlık kolonundaki boyuna donatının akma dayanımı σ_{SY}=N/A

M_{uw}=0+1311+0=1311 kNm

5. Perde kayma dayanımı

$$Q_{SU} = \left\{\frac{0.053p_{te}^{0.23}(18+f_c)}{\left(\left(M/(Q/l)\right)+0.12\right)} + 0.85\sqrt{\sigma_{wy}p_{se}} + 0.1\sigma_{0e}\right\}b_e j_e$$

1≤M/(Q/l)≤3

Çekme donatısı oranı başlık kolonu olmadığından ρ_{te}=0

l=395cm

Enine donatı oranı ρ_{se}=0,0025

Perdedeki kayma donatısının akma dayanımı σ_{WY}=42kN/cm^2

N/(b_e ×l) Eksenel gerilme başlık kolon olmadığından σ_{oe}=0

Basınç kuvveti ile çekme kuvveti arasındaki moment kolu
j_e=0,8*l*=0,8x395=316cm

Q_{su}=1745 kN

Q_{cmu}=(2x Mu)/ho=(2x1311)/3,05=859 kN

6. Perdede C hesabı

C=min($_wQ_{su}$,$_cQ_{mu}$)/W=859/(6050,8)=0,1420

<u>4-4 aksı için P yapısal temel indeksi</u>

$$P = \left(n + 1 / n + i\right) \times (C_W + a_1 C_C) \times R_W$$

$\left(n + 1 / n + i\right)$=1 (zemin kat)

Rw=1 (DGTY)

a_1=0,7 (DGTY)

$C_c=\Sigma C_c$=0,05497+0,05510+0,06566=0,17573

$C_{w=}=\Sigma C_w$=0,1420

P=0,1420+0,7x0,17573=0,26501

EK C: DGTY Hesap Tabloları

Çizelge C.1: Kat birim ağırlığı 12kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

İncelenen kat:	Zemin	
İncelenen kat yüksekliği:	3,05	m
Kat birim ağırlığı:	12	kN/m^2
Beton basınç dayanımı:	10	Mpa
Donatı akma dayanımı:	420	MPa
Etriye akma dayanımı:	420	MPa
Kolon donatı oranı:	0,01	
Kolon etriye çapı:	8	mm
Kolon etriye aralığı:	20	cm
Paspayı:	3	cm
Perde donatı oranı:	0,002	
Perde etriye çapı:	8	mm
Perde etriye aralığı:	20	cm

Çizelge C.1 (Devam): Kat birim ağırlığı 12kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	X boyutu	Y boyutu	perde/kolon		Yük Alanı	mak. Kiriş Yüksekliği	
	cm	cm	x	y		x	y
SZ01	70	80	kolon	kolon	8,25	32	60
SZ02	70	80	kolon	kolon	16,00	32	32
SZ03	70	80	kolon	kolon	16,00	32	32
SZ04	70	80	kolon	kolon	8,25	32	60
SZ05	120	20	kolon	kolon	10,33	32	60
SZ06	20	100	kolon	kolon	23,11	32	32
SZ07	20	100	kolon	kolon	21,16	32	32
SZ08	120	20	kolon	kolon	12,28	32	60
SZ09	120	20	kolon	kolon	8,93	32	60
SZ10	100	20	kolon	kolon	20,63	32	60
SZ11	100	20	kolon	kolon	13,86	60	32
SW12	395	20	perde	kolon	12,26	60	60
SZ13	25	25	kolon	kolon	2,56	32	32
SZ14	25	25	kolon	kolon	2,56	32	32
SZ15	25	50	kolon	kolon	8,22	60	60
SW16	295	20	perde	kolon	7,69	60	60
SZ17	100	20	kolon	kolon	4,62	60	60
SZ18	100	20	kolon	kolon	11,29	60	60
SZ19	100	20	kolon	kolon	1,16	60	60
SZ20	100	20	kolon	kolon	2,28	60	60

Çizelge C.1 (Devam): Kat birim ağırlığı 12kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	h_o		h_o/D		N	N<0.5*b*D*fc
	x	y	x	y	kN	koşulu
SZ01	273	245	3,9	3,0625	289,392	ok
SZ02	273	273	3,9	3,4125	451,992	ok
SZ03	273	273	3,9	3,4125	451,992	ok
SZ04	273	245	3,9	3,0625	289,392	ok
SZ05	273	245	2,275	12,25	338,7	ok
SZ06	273	273	13,65	2,73	554,73	ok
SZ07	273	273	13,65	2,73	507,93	ok
SZ08	273	245	2,275	12,25	385,5	ok
SZ09	273	245	2,275	12,25	295,02	ok
SZ10	273	245	2,73	12,25	495,15	ok
SZ11	245	273	2,45	13,65	332,625	ok
SW12	-	245	-	12,25	362,505	ok
SZ13	273	273	10,92	10,92	30,72	ok
SZ14	273	273	10,92	10,92	30,72	ok
SZ15	245	245	9,8	4,9	117,39	ok
SW16	-	245	-	12,25	218,01	ok
SZ17	245	245	2,45	12,25	198,3	ok
SZ18	245	245	2,45	12,25	371,4	ok
SZ19	245	245	2,45	12,25	208,32	ok
SZ20	245	245	2,45	12,25	121,02	ok

Çizelge C.1 (Devam): Kat birim ağırlığı 12kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	α_t	ρ_t %	α_g	ρ_w %	
	cm^2		cm^2	x	y
SZ01	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ02	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ03	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ04	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ05	9,6	0,004	24	0,002513	0,000419
SZ06	8	0,004	20	0,000503	0,002513
SZ07	8	0,004	20	0,000503	0,002513
SZ08	9,6	0,004	24	0,002513	0,000419
SZ09	9,6	0,004	24	0,002513	0,000419
SZ10	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ11	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SW12	6,32	0,0008	15,8	-	0,000127
SZ13	2,5	0,004	6,25	0,002011	0,002011
SZ14	2,5	0,004	6,25	0,002011	0,002011
SZ15	5	0,004	12,5	0,001005	0,002011
SW16	4,72	0,0008	11,8	-	0,00017
SZ17	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ18	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ19	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ20	8	0,004	20	0,002513	0,000503

Çizelge C.1 (Devam): Kat birim ağırlığı 12kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	d		j		σ_o	N_{max}
	x	y	x	y	kN/cm^2	kN
SZ01	67	77	56	64	0,051677	7952
SZ02	67	77	56	64	0,080713	7952
SZ03	67	77	56	64	0,080713	7952
SZ04	67	77	56	64	0,051677	7952
SZ05	117	17	96	16	0,141125	3408
SZ06	17	97	16	80	0,277365	2840
SZ07	17	97	16	80	0,253965	2840
SZ08	117	17	96	16	0,160625	3408
SZ09	117	17	96	16	0,122925	3408
SZ10	97	17	80	16	0,247575	2840
SZ11	97	17	80	16	0,166313	2840
SW12	-	17	-	16	0,045887	8563,6
SZ13	22	22	20	20	0,049152	887,5
SZ14	22	22	20	20	0,049152	887,5
SZ15	22	47	20	40	0,093912	1775
SW16	-	17	-	16	0,036951	6395,6
SZ17	97	17	80	16	0,09915	2840
SZ18	97	17	80	16	0,1857	2840
SZ19	97	17	80	16	0,10416	2840
SZ20	97	17	80	16	0,06051	2840

Çizelge C.1 (Devam): Kat birim ağırlığı 12kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	Mu, kNm		Qmu, kN		Qsu, kN		C	
	x	y	x	y	x	y	x	y
SZ01	622,90	711,89	456,34	581,13	1229,06	1425,01	0,075418	0,096042
SZ02	672,28	768,32	492,51	562,87	1242,07	1366,88	0,081396	0,093024
SZ03	672,28	768,32	492,51	562,87	1242,07	1366,88	0,081396	0,093024
SZ04	622,90	711,89	456,34	581,13	1229,06	1425,01	0,075418	0,096042
SZ05	561,61	93,60	411,44	76,41	979,35	317,68	0,067997	0,012628
SZ06	93,85	469,23	68,75	343,76	297,51	782,53	0,011362	0,056812
SZ07	91,65	458,27	67,15	335,73	293,77	778,79	0,011097	0,055485
SZ08	581,22	96,87	425,80	79,08	983,10	321,43	0,070371	0,013069
SZ09	542,32	90,39	397,31	73,79	975,86	314,19	0,065662	0,012194
SZ10	455,08	91,02	333,39	74,30	777,76	298,99	0,055099	0,012279
SZ11	407,45	81,49	332,61	59,70	795,69	279,74	0,05497	0,009866
SW12	-	77,06	-	62,90	-	590,23	-	0,010396
SZ13	24,65	24,65	18,06	18,06	148,32	148,32	0,002985	0,002985
SZ14	24,65	24,65	18,06	18,06	148,32	148,32	0,002985	0,002985
SZ15	55,30	110,59	45,14	90,28	233,77	360,13	0,00746	0,01492
SW16	-	52,71	-	43,03	-	482,68	-	0,007112
SZ17	358,12	71,62	292,34	58,47	784,94	275,24	0,048315	0,009663
SZ18	420,02	84,00	342,87	68,57	798,79	289,09	0,056665	0,011333
SZ19	362,11	72,42	295,60	59,12	785,74	276,04	0,048853	0,009771
SZ20	325,65	65,13	265,84	53,17	778,76	269,05	0,043934	0,008787

Çizelge C.1 (Devam): Kat birim ağırlığı 12kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	Yön	l	l_w	l_{wo}	t_w
		cm	cm	cm	cm
SZ01	-	-	-	-	-
SZ02	-	-	-	-	-
SZ03	-	-	-	-	-
SZ04	-	-	-	-	-
SZ05	-	-	-	-	-
SZ06	-	-	-	-	-
SZ07	-	-	-	-	-
SZ08	-	-	-	-	-
SZ09	-	-	-	-	-
SZ10	-	-	-	-	-
SZ11	-	-	-	-	-
SW12	x	395	395	395	20
SZ13	-	-	-	-	-
SZ14	-	-	-	-	-
SZ15	-	-	-	-	-
SW16	x	295	295	295	20
SZ17	-	-	-	-	-
SZ18	-	-	-	-	-
SZ19	-	-	-	-	-
SZ20	-	-	-	-	-

Çizelge C.1 (Devam): Kat birim ağırlığı 12kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	A	b_e	a_t	a_w	p_{te}	p_{se}
	cm^2		sol	mm^2	*100	%
SZ01	-	-	-	-	-	-
SZ02	-	-	-	-	-	-
SZ03	-	-	-	-	-	-
SZ04	-	-	-	-	-	-
SZ05	-	-	-	-	-	-
SZ06	-	-	-	-	-	-
SZ07	-	-	-	-	-	-
SZ08	-	-	-	-	-	-
SZ09	-	-	-	-	-	-
SZ10	-	-	-	-	-	-
SZ11	-	-	-	-	-	-
SW12	7900	20,00	0	15,8	0,0000	0,0025
SZ13	-	-	-	-	-	-
SZ14	-	-	-	-	-	-
SZ15	-	-	-	-	-	-
SW16	5900	20,00	0	11,8	0,0000	0,0025
SZ17	-	-	-	-	-	-
SZ18	-	-	-	-	-	-
SZ19	-	-	-	-	-	-
SZ20	-	-	-	-	-	-

Çizelge C.1 (Devam): Kat birim ağırlığı 12kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	N (kN)		σ_{0e}	$_wM_u$ (kNm)			
	sol	sağ	kN/cm^2	1	2	3	Σ
SZ01			-	-	-	-	-
SZ02			-	-	-	-	-
SZ03			-	-	-	-	-
SZ04			-	-	-	-	-
SZ05			-	-	-	-	-
SZ06			-	-	-	-	-
SZ07			-	-	-	-	-
SZ08			-	-	-	-	-
SZ09			-	-	-	-	-
SZ10			-	-	-	-	-
SZ11			-	-	-	-	-
SW12	181,2525	181,2525	0	0	1311	0	1311
SZ13			-	-	-	-	-
SZ14			-	-	-	-	-
SZ15			-	-	-	-	-
SW16	109,005	109,005	0	0	731	0	731
SZ17			-	-	-	-	-
SZ18			-	-	-	-	-
SZ19			-	-	-	-	-
SZ20			-	-	-	-	-

Çizelge C.1 (Devam): Kat birim ağırlığı 12kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	$_wQ_{su}$(kN)				$_wQ_{mu}$(kN)	$_wQ_{su}/_wQ_{mu}$	C	F
	1	2	3	Σ				
SZ01	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ02	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ03	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ04	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ05	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ06	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ07	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ08	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ09	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ10	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ11	-	-	-	-	-	-	-	-
SW12	0,00	0,28	0,00	1745	859	2,03	0,1420	2
SZ13	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ14	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ15	-	-	-	-	-	-	-	-
SW16	0,00	0,28	0,00	1303	479	2,72	0,0792	2
SZ17	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ18	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ19	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ20	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge C.1 (Devam): Kat birim ağırlığı 12kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	KOLON			PERDE	
	x	y		x	y
SZ01	0,0754	0,0960		-	-
SZ02	0,0814	0,0930		-	-
SZ03	0,0814	0,0930		-	-
SZ04	0,0754	0,0960		-	-
SZ05	0,0680	0,0126		-	-
SZ06	0,0114	0,0568		-	-
SZ07	0,0111	0,0555		-	-
SZ08	0,0704	0,0131		-	-
SZ09	0,0657	0,0122		-	-
SZ10	0,0551	0,0123		-	-
SZ11	0,0550	0,0099		-	-
SW12	-	0,0104		0,1420	-
SZ13	0,0030	0,0030		-	-
SZ14	0,0030	0,0030		-	-
SZ15	0,0075	0,0149		-	-
SW16	-	0,0071		0,0792	-
SZ17	0,0483	0,0097		-	-
SZ18	0,0567	0,0113		-	-
SZ19	0,0489	0,0098		-	-
SZ20	0,0439	0,0088		-	-
	0,8614	0,6284		0,2213	0,0000

Px	0,82
Py	0,44

Çizelge C.2: Kat birim ağırlığı 10kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

İncelenen kat:	Zemin	
İncelenen kat yüksekliği:	3,05	m
Kat birim ağırlığı:	10	kN/m^2
Beton basınç dayanımı:	10	Mpa
Donatı akma dayanımı:	420	MPa
Etriye akma dayanımı:	420	MPa
Kolon donatı oranı:	0,01	
Kolon etriye çapı:	8	mm
Kolon etriye aralığı:	20	cm
Paspayı:	3	cm
Perde donatı oranı:	0,002	
Perde etriye çapı:	8	mm
Perde etriye aralığı:	20	cm

Çizelge C.2 (Devam): Kat birim ağırlığı 10kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	X boyutu	Y boyutu	perde/kolon		Yük Alanı	mak. Kiriş Yüksekliği	
	cm	cm	x	y		x	y
SZ01	70	80	kolon	kolon	8,25	32	60
SZ02	70	80	kolon	kolon	16,00	32	32
SZ03	70	80	kolon	kolon	16,00	32	32
SZ04	70	80	kolon	kolon	8,25	32	60
SZ05	120	20	kolon	kolon	10,33	32	60
SZ06	20	100	kolon	kolon	23,11	32	32
SZ07	20	100	kolon	kolon	21,16	32	32
SZ08	120	20	kolon	kolon	12,28	32	60
SZ09	120	20	kolon	kolon	8,93	32	60
SZ10	100	20	kolon	kolon	20,63	32	60
SZ11	100	20	kolon	kolon	13,86	60	32
SW12	395	20	perde	kolon	12,26	60	60
SZ13	25	25	kolon	kolon	2,56	32	32
SZ14	25	25	kolon	kolon	2,56	32	32
SZ15	25	50	kolon	kolon	8,22	60	60
SW16	295	20	perde	kolon	7,69	60	60
SZ17	100	20	kolon	kolon	4,62	60	60
SZ18	100	20	kolon	kolon	11,29	60	60
SZ19	100	20	kolon	kolon	1,16	60	60
SZ20	100	20	kolon	kolon	2,28	60	60

Çizelge C.2 (Devam): Kat birim ağırlığı 10kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	h_o		h_o/D		N	N<0.5*b*D*fc
	x	y	x	y	kN	koşulu
SZ01	273	245	3,9	3,0625	241,16	ok
SZ02	273	273	3,9	3,4125	376,66	ok
SZ03	273	273	3,9	3,4125	376,66	ok
SZ04	273	245	3,9	3,0625	241,16	ok
SZ05	273	245	2,275	12,25	282,25	ok
SZ06	273	273	13,65	2,73	462,275	ok
SZ07	273	273	13,65	2,73	423,275	ok
SZ08	273	245	2,275	12,25	321,25	ok
SZ09	273	245	2,275	12,25	245,85	ok
SZ10	273	245	2,73	12,25	412,625	ok
SZ11	245	273	2,45	13,65	277,1875	ok
SW12	-	245	-	12,25	302,0875	ok
SZ13	273	273	10,92	10,92	25,6	ok
SZ14	273	273	10,92	10,92	25,6	ok
SZ15	245	245	9,8	4,9	97,825	ok
SW16	-	245	-	12,25	181,675	ok
SZ17	245	245	2,45	12,25	165,25	ok
SZ18	245	245	2,45	12,25	309,5	ok
SZ19	245	245	2,45	12,25	173,6	ok
SZ20	245	245	2,45	12,25	100,85	ok

Çizelge C.2 (Devam): Kat birim ağırlığı 10kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	α_t	ρ_t %	α_g	ρ_w %	
	cm^2		cm^2	x	y
SZ01	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ02	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ03	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ04	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ05	9,6	0,004	24	0,002513	0,000419
SZ06	8	0,004	20	0,000503	0,002513
SZ07	8	0,004	20	0,000503	0,002513
SZ08	9,6	0,004	24	0,002513	0,000419
SZ09	9,6	0,004	24	0,002513	0,000419
SZ10	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ11	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SW12	6,32	0,0008	15,8	-	0,000127
SZ13	2,5	0,004	6,25	0,002011	0,002011
SZ14	2,5	0,004	6,25	0,002011	0,002011
SZ15	5	0,004	12,5	0,001005	0,002011
SW16	4,72	0,0008	11,8	-	0,00017
SZ17	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ18	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ19	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ20	8	0,004	20	0,002513	0,000503

Çizelge C.2 (Devam): Kat birim ağırlığı 10kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	d		j		σ_o	N_{max}
	x	y	x	y	kN/cm^2	kN
SZ01	67	77	56	64	0,043064	7952
SZ02	67	77	56	64	0,067261	7952
SZ03	67	77	56	64	0,067261	7952
SZ04	67	77	56	64	0,043064	7952
SZ05	117	17	96	16	0,117604	3408
SZ06	17	97	16	80	0,231138	2840
SZ07	17	97	16	80	0,211638	2840
SZ08	117	17	96	16	0,133854	3408
SZ09	117	17	96	16	0,102438	3408
SZ10	97	17	80	16	0,206313	2840
SZ11	97	17	80	16	0,138594	2840
SW12	-	17	-	16	0,038239	8563,6
SZ13	22	22	20	20	0,04096	887,5
SZ14	22	22	20	20	0,04096	887,5
SZ15	22	47	20	40	0,07826	1775
SW16	-	17	-	16	0,030792	6395,6
SZ17	97	17	80	16	0,082625	2840
SZ18	97	17	80	16	0,15475	2840
SZ19	97	17	80	16	0,0868	2840
SZ20	97	17	80	16	0,050425	2840

Çizelge C.2 (Devam): Kat birim ağırlığı 10kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	Mu, kNm		Qmu, kN		Qsu, kN		C	
	x	y	x	y	x	y	x	y
SZ01	607,62	694,42	445,14	566,87	1225,21	1421,16	0,088281	0,112423
SZ02	649,81	742,64	476,05	544,06	1236,05	1360,86	0,094411	0,107898
SZ03	649,81	742,64	476,05	544,06	1236,05	1360,86	0,094411	0,107898
SZ04	607,62	694,42	445,14	566,87	1225,21	1421,16	0,088281	0,112423
SZ05	536,51	89,42	393,04	72,99	974,84	313,17	0,077949	0,014476
SZ06	89,30	446,51	65,42	327,12	290,11	775,13	0,012975	0,064874
SZ07	87,13	435,65	63,83	319,16	286,99	772,01	0,012659	0,063295
SZ08	554,02	92,34	405,88	75,38	977,96	316,29	0,080494	0,014949
SZ09	519,47	86,58	380,57	70,68	971,92	310,26	0,075474	0,014017
SZ10	432,55	86,51	316,88	70,62	771,16	292,38	0,062845	0,014005
SZ11	388,19	77,64	316,89	56,88	791,25	275,31	0,062845	0,01128
SW12	-	71,52	-	58,39	-	585,40	-	0,011579
SZ13	24,07	24,07	17,63	17,63	147,91	147,91	0,003497	0,003497
SZ14	24,07	24,07	17,63	17,63	147,91	147,91	0,003497	0,003497
SZ15	53,27	106,54	43,49	86,97	232,21	358,57	0,008624	0,017249
SW16	-	49,33	-	40,27	-	479,77	-	0,007986
SZ17	344,60	68,92	281,30	56,26	782,30	272,59	0,055788	0,011158
SZ18	399,60	79,92	326,21	65,24	793,84	284,13	0,064693	0,012939
SZ19	348,07	69,61	284,14	56,83	782,96	273,26	0,05635	0,01127
SZ20	316,68	63,34	258,52	51,70	777,14	267,44	0,051269	0,010254

Çizelge C.2 (Devam): Kat birim ağırlığı 10kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	Yön	l	l_w	l_{wo}	t_w
		cm	cm	cm	cm
SZ01	-	-	-	-	-
SZ02	-	-	-	-	-
SZ03	-	-	-	-	-
SZ04	-	-	-	-	-
SZ05	-	-	-	-	-
SZ06	-	-	-	-	-
SZ07	-	-	-	-	-
SZ08	-	-	-	-	-
SZ09	-	-	-	-	-
SZ10	-	-	-	-	-
SZ11	-	-	-	-	-
SW12	x	395	395	395	20
SZ13	-	-	-	-	-
SZ14	-	-	-	-	-
SZ15	-	-	-	-	-
SW16	x	295	295	295	20
SZ17	-	-	-	-	-
SZ18	-	-	-	-	-
SZ19	-	-	-	-	-
SZ20	-	-	-	-	-

Çizelge C.2 (Devam): Kat birim ağırlığı 10kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	A	b_e	a_t	a_w	p_{te}	p_{se}
	cm^2		sol	mm^2	*100	%
SZ01	-	-	-	-	-	-
SZ02	-	-	-	-	-	-
SZ03	-	-	-	-	-	-
SZ04	-	-	-	-	-	-
SZ05	-	-	-	-	-	-
SZ06	-	-	-	-	-	-
SZ07	-	-	-	-	-	-
SZ08	-	-	-	-	-	-
SZ09	-	-	-	-	-	-
SZ10	-	-	-	-	-	-
SZ11	-	-	-	-	-	-
SW12	7900	20,00	0	15,8	0,0000	0,0025
SZ13	-	-	-	-	-	-
SZ14	-	-	-	-	-	-
SZ15	-	-	-	-	-	-
SW16	5900	20,00	0	11,8	0,0000	0,0025
SZ17	-	-	-	-	-	-
SZ18	-	-	-	-	-	-
SZ19	-	-	-	-	-	-
SZ20	-	-	-	-	-	-

Çizelge C.2 (Devam): Kat birim ağırlığı 10kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	N (kN)		σ_{0e}	$_wM_u$ (kNm)			
	sol	sağ	kN/cm^2	1	2	3	Σ
SZ01			-	-	-	-	-
SZ02			-	-	-	-	-
SZ03			-	-	-	-	-
SZ04			-	-	-	-	-
SZ05			-	-	-	-	-
SZ06			-	-	-	-	-
SZ07			-	-	-	-	-
SZ08			-	-	-	-	-
SZ09			-	-	-	-	-
SZ10			-	-	-	-	-
SZ11			-	-	-	-	-
SW12	151,0438	151,0438	0	0	1311	0	1311
SZ13			-	-	-	-	-
SZ14			-	-	-	-	-
SZ15			-	-	-	-	-
SW16	90,8375	90,8375	0	0	731	0	731
SZ17			-	-	-	-	-
SZ18			-	-	-	-	-
SZ19			-	-	-	-	-
SZ20			-	-	-	-	-

Çizelge C.2 (Devam): Kat birim ağırlığı 10kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	$_wQ_{su}$(kN)				$_wQ_{mu}$(kN)	$_wQ_{su}/_wQ_{mu}$	C	F
	1	2	3	Σ				
SZ01	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ02	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ03	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ04	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ05	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ06	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ07	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ08	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ09	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ10	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ11	-	-	-	-	-	-	-	-
SW12	0,00	0,28	0,00	1745	859	2,03	0,1704	2
SZ13	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ14	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ15	-	-	-	-	-	-	-	-
SW16	0,00	0,28	0,00	1303	479	2,72	0,0951	2
SZ17	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ18	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ19	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ20	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge C.2 (Devam): Kat birim ağırlığı 10kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	KOLON			PERDE	
	x	y		x	y
SZ01	0,0883	0,1124		-	-
SZ02	0,0944	0,1079		-	-
SZ03	0,0944	0,1079		-	-
SZ04	0,0883	0,1124		-	-
SZ05	0,0779	0,0145		-	-
SZ06	0,0130	0,0649		-	-
SZ07	0,0127	0,0633		-	-
SZ08	0,0805	0,0149		-	-
SZ09	0,0755	0,0140		-	-
SZ10	0,0628	0,0140		-	-
SZ11	0,0628	0,0113		-	-
SW12	-	0,0116		0,1704	-
SZ13	0,0035	0,0035		-	-
SZ14	0,0035	0,0035		-	-
SZ15	0,0086	0,0172		-	-
SW16	-	0,0080		0,0951	-
SZ17	0,0558	0,0112		-	-
SZ18	0,0647	0,0129		-	-
SZ19	0,0563	0,0113		-	-
SZ20	0,0513	0,0103		-	-
	0,9943	0,7270		0,2655	0,0000

Px	0,96
Py	0,51

Çizelge C.3: Kat birim ağırlığı 14kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

İncelenen kat:	Zemin	
İncelenen kat yüksekliği:	3,05	m
Kat birim ağırlığı:	14	kN/m^2
Beton basınç dayanımı:	10	Mpa
Donatı akma dayanımı:	420	MPa
Etriye akma dayanımı:	420	MPa
Kolon donatı oranı:	0,01	
Kolon etriye çapı:	8	mm
Kolon etriye aralığı:	20	cm
Paspayı:	3	cm
Perde donatı oranı:	0,002	
Perde etriye çapı:	8	mm
Perde etriye aralığı:	20	cm

Çizelge C.3 (Devam): Kat birim ağırlığı 14kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	X boyutu	Y boyutu	perde/kolon		Yük Alanı	mak. Kiriş Yüksekliği	
	cm	cm	x	y		x	y
SZ01	70	80	kolon	kolon	8,25	32	60
SZ02	70	80	kolon	kolon	16,00	32	32
SZ03	70	80	kolon	kolon	16,00	32	32
SZ04	70	80	kolon	kolon	8,25	32	60
SZ05	120	20	kolon	kolon	10,33	32	60
SZ06	20	100	kolon	kolon	23,11	32	32
SZ07	20	100	kolon	kolon	21,16	32	32
SZ08	120	20	kolon	kolon	12,28	32	60
SZ09	120	20	kolon	kolon	8,93	32	60
SZ10	100	20	kolon	kolon	20,63	32	60
SZ11	100	20	kolon	kolon	13,86	60	32
SW12	395	20	perde	kolon	12,26	60	60
SZ13	25	25	kolon	kolon	2,56	32	32
SZ14	25	25	kolon	kolon	2,56	32	32
SZ15	25	50	kolon	kolon	8,22	60	60
SW16	295	20	perde	kolon	7,69	60	60
SZ17	100	20	kolon	kolon	4,62	60	60
SZ18	100	20	kolon	kolon	11,29	60	60
SZ19	100	20	kolon	kolon	1,16	60	60
SZ20	100	20	kolon	kolon	2,28	60	60

Çizelge C.3 (Devam): Kat birim ağırlığı 14kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	h_o		h_o/D		N	N<0.5*b*D*fc
	x	y	x	y	kN	koşulu
SZ01	273	245	3,9	3,0625	337,624	ok
SZ02	273	273	3,9	3,4125	527,324	ok
SZ03	273	273	3,9	3,4125	527,324	ok
SZ04	273	245	3,9	3,0625	337,624	ok
SZ05	273	245	2,275	12,25	395,15	ok
SZ06	273	273	13,65	2,73	647,185	ok
SZ07	273	273	13,65	2,73	592,585	ok
SZ08	273	245	2,275	12,25	449,75	ok
SZ09	273	245	2,275	12,25	344,19	ok
SZ10	273	245	2,73	12,25	577,675	ok
SZ11	245	273	2,45	13,65	388,0625	ok
SW12	-	245	-	12,25	422,9225	ok
SZ13	273	273	10,92	10,92	35,84	ok
SZ14	273	273	10,92	10,92	35,84	ok
SZ15	245	245	9,8	4,9	136,955	ok
SW16	-	245	-	12,25	254,345	ok
SZ17	245	245	2,45	12,25	231,35	ok
SZ18	245	245	2,45	12,25	433,3	ok
SZ19	245	245	2,45	12,25	243,04	ok
SZ20	245	245	2,45	12,25	141,19	ok

Çizelge C.3 (Devam): Kat birim ağırlığı 14kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	α_t	ρ_t %	α_g	ρ_w %	
	cm^2		cm^2	x	y
SZ01	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ02	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ03	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ04	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ05	9,6	0,004	24	0,002513	0,000419
SZ06	8	0,004	20	0,000503	0,002513
SZ07	8	0,004	20	0,000503	0,002513
SZ08	9,6	0,004	24	0,002513	0,000419
SZ09	9,6	0,004	24	0,002513	0,000419
SZ10	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ11	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SW12	6,32	0,0008	15,8	-	0,000127
SZ13	2,5	0,004	6,25	0,002011	0,002011
SZ14	2,5	0,004	6,25	0,002011	0,002011
SZ15	5	0,004	12,5	0,001005	0,002011
SW16	4,72	0,0008	11,8	-	0,00017
SZ17	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ18	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ19	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ20	8	0,004	20	0,002513	0,000503

Çizelge C.3 (Devam): Kat birim ağırlığı 14kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	d		j		σ_o	N_{max}
	x	y	x	y	kN/cm^2	kN
SZ01	67	77	56	64	0,06029	7952
SZ02	67	77	56	64	0,094165	7952
SZ03	67	77	56	64	0,094165	7952
SZ04	67	77	56	64	0,06029	7952
SZ05	117	17	96	16	0,164646	3408
SZ06	17	97	16	80	0,323593	2840
SZ07	17	97	16	80	0,296293	2840
SZ08	117	17	96	16	0,187396	3408
SZ09	117	17	96	16	0,143413	3408
SZ10	97	17	80	16	0,288838	2840
SZ11	97	17	80	16	0,194031	2840
SW12	-	17	-	16	0,053534	8563,6
SZ13	22	22	20	20	0,057344	887,5
SZ14	22	22	20	20	0,057344	887,5
SZ15	22	47	20	40	0,109564	1775
SW16	-	17	-	16	0,043109	6395,6
SZ17	97	17	80	16	0,115675	2840
SZ18	97	17	80	16	0,21665	2840
SZ19	97	17	80	16	0,12152	2840
SZ20	97	17	80	16	0,070595	2840

Çizelge C.3 (Devam): Kat birim ağırlığı 14kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	Mu, kNm		Qmu, kN		Qsu, kN		C	
	x	y	x	y	x	y	x	y
SZ01	637,89	729,02	467,32	595,12	1232,92	1428,87	0,066199	0,084303
SZ02	694,03	793,18	508,45	581,08	1248,10	1372,91	0,072026	0,082315
SZ03	694,03	793,18	508,45	581,08	1248,10	1372,91	0,072026	0,082315
SZ04	637,89	729,02	467,32	595,12	1232,92	1428,87	0,066199	0,084303
SZ05	585,13	97,52	428,66	79,61	983,87	322,20	0,060723	0,011277
SZ06	97,54	487,68	71,46	357,28	304,91	789,93	0,010122	0,050611
SZ07	95,46	477,30	69,93	349,67	300,54	785,56	0,009907	0,049534
SZ08	606,35	101,06	444,21	82,50	988,24	326,57	0,062926	0,011686
SZ09	563,97	93,99	413,16	76,73	979,79	318,12	0,058528	0,010869
SZ10	474,21	94,84	347,41	77,42	784,37	305,59	0,049213	0,010967
SZ11	425,18	85,04	347,09	62,30	800,12	284,18	0,049168	0,008825
SW12	-	82,50	-	67,35	-	595,07	-	0,00954
SZ13	25,22	25,22	18,48	18,48	148,73	148,73	0,002618	0,002618
SZ14	25,22	25,22	18,48	18,48	148,73	148,73	0,002618	0,002618
SZ15	57,24	114,49	46,73	93,46	235,34	361,70	0,00662	0,013239
SW16	-	56,06	-	45,76	-	485,59	-	0,006482
SZ17	371,09	74,22	302,93	60,59	787,58	277,88	0,042913	0,008583
SZ18	438,51	87,70	357,97	71,59	803,74	294,04	0,050709	0,010142
SZ19	375,55	75,11	306,57	61,31	788,52	278,82	0,043429	0,008686
SZ20	334,41	66,88	272,99	54,60	780,37	270,67	0,038671	0,007734

Çizelge C.3 (Devam): Kat birim ağırlığı 14kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	Yön	l	l_w	l_{wo}	t_w
		cm	cm	cm	cm
SZ01	-	-	-	-	-
SZ02	-	-	-	-	-
SZ03	-	-	-	-	-
SZ04	-	-	-	-	-
SZ05	-	-	-	-	-
SZ06	-	-	-	-	-
SZ07	-	-	-	-	-
SZ08	-	-	-	-	-
SZ09	-	-	-	-	-
SZ10	-	-	-	-	-
SZ11	-	-	-	-	-
SW12	x	395	395	395	20
SZ13	-	-	-	-	-
SZ14	-	-	-	-	-
SZ15	-	-	-	-	-
SW16	x	295	295	295	20
SZ17	-	-	-	-	-
SZ18	-	-	-	-	-
SZ19	-	-	-	-	-
SZ20	-	-	-	-	-

Çizelge C.3 (Devam): Kat birim ağırlığı 14kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	A	b_e	a_t	a_w	p_{te}	p_{se}
	cm^2		sol	mm^2	*100	%
SZ01	-	-	-	-	-	-
SZ02	-	-	-	-	-	-
SZ03	-	-	-	-	-	-
SZ04	-	-	-	-	-	-
SZ05	-	-	-	-	-	-
SZ06	-	-	-	-	-	-
SZ07	-	-	-	-	-	-
SZ08	-	-	-	-	-	-
SZ09	-	-	-	-	-	-
SZ10	-	-	-	-	-	-
SZ11	-	-	-	-	-	-
SW12	7900	20,00	0	15,8	0,0000	0,0025
SZ13	-	-	-	-	-	-
SZ14	-	-	-	-	-	-
SZ15	-	-	-	-	-	-
SW16	5900	20,00	0	11,8	0,0000	0,0025
SZ17	-	-	-	-	-	-
SZ18	-	-	-	-	-	-
SZ19	-	-	-	-	-	-
SZ20	-	-	-	-	-	-

Çizelge C.3 (Devam): Kat birim ağırlığı 14kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	N (kN)		σ_{0e}	$_wM_u$ (kNm)			
	sol	sağ	kN/cm^2	1	2	3	Σ
SZ01			-	-	-	-	-
SZ02			-	-	-	-	-
SZ03			-	-	-	-	-
SZ04			-	-	-	-	-
SZ05			-	-	-	-	-
SZ06			-	-	-	-	-
SZ07			-	-	-	-	-
SZ08			-	-	-	-	-
SZ09			-	-	-	-	-
SZ10			-	-	-	-	-
SZ11			-	-	-	-	-
SW12	211,4613	211,4613	0	0	1311	0	1311
SZ13			-	-	-	-	-
SZ14			-	-	-	-	-
SZ15			-	-	-	-	-
SW16	127,1725	127,1725	0	0	731	0	731
SZ17			-	-	-	-	-
SZ18			-	-	-	-	-
SZ19			-	-	-	-	-
SZ20			-	-	-	-	-

Çizelge C.3 (Devam): Kat birim ağırlığı 14kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	$_wQ_{su}$(kN)				$_wQ_{mu}$(kN)	$_wQ_{su}/_wQ_{mu}$	C	F
	1	2	3	Σ				
SZ01	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ02	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ03	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ04	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ05	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ06	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ07	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ08	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ09	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ10	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ11	-	-	-	-	-	-	-	-
SW12	0,00	0,28	0,00	1745	859	2,03	0,1217	2
SZ13	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ14	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ15	-	-	-	-	-	-	-	-
SW16	0,00	0,28	0,00	1303	479	2,72	0,0679	2
SZ17	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ18	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ19	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ20	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge C.3 (Devam): Kat birim ağırlığı 14kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	KOLON			PERDE	
	x	y		x	y
SZ01	0,0662	0,0843		-	-
SZ02	0,0720	0,0823		-	-
SZ03	0,0720	0,0823		-	-
SZ04	0,0662	0,0843		-	-
SZ05	0,0607	0,0113		-	-
SZ06	0,0101	0,0506		-	-
SZ07	0,0099	0,0495		-	-
SZ08	0,0629	0,0117		-	-
SZ09	0,0585	0,0109		-	-
SZ10	0,0492	0,0110		-	-
SZ11	0,0492	0,0088		-	-
SW12	-	0,0095		0,1217	-
SZ13	0,0026	0,0026		-	-
SZ14	0,0026	0,0026		-	-
SZ15	0,0066	0,0132		-	-
SW16	-	0,0065		0,0679	-
SZ17	0,0429	0,0086		-	-
SZ18	0,0507	0,0101		-	-
SZ19	0,0434	0,0087		-	-
SZ20	0,0387	0,0077		-	-
	0,7646	0,5566		0,1896	0,0000

Px	0,72
Py	0,39

Çizelge C.4: Kat birim ağırlığı 16kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

İncelenen kat:	Zemin	
İncelenen kat yüksekliği:	3,05	m
Kat birim ağırlığı:	16	kN/m^2
Beton basınç dayanımı:	10	Mpa
Donatı akma dayanımı:	420	MPa
Etriye akma dayanımı:	420	MPa
Kolon donatı oranı:	0,01	
Kolon etriye çapı:	8	mm
Kolon etriye aralığı:	20	cm
Paspayı:	3	cm
Perde donatı oranı:	0,002	
Perde etriye çapı:	8	mm
Perde etriye aralığı:	20	cm

Çizelge C.4 (Devam): Kat birim ağırlığı 16kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	X boyutu	Y boyutu	perde/kolon		Yük Alanı	mak. Kiriş Yüksekliği	
	cm	cm	x	y		x	y
SZ01	70	80	kolon	kolon	8,25	32	60
SZ02	70	80	kolon	kolon	16,00	32	32
SZ03	70	80	kolon	kolon	16,00	32	32
SZ04	70	80	kolon	kolon	8,25	32	60
SZ05	120	20	kolon	kolon	10,33	32	60
SZ06	20	100	kolon	kolon	23,11	32	32
SZ07	20	100	kolon	kolon	21,16	32	32
SZ08	120	20	kolon	kolon	12,28	32	60
SZ09	120	20	kolon	kolon	8,93	32	60
SZ10	100	20	kolon	kolon	20,63	32	60
SZ11	100	20	kolon	kolon	13,86	60	32
SW12	395	20	perde	kolon	12,26	60	60
SZ13	25	25	kolon	kolon	2,56	32	32
SZ14	25	25	kolon	kolon	2,56	32	32
SZ15	25	50	kolon	kolon	8,22	60	60
SW16	295	20	perde	kolon	7,69	60	60
SZ17	100	20	kolon	kolon	4,62	60	60
SZ18	100	20	kolon	kolon	11,29	60	60
SZ19	100	20	kolon	kolon	1,16	60	60
SZ20	100	20	kolon	kolon	2,28	60	60

Çizelge C.4 (Devam): Kat birim ağırlığı 16kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	h_o		h_o/D		N	N<0.5*b*D*fc
	x	y	x	y	kN	koşulu
SZ01	273	245	3,9	3,0625	385,856	ok
SZ02	273	273	3,9	3,4125	602,656	ok
SZ03	273	273	3,9	3,4125	602,656	ok
SZ04	273	245	3,9	3,0625	385,856	ok
SZ05	273	245	2,275	12,25	451,6	ok
SZ06	273	273	13,65	2,73	739,64	ok
SZ07	273	273	13,65	2,73	677,24	ok
SZ08	273	245	2,275	12,25	514	ok
SZ09	273	245	2,275	12,25	393,36	ok
SZ10	273	245	2,73	12,25	660,2	ok
SZ11	245	273	2,45	13,65	443,5	ok
SW12	-	245	-	12,25	483,34	ok
SZ13	273	273	10,92	10,92	40,96	ok
SZ14	273	273	10,92	10,92	40,96	ok
SZ15	245	245	9,8	4,9	156,52	ok
SW16	-	245	-	12,25	290,68	ok
SZ17	245	245	2,45	12,25	264,4	ok
SZ18	245	245	2,45	12,25	495,2	ok
SZ19	245	245	2,45	12,25	277,76	ok
SZ20	245	245	2,45	12,25	161,36	ok

Çizelge C.4 (Devam): Kat birim ağırlığı 16kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	α_t	ρ_t %	α_g	ρ_w %	
	cm^2		cm^2	x	y
SZ01	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ02	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ03	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ04	22,4	0,004	56	0,000628	0,000718
SZ05	9,6	0,004	24	0,002513	0,000419
SZ06	8	0,004	20	0,000503	0,002513
SZ07	8	0,004	20	0,000503	0,002513
SZ08	9,6	0,004	24	0,002513	0,000419
SZ09	9,6	0,004	24	0,002513	0,000419
SZ10	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ11	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SW12	6,32	0,0008	15,8	-	0,000127
SZ13	2,5	0,004	6,25	0,002011	0,002011
SZ14	2,5	0,004	6,25	0,002011	0,002011
SZ15	5	0,004	12,5	0,001005	0,002011
SW16	4,72	0,0008	11,8	-	0,00017
SZ17	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ18	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ19	8	0,004	20	0,002513	0,000503
SZ20	8	0,004	20	0,002513	0,000503

Çizelge C.4 (Devam): Kat birim ağırlığı 16kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	d		j		σ_o	N_{max}
	x	y	x	y	kN/cm^2	kN
SZ01	67	77	56	64	0,068903	7952
SZ02	67	77	56	64	0,107617	7952
SZ03	67	77	56	64	0,107617	7952
SZ04	67	77	56	64	0,068903	7952
SZ05	117	17	96	16	0,188167	3408
SZ06	17	97	16	80	0,36982	2840
SZ07	17	97	16	80	0,33862	2840
SZ08	117	17	96	16	0,214167	3408
SZ09	117	17	96	16	0,1639	3408
SZ10	97	17	80	16	0,3301	2840
SZ11	97	17	80	16	0,22175	2840
SW12	-	17	-	16	0,061182	8563,6
SZ13	22	22	20	20	0,065536	887,5
SZ14	22	22	20	20	0,065536	887,5
SZ15	22	47	20	40	0,125216	1775
SW16	-	17	-	16	0,049268	6395,6
SZ17	97	17	80	16	0,1322	2840
SZ18	97	17	80	16	0,2476	2840
SZ19	97	17	80	16	0,13888	2840
SZ20	97	17	80	16	0,08068	2840

Çizelge C.4 (Devam): Kat birim ağırlığı 16kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	Mu, kNm		Qmu, kN		Qsu, kN		C	
	x	y	x	y	x	y	x	y
SZ01	652,59	745,82	478,09	608,83	1236,78	1432,73	0,059259	0,075465
SZ02	715,08	817,23	523,87	598,70	1254,13	1378,94	0,064933	0,07421
SZ03	715,08	817,23	523,87	598,70	1254,13	1378,94	0,064933	0,07421
SZ04	652,59	745,82	478,09	608,83	1236,78	1432,73	0,059259	0,075465
SZ05	607,05	101,17	444,72	82,59	988,38	326,72	0,055124	0,010237
SZ06	100,37	501,85	73,53	367,66	312,30	797,32	0,009114	0,045571
SZ07	98,55	492,76	72,20	360,99	307,31	792,33	0,008949	0,044745
SZ08	629,42	104,90	461,12	85,64	993,38	331,71	0,057155	0,010615
SZ09	584,40	97,40	428,14	79,51	983,72	322,06	0,053068	0,009855
SZ10	489,93	97,99	358,93	79,99	790,97	312,19	0,044489	0,009915
SZ11	441,38	88,28	360,31	64,67	804,56	288,61	0,04466	0,008016
SW12	-	87,85	-	71,71	-	599,90	-	0,008889
SZ13	25,78	25,78	18,89	18,89	149,14	149,14	0,002341	0,002341
SZ14	25,78	25,78	18,89	18,89	149,14	149,14	0,002341	0,002341
SZ15	59,12	118,23	48,26	96,51	236,90	363,26	0,005982	0,011963
SW16	-	59,35	-	48,45	-	488,49	-	0,006006
SZ17	383,52	76,70	313,08	62,62	790,23	280,53	0,038806	0,007761
SZ18	455,09	91,02	371,51	74,30	808,69	298,99	0,046048	0,00921
SZ19	388,39	77,68	317,05	63,41	791,30	281,59	0,039299	0,00786
SZ20	342,97	68,59	279,98	56,00	781,99	272,28	0,034703	0,006941

Çizelge C.4 (Devam): Kat birim ağırlığı 16kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	Yön	l	l_w	l_{wo}	t_w
		cm	cm	cm	cm
SZ01	-	-	-	-	-
SZ02	-	-	-	-	-
SZ03	-	-	-	-	-
SZ04	-	-	-	-	-
SZ05	-	-	-	-	-
SZ06	-	-	-	-	-
SZ07	-	-	-	-	-
SZ08	-	-	-	-	-
SZ09	-	-	-	-	-
SZ10	-	-	-	-	-
SZ11	-	-	-	-	-
SW12	x	395	395	395	20
SZ13	-	-	-	-	-
SZ14	-	-	-	-	-
SZ15	-	-	-	-	-
SW16	x	295	295	295	20
SZ17	-	-	-	-	-
SZ18	-	-	-	-	-
SZ19	-	-	-	-	-
SZ20	-	-	-	-	-

Çizelge C.4 (Devam): Kat birim ağırlığı 16kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	A	b_e	a_t	a_w	p_{te}	p_{se}
	cm^2		sol	mm^2	*100	%
SZ01	-	-	-	-	-	-
SZ02	-	-	-	-	-	-
SZ03	-	-	-	-	-	-
SZ04	-	-	-	-	-	-
SZ05	-	-	-	-	-	-
SZ06	-	-	-	-	-	-
SZ07	-	-	-	-	-	-
SZ08	-	-	-	-	-	-
SZ09	-	-	-	-	-	-
SZ10	-	-	-	-	-	-
SZ11	-	-	-	-	-	-
SW12	7900	20,00	0	15,8	0,0000	0,0025
SZ13	-	-	-	-	-	-
SZ14	-	-	-	-	-	-
SZ15	-	-	-	-	-	-
SW16	5900	20,00	0	11,8	0,0000	0,0025
SZ17	-	-	-	-	-	-
SZ18	-	-	-	-	-	-
SZ19	-	-	-	-	-	-
SZ20	-	-	-	-	-	-

Çizelge C.4 (Devam): Kat birim ağırlığı 16kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

ELEMAN	N (kN)		σ_{0e}	$_wM_u$ (kNm)			
	sol	sağ	kN/cm^2	1	2	3	Σ
SZ01			-	-	-	-	-
SZ02			-	-	-	-	-
SZ03			-	-	-	-	-
SZ04			-	-	-	-	-
SZ05			-	-	-	-	-
SZ06			-	-	-	-	-
SZ07			-	-	-	-	-
SZ08			-	-	-	-	-
SZ09			-	-	-	-	-
SZ10			-	-	-	-	-
SZ11			-	-	-	-	-
SW12	241,67	241,67	0	0	1311	0	1311
SZ13			-	-	-	-	-
SZ14			-	-	-	-	-
SZ15			-	-	-	-	-
SW16	145,34	145,34	0	0	731	0	731
SZ17			-	-	-	-	-
SZ18			-	-	-	-	-
SZ19			-	-	-	-	-
SZ20			-	-	-	-	-

Çizelge C.4 (Devam): Kat birim ağırlığı 16kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

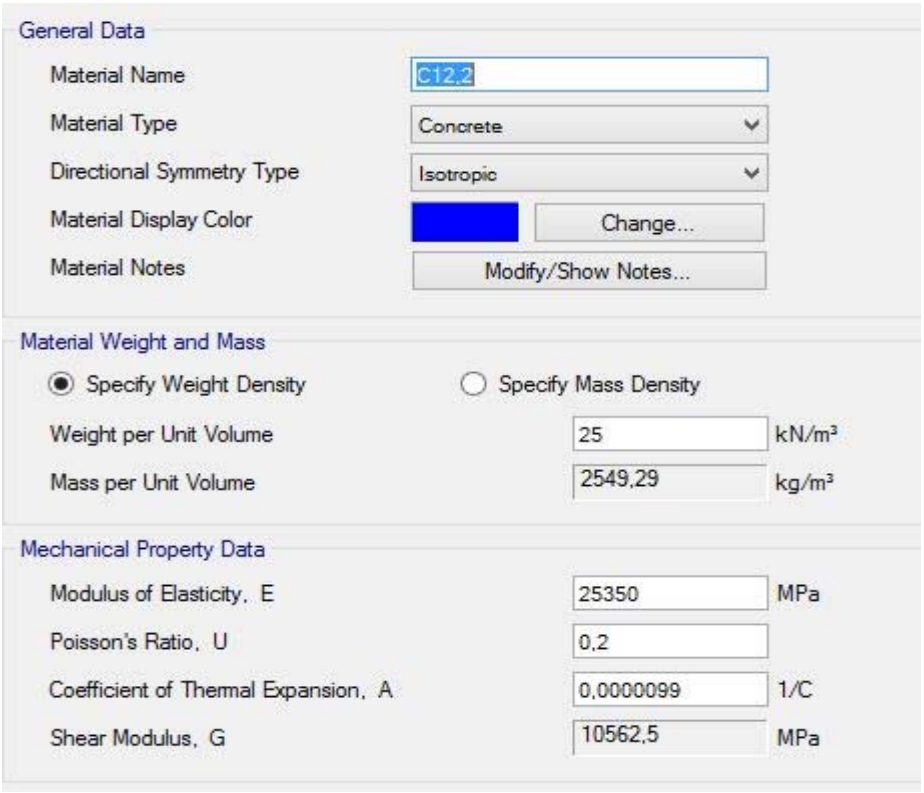
ELEMAN	$_wQ_{su}$(kN)				$_wQ_{mu}$(kN)	$_wQ_{su}/_wQ_{mu}$	C	F
	1	2	3	Σ				
SZ01	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ02	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ03	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ04	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ05	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ06	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ07	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ08	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ09	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ10	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ11	-	-	-	-	-	-	-	-
SW12	0,00	0,28	0,00	1745	859	2,03	0,1065	2
SZ13	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ14	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ15	-	-	-	-	-	-	-	-
SW16	0,00	0,28	0,00	1303	479	2,72	0,0594	2
SZ17	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ18	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ19	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ20	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge C.4 (Devam): Kat birim ağırlığı 16kN/m^2 olduğunda DGTY sonuçları

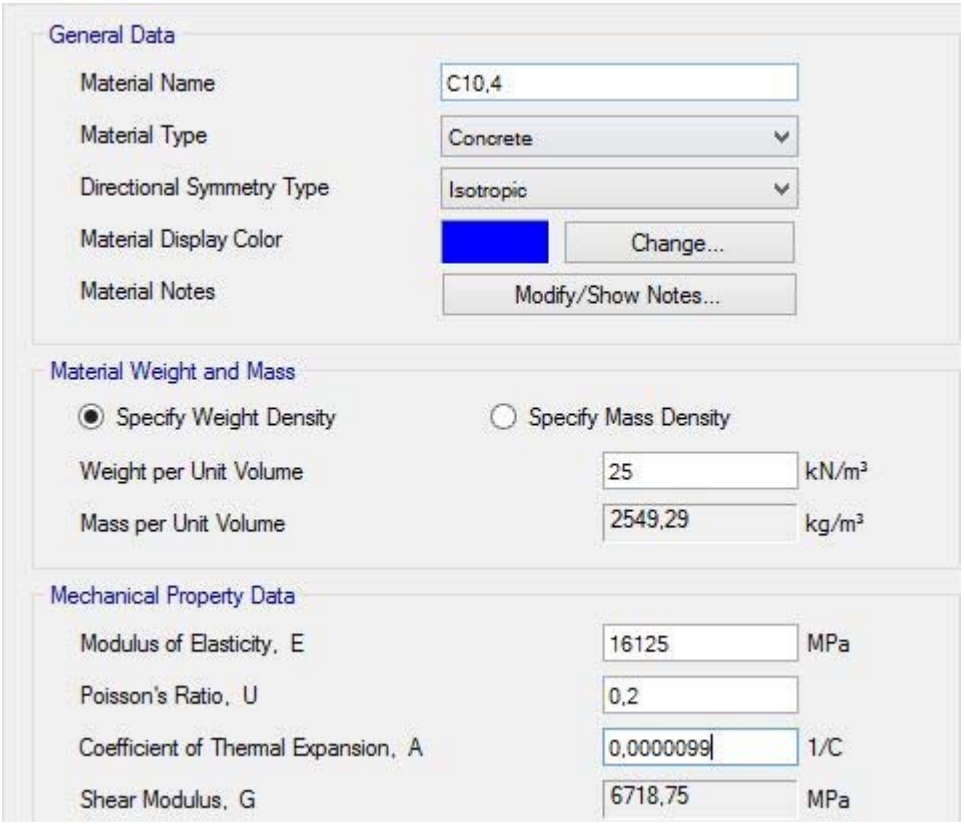
ELEMAN	KOLON			PERDE	
	x	y		x	y
SZ01	0,0593	0,0755		-	-
SZ02	0,0649	0,0742		-	-
SZ03	0,0649	0,0742		-	-
SZ04	0,0593	0,0755		-	-
SZ05	0,0551	0,0102		-	-
SZ06	0,0091	0,0456		-	-
SZ07	0,0089	0,0447		-	-
SZ08	0,0572	0,0106		-	-
SZ09	0,0531	0,0099		-	-
SZ10	0,0445	0,0099		-	-
SZ11	0,0447	0,0080		-	-
SW12	-	0,0089		0,1065	-
SZ13	0,0023	0,0023		-	-
SZ14	0,0023	0,0023		-	-
SZ15	0,0060	0,0120		-	-
SW16	-	0,0060		0,0594	-
SZ17	0,0388	0,0078		-	-
SZ18	0,0460	0,0092		-	-
SZ19	0,0393	0,0079		-	-
SZ20	0,0347	0,0069		-	-
	0,6905	0,5016		0,1659	0,0000

Px	0,65
Py	0,35

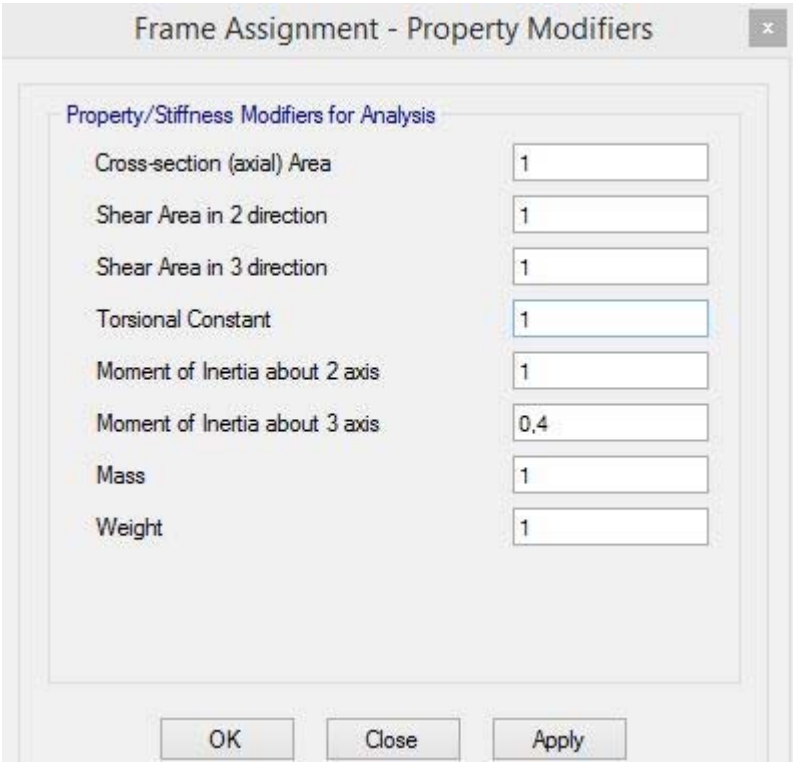
EK D: Doğrusal Elastik Hesap Bilgileri



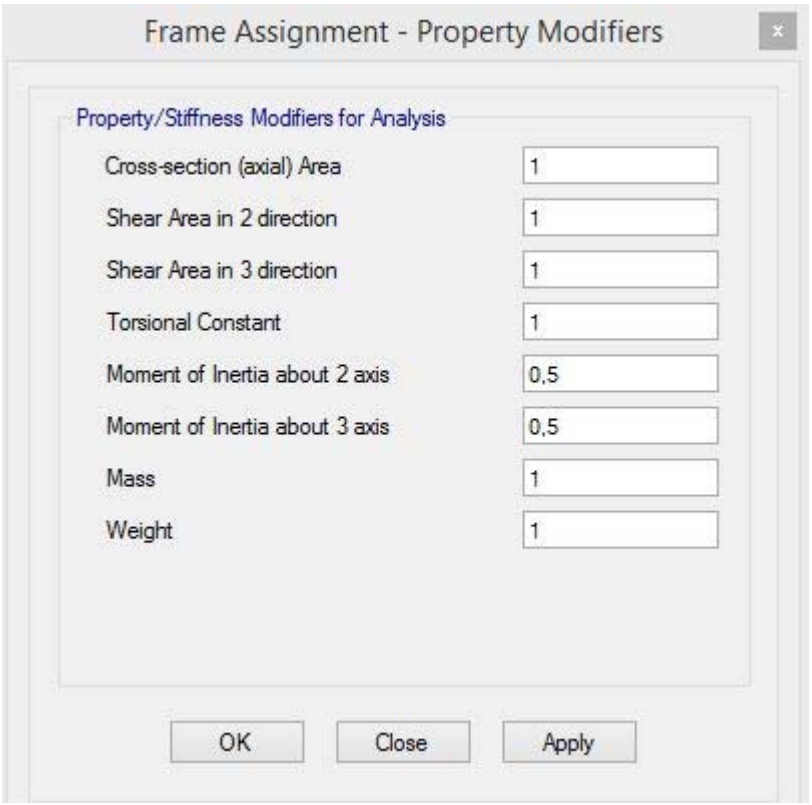
Şekil D.1 : DBYBHY'de kullanılan mevcut malzeme



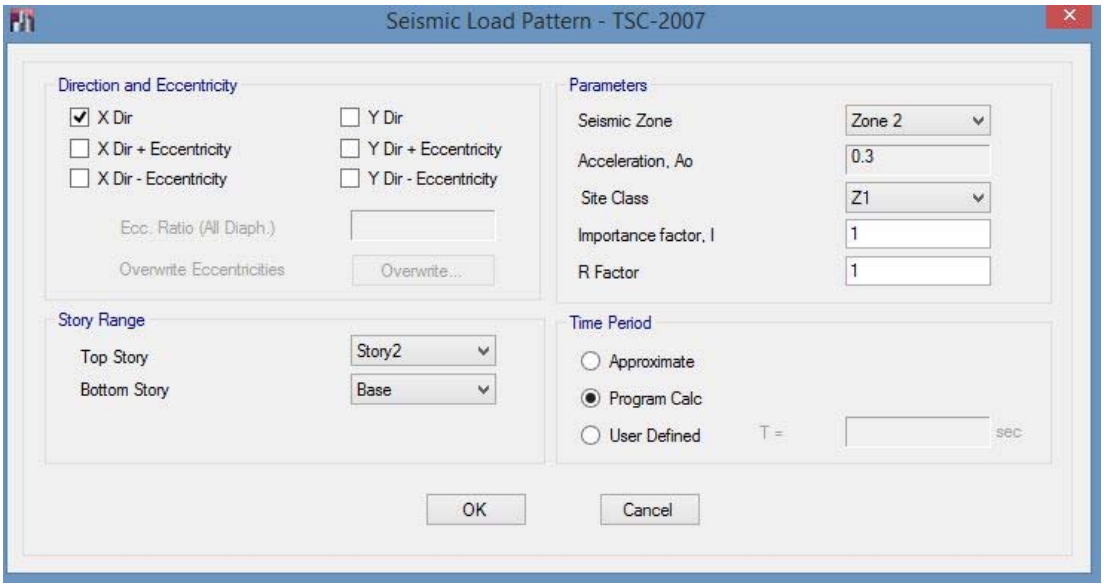
Şekil D.2 : RBTE'de kullanılan mevcut malzeme



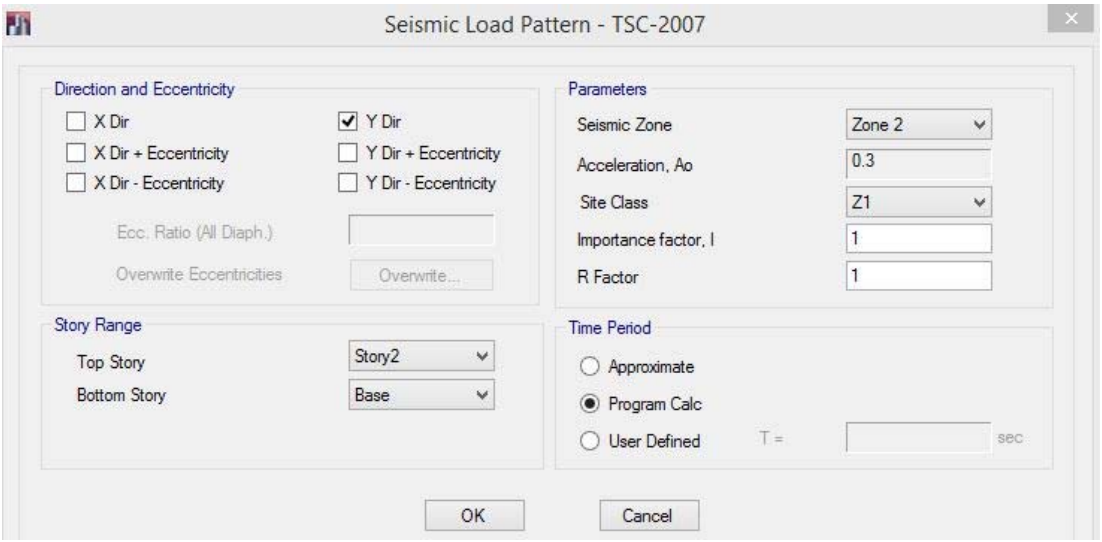
Şekil D.3 : Kiriş çatlatma uygulaması.



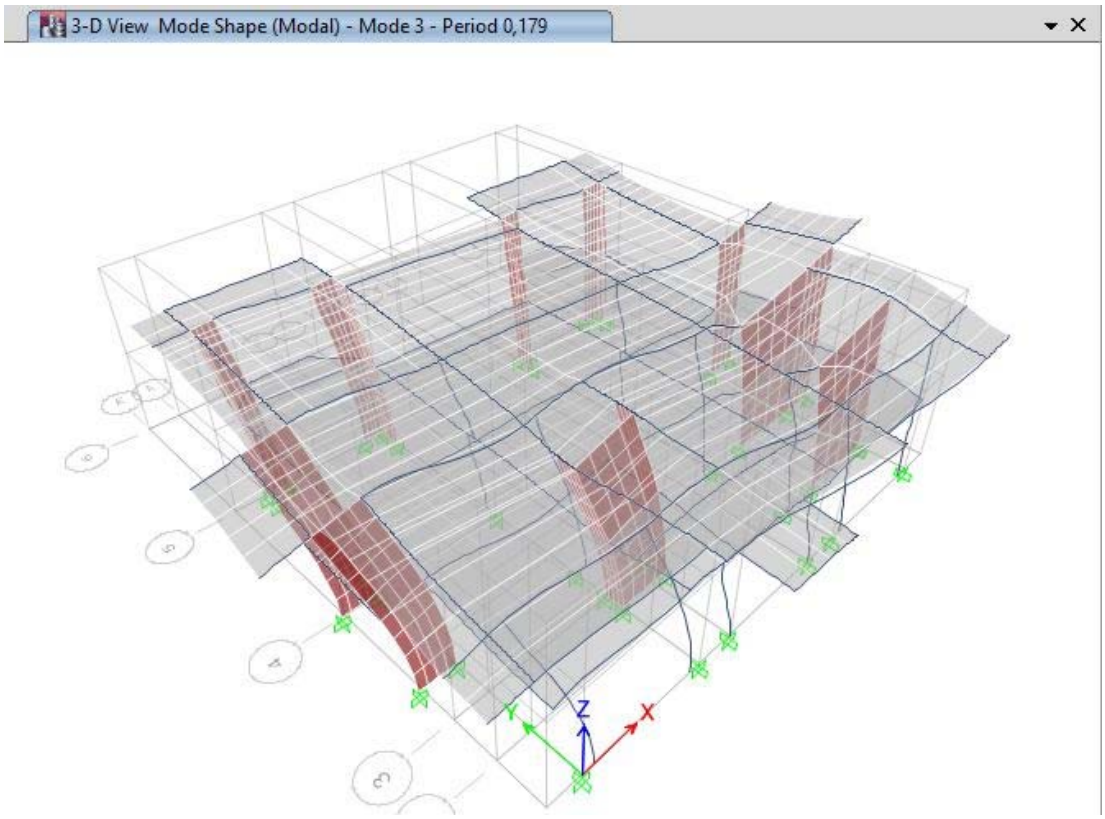
Şekil D.4 : Kolon çatlatma uygulaması.



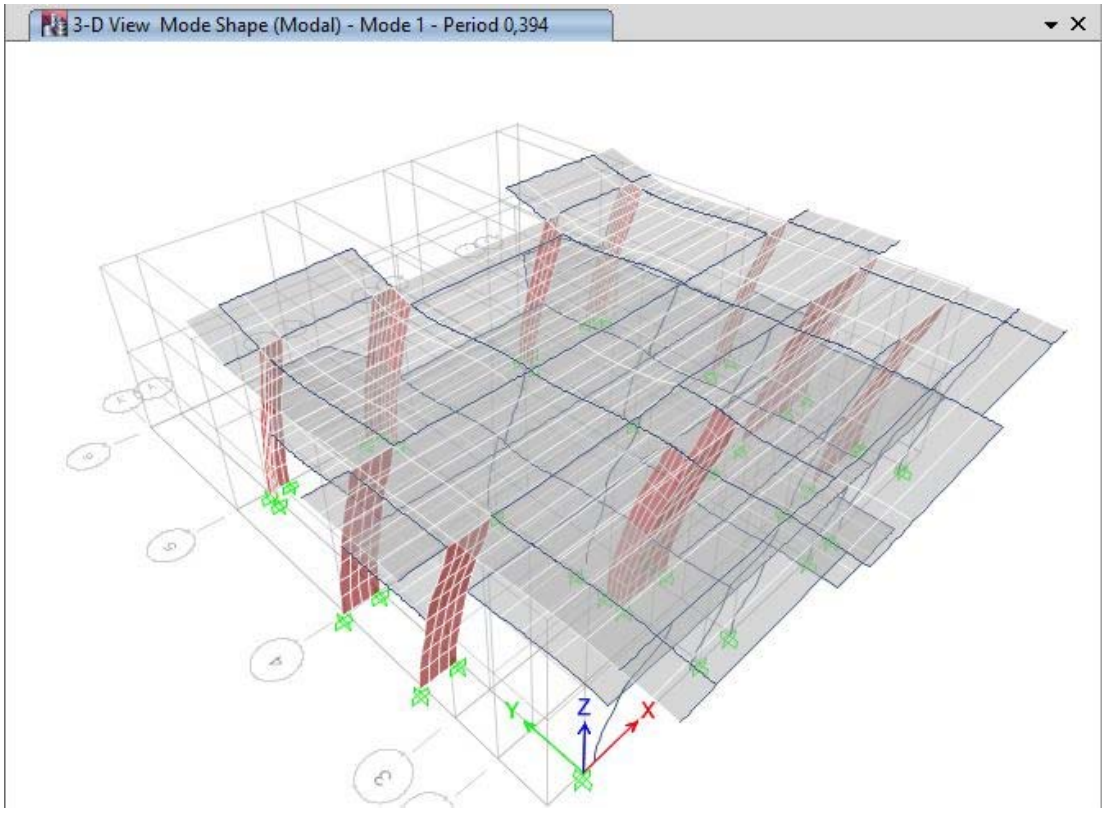
Şekil D.5 : X doğrultusu deprem hesabı bilgi girişi.



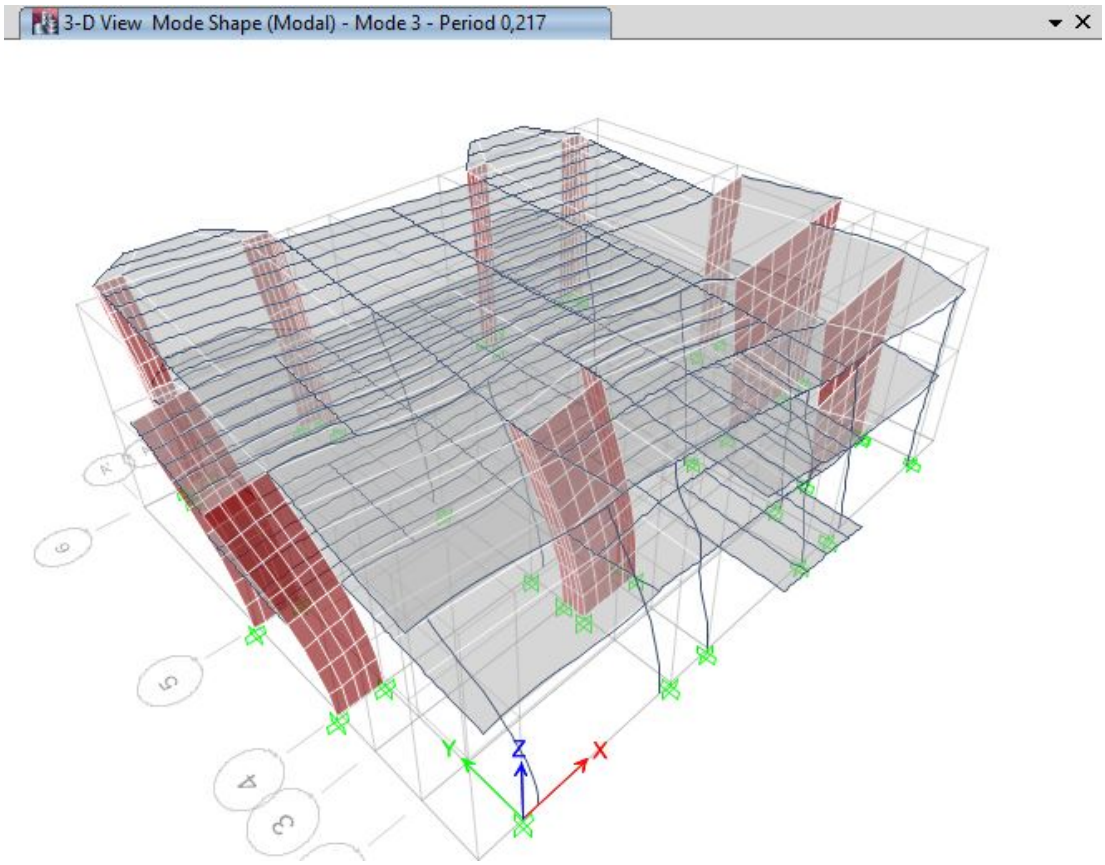
Şekil D.6 : Y doğrultusu deprem hesabı bilgi girişi.



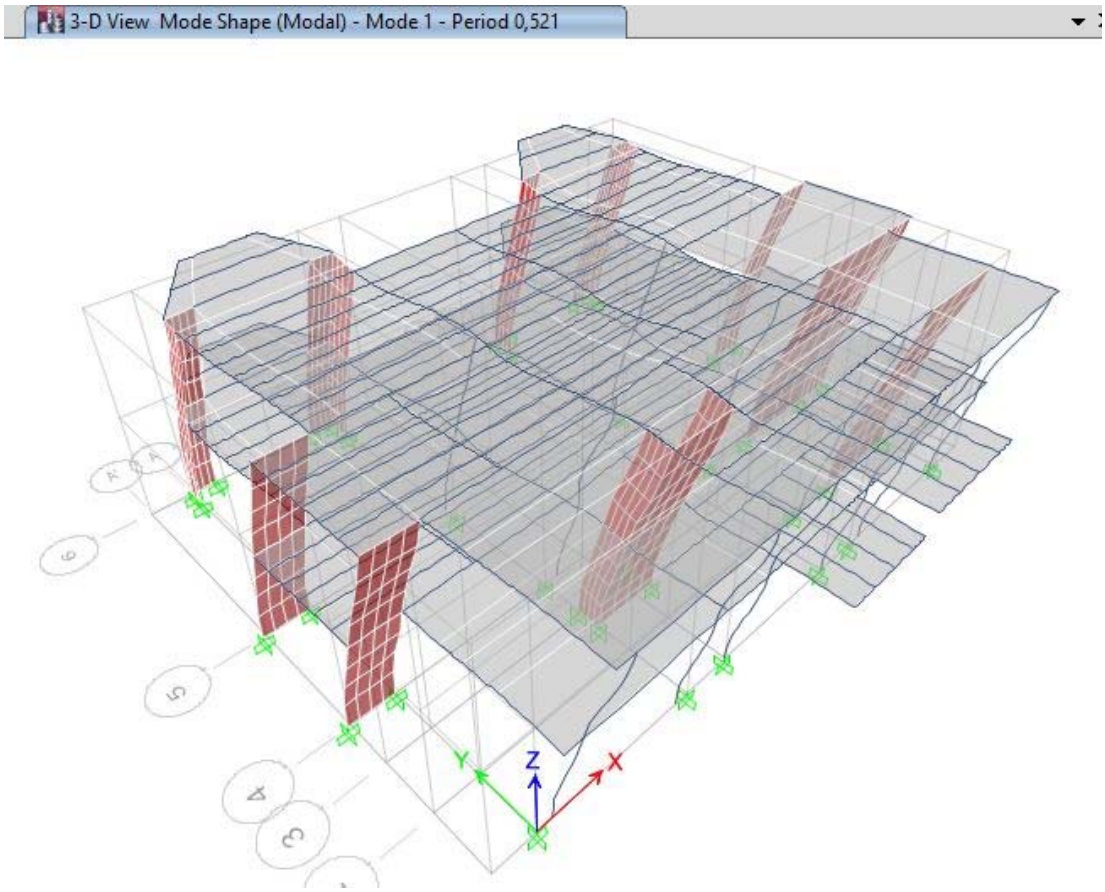
Şekil D.7 : DBYBHY binanın X doğrultusu doğal periyodu.



Şekil D.8 : DBYBHY binanın Y doğrultusu doğal periyodu .



Şekil D.9 : RBTE binanın X doğrultusu doğal periyodu .



Şekil D.10 : RBTE binanın Y doğrultusu doğal periyodu.

Story Forces

1 / 4 Reload Apply

Story	Load Case/Combo	Location	P kN	VX kN
Story2	YEX	Top	0	3053,4847
Story2	YEX	Bottom	0	3297,7599
Story1	YEX	Top	0	4492,8717
Story1	YEX	Bottom	0	4615,4428

Şekil D.11 : DBYBHY X doğrultusu taban kesme kuvveti.

Story Forces

1 / 4 Reload Apply

Story	Load Case/Combo	Location	P kN	VX kN	VY kN
Story2	YEY	Top	0	-1,77E-06	2455,5478
Story2	YEY	Bottom	0	-1,77E-06	2651,9888
Story1	YEY	Top	0	-2,802E-06	3613,0725
Story1	YEY	Bottom	0	-2,802E-06	3711,6415

Şekil D.12 : DBYBHY Y doğrultusu taban kesme kuvveti.

Story	Load Case/Combo	Location	P kN	VX kN
Story2	YEX	Top	0	2489,0813
Story2	YEX	Bottom	0	2744,04
Story1	YEX	Top	0	4026,3179
Story1	YEX	Bottom	0	4154,0257

Şekil D.13 : RBTE X doğrultusu taban kesme kuvveti.

Story	Load Case/Combo	Location	P kN	VX kN	VY kN
Story2	YEY	Top	0	0	1600,7802
Story2	YEY	Bottom	0	0	1764,7495
Story1	YEY	Top	0	0	2589,4093
Story1	YEY	Bottom	0	0	2671,5408

Şekil D.14 : RBTE Y doğrultusu taban kesme kuvveti.



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Tayfur Uyğun

Doğum Yeri ve Tarihi: 11.01.1982 İstanbul

E-Posta: tayfuruygun@yahoo.com

Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi