

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MEVCUT PREFABRİK SANAYİ YAPILARINDA DEPREM  
SİGORTASI RİSK PRİMLERİNİN OLASILIKSAL  
YÖNTEMLER İLE TAHMİNİ**

**DOKTORA TEZİ**

**MEHMET PALANCI**

**DENİZLİ, EYLÜL - 2014**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**MEVCUT PREFABRİK SANAYİ YAPILARINDA DEPREM  
SİGORTASI RİSK PRİMLERİNİN OLASILIKSAL  
YÖNTEMLER İLE TAHMİNİ**

**DOKTORA TEZİ**

**MEHMET PALANCI**

**DENİZLİ, EYLÜL - 2014**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

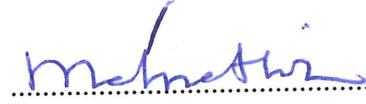
Mehmet Palanci tarafından hazırlanan "Mevcut Prefabrik Sanayi Yapılarında Deprem Sigortası Risk Primlerinin Olasılıksal Yöntemler İle Tahmini" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 22.09.2014 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

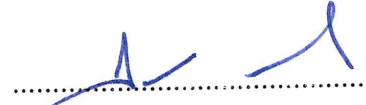
### Jüri Üyeleri

Danışman  
Doç. Dr. Şevket Murat ŞENEL  
Pamukkale Üniversitesi  
Üye  
Prof. Dr. Mehmet İNEL  
Pamukkale Üniversitesi  
Üye  
Prof. Dr. Selçuk TOPRAK  
Pamukkale Üniversitesi  
Üye  
Prof. Dr. Alper İLKI  
İstanbul Teknik Üniversitesi  
Üye  
Prof. Dr. Fuat DEMİR  
Süleyman Demirel Üniversitesi

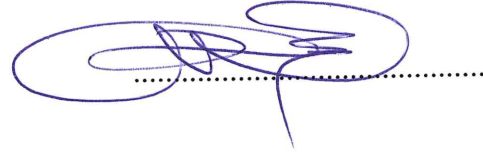
### İmza











Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
15.10.2014 tarih ve ...40/15... sayılı kararıyla onaylanmıştır..



Prof. Dr. Orhan KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması TUBİTAK tarafından 110M255 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**



**MEHMET PALANCI**

## ÖZET

### MEVCUT PREFABRİK SANAYİ YAPILARINDA DEPREM SİGORTASI RİSK PRİMLERİNİN OLASILIKSAL YÖNTEMLER İLE TAHMİNİ

DOKTORA TEZİ

MEHMET PALANCI

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. ŞEVKET MURAT ŞENEL)

DENİZLİ, EYLÜL - 2014

Ülkemiz ve Ege Bölgesinin önemli sanayi bölgelerinden olan Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde inşa edilmiş 98 tek ve 41 iki katlı prefabrik binanın yapısal özellikleri proje ve saha çalışmalar ile incelenmiş ve binaların kapasite eğrileri, hasar limit ve seviyeleri doğrusal olmayan analiz yöntemleriyle belirlenmiştir. Prefabrik binalarda deprem talebi farklı deprem şiddet ve seviyelerini yansıtan çok sayıda deprem kaydı kullanılarak doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemiyle hesaplanmıştır. Deprem talebi için seçilen ivme kayıtları maksimum yer hızı (MYH)'a göre gruplandırılarak tek ve iki katlı binalar için hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiştir.

Prefabrik binaların sigorta primlerinin hesabı için kullanılan model hem gelecekte deprem tehlikesi hem de binalarda olası deprem hasarları ile ilgili bilgiyi birleştirmektedir. Bu amaçla Denizli Organize Sanayi Bölgesi ve çevresi için güncel depremler kataloğu oluşturulmuş ve bölgenin sismik tehlike değerleri olasılıksal sismik tehlike analizi ile belirlenmiştir. Sismik tehlike analizi sırasında yerel ve yabancı azalım ilişkilerinden yararlanılmış ve depremin doğasında bulunan çeşitli belirsizlikleri dahil etmek amacıyla mantık ağacı yöntemi kullanılmıştır.

Binalarda gelecekte meydana gelebilecek olası hasarlar da belirsizlikleri içermektedir. Bu sebeple, prefabrik binalarda meydana gelebilecek olası hasarları belirlemek amacıyla farklı deprem seviyelerine göre seçilmiş ivme kayıtları ile yapılan doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçlarından yararlanılmıştır. Bu bilgiler kullanılarak binalarda hasar görme olasılıklarının bir ifadesi olan hasar olasılık matrisleri (HOM) farklı hesap yaklaşımları ile bir araya getirilmiş ve bölgedeki prefabrik binaların hasar olasılık matrisleri oluşturulmuştur.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında sonuçlar elde edilirken binaların yapısal özellikleri ayrıca dikkate alınmış ve tek ve iki katlı binalar için ayrı ayrı bina grupları oluşturulmuştur. Böylelikle deprem sigorta prim oranları prefabrik binaların yapısal özellikleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Sonuçta elde edilen tüm bilgiler kullanılarak Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan prefabrik binaların deprem sigorta prim oranları hesaplanmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Mevcut Prefabrik Binalar, Doğrusal Olmayan Analiz, Deprem Performans Değerlendirmesi, Hasar Görebilirlik Eğrileri, Deprem Sigortası

## **ABSTRACT**

### **ESTIMATION OF EARTHQUAKE INSURANCE RATES BY USING PROBABILISTIC METHODS IN EXISTING INDUSTRIAL PRECAST BUILDINGS**

**PH.D THESIS**

**MEHMET PALANCI**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
CİVİL ENJİNERİNG**

**(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. ŞEVKET MURAT ŞENEL)**

**DENİZLİ, SEPTEMBER 2014**

Structural characteristics of 98 one story and 41 two story precast industrial buildings constructed in one of the important industrial zone of Aegean region and Turkey, Denizli Organized Industrial Zone (DOIZ), was inspected by project and site investigations and capacity curves, damage limits and states of buildings were determined using nonlinear analysis methods. Displacement demands of buildings were calculated by nonlinear dynamic analysis methods using wide range of earthquake records which reflects distinct earthquake intensity levels. Selected earthquake records were divided in accordance with peak ground velocity and fragility curves of buildings were obtained.

The model used to calculate earthquake insurance rates of precast buildings assembles the data both the seismic hazard in the future and possible earthquake damages of buildings. For this purpose, up-to-date earthquake catalogue of DOIZ and around is constituted and seismic hazard of zone is determined by probabilistic seismic hazard analysis. During seismic hazard analysis, local and foreign attenuation relationships were utilized and logic tree method was used to involve uncertainties in nature of earthquakes.

Building damages in possible future earthquakes also involves uncertainties. For this reason, nonlinear dynamic analysis results that reflect distinct earthquake intensity levels were utilized. Damage probability matrices (DPM) of precast industrial building in DOIZ, in other words expression of possible earthquake damages of buildings, were generated by combining different calculation approaches.

With considerations above, structural properties of buildings were also considered and one and two story buildings were divided into groups respectively. Thus, earthquake insurance premium rates were determined considering structural properties of precast industrial buildings. Finally, earthquakes insurance premium rates of buildings in DOIZ are computed using all obtained results.

**KEYWORDS: Existing Precast Buildings, Non-Linear Analysis, Seismic Performance Assesment, Fragility Curves, Earthquake Insurance**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>SEMBOL VE KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı .....	2
1.2 Kapsam ve Yöntem .....	2
1.3 Tezin Organizasyonu.....	4
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR</b> .....	<b>5</b>
2.1 Prefabrik Yapılarla İlgili Çalışmalar .....	5
2.2 Sigorta Prim Hesabıyla İlgili Çalışmalar.....	9
<b>3. PREFABRİK SANAYİ YAPILARININ DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZİ</b> .....	<b>12</b>
3.1 Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri.....	12
3.1.1 Statik İtme (Pushover) Analizi .....	12
3.1.2 Doğrusal Olmayan Dinamik Analiz .....	13
3.2 Plastik Mafsalsal Kavramı ve Moment Eğrilik İlişkisi.....	15
3.3 Prefabrik Binaların Taşıyıcı Sistem Modellerinin Hazırlanması .....	18
3.4 Prefabrik Kolonların Plastik Mafsalsal Özelliklerinin Belirlenmesi .....	20
3.5 Kesit Hasar Bölgelerinin Belirlenmesi .....	21
3.6 Prefabrik Sanayi Yapılarının Kapasite Eğrilerinin Hesabı.....	24
3.6.1 Tek Katlı Prefabrik Binaların Kapasite Eğrisinin Belirlenmesi ..24	
3.6.2 İki Katlı Prefabrik Yapıların Kapasite Eğrisinin Belirlenmesi ....27	
3.7 Prefabrik Sanayi Yapılarının Kapasitelerinin Değerlendirilmesi.....	30
3.8 Prefabrik Sanayi Yapılarında Yerdeğiştirme Talebinin Hesabı .....	33
3.8.1 İvme Kayıtlarının Seçimi.....	36
3.8.2 DOSB Binalarının Doğrusal Olmayan Dinamik Analizi.....	38
3.8.2.1 Tek Katlı Prefabrik Binalarda Yerdeğiştirme Talepleri.....	41
3.8.2.2 İki Katlı Prefabrik Binalarda Yerdeğiştirme Talepleri.....	42
<b>4. PREFABRİK YAPILARDA HASAR GÖREBİLİRLİK EĞRİLERİ</b> ..	<b>45</b>
4.1 Hasar Görebilirlik Eğrileri.....	46
4.1.1 Lognormal ve Normal Dağılım Fonksiyonları .....	46
4.2 DOSB Binalarının Hasar Görebilirlik Eğrileri .....	48
4.2.1 Tek Katlı Prefabrik Binalarda Hasar Görebilirlik Eğrileri .....	49
4.2.2 İki Katlı Prefabrik Binalarda Hasar Görebilirlik Eğrileri .....	54
4.3 Prefabrik Sanayi Yapılarının Hasar Görebilirlik Eğrilerinin Değerlendirilmesi .....	58
<b>5. HASAR OLASILIK MATRİSLERİNİN HESABI</b> .....	<b>64</b>
5.1 Hasar Olasılık Matrisleri .....	65
5.2 Hasar Bölgeleri ve Hasar Oranlarının Tanımlanması .....	67
5.3 Hasar Olasılık Matrisi Hesap Yöntemleri .....	70
5.3.1 Ampirik Yöntem .....	71



5.3.2	Analitik Yöntem .....	73
5.4	Tek Katlı Prefabrik Binaların Hasar Olasılık Matrisinin Hesabı .....	75
5.5	İki Katlı Prefabrik Binaların Hasar Olasılık Matrisinin Hesabı .....	81
5.6	Prefabrik Sanayi Yapılarının Hasar Olasılık Matrislerinin Değerlendirilmesi .....	84
<b>6. DENİZLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ.....</b>		<b>87</b>
6.1	Sismik Tehlike Analizi Yöntemleri.....	88
6.1.1	Deterministik Sismik Tehlike Analizi .....	88
6.1.2	Olasılıksal Sismik Tehlike Analizi .....	90
6.1.2.1	Deprem Kaynaklarının Belirlenmesi.....	91
6.1.2.2	Magnitüd-Sıklık İlişkisi .....	92
6.1.2.3	Depremlerin Zamanda Oluşumu .....	96
6.1.2.4	Yer Hareketi Tahmin (Azalım) İlişkisi .....	98
6.1.2.5	Sismik Tehlike Eğrisinin Elde Edilmesi .....	100
6.1.2.6	Mantık Ağacı Yöntemi.....	101
6.2	DOSB'nin Sismik Tehlike Analizi.....	102
6.2.1	Deprem Kataloğunun Oluşturulması .....	103
6.2.2	DOSB'nin Depremselliği.....	108
6.2.3	Kullanılan Azalım İlişkisi Denklemleri.....	109
6.2.3.1	Akkar, Sandıkkaya ve Bommer 2014 Azalım İlişkisi.....	110
6.2.3.2	Kale ve Akkar 2013 Azalım İlişkisi.....	111
6.2.3.3	Campbell ve Bozorgnia 2008 Azalım İlişkisi .....	112
6.2.4	Mantık Ağacı ve Belirsizliklerin Analizi.....	114
6.3	DOSB'nin Sismik Tehlike Eğrisinin Elde Edilmesi .....	115
6.3.1	Sismik Tehlike Eğrisinin Belirsizlik Parametrelerine Duyarlılığı.....	115
6.4	DOSB'nin Deterministik Sismik Tehlike Analizi.....	119
<b>7. PREFABRİK SANAYİ YAPILARININ DEPREM SİGORTA PRİM ORANLARI .....</b>		<b>121</b>
7.1	Deprem Sigorta Prim Oranı Hesap Modeli .....	121
7.2	Sigorta Prim Hesap Modelinin Prefabrik Yapılarda Uygulanması ..	123
7.2.1	Tek Katlı Binalarda Sigorta Prim Oranlarının Belirlenmesi .....	124
7.2.2	İki Katlı Binalarda Sigorta Prim Oranlarının Belirlenmesi .....	126
7.3	Deprem Sigorta Prim Oranlarının Farklı Parametrelere Göre Hassasiyetinin İrdelenmesi.....	126
<b>8. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>		<b>131</b>
8.1	Tek ve İki Katlı Prefabrik Binaların Özellikleri.....	132
8.2	Prefabrik Binaların Dayanım ve Yerdeğiştirme Kapasiteleri.....	133
8.3	Prefabrik Binaların Hasar Görebilirlik Eğrileri.....	134
8.4	Prefabrik Binaların Hasar Olasılık Matrisleri.....	134
8.5	Prefabrik Binaların Deprem Sigorta Prim Oranları.....	136
8.6	Prefabrik Binalarda Deprem Sigorta Prim Oranları İçin Gelecek Çalışmalar ve Öneriler.....	137
<b>9. KAYNAKLAR.....</b>		<b>140</b>
<b>10. EKLER.....</b>		<b>153</b>
EK A Prefabrik Binaların Kapasite Sonuçları.....		153
EK B Tezde Kullanılan İvme Kayıtları Bilgileri ve Ölçeklendirmeler .....		158
EK C Tek ve İki Katlı Prefabrik Binaların HasarGörebilirlik Eğrisi Parametreleri .....		166

EK D Tek ve İki Katlı Prefabrik Binalar için Ampirik ve Analitik Hasar Olasılık Matrisleri (HOM).....	171
EK E Tezde Kullanılan Denizli Organize Sanayi Bölgesi ve Çevresi Deprem Kataloğu (Tüm Katalog, 01.01.1900-31.12.2013) .....	186
EK F Tezde Kullanılan Azalım İlişkisi Regresyon Katsayıları ve Standart Sapma Değerleri .....	199
<b>11. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>204</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1: Tipik itme ve taban kesme kuvveti-çatı yerdeğiştirme grafiği .....	13
Şekil 3.2: Tek serbestlik dereceli sistemlerin tipik matematiksel modeli .....	14
Şekil 3.3: Tipik elasto-plastik çevrimsel davranışı .....	15
Şekil 3.4: Konsol bir yapı elemanında plastik mafsal oluşumu .....	16
Şekil 3.5: İdealize edilmiş moment-eğrilik ilişkisi .....	16
Şekil 3.6: Tek katlı prefabrik yapıların taşıyıcı sistem modeli .....	18
Şekil 3.7: İki katlı prefabrik yapıların taşıyıcı sistem modeli .....	18
Şekil 3.8: Karma prefabrik yapıların taşıyıcı sistem modeli .....	19
Şekil 3.9: Tek katlı prefabrik yapı çerçevesini oluşturan kolonların davranışı. 19	
Şekil 3.10: Tipik moment-eğrilik ilişkisinin idealize edilmiş iki doğrulu gösterimi .....	21
Şekil 3.11: DBYBHY 2007'e göre betonarme kesit hasar sınırları ve bölgeleri .....	22
Şekil 3.12: Tez kapsamında kullanılan kesit hasar sınır ve bölgelerinin gösterimi .....	24
Şekil 3.13: Prefabrik kolonlarda yerdeğiştirme hesabı .....	25
Şekil 3.14: Tek katlı prefabrik binalarda kapasite eğrisi ve hasar bölgelerinin belirlenmesi .....	26
Şekil 3.15: İki katlı prefabrik sanayi yapılarında kesme, moment ve yerdeğiştirme oluşumu .....	27
Şekil 3.16: İki katlı prefabrik bina kolonlarının tipik moment-dönme ilişkisi .	28
Şekil 3.17: İki katlı prefabrik sanayi yapılarında yerdeğiştirme profili .....	30
Şekil 3.18: Tek katlı prefabrik binalarda titreşim periyotlarının değişimi .....	31
Şekil 3.19: İki katlı prefabrik binalarda titreşim periyotlarının değişimi .....	31
Şekil 3.20: Tek katlı prefabrik binalarda yatay dayanım oranlarının değişimi .	32
Şekil 3.21: İki katlı prefabrik binalarda yatay dayanım oranlarının değişimi ...	32
Şekil 3.22: Tek katlı prefabrik binalarda süneklik dağılımı .....	33
Şekil 3.23: İki katlı prefabrik binalarda süneklik dağılımı .....	33
Şekil 3.24: Seçilen ivme kayıtlarının zemin sınıfına göre dağılımı .....	37
Şekil 3.25: Seçilen ivme kayıtlarının magnitüd-MYH dağılımı .....	37
Şekil 3.26: Seçilen Kayıtların maksimum yer hızlarına göre sınıflandırılması	38
Şekil 3.27: Prefabrik binalar için kullanılan tipik çevrimsel davranış modeli ..	39
Şekil 3.28: Çok serbestlik dereceli yapıların çevirimi .....	40
Şekil 3.29: T1 binası dinamik analizi sonucu ve çevirim eğrisi .....	41
Şekil 3.30: T50 binası dinamik analizi sonucu ve çevirim eğrisi .....	42
Şekil 3.31: Tek katlı prefabrik yapılarda yerdeğiştirme taleplerinin dağılımı ..	42
Şekil 3.32: Ç1 binası dinamik analizi sonucu ve çevirim eğrisi .....	43
Şekil 3.33: Ç30 binası dinamik analizi sonucu ve çevirim eğrisi .....	43
Şekil 3.34: İki katlı prefabrik yapılarda yerdeğiştirme taleplerinin dağılımı ....	44
Şekil 4.1: T1 binası hafif hasarı aşmanın olasılığını gösteren hasar görebilirlik eğrisi .....	50
Şekil 4.2: T1 binası için MYH bağlı analitik hasar görebilirlik eğrileri .....	51
Şekil 4.3: Tek katlı prefabrik sanayi yapılarında akmanın aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri .....	52

Şekil 4.4: Tek katlı prefabrik sanayi yapılarında MN sınırının aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri .....	52
Şekil 4.5: Tek katlı prefabrik sanayi yapılarında GV sınırının aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri .....	53
Şekil 4.6: Tek katlı prefabrik sanayi yapılarında GÇ sınırının aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri .....	53
Şekil 4.7: Ç30 binası orta hasarı aşmanın olasılığını gösteren hasar görebilirlik eğrisi .....	55
Şekil 4.8: Ç30 binası için MYH bağlı analitik hasar görebilirlik eğrileri.....	56
Şekil 4.9: İki katlı prefabrik sanayi yapıları için akmanın aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri.....	57
Şekil 4.10: İki katlı prefabrik sanayi yapıları için MN sınırının aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri .....	57
Şekil 4.11: İki katlı prefabrik sanayi yapıları için GV sınırının aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri .....	58
Şekil 4.12: İki katlı prefabrik sanayi yapıları için GÇ sınırının aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri .....	58
Şekil 4.13: Tek ve iki katlı binaların akma sınırını aşma için hasar görebilirlik eğrilerinin kıyaslanması .....	59
Şekil 4.14: Tek ve iki katlı binaların MN sınırını aşma için hasar görebilirlik eğrilerinin kıyaslanması .....	59
Şekil 4.15: Tek ve iki katlı binaların GV sınırını aşma için hasar görebilirlik eğrilerinin kıyaslanması .....	60
Şekil 4.16: Tek ve iki katlı binaların GÇ sınırını aşma için hasar görebilirlik eğrilerinin kıyaslanması .....	60
Şekil 4.17: Tek ve iki katlı binalarda $S \leq 100$ mm durumunda GV sınırını aşma için hasar görebilirlik eğrilerinin kıyaslanması.....	61
Şekil 4.18: Tek ve iki katlı binalarda $S \leq 100$ mm durumunda GÇ sınırını aşma için hasar görebilirlik eğrilerinin kıyaslanması.....	61
Şekil 5.1: Prefabrik binalarda hasar bölge ve sınırlarının tipik görünümü .....	68
Şekil 5.2: Hasar görebilirlik eğrilerinin hasar olasılık matrislerine dönüşümünün grafiksel gösterimi .....	74
Şekil 5.3: Tek katlı binalarda yapısal özelliklerin göçmenin aşılma olasılığı hasar görebilirliği üzerindeki etkisi.....	76
Şekil 5.4: İki katlı binalarda etriye aralığının yıllara göre değişimi .....	81
Şekil 5.5: Tek katlı prefabrik bina gruplarının OHO değerlerinin kıyaslanması .....	84
Şekil 5.6: İki katlı prefabrik bina gruplarının OHO değerlerinin kıyaslanması.....	85
Şekil 5.7: Tek ve iki katlı prefabrik bina gruplarının OHO değerlerinin kıyaslanması .....	86
Şekil 6.1: Deterministik sismik tehlike analizi adımları .....	89
Şekil 6.2: Olasılıksal sismik tehlike analizi adımları .....	91
Şekil 6.3: Tipik magnitüd-sıklık ilişkisi .....	93
Şekil 6.4: Sınırlandırılmış Gutenberg-Richter ve Gutenberg-Richter modellerinin karşılaştırılması .....	96
Şekil 6.5: Yer hareketi parametre değerinin aşılması olasılığının tipik olarak gösterilmesi .....	99
Şekil 6.6: Tipik bir mantık ağacı yöntemi şemasının gösterimi.....	102

Şekil 6.7: DOSB merkez ve 250km yarıçap içinde kalan alanın gösterimi (DOSB ve çevresi, 2014) .....	104
Şekil 6.8: DOSB ve çevresindeki tüm depremlerin coğrafi dağılımı (DOSB ve çevresi, 2014) .....	106
Şekil 6.9: DOSB ve çevresi için magnitüd-sıklık ilişkisi (Ana Şok & $R \leq 200$ )	108
Şekil 6.10: DOSB ve çevresi için magnitüd-sıklık ilişkisi (Tüm depremler & $R \leq 200$ ) .....	109
Şekil 6.11: DOSB için elde edilen sismik tehlike eğrisi .....	115
Şekil 6.12: Sismisite parametresinin sismik tehlike eğrisine etkisi .....	116
Şekil 6.13: Kullanılan azalım ilişkilerinin sismik tehlike eğrisine etkisi.....	117
Şekil 6.14: Azalım ilişkisi tahminlerinin sismik tehlike eğrisine etkisi.....	118
Şekil 6.15: Deprem büyüklüğünün sismik tehlike eğrisine etkisi.....	118
Şekil 6.16: Azalım ilişkisi tahminlerinin mesafeye göre değişimi ( $M_w=6.0$ ) .	120
Şekil 6.17: Azalım ilişkisi tahminlerinin mesafeye göre değişimi ( $M_w=5.5$ ) .	120
Şekil 7.1: Deprem sigorta prim oranı hesap akış şeması (Yüçemen 2005 <sup>a</sup> ) ...	122

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 3.1: DBYBHY-2007’de hasar sınırları için verilen şekil değiştirmeler	22
Tablo 3.2: Seçilen ivme kayıtlarının isimleri ve deprem büyüklükleri.....	36
Tablo 3.3: Maksimum yer hızı gruplarına ait özellikler .....	38
Tablo 4.1: T1 binası kapasite bilgileri.....	49
Tablo 4.2: T1 binası için aşılma sayıları ve oranları .....	49
Tablo 4.3: T1 binası hasar görebilirlik eğrisi parametreleri.....	50
Tablo 4.4: Ç30 binası kapasite bilgileri .....	54
Tablo 4.5: Ç30 binası için aşılma sayıları ve oranları.....	54
Tablo 4.6: Ç30 binası hasar görebilirlik eğrisi parametreleri .....	55
Tablo 4.7: Prefabrik binalarda sargı donatısının katkısı .....	63
Tablo 5.1: Tipik hasar olasılık matrisi .....	65
Tablo 5.2: Tipik hasar olasılık matrisinde OHO’nun belirlenmesi.....	66
Tablo 5.3: Farklı hasar durumları için HO ve MHO değerleri (Gürpınar ve diğ. 1978).....	69
Tablo 5.4: Modifiye edilmiş merkezi hasar oranları (Askan ve Yüçemen 2010).....	69
Tablo 5.5: Prefabrik yapılar için kullanılan tipik hasar olasılık matrisi (HOM).....	70
Tablo 5.6: Bina T1 için hasarların birikimli oluşma sayıları .....	72
Tablo 5.7: Bina T1 için hayri müsait hasar durumunun belirlenmesi.....	72
Tablo 5.8: Tek katlı iyi kalite binalar için birleştirilmiş hasar olasılık matrisi.....	78
Tablo 5.9: Tek katlı orta kalite binalar için birleştirilmiş hasar olasılık matrisi.....	79
Tablo 5.10: Tek katlı kötü kalite binalar için birleştirilmiş hasar olasılık matrisi.....	80
Tablo 5.11: İki katlı iyi kalite binalar için birleştirilmiş hasar olasılık matrisi.....	82
Tablo 5.12: İki katlı kötü kalite binalar için birleştirilmiş hasar olasılık matrisi.....	83
Tablo 6.1: İkincil depremlerin belirlenmesi için kullanılan uzaklık-zaman penceresi (Deniz 2006) .....	107
Tablo 6.2: Çalışma bölgesindeki depremlerin magnitüd aralığına göre sayıları .....	107
Tablo 6.3: DOSB ve çevresi için depremsellik parametreleri.....	109
Tablo 6.4: Periyoda bağlı olmayan model sabitleri (Akkar ve diğ. 2014).....	111
Tablo 6.5: Periyoda bağlı olmayan model sabitleri (Kale ve Akkar 2013) ....	112
Tablo 6.6: Deterministik sismik tehlike analizi sonucu tahmini MYH değerleri.....	120
Tablo 7.1: MYH grupları için yıllık oluşma olasılıkları .....	124
Tablo 7.2: Tek katlı iyi kalite binalar için sigorta prim oranının hesabı .....	125
Tablo 7.3: Tek katlı bina grupları için elde edilen sigorta prim oranının karşılaştırılması .....	125
Tablo 7.4: İki katlı bina grupları için elde edilen sigorta prim oranının karşılaştırılması .....	126

Tablo 7.5: Farklı çalışmalarda önerilen MHO değerleri.....	127
Tablo 7.6: Deprem sigorta prim oranlarının merkezi hasar oranlarına hassasiyeti .....	127
Tablo 7.7: Deprem sigorta prim oranlarının hasar olasılık matrislerine (HOM) hassasiyeti .....	129
Tablo 7.8: Deprem sigorta prim oranlarının sismik tehlike değerlerine hassasiyeti .....	130
Tablo A.1: Tek katlı prefabrik binaların kapasite sonuçları .....	153
Tablo A.2: İki katlı prefabrik binaların kapasite sonuçları .....	156
Tablo B.1: Tezde kullanılan ivme kayıt listesi ve ölçeklendirmeler.....	158
Tablo C.1: Tek katlı binaların hasar görülebilirlik eğrisi parametreleri .....	166
Tablo C.2: İki katlı binaların hasar görülebilirlik eğrisi parametreleri .....	169
Tablo D.1: Tek katlı iyi kalite binalar için elde edilen ampirik HOM.....	171
Tablo D.2: Tek katlı iyi kalite binalar için elde edilen analitik-1 HOM.....	172
Tablo D.3: Tek katlı iyi kalite binalar için elde edilen analitik-2 HOM.....	173
Tablo D.4: Tek katlı orta kalite binalar için elde edilen ampirik HOM.....	174
Tablo D.5: Tek katlı orta kalite binalar için elde edilen analitik-1 HOM.....	175
Tablo D.6: Tek katlı orta kalite binalar için elde edilen analitik-2 HOM.....	176
Tablo D.7: Tek katlı kötü kalite binalar için elde edilen ampirik HOM.....	177
Tablo D.8: Tek katlı kötü kalite binalar için elde edilen analitik-1 HOM.....	178
Tablo D.9: Tek katlı kötü kalite binalar için elde edilen analitik-2 HOM.....	179
Tablo D.10: İki katlı iyi kalite binalar için elde edilen ampirik HOM .....	180
Tablo D.11: İki katlı iyi kalite binalar için elde edilen analitik-1 HOM.....	181
Tablo D.12: İki katlı iyi kalite binalar için elde edilen analitik-2 HOM.....	182
Tablo D.13: İki katlı kötü kalite binalar için elde edilen ampirik HOM.....	183
Tablo D.14: İki katlı kötü kalite binalar için elde edilen analitik-1 HOM.....	184
Tablo D.15: İki katlı kötü kalite binalar için elde edilen analitik-2 HOM.....	185
Tablo E. 1: Katalog deprem bilgileri.....	186
Tablo F. 1: Azalım ilişkisi regresyon katsayıları (Campbell ve Bozorgnia 2008) .....	199
Tablo F. 2: Azalım ilişkisi standart sapma değerleri (Campbell ve Bozorgnia 2008) .....	201
Tablo F. 3: Azalım ilişkisi ( $R_{JB}$ ) regresyon katsayıları (Akkar ve diğ. 2014) .....	202
Tablo F. 4: Azalım ilişkisi regresyon katsayıları (Kale ve Akkar 2013) .....	203

## SEMBOL VE KISALTMALAR LİSTESİ

<b>ATC</b>	:	Applied Technology Council
<b>ABYBHY</b>	:	Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
<b>ASB14</b>	:	Akkar ve diğ. 2014 azalım ilişkisi
<b>c</b>	:	Sönüm oranı
<b>CB08</b>	:	Campbell ve Bozorgnia 2008 azalım ilişkisi
<b>DASK</b>	:	Doğal Afet Sigortalar Kurumu
<b>DBYBHY</b>	:	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
<b>DOSB</b>	:	Denizli Organize Sanayi Bölgesi
<b>EI</b>	:	Eğilme rijitliği
<b>HD</b>	:	Hasar Durumu
<b>HO</b>	:	Hasar Oranı
<b>HOM</b>	:	Hasar Olasılık Matrisi
<b>IM</b>	:	Hasar seviyesi aşılma olasılığı için kullanılan yer hareketi
<b>k</b>	:	Yatay yerdeğiştirme rijitliği
<b>ks</b>	:	Katsayısı
<b>KA13</b>	:	Kale ve Akkar 2013 azalım ilişkisi
<b>L<sub>p</sub></b>	:	Plastik mafsal boyu
<b>m</b>	:	Kütle
<b>M<sub>y</sub></b>	:	Akma momenti
<b>M<sub>w</sub></b>	:	Moment magnitudü
<b>M<sub>b</sub></b>	:	Cisim dalgası magnitudü
<b>M<sub>d</sub></b>	:	Süre magnitudü
<b>M<sub>L</sub></b>	:	Yerel magnitudü
<b>M<sub>S</sub></b>	:	Yüzey dalgası magnitudü
<b>MHO</b>	:	Merkezi hasar oranı
<b>MMI</b>	:	Modified Mercalli Intensity
<b>MYH</b>	:	Maksimum Yer Hızı
<b>n</b>	:	Hareketli yük azaltma katsayısı
<b>NEHRP</b>	:	National Earthquake Hazards Reduction Program
<b>nk</b>	:	Prefabrik çerçevedeki kolon sayısı
<b>OHO</b>	:	Ortalama hasar oranı
<b>OSTA</b>	:	Olasılıksal sismik tehlike analizi
<b>S<sub>a</sub></b>	:	Spektral ivme
<b>S<sub>d</sub></b>	:	Spektral yerdeğiştirme
<b>T<sub>1</sub></b>	:	Birinci doğal titreşim periyodu
<b>TPB</b>	:	Türkiye Prefabrik Birliği
<b>V<sub>S30</sub></b>	:	Kayma dalgası hızı (m/s)
<b>v<sub>t</sub></b>	:	Kolon kesme kapasitesi
<b>V<sub>t</sub>/W</b>	:	Yatay dayanım oranı
<b>Δ<sub>GÇ</sub></b>	:	Bina ağır hasar seviyesi için limit yerdeğiştirme
<b>Δ<sub>GV</sub></b>	:	Bina orta hasar seviyesi için limit yerdeğiştirme
<b>Δ<sub>MN</sub></b>	:	Bina minimum hasar seviyesi için limit yerdeğiştirme



$\Delta_{pl}$	:	Bina plastik yerdeğiştirme kapasitesi
$\Delta_u$	:	Bina maksimum yerdeğiştirme kapasitesi
$\Delta_y$	:	Bina akma noktası yerdeğiştirme kapasitesi
$\delta_{GÇ}$	:	Kolon ağır hasar seviyesi limit yerdeğiştirme kapasitesi
$\delta_{GV}$	:	Kolon orta hasar seviyesi limit yerdeğiştirme kapasitesi
$\delta_{MN}$	:	Kolon minimum hasar seviyesi limit yerdeğiştirme kapasitesi
$\delta_{pl}$	:	Kolon plastik yerdeğiştirme kapasitesi
$\delta_y$	:	Kolon akma yerdeğiştirme kapasitesi
$\epsilon_{cu}$	:	Beton maksimum birim Şekil değiştirmesi
$(\epsilon_c)_{GÇ}$	:	Kesit göçme sınırı beton birim Şekil değiştirmesi
$(\epsilon_c)_{GV}$	:	Kesit güvenlik sınırı beton birim Şekil değiştirmesi
$(\epsilon_c)_{MN}$	:	Kesit minimum hasar sınırı beton birim Şekil değiştirmesi
$(\epsilon_s)_{GÇ}$	:	Kesit göçme sınırı donatı birim Şekil değiştirmesi
$(\epsilon_s)_{GV}$	:	Kesit güvenlik sınırı donatı birim Şekil değiştirmesi
$(\epsilon_s)_{MN}$	:	Kesit minimum hasar sınırı donatı birim Şekil değiştirmesi
$\epsilon_{su}$	:	Boyuna donatı maksimum birim Şekil değiştirmesi
$\epsilon_{sy}$	:	Boyuna donatı akma birim Şekil değiştirmesi
$\Phi$	:	Standart normal dağılım fonksiyonu
$\phi_{GÇ}$	:	Kesit göçme sınırı eğrilik kapasitesi
$\phi_{GV}$	:	Kesit güvenlik sınırı eğrilik kapasitesi
$\phi_{MN}$	:	Kesit minimum hasar sınırı eğrilik kapasitesi
$\phi_{ny}$	:	Kesit akma (nominal) eğrilik kapasitesi
$\phi_{pl}$	:	Kesit plastik eğrilik kapasitesi
$\mu_{\Delta}$	:	Bina süneklik kapasitesi
$\mu$	:	Yer hareketi parametresi için hesaplanan ortalama
$\theta_y$	:	Akma anı dönme kapasitesi
$\theta_{pl}$	:	Plastik dönme kapasitesi
$\sigma$	:	Yer hareketi parametresi için hesaplanan standart sapma

## ÖNSÖZ

Çalışmalarım sırasında her anlamda desteğini yanımda hissettiğim, üretme ve paylaşma felsefesinin akademik ortamda da var olmasına önem veren danışman hocam Doç. Dr. Şevket Murat ŞENEL, iyi niyet ve özveri ile her anlamda bana yardımcı olan hocam Prof. Dr. Mehmet İNEL'e teşekkür ederim. Değerli dostlarım ve çalışma arkadaşlarım Araş. Gör. Ali KALKAN, Araş. Gör. Engin NACAROĞLU, Araş. Gör. Emrah MERAL, İnş. Yük. Müh. Bayram Tanık ÇAYCI, tez yazımım sırasında manevi desteğini aldığım ev arkadaşım Araş. Gör. Doğacan ÖZCAN ve desteklerini esirgemeyen Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nün akademik personeline teşekkür ederim.

Tez ile ilgili araştırma ve çalışmalarım sırasında gösterdikleri yakın alaka ve ilgi dolayısıyla Prof. Dr. Semih YÜCEMEN ve Yrd. Doç. Dr. Ufuk YAZGAN'a şükran borçluyum.

Özellikle, yüksek öğrenim hayatım boyunca ve bu tez çalışmam sırasında maneviyatı ve gösterdiği üstün fedakârlığıyla beni kendisine hayran bırakan ve bağlayan ruh eşime, sevgilim, Wanne SOMPHONG'a teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım süresince, büyük özveri ve fedakârlıkla hiçbir zaman desteklerini eksik etmeyen canım kardeşlerime ve elbette sevgili annem ve babama ne kadar teşekkür etsem az gelir. Varlığınız, varlığımın yegâne sebebidir...

# 1. GİRİŞ

Son birkaç on yıldır artan özel sektör yatırımları sanayi yapısına olan ihtiyacı önemli ölçüde arttırmıştır. Hızlı imalat, montaj ve fiyat avantajları yanında, fabrikasyon imalat tekniği sebebiyle malzeme ve işçilik kalitesinin daha başarılı olarak sağlandığı prefabrik binalar, bu talebi karşılayabilmek amacıyla yaygın biçimde kullanılmıştır. Bu süreç içerisinde, Danimarka, İngiltere, Almanya ve Fransa gibi deprem sorunu olmayan ve Avrupa ülkelerden alınan veya adapte edilen, genellikle mafsallı birleşimlerden oluşan, çoğu tek katlı (Ersoy ve diğ. 1995) prefabrik binaların deprem davranışları sorgulanmadan kullanılmıştır.

Prefabrik sanayi yapılarının, 1998 Adana-Ceyhan ve 1999 Marmara depremlerinde büyük oranda hasar görmeleri, dikkatlerin bu yapı türüne çevrilmesine neden olmuş ve bu yapıların davranışları, meydana gelen hasarlar ve nedenleri konusunda birçok çalışma yapılmıştır. 90'lı yılların sonuna yaklaşıldığında, 1975 yönetmeliği yenilenmiş ve "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997" (ABYBHY 1997) adıyla yürürlüğe girmiştir. 2007 yılında, yönetmelik bir kez daha yenilenerek bina ve bina türü yapıların depreme dayanıklı tasarımı, yapımı ve güçlendirilmesi ile ilgili hesap ve tasarım koşullarını içeren, "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007" (DBYBHY 2007) yürürlüğe girmiştir. Bu sanayi yapılarının tasarımı için ayrıca TS500, TS9967 standartları kullanılmaktadır. TS500, betonarme yapı sistemlerinin ve elemanlarının kullanım amaç ve süresine uygun güvenilir şekilde tasarlanması ve yapımı ile ilgili kuralları içerirken, TS9967 prefabrik yapı elemanlarının hesap esasları, imalat ve montaj kurallarını içermektedir.

Ülkemizde bir taraftan binaların hesap ve tasarım koşulları yenilenirken diğer taraftan yaşanan doğal felaketler neticesinde meydana gelen ekonomik kayıpları azaltmak ve/veya telafi edebilmek amacıyla birtakım yasal düzenlemeler yapılmaya çalışılmıştır. Özellikle 1999 Marmara depreminden sonra deprem sigortası zorunlu hale getirilmiş ve kamu tüzel kişiliği olan Doğal Afet Sigortalar Kurumu (DASK) kurulmuştur.

Yapılan tüm bu çalışmalar, ülkemizdeki binaların deprem güvenliğini arttırmaya ve olabilecek ekonomik kayıpları en aza indirmeye yönelik olsa da uygulanan primlerin güncelliği hem sigortacılar (sigorta sektörü) hem de akademik camia tarafından tartışılmakta ve sorgulanmaktadır.

## **1.1 Tezin Amacı**

Çalışmada öncelikle, Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde (DOSB) bulunan tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapılarının hasar görülebilirlik eğrileri ve binaların hasar olasılık matrisleri (HOM) elde edilmiştir. Ayrıca, DOSB için olasılıksal sismik tehlike analizi (OSTA) yapılmıştır. Elde edilen bilgiler deprem sigorta prim hesap modeli ile birleştirilerek prefabrik sanayi yapıları için deprem sigorta prim oranları hesaplanmış ve güncel deprem sigorta prim oranlarıyla karşılaştırılmıştır.

## **1.2 Kapsam ve Yöntem**

Proje ve saha çalışmalarıyla envanteri hazırlanan DOSB'deki 98 adet tek katlı ve 41 adet iki katlı prefabrik bina ayrı ayrı ele alınmıştır. Prefabrik sanayi yapılarında birleşim bölgelerindeki yetersizlik ve buna bağlı olarak çatı elemanlarının (makas, aşık, vb.) devrilmesi bu tez çalışması kapsamına alınmamıştır. Prefabrik sanayi yapılarında sıklıkla gözlenen makasın düşmesi ve devrilmesi ile ilgili çalışmalar (Şenel ve diğ. 2013<sup>a</sup>) tarafından detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Bölgede yer alan prefabrik yapıların yapısal özelliklerinin belirlenmesinden sonra (kat yükseklikleri, kolon ebatları, kolon boyuna donatı oranları, yanal donatı oranları ve beton sınıfı bilgileri) yapıların davranışını temsil eden çerçeve modeller oluşturulmuştur. Prefabrik sanayi yapı kolonlarının kritik kesitlerinde moment-eğrilik analizleri yapılmış ve taşıyıcı elemanların kapasiteleri belirlenmiştir. Daha sonra yapılan statik itme analizleriyle de çerçevelerin kapasite eğrileri elde edilmiştir.

Prefabrik taşıyıcı elemanların moment-eğrilik analizleri sırasında kesit göçme sınırı DBYBHY 2007'de beton ve donatı için verilen şekil değiştirme değerleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Taşıyıcı elemanların diğer hasar bölgeleri ise

(minimum hasar, belirgin hasar, ileri hasar) plastik deformasyon kapasiteleri üzerinden belirlenmiştir.

Prefabrik sanayi yapılarında yerdeğiştirme taleplerini belirlemek amacıyla 364 ivme kaydı seçilmiş ve seçilen kayıtlar doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemi kullanılarak analize tabi tutulmuştur. Elde edilen yerdeğiştirme talepleri kullanılarak prefabrik sanayi yapılarının hasar görebilirlik eğrileri tek ve iki katlı prefabrik binalar için ayrı ayrı elde edilmiştir. Hasar görebilirlik eğrileri, yer hareketi parametrelerinden Maksimum Yer Hızı (MYH) dikkate alınarak türetilmiştir.

Geçmiş depremlerden sonra gözlenen prefabrik sanayi yapı hasarlarının sayısal veri olarak işlenmemiş olması bu binalarda özellikle mühendislerin deneyimi ve tecrübesiyle oluşturulan hasar olasılık matrislerinin hazırlanmasını olanaksızlaştırmaktadır. Bu sebeple, prefabrik sanayi yapılarının hasar olasılık matrisleri (HOM) çok sayıda deprem kaydının doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçlarından elde edilen yerdeğiştirme talepleri kullanılarak oluşturulmuştur. Hasar olasılık matrisleri elde edilirken biri ampirik, ikisi analitik olmak üzere üç farklı yaklaşımdan yararlanılmıştır. Farklı yöntemler kullanılarak elde edilen her hasar olasılık matrisine öznel ağırlıklar verilerek ilgili bina türü için birleştirilmiş hasar olasılık matrisleri elde edilmiştir. HOM hazırlanırken prefabrik yapıların yapısal özellikleri de dikkate alınmış ve sonuçların hassasiyeti arttırılmıştır.

Bölgedeki binaların sigorta primlerinin belirlenmesi için diğeri bir basamak olan olasılıksal sismik tehlike analizi (OSTA) yapılmıştır. DOSB'nin olasılıksal sismik tehlike eğrisi elde edilirken hasar görebilirlik eğrilerinin türetilmesinde de kullanılan MYH parametresi kullanılmıştır. DOSB ve çevresinde 01.01.1900-31.12.2013 yılları arasında oluşan tüm depremler çeşitli kaynaklardan yararlanılarak elde edilmiş ve bölgenin deprem kataloğu oluşturulmuştur. Elde edilen deprem kataloğu kullanılarak bölgenin deprenselliği belirlenmiş ve sonuçta sismik tehlike eğrisi elde edilmiştir. Bölgedeki hem iki katlı hem de tek katlı prefabrik yapıların deprem sigorta prim oranları tüm bilgiler bir araya getirilerek belirlenmiş ve ülkemizde şu anda kullanılmakta olan güncel sigorta primleriyle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

### 1.3 Tezin Organizasyonu

Yapılan alışmalar doğrultusunda tez sekiz ana başlıktan meydana gelecek şekilde organize edilmiştir.

İkinci bۆlümde, prefabrik yapılar ve deprem sigorta prim oran hesapları ile ilgili ۆnceki çalışmalara yer verilmiştir.

Üçüncü bۆlümde, DOSB’de yer alan tek ve iki katlı binaların taşıyıcı eleman kapasiteleri ve binaların statik itme analiz neticesinde elde edilen kapasite eğrileri ve performans bۆlgeleri çalışmalarında bahsedilmiştir. Ayrıca binalarda deprem talebinin belirlenmesi için seçilen çok sayıda deprem kaydı ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Kapasitelerin ve deprem kayıtlarının seçiminden sonra tek ve iki katlı prefabrik binalar doğrusal olmayan dinamik analize tabi tutulmuş ve yerdeğiştirme talepleri elde edilmiştir.

Dördüncü bۆlümde, kapasite ve talep yerdeğiştirmeleri belirlenen tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapılarının seçilen yer hareketi parametresine “maksimum yer hızı (MYH)” bağlı olarak hasar görebilirlik eğrileri türetilmiştir.

Beşinci bۆlümde, yerdeğiştirme talepleri elde edilen tek ve iki katlı prefabrik binaların hasar olasılık matrisleri (HOM) oluşturulmuş ve bu binaların hasar olasılık matrisleri kıyaslanarak değerlendirmeler yapılmıştır.

Altıncı bۆlümde, sismik tehlike analizi ile teorik bilgilere yer verilmiş ve DOSB ve çevresindeki depremlerin kataloğu çıkarılarak bۆlgenin deprenselliği belirlenmiştir. Daha sonra elde edilen bilgiler kullanılarak olasılıksal sismik tehlike analizi yöntemiyle DOSB için sismik tehlike eğrisi elde edilmiştir.

Yedinci bۆlümde, Bۆlüm 5 ve Bۆlüm 6’da elde edilen bilgiler ışığında deprem sigorta prim oranı hesap modeli uygulanmış ve prefabrik sanayi yapılarının yapısal ۆzelliklerini de dikkate alarak sigorta prim oranları belirlenmiştir.

Sekizinci bۆlümde, prefabrik binaların kapasiteleri, hasar görebilirlik eğrileri, hasar olasılık matrisleri ve sigorta prim oranları ile ilgili sonuçlara ve gelecekte prefabrik yapılar ile ilgili yapılabilecek ek çalışma ve ۆnerilere yer verilmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölüm sırasıyla prefabrik yapılarla ilgili çalışmalar ve sigorta prim oranlarının hesabıyla ilgili çalışmalar olarak iki başlık altında ele alınmıştır.

### 2.1 Prefabrik Yapılarla İlgili Çalışmalar

Prefabrik yapılar konusunda dünyada yapılan en geniş kapsamlı çalışmalardan biri PRESS (Priestley 1996) programıdır. Bu programda amaç, farklı deprem riski taşıyan bölgelerde yer alan prefabrik/öngerilmeli betonarme yapılar için yönetmeliklere yol gösterici bilgileri geliştirmektir. Ancak dünyadaki ve ülkemizdeki prefabrik yapılar kıyaslandığında ülkemizde daha çok birleşimleri mafsallı prefabrik yapıların inşa edildiği fakat bu durumun dünyadaki uygulamalarına bakıldığında ise moment aktaran birleşimlerin tasarlandığı görülmektedir. Bu sebeple ülkemizdeki mafsallı prefabrik sanayi yapıları bu program kapsamı dışındadır.

Prefabrik yapı elemanlarının birleşim detaylarının performansı ile ilgili deneysel çalışmalarda (Ersoy ve diğ. 1993) detayların yetersizliği vurgulanmış ve öneriler sunulmuştur.

Özden tarafından yapılan çalışmada prefabrik yapılarla ilgili yönetmelik taslağında yer alan yapı ve birleşim bölgelerine etkiyecek yatay yük, taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) ve birleşim bölgesi detayı ile ilgili görüş ve öneriler belirtilmiştir (Özden 1997). Yazar, AY97'nin tasarımı aşamasındaki metninde yer alan kar yükünün tamamının deprem hesabında göz önüne alınması hükmünden vazgeçilmesini önermiştir. Ayrıca tek katlı, birleşimleri moment aktarmayan prefabrik yapılarda kullanılacak taşıyıcı sistem davranış katsayısına ilişkin önerilerde de bulunmuştur (Süneklik düzeyi yüksek ise  $R=4$ , süneklik düzeyi normal ise  $R=1$ ).

Ersoy tarafından mafsallı ve moment aktaran prefabrik çerçeveli taşıyıcı sistemlerin deprem davranışı irdelenmiş ve özellikle tasarımda yanal ötelenme sorununa dikkat çekilmiştir (Ersoy 1997). Ayrıca uygulama sırasında olası hataların yol açacağı yetersizlikleri vurgulamıştır.

1997 yılında afet yönetmeliğinin yürürlüğe girmesiyle (ABYBHY 1997) bu yönetmeliğin prefabrik yapılara uygulamasını içeren bir kitap hazırlanmış (Özmen ve Zorbozan 1998) ve kitapta örnek iki adet prefabrik yapının tasarımı yapılmıştır. Kitapta ayrıca ABYBHY 1997'nin yönetmeliğin uygulanması ile ilgili ayrıntılar üzerinde durulmuştur.

İzmir-Çiğli'de yapılması düşünülen mafsallı sanayi yapısı ABYBHY 1975 ve ABYBHY 1997'ye göre çözümlenmiş (Kahraman ve diğ. 1999) ve 1997 yönetmeliğinin prefabrik yapılara etkisi incelenmiştir. Çalışmada sonuç olarak, tasarımda kullanılan taban kesme kuvvetinde %100'e varan artışın olduğunu ve buna bağlı olarak gerekli kolon kesit alanlarında büyüme olduğunu vurgulamıştır.

1999'daki depremler sonrasında Türkiye Prefabrik Birliği (TPB) adına yapılan çalışmada, birliğe üye kuruluşların Adapazarı'nda yapmış oldukları 98 sanayi tesisinin 16'sında toptan göçme 8'inde ise kısmi göçme belirlenmiştir (Ataköy 1999). Aynı çalışmada birlik üyesi kuruluşların İzmit yöresindeki üretiminin %3'ünün deprem sebebiyle orta ya da ağır derecede hasar gördüğü belirtilmiştir.

Prefabrik yapılar yabancı yönetmelikler açısından da değerlendirilmiştir. Bu amaçla ABYBHY 1997, Amerikan Deprem Yönetmeliği (UBC97 1997) ve Avrupa Birliği Deprem Yönetmeliği (Eurocode 8 1998) prefabrik bina şartları gözden geçirilerek tasarım deprem yükleri, görelî kat ötelenmesi ve bağlantı noktalarına gelen deprem yükleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir (Çolakoğlu 2001). Çalışma sonucunda taşıyıcı sistem davranış katsayısının (R) tek katlı prefabrik yapılar için 2 alınmasını önermiştir. Ayrıca birleşim bölgesi tasarım yüklerinin UBC97 ve Eurocode 8'e göre çok düşük olduğu belirtilmiştir.

Marmara depreminden sonra tek katlı prefabrik sanayi yapılarındaki deprem hasarları ve bunların sebepleri incelenerek, özellikle kolon rijitliğinin prefabrik yapıların deprem performansı üzerinde etkili olduğunu gösteren çalışma yapılmıştır (Posada ve Wood 2002). Bu çalışmada, sadece kolon boyutlarını arttırmanın bile bu yapılardaki hasarların azaltılmasında etkili olabileceğini ileri sürmüştür.

1998 Adana-Ceyhan depreminden sonra gözlenen prefabrik yapı hasarları değerlendirilmiş ve özellikle birleşim bölgelerinin düzenlenmesi ile ilgili konulara



dikkat çekilmiştir (Akçaözöğlü 2003). Çalışmada ayrıca çatı düzleminde rijit diyafram davranışının olmaması bu yapıların en zayıf tarafı olarak belirtilmiştir.

Prefabrik sanayi yapılarının yatay ötelenmeleri çeşitli yapısal parametreler dikkate alınarak (kolon boyutu, boyuna donatı oranı, beton dayanımı, çatı makası uzunluğu, kolon yüksekliği, zemin sınıfı) doğrusal olmayan statik itme analizi kullanılarak incelemiştir (Kayhan 2004). Çalışmada elde edilen bilgiler kullanılarak 1997 yönetmeliğine göre tanımlanmış zemin türlerine bağlı, tek katlı mafsallı prefabrik sanayi yapılarının maksimum kat ötelenmesinin hızlı tahmini için üstel denklemler önerilmiştir.

1997 yönetmeliğine göre tasarlanmış tek katlı prefabrik sanayi yapılarının makas birleşimine gelen kuvvetler ve yatay ötelenme davranışını incelemiştir. Analizler için doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar kullanılarak 1997 yönetmeliğinin prefabrik yapılar ile ilgili koşulları değerlendirilmiştir (Yılmaz 2004).

Marmara depremlerinden sonra prefabrik yapılardaki hasarlar ve sebepler değerlendirilerek, gözlenen yetersizliklerin ve problemlerin giderilmesi amacıyla kolon ve birleşim bölgeleri için güçlendirme önerileri sunulmuştur (Arslan ve diğ. 2006).

Denizli Organize Sanayi Bölgesi'ndeki prefabrik yapılarda beklenen hasar dağılımı ile ilgili çalışmada, 1997 yönetmeliğinde öngörülen tasarım eşdeğer deprem yükleri altında hesaplanan görelî ötelenmeler hasar parametresi olarak kullanmış ve buna bağlı olarak yedi hasar bölgesi tanımlanmıştır. Hesap sonucu elde edilen görelî yerdeğiştirme değerleri dikkate alınarak binanın hangi hasar bölgesinde olduğuna karar verilmiştir (Kaplan ve diğ. 2005). Çalışmada, tasarım depreminin oluşması durumunda DOSB'deki yapıların üçte ikisinin göçme riski ile karşı karşıya bulunduğu belirtilmiştir.

Prefabrik sanayi yapılarının deprem davranışlarının, gözlenen yetersizliklerin giderilmesi ve çerçevelerin dış perde duvarlar ile desteklenmesi konularında deneysel çalışmalar, Pamukkale Üniversitesi Deprem ve Yapı Teknolojileri Araştırma Laboratuvarı'nda BAP-08-11-DPT.2004K120760 kodlu proje (Atımtay ve diğ.

2007) kapsamında yürütülerek iki doktora çalışması yapılmıştır (Çetinkaya 2007, Nohutçu 2007). (Çetinkaya 2007), üç boyutlu ve tek katlı prefabrik sanayi yapısının deprem davranışını deneysel olarak incelemiştir. (Nohutçu 2007) ise, dış perde duvar uygulaması ile prefabrik yapı çerçevelerinin takviye edildiği durumu dikkate alarak deneysel çalışma yapmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda, prefabrik çerçevelere takviye uygulamasının performansı olumlu yönde etkilediği ve mevcut prefabrik yapıların güçlendirilmesi (takviye edilmesi) amacıyla kullanılabilceği vurgulanmıştır.

Prefabrik yapıların yapısal parametrelerinin (kolon boyutu, kolon yüksekliği, boyuna donatı oranı ve etriye aralığı) bu binalardaki hasar görebilirliği üzerine etkileri araştırılarak tek katlı prefabrik sanayi yapıları için analitik hasar görebilirlik eğrileri önerilmiştir (Kayhan 2008). Çalışmada binaların yerdeğiştirme talepleri doğrusal olmayan dinamik analizlerle elde edilmiş ve talep ve kapasiteler kullanarak MYH parametresine bağlı hasar görebilirlik eğrilerini türetmiştir. Ayrıca çalışmada, DOSB’de bulunan binaların hasar dağılımları ve bunlara bağlı olarak ekonomik kayıp tahmininde bulunmuştur.

Prefabrik yapılarla ilgili yapılan deneysel çalışmaların neticesinde, bu yapılar için çatı düzleminde diyafram davranışının oluşturulması ve dış perde duvar uygulaması detayları ile ilgili önerilerde bulunulmuştur (Kaplan ve diğ. 2009).

Palanci yaptığı yüksek lisans çalışmasında DOSB’de bulunan prefabrik sanayi yapılarının proje ve saha çalışmalarıyla envanterini hazırlamıştır. İstatistiksel çalışmalar ile prefabrik sanayi yapılarının yapısal özelliklerinin bölgesel olmadığını aksine yaygın ve ortak özellikler taşıdığını vurgulamıştır (Palanci 2010). Ayrıca 98 adet tek katlı prefabrik sanayi yapısının kapasite eğrilerini DBYBHY 2007 kullanarak elde etmiştir. Doğrusal olmayan analiz sonuçlarını kullanarak tek katlı mafsallı prefabrik sanayi yapıları için hızlı değerlendirme yöntemi önermiştir.

DOSB’de yer alan prefabrik sanayi yapılarının yapısal özellikleri ve dağılımları incelenmiş ve bu binaların farklı deprem senaryoları ve farklı zemin koşullarındaki performanslarını değerlendirilmiştir (Şenel ve Palanci 2013). Çalışmada prefabrik sanayi yapıların deprem performansının özellikle zayıf zeminlerden kötü yönde etkilendiğine dikkati çekilmiştir.

DOSB’de yapılan saha çalışmaları neticesinde (Palanci 2010) hazırlanan bina envanterlerini kullanılarak tek katlı mafsallı prefabrik yapı stokunun birleşim bölgelerini istatistiksel olarak incelenmiştir (Şenel ve diğ. 2013<sup>a</sup>). Çalışmada, prefabrik yapılarda sık kullanılan birleşim bölgesi detayları kullanılarak çok sayıda yapısal model hazırlanmış ve modeller çok sayıda deprem kaydı ile doğrusal olmayan analize tabi tutulmuştur. Böylece bu binalarda görülen makasın düşmesi ve/veya devrilmesi hasarlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda özellikle prefabrik sanayi yapılarında gözlenen devrilme hasarının daha kritik sonuçlar doğurabileceğine dikkati çekmişlerdir.

Kalkan yüksek lisans tezinde DOSB’de bulunan iki katlı prefabrik sanayi yapılarını yapısal özelliklerini incelemiş ve 2007 yönetmeliğini kullanarak binaların kapasite eğrilerini elde etmiştir (Kalkan 2013). Çalışmada elde edilen bilgileri kullanarak iki katlı prefabrik sanayi yapılarının kapasite eğrilerini elde etmek için yöntem geliştirmiş ve analiz sonuçları ile karşılaştırmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, önerilen yöntemin binaların kapasite eğrisini ve performansını belirlemede başarılı sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

Yılmaz yüksek lisans tezinde DOSB’deki mevcut tek katlı mafsallı prefabrik sanayi yapılarının hasar görebilirlik eğrilerini farklı çevrimsel davranış modellerini kullanarak elde etmiş ve çevrimsel modellerin etkisini incelemiştir (Yılmaz 2013). Bu amaçla dört farklı çevrim modeli kullanmış ve tek katlı mafsallı prefabrik sanayi yapılarının hasar görebilirlik eğrilerini maksimum yer hızı (MYH) parametresini kullanılarak elde edilmiştir. Çalışmada, farklı histerik çevrimlerin prefabrik sanayi yapılarının hasar görebilirlik eğrilerine olan etkileri değerlendirilmiştir.

## **2.2 Sigorta Prim Hesabıyla İlgili Çalışmalar**

Dünyada ve ülkemizde sigorta prim hesaplarıyla ilgili çalışmalar özellikle yaşanan yıkıcı depremlerin ardından hükümetlerin ekonomik kayıpları en aza indirmeye çabası ile gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple yapılan çalışmalar daha çok ulusal çapta ve sınırlı sayıdadır. Dünyadaki sigorta uygulamaları; bölgeden bölgeye (ülkeden ülkeye) göre de değişebilmektedir.

En genel anlamıyla sigorta “Belirlenen bir kayba karşılık ödenen prim karşılığında iki tarafı birbirine bağlayan sözleşmedir” şeklinde tanımlanmıştır (Scawthorn ve diğ. 2003).

Sigorta primlerinin hesabında karşılaşılan önemli sorunlardan birisi de kayıpların büyüklüğü ile ilgilidir. Dolayısıyla kayıplardaki belirsizlikte prim hesaplarında dikkate alınması gereken bir unsurdur. (Bazzuro ve Luco 2004) bu amaçla aynı bölgede birden fazla bina ile farklı bölgelerden çok sayıda bina ele alarak deprem sebebiyle oluşacak kayıpları ve bu durumların sigorta primleri üzerine olası etkilerini incelemiştir.

Ülkemizde sigorta primleri ile ilgili çalışmalar 1978’li yıllarda başlamaktadır. Deprem tehlikesinin ve bunun yapılardaki hasarıyla ilişkilendirilip birleştirilmesi (Gürpınar ve diğ. 1978) tarafından yapılmış ve aynı çalışmada farklı hasar seviyelerine karşılık gelen hasar oranı (HO) ve ortalama hasar oranları (OHO) hesaplanmıştır. Çalışmada ayrıca sismik bölgelerde imalat uygulamalarını geliştirmek, kontrol ve hizmet kesintilerinden kaynaklanan zaman kayıplarını azaltmak hedeflenmiştir.

Bulak çalışmasında ek bilgilerle sismik tehlike değerlerini ve son depremlerden sonra binalarda oluşan hasar verilerini kullanarak (Gürpınar ve diğ. 1978) modelini geliştirmiştir (Bulak 1997). Geliştirilen modelde deprem şiddeti kullanılmış ve betonarme yapıların sigorta prim oranları Türkiye’nin tüm sismik bölgeleri için hesaplanmıştır. Bulak betonarme yapılar için sigorta prim oranlarını 1. bölgeden 5.bölgeye kadar 4.782, 3.607, 1.224, 0.812, 0.474 olarak hesaplamıştır.

Sigorta primlerinin uygulaması deprem tehlikesi bakımından farklılık gösteren değişik kentlerde de uygulanmıştır (Yücemen ve Bulak 1997). Geliştirilen model ayrıca (Yücemen 2001) tarafından Lefkoşa ve (Yücemen 2005<sup>b</sup>) tarafından Ürdün’de bulunan üç şehri için kullanılmış ve deprem sigorta prim oranları hesaplanmıştır.

2000 yılında Türkiye’de sigortanın zorunlu hale gelmesinden sonra Askan (Askan 2002) yeni hasar olasılık matrislerini oluşturmuş ve sonrasında Yücemen (Yücemen 2005<sup>a</sup>) bu veri tabanını kullanarak deprem sigorta prim oranlarını

güncellemiştir. Aynı çalışmada deprem sigorta prim oranı hesap akış şeması tasarımılandırılmış ve grafiksel olarak verilmiştir. Ayrıca Türkiye'nin farklı deprem bölgelerinde bulunan şehirler için yönetmeliğe uygun ve uygun olmayan betonarme binaların deprem sigortası prim oranlarını hesaplanmıştır (Yücemen 2005<sup>a</sup>).

Deniz yüksek lisans çalışmasında (Yücemen 2005<sup>a</sup>) tarafından hesap adımları verilen ayrıntılı modeli kullanarak Türkiye'nin değişik deprem bölgelerinde inşa edilmiş betonarme ve yığma yapıların deprem sigorta prim oranlarını hesaplamıştır (Deniz 2006).

Sigorta prim hesap modeli ayrıca önemli yapılar için de uygulanmış ve bu amaçla Gümüşova-Gerede otoyolunda, Bolu dağı geçişindeki yapımı tamamlanan ve tamamlanmayan kısımlar ayrı ayrı değerlendirerek deprem sigorta prim oranları hesaplanmıştır (Yücemen ve diğ. 2008).

### **3. PREFABRİK SANAYİ YAPILARININ DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZİ**

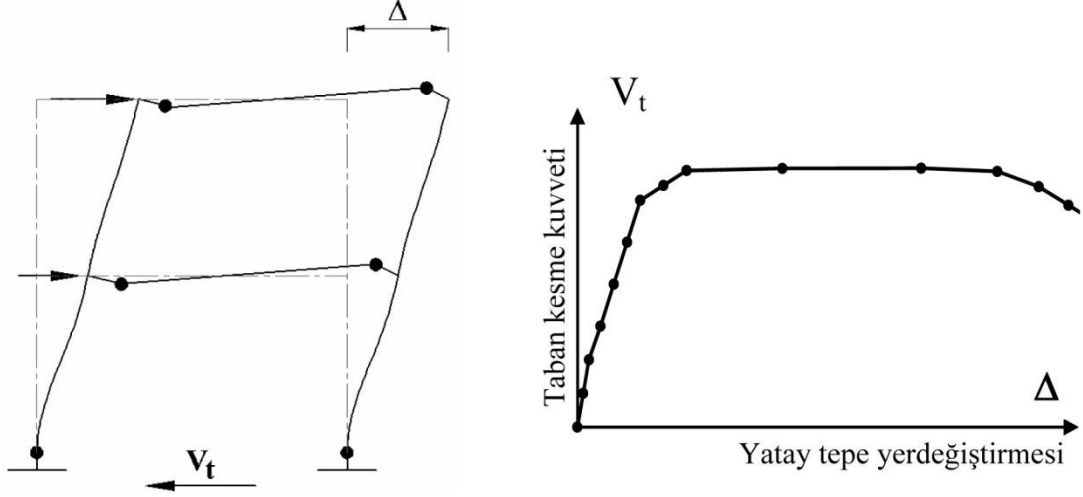
Bu bölümde DOSB’de bulunan tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapılarının doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiştir. Tez çalışmasında doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden statik itirme (pushover) analizi ve binalarda yerdeğiştirme talebinin hesabı için ise doğrusal olmayan dinamik analiz (zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz) yöntemlerinden faydalanılmıştır. Bu aşamada ilk olarak kullanılan yöntemler ile ilgili teorik bilgilere yer verilmiş daha sonra DOSB’de bulunan prefabrik binaların kapasite ve talep hesaplarına geçilmiştir.

#### **3.1 Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri**

Yapılar ömürleri boyunca düşey ve yatay yüklere, yani deprem etkisine maruz kalmaktadır ve bu durumda yapıların doğrusal bir davranış göstereceğini düşünmek gerçekçi olmaktan uzaktır. Dolayısıyla bir yapının kritik yüklemeler altında nasıl davranacağı ve yük dağılımının ne olabileceği belirlenmelidir. Sözü geçen bu çalışmaların yapılabilmesi ise doğrusal olmayan analiz yöntemleri kullanılarak mümkün olmaktadır.

##### **3.1.1 Statik İtme (Pushover) Analizi**

Analizi yapılacak binanın taşıyıcı sisteminin geometrisi, kesitleri ve malzeme özellikleri göz önüne alınarak doğrusal olmayan analiz modeli hazırlanır. Daha sonra sisteme öngörülen (tanımlanan) yatay yükleme yapılır ve analiz yapı stabilitesi bozulana kadar itilerek gerçekleştirilir. Analizin her adımında binanın toplam taban yatay yükü ve yerdeğiştirme değeri (genellikle çatı ötelenmesi) ( $\Delta$ ) grafik üzerine işaretlenir böylece yatay dayanım-yerdeğiştirme ilişkisi elde edilmiş olur. Gerçekleştirilen bu analize “Statik İtme Analizi (Pushover)”, bulunan eğriye de “Kapasite Eğrisi” denir. Şekil 3.1’de tipik bir itme analizi ve kapasite eğrisi verilmiştir.



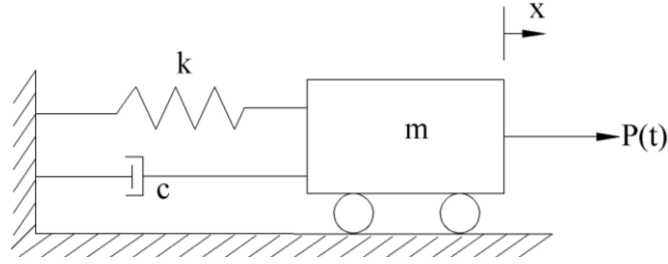
Şekil 3.1: Tipik itme ve taban kesme kuvveti-çatı yerdeğiştirme grafiği

### 3.1.2 Doğrusal Olmayan Dinamik Analiz

Herhangi bir yapının en gerçekçi davranışı dinamik analiz (zaman tanım alanında analiz) yöntemiyle elde edilir. Bu yöntemde yapıya etkiyen yükler (deprem kaydı) küçük zaman dilimlerine bölünerek yapının tepkisi elde edilir.

Bu analiz yönteminde yapılar, tek serbestlik dereceli ve/veya çok serbestlik dereceli sistemler olarak çözülebilmektedir. DOSB’de bulunan tek katlı prefabrik binaların kolon üst ucundaki bağlantılarının mafsallı ve kütesinin çatı düzleminde toplandığı düşünüldüğünde bu yapıları tek serbestlik dereceli olarak çözmek uygun olacaktır. Ancak DOSB’de iki katlı prefabrik sanayi yapıları da bulunmaktadır. Tez çalışmasında iki katlı prefabrik binaların deprem talebi belirlenirken ise bu yapılar öncelikle tek serbestlik dereceli sistemlere dönüştürülmüş ve daha sonra doğrusal olmayan dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Doğrusal olmayan dinamik analizler sırasında binaların davranışları farklı çevirim modelleri (slip, elasto-plastik, takeda v.b.) kullanılarak temsil edilirler. Çalışmada, prefabrik binaların davranışları için kullanılan çevirim modeli ile ilgili bilgiler tezin 3.8.2 bölümünde verilmiştir.

Şekil 3.2’de tek serbestlik dereceli sistemin titreşiminin matematiksel modeli verilmiştir. Şekilde “x” yapının zemine göre bağıl yerdeğiştirmesini, “m” yapının kütesini, “k” rijitliğini ve “c” ise viskoz sönüm katsayısını ifade etmektedir.



**Şekil 3.2:** Tek serbestlik dereceli sistemlerin tipik matematiksel modeli

Şekildeki  $P(t)$  yüküne maruz tek serbestlik dereceli elastik sistemde bu kuvvete karşı yapının yerdeğiştirmesi ile orantılı elastik yay kuvveti, sistemin hızı ile orantılı sönüm kuvveti karşı koymaktadır. Bu sistemin hareketi ise (3.1) eşitliği yani ikinci dereceden diferansiyel denklem ile ifade edilir.

$$m\ddot{x}(t) + c\dot{x}(t) + kx(t) = P(t) \quad (3.1)$$

Denklemin çözümü için başlangıç koşullarının bilinmesi gerekmektedir ve sistem farklı sayısal yöntemler kullanılarak çözülebilmektedir (Chopra 2006).

Tek serbestlik dereceli sistemlerin yere ankastre olarak bağlandığı düşünüldüğünde bu sistemlerin titreşimine zamana göre değişen zeminin hareketi sebep olmaktadır. Dolayısıyla sisteme etki eden dış kuvvetlerin sıfır alınıp yer hareketinin sistemde titreşime sebep olduğu düşünüldüğünde (3.1) ifadesi yerine (3.2) ifadesi yazılabilir. Denklemden  $\ddot{x}_g(t)$  terimi, yer hareketini,  $x$  ise yapının yere göre bağıl hareketini ifade etmektedir. Dolayısıyla denklemin sağ tarafı yapının kütlesine etkiyen ve titreşime sebep olan kuvvet olarak ifade edilebilir.

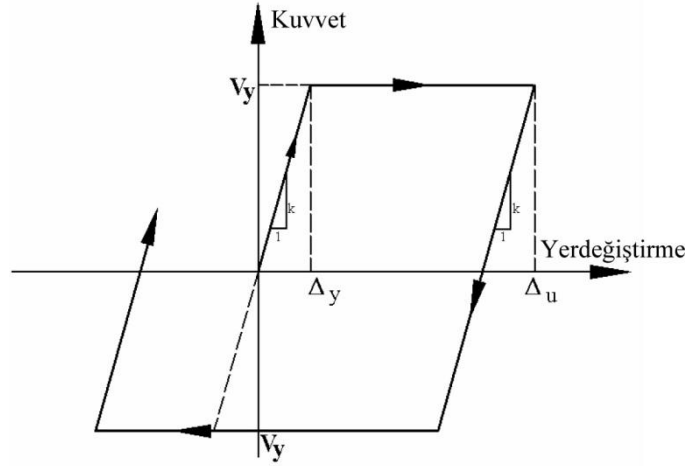
$$m\ddot{x}(t) + c\dot{x}(t) + kx(t) = -m\ddot{x}_g(t) \quad (3.2)$$

Ancak her iki denklemde de verilen ifadelerin elastik sistemlerin çözümü için geçerli olduğu unutulmamalıdır. Çünkü doğrusal olmayan bir sistemde yapının rijitliği yerdeğiştirmeye göre değişmektedir. Yapıların deprem gibi yükler altında ciddi yerdeğiştirme yaptıkları düşünüldüğünde bu binaların doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemiyle çözümlenmesi daha gerçekçi olacaktır.

Tez çalışmasında prefabrik sanayi yapılarının doğrusal olmayan dinamik analizleri sırasında sistemlerin sönümü (%5) alınmıştır. DOSB’de bulunan prefabrik



sanayi yapılarının davranışı ise elasto-plastik çevrimsel davranış (Şekil 3.3) ile modellenmiştir.



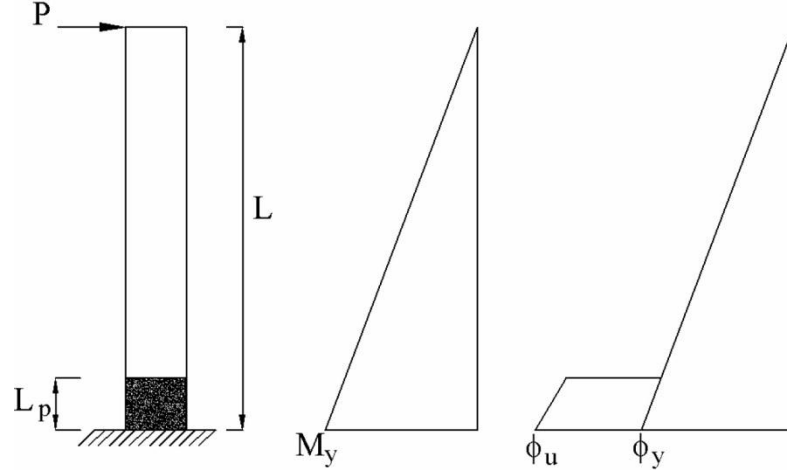
Şekil 3.3: Tipik elasto-plastik çevrimsel davranış

### 3.2 Plastik Mafsal Kavramı ve Moment Eğrilik İlişkisi

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal ötesi davranışları, doğrusal olmayan analiz yöntemlerinde dikkate alınarak yapının yük ve yerdeğiştirme kapasiteleri elde edilir. Bu kapasite eğrileri sayesinde binanın davranışı ile ilgili daha gerçekçi sonuçlar elde edilir. Yapıyı oluşturan elemanların doğrusal olmayan davranışı ise elemanların kritik kesitlerinde tanımlanan plastik mafsalarla temsil edilmektedir.

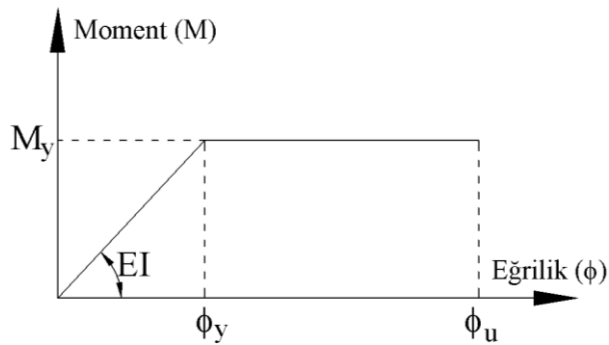
Herhangi bir yapı elemanının bir kesitindeki plastik mafsal oluşumu ise taşıyıcı elemanının kritik kesitinde taşıma kapasitesine ulaşmasıyla başlar. Plastik mafsal oluşumu ve bu bölgeyi taşıyıcı bir elemanda göstermek amacıyla tipik bir konsol kolon örneği dikkate alınmıştır. Şekil 3.4'te konsol bir kolona yatay olarak etkiyen P yükü verilmiştir. P yükünün artırılmasıyla birlikte konsol kolonun yerdeğiştirme yapması sağlanarak kolonun kritik bölgesinde, yani momentin yüksek olduğu bölgelerde diğer bir deyişle alt bölgesinde çatlakların giderek yoğunlaştığı gözlenir. Eleman boyunca moment diyagramından da görüldüğü gibi, kolon alt bölgesinde moment akma momentine ulaşıncaya kadar artar. Bu aşamadan itibaren moment değerinde çok büyük bir artış gözlemlenmez ve işte bu aşamada taşıyıcı elemanın taşıma kapasitesine ulaştığı söylenebilir. Bundan sonra taşıma kapasitesinde çok büyük artışlar gözlenmezken eğrilikte ve dolayısıyla plastik şekil

değişikliklerde büyük artışlar meydana gelir. İşte bu eğriliğin ve/veya plastik dönmelerin belirli bir bölgede yoğunlaşması, plastik mafsallı kabulü olarak adlandırılmaktadır.



**Şekil 3.4:** Konsol bir yapı elemanında plastik mafsallı oluşumu

Eğilme etkisiyle elemanın taşıma gücüne ulaşıncaya, betonarme elemanın tabanında oluşan moment ile yatay yüklerle birlikte artan eğrilikler bir grafik üzerinde gösterildiğinde bu taşıyıcı elemana ait moment-eğrilik ilişkisi elde edilmiş olur. Eğer taşıyıcı elemanın moment-eğrilik ilişkisini iki doğru halde idealize edecek olursak Şekil 3.5'teki gibi bir eğri elde edilir. Şekil incelendiğinde elastik ve plastik davranışın gözlemlendiği bölgeler olduğu görülür. Şekilde gösterilen  $M_y$  moment taşıma kapasitesini,  $\phi_y$  akma eğriliğini ifade eder. Akma eğriliğinden önceki alana elastik,  $\phi_y$  ve  $\phi_u$  (maksimum eğrilik) arasındaki alan ise plastik bölge denir.  $EI$  ise elastik kısmın rijitliğini ifade etmektedir. Taşıyıcı elemanın toplam eğriliği ise elastik ve plastik eğriliklerinin toplamı alınarak elde edilir (Celep 2007).



**Şekil 3.5:** İdealize edilmiş moment-eğrilik ilişkisi

Taşıyıcı elemanın moment ve eğrilik değerleri elde edildiğine göre bu elemanın toplam dönme ve yerdeğiştirme kapasiteleri moment-alan teoremi kullanılarak elde edilebilir. Buna göre elemanın öncelikle akma ve plastik dönme ve/veya yerdeğiştirme kapasiteleri ayrı ayrı hesaplanıp toplanabilir. Elastik ve plastik dönme kapasiteleri Şekil 3.4'te verilen alanlar yardımıyla (3.3) ve (3.4) denklemleriyle hesaplanabilir.

$$\theta_y = \phi_y L / 2 \quad (3.3)$$

$$\theta_p = (\phi_u - \phi_y) L_p \quad (3.4)$$

Konsol kolonun akma ve plastik yerdeğiştirme kapasiteleri ise alanların üst ucuna göre momenti alınarak (3.5) ve (3.6) denklemleriyle hesaplanabilir

$$\Delta_y = \theta_y (2L/3) \quad (3.5)$$

$$\Delta_p = \theta_p (L - 0.5L_p) \quad (3.6)$$

Denklemlerden de anlaşılacağı gibi taşıyıcı elemanın dönme ve/veya yerdeğiştirme kapasitesinin hesaplanabilmesi için  $L_p$ 'nin yani plastik mafsal boyunun bilinmesi gerekmektedir. Süneklik kapasitesi üzerinde önemli bir etkisi olan plastik mafsal boyunun uzunluğu ise pek çok parametreye bağlı olmakla birlikte bunlardan bazıları şunlardır:

- Aksenal yük düzeyi,
- Sargı etkisi,
- Boyuna ve enine donatı çapı,
- Boyuna donatının kenetlenme dayanımı,
- Plastik mafsal bölgesindeki kayma gerilme seviyesi

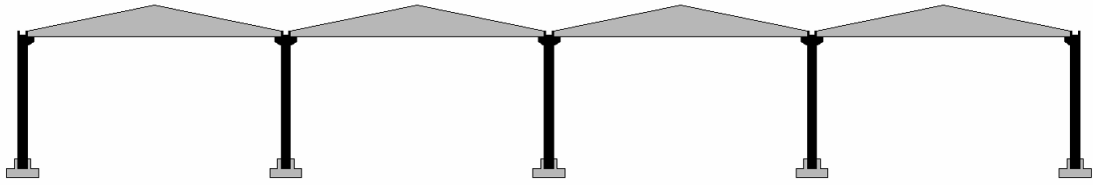
Plastik mafsal boyunun uzunluğu ilgili literatürde çalışmalar yapılmış (Baker ve Amarakone 1964, Mattock 1967, Park ve diğ. 1982, Paulay ve Priestley 1992, Sheikh ve Khoury 1993) ve bir takım denklemler önerilmiştir. Ancak tez kapsamında prefabrik yapılarda yer alan narin kolonların plastik mafsal boyunun uzunluğu ile ilgili çeşitli araştırmacılar (Park R ve Paulay T. 1975, Moehle 1992, Fischinger ve

diğ. 2008) tarafından önerilen ve DBYBHY 2007, Bölüm 7’de yer alan yığılı plastik davranış modeli kullanılmış ve plastik mafsallı uzunluğunun hesabı için ilgili deprem yönündeki kesit boyutunun yarısı alınmıştır.

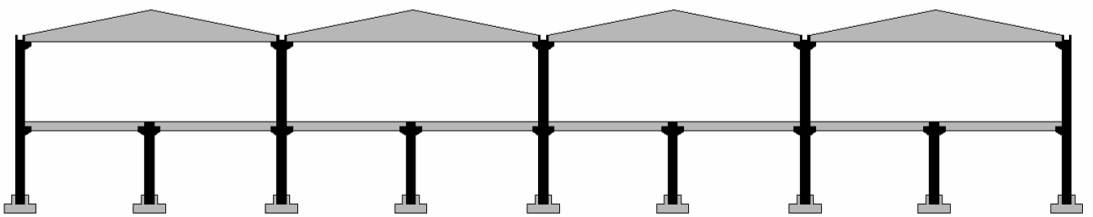
### 3.3 Prefabrik Binaların Taşıyıcı Sistem Modellerinin Hazırlanması

Bu bölümde toplanan bilgiler kullanılarak prefabrik binaları temsil eden taşıyıcı sistem modelleri hazırlanmıştır. Envanter çalışması sırasında yapılan tespitler, bilgilerine ulaşılan tüm prefabrik binaların tamamının mafsallı birleşimlere sahip olduğunu göstermiştir. Birleşimleri ile ilgili proje verilerine ulaşılamayan yapıların ise mafsallı birleşime sahip olduğu yerinde yapılan incelemeler ile belirlenmiş ve bina modelleri buna göre hazırlanmıştır.

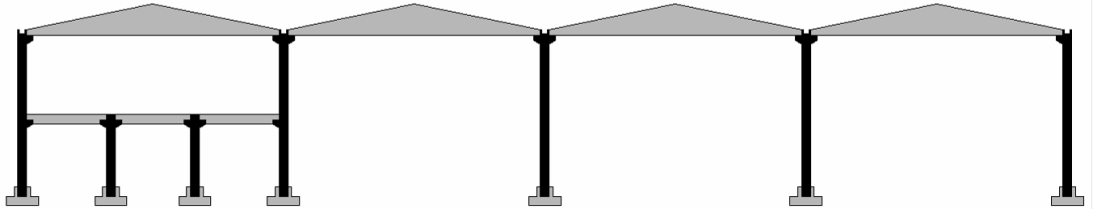
Prefabrik sanayi yapıları için yapılan proje ve saha çalışmaları sonucunda bu yapıların özellikle birbirini takip eden benzer çerçevelerden oluştuğu gözlenmiştir. Bu durum prefabrik yapıların davranışlarını temsil eden çerçeve modellerin kullanılmasına olanak tanımaktadır. Bu sayede prefabrik yapıların yapısal modelleri hazırlanırken davranışı temsil eden çerçeveler kullanılmış ve kapasite eğrileri elde edilmiştir. Şekil 3.6, Şekil 3.7 ve Şekil 3.8’de prefabrik sanayi yapılarının tipik taşıyıcı sistem modelleri gösterilmiştir.



Şekil 3.6: Tek katlı prefabrik yapıların taşıyıcı sistem modeli



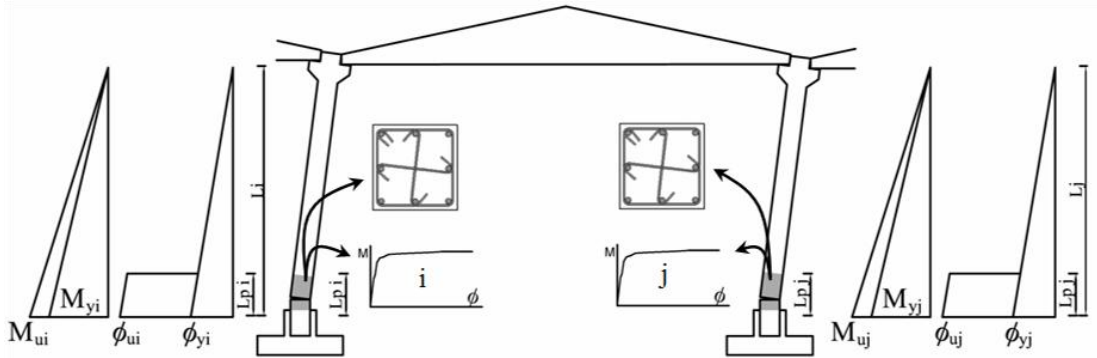
Şekil 3.7: İki katlı prefabrik yapıların taşıyıcı sistem modeli



**Şekil 3.8:** Karma prefabrik yapıların taşıyıcı sistem modeli

DOSB’de yapılan incelemelerde iki katlı yapıların kendi arasında farklılık gösterebildiği gözlenmiş (Şekil 3.8) ve bu tür yapılar karma prefabrik sistemler olarak adlandırılmıştır. Prefabrik yapıların işletmenin durumuna göre makas açıklığının bir ya da birkaç tanesinin iki katlı olarak inşa edildiği ve bu alanların çoğunlukla idari veya ofis gibi amaçlar için kullanıldığı tespit edilmiştir. Tez kapsamında bu şekilde karma sisteme sahip olan yapılara ayrı bir isim verilmemiş ve iki katlı yapılar ile birlikte değerlendirilmiştir.

DOSB’de yer alan tipik tek katlı ve mafsallı bir bina örnek olarak seçilmiş ve seçilen bu binanın hazırlanan taşıyıcı sistem modelinin görünümü Şekil 3.9’da verilmiştir. Konsol şeklinde çalışan prefabrik kolonların her birinde kolon yüksekliği boyunca meydana gelen eğilme momentlerinin ve eğriliklerin değişimi ile kolon tabanlarında oluşan plastik mafsal bölgelerinin konumu yine aynı şekil üzerinde gösterilmiştir.



**Şekil 3.9:** Tek katlı prefabrik yapı çerçevesini oluşturan kolonların davranışı

Prefabrik bina modellerinin hazırlanmasından sonra taşıyıcı elemanların moment-eğrilik analizinde kullanılacak olan aksenal kuvvet değerleri hesaplanmıştır. Bu amaçla binaya etkiyen düşey yükler tespit edilmiş (makas, aşık, oluk, kaplama ağırlığı, kar yükü) ve binaya etkilmiştir. Yapıya etkiyen düşey yükler ölü ve

hareketli yüklerin bir katsayı (hareketli yük katsayısı) ile çarpılarak toplanması ile elde edilmiştir. Bu çalışmada hareketli yük katsayısı (n) 0.3 alınmıştır.

### 3.4 Prefabrik Kolonların Plastik Mafsal Özelliklerinin Belirlenmesi

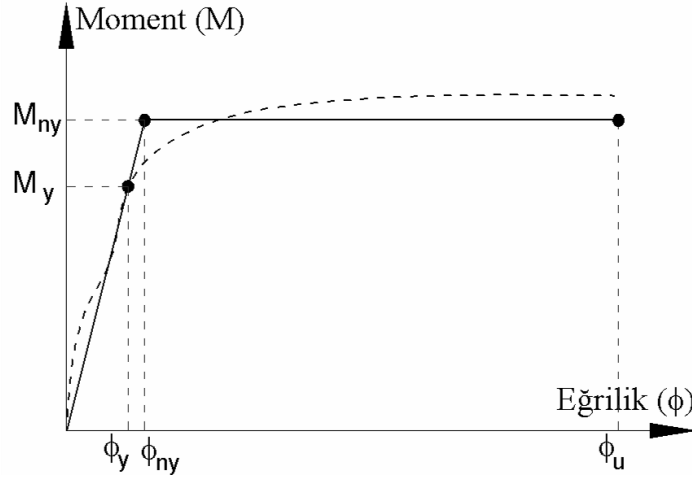
Yapısal özellikleri ve eksenel kuvvetleri belirlenen prefabrik kolonların akma ve nihai (maksimum) deformasyon kapasiteleri moment-eğrilik analizleri ile belirlenmiştir. Beton davranışının analizlerde kullanılabilmesi amacıyla, deneysel sonuçlara göre elde edilmiş sargılı beton davranış modelleri bulunmaktadır. Literatürde yaygın olarak kullanılan sargılı beton modelleri Sheikh-Uzumeri (Sheikh ve Uzumeri 1982), Geliştirilmiş Kent-Park (Park ve diğ 1982), Mander (Mander ve diğ. 1988) ve Saatçioğlu-Razvi (Saatçioğlu ve Razvi 1991) modelleridir. Analizler sırasında sargılı beton davranışı geliştirilmiş Kent ve Park Modeli (Park ve diğ. 1982) ile temsil edilmiştir.

Prefabrik sanayi yapısının taşıyıcı sistemini meydana getiren her bir kolonun analizinden elde edilen moment-eğrilik grafiğinin tipik olarak gösterimi Şekil 3.10'da verilmiştir. Dayanım kapasitesine ulaşan kolon kesitleri çekme bölgesinde bulunan donatıların uzaması ile plastik deformasyon yapmakta ve sünek bir davranış göstermektedir.

Hesaplamalar sırasında kolaylık sağlaması için moment eğrilik grafikleri iki doğrulu hale getirilerek idealize edilmiştir. Kesitin nominal akma anına karşılık gelen moment ve eğrilik değerleri  $M_{ny}$  ve  $\phi_{ny}$  ile temsil edilmiştir. Kesit akma momentleri hesaplanırken ( $M_{ny}$ ), betondaki birim kısalmanın ( $\epsilon_c$ ) 0.004 olduğu seviye göz önüne alınmıştır. Donatının aktığı ( $\epsilon_s=\epsilon_{sy}$ ) veya kabuk betonun döküldüğü ( $\epsilon_{cu}=0.002$ ) şekil değiştirme anına (hangisine önce ulaşıyorsa) karşılık gelen eğrilik değerinden ( $\phi_y$ ) geçirilen doğrunun moment kapasitesine ( $M_{ny}$ ) ulaştığı noktadaki eğrilik ise kesitin nominal akma eğriliği ( $\phi_{ny}$ ) olarak tarif edilmiştir. Diğer bir deyişle nominal akma eğriliği (3.7) denklemiyle belirlenmiştir. Takip edilen prosedür ile ilgili ayrıntılar ayrıca (Priestley ve diğ. 2007) tarafından yapılan çalışmada da bulunabilir.

$$\phi_{ny} = \left( \frac{M_{ny}}{M_y} \right) \phi_y \quad (3.7)$$

Betonarme kolon kesitlerinin akma sonrası kalıcı deformasyon bölgesindeki hasar sınırlarının (minimum hasar, güvenlik sınırı ve kesit göçme sınırı) ve hasar bölgelerinin tarifi (minimum, belirgin, ileri hasar ve göçme bölgesi) bir sonraki bölümde verilmiştir. Prefabrik kolonların nihai (kesit göçme sınırı) hasar sınırı için DBYBHY 2007 tarihli deprem yönetmeliğinde verilen şekil değiştirme tabanlı tanımlamalardan yararlanılmıştır.



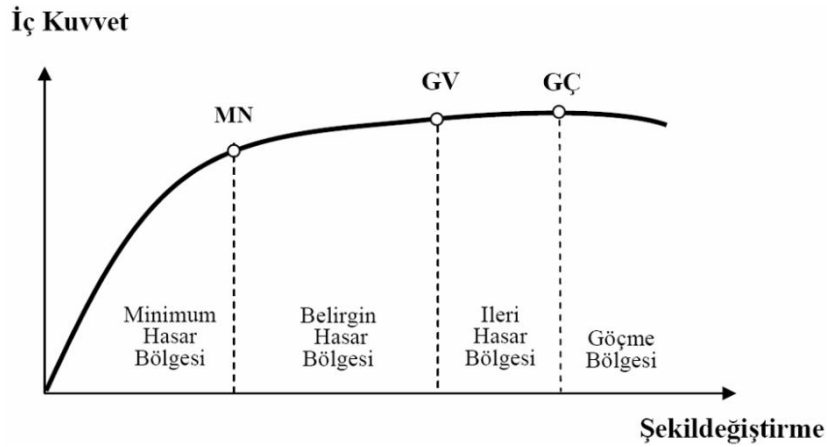
**Şekil 3.10:** Tipik moment-eğrilik ilişkisinin idealize edilmiş iki doğrusu gösterimi

### 3.5 Kesit Hasar Bölgelerinin Belirlenmesi

Binaların deprem performansı belirlenirken öncelikle binanın global kapasitesi (kapasitesi eğrisi) belirlenmekte ve daha sonra sismik tehlikenin büyüklüğüne göre deprem talepleri elde edilerek kapasite ve talep karşılaştırılmaktadır. Yapılan karşılaştırma sonucunda da binanın performans seviyesi belirlenir. Ancak şu gerçek unutulmamalıdır ki herhangi bir yapının performans seviyesi aynı zamanda o yapıyı oluşturan taşıyıcı elemanların (kolon, kiriş perde) kapasitelerinden doğrudan etkilenmektedir. Dolayısıyla her ne kadar bina kapasite eğrisinin belirlenmesi öncelikli hedef olsa da binanın taşıyıcı elemanlarının kesit kapasiteleri (hasar sınırları ve bölgeleri) belirlenmelidir.

Kesit hasar bölgelerinin ve sınırlarının belirlenmesi amacıyla ülkemizde olduğu gibi tüm dünyada da çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar neticesinde kesit hasar bölgelerinin tarifi ilk kez 2007 yönetmeliği (DBYBHY 2007) ile yapılmıştır. 2007 tarihli deprem yönetmeliği ile ortaya çıkan en

köklü değişiklik, mevcut binalarda performans hesabını belirleyen düzenlemelerin bulunduğu 7. bölüm ile ilgilidir. Doğrusal olmayan hesaplar sırasında kullanılan ve betonarme elemanlarda kesit hasar sınırlarının hesabını belirleyen kurallar bu köklü değişikliklere örnek olarak gösterilebilir. Şekil 3.11’de 2007 yönetmeliğinde verilen kesit hasar sınırları ile bu sınırlar arasında kalan kesit hasar bölgeleri gösterilmiştir. Yine aynı yönetmelik hükümlerine göre sözü edilen kesit hasar sınırlarının beton ve donatıda izin verilen şekil değiştirmeler cinsinden ifadesi ise Tablo 3.1’de verilmiştir.



**Şekil 3.11:** DBYBHY 2007’e göre betonarme kesit hasar sınırları ve bölgeleri

Tablo 3.1: DBYBHY-2007’de hasar sınırları için verilen şekil değiştirmeler

Kesit Hasar Sınırı	Beton	Donatı
Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN)	$(\varepsilon_c)_{MN} = 0.0035$	$(\varepsilon_s)_{MN} = 0.01$
Kesit Güvenlik Sınırı (GV)	$(\varepsilon_c)_{GV} = 0.0035 + 0.01\left(\frac{\rho_s}{\rho_{sm}}\right) \leq 0.0135$	$(\varepsilon_s)_{GV} = 0.04$
Kesit Göçme Sınırı (GÇ)	$(\varepsilon_c)_{GÇ} = 0.004 + 0.014\left(\frac{\rho_s}{\rho_{sm}}\right) \leq 0.018$	$(\varepsilon_s)_{GÇ} = 0.06$

Tablo 3.1’de verilen  $\rho_s$ ,  $\rho_{sm}$ ,  $\varepsilon_{cu}$  ve  $\varepsilon_c$  ifadeleri sırasıyla kesitte bulunan hacimsel donatı oranını, kesitte bulunması gereken hacimsel donatı oranını, kabuk ve çekirdekte oluşan beton basınç şekil değiştirmelerini ifade etmektedir.  $\rho_{sm}$  değeri ise yönetmelikte verilen (3.8) ve (3.9) bağıntıları ile hesaplanmaktadır.



$$\rho_{sm} \geq 0.6 \left( \frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right) \left( \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \quad (3.8)$$

$$\rho_{sm} \geq 0.15 \left( \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \quad (3.9)$$

(3.8) ve (3.9) denklemlerinde yer alan ifadeler ise aşağıda verilmiştir;

$A_c$  : Beton kesit alanı,

$A_{ck}$  : Pas payı çıkarılmış çekirdek beton alanı,

$f_{ck}$  : Beton karakteristik basınç dayanımı,

$f_{ywk}$  : Donatı çeliği karakteristik dayanımı.

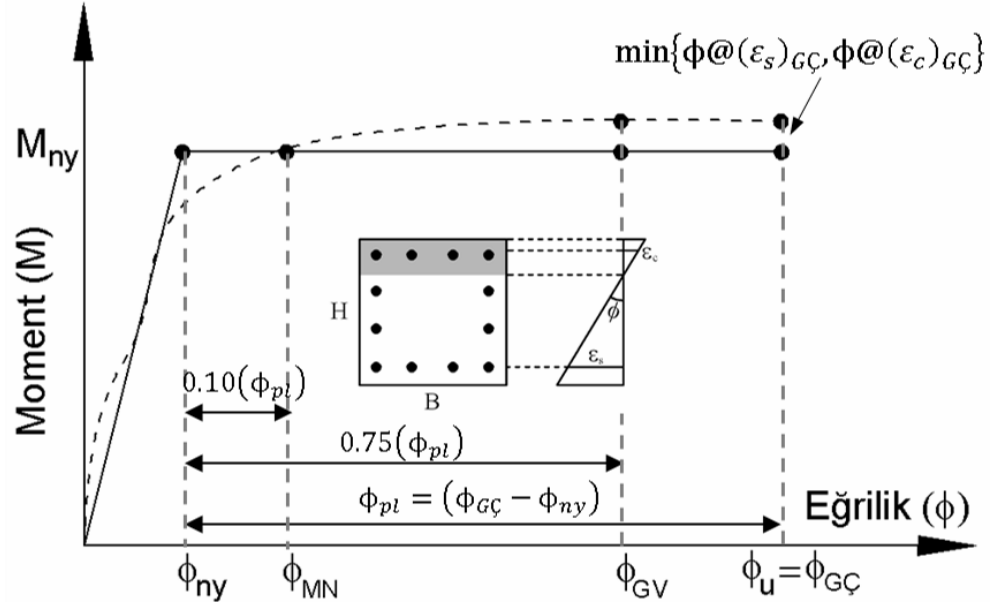
Yukarıda verilen koşulların en elverişsiz olanı seçilerek yönetmelik tarafından önerilen şekil değiştirmeler hesaplanır ve taşıyıcı elemanların eğrilik değerleri elde edilir.

Tez kapsamında prefabrik kolonların göçme sınırı DBYBHY 2007’de tarif edilen şekil değiştirmeler kullanılarak elde edilmiştir. Ancak yönetmelikte verilen minimum hasar (MN) ve güvenlik sınırı (GV) değerleri kullanılmamıştır. Literatürde yapılan çalışmalar (Şenel, 2009, Şenel ve Palanci 2011) DBYBHY 2007’de verilen hasar tariflerinin kimi durumlarda uyumsuz sonuçlar verebildiğini göstermektedir. Ayrıca eleman bazındaki hasarların bina performans sınırları arasındaki ilişkisinin araştırıldığı başka çalışmalar da (Şenel ve diğ. 2013<sup>b</sup>, Şenel ve diğ. 2014) bahsi geçen uyumsuzluğa dikkati çekmiştir. Yapılan tüm bu çalışmalar dikkate alınarak taşıyıcı elemanların diğer kesit hasar sınırları “minimum hasar (MN) ve belirgin hasar (BH)” ise plastik yerdeğiştirme kapasitesi üzerinden tarif edilmiştir. Sonuçta tez kapsamında prefabrik kolonların kesit hasar sınırları (3.10)~(3.12) denklemleri kullanılarak hesaplanmış ve hasar sınırlarının tipik olarak gösterimi Şekil 3.12’de verilmiştir.

$$\Phi_{pl} = (\Phi_{GÇ} - \Phi_{ny}) \quad (3.10)$$

$$\phi_{MN} = \phi_{ny} + 0.10(\phi_{G\zeta} - \phi_{ny}) \quad (3.11)$$

$$\phi_{GV} = \phi_{ny} + 0.75(\phi_{G\zeta} - \phi_{ny}) \quad (3.12)$$



Şekil 3.12: Tez kapsamında kullanılan kesit hasar sınır ve bölgelerinin gösterimi

### 3.6 Prefabrik Sanayi Yapılarının Kapasite Eğrilerinin Hesabı

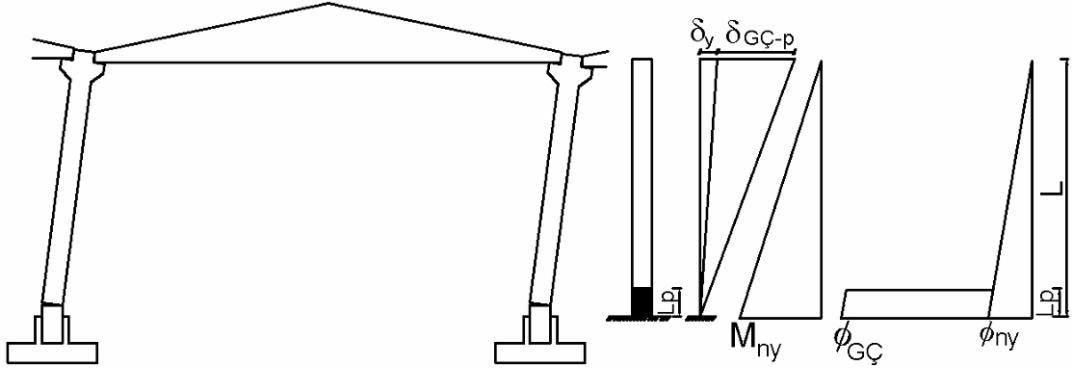
Prefabrik sanayi yapılarının kapasite eğrilerinin belirlenmesi amacıyla yapılması gereken işlem adımları (bkz. Bölüm 3.3, Bölüm 3.4 ve Bölüm 3.5) bölgede bulunan tüm binaların seçilen çerçeveleri için tek tek uygulanmış ve binaların yatay dayanım ve yerdeğiştirme kapasiteleri belirlenmiştir.

Çalışmanın bu bölümünde 98 adet tek katlı prefabrik binanın ve 41 adet iki katlı ve karma prefabrik binanın kapasite eğrisinin elde edilmesi çalışmalarına yer verilmiştir.

#### 3.6.1 Tek Katlı Prefabrik Binaların Kapasite Eğrisinin Belirlenmesi

Tek katlı prefabrik binalardaki kolonların kesit hasar sınırı eğriliklerinin elde edilmesinden sonra, eleman hasar sınırlarının yerdeğiştirmeler cinsinden ifade

edilmesi gerekmektedir. Konsol şeklinde çalışan tek eğrilikli kolonların tabanında meydana gelen plastik mafsallar yardımı ile yerdeğiştirme yapan prefabrik binanın tipik görünüşü Şekil 3.13'te verilmiştir. Akma anına ve kesit göçme sınırına (GÇ) karşılık gelen ve kolon tepesinde meydana gelen yerdeğiştirmeler de yine bu şekil üzerinde gösterilmiştir. Söz konusu yerdeğiştirmelerin hesabı için moment-alan teoremlerinden faydalanılmıştır. Akma anına ve kesit hasar sınırlarına karşılık gelen yerdeğiştirmeler (3.13)~(3.16) denklemleri ile hesaplanmıştır.



**Şekil 3.13:** Prefabrik kolonlarda yerdeğiştirme hesabı

$$\delta_{yi} = \frac{\phi_{nyi} L_i^2}{3} \quad (3.13)$$

$$\delta_{MNi} = \delta_{yi} + (\phi_{MNi} - \phi_{nyi}) L_{pi} (L_i - 0.5L_{pi}) \quad (3.14)$$

$$\delta_{GVi} = \delta_{yi} + (\phi_{GVi} - \phi_{nyi}) L_{pi} (L_i - 0.5L_{pi}) \quad (3.15)$$

$$\delta_{GÇi} = \delta_{yi} + (\phi_{GÇi} - \phi_{nyi}) L_{pi} (L_i - 0.5L_{pi}) \quad (3.16)$$

Böylece prefabrik binayı oluşturan kolonların her biri için MN, GV ve GÇ yerdeğiştirmeleri hesaplanmıştır. Konsol şeklinde çalışan prefabrik kolonların moment kapasitelerine karşılık gelen kesme kapasiteleri ise (3.17) ifadesi ile hesaplanmıştır.

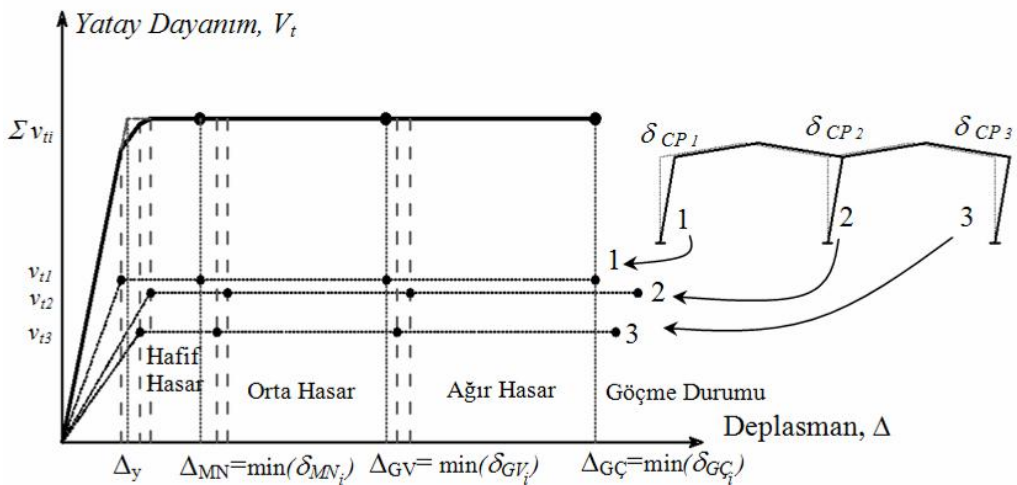
$$v_{ti} = \frac{M_{nyi}}{L_i} \quad (3.17)$$

Kolon kesme kapasitelerinin belirlenmesinden sonra bina yatay dayanım ve yerdeğiştirme kapasiteleri hesaplanmıştır. Konsol şeklinde çalışan prefabrik kolonların tepe noktalarında aynı yerdeğiştirmeleri yaptıkları kabul edilmiş ve bu kabulün sağladığı basitleştirmeden yararlanılarak prefabrik binanın taban kesme kuvvet kapasitesi, kolonların kesme kapasitelerinin toplanması ile hesaplanmıştır. Yapılan işlemin matematiksel gösterimi (3.18)'de verilmiştir.

$$V_t = \sum_{i=1}^{nk} v_{ti} \quad (3.18)$$

Bina performans seviyeleri ve bu seviyelere karşılık gelen yerdeğiştirme sınırlarının hesabı sırasında izlenen yöntem ise şekil 3.14'te gösterilmiştir. Hafif hasar, orta hasar, ağır hasar ve göçme yerdeğiştirme sınırları ( $\Delta_{MN}$ ,  $\Delta_{GV}$  ve  $\Delta_{G}$ ), her bir kolonda meydana gelen  $\delta_{MN}$ ,  $\delta_{GV}$  ve  $\delta_{G}$  yerdeğiştirmelerinin en kuğ göz önüne alınarak belirlenmiştir. Kullanılan yöntemin matematiksel ifadesi (3.19)'da verilmiştir. Binanın akma noktasının ( $\Delta_y$ ) hesabı için ise, kolon akma yerdeğiştirmelerine ( $\delta_{yi}$ ) dayanan kısmen grafiksel bir yöntem kullanılmıştır. Tek katlı prefabrik sanayi yapılarının titreşim periyotları hesaplanırken, binaya ait kapasite eğrisinin elastik bölgedeki eğimi dikkate alınmıştır.

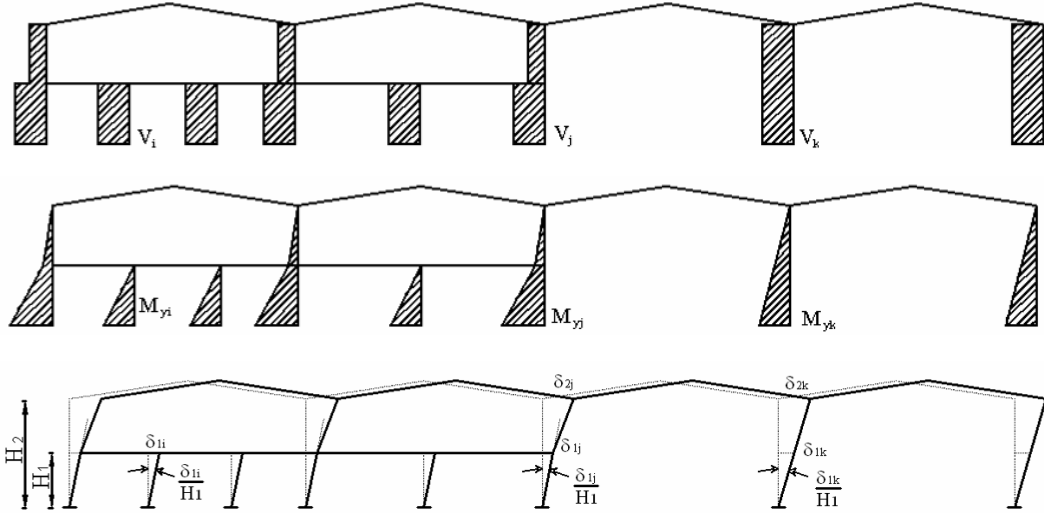
$$\Delta_{MN,GV,G} = \min(\delta_{MNI,GVi,Gi}) \quad (3.19)$$



**şekil 3.14:** Tek katlı prefabrik binalarda kapasite eğrisi ve hasar bölgelerinin belirlenmesi

### 3.6.2 İki Katlı Prefabrik Yapıların Kapasite Eğrisinin Belirlenmesi

Daha önceki bölümlerde de açıklandığı gibi, tek katlı ve iki katlı prefabrik bina kolonlarının plastik mafsallık özelliklerinin hesabı için takip edilen yol oldukça benzerdir. Her iki durumda da kolon kesitlerine ait dayanım ve deformasyon kapasiteleri moment-eğrilik analizleri ile belirlenmektedir. Tek katlı binaların kapasite eğrileri hesaplanırken, bu binaları oluşturan kolonların konsol şeklinde çalışıyor olmasından kaynaklanan avantaj kullanılmıştır. Çok katlı prefabrik sanayi yapıların bu durum bir miktar farklıdır. Birleşimleri mafsallı ve çok katlı bir prefabrik binanın kolonlarında meydana gelen kesme ve eğilme etkileri ile söz konusu binada oluşan yerdeğıştirmelerin şematik olarak gösterimi Şekil 3.15'te verilmiştir.



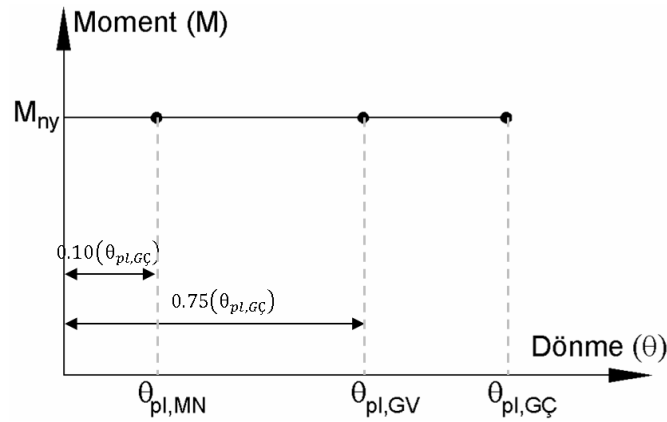
**Şekil 3.15:** İki katlı prefabrik sanayi yapılarında kesme, moment ve yerdeğıştirme oluşumu

Şekillerde gösterilen  $M_y$  ve  $V$  ifadeleri kolonların tabanlarında oluşan ve boyuna donatı miktarı ve kolon boyutları tarafından kontrol edilen moment ve kesme kuvveti kapasitesini temsil etmektedir. Boyuna donatı oranı fazla, kesit boyutları büyük olan kolonların moment ve kesme kapasitesi de büyük olmaktadır. Söz konusu şekillerde  $\delta$  ile gösterilen değerler kolonların yerdeğıştirme kapasitelerini temsil etmektedir.

İki katlı prefabrik binaların kapasite eğrilerinin tek katlı prefabrik sanayi yapılarına göre biraz farklı olmasından dolayı işlemleri matematiksel ifadelerle

göstermek yerine bu binaların kapasite eğrisinin hesabı için doğrudan analiz programlarından yararlanılmıştır. Literatürde bu yapıların kapasite eğrilerinin elde edilmesi için yöntem önerilmiş ve yöntem sonuçları ile detaylı analiz sonuçları karşılaştırmıştır (Kalkan 2013). Ancak tez kapsamında iki katlı prefabrik yapıların doğrusal olmayan kapasitelerinin hesabı için SAP2000 (CSI 2000) programı kullanılmıştır.

İki katlı prefabrik sanayi yapılarının kolonlarındaki aksenal kuvvetler hesaplandıktan sonra analiz programına girilmek üzere kolonların moment-dönme eğrileri elde edilmiştir. Ancak taşıyıcı elemanların moment-dönme grafikleri hazırlanırken kullanılan yazılıma uygun olarak plastik dönme değerleri hesaplanmış ve tanımlanmıştır. Analiz programına veri girişinin bu şekilde yapılması gerektiğinden dolayı moment-dönme grafikleri plastik dönme değerleri üzerinden hazırlanmıştır. Şekil 3.16'da analiz programına girilmek üzere hazırlanmış tipik bir moment-dönme eğrisi verilmiştir. Kesit hasar bölgelerinin tarifi Bölüm 3.5, plastik dönme kapasitelerinin hesabı ise Bölüm 3.2'de verilmiştir.



**Şekil 3.16:** İki katlı prefabrik bina kolonlarının tipik moment-dönme ilişkisi

Taşıyıcı elemanların elastik kısmının tanımlanmaması sebebiyle elastik bölge (eğilme rijitliği) rijitliklerinin tarif edilmesi gereklidir. 2007 tarihli deprem yönetmeliğinin 7. Bölümünde eğilme etkisi altındaki elemanların çatlamış kesitleri için efektif eğilme rijitlikleri tanımlanmıştır. DBYBHY 2007' göre kirişlerin eğilme rijitliği 0.4, kolonlar ve perdeler için ise aksenal kuvvet düzeyine göre tanımlanmış eğilme rijitliği ifadeleri verilmiştir. Aksenal yük düzeyi %10'un altında elemanlar için %40, aksenal yük düzeyi %40 ve üstünde olan kolon ve perdeler için ise %80

verilmiştir. Eksenel yük düzeyi %10 ile %40 arasında kalan elemanlar için enterpolasyon yapılabilmektedir.

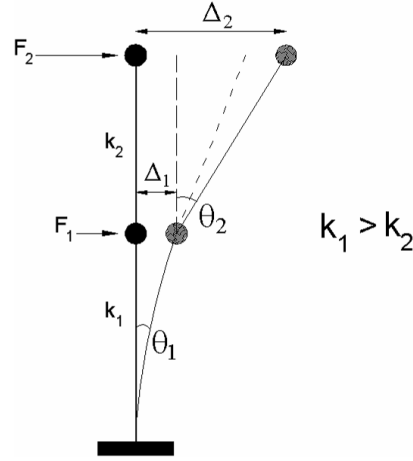
Yapılan analizler sonucunda sınırlı sayıda kolonun eksenel yük düzeyinin %10 ila %40 arasında olduğu gözlenmiştir. Bu durumda DBYBHY 2007'e göre iki katlı prefabrik kolonların çok büyük bir çoğunluğu kiriş gibi varsayılmaktadır. Bu sebeple iki katlı prefabrik sanayi yapılarının efektif rijitliklerinin hesabı için literatürden faydalanılmış ve konu ile ilgili çok sayıda deneysel çalışmalar yapan (Priestley ve diğ. 2007) tarafından önerilen yaklaşım benimsenmiştir. Buna göre eksenel yük düzeyi düşük olan taşıyıcı elemanlar için efektif rijitlik, toplam rijitliğin %50'si olarak alınmaktadır. Dolayısıyla tez kapsamındaki 41 adet binanın efektif rijitlikleri (3.20) denklemiyle hesaplanmıştır.

$$(EI)_e = 0.5(EI)_0 \quad (3.20)$$

İki katlı prefabrik sanayi yapılarının ara kat kirişleri birinci kat seviyesindeki kolonlara yapılan guselere (çoğunlukla pi plak) oturtularak teşkil edilmektedir. Dolayısıyla bu binalar birinci katları mafsallı tasarımılandırılmaktadır. Ancak binanın işletiminden kaynaklanan sebeplerle bu ara katlarda idari alan, ofis veya zaman zaman ağır teçhizatlar kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu yapılar esasen birinci kat hizasında yük bulunan konsol yapı davranışı göstermektedirler. Bu sebeple bu yapılar deprem sırasında ara katlarındaki kütle sebebiyle yatay yük almaktadırlar.

Her iki kat seviyesinde de deprem yüklerinin oluşması sebebiyle bu yapıların birinci ve ikinci kat seviyelerinde farklı görelî ötelenme oranlarının oluşmaktadır “ $\theta_2 > \theta_1$ ” (Şekil 3.17). Bu durum özellikle birinci kat ile ikinci kat arasında rijitlik farkının yüksek olduğu binalarda gözlenmektedir. Dolayısıyla bu binalar için taban kesmesi-yerdeğiştirme kapasiteleri verilirken bu durumun göz önüne alınması gerektiği ve en kritik ötelenme oranlarına sahip olan zemin katın değerlerine bakılarak verilmesi gerektiği belirlenmiştir. Bu yüzden bina hasar sınırlarına karar verilirken en kritik sonuçların meydana geldiği zemin kattaki ötelenme oranlarına bakılmıştır. Başka bir ifade ile kapasiteleri eğrileri düşeyde yatay dayanım oranları yatayda ise zemin kat seviyesinde oluşan ötelenme oranları ile tarif edilmiştir. Kapasite eğrisi üzerinde bulunan hasar sınırlarının belirlenmesi için ise tek katlı prefabrik yapılarda uygulanan yöntem kullanılmıştır. Bölgede bulunan bütün

binaların analizleri için yukarı bahsedilen tüm aşamalar uygulanmış ve binaların statik itme analiz sonuçları değerlendirilerek kapasite eğrileri ve bu eğri üzerindeki hasar bölgeleri (hafif, orta, ağır, göçme) belirlenmiştir.



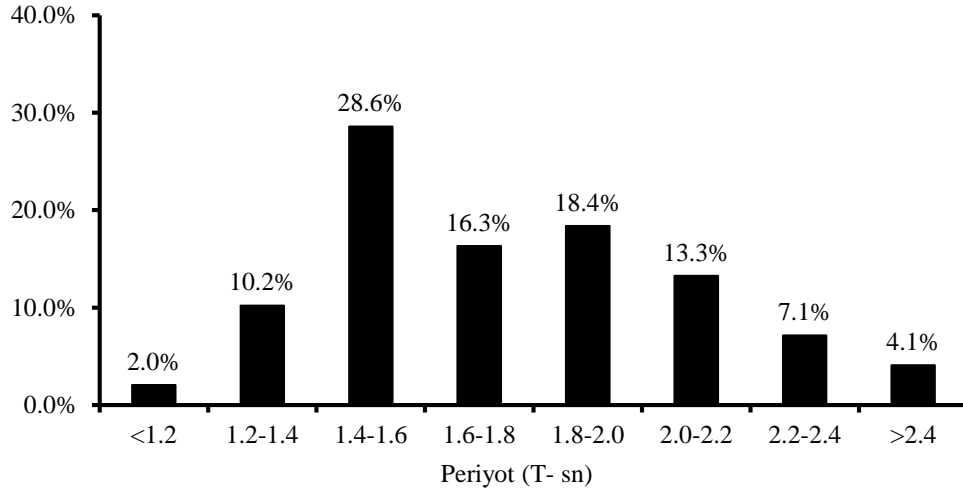
**Şekil 3.17:** İki katlı prefabrik sanayi yapılarında yerdeğiştirme profili

### 3.7 Prefabrik Sanayi Yapılarının Kapasitelerinin Değerlendirilmesi

DOSB’de bulunan ve envanterde bilgileri toplanan tek ve çok katlı prefabrik binaların kapasite eğrileri elde edildikten sonra (kapasite sonuçları ile ilgili bilgiler EK A’da verilmiştir), bu yapılara ait dayanım, rijitlik ve süneklik kapasitelerinin ne durumda olduğu araştırılmıştır. Yatay dayanım oranlarının ( $V_t/W$ ), birinci doğal titreşim periyodlarının ( $T_1$ ) ve süneklik kapasitelerinin ( $\mu_\Delta$ ) dağılımları tek ve çok katlı prefabrik yapılar için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar tek ve çok katlı yapılar için sırasıyla Şekil 3.18-Şekil 3.23’te gösterilmiştir.

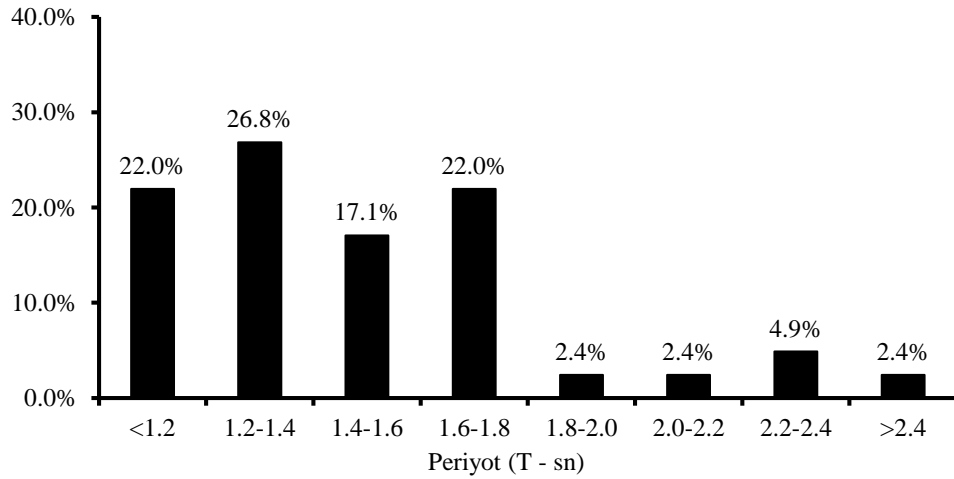
Şekil 3.18’de tek katlı prefabrik sanayi yapılarının titreşim periyotlarının dağılımı verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi binaların periyotlarının tamamı bir saniyenin ( $>1s.$ ) üzerindedir. Binaların çok büyük bir çoğunluğunun 1.4~1.8 saniyeleri arasında olduğu belirlenmiştir. Tek katlı prefabrik sanayi yapılarında titreşim periyotlarının bu denli yüksek oluşu bu binalarda yanal rijitliğin düşük oluşuna işaret etmektedir (Şenel ve Palancı 2013).





**Şekil 3.18:** Tek katlı prefabrik binalarda titreşim periyotlarının dağılımı

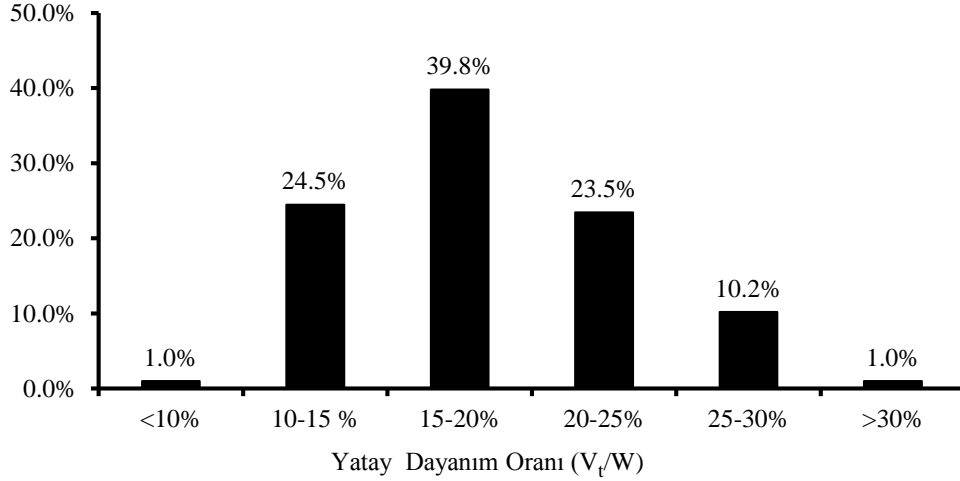
Şekil 3.19’da ise iki katlı prefabrik sanayi yapılarının periyot dağılımı verilmiştir. İki katlı prefabrik sanayi yapılarının titreşim periyotlarının büyük bir çoğunluğu 1~1.8 arasındadır. Prefabrik binaların periyotlarının yüksek olması bu binalarda deprem sebebiyle sismik taleplerin artmasına sebep olmaktadır. Yüksek deprem talepleri ise bu binalarda sıkça gözlenen yanal yetersizlik nedeniyle binaların büyük hasarlar görmesine sebep olmaktadır.



**Şekil 3.19:** İki katlı prefabrik binalarda titreşim periyotlarının dağılımı

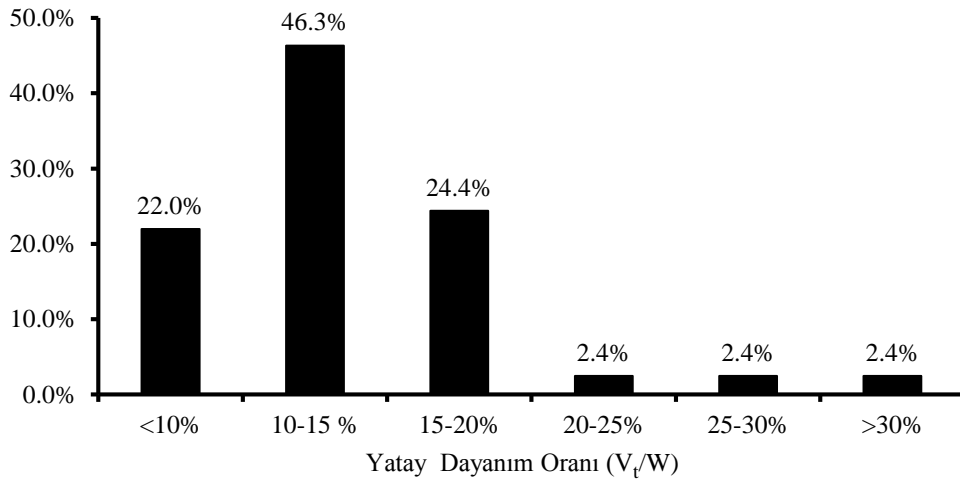
Prefabrik yapılarıdaki periyot dağılımlarının incelemesinden sonra bu binalardaki yatay dayanım oranlarının dağılımı incelenmiştir. Bilindiği gibi yatay dayanım oranının artması bu binalarda hasar görülebilirlikler üzerinde ters orantılıdır. Prefabrik binaların performansları ve hasar görülebilirlikleri üzerinde yapılan çalışmalar özellikle yatay dayanım oranının bina performanslarını olumlu yönde

etkilediğini vurgulamıştır (Şenel ve diğ. 2013<sup>c</sup>, Palanci ve diğ. 2014). Şekil 3.20’de tek katlı prefabrik sanayi yapılarının yatay dayanım oranlarının dağılımı verilmiştir. Elde edilen sonuçlar tek katlı prefabrik binaların yatay dayanım oranlarını çok büyük bir çoğunluğunun %10-%25 arasında olduğunu göstermektedir.



**Şekil 3.20:** Tek katlı prefabrik binalarda yatay dayanım oranlarının dağılımı

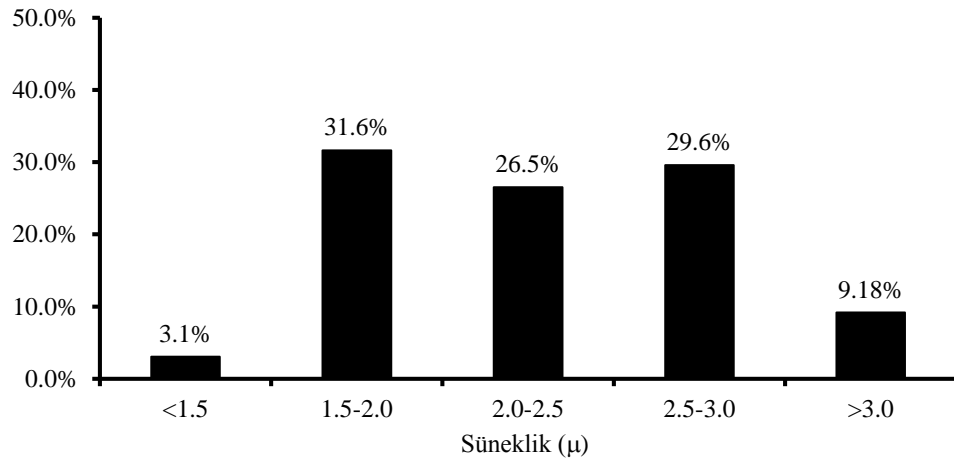
Tek katlı prefabrik sanayi yapıları için elde edilen yatay dayanım oranları iki katlı prefabrik sanayi yapıları için de elde edilmiş ve Şekil 3.21’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar iki katlı prefabrik sanayi yapılarının yatay dayanım oranlarının %10~%25 arasında olduğunu göstermektedir.



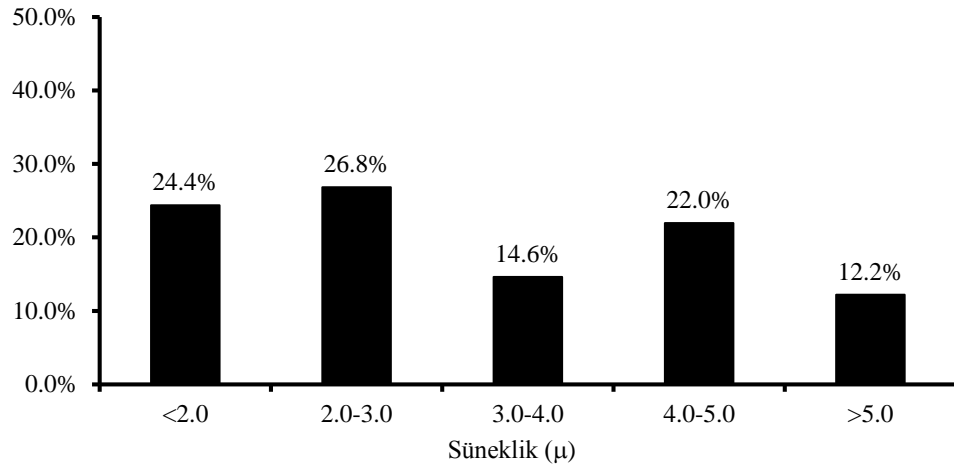
**Şekil 3.21:** İki katlı prefabrik binalarda yatay dayanım oranlarının dağılımı

Binaların yapısal özellikleri hakkında detaylı bir bilgi veren diğer parametre ise bu binalardaki süneklik seviyeleridir. Süneklik, yapının elastik davranış bölgesinden sonra yatay yük taşıma kapasitesini yitirmeden (göçmeden) yapabileceği

yerdeğiştirme miktarı olarak tarif edilebilir. Bu amaçla hem tek hem de çok katlı prefabrik sanayi yapılarının süneklik dağılımları elde edilmiş Şekil 3.22 ve Şekil 3.23'te gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar hem tek katlı prefabrik sanayi yapılarının hem de iki katlı prefabrik sanayi yapılarının süneklik kapasitelerinin 1.5~3.0 arasında olduğunu göstermiştir. Elde edilen süneklik dağılımları incelendiğinde iki katlı prefabrik sanayi yapılarının süneklik seviyelerinin tek katlı binalara oranla daha yüksek olduğunu görölmektedir.



**Şekil 3.22:** Tek katlı prefabrik binalarda süneklik dağılımı



**Şekil 3.23:** İki katlı prefabrik binalarda süneklik dağılımı

### 3.8 Prefabrik Sanayi Yapılarında Yerdeğiştirme Talebinin Hesabı

Prefabrik sanayi yapılarının kapasitelerinin değerlendirilmesinden sonra bu binalarda yerdeğiştirme taleplerinin hesabına geçilmiştir. İleriki bölümlerde

detayları verilecek olan prefabrik binaların hasar görebilirlik eğrilerinin (Bölüm 4) ve hasar olasılık matrislerinin hesabı (Bölüm 5) için çok sayıda doğrusal olmayan taleplerin elde edilmesine ihtiyaç vardır.

Prefabrik binalarda deprem taleplerinin hesabı için detayları önceki bölümlerde verilen doğrusal olmayan dinamik analiz (zaman tanım alanında doğrusal olmayan) yöntemi tercih edilmiştir. Bu tercihin seçimi için birden çok sebep bulunmaktadır. Bu sebeplerinden ilki prefabrik binaların hafif, orta ve şiddetli depremlerde hasar görebilirliklerini ve bunların binaların performanslarını gözlemlemeye ve temsil etmeyi sağlayacak deprem kayıtlarını seçmeye imkan tanınmasıdır. İkincisi prefabrik sanayi yapılarının değişik şiddetteki depremlerde uğrayacağı hasar oranlarının olasılık dağılımını veren hasar olasılık matrislerinin çıkartılmasıdır. Bir üçüncü sebep ise, prefabrik sanayi yapılarında sigorta prim hesabı için kullanılan modelin çeşitli deprem seviyelerindeki oluşma olasılığı ile bu binalarda o şiddetteki hasar oluşma olasılıklarını bir araya getirerek sigorta prim hesap modelini uygulamaya olanak tanınmasıdır. Dolayısıyla seçilen ivme kayıtları envantere bulunan binalara uygulayarak yerdeğıştirmeler cinsinden deprem taleplerini belirlemek gereklidir. Bu yüzden detaylı çalışmalar yapılarak yerdeğıştirme talebinin hesabında kullanılacak ivme kayıtlarının sayısını olabildiğince fazla sayıda tutmak gereklidir.

Yapıların deprem etkisi altındaki davranışlarının belirlenmesi ya da tasarımı amacıyla, zaman tanım alanında doğrusal ve/veya doğrusal olmayan analiz için kullanılan ivme kayıtları, analiz sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Bu sebeple uygun ivme kayıtlarının seçilmesi önemlidir. Genellikle ivme kayıtları üç farklı şekilde: (1) tasarım spektrumları ile uyumlu olacak şekilde yapay olarak, (2) sismik kaynak ve dalga yayılımı özellikleri dikkate alınarak benzetim yolu ile ve (3) gerçek depremlerden elde edilmektedir. (1) ve (2) yöntemleriyle elde edilecek veya oluşturulacak olan kayıtlarla ilgili olarak yönetmeliklerce karar verilmiş genel hükümler var olmamakla beraber elde edilen kayıtların gerçeğe aykırı sonuçlar vermesi mümkün olabilmektedir. Böyle bir durumda en uygun yol, gerçek ivme kayıtlarının kullanılması olacaktır. Çünkü gerçek ivme kayıtları, yer sarsıntısının doğası, genlik, süre, faz ve frekans içeriği gibi özellikleri içermekle

beraber bu kayıtları etkileyen kaynak, yayılım ortamı ve zemin gibi faktörleri de yansıtır.

Gerçek ivme kayıtlarının kullanılmasının binalarda doğrusal olmayan taleplerini elde edilmesinde en uygun yol olduğunun tespiti ile kayıtların seçiminde kullanılacak olan genel parametrelerin ne olması gerektiği ile ilgili çalışmalara geçilmiştir. Bu aşamada literatürde yapılan çalışmalar incelenmiş iki çalışma dikkati çekmiştir (Akkar ve Küçükdoğan 2008, Akkar ve Özen 2005). Yazarlar çalışmalarında özellikle periyodu 1.0 saniyenin üzerinde olan yapılarda doğrusal olmayan yerdeğiştirme talebi ile maksimum yer hızı (MYH) arasında iyi bir ilişkinin olduğunu göstermiştir. İncelenen tek, iki katlı ve karma prefabrik yapı periyotlarının 1s. üzerinde olması, bahsedilen çalışmaların bulgularından faydalanılabileceğine işaret etmektedir. Bu sebeple prefabrik binalarda doğrusal olmayan taleplerin hesabında deprem parametresi olarak MYH göz önüne alınmıştır. Bu aşamadan sonra kayıtların seçimi için hafif, orta ve şiddetli depremleri içeren ve yer hızları 20 cm/s ve üzerinde olan kayıtların seçilmesine özen gösterilmiştir.

İvme kayıtları seçilirken MYH açısından mümkün olduğunca düzgün bir dağılımın oluşmasına özen gösterilmiş ve ivme kayıtlarının belirli bir hız bölgesinde yığılmasına izin verilmemesine özen gösterilmiştir. Başka bir ifade ile bütün hız bölgelerinde benzer sayıda kaydın bulunmasına özen gösterilmiştir. Çalışmanın bu bölümünden sonra yukarıda bahsi geçen kriterler göz önüne alınarak ivme kayıtlarının seçimi işlemine geçilmiştir.

İvme kayıtlarının seçilmesinden sonra DOSB'de bulunan prefabrik yapıların yerdeğiştirme talepleri tek ve iki katlı binalar için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Tek katlı prefabrik binalar yapısal özelliklerinden kaynaklanan basitlik sebebiyle doğrudan tek serbestlik dereceli sistemler olarak temsil edilebilmektedir. İki katlı binalar ise literatürde bulunan yöntemler kullanılarak tek serbestlik dereceli sistemlere dönüştürülmüş ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlere tabi tutulmuştur.

### 3.8.1 İvme Kayıtlarının Seçimi

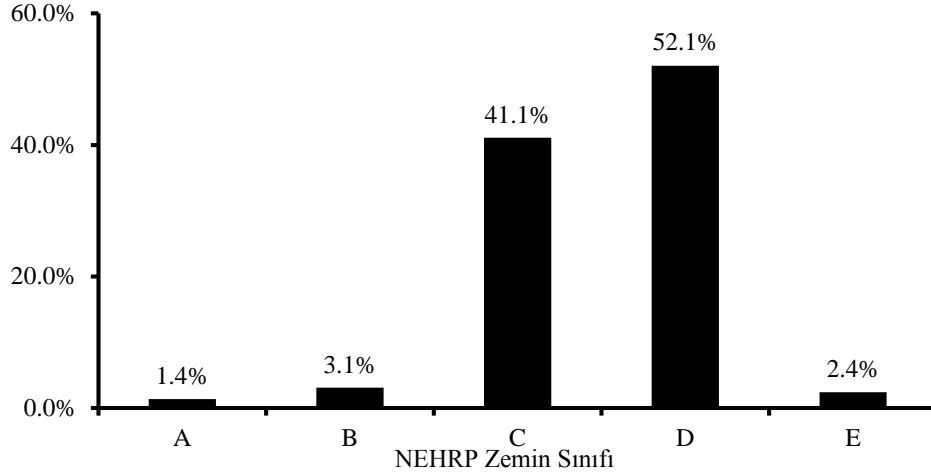
Prefabrik binalarda çok sayıda deprem talebinin elde edilmesi ve sonuçlar üzerinde istatistiksel olarak anlamlı değerlendirmeler yapabilmek amacıyla mümkün olduğu kadar çok sayıda ivme kaydı seçilmiştir. İvme kayıtları PEER “Pasific Earthquake Engineering Reseach Center” kuvvetli yer hareketi veri tabanından (<http://peer.berkeley.edu/smcat>) alınan 28 depremden oluşmaktadır. Doğrusal olmayan dinamik analiz hesaplarında ise 28 depremden alınan toplam 364 adet ivme kaydı kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler seçilen depremlerin büyüklüklerinin 5.4-7.7 arasında değiştiğini göstermektedir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Seçilen ivme kayıtlarının isimleri ve deprem büyüklükleri

No	Tarih	Deprem Adı	Mw	No	Tarih	Deprem Adı	Mw
1	1992/04/25	Cape Mendocino	6.19	15	1989/10/18	Loma Prieta	6.93
2	1999/09/20	Chi-Chi, Taiwan	7.62	16	1980/05/27	Mammoth Lakes	5.94
3	1983/05/02	Coalinga	6.36	17	1984/04/24	Morgan Hill	6.19
4	1979/08/06	Coyote Lake	5.74	18	1985/12/23	Nahanni, Canada	6.76
5	1999/11/12	Duzce, Turkey	7.14	19	1994/01/17	Northridge	6.69
6	1992/03/13	Erzincan, Turkey	6.69	20	1986/07/08	N. Palm Springs	6.06
7	1976/05/06	Friuli, Italy	6.5	21	1966/06/28	Parkfield	6.19
8	1976/05/17	Gazli, USSR	6.8	22	1971/02/09	San Fernando	6.61
9	1979/10/15	Imperial Valley	6.53	23	1988/12/07	Spitak, Armenia	6.77
10	1980/11/23	Irpinia, Italy	6.9	24	1987/11/24	Superstitt Hills(B)	6.54
11	1995/01/16	Kobe	6.9	25	1978/09/16	Tabas, Iran	7.35
12	1999/08/17	Kocaeli, Turkey	7.51	26	1980/06/09	Victoria, Mexico	6.33
13	1992/06/28	Landers	7.28	27	1981/04/26	Westmorland	5.9
14	1980/01/24	Livermore	5.8	28	1987/10/01	Whittier Narrows	5.99

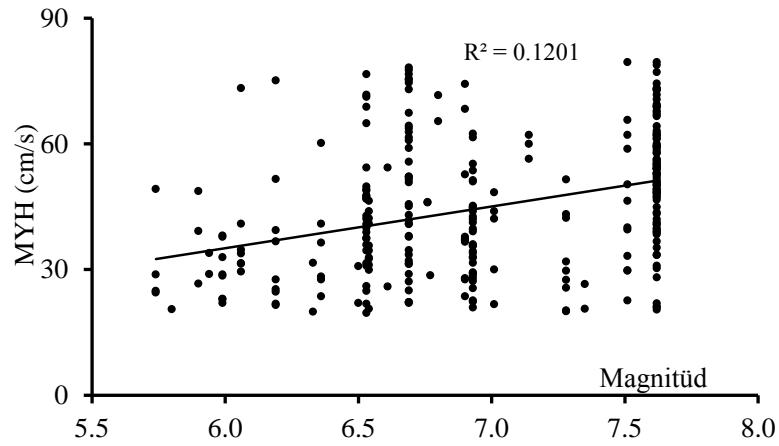
Seçilen 28 depremden 292’si orijinal kayıt olarak alınmış ve 72 kayıt ise özellikle MYH’nin büyük değerleri için gerekli sayıda veri oluşturmak amacıyla ölçeklendirilerek büyütülmüştür ve toplamda 364 adet ivme kaydı elde edilmiştir. Ölçekleme için kullanılan maksimum katsayı 1.54’tür. Kullanılan orijinal 292 ivme kaydının hangi tür zeminler üzerinden alındığını belirlemek amacıyla NEHRP “National Earthquake Hazards Reduction Program” zemin sınıfları dikkate alınmıştır. Buna göre zeminler kayma dalgası hızına ( $V_{S30}$ ) göre A, B, C, D ve E olmak üzere 5 sınıfa ayrılmıştır. A grubu zeminler  $V_{S30}>1500$  m/s, B grubu zeminler 760-1500 m/s, C grubu zeminler 360-760 m/s, D grubu zeminler 180-360 m/s ve E grubu zeminler  $V_{S30}<180$  m/s olarak tanımlanmıştır. Buna göre 292 orijinal deprem

kaydının zemin sınıfının dağılımı Şekil 3.24'te gösterilmiştir. Elde edilen dağılım kayıtların büyük bir çoğunluğunun C ve D grubu zeminlerden alındığını göstermektedir.



**Şekil 3.24:** Seçilen ivme kayıtlarının zemin sınıfına göre dağılımı

Ayrıca kullanılan orijinal kayıtların magnitüdüleri ile MYH parametreleri arasındaki ilişki araştırılmıştır (Şekil 3.25). Elde edilen sonuçlar kullanılan kayıtların magnitüd değerlerinin MYH ile çok güçlü korelasyona sahip olmadığını göstermiştir.



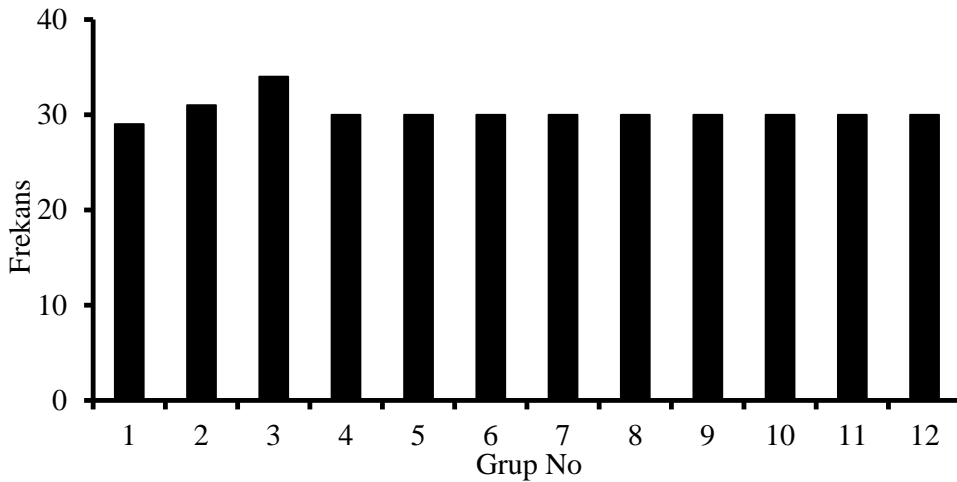
**Şekil 3.25:** Seçilen ivme kayıtlarının magnitüd-MYH dağılımı

Seçilen kayıtlar çeşitli başlıklar altında değerlendirildikten sonra 364 kayıt gruplandırılmıştır. Daha önceden de bahsedildiği gibi kayıtların bir bölgede yığılmasının önüne geçilmek istenmiştir. Bunu gerçekleştirebilmek için seçilen kayıtlar maksimum yer hızlarına göre 12 gruba ayrılmıştır (her grup için MYH aralığı 5 cm/s seçilmiştir). Tablo 3.3'te ivme gruplarına ait kayıtların sayısı ile MYH değerlerinin ortalama ve standart sapması (cm/s), Şekil 3.26'da ise her grupta yer

alan ivme kayıt sayısının frekans dağılımı verilmiştir. Tablo ve şekilden de görüldüğü her aralığa yaklaşık olarak eşit sayıda MYH değeri getirilerek kayıt sayılarının düzgün “uniform” olması sağlanmıştır. Tez kapsamında kullanılan kayıtlar ve kullanılan ölçeklendirmeler EK B bölümünde verilmiştir.

Tablo 3.3: Maksimum yer hızı gruplarına ait özellikler

Grup	MYH Aralığı (cm/s)	Kayıt Sayısı	Ortalama MYH (cm/s)	Std. Sapma
1	20-25	29	21.69	1.21
2	25-30	31	27.31	1.5
3	30-35	34	32.05	1.48
4	35-40	30	37.35	1.49
5	40-45	30	41.77	1.28
6	45-50	30	47.15	1.54
7	50-55	30	52.16	1.47
8	55-60	30	57.18	1.32
9	60-65	30	62.07	1.14
10	65-70	30	67.52	0.97
11	70-75	30	72.55	0.75
12	75-80	30	77.31	1.09



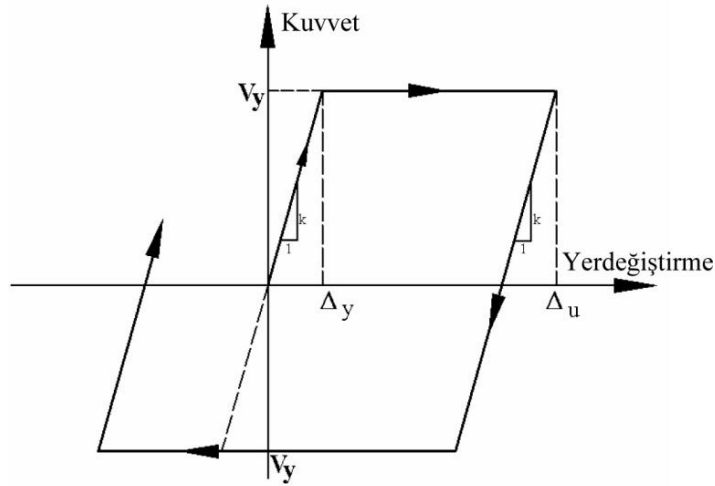
Şekil 3.26: Seçilen Kayıtların maksimum yer hızlarına göre sınıflandırılması

### 3.8.2 DOSB Binalarının Doğrusal Olmayan Dinamik Analizi

Kayıtların seçimi ve farklı deprem seviyelerini için oluşturulan MYH gruplarının belirlenmesinden sonra binalarda oluşan yerdeğiştirme taleplerinin hesabına geçilmiştir. Binaların doğrusal olmayan dinamik analizleri yapılırken bina



davranışı elasto-plastik çevrim modeli ile temsil edilmiştir. Kullanılan çevrim modelinin tipik görünümü Şekil 3.27’de gösterilmiştir.



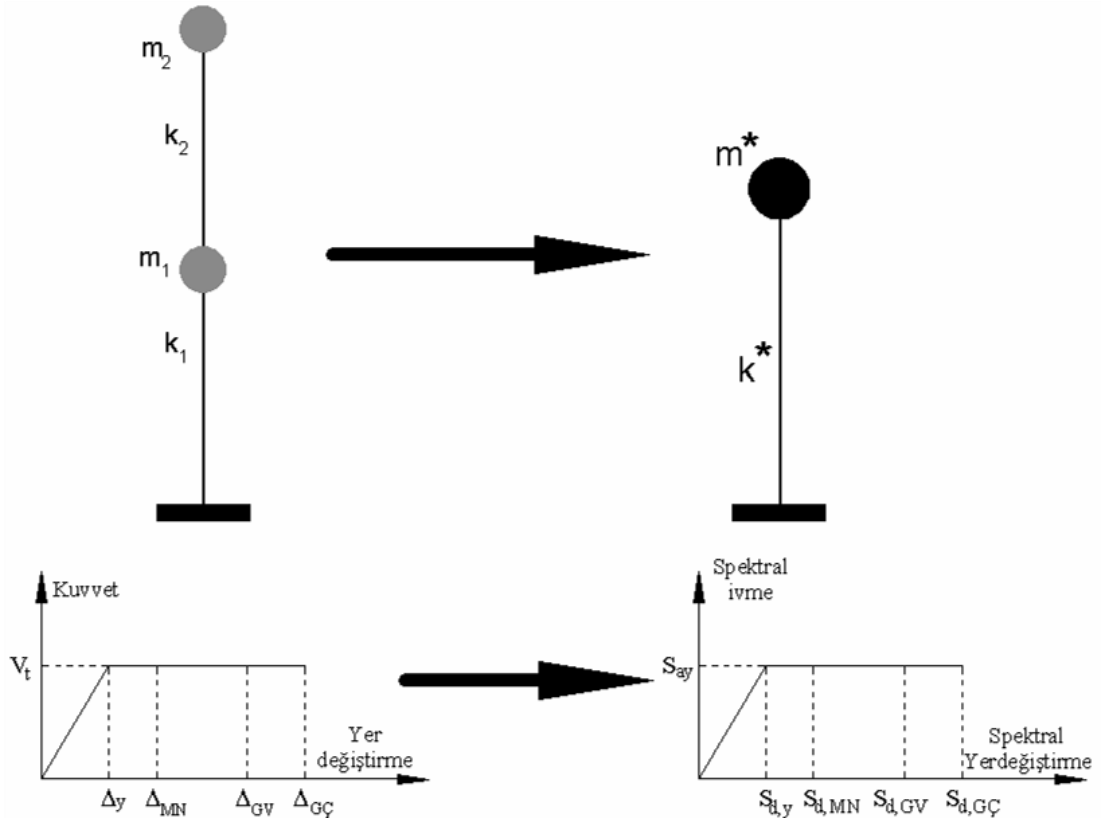
**Şekil 3.27:** Prefabrik binalar için kullanılan tipik çevrimsel davranış modeli

Tez kapsamında tek katlı ve iki katlı prefabrik yapılara ait yatay dayanım oranları bilindiğinden binaların doğrusal olmayan analizi gerçekleştirilebilir. Literatürde doğrusal ve/veya doğrusal olmayan dinamik analizlerin gerçekleştirilmesi için kullanılan çeşitli yazılımlar mevcuttur. DOSB’de bulunan prefabrik binaların doğrusal olmayan analizi için Bispec (Bispec Professional 2.03) programı kullanılmıştır. Analizler sırasında her bina için ayrı ayrı yatay dayanım oranı ve bina periyotları yazılıma girilerek yerdeğiştirme talepleri hesaplanmıştır.

DOSB’de bulunan prefabrik sanayi yapılarının doğrusal olmayan analizleri yapılırken binalar öncelikle tek serbestlik dereceli sisteme çevrilmiş ve analizler gerçekleştirilmiştir. Tek katlı prefabrik yapıların zaten tek serbestlik dereceli olması sebebiyle de bu yapılar için elde edilen talep yerdeğiştirmelerin çevrimine ihtiyaç duyulmamıştır. Ancak iki katlı prefabrik yapıların eşdeğer tek serbestlik dereceli (ETSD) sistemlere çevrilmesi gerekmektedir. İki katlı prefabrik binaların eşdeğer tek serbestlik dereceli sistemlere dönüştürülmesi işlemi (denklem (3.21)-(3.22)) ve bu işlemlerin görsel hali Şekil 3.28’de verilmiştir. Denklemde yer alan PF modal katılım katsayısını,  $g$  yer çekimi ivmesini,  $\phi_i$  i. kattaki modal yerdeğiştirme değerini,  $w_i$  i. katın ağırlığını,  $k_s$  ise binanın kat sayısını ifade etmektedir. temsil etmektedir. Çevrim işlemi ile ilgili detaylı bilgiler literatürde bulunmaktadır (Chopra 2006).

$$PF = \frac{\sum_{i=1}^{ks} (w_i \phi_i) / g}{\sum_{i=1}^{ks} (w_i \phi_i^2) / g} \quad (3.21)$$

$$\alpha_m = \frac{(\sum_{i=1}^{ks} (w_i \phi_i) / g)^2}{(\sum_{i=1}^{ks} w_i / g)(\sum_{i=1}^{ks} (w_i \phi_i^2) / g)} \quad (3.22)$$



**Şekil 3.28:** Çok serbestlik dereceli yapıların çevirimi

İki katlı binalarda PF ve modal kütle katsayısının ( $\alpha_m$ ) belirlenmesinden sonra kapasite eğrilerinin spektral değerler cinsinden yazılarak çeviriminin yapılması gereklidir. Bu işlem için ATC-40'ta (ATC-40 1996) verilen ifadelerden yararlanılmış ve (3.23)-(3.24) denklemleri kullanılmıştır. 3.24 eşitliğinde yer alan  $\Delta_{\text{çatı}}$ , çatı düzlemindeki yerdeğiştirme değerini ifade etmektedir.

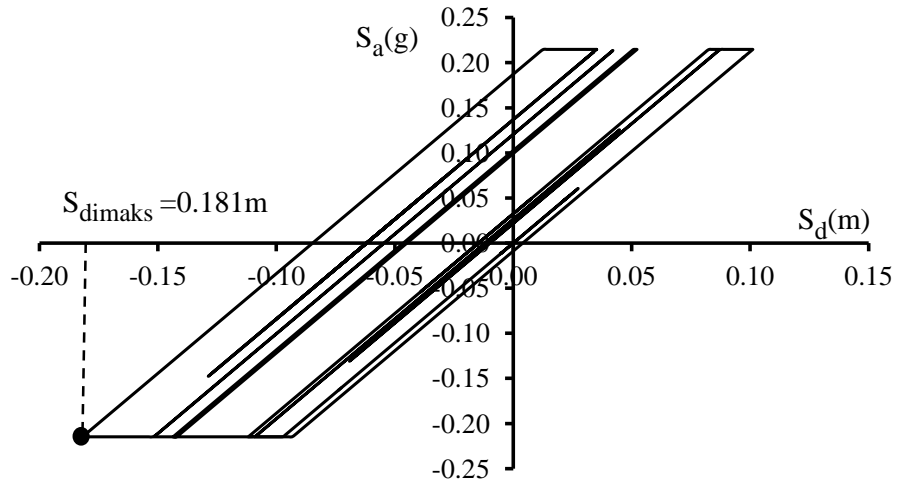
$$S_a = \left( \frac{V_t}{W} \right) \left( \frac{1}{\alpha_m} \right) \quad (3.23)$$

$$S_d = \frac{\Delta_{\text{çatı}}}{PF \Phi_{\text{çatı}}} \quad (3.24)$$

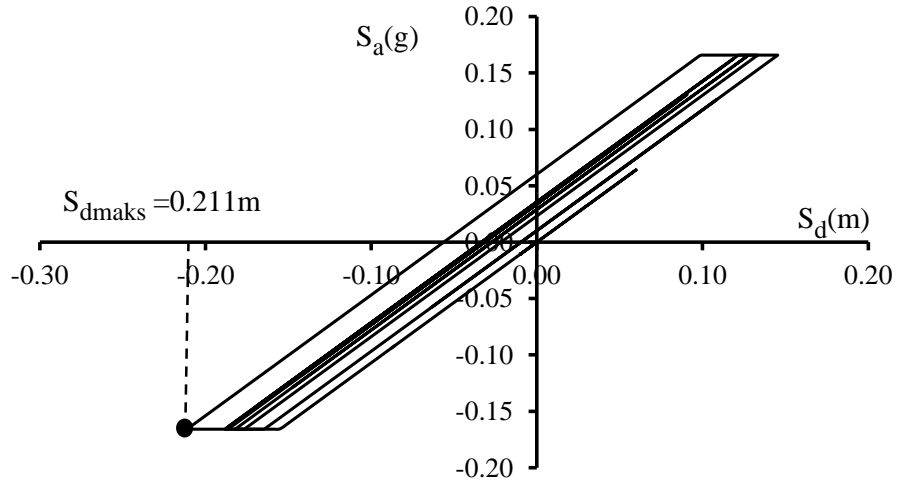
### 3.8.2.1 Tek Katlı Prefabrik Binalarda Yerdeğiştirme Talepleri

DOSB’de yer alan 98 adet tek katlı prefabrik sanayi yapısının 364 ivme kaydı ile analizi sonucunda toplamda 35672 adet doğrusal olmayan yerdeğiştirme talebi elde edilmiştir. Elde edilen taleplerin her bina için gösterilmesi oldukça uzun olacağından bölgede yer alan iki prefabrik yapı seçilmiştir. Seçilen binaların doğrusal olmayan dinamik analizleri neticesinde elde edilen çevirim davranışları gösterilmiş ve talep edilen maksimum (nihai) yerdeğiştirme değeri aynı şekil üzerinde gösterilmiştir.

Yerdeğiştirme taleplerinin gösterilmesi için bölgede bulunan tek karlı T1 ve T50 binaları seçilmiştir. T1 ve T50 binaları 364’er ivme kaydı kullanılarak analiz edildiğinden dolayı elde edilen yerdeğiştirmeler örnek olarak seçilen bir ivme kaydı için gösterilmiştir. Söz konusu binalarda oluşan yerdeğiştirme talepleri hesaplanırken Kocaeli depreminin Yarımca istasyonundan alınan “YPT060” kodlu ivme kaydı kullanılmıştır. T1 ve T50 binaları için elde edilen davranış eğrileri şekil 3.29 ve şekil 3.30’da gösterilmiştir.

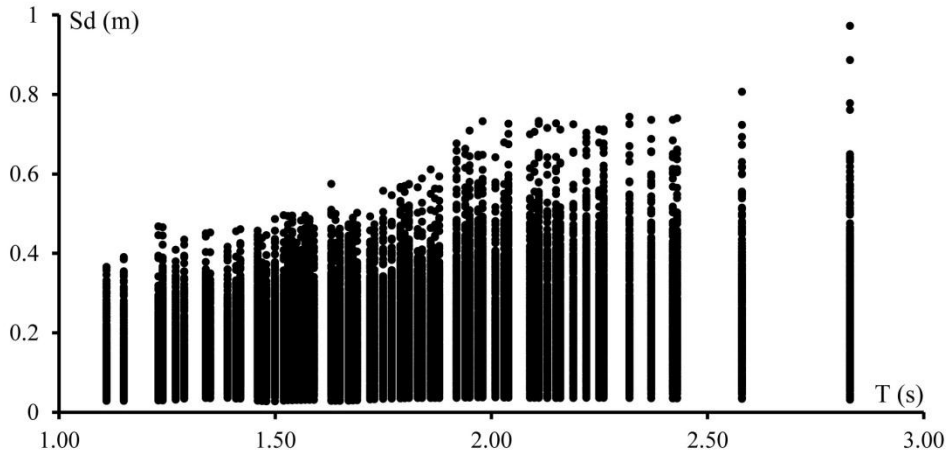


Şekil 3.29: T1 binası dinamik analizi sonucu ve çevirim eğrisi



**Şekil 3.30:** T50 binası dinamik analizi sonucu ve çevirim eğrisi

Şekillerden de görüldüğü her iki örnek bina için elde edilen yerdeğiştirme talepleri ve binaların dinamik analiz sonucu elde edilen davranışları birbirinden oldukça farklıdır. Bu açıdan değerlendirildiğinde doğrusal olmayan dinamik analizin binaların gerçek davranışını yansıtması açısından önemi bir kez daha görülmektedir. Tüm prefabrik sanayi yapılarında elde edilen yerdeğiştirme taleplerinin binaların titreşim periyotlarına göre değişimi Şekil 3.31’de gösterilmiştir.

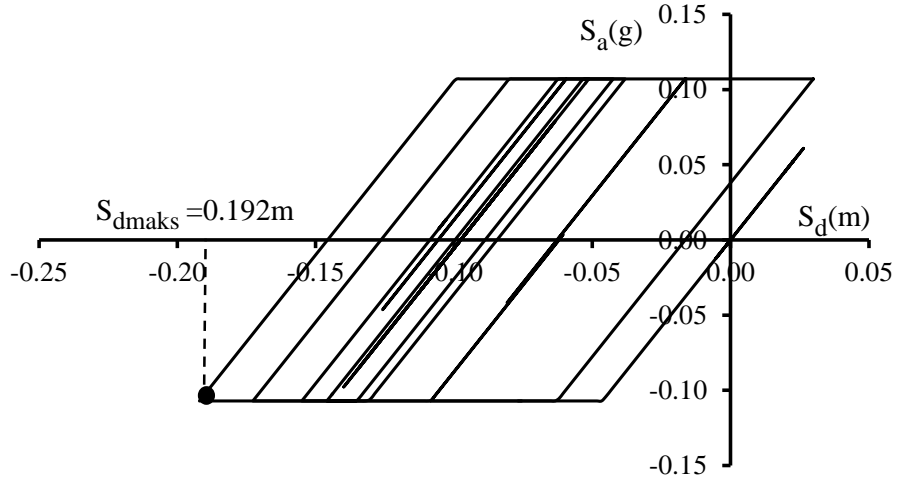


**Şekil 3.31:** Tek katlı prefabrik yapılarda yerdeğiştirme taleplerinin dağılımı

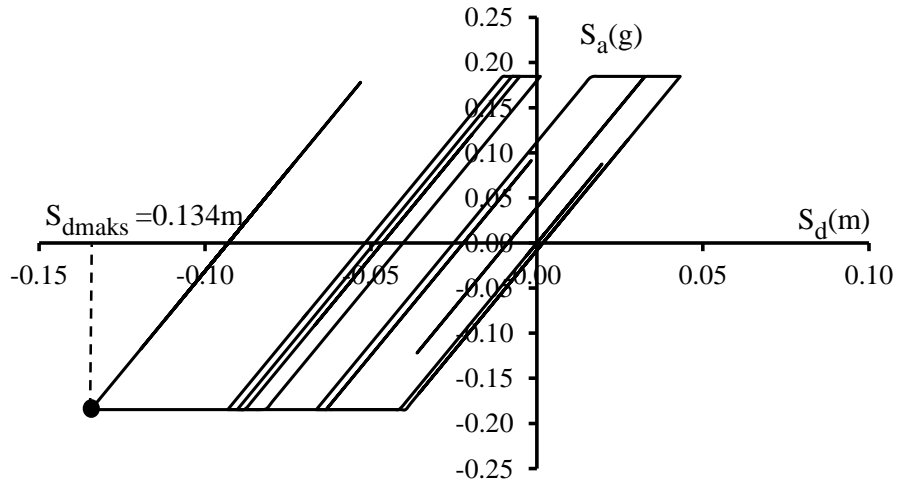
### 3.8.2.2 İki Katlı Prefabrik Binalarda Yerdeğiştirme Talepleri

Bölgede bulunan 41 adet iki katlı prefabrik binanın analizi neticesinde toplamda 14924 yerdeğiştirme talebi elde edilmiştir. Tek katlı binalarda olduğu gibi

iki katlı binalarda da taleplerin gösterimi için iki bina (Ç1 ve Ç30) seçilmiş ve çevrimsel davranışları Şekil 3.32 ve Şekil 3.33'te gösterilmiştir.



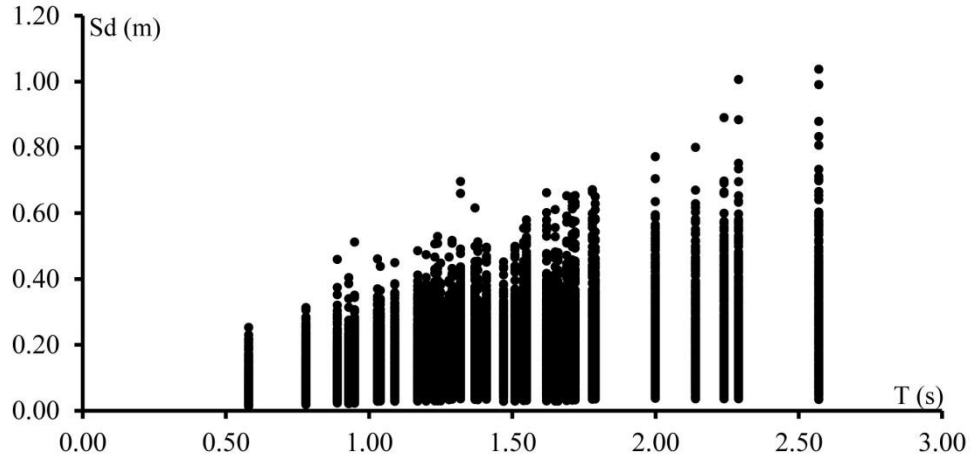
Şekil 3.32: Ç1 binası dinamik analizi sonucu ve çevirim eğrisi



Şekil 3.33: Ç30 binası dinamik analizi sonucu ve çevirim eğrisi

Şekillerde verilen çevirimler bu binaların eşdeğer olarak çevrildiği tek serbestlik dereceli yapılara aittir. Elde edilen yerdeğiştirmelerin çevirimi için seçilen binaların (Ç1 ve Ç30) binaların  $PF\Phi_{çatı}$  değerinin bilinmesi gereklidir. Söz konusu bu değerler her iki bina için sırasıyla 1.694 ve 1.314 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla bu binaların ikinci kat seviyelerinde yerdeğiştirme talepleri 0.325 ve 0.176 m olarak elde edilir. Yapılan bu çevirimler bölgedeki her bina ve her deprem kaydı için aynı yöntem ile hesaplanmıştır.

İki katlı prefabrik sanayi yapılarında elde edilen yerdeğiştirme taleplerinin dağılımlarını incelemek amacıyla bölgede bulunan iki katlı prefabrik yapılarının titreşim periyotları ile tek serbestlik dereceli sistemler üzerinden elde edilen yerdeğiştirme taleplerinin dağılımlarını Şekil 3.34’te gösterilmiştir.



**Şekil 3.34:** İki katlı prefabrik yapılarında yerdeğiştirme taleplerinin dağılımlarını

Tek ve çok katlı prefabrik sanayi yapılarının yerdeğiştirme talepleri incelendiğinde her iki durumda da binalarda oluşan yerdeğiştirme taleplerinin binanın periyodu ile orantılı olarak arttığı görülmektedir. Prefabrik sanayi yapılarının makas düzleminde mafsallı birleşime sahip olması, bu binalarda yüksek periyot değerlerinin elde edilmesi sebep olmaktadır. Yüksek periyot seviyelerinde deprem taleplerinin aşırı artışı ise prefabrik binalarda yanal yetersizlik problemine sebep olabilecek önemli bir etkidir.

## 4. PREFABRİK YAPILARDA HASAR GÖREBİLİRLİK EĞRİLERİ

İnşaat mühendisliği alanında risk, esas itibariyle iki yaklaşım (deterministik, olasılıksal) kullanılarak belirlenmektedir. Tez çalışması kapsamında, hem binalar ile ilgili hasarların belirlenmesinde hem de detayları ileri bölümlerde verilecek olan sigorta prim hesaplarında olasılıksal yöntemlerden faydalanılmıştır. Depremlerin doğasından yapıların yapısal özelliklerinin farklılığından kaynaklanan davranışlarındaki değişkenliğine kadar birçok belirsizliği ve olasılık teorisinin ilkelerini bir araya getirerek binalarda riskleri tahmin etme konusunda hasar görebilirlik eğrilerinden yararlanılmaktadır.

Hasar görebilirlik eğrileri ise belirli bir tehlike seviyesinde belirli bir hasar düzeyine ulaşmanın ya da aşmanın olasılığını tarif etmekte kullanılan eğrilerdir. İncelemeye konu olan prefabrik binalar açısından durumu ele alacak olursak, tehlike ile kastedilen depremdir. Risk altındaki bir binanın hasar görebilirlik eğrisi, bu binada deprem hareketi sebebiyle oluşan yerdeğiştirme taleplerinin, farklı yöntemler kullanılarak önceden belirlenen hasar sınırlarına ait yerdeğiştirme değerlerini aşmasının birikimli olasılığını tarif etmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde hasar görebilirlik eğrileri gelecekte deprem sebebiyle oluşacak kayıpların önceden olasılıksal olarak tahmin edilmesine olanak sağlamaktadır. Mühendislik yapılarının hasar görebilirlik eğrileri elde edilirken genellikle herhangi bir hareketi parametresi seçilir (maksimum yer ivmesi, hızı vb.) ve yapının hasar görebilirlik eğrileri bu yer hareketi parametresine göre türetilir.

Tezin 3.8.1 bölümünde seçilen ivme kayıtları, yer hareketi parametresi (MYH) ve ilgili parametre için oluşturulan gruplarla ilgili bilgiler verilmiştir. Aynı bölümde seçilen kayıtlar kullanılarak prefabrik binalarda elde edilen yerdeğiştirme talepleri ayrıca verilmiştir. Bu bölümde ise, DOSB’de bulunan 98 tek ve 41 iki katlı prefabrik yapının hasar görebilirlik eğrileri türetilmiştir.

## 4.1 Hasar Görebilirlik Eğrileri

Herhangi bir yapının hasar görebilirliği, dikkate alınan farklı seviyelerdeki depremler için yapıda meydana gelebilecek hasar olasılığını ifade eder. Hasar görebilirlik koşullu olarak matematiksel anlamda (4.1) eşitliği ile ifade edilebilir.

$$\text{Hasar Görebilirlik} = P[R > r|I] \quad (4.1)$$

Denklemden yer alan R analiz sonucunda hesaplanmış talebi, r öngörülen hasar seviyesi için yapısal tepkinin sınır değerini ifade etmektedir. I ise yapısal talebin hasar seviyesini aşma olasılığının hesaplanması amacıyla kullanılan yer hareketi parametresini ifade etmektedir. Denklemden yer alan her ifadeye karşılık gelen (yerdeğiştirme, hasar seviyeleri, yer hareketi parametre grupları) değerler önceki bölümlerde belirlenmiştir.

Tez çalışması kapsamında prefabrik sanayi yapılarına ait hasar görebilirlik eğrilerinin elde edilebilmesi için doğrusal olmayan analiz sonuçlarından yararlanılmıştır. Ancak hasar görebilirlik eğrileri geçmiş depremlerden, deney sonuçlarından veya mühendislik birikimlerinin kullanılması yoluyla da elde edilebilmektedir. Bu açıdan bakıldığında hasar görebilirlik eğrileri ampirik ve analitik olarak elde edilmektedir. Tez kapsamında DOSB’de bulunan prefabrik yapıları için elde edilen hasar görebilirlik eğrilerinin yöntem itibarıyla analitik olarak elde edildiği unutulmamalıdır.

### 4.1.1 Lognormal ve Normal Dağılım Fonksiyonları

DOSB’de bulunan prefabrik sanayi yapılarının hasar görebilirlik eğrileri elde edilirken her hasar seviyesine karşılık gelen birikimli olasılıkları veya hasar oranları hesaplanmıştır. Daha sonra bu olasılıklar kullanılarak iki parametrelili lognormal dağılım kabulü ile hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiştir. Lognormal dağılıma ait ortalama ( $\mu$ ) ve standart sapma ( $\sigma$ ) değerleri ise en küçük kareler yöntemi ile belirlenmiştir.



İstatistikte çeşitli alanlarda kullanılan lognormal dağılımlar esasen normal dağılım fonksiyonu ve bu fonksiyonunun parametreleri üzerinden kullanılabilir. Dolayısıyla bu bölümde normal (Gauss) dağılım fonksiyonu ile ilgili bilgilere de yer verilmiştir.

İstatistiksel çalışmaların çok büyük bir çoğunluğunda normal dağılım fonksiyonları kullanılmaktadır. Bilimsel çalışmalarda yapılan deneyler sonucunda karşılaşılan değişkenlerin normal dağılıma uyduğu kabul edilir. Normal (Gauss) dağılıma uyduğu kabul edilen herhangi bir X değişkeninin ortalama ve standart sapması kullanılarak olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF) (4.2) eşitliği ile elde edilir.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2\right]} \quad -\infty < x < +\infty \quad (4.2)$$

Daha öncede bahsedildiği gibi lognormal dağılım, normal dağılım parametreleri üzerinden kullanılabilir. Dolayısıyla herhangi bir X rassal değişkeni için “Y=lnX” dönüşümü uygulanırsa ve Y değişkeninin normale uyduğu kabul edilirse X değişkeninin lognormal dağılım olduğu kabul edilir. Böylece rassal X değişkenine ait olasılık yoğunluk fonksiyonu (4.3) denklemi ile elde edilir.

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right]} \quad x \geq 0 \quad (4.3)$$

(4.3) ifadesinde y değişkeninin ortalama ve standart sapması sırasıyla  $\mu_y$  ve  $\sigma_y$ 'dir. Ayrıca y ve x değişkenlerinin ortalama ve standart sapmaları arasında (4.4) ve (4.5) gösterilen bir ilişki vardır.

$$\mu_y = \ln \left[ \mu_x / \left( \frac{\sigma_x^2}{\mu_x^2} + 1 \right)^{0.5} \right] \quad (4.4)$$

$$\sigma_y = \left[ \ln \left( \frac{\sigma_x^2}{\mu_x^2} + 1 \right) \right]^{0.5} \quad (4.5)$$

Denklem (4.3) ifadesine bakıldığında lognormal dağılımlarda X değişkeninin sıfırdan büyük değerler alması gerektiği koşulu vardır. Çünkü sadece pozitif değerlerin logaritmaları tanımlanmıştır. Lognormal dağılım özelliği gösteren

herhangi bir  $x$  değişkeni için birikimli aşılma olasılığı ise (4.6) ifadesi ile hesaplanmaktadır. Denklemden yer alan “ $\Phi$ ” ifadesi standart normal birikimli dağılım fonksiyonunu ifade etmektedir.

$$\Pr(x) = \Phi \left[ \frac{\ln X - \mu_y}{\sigma_y} \right] \quad (4.6)$$

DOSB’de yer alan prefabrik sanayi yapıların hasar görebilirlik eğrilerinin elde edilmesi için kullanılan MYH parametresinin lognormal dağıldığı kabul edildiğinden dolayı (4.6) ifadesinde verilen  $X$  değişkeni yerine MYH yazılmalıdır. Ayrıca denklemden yer alan ortalama ve standart sapma değerlerinin hesabı en küçük kareler yöntemi ile bölgede bulunan binaların hasar sınırlarının aşılma olasılıkları üzerinden hesaplanacaktır. Sonuçta prefabrik binalarda hasar görebilirlik eğrilerinin hesabı için denklem (4.6) yerine daha genel bir ifade ile (4.7) ifadesi yazılabilir.

$$\Pr = \Phi \left[ \frac{\ln MYH - \mu}{\sigma} \right] \quad (4.7)$$

#### 4.2 DOSB Binalarının Hasar Görebilirlik Eğrileri

Hasar görebilirlik eğrilerinin hesabı için gereken hasar sınırları ve bu sınırlar arasında kalan hasar bölgelerinin hesabı ile ilgili ayrıntılı bilgiler 3.6 bölümünde, çok sayıda deprem kaydını kullanarak prefabrik binalarda yerdeğiştirme taleplerinin hesabına ilişkin takip edilen yöntem ise 3.8.1 bölümünde yer almaktadır. Bu bölümde ise elde edilen bilgiler kullanarak DOSB’de yer alan tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapıları için hasar görebilirlik eğrileri ayrı ayrı elde edilmiştir.

Tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapılarında hasar görebilirlik eğrilerinin nasıl hesaplandığını daha net bir biçimde tarif edebilmek amacıyla envanterde bulunan tek katlı prefabrik binalardan (T1) ve iki katlı prefabrik binalardan (Ç1) örnek olarak seçilmiş ve seçilen binalarda hasar görebilirlik eğrilerinin hesabı için takip edilen işlem adımları gösterilerek uygulanan yöntem açıklanmıştır. Örnek binalar için gösterilen hesap adımları bölgedeki diğer binalar için de uygulanarak tüm binaların hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiştir.

#### 4.2.1 Tek Katlı Prefabrik Binalarda Hasar Görebilirlik Eğrileri

Bu bölümde öncelikle DOSB’de yer alan örnek bir bina (Bina T1) seçilmiş ve bu binaya ait hafif hasar aşılma olasılığını tarif eden hasar görebilirlik eğrisi elde edilmiştir. Hafif hasarı aşmanın olasılığı için kullanılan yaklaşım diğer hasar seviyelerini aşmanın olasılıkları için de kullanılmış ve örnek binanın hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiştir.

T1 binasının yatay dayanım ve görelî ötelenme kapasiteleri Tablo 4.1’de verilmiştir. T1 binasının seçilen örnek bir deprem kaydı için elde edilen yerdeğiştirme talebi önceki bölümlerde (bkz. Bölüm 3.8.2.1) verilmiştir. Ancak binada hafif hasarı aşmanın olasılığını elde edebilmek için tüm deprem kayıtlarının yerdeğiştirme taleplerinin belirlenmesi ve bu taleplerin binanın hasar sınırları ile karşılaştırılması gereklidir. Karşılaştırmalar neticesinde binaya ait hasar sınırlarını aşmanın birikimli olasılıkları bütün MYH grupları için hesaplanmış ve bulunan sonuçlar Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

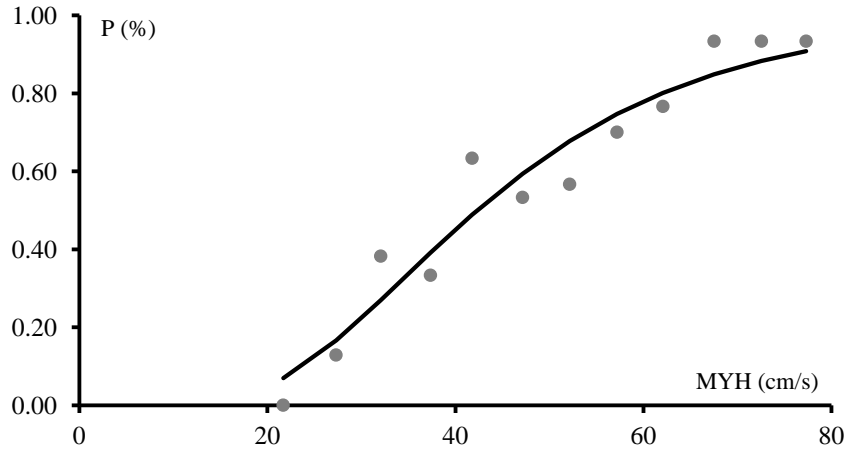
Tablo 4.1: T1 binası kapasite bilgileri

$V_t/W$	$\Delta_y$ (%)	$\Delta_{MN}$ (%)	$\Delta_{GV}$ (%)	$\Delta_{GÇ}$ (%)
0.215	1.389%	1.711%	3.959%	4.823%

Tablo 4.2: T1 binası için aşılma sayıları ve oranları

MYH Grup	Aşılma Sayıları				Aşılma Oranları			
	>Akma	>MN	>GV	>GÇ	>Akma	>MN	>GV	>GÇ
1	4	0	0	0	0.138	0.000	0.000	0.000
2	16	4	0	0	0.516	0.129	0.000	0.000
3	21	13	0	0	0.618	0.382	0.000	0.000
4	15	10	0	0	0.500	0.333	0.000	0.000
5	25	19	0	0	0.833	0.633	0.000	0.000
6	22	16	0	0	0.733	0.533	0.000	0.000
7	21	17	2	0	0.700	0.567	0.067	0.000
8	28	21	2	0	0.933	0.700	0.067	0.000
9	27	23	2	0	0.900	0.767	0.067	0.000
10	28	28	5	0	0.933	0.933	0.167	0.000
11	29	28	7	0	0.967	0.933	0.233	0.000
12	30	28	12	4	1.000	0.933	0.400	0.133

Her hasar bölgesi için (Hafif Hasar, Orta Hasar, Ağır Hasar ve Göçme) elde edilen aşılma olasılıkları kullanılarak hasar görebilirlik eğrilerine en yakın lognormal dağılım eğrisini temsil eden ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sırasında daha önceden de belirtildiği gibi en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Bina T1'in hafif hasarın aşılma olasılığı (>MN) için elde edilen aşılma oranları ve en küçük kareler yöntemiyle noktalar arasından geçirilen lognormal eğri Şekil 4.1'de verilmiştir.

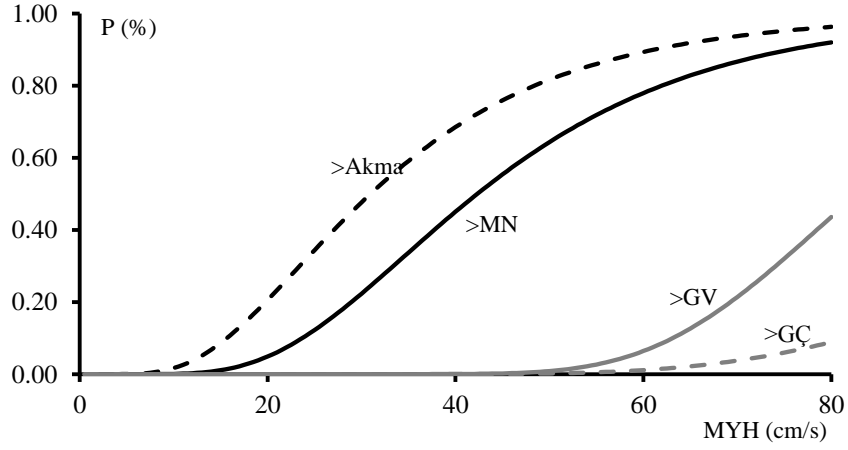


**Şekil 4.1:** T1 binası hafif hasarı aşmanın olasılığını gösteren hasar görebilirlik eğrisi

Yapılan işlem esas itibariyle aşılma oranları arasından geçirilen lognormal eğrinin noktalara olan uzaklıklarının karesinin en küçüklemesidir. Bina T1'in hafif hasarı aşması olasılığı için elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri ise sırasıyla 3.7455 ve 0.4526 cm/s olarak elde edilmiştir. Sonuçta bu hata oranının minimum edilmesi işlemi her hasar seviyesi için tekrarlanmış ve her işlem sonucunda ilgili hasar seviyesi için ortalama ve standart sapma değerleri bulunmuştur. Bina T1'in tüm hasar olasılıkları için elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.3, hasar görebilirlik eğrileri ise Şekil 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.3: T1 binası hasar görebilirlik eğrisi parametreleri

Hasar	Ortalama ( $\mu$ )	Standart Sapma ( $\sigma$ )
>Akma	3.4323	0.5316
>MN	3.7455	0.4526
>GV	4.4162	0.2116
>GÇ	4.7980	0.3087



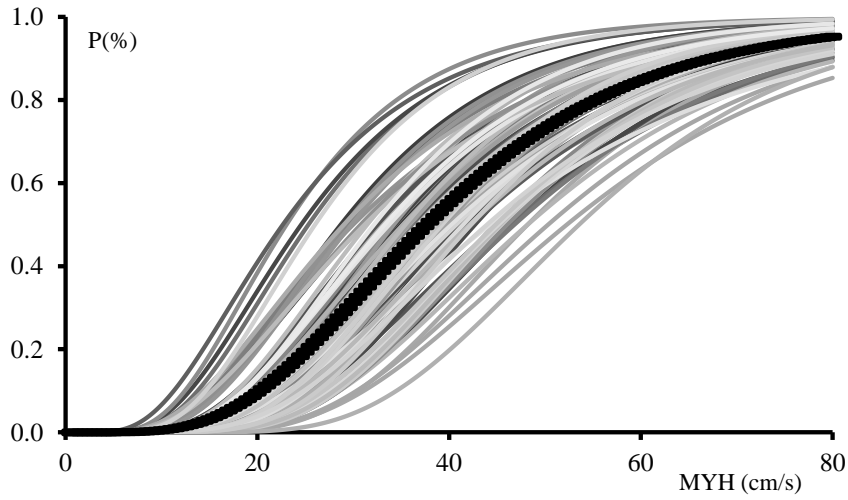
**Şekil 4.2:** T1 binası için MYH bağlı analitik hasar görebilirlik eğrileri

DOSB'deki diğer tek katlı prefabrik binaların hasar görebilirlik eğrilerinin lognormal parametre değerleri ise tezin EK C bölümünde verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi Bina T1 için elde edilen analitik hasar görebilirlik eğrisinin ileri hasar seviyelerine doğru gidildikçe olasılıklar ciddi oranda düşmektedir. Bu durumda Bina T1'in yüksek şiddetli depremlerde göçme olasılığının düşük olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca şekil dikkatlice incelendiğinde hafif hasarı aşma olasılıkları (>MN) ile ileri hasarı aşmanın (>GV) olasılıkları arasında kalan bölge oldukça geniş bir bölgedir. Bu durumda binanın kapasite eğrisi üzerinde yer alan bu hasar sınırlarının belirgin oranda birbirinden ayrıldığına işaret etmektedir.

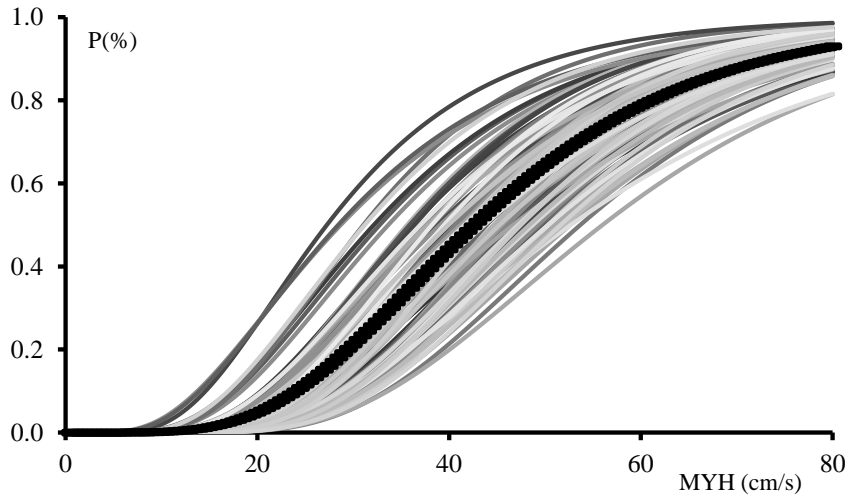
Sonuçta örnek olarak seçilen tek katlı bina için yapılan bu işlemler envantere bulunan tüm tek katlı prefabrik sanayi yapıları için tekrarlanmıştır. Sonuçta, incelenen bütün binalar için akma, MN, GV ve GÇ ile gösterilen hasar sınırlarını aşmanın birikimli olasılıklarını tarif eden lognormal dağılım eğrilerinin ortalama ve standart sapma değerleri elde edilmiştir.

Elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri kullanılarak bölgede bulunan 98 adet tek katlı binanın hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiştir. Tek katlı prefabrik sanayi yapılarının kapasite sonuçlarının da gösterdiği gibi incelenen binaların farklı dayanım, rijitlik ve süneklik kapasitelerine sahip olmaları, bu binalarda benzer deprem talepleri (MYH) altında değişken hasar olasılıklarının oluşmasına sebep olmaktadır. Ortaya çıkan bu değişkenliğin ve saçılımın boyutlarını tarif edebilmek amacıyla tek katlı binaların tümü için benzer hasar sınırlarını aşmanın hasar görebilirlik eğrileri hesaplanmış ve toplu halde gösterilmiştir. 98 adet

tek katlı binada akma, MN, GV ve GÇ sınırının aşılmasını tarif eden eğriler Şekil 4.3~Şekil 4.6'da verilmiştir.

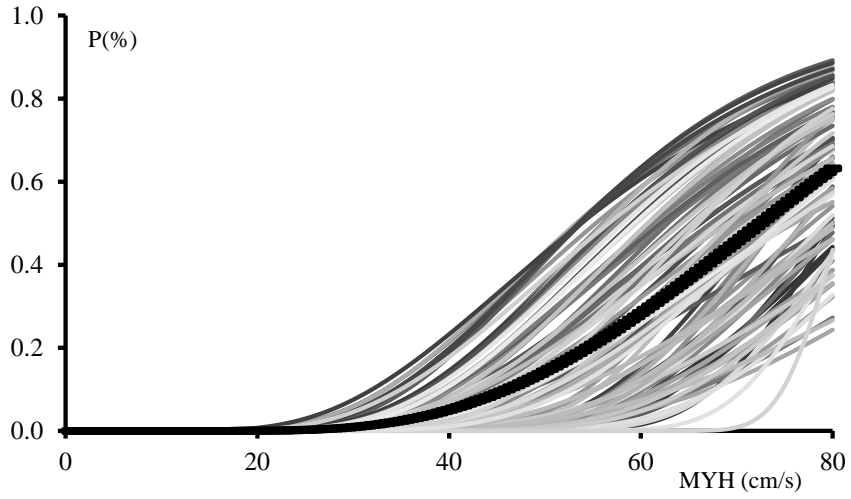


**Şekil 4.3:** Tek katlı prefabrik sanayi yapılarında akmanın aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri

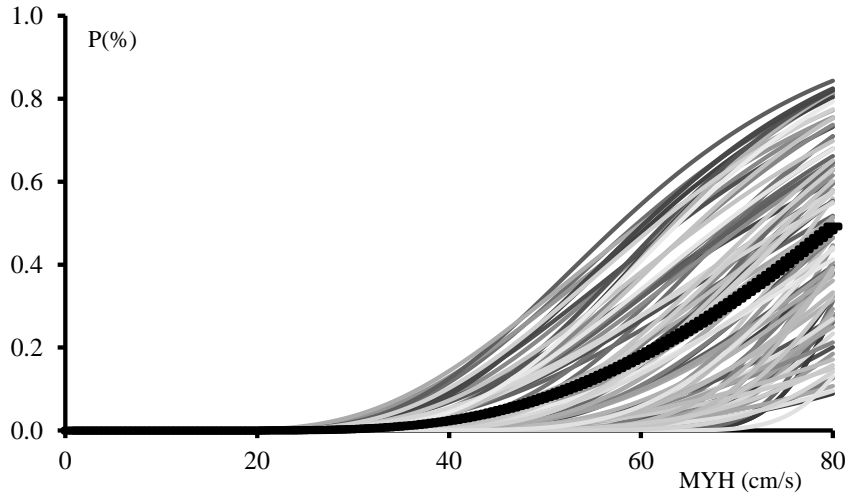


**Şekil 4.4:** Tek katlı prefabrik sanayi yapılarında MN sınırının aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri

Tek katlı prefabrik sanayi yapılarında akma ve hafif hasarın aşılma olasılığı Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Şekillere yakından bakıldığında hasar görebilirlik eğrilerinin özellikle orta seviyedeki depremlerde (30-50 cm/s) yüksek oranda saçılım gösterdiği ve ileri MYH değerlerinde birbirlerine oldukça yaklaştığı görülmektedir. Ayrıca şekilde çizilen siyah koyu renkli çizgi tüm bölge binaları için elde edilen hasar görebilirlik eğrilerinin ortalamasını göstermektedir.



**Şekil 4.5:** Tek katlı prefabrik sanayi yapılarında GV sınırının aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri



**Şekil 4.6:** Tek katlı prefabrik sanayi yapılarında GÇ sınırının aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da gösterilen eğriler incelendiğinde ise binalarda ileri hasar seviyelerine gidildikçe saçılımın çok daha büyük olduğunu ve bu binaların ileri hasar seviyelerindeki hasar görebilirlikleri için ortak bir sonucun çıkarılmasının pek mümkün olmadığı söylenebilir. Elde edilen sonuçlar tek katlı prefabrik sanayi yapılarında özellikle yüksek deprem seviyelerinde hasar olasılıklarının %80'lere çıkabileceğini göstermektedir.

Prefabrik sanayi yapılarının hasar görebilirlik eğrilerindeki yüksek saçılımların, bu yapılar için elde edilecek hasar olasılık matrisleri açısından dikkate alınması (düşünülmesi) gereken bir konu olduğuna işaret etmektedir.

#### 4.2.2 İki Katlı Prefabrik Binalarda Hasar Görebilirlik Eğrileri

İki katlı prefabrik binalarda hasar görebilirlik eğrilerinin hesabı için bölgede bulunan binalardan (Bina Ç30) seçilmiş ve bu binaya ait orta hasarı (>GV) aşmanın olasılığını tarif eden hasar görebilirlik eğrisi elde edilmiştir. Tarifi yapılan hesap adımları diğer hasar seviyelerini aşmanın durumları için de yapılmış ve örnek bina için hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiştir.

Bina Ç30'un yatay dayanım ve görelî ötelenme kapasiteleri Tablo 4.4'te verilmiştir. Bu bina için yapılan dinamik analizler neticesinde elde edilen talepler binanın hasar sınırları ile karşılaştırılarak binaya ait hasar sınırlarını aşmanın birikimli olasılıkları bütün MYH grupları için elde edilmiş ve Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.4: Ç30 binası kapasite bilgileri

$V_t/W$	$\Delta_y$ (%)	$\Delta_{MN}$ (%)	$\Delta_{GV}$ (%)	$\Delta_{GÇ}$ (%)
0.185	0.61%	0.80%	1.88%	2.30%

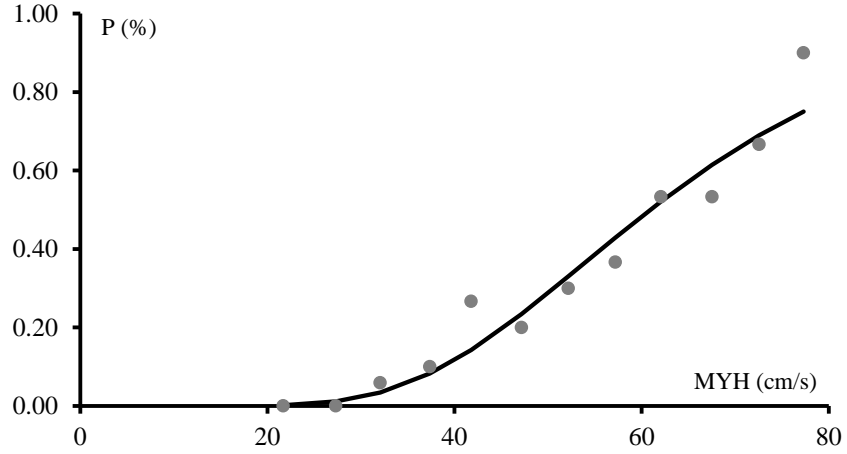
Tablo 4.5: Ç30 binası için aşılma sayıları ve oranları

MYH Grup	Aşılma Sayıları				Aşılma Oranları			
	>Akma	>MN	>GV	>GÇ	>Akma	>MN	>GV	>GÇ
1	12	8	0	0	0.414	0.276	0.000	0.000
2	24	22	0	0	0.774	0.710	0.000	0.000
3	26	20	2	2	0.765	0.588	0.059	0.059
4	27	25	3	1	0.900	0.833	0.100	0.033
5	24	22	8	6	0.800	0.733	0.267	0.200
6	27	25	6	2	0.900	0.833	0.200	0.067
7	28	20	9	5	0.933	0.667	0.300	0.167
8	29	28	11	9	0.967	0.933	0.367	0.300
9	29	29	16	15	0.967	0.967	0.533	0.500
10	30	29	16	14	1.000	0.967	0.533	0.467
11	30	29	20	19	1.000	0.967	0.667	0.633
12	30	30	27	19	1.000	1.000	0.900	0.633

Her hasar bölgesi için (Hafif Hasar, Orta Hasar, Ağır Hasar ve Göçme) elde edilen aşılma olasılıkları kullanılarak hasar görebilirlik eğrilerine en yakın lognormal dağılım eğrisini temsil eden ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır.



Bina Ç30'un orta hasarın aşılma olasılığı (>GV) için elde edilen aşılma oranları ve en küçük kareler yöntemiyle elde edilen lognormal dağılım eğrisinin görünüşü Şekil 4.7'de verilmiştir.

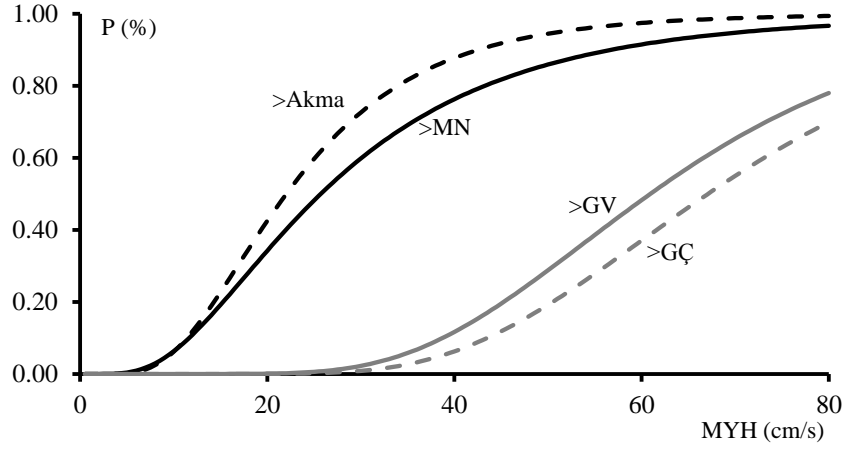


**Şekil 4.7:** Ç30 binası orta hasarı aşmanın olasılığını gösteren hasar görebilirlik eğrisi

En küçük kareler yöntemiyle yapılan hesap sonucunda Bina Ç30'un orta hasarı aşması olasılığı için elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri ise sırasıyla 4.1097 ve 0.3531 cm/s olarak elde edilmiştir. Yapılan işlemlerin diğer hasar seviyeleri için de tekrarlanmasıyla diğer hasarlara ait ortalama ve standart sapma değerleri bulunmuştur. Bina Ç30'un tüm hasar olasılıkları için elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.6, hasar görebilirlik eğrileri ise Şekil 4.8'de verilmiştir. DOSB'deki diğer iki katlı prefabrik binaların hasar görebilirlik eğrilerinin lognormal parametre değerleri tezin EK C bölümünde verilmiştir.

Tablo 4.6: Ç30 binası hasar görebilirlik eğrisi parametreleri

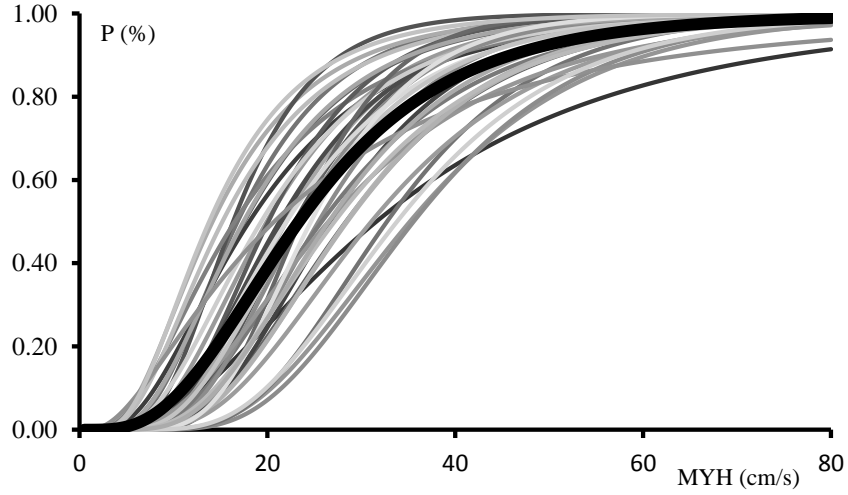
Hasar	Ortalama ( $\mu$ )	Standart Sapma ( $\sigma$ )
>Akma	3.0928	0.5132
>MN	3.2470	0.6178
>GV	4.1097	0.3531
>GÇ	4.2062	0.3377



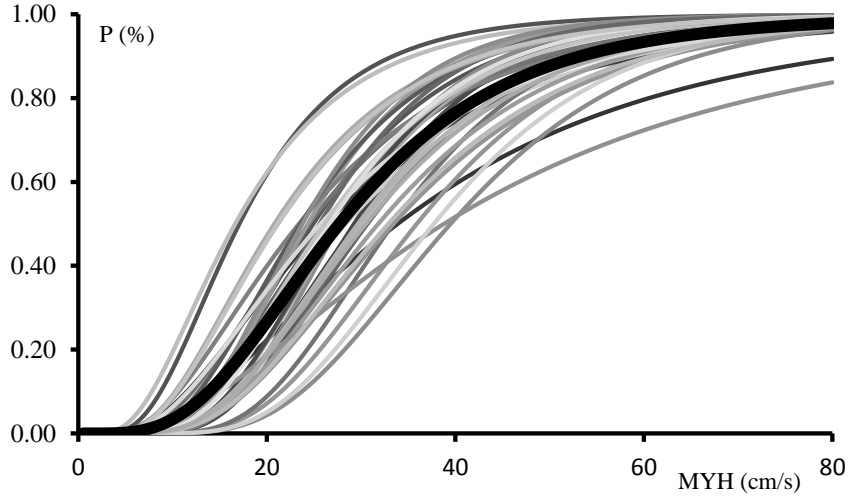
**Şekil 4.8:** Ç30 binası için MYH bağlı analitik hasar görebilirlik eğrileri

Bina Ç30 için elde edilen analitik hasar görebilirlik eğrileri incelendiğinde orta şiddetteki depremlerde bu binada hasar olasılıkları düşük iken MYH değerinin artması ile birlikte hasar olasılıklarının hızla yükselmeye başladığı görülmektedir. Bu durum, Bina Ç30'un orta şiddetteki depremlerde orta hasar seviyelerinde, yüksek şiddetli depremlerde ise göçme olasılığının yüksek olabileceğine işaret etmektedir. Bina T1'de gözlenen hasar görebilirlik eğrilerinde olduğu gibi bu binada da hafif hasarı aşma olasılıkları (>MN) ile ileri hasarı aşmanın (>GV) olasılıkları arasında kalan bölgenin oldukça geniş olduğu görülmektedir.

Sonuçta örnek olarak seçilen iki katlı bina için yapılan bu işlem envanterde bulunan 41 adet iki katlı prefabrik sanayi yapıları için tekrarlanmıştır. İncelenen bütün binalar için akma sınırını, MN, GV ve GÇ ile gösterilen hasar sınırlarını aşmanın birikimli olasılıklarını tarif eden ve lognormal dağılım kabulüne göre hasar görebilirlik eğrilerini temsil eden ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmış ve bölgede bulunan 41 adet iki katlı binanın hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiştir. DOSB'de bulunann 41 adet binanın MN, GV ve GÇ sınırının aşılmasını tarif eden eğriler Şekil 4.9-Şekil 4.12'de verilmiştir.

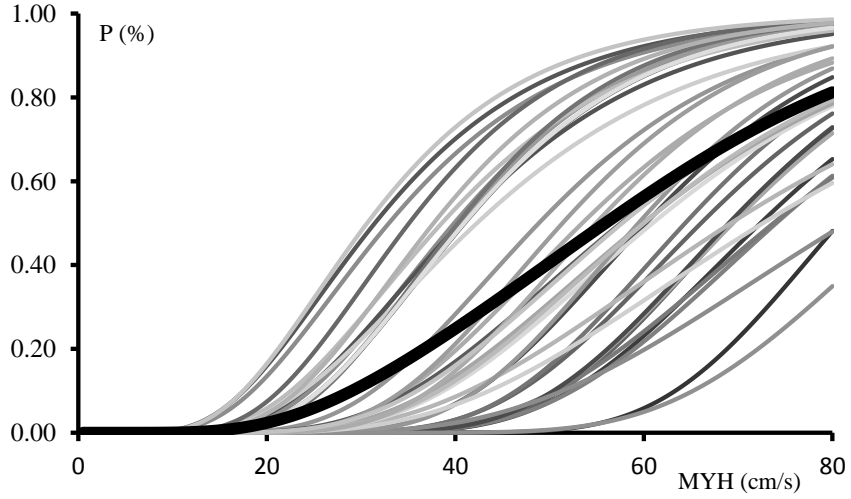


**Şekil 4.9:** İki katlı prefabrik sanayi yapıları için akmanın aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri

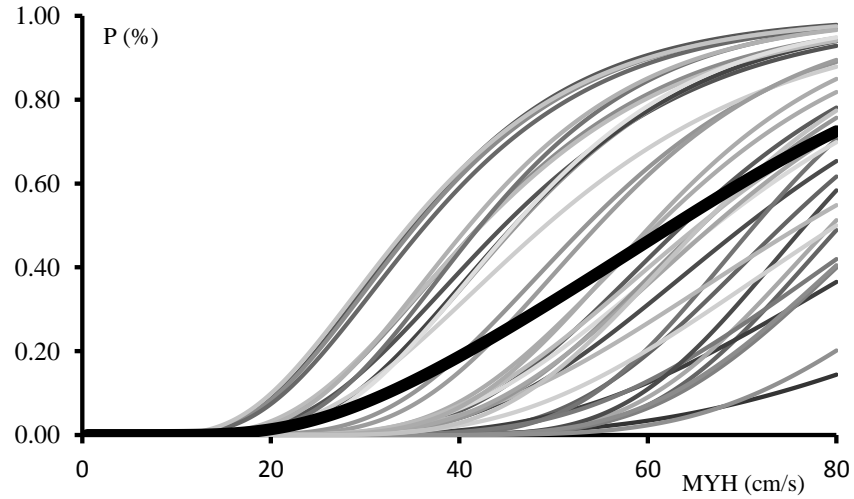


**Şekil 4.10:** İki katlı prefabrik sanayi yapıları için MN sınırının aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri

İki katlı prefabrik sanayi yapılarında akma ve hafif hasarın aşılma olasılığı Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Şekiller incelendiğinde hasar görebilirlik eğrilerinin özellikle düşük ve orta şiddetteki depremlerde (15-50 cm/s) yüksek saçılım gösterdiği ve ileri MYH değerlerinde birbirlerine yaklaşıma eğiliminde olduğu görülmektedir. Tek katlı binaların gösteriminde olduğu gibi çok katlı binaların hasar görebilirlik eğrilerinin çiziminde de hasar görebilirlik eğrilerinin ortalamasını gösteren eğriler siyah koyu renkle gösterilmiştir. Tek katlı prefabrik yapıların hasar görebilirlik eğrileri ile kıyaslandığında iki katlı binaların düşük MYH seviyelerinde hasar olasılıklarının yüksek olduğu görülmektedir.



**Şekil 4.11:** İki katlı prefabrik sanayi yapıları için GV sınırının aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri

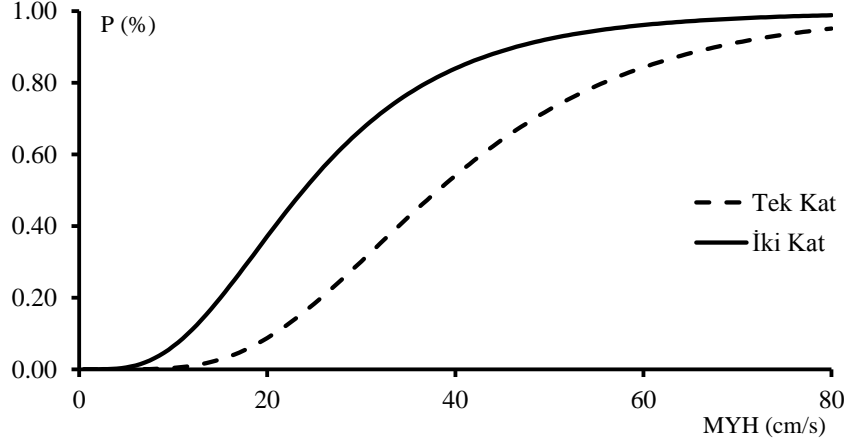


**Şekil 4.12:** İki katlı prefabrik sanayi yapıları için GÇ sınırının aşılmasını gösteren analitik hasar görebilirlik eğrileri

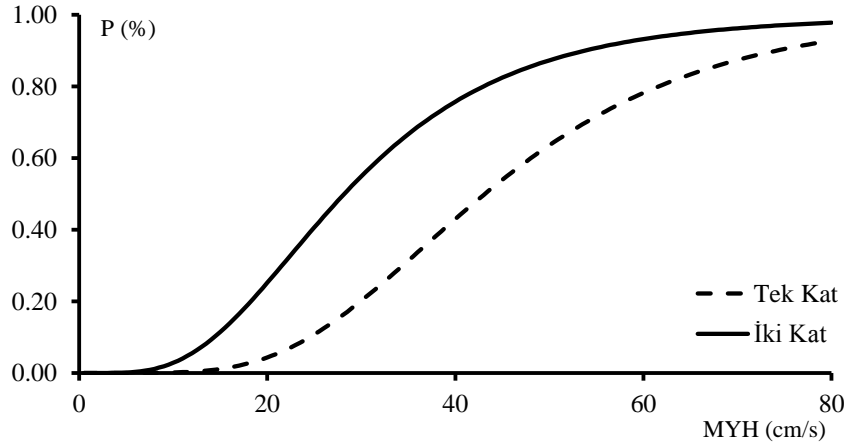
### 4.3 Prefabrik Sanayi Yapılarının Hasar Görebilirlik Eğrilerinin Değerlendirilmesi

DOSB’de yer alan tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapılarının hasar görebilirlik eğrilerinin elde edilmesinden sonra bu binalarda hasar olasılıklarını kıyaslamak hasar görebilirlik eğrileri kullanılmıştır. Binaların hasar görebilirlik eğrileri iki farklı durum için kıyaslanmıştır. Bunların ilkinde tüm binaların hasar görebilirlik eğrilerine katkısı dikkate alınmış ve tüm binaların hasar görebilirlik eğrilerinin ortalaması alınarak tek ve iki katlı prefabrik binalar kıyaslanmıştır.

Tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapılarında akma ve MN sınırının aşılması için elde edilen ortalama hasar görebilirlik eğrileri kıyaslanmıştır (Şekil 4.13 ve Şekil 4.14). Şekillerden de görüldüğü gibi tek katlı prefabrik sanayi yapılarında akma ve MN sınırı aşma olasılıkları iki katlı yapılara kıyasla daha düşüktür. Ayrıca yüksek MYH değerlerinde her iki bina türünde de hasar olasılıklarının birbirine oldukça yakın olduğu da görülmektedir.



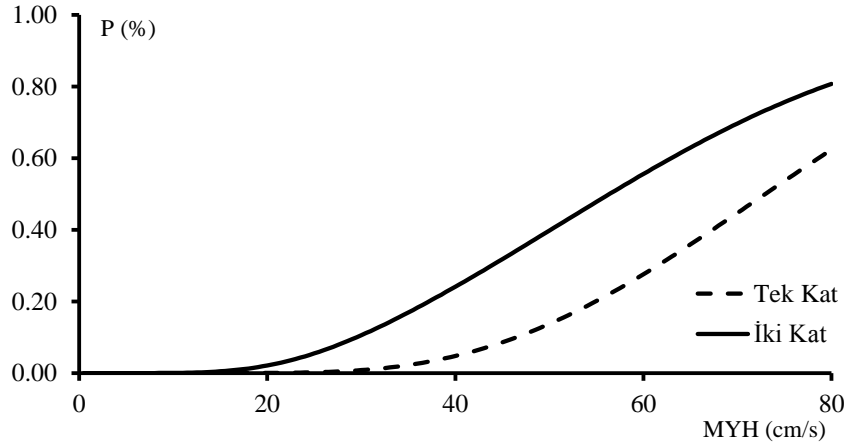
**Şekil 4.13:** Tek ve iki katlı binaların akma sınırını aşma için hasar görebilirlik eğrilerinin kıyaslanması



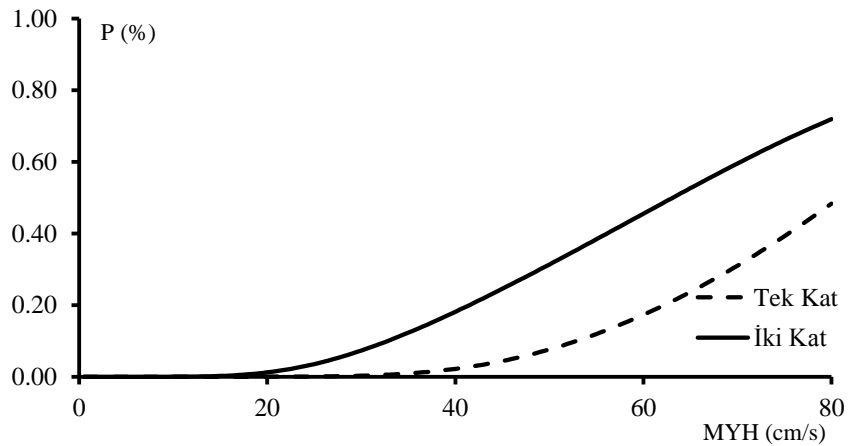
**Şekil 4.14:** Tek ve iki katlı binaların MN sınırını aşma için hasar görebilirlik eğrilerinin kıyaslanması

Tek ve iki katlı binalar açısından daha kritik bir durum arz eden GV ve GÇ sınırının aşılma olasılıkları ise Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da verilmiştir. GV ve GÇ sınırlarının aşılması daha kritik diye tabir edilmiştir. Çünkü (Şenel ve diğ. 2013<sup>c</sup> ve Şenel ve diğ. 2014) prefabrik binalardaki yapısal özelliklerin bu binaların GV ve GÇ hasar olasılıkları üzerindeki etkisinin önemini vurgulamıştır. Tek ve iki katlı

prefabrik sanayi yapılarının hasar görebilirlik eğrileri kıyaslandığında, önceki hasar sınırlarına benzer şekilde tek katlı prefabrik sanayi yapılarının GV ve GÇ hasar sınırlarını aşma olasılıklarının daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak ileri MYH seviyelerinde bu binalar hasar olasılıklarının birbirine yaklaştığı aksine birbirine paralel takip ettiği görülmektedir.



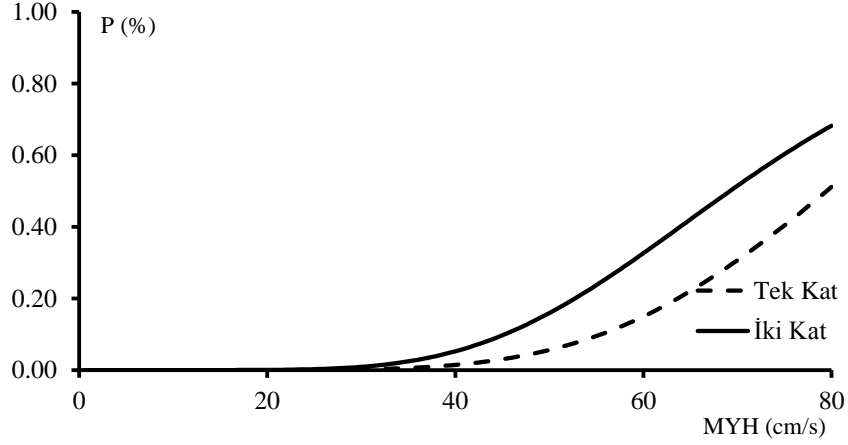
**Şekil 4.15:** Tek ve iki katlı binaların GV sınırını aşma için hasar görebilirlik eğrilerinin kıyaslanması



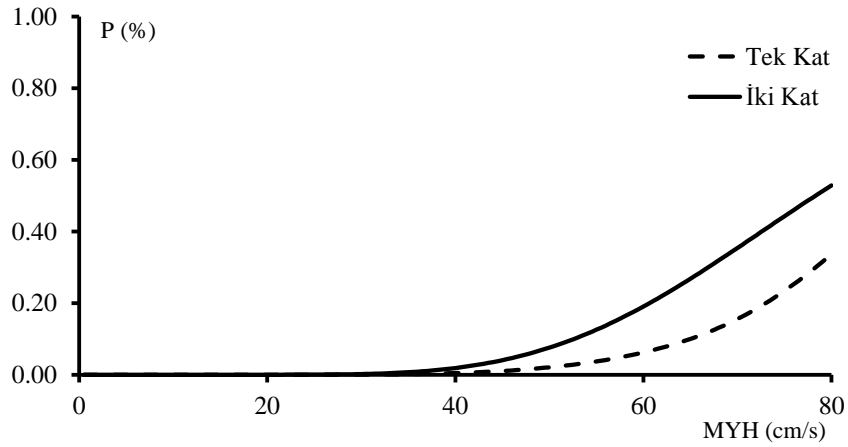
**Şekil 4.16:** Tek ve iki katlı binaların GÇ sınırını aşma için hasar görebilirlik eğrilerinin kıyaslanması

Tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapılarının kıyaslanması için kullanılan ikinci yöntemde bu binalarda kullanılan etriye aralığı dikkate alınmıştır. Literatürde yapılan çalışmalar (Kayhan 2008, Kayhan ve Şenel 2010, Şenel ve Kayhan 2010, Şenel ve diğ. 2013<sup>c</sup> ve Şenel ve diğ. 2014) özellikle sargı etkisinin prefabrik binaların hasar görebilirlikleri üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Yapılan çalışmaların sonuçları referans alınarak tek ve iki katlı binalarda sargı etkisinin

binalarda hasar görebilirlik eğrilerini nasıl etkilediği kıyaslanmıştır. Binaların kıyaslaması yapılırken önceki paragrafta da belirtildiği gibi kritik olan GV ve GÇ hasar sınırlarının aşılmasına karşılık gelen hasar görebilirlik eğrileri dikkate alınmıştır. İlk olarak binalarda  $S \leq 100$  mm olması durumu için hasar görebilirlik eğrileri kıyaslanmıştır.



**Şekil 4.17:** Tek ve iki katlı binalarda  $S \leq 100$  mm durumunda GV sınırını aşma için hasar görebilirlik eğrilerinin kıyaslanması



**Şekil 4.18:** Tek ve iki katlı binalarda  $S \leq 100$  mm durumunda GÇ sınırını aşma için hasar görebilirlik eğrilerinin kıyaslanması

Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de elde edilen hasar görebilirlik eğrileri kıyaslandığında özellikle tek ve iki katlı prefabrik binalarda hasar görebilirlik eğrilerinin olasılıklarının birbirine yaklaştıkları dikkati çekmektedir. Ayrıca elde edilen eğriler tüm binalardan elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında (bkz. Şekil 4.15 ve Şekil 4.16) binalardaki hasar olasılıklarının düştüğü görülmektedir. Etriye aralığının prefabrik binalarda hasar görebilirlik eğrileri üzerinde etkili olduğunu

gösteren çalışmalarda da üzerinde durulduğu gibi bu parametrenin özellikle ileri hasar seviyelerinde binaların hasar almasının önemli ölçüde önüne geçtiği görülmektedir. Sonuçların bu parametrenin binalar sismik performanslarını iyi yönde etkilediği birçok çalışmada gösterildiği gibi bu tez kapsamında da gösterilmiştir. Ancak bu parametrenin özellikle hangi tür binalarda hasarların azaltılmasında ne kadar katkı sağladığını gözlemlemek amacıyla seçilen bina gruplarının çeşitli MYH seviyelerindeki hasar olasılıkları elde edilmiştir. Elde edilen olasılıklar denklem (4.8) kullanılarak yüzdesel katkı cinsinden hesaplanmıştır. Böylece etriye katkısının hangi bina türünde daha etkili olduğu gözlenmiştir. Denklemde yer alan P(%) ilgili MYH seviyesine karşılık gelen olasılığı temsil etmektedir. Katkı miktarının hesap edilebilmesi için ise bahsedildiği gibi referans bir eğri kullanılmalıdır. Bu amaçla da ilgili bina türü için tüm binalarda hesaplanan hasar olasılıkları kullanılmıştır.

$$\text{Katkı (\%)} = \left( \frac{P(\%)_{\text{tüm}} - P(\%)_{s \leq 100}}{P(\%)_{\text{tüm}}} \right) \times 100 \quad (4.8)$$

Ancak bu noktada hatırlatılması gereken husus şudur, her ne kadar binalarda bu katkının yüzdesel olarak katkısı bulunmak istense elde edilen bu yüzdelerin çeşitli parametrelerden etkilenebileceği göz önünde tutulmalıdır. Örneğin tek katlı prefabrik binalarda etriye aralığı 100mm'ye eşit yada daha küçük olan binaların sayısı 28 iken bu sayı iki katlı binalarda 17'dir. Dolayısıyla binaların sayısındaki bu eşitsizliğin etriyenin etkinliği araştırılırken etkili olabileceğine dikkat edilmelidir.

Katkının yüzdesel olarak hesabı sadece GV ve GÇ hasar sınırlarının aşılması durumuna karşılık gelen hasar görebilirlik eğrileri için hesaplanmıştır. Katkı oranları MYH'ın 40cm/s, 60cm/s ve 80cm/s değerleri için elde edilmiş ve Tablo 4.7'de gösterilmiştir. Tabloda verilen sonuçlar incelendiğinde sargı donatı miktarının daha düşük şiddetteki depremlerde iki katlı prefabrik sanayi yapılarının hasar görebilirlikleri üzerinde önemli derecede etkili olduğunu (%20-%90) görülmektedir. Yüksek MYH seviyelerine çıkıldığında sargı donatı miktarının etkisinin düştüğü görülse de iki katlı prefabrik sanayi yapılarının sismik performanslarını %15 ila %30 arasında etkilediği ve bu durumun bu binalarda deprem tehlikesini azaltmada önemli derecede etkili olduğuna dikkat edilmelidir.



Tablo 4.7: Prefabrik binalarda sargı donatısının katkısı

Bina Türü	Hasar Seviyesi	MYH	MYH	MYH
		40cm/s	60cm/s	80cm/s
Tek Katlı	GV	71.79%	47.27%	19.13%
İki Katlı		78.92%	42.09%	16.04%
Tek Katlı	GÇ	80.76%	65.18%	31.70%
İki Katlı		90.03%	58.81%	27.06%

Tek katlı prefabrik sanayi yapıları açısından ele alındığında katkı oranlarının %20 ile %80 arasında olduğu görülmektedir. İki katlı prefabrik binalarda olduğu gibi tek katlı binalarda da ileri MYH seviyelerinde sargı miktarının katkısı azalmaktadır.

Tek ve iki katlı prefabrik binalar kıyaslandığında MYH'ın 40cm/s olduğu seviyede sargı miktarının iki katlı binalarda daha etkili olduğu ancak ileri MYH seviyelerinde sargı miktarının tek katlı prefabrik binaların performansları üzerinde daha etkili olduğu görülmektedir. Tabloda verilen değerler dikkate alındığında bu değerlerin binaların performansları üzerinde azımsanmayacak derecede önemli olduğu söylenebilir.

## 5. HASAR OLASILIK MATRİSLERİNİN HESABI

Bir yapının herhangi bir hasar limitini aşma olasılığı farklı yaklaşımlarla hesap edilebilmektedir. Bu yaklaşımlardan ilki olan ve bir önceki bölümde bölgede bulunan binaların farklı deprem seviyeleri için (MYH seviyeleri) hesaplanan hasar görebilirlik eğrileridir. Kullanılan bir diğer yaklaşım ise hasar olasılık matrisleridir (Whitman 1973) ve bu bölümde bölgede bulunan tek ve iki katlı binalar için hasar olasılık matrisleri hesaplanmıştır.

Meydana gelen depremler sonucunda yaşanan kayıplar esas itibariyle, insan kaybı (sosyal kayıp), ekonomik kayıp, yapısal hasarlar olarak (ATC 13 1985) ayrılabilir. Bu kayıplar arasında hesabı elbette ki en zor olanı insan kaybıdır. Çünkü bu kayıpları herhangi bir yöntem ve yaklaşım ile hesaplamak mümkün değildir. Ekonomik kayıplar, ilgilenilen yapı türü dikkate alınarak büyük yaklaşıklıkla hesaplanması mümkündür. Çünkü ekonomik kayıpları etkileyebilecek olan makine, teçhizat, donanım, çalışan sayısı ve ilgilenilen yapı türü sanayi türü bir yapı ise ihracat ve ithalat miktarlarındaki sayısal değerler dikkate alınarak belirli bir yaklaşıklıkla tahmin edilebilir. Nitekim Kayhan yaptığı çalışmada DOSB’de yer alan prefabrik yapıların hasar dağılımlarına bağlı olarak prefabrik sanayi yapılarının ekonomik kayıp tahmininde bulunmuştur (Kayhan 2008). Diğer bir kayıp olan yapısal hasarlar ise uzun zamandan beri deprem mühendisliğinin çalışma konularından biri olmuştur. Yapısal hasarların tahmini bugün ülkemizde de yüksek derece öneme sahip olan can güvenliği, afete hazırlık, deprem etkilerini azaltma, deprem sonrası eksikliklerin bulunması ve giderilmesi konularında yüksek derece öneme sahiptir. Ayrıca yapısal hasarların tahmini, deprem öncesi önlemleri yani bina yıkımlarının önüne geçmek amacıyla güçlendirme çalışmalarını, binaların deprem ve benzeri afetlere karşı sigorta ve sigorta primlerinin hesabı gibi önemli konularını da kapsamaktadır.

Tez çalışması kapsamında envanteri çıkarılan çok sayıda prefabrik sanayi yapısı ve kullanılan ivme kayıtlarından yararlanılarak yapısal hasarlar yardımıyla prefabrik sanayi yapıları için deprem sigortası risk primleri olasılıksal yöntemlerle

hesaplanmıştır. Ancak depremlerden sonra yaşanabilecek insan ve ekonomik kayıpların tahmini yapılmamıştır.

Tez çalışmasının bu bölümünde kullanılan olasılıksal yaklaşımlardan biri olan hasar olasılık matrislerinin (HOM) hesabı ve bu matrislerin hesabına ilişkin kullanılan yöntemlerden bahsedilmiştir. Bahsi geçen yöntemler kullanılarak DOSB’de yer alan prefabrik sanayi yapılarının HOM oluşturulmuştur.

## 5.1 Hasar Olasılık Matrisleri

Hasar olasılık matrisleri (HOM) ilk defa Whitman (Whitman 1973) tarafından kullanılmıştır. 1971 San Fernando depreminin ardından çok katlı binalarda hasarlar meydana gelmiştir. Bu hasar oranlarını belirlemek amacıyla çeşitli deprem seviyelerini de göz önüne alarak bir matris üzerinde göstermiştir. Tablo 5.1’de Modified Mercalli Intensity (MMI) için örnek bir hasar olasılık matrisi (HOM) gösterilmiştir. Bu matris dikkatlice incelendiğinde özellikle birkaç matris elemanı “Pr(HD, I) ve MHO (%)” göze çarpmaktadır. Bu matrisin bir elemanı olan Pr(HD, I), herhangi bir deprem şiddetine (varsayım I) maruz kalan yapı tipinde belirli bir Hasar Durumu (HD)’nin meydana gelme olasılığını ifade etmektedir. Matriste yer alan herhangi bir şiddet (I) kolonunun altındaki olasılıkların toplamının 1.0 olması gerektiği unutulmamalıdır.

Tablo 5.1: Tipik hasar olasılık matrisi

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Modified Mercalli Intensity (MMI)				
		V	VI	VII	VIII	IX
Hasarsız	0	Hasar Olasılıkları, Pr(HD, I)				
Az Hasarlı	5					
Orta Hasarlı	30					
Ağır Hasarlı	70					
Yıkık	100					

Binaların hasar değerlendirilmesi yapılırken genelde, yıkık, ağır, orta, az hasarlı ve hasarsız olmak üzere beş ayrı hasar durumu (HD) tanımlanmakta ve bunlarla ilgili sayısal değerler hasar oranları ile belirlenmektedir. Hasar Oranı (HO) ise hasar onarımı için yapılacak harcamaların, yapının yeniden inşası için yapılacak

harcamalara oranı olarak tanımlanmaktadır. Ancak hesaplamalar açısından kolaylık olması için her hasar durumunun beklenen ortalama hasar oranını yansıtan, merkezi hasar oranları (MHO) tayin edilmiştir. Bu noktada, hasar olasılık matrisi olasılıklarının sabit olmadığı ve matrisin yapı türüne ve bu yapıların depreme karşı gösterdikleri dirence göre değişebileceği unutulmamalıdır.

Hasar olasılık matrisleri Tablo 5.1’de görüldüğü gibi çeşitli deprem seviyeleri ve hasar durumları için hesaplanmaktadır. Herhangi bir yapı türü için sadece Tablo 5.1’i kullanarak hasar oranlarını tarif etmek oldukça güçtür. Ancak bu tarifi yapabilmek amacıyla ilgili bina türleri için Ortalama Hasar Oranı (OHO) tanımlanmıştır. Bu sayede herhangi bir yapı türü için hasar oranları farklı seviyedeki depremler için tek bir değerle ifade edilmektedir. OHO ise denklem (5.1) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$OHO(I) = \sum_{HD} Pr(HD, I) * MHO(HD) \quad (5.1)$$

Denklemden de görüldüğü gibi herhangi bir I şiddeti için OHO tüm hasar seviyeleri için hesaplanan olasılık değeri ile MHO çarpımının toplamı ile elde edilmektedir. OHO hesaplanmasından sonra bu değerler HOM üzerinde gösterilebilir (Tablo 5.2).

Tablo 5.2: Tipik hasar olasılık matrisinde OHO’nun belirlenmesi

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Modified Mercalli Intensity (MMI)				
		V	VI	VII	VIII	IX
Hasarsız	0	Hasar Olasılıkları, Pr(HD, I)				
Az Hasarlı	5					
Orta Hasarlı	30					
Ağır Hasarlı	70					
Yıkık	100					
Ortalama Hasar Oranı (OHO) (%)		OHO(V)	OHO(VI)	OHO(VII)	OHO(VIII)	OHO(IX)

Hasar olasılık matrisleri elde edilirken geçmiş depremlerdeki hasar değerlendirmelerinden ve/veya deneyimli mühendislerin yaptıkları tahminlerden yararlanılmaktadır. Literatürde farklı yapı türleri için hasar olasılık matrislerini (aynı zamanda ortalama hasar oranları) belirlemek amacıyla çalışmalar yapılmıştır (betonarme yapılar: Gürpınar ve diğ. 1978, ATC-13 1985, Bulak 1997, Musson

2000, Askan 2002, Yüçemen 2001, Yüçemen 2005<sup>a</sup>, Foster ve diğ. 2003; yığma yapılar: Zuccaro 1998, ATC-13 1985).

Ülkemizde hasar olasılık matrisleri ile ilgili yapılan çalışmalardaki payın çok büyük bir çoğunluğunu betonarme yapılar oluşturmaktadır. Ancak tez kapsamında ele alınan yapı türünün prefabrik yapılar olması sebebiyle hasar olasılık matrisleri bu yapı türü için özel olarak hesaplanacaktır. Literatürde, Türkiye'nin yakın geçmişte yaşadığı deprem felaketlerinde hasar gören prefabrik yapılar ile ilgili çalışmalar olsa da ne yazık ki bu çalışmalar bir araya getirilmemiştir. Ülkemizdeki prefabrik yapıların çok büyük bir çoğunluğunun deprem tehlikesi yaşamayan ülkelerden alınması sebebiyle de bu yapılara ait geçmiş depremlerdeki hasar değerlendirmelerine ve/veya mühendis deneyimlerinden elde edilen hasar tahminlerine ulaşmak mümkün değildir.

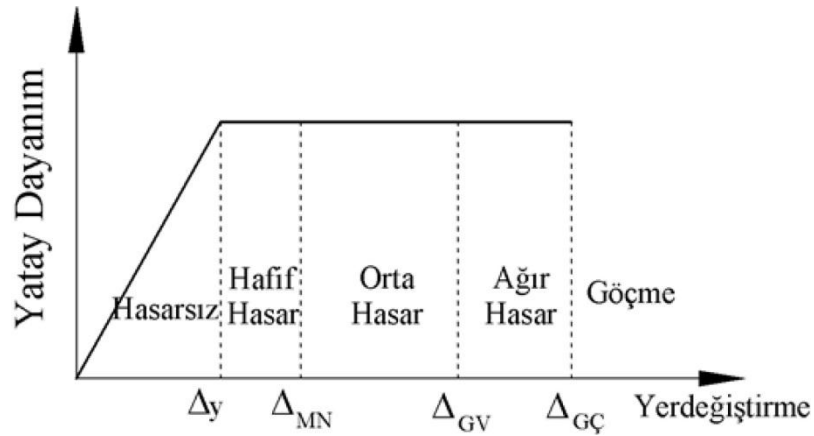
Dolayısıyla tez kapsamında ele alınan ve envanteri hazırlanan çok sayıda prefabrik binanın yapısal özelliklerine göre hasar olasılık matrisleri hesaplanmalıdır. Envanteri hazırlanan bölgedeki binaların yapısal özellikleri bakımından ülkemizdeki prefabrik yapı stoku ile büyük benzerlikler (Palanci 2010, Şenel ve Palanci 2013) göstermesi de bir anlamda ülkemizdeki prefabrik yapı stokunun hasar olasılık matrisleri ile ilgili çalışmaların başlangıcı olması açısından önemlidir. Tablo 5.1 ve Tablo 5.2'de verilen tipik hasar olasılık matrislerinde deprem parametresi olarak MMI kullanıldığına dikkat edilmelidir. Ancak tez çalışma kapsamında hasar olasılık matrisleri, hasar görebilirlik eğrilerinde olduğu gibi MYH parametresine bağlı olarak elde edilmiştir.

## **5.2 Hasar Bölgeleri ve Hasar Oranlarının Tanımlanması**

Ülkemizde geçmiş depremlerde yaşanan felaketlerin ardından yapılan hasar tespit çalışmaları sırasında şuan ki adıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığına bağlı deprem dairesi başkanlığı tarafından dört farklı hasar tanımlaması yapılmış (Hasarsız, Hafif Hasar, Orta Hasar, Ağır Hasar/Göçme) ve binalar bu hasar durumuna göre değerlendirilmiştir. Elbette bu çalışmalar sırasında binalar yerinde görsel olarak incelenmekte ve yapıda gözlemlenen hasarlar ile tanımların uygunluğuna bakılarak binanın hasar durumu tespit edilmektedir.

Yukarıda sözü geçen uygulamalar afetler sonrasında binaların değerlendirmesine ve buna göre alınacak kararların hızlı bir şekilde hayat geçirilmesi açısından önem taşımaktadır. Tez çalışması kapsamında ele alınan prefabrik yapılar için böyle bir durum söz konusu değildir. Bu sebeple bu binalarda hasar bölgelerinin tanımı için 2007 yılında yürürlüğe giren ve mevcut binalarda hasar bölgelerinin sayısal yöntemler ile belirlendiği DBYBHY 2007'nin 7.bölümünden yararlanılmıştır.

Esas itibariyle prefabrik sanayi yapılarının kapasite eğrileri ile ilgili çalışmaların yapıldığı bölümlerde binalardaki hasar bölgelerinin tarifi yapılmış ve binaların hasar sınırları ve bölgeleri belirlenmiştir. Zaten doğrusal olmayan analiz sonuçlardan elde edilen talep yerdeğiştirmeler bu hasar sınırları karşılaştırılarak binaların hasar durumları belirlenmiştir. Kapasite eğrileri ve hasar bölgeleri ile ilgili bilgiler önceki bölümlerde verilmesine rağmen bir daha hatırlatma yapmak amacıyla tipik bir kapasite eğrisi verilmiş ve bu eğri üzerinde tez çalışması kapsamında kullanılan hasar bölge ve isimleri verilmiştir (Şekil 5.1).



**Şekil 5.1:** Prefabrik binalarda hasar bölge ve sınırlarının tipik görünümü

Şekilden de görüldüğü gibi sınırlar arasında kalan bölgeler için beş hasar (Hasarsız, Hafif Hasar, Orta Hasar, Ağır Hasar ve Göçme) bölgesi belirlenmiştir. Bu hasar sınırlarının tanımı ile ilgili bilgiler önceki bölümlerde verilmiştir (bkz. Bölüm 3.6). Böylece hasar olasılık matrisinde yer alan hasar durumları belirlenmiştir.

Hasar bölgelerinin ve hasar durumlarının belirlenmesinden Merkezi Hasar Oranları (MHO) belirlenmiştir. Bu amaçla literatürdeki çalışmalar incelenmiş ve dikkate alınmıştır. Hasar olasılık matrislerinde MHO'nun belirlenmesi için ilk

çalışmalar Gürpınar ve diğ. 1978 tarafından yapılmış ve bu çalışmada kullanılan hasar oranları (HO) ve merkezi hasar oranları (MHO) Tablo 5.3'te verilmiştir.

Tablo 5.3: Farklı hasar durumları için HO ve MHO değerleri (Gürpınar ve diğ. 1978)

Hasar Durumu (HD)	Hasar Oranı (HO) (%)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)
Hasarsız	0-1	0
Hafif Hasar	1-10	5
Orta Hasar	10-50	30
Ağır Hasar	50-90	70
Göçme	90-100	100

Deniz, 1999 Marmara ve Düzce depremlerinden sonra devlet tarafından binaların onarımı ve yeniden yapımı için yapılan ödemeleri incelemiş ve ödemeler karşılığında hasar durumlarına (Hasarsız, Hafif Hasar, Orta Hasar, Ağır Hasar ve Göçme) karşılık gelen MHO değerlerini sırasıyla 0, 6, 30, 100 ve 100 olarak hesaplamıştır (Deniz 2006).

Askan ve Yüçemen olası deprem hasarlarının betonarme yapılar üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada güvenilirlik modelini kullanarak betonarme binalar için hasar olasılık matrislerini modifiye etmiş ve Tablo 5.4'deki gibi kullanmıştır (Askan ve Yüçemen 2010). Tablodan da görüldüğü gibi bu çalışmada ağır hasar ve göçme durumları birlikte ele alınmış ve merkezi hasar oranı %85 olarak belirlenmiştir.

Tablo 5.4: Modifiye edilmiş merkezi hasar oranları (Askan ve Yüçemen 2010)

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)
Hasarsız	0
Hafif Hasar	5
Orta Hasar	30
Ağır Hasar/Göçme	85

Yapılan değerlendirmelerden de anlaşılacağı üzere MHO'nun tayini için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Tez kapsamında prefabrik yapılar için (Gürpınar ve diğ. 1978) tarafından önerilen MHO oranları kullanılmıştır.

Tablo 5.5: Prefabrik yapılar için kullanılan tipik hasar olasılık matrisi (HOM)

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)																					
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12										
Hasarsız	0																						
Hafif Hasar	5																						
Orta Hasar	30																						
Ağır Hasar	70																						
Göçme	100																						

Hasar Olasılıkları, Pr(HD, MYH)

### 5.3 Hasar Olasılık Matrisi Hesap Yöntemleri

Hasar olasılık matrisleri ampirik ve analitik yöntemler olmak üzere iki farklı yöntemle hesaplanabilmektedir. Bu bölümde, envanteri hazırlanan bölgedeki



binaların HOM hesabı için bahsi geçen iki farklı hesap yöntemi açıklanmış ve hesaplamalar ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

### 5.3.1 Ampirik Yöntem

Bu yöntem ilk kez Whitman 1973 tarafından uygulanmış ve hasar olasılık matrisinin her bir elemanı yani  $Pr(HD, I)$  denklem (5.2) ile hesaplanmıştır.

$$Pr(HD, I) = \frac{N(HD, I)}{N(I)} \quad (5.2)$$

Denklemden yer alan  $N(I)$  ifadesi,  $I$  şiddetindeki depreme maruz kalmış hasar verilerinin elde edildiği deprem bölgesinde ilgili yapı türündeki binaların sayısını,  $N(HD, I)$ ,  $N(I)$  yapı arasında HD hasar durumunda olan yapıların sayısını ve  $Pr(HD, I)$  yani hasar olasılık matrisinin elemanı ise ilgili yapı türünün  $I$  şiddetindeki depremde HD hasar durumuna düşme olasılığını ifade etmektedir.

Tez kapsamında bölgedeki tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapılarının ampirik hasar olasılık matrislerinin elde edilmesi için çok sayıda seçilmiş ivme kaydı ile yapılan doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçlarından faydalanılmıştır. Bilindiği üzere bölgede 98 adet tek katlı ve 41 adet iki katlı bina yer almaktadır. Bu durumdan yola çıkarak binaların kat sayısını dikkate alınmış ve hasar olasılık matrisleri tek ve iki katlı binalar için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Ampirik yöntem ile hasar olasılık matrisinin hesabını gösterebilmek amacıyla tek katlı prefabrik yapıları dikkate alırsak, (5.2) ifadesinde yer alan  $N(I)$  değeri 98 olacaktır.  $N(HD, I)$  ise doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçlarından ilgili MYH grup hasar sayılarına bakılarak en gayri müsait hasar bulunur ve binanın hasar durumu belirlenir. Bahsi geçen işlemleri tarif etmek amacıyla (Bina T1) alınmış ve doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçlarından hasarların birikimli oluşma sayıları her MYH grubu için Tablo 5.6'daki gibi elde edilmiştir. Tablo incelendiğinde T1 binasının MYH grup 1 depremlerinin 25 tanesinde hasarsız, 4 tanesinde ise hafif hasar göreceği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla en gayri müsait durum bu binanın MYH grubu 1 depremlerinde hafif hasar görme durumudur. Bu durumda T1 binası için ilgili MYH grubundaki hafif hasar durumuna 1 yazılmıştır (Tablo 5.7). MYH grup 2

sonuçlarına bakıldığında bu binanın bu grup depremlerinin 4 tanesinde Orta Hasar göreceği ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple de bu bina için Tablo 5.7’te Orta hasar durumu için 1 yazılmış diğer hasar durumlarında 0 değeri yazılmıştır.

Tablo 5.6: Bina T1 için hasarların birikimli oluşma sayıları

MYH	Hasar Durumları (HD)				
	Grup	Hasarsız	Hafif Hasar	Orta Hasar	Ağır Hasar
1	25	4	0	0	0
2	15	16	4	0	0
3	13	21	13	0	0
4	15	15	10	0	0
5	5	25	19	0	0
6	8	22	16	0	0
7	9	21	17	2	0
8	2	28	21	2	0
9	3	27	23	2	0
10	2	28	28	5	0
11	1	29	28	7	0
12	0	30	28	12	4

Tablo 5.7: Bina T1 için hayri müsait hasar durumunun belirlenmesi

MYH	Hasar Durumları (HD)				
	Grup	Hasarsız	Hafif Hasar	Orta Hasar	Ağır Hasar
1	0	1	0	0	0
2	0	0	1	0	0
3	0	0	1	0	0
4	0	0	1	0	0
5	0	0	1	0	0
6	0	0	1	0	0
7	0	0	0	1	0
8	0	0	0	1	0
9	0	0	0	1	0
10	0	0	0	1	0
11	0	0	0	1	0
12	0	0	0	0	1

MYH grup 1 ve 2 için yapılan bu işlem diğer tüm MYH grupları için yapılarak bu binanın hasar durumu belirlenmektedir. Bu hasar durumu da bölgede bulunan 98 adet tek katlı prefabrik sanayi yapısı için de elde edilmiştir. Her bina için

hazırlanan bu hasar durumları tablosu bir araya getirilip toplanarak tek katlı prefabrik sanayi yapılarının her deprem seviyesi için  $N(HD, I)$  sayıları elde edilmiştir. Böylece hem  $N(I)$  hem de  $N(HD, I)$  değerleri bulunmuş ve bu değerlerin birbirine oranlanması suretiyle de tek katlı prefabrik sanayi yapılarının HOM elde edilmiştir.

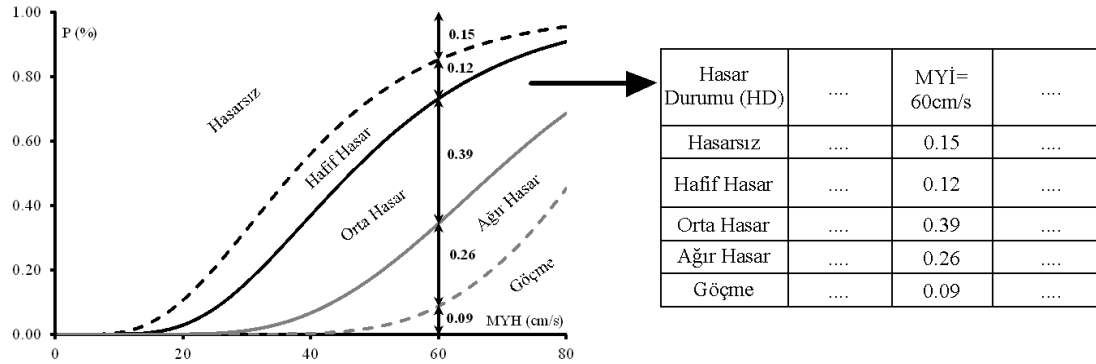
Yukarıda tarifli yapılan işlem adımları ayrıca bölgede bulunan iki katlı prefabrik yapılar için de tekrarlanmıştır. Tez çalışması kapsamında hasar olasılık matrisleri hesaplanırken öncelikle binalardaki yapısal özellikler dikkate alınmadan tüm binalar göz önüne alınarak hasar olasılık matrisleri elde edilmiştir. Bu durum esasen bölgedeki tek ve iki katlı prefabrik binaların tamamının yapısal özellikleri gözötilmeksizin bir arada değerlendirildiğine işaret etmektedir. Ancak dikkat çekilmesi gereken nokta şu ki, bölgedeki binaların hepsi benzer özellikte değildir. Dolayısıyla bölgede benzer yapısal özellikler gösteren binaların gruplanarak o binalara özgü hasar olasılık matrislerinin elde edilmesi daha gerçekçi ve doğru olacaktır. Konu ile ilgili detaylara ileriki bölümlerde yer verilmiştir.

### 5.3.2 Analitik Yöntem

Hasar olasılık matrislerinin analitik yöntemler ile belirlenmesi konusunda çok sayıda çalışma bulunmamaktadır. Bu durumun temel sebebi hasar olasılık matrislerinin çoğunlukla geçmiş deprem verilerinden veya deneyimli mühendislerin tahmin ve görüşleriyle elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Son zamanlarda 1999 yılında yaşanan Kocaeli deprem verilerini kullanarak Marmara bölgesindeki çeşitli iller için hasar olasılık matrislerini analitik ve ampirik yaklaşımları kullanarak karşılaştırılan çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Bilal ve diğ. 2013). Bahsi geçen çalışmada analitik yöntem ile hasar olasılık matrislerinin hesabını gerçekleştirebilmek için ilgili yapı türü için hasar görülebilirlik eğrilerinden faydalanılmaktadır. Bir önceki bölümde (bkz. Bölüm 4) bölgedeki tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapıları için hasar görülebilirlik eğrileri elde edilmiştir.

Ancak prefabrik sanayi yapılarının hasar olasılık matrisleri elde edilirken analitik yöntem kendi içerisinde iki ayrılmıştır. Bunların ilkinde (tez içinde Analitik-1 şeklinde adlandırılmıştır), prefabrik binalar için hesaplan ortalama ve standart sapma değeri kullanılarak doğrudan hesaplanan ve sürekli olan lognormal eğrileri

kullanılmıştır. Lognormal eğriler kullanılarak elde edilen hasar olasılık matrislerinin hesabı için grafiksel yöntemlerden yararlanılabilir.



**Şekil 5.2:** Hasar görebilirlik eğrilerinin hasar olasılık matrislerine dönüşümünün grafiksel gösterimi

Hasar görebilirlik eğrilerinin elde edilmesi sırasında hasarların aşılma olasılıkları üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Bu durum hasar olasılıklarının birikimli olarak hesaplandığına işaret etmektedir. Dolayısıyla hasar görebilirlik eğrileri arasında kalan alan o hasar durumu için olasılığı ifade etmektedir. Şekil 5.2'den de görüldüğü gibi örnek bir hasar görebilirlik eğrisinin herhangi bir MYH (örnek için: MYH=60 cm/s) seviyesindeki eğriler arasındaki kalan alanlar bulunarak hasar olasılık matrisinin ilgili MYH seviyesindeki olasılıklar elde edilmiştir.

Analitik yöntemle hasar olasılık matrislerinin elde edilmesinde kullanılan ikinci yöntem (tez içinde Analitik-2 şeklinde adlandırılmıştır) ise prefabrik binaların gerçek aşılma olasılıkları kullanılarak elde edilmiştir. Bilindiği gibi lognormal eğriler hesaplanırken en küçük kareler yöntemi kullanılmış ve bu yöntem sayesinde elde edilen hasar aşılma oranlarına en uygun sürekli lognormal eğriler elde edilmiştir. Ancak bilindiği gibi binalar için elde edilen aşılma oranları sürekli değil kesikli olarak hesaplanmaktadır. Dolayısıyla, ilgili MYH grubundan doğrudan elde edilen gerçek hasar aşılma olasılıkları kullanılarak prefabrik binaların hasar olasılık matrisleri elde edilebilir. Bu yöntemden elde edilen olasılıklar Şekil 5.2'de gösterilen işleme çok benzerdir ancak olasılıklar sürekli bir eğri değil kesikli yani her MYH grubu için elde edilen olasılıklardır.

Yukarıda tarif edilen işlemler herhangi bir bina ve/veya bina grubu için yapılabilir. Dolayısıyla hasar olasılık matrisleri elde edilen verilere göre değerlendirilerek farklı yollarla elde edilebilir. Tez kapsamında bir önceki bölümde bahsedilen ampirik

yöntemde olduğu gibi binaların analitik yöntemle hasar görülebilirlik eğrileri hesaplanırken öncelikle tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapıları birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmiştir.

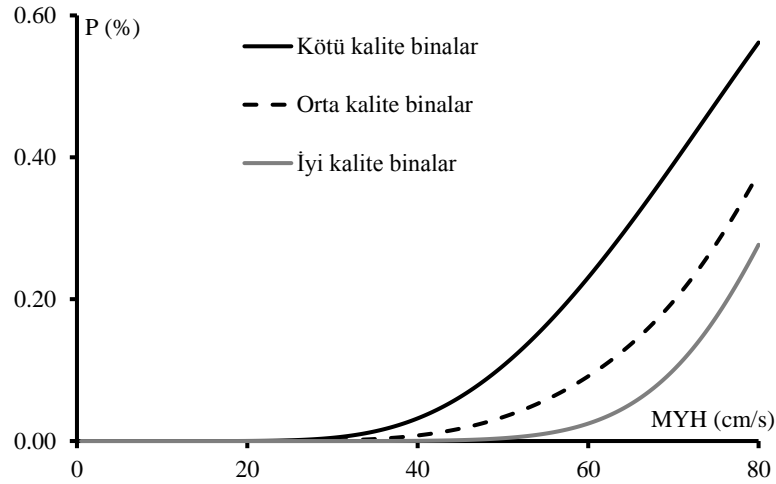
Bölgede bulunan binaların yapısal özellikleri de dikkate alınarak tek ve iki katlı binalar için bina grupları oluşturulmuş ve oluşturulan bu bina grupları için analitik yöntemde tarif edilen her iki yaklaşım dikkate alınarak hasar olasılık matrisleri elde edilmiştir. Tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapıları için elde edilen hasar olasılık matrislerine ilerleyen bölümlerde yer verilmiştir.

#### **5.4 Tek Katlı Prefabrik Binaların Hasar Olasılık Matrisinin Hesabı**

Tek katlı prefabrik sanayi yapıları için hasar olasılık matrisleri elde edilirken bölgede bulunan binaların yapısal özellikleri ayrıca incelenmiştir. Yapılan incelemelerde prefabrik taşıyıcı elemanlarındaki donatı detaylarına ve malzeme kalitesine ait bilgiler toplanmıştır. Özellikle ABYBHY 1997'den sonra inşa edilen prefabrik bina kolonlarının gerek yatay donatı oranı ve kolon boyutları, gerekse malzeme kalitesi açısından (daha yüksek beton dayanımı ve enine ve boyuna donatılarda nervürlü S420 sınıfı donatı) daha iyi durumda olduğu tespit edilmiştir. Aynı yöntem kullanılarak diğer prefabrik binaların taşıyıcı elemanlarının yapısal özelliklerine bakılmıştır. İncelemeler neticesinde özellikle 1997 yılından sonra yapılan yönetmelik düzenlemelerinin yer aldığı bazı binaların olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizde binaların hesabı ve tasarımı açısından dönüm noktalarından biri olan bu süreçte kimi binalar tekrar tasarlanarak mühendislik hizmeti almış, ancak kimi binalar ise maalesef bu hizmeti alamamıştır. Bu durumun DOSB'de bulunan prefabrik binalar için de geçerli olduğu yapılan envanter incelemeleri neticesinde gözlenmiştir. Prefabrik binalarda bu durumu dikkate almak amacıyla, yukarıda belirtilen dönemden önce inşa edilen binalar orta ve kötü kalite binalar olarak ele alınmıştır. Orta kaliteli binaların kötü kaliteli binalara göre taşıyıcı elemanlarının tasarımı açısından (örneğin orta kalite binalar:  $S \leq 100$ , kötü kalite binalar:  $S > 100$ ) daha iyi mühendislik hizmeti aldığı söylenebilir. Kendi içinde iyi, orta ve kötü kalite olarak sınıflandırılan prefabrik binaların özellikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir.

- Kötü kalite binalar: 1975 yönetmeliğine göre tasarlanan, fakat 1975 yönetmeliğinde yer alan sargılama koşulunu “sağlamayan” binalar.
- Orta kalite binalar: 1975 yönetmeliğine göre tasarlanan ve 1975 yönetmeliğinde yer alan sargılama koşulunu “sağlayan” binalar.
- İyi kalite binalar: 1998 tarihli yenilenen yönetmelik hükümlerine göre tasarlanan ve inşa edilen binalar.

Yapısal özelliklere göre yapılan bu ayırımın ne derecede önemli olduğunu gösterebilmek amacıyla oluşturulan bina gruplarının (iyi, orta, kötü) göçmenin aşılması olasılığına (>GÇ) karşılık gelen ortalama hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiş ve aynı grafik üzerinde karşılaştırılmıştır. Şekil 5.3'te karşılaştırılan hasar görebilirlik eğrileri incelendiğinde iyi kalite binaların hasar görebilirlik eğrilerinin kötü kalite binalara göre çok daha az hasar alma eğiliminde olduğu görülmüştür. Benzer durum iyi-orta ve orta-kötü kalite binalar arasında da görülmektedir. Elde edilen sonuçlardan prefabrik binalar için yapılan bu ayırma işleminin ne derece etkili ve önemli olduğu görülmektedir.



**Şekil 5.3:** Tek katlı binalarda yapısal özelliklerin göçmenin aşılma olasılığı hasar görebilirliği üzerindeki etkisi

Şekil 5.3'te göçmenin aşılması olasılığına karşılık gelen ortalama hasar görebilirlik eğrilerinin yanı sıra, aynı bina grupları için diğer hasar sınırlarını aşmanın olasılığını tarif eden ortalama hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiştir.

Bina gruplarının ayrılması ile birlikte hasar olasılık matrislerinin hesabına geçilmiştir. Tek katlı binalar için hasar olasılık matrisleri hesaplanırken bir önceki

bölümde de bahsedildiği gibi iki ayrı yöntem kullanılmış, fakat analitik yöntem kendi içerisinde iki farklı yaklaşım ile değerlendirilerek toplamda 3 farklı (ampirik, Analitik-1, Analitik-2) hasar olasılık matrisi hesaplanmıştır. Dolayısıyla üç bina grubu için üç yöntem ile toplamda 9 adet hasar olasılık matrisi elde edilmiştir. Bu durum her bina grubu için 3 farklı hasar olasılık matrisi anlamına gelmektedir. Üç farklı yöntem ile hesaplanan hasar olasılık matrisleri arasında doğal olarak farklılıklar bulunabilmektedir ve bu matrislerin bina gruplarını temsil edecek şekilde birleştirilmesi gerekmektedir. Bina grupları için elde edilen tüm hasar olasılık matrisleri tezin ekler bölümünde yer alan EK D’de ayrıca verilmiştir.

Tek katlı binalar için elde edilen hasar olasılık matrisleri incelendiğinde ampirik yöntem ile hesap edilen HOM’nin, analitik-1 ve analitik-2 yöntemlerine göre daha yüksek olasılıklar verdiği gözlenmiştir. Esasen bu beklenen bir durumdur çünkü bu yöntem ile hesap yapılırken binanın en gayri müsait hasar durumu göz önüne alınmaktadır. Analitik yöntemlerle elde hasar olasılık matrisleri incelendiğinde ise elde edilen olasılık değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu gözlenmiştir. Analitik yöntemlerle elde edilen eğrilerin birbirine yakın sonuçlar vermesi lognormal dağılım kabulünün gerçekçi sonuçlar verdiğini göstermesi bakımından önemlidir.

Her ne durumda olursa olsun sonuçların tamamı deprem mühendisliği penceresinden bakıldığında bir belirsizlik içermektedir. Dolayısıyla tüm belirsizliklerin sübjektif (mühendis, araştırmacı deneyim ve öngörüsü) değerlendirmeler kullanılarak bir araya getirilebilmeleri mümkündür. Bu değerlendirmeler yapılırken genellikle her bir yöntem ve/veya hesap yaklaşımı için belirli bir ağırlık değeri verilir. Ancak verilen tüm ağırlıkların toplamının 1 olması gerektiği unutulmamalıdır.

Sonuçta, tek katlı bina gruplarının hasar olasılıkları bir araya getirilirken ampirik ve analitik yöntem sonuçlarına eşit ağırlık verilmiştir. Sonuçta hasar olasılık matrislerini birleştirmek için (5.3)’te eşitliği kullanılmıştır. Denklemden de görüldüğü gibi ampirik yöntem sonuçlarının %50’si, analitik yöntem sonuçlarının ise %25’i alınmıştır. Böylelikle her iki yöntem için kullanılan ağırlıklar toplamının 1’e eşit olması sağlanmıştır.

$$\sum Pr = 0.50Pr_{amp.} + 0.25(Pr_{anal.1} + Pr_{anal.2}) \quad (5.3)$$

Hasar olasılık matrislerinin bir araya getirilmesi için ağırlıkların belirlenmesinden sonra her bina grubu için HOM elde edilmiştir. Tablo 5.8'de iyi kalite binalar için elde edilen birleştirilmiş HOM verilmiştir.

Tablo 5.8: Tek katlı iyi kalite binalar için birleştirilmiş hasar olasılık matrisi

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)												
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12	
Hasarsız	0	0.57	0.38	0.32	0.29	0.20	0.19	0.14	0.11	0.08	0.04	0.04	0.04	0.03
Hafif Hasar	5	0.18	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02
Orta Hasar	30	0.25	0.56	0.61	0.64	0.54	0.42	0.50	0.30	0.44	0.37	0.30	0.26	
Ağır Hasar	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.24	0.17	0.34	0.27	0.10	0.15	0.09	
Göçme	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.12	0.20	0.17	0.46	0.49	0.61	
	OHO=	8.40	17.10	18.65	19.50	30.55	37.75	39.25	53.05	49.35	64.25	68.65	75.20	



Tablo 5.9’da orta kaliteli prefabrik bina grubu için elde edilen birleştirilmiş HOM verilmiştir.

Tablo 5.9: Tek katlı orta kalite binalar için birleştirilmiş hasar olasılık matrisi

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)											
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12
Hasarsız	0	0.50	0.36	0.30	0.27	0.18	0.17	0.12	0.09	0.07	0.04	0.03	0.02
Hafif Hasar	5	0.13	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01
Orta Hasar	30	0.37	0.55	0.61	0.57	0.51	0.23	0.41	0.29	0.30	0.28	0.26	0.22
Ağır Hasar	70	0.00	0.03	0.00	0.07	0.11	0.36	0.16	0.18	0.32	0.11	0.08	0.08
Göçme	100	0.00	0.00	0.03	0.04	0.14	0.18	0.26	0.40	0.29	0.55	0.62	0.66
	OHO=	11.75	18.85	21.60	26.30	37.25	50.40	49.75	61.50	60.55	71.20	75.50	78.25

Tablo 5.10: Tek katlı kötü kalite binalar için birleştirilmiş hasar olasılık matrisi

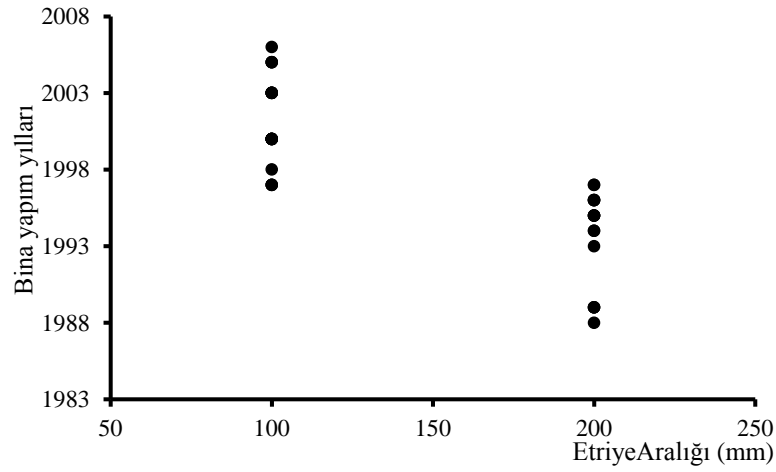
Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)												
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12	
Hasarsız	0	0.51	0.37	0.30	0.27	0.18	0.17	0.13	0.09	0.07	0.04	0.03	0.03	0.02
Hafif Hasar	5	0.11	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01
Orta Hasar	30	0.38	0.53	0.34	0.38	0.27	0.23	0.30	0.23	0.24	0.19	0.23	0.17	0.14
Ağır Hasar	70	0.00	0.04	0.14	0.11	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.06
Göçme	100	0.01	0.02	0.17	0.19	0.37	0.45	0.45	0.57	0.59	0.67	0.71	0.76	0.76
	OHO=	12.95	20.95	37.25	38.35	53.75	59.85	60.50	69.65	71.25	78.40	81.10	84.45	84.45

Tablo 5.10’da kötü kaliteli prefabrik bina grubu için hasar olasılık matrisi verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi orta kalite bina grubu olasılıkları kötü kalite binalara göre daha düşüktür. Ayrıca kötü kalite bina grupları için elde edilen olasılıkların iyi kalite bina grubundan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, elde edilen sonuçların güvenilir olduğuna işaret etmektedir.

## 5.5 İki Katlı Prefabrik Binaların Hasar Olasılık Matrisinin Hesabı

İki katlı prefabrik sanayi yapılarının hasar olasılık matrislerinin elde edilirken kullanılan yöntem tek katlı prefabrik sanayi yapıları ile benzerdir. Bu amaçla iki katlı prefabrik binaların yapısal özellikleri incelenmiştir. Yapılan incelemeler bu binaların yapısal özellikleri bakımından iki gruba ayrılabilceğini göstermiş ve iki katlı binalar sadece iyi ve kötü kalite binalar olarak sınıflandırılmıştır.

İki katlı prefabrik binaların yapısal özellikleri incelendiğinde iki gruba ayrılan binaların hem yapım yılları hem de tasarımları açısından dikkat çekici bir durum tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler özellikle 1997 yılından önce ve sonra inşa edilen iki katlı prefabrik binaların yapım yılı-sargı miktarı açısından uyumlu olduğunu göstermiştir. Yani iyi ve kötü gruba ayrılan binalarda aynı zamanda etriye aralığının da belirgin bir şekilde ayrıldığı gözlenmiştir. İyi ve kötü kaliteli binalarda etriye aralıklarının yıllara göre değişimi Şekil 5.4'te verilmiştir.



**Şekil 5.4:** İki katlı binalarda etriye aralığının yıllara göre değişimi

Sonuçta iki katlı binalar için sadece iki grup (iyi ve kötü kalite binalar) oluşturulmuştur. Bina gruplarının belirlenmesinden sonra bu bina grupları için hasar olasılık matrisleri hesaplanmıştır. Tek katlı binalarda olduğu gibi hasar olasılık matrisleri 3 farklı yöntem ile (ampirik, analitik-1 ve analitik-2) hesaplanmıştır. Dolayısıyla iki bina grubu için üç yöntem ile toplamda 6 hasar olasılık matrisi elde edilmiştir. Bina grupları için elde edilen tüm hasar olasılık matrisleri bu tezin eklerindeki EK D'de verilmiştir. İki katlı binalarda hasar olasılık matrisleri elde edilirken tek katlı binalarda izlenen yöntem benimsenmiş ve üç ayrı yöntem ile

hesaplanan hasar olasılık matrisleri denklem (5.3) kullanılarak birleştirilmiştir. İki katlı bina grupları için elde edilen birleştirilmiş HOM Tablo 5.11 ve Tablo 5.12’de verilmiştir. Tablo 5.11’de iyi kalite binalar için elde edilen birleştirilmiş HOM verilmiştir.

Tablo 5.11: İki katlı iyi kalite binalar için birleştirilmiş hasar olasılık matrisi

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)														
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12			
Hasarsız	0	0.26	0.16	0.14	0.10	0.07	0.05	0.05	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Hafif Hasar	5	0.10	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Orta Hasar	30	0.64	0.63	0.57	0.57	0.39	0.40	0.34	0.33	0.27	0.27	0.23	0.19	0.16	0.16	0.16
Ağır Hasar	70	0.00	0.13	0.20	0.14	0.22	0.22	0.11	0.09	0.11	0.11	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08
Göçme	100	0.00	0.00	0.03	0.13	0.27	0.28	0.46	0.53	0.59	0.68	0.72	0.75	0.75	0.75	0.75
	OHO =	19.70	28.40	34.40	40.20	54.35	55.60	64.05	69.35	74.90	79.85	83.35	85.45	85.45	85.45	85.45

Kötü kaliteli bina grubu için elde edilen birleştirilmiş hasar olasılık matrisi Tablo 5.12’de verilmiştir. Elde edilen HOM değerlendirildiğinde kötü kaliteli bina grubundan elde edilen hasar olasılıkların daha yüksek olduğu görülmektedir.

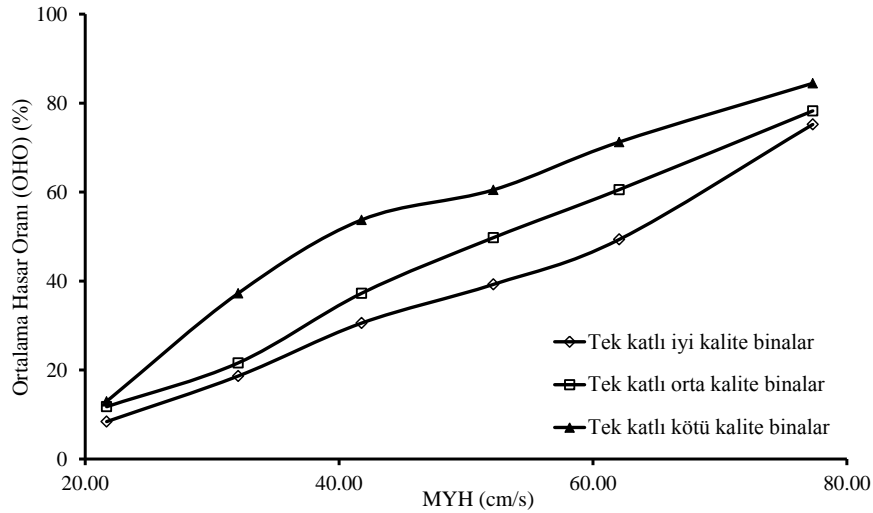
Tablo 5.12: İki katlı kötü kalite binalar için birleştirilmiş hasar olasılık matrisi

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)																		
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12							
Hasarsız	0	0.27	0.17	0.12	0.09	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Hafif Hasar	5	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Orta Hasar	30	0.41	0.33	0.24	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04
Ağır Hasar	70	0.03	0.08	0.09	0.08	0.04	0.09	0.06	0.04	0.03	0.04	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Göçme	100	0.24	0.38	0.51	0.57	0.69	0.68	0.75	0.82	0.85	0.89	0.91	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	OHO =	38.60	53.70	64.70	69.65	77.90	79.50	83.50	88.45	90.15	93.20	94.90	95.60	95.60	95.60	95.60	95.60	95.60	95.60	95.60

## 5.6 Prefabrik Sanayi Yapılarının Hasar Olasılık Matrislerinin Değerlendirilmesi

Önceki bölümlerde kendi içerisinde yapısal özelliklerine göre gruplandırılan tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapılarının hasar olasılık matrisleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlarla ilgili değerlendirme yapmak amacıyla tek bir hasar cinsine indirgenmiş ortalama hasar oranları kullanılmış ve prefabrik bina grupları ayrı ayrı karşılaştırılmıştır.

Bina gruplarına ait ilgili tablolarda verilen ortalama hasar oranlarının daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla belirli MYH seviyelerinden (gruplarından) elde edilmiş ortalama hasar oranları MYH'a göre elde edilmiştir. Tek katlı prefabrik sanayi yapılar için elde edilen OHO değerlerinin MYH'a göre değişimi Şekil 5.5'te verilmiştir.



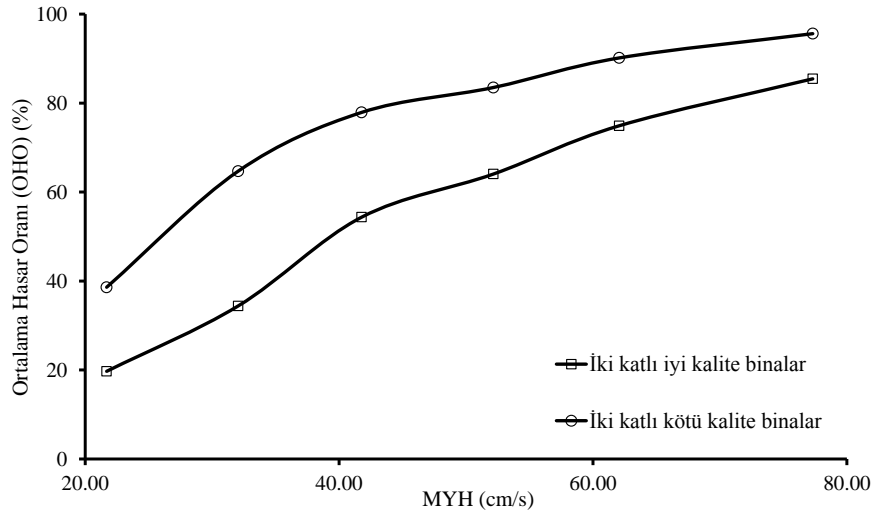
Şekil 5.5: Tek katlı prefabrik bina gruplarının OHO değerlerinin kıyaslanması

Şekilden de görüldüğü gibi iyi, orta ve kötü kaliteli binalar ortalama hasar oranları açısından da belirgin farklılıklar göstermektedir. İyi kaliteli binalarda OHO değerlerinin diğer bina gruplarına göre doğal olarak daha düşük olduğu görülmektedir. Orta kaliteli binalar iyi ve kötü kalite binalar arasında yer almakta ve bu bina grubunun iyi kalite binalar ile özellikle düşük MYH seviyelerinde birbirine yakın ortalama hasar oranlarında olduğu görülmektedir. Bu durum hasar görebilirlik eğrisi sonuçlarına benzer şekilde taşıyıcı elemanlardaki yapısal özelliklerin bu

binaların performansları ve hasar olasılıkları üzerinde önemli derecede etkili olduğunu bir kez daha göstermektedir.

Tek katlı iyi kalite bina ortalama hasar oranları kötü kalite binalar ile kıyaslandığında aralarındaki farkın %15-20 civarında olduğu belirlenmiştir. Kötü kaliteli binalarda düşük ve orta seviyeli depremlerde bile hasar oranları %30-%60 arasındadır. Tek katlı prefabrik sanayi yapıları için elde edilen hasar oranları değerlendirildiğinde, MYH seviyesinin artışıyla doğru orantılı olarak arttığı ve yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda OHO ile MYH arasındaki korelasyonların %94-%99 arasında olduğu belirlenmiştir.

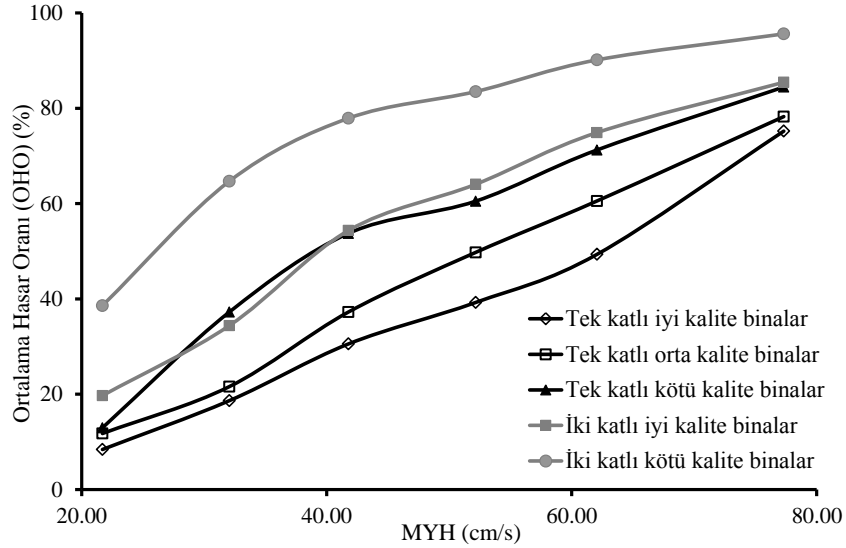
İki katlı prefabrik sanayi yapıları için elde edilen OHO değerlerinin MYH'a göre değişimi Şekil 5.6'da verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi iyi ve kötü kalite bina grupları arasındaki OHO oranları arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Bina gruplarının kıyaslanmasıyla görülen bu durum, özellikle gelecekteki depremlerden sonra bu binalarda yaşanabilecek kayıpların değerlendirmesi ve tahmini açısından önemli bilgiler içermektedir.



**Şekil 5.6:** İki katlı prefabrik bina gruplarının OHO değerlerinin kıyaslanması

Kötü kaliteli olan iki katlı prefabrik sanayi yapılarının düşük seviyelerdeki depremlerden orta seviyelerdeki depremlere doğru geçişte hasar oranlarının hızla arttığı ve daha sonra yumuşak bir eğimle yükselme eğiliminde olduğu görülmektedir. İyi kaliteli bina gruplarındaki olasılıkların ise MYH göre neredeyse doğrusal olarak arttığı gözlenmiştir.

Tek ve iki katlı prefabrik binaların hasar olasılıklarının kendi içerisinde değerlendirilmesinden binalar kendi arasında ortalama hasar oranları kullanılarak kıyaslanmıştır. Bu amaçla her iki bina grubu için hesaplanan OHO değerleri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir (Şekil 5.7).



**Şekil 5.7:** Tek ve iki katlı prefabrik bina gruplarının OHO değerlerinin kıyaslanması

Şekilden de gözlemlendiği gibi tek ve iki katlı binaların OHO oranları arasında belirgin bir farklılık bulunmaktadır ve iki katlı prefabrik binalar daha yüksek OHO değerlerine sahiptir. Şekilde dikkati iki katlı iyi kalite binalar ile tek katlı kötü kalite binalar çekmektedir. Çünkü bu bina gruplarından elde edilen OHO değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bu durum sismik değerlendirme çalışmalarında prefabrik binaların yapısal özelliklerin kesinlikle dikkat edilmesi gereken bir unsur olduğunu göstermektedir.



## 6. DENİZLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

Sismik tehlike, deprem büyüklüğü (şiddeti) veya yer hareketi parametrelerinin istenilen bir noktadaki değerinin belirli bir süre içerisinde bir düzeyi aşma olasılığı olarak tanımlanabilir. Eğer bu süre bir yıl olarak düşünülürse, elde edilen aşılma olasılıkları yıllık sismik tehlike olarak adlandırılır. Örnek olarak, herhangi bir inşaat sahasında oluşacak en büyük yer hareketi parametresi (Y) ve öngörülen yer hareketi parametresi ( $y^*$ ) kabul edersek bu durumda yıllık sismik tehlike,  $p1 = \Pr(Y \geq y^*)$  şeklinde olacaktır. Diğer bir ifadeyle,  $y^*$  göre inşa edilmiş yapının, 1 yıl içerisinde depremden dolayı daha büyük yer hareketi parametresi etkisinde kalma olasılığı  $p1$ 'dir. Pr ise olasılığı temsil etmektedir. Sismik tehlike, yıllık aşılma olasılığının tersi olan ortalama tekrarlanma süresi ile de belirtilebilir. Bu durumda yıl cinsinden ortalama tekrarlanma süresi,  $1/p1$  şeklinde olacaktır (Yüçemen 2008, Yüçemen 2011). Tez kapsamında prefabrik binalarda sigorta hesabı için kullanılan modelin yıllık sismik tehlike değerlerine ihtiyaç duymasından dolayı DOSB için yıllık sismik tehlike değerleri, MYH parametresi göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

Sismik tehlike analizi gerçekleştirilirken geçmişte yaşanmış deprem olaylarından elde edilen veriler bölge için tespit edilen sismolojik, jeolojik ve istatistiksel bilgiler ile birleştirilir ve inşaat bölgesinde gelecekte olabilecek sismik etkinlik olasılıksal olarak elde edilir. Yapılan analizler sonucunda inşaat bölgesindeki deprem parametresi veya büyüklüğünün yıllık aşılma olasılığını gösteren bir eğri elde edilir (Yüçemen 2008, Yüçemen 2011).

Çalışmanın bu bölümünde sigorta prim oranlarının hesabının diğer bir basamağını oluşturan sismik tehlike analizi ile ilgili bilgiler verilmiştir. Ayrıntılı hesaplara girilmeden önce sismik tehlike analizi ve yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. Sonrasında Denizli Organize Sanayi Bölgesi ve çevresinde oluşan depremler belirlenerek deprem kataloğu oluşturulmuştur. Sonuçta, elde edilen bilgiler bir araya getirilerek bölgenin sismik tehlike analizi gerçekleştirilmiştir.

## 6.1 Sismik Tehlike Analizi Yöntemleri

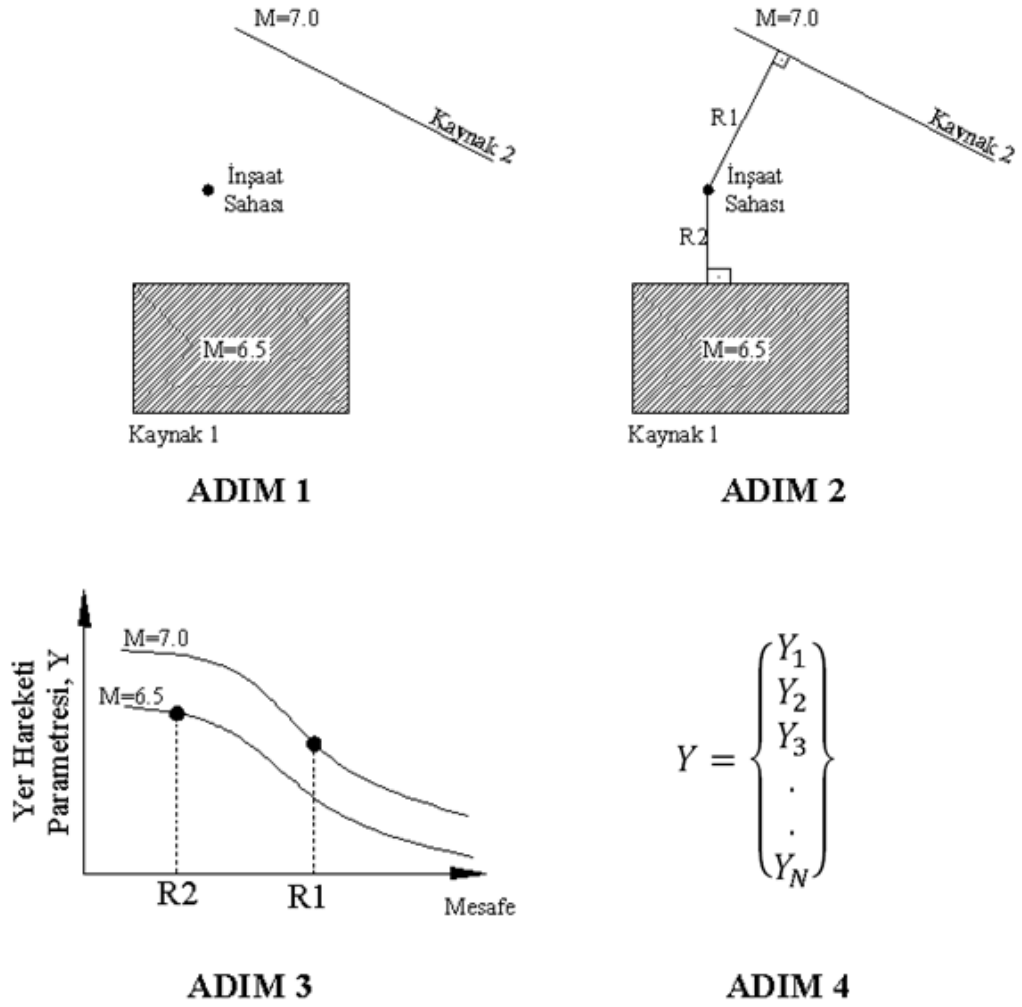
Sismik tehlike analizi gerçekleştirilirken amaç, deprem büyüklüğü veya deprem (zemin hareketi) parametresinin inşaat sahasında oluşturacağı en büyük değerini saptanmasıdır. Deprem doğasından kaynaklanan rassallık ve çeşitli belirsizlikler sebebiyle sismik tehlike analizi farklı yaklaşımlar kullanılarak hesaplanabilmektedir. Sismik tehlike analizi, deterministik ve olasılıksal sismik tehlike analizi olmak üzere iki ayrı yaklaşım kullanılarak belirlenebilir.

### 6.1.1 Deterministik Sismik Tehlike Analizi

Geoteknik deprem mühendisliği ile çalışmaların en başlarından beri deterministik sismik tehlike analizi sıklıkla kullanılmaktaydı. Bu tür sismik tehlike analizinde amaç inşaat sahasına yakın, potansiyel tehlikesi olan kaynakların belirlenmesi ve bu kaynakların inşaat sahasında oluşturabilecekleri en büyük yer hareketi parametresinin değerini saptanmasıdır. Tipik bir deterministik sismik tehlike analizini dört adımda tanımlamıştır (Reiter 1990);

- 1- Kuvvetli yer hareketi oluşturabilecek bölgedeki bütün deprem kaynaklarının deprem potansiyelinin ve geometrisinin tanımlanması.
- 2- Her bir deprem kaynağı için, kaynak ile etkilenecek bölge arasındaki en kısa mesafenin belirlenmesi. Bu mesafe episantr ve hiposantr veya bir sonraki basamakta kullanılacak olan yer hareketi tahmin (azalım) ilişkisinin kullandığı mesafe cinsinden uzaklıkların hesaplanması.
- 3- Kuvvetli deprem hareketinin (genellikle deprem büyüklüğü cinsinden ifade edilir) inşaat bölgesinde oluşturacağı yer hareketi değerinin her deprem kaynağı için hesaplanması.
- 4- Tanımlanan kuvvetli yer hareketi için, inşaat bölgenin maruz kalacağı sismik tehlikenin belirlenmesi.

Deterministik sismik tehlike analizi için yukarıda tanımlanan adımları görsel olarak göstermek amacıyla takip edilen prosedür Şekil 6.1'de gösterilmiştir.



**Şekil 6.1:** Deterministik sismik tehlike analizi adımları

Yücemen 2014 (sözlü görüşme), ele alınan DOSB çevresinde bölgeye en yakın sismik kaynağın (fay hattı, çizgisel kaynak) belirlenmesi ve bu kaynak üzerinde oluşabilecek en büyük deprem büyüklüğünün oluşturulan deprem kataloğundan belirlenerek DOSB’de oluşabilecek en büyük MYH değerinin bulunmasını önermiştir. Bu öneri dikkate alınarak bölge için deterministik sismik tehlike analizi gerçekleştirilmiştir.

Böylelikle DOSB’de oluşabilecek en büyük MYH değerinin sayısal olarak değeri elde edilmiştir. Ancak elde edilen bu değer tez çalışması kapsamında sigorta prim hesapları için kullanılmamış, sadece bölgedeki MYH değerinin büyüklüğünün sayısal olarak tahmini konusunda bilgi vermesi amaçlanmıştır. Yapılan analiz ile ilgili çalışmalara ileriki bölümlerde yer verilmiştir.

### 6.1.2 Olasılıksal Sismik Tehlike Analizi

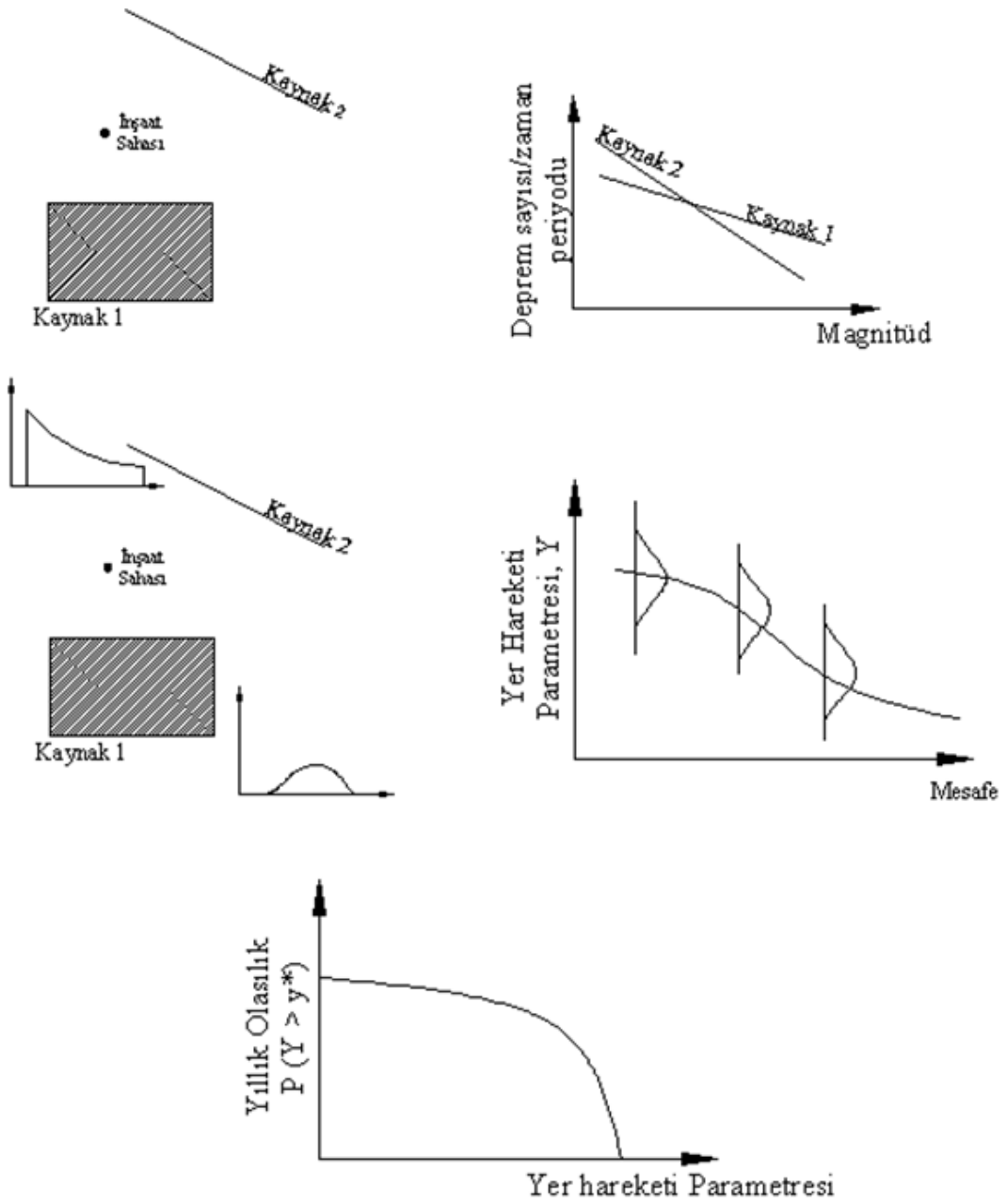
Son 30 yılda olasılıksal yaklaşımların sıklıkla kullanılması bu yaklaşımların deprem mühendisliği çalışmalarında da kullanılabilmesine imkan vermiş ve depremin boyutu, yeri ve tekrarlanma aralığı ve yer hareketi parametrelerinin değişiminin deprem büyüklüğü ve lokasyonundan kaynaklanan belirsizlikler sismik tehlike analizlerinde hesaba katılabilmektedir. Sismik tehlikenin bulunması ile ilgili istatistiksel çalışmalar ise ilk kez Cornell tarafından (Cornell 1968) geliştirilmiştir.

Olasılıksal sismik tehlike analizinde (OSTA) amaç, gözönüne alınan bir inşaat sahasında seçilen deprem (yer hareketi) parametresi veya büyüklüğünün aşılmasının olasılıksal değerinin elde edilmesidir. Bu aşılma olasılıkları belirli bir zaman aralığı için hesaplanabilir. Örneğin, yıllık aşılma olasılıkları v.b. Tipik OSTA modelinin uygulaması sırasında takip edilecek olan aşamalar aşağıda sırasıyla verilmiş ve bu sıraya ilişkin şema ise Şekil 6.2’de gösterilmiştir.

- 1- İnşaat bölgesi çevresinde geçmişte meydana gelen deprem verilerini içeren deprem kataloğu hazırlanır.
- 2- İnşaat bölgesini etkileyecek ve kuvvetli yer hareketi oluşturabilecek tüm deprem (sismik) kaynaklarının belirlenir (alansal, çizgisel v.b.).
- 3- Belirlenen sismik kaynakların magnitüd-sıklık ilişkisi, her magnitüd için olasılık değerleri ve diğer sismisite parametrelerinin oluşturulan katalog kullanılarak belirlenir.
- 4- Depremlerin zaman içinde oluşumları için uygun bir model seçilir (Poisson, yinelenme modeli v.b.).
- 5- Deprem kaynak- inşaat sahası uzaklık dağılımları belirlenir.
- 6- Yerel veya uygun bir yer hareketi tahmin (azalım) ilişkisinin seçilir.
- 7- Toplam olasılık teorisi ve/veya bir hesaplama algoritması (literatürde geliştirilen yazılımlar) kullanılarak inşaat sahasındaki sismik tehlikenin deprem büyüklüğü (şiddeti) ve/veya deprem (yer hareketi) parametresinin olasılık dağılımı elde edilir.

OSTA gerçekleştirilirken ayrıca değişik türdeki belirsizliklerin (deprem büyüklüğü, yer hareketi azalım ilişkisi v.b.) getirdiği bilgi eksikliğinden kaynaklanan (epistemik) belirsizlikler mantık ağacı yöntemi kullanılarak sonuçlara

yansıtılabilmektedir. Tez kapsamında da OSTA uygulanırken mantık ağacı yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 6.2: Olasılıksal sismik tehlike analizi adımları

### 6.1.2.1 Deprem Kaynaklarının Belirlenmesi

Sismik tehlike analizi için gerekli olan ilk adımlardan biri geçmişte yaşanan depremlerin inşaat sahası etrafındaki dağılımı ve bu saha etrafında tehlike oluşturabilecek deprem kaynaklarının jeolojik ve tektonik bilgiler ışığında

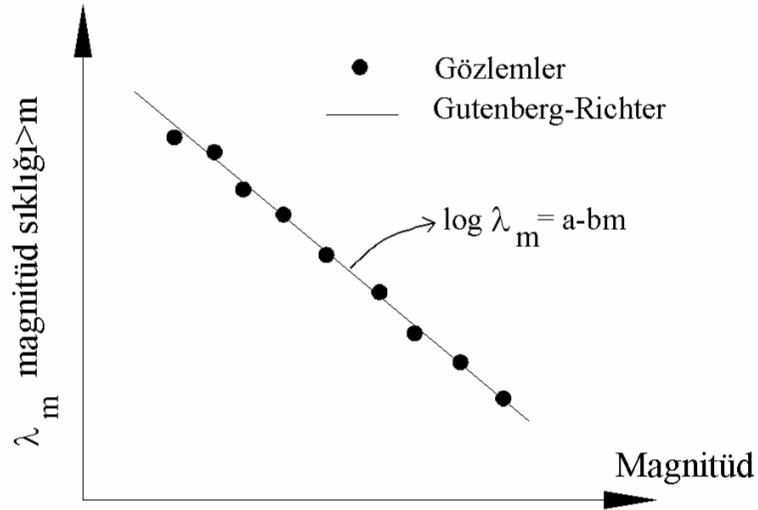
belirlenmesidir. Depremlerin mekan içinde oluşumları geometrik özelliklerine göre nokta, çizgi ve alan kaynaklar olarak tanımlanmaktadır. Tarif edilen bu kaynakları şu şekilde tanımlamaktadır (Yüçemen 1982); Kaynak boyutlarının, kaynağın inşaat sahasına olan uzaklığına oranla küçük olduğu bir bölgeyi tasvir etmek için nokta kaynak kullanılır. Kaynak boyutları küçük olduğu için, bu kaynak içinde oluşacak bütün depremlerin inşaat sahasına olan uzaklıkları aynı ve ortalama odak uzaklığına eşit alınabilir. Yeryüzündeki depremlerin çoğu etkin fay sistemleri etrafında veya üzerinde oluşur. Sismik tehlike hesabında fay hatları genellikle birer çizgi kaynak olarak alınır. Çizgi kaynak, deprem odaklarının bir fay doğrultusu boyunca ortaya çıkacağını öngördüğü durumlarda kullanılır. Bazı bölgelerde jeolojik yapı ile geçmiş deprem olayları arasında bir ilişki kurulamaz var olan deprem kayıtları belirgin bir fay sisteminin ortaya çıkartılmasına yetecek doğrultuda ve sayıda değildir. Böyle durumlarda, söz konusu bölge, depremlerin her yerde eşit olasılıkla ortaya çıkabilecekleri bir alan kaynak olarak modellenebilir.

#### 6.1.2.2 Magnitüd-Sıklık İlişkisi

Magnitüd-sıklık ilişkisi esas itibari ile deprem magnitüdlерinin (büyüklüklerinin) olasılık dağılımını ifade eder. Başka bir ifade ile deprem magnitüdlерinin ve bunların oluş sıklıklarının arasındaki ilişkiyi gösteren bağıntıdır. Gutenberg ve Richter ilk kez Güney Kaliforniya bölgesinde oluşan depremlerin verilerini toplamış ve elde ettikleri verileri kullanarak deprem büyüklüklerinin bir dağılım gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Daha sonra elde ettikleri verileri zaman periyoduna bölerek deprem magnitüdlерinin sıklıklarını elde etmişlerdir. Yapılan gözlemler neticesinde (6.1) eşitliğini tanımlamışlardır (Gutenberg ve Richter 1944).

$$\log_{10} \lambda_m = a - bm \quad (6.1)$$

Denklemdе yer alan  $\lambda_m$ , m magnitüdünün ortalama yıllık aşılma sıklığını ifade eder, a ve b değerleri ise ilgili bölge için belirlenen regresyon katsayılarını,  $\log_{10}$  ise 10 tabanına göre alınan logaritmadır. Gutenberg-Richter ilişkisine göre elde edilen tipik bir magnitüd-sıklık ilişkisi Şekil 6.3'te verilmiştir.



Şekil 6.3: Tipik magnitüd-sıklık ilişkisi

Yukarıdaki şekilden de görüldüğü gibi gözlemler sonucu elde edilen veriler arasında çizilen doğrusal eğrinin parametrelerinin bulunması için farklı istatistiksel yöntemler kullanılabilir. Doğrusal regresyon ve en büyük olasılık istatistiksel tahmin yöntemleri bunlar arasında en fazla tercih edilenlerdir. Ayrıca standart en küçük kareler yöntemi, yani gözlem ile tahmin edilen değerler arasındaki farkların karelerinin toplamının en küçüklenmesi, kullanılan diğer yöntemler arasındadır.

Magnitüd-sıklık ilişkisi için elde edilecek olan parametrelerin belirlenmesinde kullanılacak yöntemin seçilmesinden sonra, sismik tehlike analizlerinde genellikle dikkate alınan minimum magnitüd yani bir alt sınır değeri seçilmektedir. Böyle bir alt sınır değerinin seçilmesinin nedeni, küçük magnitüdü depremlerin mühendislik yapılarında herhangi bir yapısal hasara sebep olamayacakları düşüncesinden ileri gelmektedir. Bu durumda Gutenberg-Richter tarafından önerilen magnitüd-sıklık ilişkisi bu alt (min) sınır dikkate alınarak düzenlenebilir. Bu durumda  $m_{\min}$  alt sınırı kabul edildiğinde kümülatif dağılım fonksiyonu (KDF) ve olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF) (6.2) ve (6.3) denklemleriyle ifade edilebilir.

$$F_M(m) = P[M < m | M > m_{\min}] = 1 - 10^{-b(m-m_{\min})} \quad (6.2)$$

$$f_M(m) = b \ln(10) 10^{-b(m-m_{\min})} \quad (6.3)$$

Bu durumda ortalama yıllık aşılma oranı ise aşağıdaki gibi elde edilir (McGuire ve Arabasz 1990);

$$\lambda_m = v10^{-b(m-m_{\min})} \quad (6.4)$$

$v$ , minimum magnitüden büyük depremlerin yıllık ortalama aşılma oranını ifade eder ve denklem (6.5) ile gösterilir.

$$v = 10^{(a-bm_{\min})} \quad (6.5)$$

Elbette bir bölge için minimum magnitüd olmasının yanı sıra bir üst sınırında olacağı açıktır. Çünkü bölgede beklenen en büyük magnitüd değeri yapılan jeolojik çalışmalar sonucunda fayın cinsi, uzunluğu, alanı v.b bilgiler değerlendirilerek tespit edilebilir. Literatürde fayların maksimum magnitüd değerlerini tahmin etmek amacıyla geliştirilmiş ampirik formüller bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak bilineni Wells ve Coppersmith tarafından yapılmıştır (Wells ve Coppersmith 1994). Bu çalışmada, magnitüd büyüklüğü ile fay uzunluğu, alanı ve maksimum yüzey yırtığı yerdeğiştirme değerlerine bakılarak geliştirilen ampirik formüller verilmiştir.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında, tez kapsamında DOSB ve çevresi için deprem kataloğu hazırlandıktan sonra bölge için minimum ve maksimum magnitüd değerleri belirlenmiştir. Bölge için magnitüd-sıklık ilişkisi belirlenirken minimum magnitüd değeri  $M_w=4$  alınmıştır. Bölgede meydana gelebilecek maksimum magnitüdü bir depremin değeri ise bölgede yapılan depremsellik çalışmaları dikkate alınarak belirlenmiştir. Denizli bölgesi ve çevresi için Aydan ve diğ. 2001<sup>a</sup> ve Aydan ve diğ. 2001<sup>b</sup> tarafından yapılan çalışmalar dikkate alınmıştır. Bu çalışmalarda, Denizli havzasında oluşacak muhtemel bir depremin büyüklüğünün 6.0 ila 7.2 arasında olacağı tahmin edilmektedir. İleri bölümlerde tarif edileceği gibi maksimum deprem büyüklüğü belirsizlik içermesi sebebiyle tez çalışması kapsamında mantık ağacı yöntemi içerisinde hesaba katılmıştır. Böylece maksimum deprem büyüklüğü ile ilgili belirsizlikler sismik tehlike analizinde dikkate alınmıştır.

Yukarıdaki paragraflardan da anlaşılacağı gibi bu durumda hem alt hem de üst sınırı olan bir magnitüd-sıklık ilişkisi elde edilecektir. Bu durumda çift sınırlı Gutenberg-Richter ilişkisinin elde edilmesi gereklidir. Dolayısıyla alt (min) ve üst



(maks) sınır magnitüd değerleri için sırasıyla,  $m_{\min}$  ve  $m_{\max}$  diyecek olursak çift sınırlı Gutenberg-Richter için kümülatif (birikimli) dağılım fonksiyonu (KDF) (6.6), olasılık yoğunluk fonksiyonu (OYF) ise (6.7) eşitliği ile ifade edilir.

$$F_M(m) = \frac{1 - 10^{-b(m-m_{\min})}}{1 - 10^{-b(m_{\max}-m_{\min})}} \quad (6.6)$$

$$f_M(m) = \frac{b \ln(10) 10^{-b(m-m_{\min})}}{1 - 10^{-b(m_{\max}-m_{\min})}} \quad (6.7)$$

Gutenberg-Richter tarafından önerilen ilişkinin genel denklemi daha önce (6.1) eşitliğinde verilmiştir. Bu denklem genelde üstel olarak ifade edilirken logaritmik ifade yerine üstel, başka bir ifade ile eksponansiyel şeklinde ifade edilmektedir. Bu durumda (6.1) eşitliği yerine (6.8) eşitliği kullanılmaktadır. Denklemden  $\alpha = a(\ln 10)$  ve  $\beta = b(\ln 10)$  olarak tanımlanmaktadır.

$$\lambda_m = \exp(\alpha - \beta m) \quad (6.8)$$

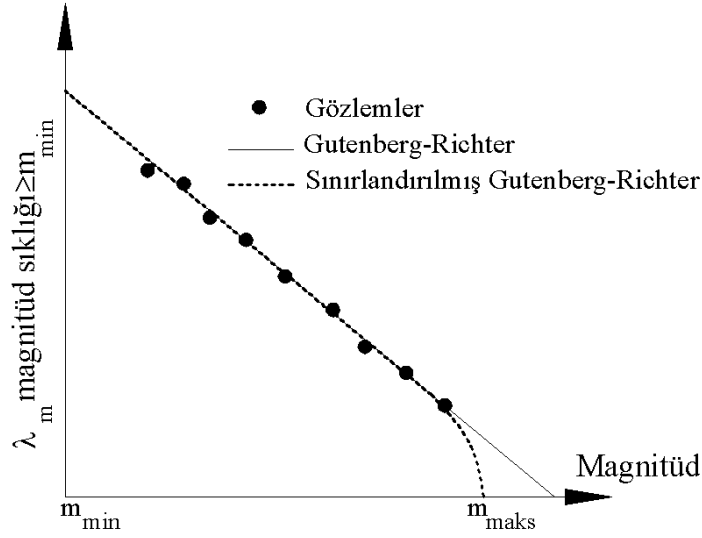
Bu durumda çift sınırlı Gutenberg-Richter ilişkisi için KDF ve OYF denklemleri (6.9) ve (6.10) şeklinde yazılabilir. Ayrıca çift sınırlı Gutenberg-Richter ilişki için ortalama yıllık aşılma oranı denklem (6.11) ile ifade edilebilir (McGuire ve Arabasz 1990);

$$F_M(m) = \frac{1 - \exp[-\beta(m - m_{\min})]}{1 - \exp[-\beta(m_{\max} - m_{\min})]}, \quad m_{\min} < m < m_{\max} \quad (6.9)$$

$$f_M(m) = \frac{\beta \exp[-\beta(m - m_{\min})]}{1 - \exp[-\beta(m_{\max} - m_{\min})]} \quad (6.10)$$

$$\lambda_m = v \frac{\exp[-\beta(m - m_{\min})] - \exp[-\beta(m_{\max} - m_{\min})]}{1 - \exp[-\beta(m_{\max} - m_{\min})]} \quad (6.11)$$

(6.11) ve (6.1) denklemlerinden elde edilen magnitüd-sıklık eğrilerinin (ilişkilerinin) tipik olarak karşılaştırılması Şekil 6.4'te verilmiştir.



**Şekil 6.4:** Sınırlandırılmış Gutenberg-Richter ve Gutenberg-Richter modellerinin karşılaştırılması

Literatürde sıklıkla kullanılan ve Gutenberg-Richter tarafından önerilen modelin farklı şekillerde ele alındığı ilişkiler de mevcuttur (örneğin, çift doğrulu, parabolik). Konu ile ilgili çalışmalar derinleştirildikçe araştırmacılar geçmiş deprem verilerini kullanarak hem tekrarlanma modellerini hem sismolojik hem de jeolojik veriler arasında kıyaslamalar ve incelemeler yapmışlardır. Yapılan çalışmalarda Gutenberg-Richter ilişkisinin geniş alanlarda magnitüd dağılımını yeterli ölçüde yansıttığı, ancak çalışmalar tekil fay segmentleri düzeylerine indirildiğinde karakteristik deprem modelinin daha uygun olduğunu belirtmişlerdir (Cornell ve Winterstein 1988, Wesnousky 1994). Karakteristik deprem modeli Schwartz ve Coppersmith 1984 tarafından geliştirilmiştir. Bu modelde üstel dağılım bir  $m^*$  magnitüdüne kadar hesaplanır ve bu magnitüd değerinden sonra depremlerin karakteristik olduğu tanımlanarak  $m_{\max}$  magnitüdüne kadar düzgün (uniform) dağıldığı varsayılmaktadır. Tez kapsamında bölgenin deprem kaynağının magnitüd-sıklık ilişkisi çift sınırlı Gutenberg-Richter modeli ve modele ait parametreler (a ve b) ise doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

### 6.1.2.3 Depremlerin Zamanda Oluşumu

Depremlerin zaman içinde gösterdikleri rassal dağılımın modellenmesi için değişik stokastik modeller geliştirilmiştir (Poisson, Yinelenme, Markov v.b.). Ancak olasılıksal sismik tehlike analizlerinin (OSTA) büyük çoğunluğunda depremlerin

zaman içindeki oluşumları homojen Poisson süreci ile modellenmiştir. Ayrıca, bu modelin mühendislik amaçları için yeterli kabul edilebileceğini belirtilen çalışmalarda mevcuttur (Gürpınar 1977, Lomnitz 1973, Lomnitz ve Epstein 1966, Merz ve Cornell 1973). Cornell ve Winterstein 1988 ayrıca sismik aktivitelerin birden çok özelliğine dikkati çekmiş ve Poisson modelinin bu özellikleri bir araya getirerek daha iyi birleştirdiğini vurgulamıştır.

Yukardaki paragraflardan da anlaşılacağı üzere Poisson modelinin kullanımı oldukça yaygın ve kabul görmüş bir modeldir. Bu sebeple tez çalışması kapsamında poisson modeli kullanılmıştır. Depremlerin oluşumunda poisson sürecinin geçerli olabilmesi için aşağıdaki koşulları sağlamaları gerekir (Yücemen 1982):

- Deprem olayları zaman uzayında istatistiksel bakımdan birbirlerinden bağımsızdır.
- Küçük bir zaman aralığında bir depremin olma olasılığı, zaman aralığının uzunluğu ile orantılıdır.
- Küçük bir zaman aralığında birden çok deprem olma olasılığı, tek bir depremin olma olasılığına oranla ihmal edilebilir küçüklüktedir.

Yapılan bu varsayımlar değerlendirildiğinde Poisson sürecinin rastgele olduğu yani depremlerin birbirine bağımlı olmadığı ve bu sürecin bir belleği olmadığı (belleksiz olduğu) anlaşılmaktadır. Poisson sürecine göre incelenen bir bölge için, bir t zaman aralığında, herhangi bir deprem büyüklüğünün olma sayısını gösteren (eğer  $m \geq m_{\min}$  kabul edersek), N rassal değişkeninin olasılığı (6.12) eşitliği ile hesaplanır.

$$P(N = n) = \frac{(\lambda t)^n \exp(-\lambda t)}{n!} \quad (6.12)$$

Denklemden yer alan  $\lambda$  birim zaman aralığında meydana gelen depremlerin ortalama sıklığını, t ise ele alınan zaman aralığını ifade etmektedir. Poisson sürecinde  $\lambda$  zaman içinde değişmeyen sabit bir değere eşittir ve  $1/\lambda$  yıl cinsinden ortalama tekrarlanma süresine eşittir. Poisson varsayımına göre, herhangi bir t zaman aralığında en az bir depremin olma olasılığı ise (6.13) eşitliği ile hesaplanabilir.

$$P(N \geq 1) = 1 - \exp(-\lambda t) \quad (6.13)$$

#### 6.1.2.4 Yer Hareketi Tahmin (Azalım) İlişkisi

Yeryüzünde meydana gelen depremler sonucunda zeminde titreşimler meydana oluşmakta ve bu titreşimler depremin olduğu noktadan (deprem odağından) çevreye doğru zemin özelliklerine bağlı olarak genellikle azalmaktadır. İşte bu titreşim hareketlerinin depremin olduğu noktadan uzaklaşmasıyla değişimini yer hareketi tahmin (azalım) ilişkileri incelemektedir. Sismik aktivite sonucunda yırtılan bir faydan boşalan enerji, gerilme dalgaları şeklinde yayılır ve boşalan bu enerjinin miktarı ise depremin magnitüdü ile ilişkilidir. Ancak deprem mühendisliğinde hesaplar ivme, hız ve yerdeğiştirme yani zemin hareketi ile ilgili parametreler üzerinden yapılmaktadır. Bundan dolayı yer hareketi parametreleri o parametreyi en kuvvetli şekilde ifade eden azalım ilişkileri ile hesaplanmaktadır. Azalım ilişkileri ise içerisinde birden çok değişkeni içeren (magnitüd, uzaklık, zemin özellikleri) fonksiyonlar şeklinde tanımlanmakta ve bu fonksiyonlar depremler sonucunda elde edilen veriler kullanarak regresyon analizleri ile elde edilmektedir. Azalım ilişkilerinin genel yapısı ise (6.14) denklemiyle ifade edilebilir.

$$Y = f(M, R, P_i) \quad (6.14)$$

Denklemden yer alan  $Y$ , bağımlı değişken olan tahmin edilecek yer hareketi parametresini,  $M$  deprem büyüklüğünü,  $R$  depremden inşaat bölgesine olan uzaklığı,  $P_i$  ise diğer parametreleri (örneğin, zemin koşulları vb.) ifade etmektedir. Azalım ilişkilerinin regresyon analizleri neticesinde elde edilmesinden dolayı bu denklemler ortalama değerler (veya eğriler) üzerinden verilmekte, bu durumda azalım ilişkileri açısından bir belirsizlik içermektedir. Bu amaçla azalım ilişkileri verilirken ilgili yer hareketi parametresinin azalım ilişkilerinde belirsizliği tanımlayan standart sapma ( $\sigma$ ) değerleri verilmektedir.

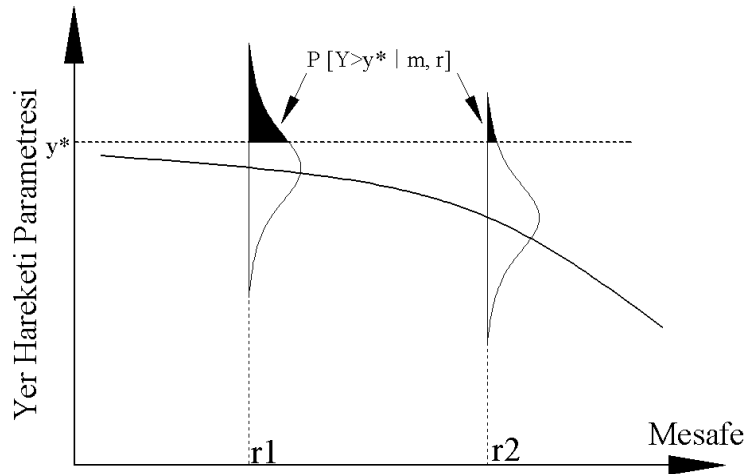
Yer parametresinin tahmini için kullanılan azalım ilişkileri büyük bir çoğunlukla doğal logaritma cinsinden ifade edilmekte ve yer hareketi parametresinin doğal logaritmasının ortalama azalım eğrisi etrafında normal dağılıma uyduğu kabul edilmektedir. Bir inşaat sahası için sismik tehlike analizleri yapılırken yer hareketi parametresinin belirli bir değeri aşmasının bölgede bulunan yapılar için kritik bir durum oluşturacağı varsayılmaktadır. Dolayısıyla azalım ilişkileri ile hesap

yapılırken bir Y parametresinin, belirli bir  $y^*$  parametresini herhangi bir magnitüd (m) ve uzaklıkta (r) aşılma olasılığı denklem (6.15) elde edilebilir.

$$P[Y > y^* | m, r] = 1 - F_Y(y^*) \quad (6.15)$$

Denklemden yer alan  $F_Y(y^*)$ , Y yer hareketi parametresinin m magnitüdü ve r mesafesindeki KDF değerini ifade eder. Eğer ifadelerde yer hareketi parametresinin doğal logaritmaları üzerinden değerlendirme yapılırsa denklem (6.15) yerine (6.16) kullanılabilir. Denklemden yer alan “ $\Phi$ ” ifadesi standart normal birikimli dağılım fonksiyonunu ifade etmektedir. Konu ile ilgili ayrıntılar daha önceki bölümlerde verilmiştir (bkz. Bölüm 4.1.1). Şekil 6.5’te ise herhangi bir yer hareketi parametresinin m magnitüdü fakat farklı uzaklıklardaki aşılma olasılıklarının grafiksel gösterimi yapılmıştır. Şekilden de anlaşılacağı gibi deprem odağından uzaklaştıkça  $y^*$  parametresinin aşılma olasılığı giderek azalmaktadır.

$$P[Y > y^* | m, r] = 1 - \Phi\left(\frac{\ln y^* - \ln Y}{\sigma_{\ln Y}}\right) \quad (6.16)$$



**Şekil 6.5:** Yer hareketi parametre değerinin aşılması olasılığının tipik olarak gösterilmesi

Literatürde dünyanın farklı bölgeleri için geliştirilen birçok azalım ilişkisi mevcuttur (Power ve diğ. 2008, Akkar ve Çağnan 2010, Akkar ve diğ. 2014). Bunlardan bazıları ülkemiz için geliştirilen yerel azalım ilişkileri olmakla beraber, farklı bölgeler için geliştirilmiş azalım ilişkileri de bulunmaktadır. Tez kapsamında DOSB için sismik tehlike analizi gerçekleştirilirken hem yerel hem de yabancı

azalım ilişkilerinden yararlanılmıştır. Konu ile ilgili ayrıntılar ileriki bölümlerde verilmiştir (bkz. Bölüm 6.2.3).

### 6.1.2.5 Sismik Tehlike Eğrisinin Elde Edilmesi

Herhangi bir bölge için sismik tehlike eğrisi önceki bölümlerde verilen tüm bilgilerin bir araya getirilmesi ile elde edilmektedir. Sismik tehlike analizi yapılacak olan bölgede herhangi bir yer hareketi parametresinin olasılığını elde etmek için toplam olasılık teorisinden faydalanılabilir. Buna göre bir inşaat sahasında herhangi bir yer hareketi parametresinin (örneğin  $Y$ ) bir değerinin (örneğin  $y^*$ ) aşılması olasılığı, olası bir depremin herhangi olası bir uzaklıkta olma olasılıklarının çarpılması ile elde edilir. Eğer bu işlem olası diğer deprem magnitüdü ve uzaklıklar için tekrarlanıp toplanırsa o inşaat sahası için  $y^*$  değerinin aşılması olasılığı elde edilir. Yapılan bu sözlü ifadenin matematiksel karşılığı denklem (6.17)'de verilmiştir.

$$P[Y > y^*] = \int_{m_{\min}}^{m_{\max}} \int_0^{r_{\max}} P[Y > y^* | m, r] f_M(m) f_R(r) dm dr \quad (6.17)$$

Denkleminde yer alan  $P[Y > y^* | m, r]$  ifadesi azalım ilişkisinden,  $f_M(m)$  ve  $f_R(r)$  ise magnitüd ve uzaklığın OYF ifade etmektedir. Denkleminde integralin kullanılması her magnitüd ve uzaklık için elde edilen olasılıkların toplamını ifade etmektedir. Denklem (6.17) incelendiğinde bu ifadenin belirtilen uzaklık ve depremler için aşılma olasılığını ifade ettiğini fakat depremlerin ne kadar sıklıkta olduğu ile ilgili bilgiyi vermediği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla bu bilgiyi de dahil etmek için (6.17) denkleminde daha öncede verilen (6.5) dahil edilir ve yeniden yazılırsa (6.18) eşitliği elde edilir. Bu işlem bölgede bulunan tüm deprem kaynağı için hesaplanır ve sismik tehlike hesabında toplam olasılığa dahil edilir. Denkleminde yer alan “ $K_S$ ” kaynak sayısını ifade etmektedir.

$$\lambda_{y^*} = \sum_{i=1}^{K_S} v_i \int_{m_{\min}}^{m_{\max}} \int_0^{r_{\max}} P[Y > y^* | m, r] f_{M_i}(m) f_{R_i}(r) dm dr \quad (6.18)$$

Denklem (6.18) ifadesinden de görüldüğü gibi böylesine bir matematiksel ifadeyi analitik olarak çözmek güçtür. Ancak ifadenin nümerik yöntemler kullanılarak rahatlıkla çözülebilmesi mümkündür. Bu durumda denklemde magnitüd ve uzaklık için kullanılan sürekli fonksiyonlar yerine bu fonksiyonlardan elde edilen kesikli değerlerin kullanılması mümkündür. Bu durumda ele alınacak olan  $N_M$  adet magnitüdün ve  $N_R$  adet uzaklığın olasılıkları elde edilebilir. Dolayısıyla denklem (6.18)'de verilen ifade nümerik yolla denklem (6.19) kullanılarak kolaylıkla ve büyük yaklaşıklıkla hesaplanmaktadır (Kramer 1996).

$$\lambda_{y^*} = \sum_{i=1}^{K_S} \sum_{j=1}^{N_M} \sum_{k=1}^{N_R} u_i P[Y > y^* | m_j, r_k] P(M = m_j) P(R = r_k) \quad (6.19)$$

#### 6.1.2.6 Mantık Ağacı Yöntemi

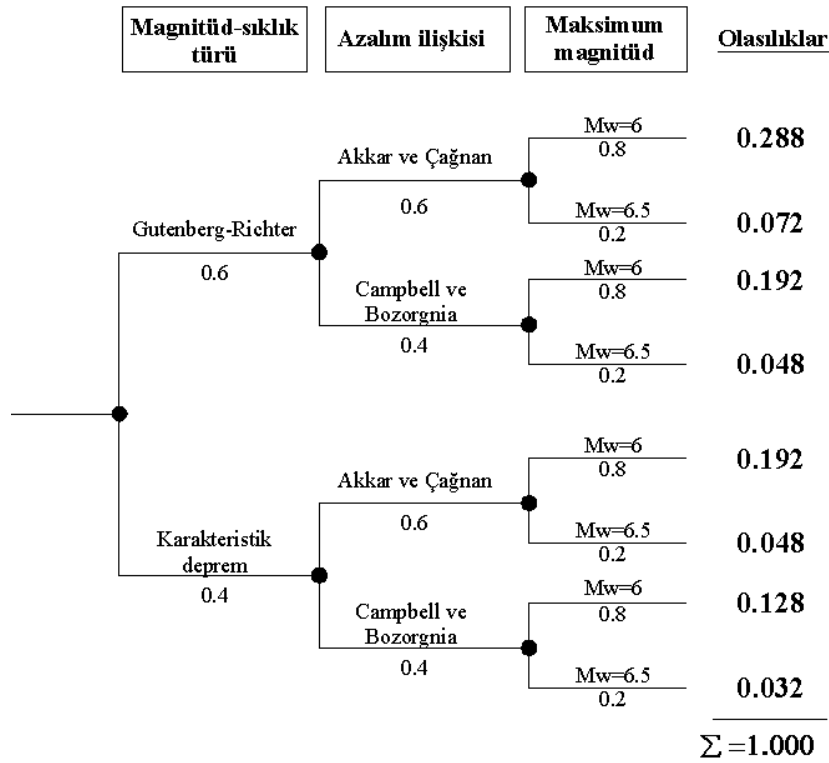
Sismik tehlike analizi için elde edilen ve yukarıda tarif edilen kuramsal model ile sismik parametrelerin içerdikleri belirsizlikleri analizlere dahil etmek oldukça zordur. Çünkü veri tabanındaki, azalım ilişkisindeki ve/veya sismik kaynakların konumu ile ilgili varsayımları bu model ile sonuçlara aktarmak mümkün değildir. Yukarıda tarif edilen belirsizlikleri analizlere dahil etmek için genellikle mantık ağacı denen bir yöntemle dolaylı olarak dahil etmek mümkündür.

Mantık ağacı yöntemi kullanılırken ilk olarak belirsizliklerin dahil edilmek istendiği parametreler seçilir (örneğin deprem kataloğundaki verilerin kullanımı, azalım ilişkisi, kullanılan magnitüd-sıklık ilişkisi türü vb.) ve her parametre varsayımı için öznel bir olasılık değeri verilir. İkinci adımda oluşturulan varsayım gruplarının öznel olasılıklarının çarpımı ile bir araya getirilen birleşik olasılık değeri elde edilir. Bu noktada hatırlatılması gereken husus her varsayım grubu için elde edilen birleşik olasılıklarının toplamı bire eşit olması gereklidir. Sonuç olarak, oluşturulan her varsayım grubu için ayrı ayrı sismik tehlike analizi gerçekleştirilir ve o varsayım grubu için aşılma olasılıkları elde edilir. Elde edilen aşılma olasılıkları ise o varsayım grubu için elde edilen birleşik olasılık değeri ile çarpılır. Eğer bu işlem tüm varsayım grupları için ayrı ayrı yapılıp toplanırsa istenilen sismik tehlike analizi gerçekleştirilmiş olacaktır. Yukarı tarif yapılan mantık ağacı yönteminin matematiksel olarak gösterimi ise (6.20)'de verilmiştir. Denklemde yer alan  $Gr_i$ ,  $i$

nolu varsayım grubunu,  $w_i$  ise o varsayım grubu için elde edilen birleşik olasılık değerini ifade etmektedir.

$$P[Y > y^*] = \sum_{i=1}^n P[Y > y^* | Gr_i] w_i \quad (6.20)$$

Yöntemin daha iyi anlaşılması için Şekil 6.6'da azalım ilişkisi seçimi, magnitüd-sıklık ilişkisi dağılımı ve maksimum magnitüd belirsizliklerini içeren tipik bir mantık ağacı gösterilmiştir. Şekilde, 3 adet belirsizlik türü seçilmiş ve her türde kendi içerisinde ikiye ayrılmıştır. Aşağıda mantık ağacı gösterilen bir bölge için toplamda  $2*2*2=8$  adet sismik tehlike analizi gerçekleştirilecektir. Her belirsizlik grubu için elde edilen aşılma olasılıkları o grup için elde edilen birleşik olasılıklar ile çarpılıp toplam ortalama aşılma olasılıkları elde edilecektir.



Şekil 6.6: Tipik bir mantık ağacı yöntemi şemasının gösterimi

## 6.2 DOSB'nin Sismik Tehlike Analizi

Bu bölümde önceki bölümde verilen detaylı bilgilere dayanarak hem deterministik hem de olasılıksal sismik tehlike analizi DOSB için gerçekleştirilmiştir.

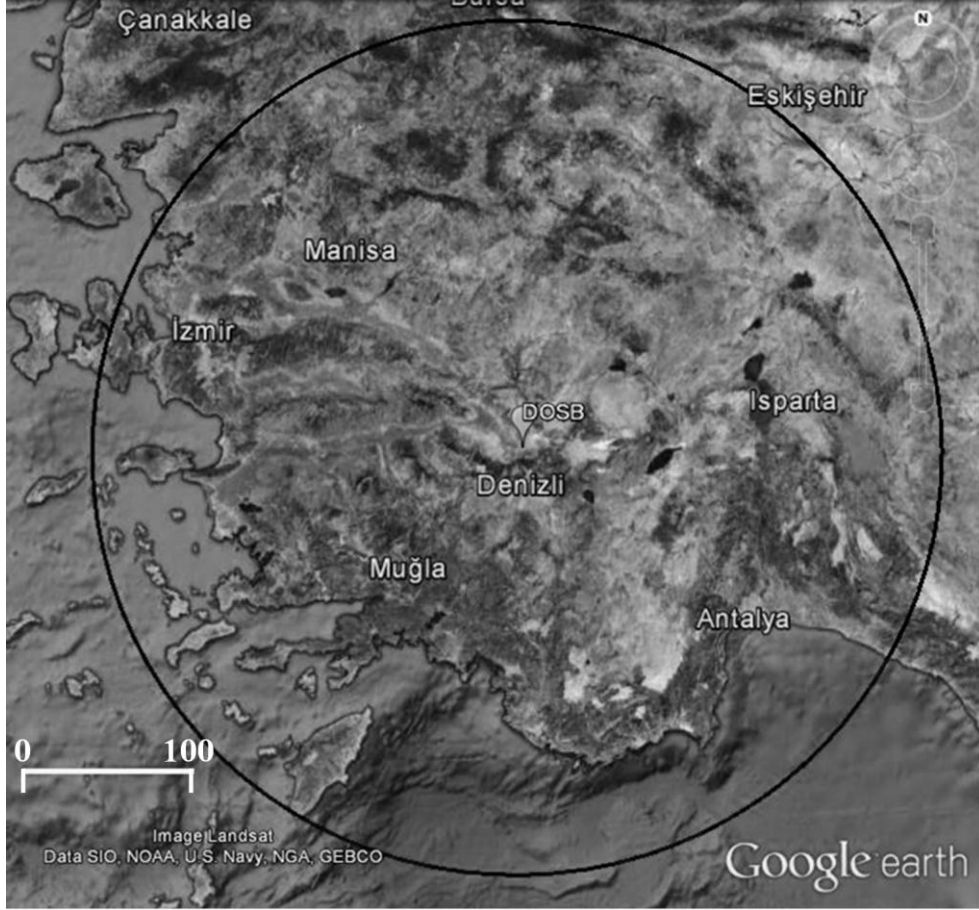


### 6.2.1 Deprem Kataloğunun Oluşturulması

Olasılıksal sismik tehlike analizinin ilk adımında bölge için geçmiş yıllarda meydana gelen deprem kayıtlarının derlenmesi ve deprem kataloğunun elde edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na bağlı Deprem Dairesi Başkanlığı (DDB) (DDB, 2013) ve Boğaziçi Üniversitesi Kandilli rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Ulusal Deprem İzleme Merkezi (UDİM) (UDİM, 2013) tarafından derlenmiş olan kayıtlar kullanılmıştır. Bahsi geçen kataloglar kullanılırken 01.01.1900-31.12.2013 dönem aralığı dikkate alınmıştır.

Sismik tehlike, sadece çalışma alanında olabilecek depremlere ilgili değildir ve incelenen bölgenin çevresinde meydana gelebilecek depremlerin de hesaba katılması gereklidir. İncelenecek olan çevrenin sınırları da çevredeki sismik kaynaklarda oluşabilecek depremlerin incelenen bölgedeki sismik tehlikeye olan katkısına bağlıdır. (Yücemen 2011) incelenen alanın büyüklüğü konusunda kesin kuralların olmadığını ancak inceleme alanının merkezinde inşaat sahası olan bir daire şeklinde alınabileceğini ifade etmiştir. Aynı çalışmada ayrıca kullanılacak olan daire çapının inşaat sahası etrafındaki faylara, fayların aktiflik derecelerine, azalım ilişkisinin geçerlilik mesafesi gibi birçok faktöre bağlı olduğunu ifade etmiştir.

Yukarıdaki paragraflarda tarif edilen açıklamalar dikkate alınarak Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nin merkezi etrafındaki 250km yarıçaplı alanda meydana gelen tüm deprem verileri analizde hesaba katılmıştır. DOSB haritası üzerinde yapılan çalışmalar neticesinde merkez koordinatları (enlem-boylam)  $37.81^{\circ}$ - $29.25^{\circ}$  olarak alınmıştır (Şekil 6.7). DOSB ve çevresinde, 01.01.1900-31.12.2013 tarihleri arasında meydana gelen, farklı magnitüd ölçeklerinde verilmiş ve aletsel büyüklüğü 4.0 ve daha büyük depremler kullanılarak bölgenin deprem kataloğu elde edilmiştir. DOSB ve çevresi için elde edilen tüm deprem kataloğu tezin EK E bölümünde verilmiştir.



**Şekil 6.7:** DOSB merkez ve 250km yarıçap içinde kalan alanın gösterimi (DOSB ve çevresi, 2014)

Ancak aletsel büyüklüğü 4'ten büyük depremlerin seçilmesi sebebiyle farklı magnitüd ölçekleri de katalogun içinde yer almıştır. Bu sebeple katalogda yer alan farklı tür ölçeklerin tek bir magnitüd ölçeğine ( $M_w$ , moment magnitüdü) çevrilmesi gerekmektedir. Magnitüd ölçekleri genel olarak cisim dalgası magnitüdü –  $M_b$ , süre magnitüdü –  $M_d$ , yerel magnitüd –  $M_L$  ve yüzey dalgası magnitüdü –  $M_s$  olmak üzere dört çeşittir. Dolayısıyla bu magnitüd türlerinin çevirime ihtiyaç duyulmuştur. Literatürde bulunan bazı çalışmalar (Boore ve Joyner 1982, Ulusay ve diğ. 2004) ampirik dönüşüm denklemleri geliştirilmiştir. Bahsi geçen çalışmalarda dönüşüm bağıntılarının elde edilmesinde en küçük kareler regresyon yöntemi kullanılmıştır. Castellaro ve diğerleri tarafından yapılan çalışma ise standart regresyon yoluyla elde edilen bağıntı dönüşümlerinde hataların olabileceğini işaret etmiştir (Castellaro ve diğ. 2006). Bu konu ile ilgili olarak ülkemizde son yüzyıl içerisinde meydana gelmiş tüm depremleri içeren bir veri tabanı kullanılmış ve deprem büyüklüklerindeki belirsizlikleri de göz önüne alarak ortogonal regresyon yöntemini ile bir dizi dönüşüm ilişkileri elde etmiştir (Deniz ve Yüçemen 2010). Sonuçta, DOSB için elde

edilen katalog içerisinde yer alan değişik türdeki deprem ölçeklerinin çevirimi için aşağıdaki bağıntılar ((6.21)-(6.24)) kullanılmıştır (Deniz ve Yüçemen 2010).

$$M_w = 2.25M_b - 6.14 \quad (6.21)$$

$$M_w = 1.57M_L - 2.66 \quad (6.22)$$

$$M_w = 0.54M_S + 2.81 \quad (6.23)$$

$$M_w = 1.27M_d - 1.12 \quad (6.24)$$

Ortogonal regresyon yöntemiyle elde edilen ilişkilerin eğimleri her zaman standart en küçük kareler yöntemine göre daha büyük tahmin edilmektedir. Dolayısıyla deprem tehlikesinin tahmininde ortogonal regresyon sonuçlarının kullanılması daha emniyetli değerler elde edileceğini göstermektedir.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında DOSB ve çevresinde (250 km yarıçaplı alan içinde) 01.01.1900-31.12.2013 tarihleri arasında deprem verileri elde edilmiştir. Bu alan içerisinde kalan tüm deprem (Ana şok, artçı ve öncü depremler) sayısının 1229 olduğu belirlenmiştir. Şekil 6.8'de DOSB ve çevresindeki 250 km yarıçaplı alan (yaklaşık 196,350 km<sup>2</sup>) içerisinde kalan tüm depremlerin coğrafi dağılımı verilmiştir. 250 km yarıçaplı alan içine Manisa, Kütahya, Aydın, İzmir, Antalya, Burdur, Muğla ve Eskişehir şehirleri girmektedir ve şekilden de görüldüğü gibi bölge ve çevresi sismik olarak aktif bir bölgedir. Bölgenin çevresinde oluşan depremlerin büyük bir çoğunluğunun Kütahya, İzmir, Manisa, Antalya ve Muğla şehirleri yakınlarında gerçekleştiği dikkati çeken ayrı bir durumdur. Şekilde Denizli ve DOSB çevresinde depremlerin yoğun olduğu görülse de esasen bu durumun sebebi haritadaki ölçeklendirmeden kaynaklanmakta ve depremler sanki o bölgede yoğunlaşmış gibi görünmektedir. Nitekim detayları ilerdeki paragraflarda verilen öncü ve artçı depremlerin (ikincil depremler) ayrıştırılmasıyla depremlerin sayıları daha da azalmaktadır.



büyük bir deprem bulunması gerekmektedir ve bu durumda magnitüdü daha büyük olan ikinci depremin ana şok olduğu varsayılmıştır.

Yukarıdaki yapılan varsayımlara göre (Deniz 2006) öncü ve artçı depremlerin belirlenmesi için zaman ve mekan pencere boyutlarını belirlemiştir (Tablo 6.1). Tez kapsamında ikincil depremlerin ayıklanması için Tablo 6.1’de verilen zaman-uzaklık pencereleri kullanılmıştır. Ancak magnitüdü 6.0’dan büyük bütün depremler ikincil deprem olarak belirlenseler bile ana şok olarak kabul edilmiştir.

Tablo 6.1: İkincil depremlerin belirlenmesi için kullanılan uzaklık-zaman penceresi (Deniz 2006)

Magnitüd	Uzaklık (km)	Zaman (gün)
4.5	35.5	42
5.0	44.5	83
5.5	52.5	155
6.0	63.0	290
6.5	79.4	510
7.0	100.0	790
7.5	125.9	1326
8.0	151.4	2471

Tablo 6.1’de verilen uzaklık-zaman pencereleri kullanılarak bölgedeki artçı ve öncü depremler ayıklanmış ve DOSB ve çevresindeki 1229 depremden 539 tanesinin öncü ve artçı deprem olduğu belirlenmiştir. Sonuçta DOSB ve çevresindeki ana şok deprem sayısı 688 olarak belirlenmiştir. 688 ana şok depreminden 406’sının yarıçapı 200 km olan daire içerisinde kaldığı geri kalanların ise bu yarıçapın dışında olduğu belirlenmiştir. Çalışma bölgesinde magnitüd aralığına göre depremlerin sayıları ise Tablo 6.2’de verilmiştir.

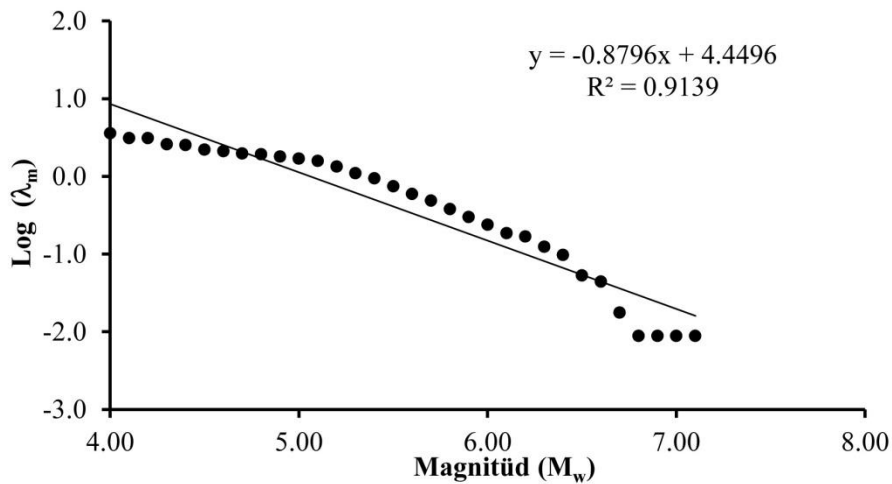
Tablo 6.2: Çalışma bölgesindeki depremlerin magnitüd aralığına göre sayıları

Magnitüd Aralığı	Tüm Dep. R<250	Tüm Dep. R≤200	Ana Şok R<250	Ana Şok R≤200
4.0≤Mw<5.0	669	449	359	215
5.0≤Mw<6.0	508	315	277	164
6.0≤Mw<7.0	50	26	50	26
7.0≤Mw<8.0	2	1	2	1
Toplam	1229	791	688	406

## 6.2.2 DOSB'nin Depremselliği

Bir önceki bölümde DOSB ve çevresindeki ana şok ve ikincil depremler ayrıştırılmıştır. Ayıklama işleminin ardından bölgenin depremsellik parametrelerinin belirlenmesi çalışmalarına geçilmiştir. Bu amaçla yarıçapı 200km olan daire içerisinde kalan depremler dikkate alınmıştır. Böyle bir yöntemle gidilmesinin sebebi ileride detayları verilen azalım ilişkilerinden kaynaklanmaktadır. Çünkü kullanılan azalım ilişkilerinin geçerli olduğu uzaklık aralığı 0-200 km'dir. Bu amaçla tez kapsamında hem depremselliğin belirlenmesinde hem de sismik tehlike analizi hesaplarında bu uzaklık aralığı dikkate alınmıştır.

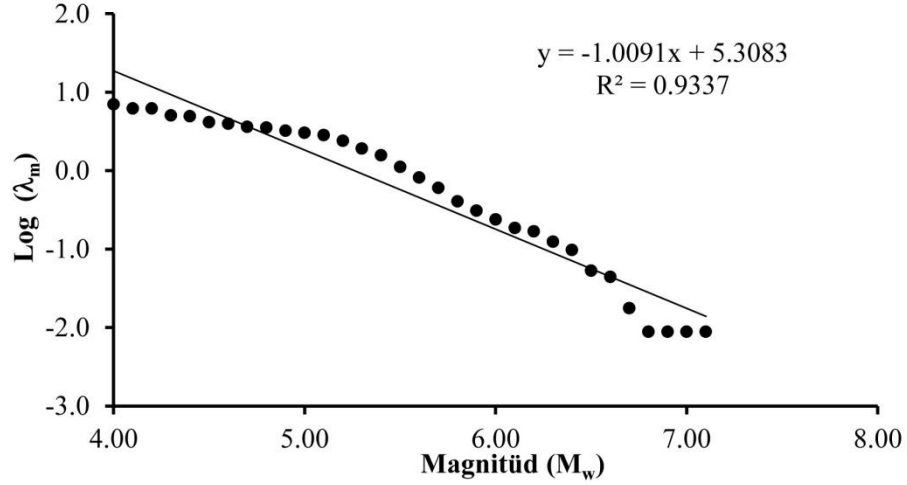
İlk olarak DOSB ve çevresinde 1900-2013 yılları arasında yani 113 yıllık bir zaman periyodu (T) aralığında oluşan depremlerin kümülatif (birikimli) değerleri elde edilmiştir. Birikimli değerler elde edilirken magnitüd artırım değeri  $\Delta m=0.1$  alınmıştır. Bölgeden elde edilen en düşük magnitüd değeri 4.0, maksimum deprem büyüklüğü ise 7.14 tür. Yukarıda verilen bilgiler ışığında sadece ana şok depremleri kullanılarak depremlerin kümülatif değerlerinin logaritması ile magnitüd değerleri grafik üzerinde işlenmiş ve Şekil 6.9'daki gibi bir ilişki (magnitüd-sıklık ilişkisi) elde edilmiştir. Regresyon analizi sonucu depremsellik parametreleri olan  $a=4.4496$  ve  $b=-0.8796$  olarak elde edilmiştir.



**Şekil 6.9:** DOSB ve çevresi için magnitüd-sıklık ilişkisi (Ana Şok &  $R \leq 200$ )

Aynı işlem tekrar 200km yarıçaplı alan içerisinde kalan bölgedeki tüm depremler (ana şok, artçı ve öncü depremler) için yapılmıştır. Bir öncekine benzer şekilde magnitüdü 4'ten büyük depremlerin kümülatif değerleri elde edilmiş ve

depremlerin magnitüd arttırım oranı 0.1 alınmıştır. Yapılan analizler neticesinde Şekil 6.10'daki gibi bir ilişki (magnitüd-sıklık ilişkisi) elde edilmiştir. Regresyon analizi sonucu deprensellik parametreleri olan  $a=5.3083$  ve  $b=-1.0091$  olarak elde edilmiştir.



**Şekil 6.10:** DOSB ve çevresi için magnitüd-sıklık ilişkisi (Tüm depremler & R ≤ 200)

Yapılan regresyon analizleri ile DOSB ve çevresi için deprensellik parametreleri belirlenmiştir. Elde edilen parametreler kullanılarak ayrıca  $\beta$  ve  $\lambda$  (gözlem) elde edilmiştir. Bölgenin tektonik açıdan sismik etkinliğinin göstergesi olarak  $\beta$  parametresi,  $\lambda$  (gözlem) ise bölgede 4'e eşit ve büyük depremlerin sıklığı (oranı) ile ilgi bir parametredir ve bölgede gözlenen depremlerin sayılarının gözlem süresine bölünmesi ile elde edilmiştir.

Tablo 6.3: DOSB ve çevresi için deprensellik parametreleri

Bütün Depremler		Sadece Ana Şoklar	
$\beta$	$\lambda$ (gözlem)	$\beta$	$\lambda$ (gözlem)
2.324	7.000	2.025	3.593

### 6.2.3 Kullanılan Azalım İlişkisi Denklemleri

Tez kapsamında biri yabancı (Campbell ve Bozorgnia 2008) ve ikisi yerel azalım ilişkisi (Akkar ve diğ. 2014, Kale ve Akkar 2013) olmak üzere toplamda üç azalım ilişkisi kullanılmıştır. Seçilen azalım ilişkileri sismik tehlike analizlerinde ve belirsizliklerin dahil edildiği mantık ağacı yöntemi içerisinde kullanılmıştır. Böylece

azalım ilişkilerinden kaynaklanan belirsizlikler analizlerde göz önüne alınmıştır. Bu bölümde seçilen azalım ilişkilerinin fonksiyonel yapısından ve özelliklerinden bahsedilmiştir.

### 6.2.3.1 Akkar, Sandıkkaya ve Bommer 2014 Azalım İlişkisi

Avrupa ve Orta Doğu’da yapılan birçok veri tabanı katalog bilgilerinin güncellemesine dayanan uluslararası projelerin sonuçlarını kullanarak (Akkar ve diğ. 2014 - ASB14) bu azalım ilişkisini geliştirmiştir. Geliştirilen denklemin fonksiyonel yapısı aşağıda verilmiştir (6.25).

$$\ln(Y) = \ln[Y_{REF}(M_w, R, SoF)] + \ln[S(V_{s30}, PGA_{REF})] + \varepsilon\sigma \quad (6.25)$$

$$\ln(Y_{REF}) = \begin{cases} a_1 + a_2(M_w - c_1) + a_3(8.5 - M_w)^2 + [a_4 + a_5(M_w - c_1)] \ln\left(\sqrt{R^2 + a_6^2}\right) + \\ \quad a_8 F_N + a_9 F_R, & M_w \leq c_1 \\ a_1 + a_7(M_w - c_1) + a_3(8.5 - M_w)^2 + [a_4 + a_5(M_w - c_1)] \ln\left(\sqrt{R^2 + a_6^2}\right) + \\ \quad a_8 F_N + a_9 F_R, & M_w > c_1 \end{cases} \quad (6.26)$$

Denklemlerde yer alan  $\ln(Y_{REF})$  yani denklem (6.26) magnitüd, istasyon kaynak arası mesafe ve fay türü ile ilgili hesaplamaları içerirken, doğrusal ve doğrusal olmayan zemin etkileri de  $\ln(S)$  ile hesaplanmaktadır (6.27). Denklem (6.25)’te yer alan  $\sigma$  ve  $\varepsilon$  ise sırasıyla toplam standart sapmayı ve  $\ln(Y)$  medyan değerinin altı ve/veya üstündeki standart sapma sayısını göstermektedir. Ayrıca (6.26) ifadesinde yer alan  $F_N$  ve  $F_R$  fay mekanizması değişkenleridir ve sırasıyla normal ve ters fay türleri için 1 değerini almaktadır.

$$\ln(S) = \begin{cases} b_1 \ln(V_{s30}/V_{REF}) + b_1 \ln\left[\frac{PGA_{REF} + c(V_{s30}/V_{REF})^n}{(PGA_{REF} + c)(V_{s30}/V_{REF})^n}\right], & V_{s30} \leq V_{REF} \\ b_1 \ln\left[\frac{\min(V_{s30}, V_{CON})}{V_{REF}}\right], & V_{s30} > V_{REF} \end{cases} \quad (6.27)$$

Denklem (6.26)’da yer alan ve yazarlar tarafından önerilen katsayılar tezin eklerindeki EK F’de verilmiştir. Denklemden yer alan uzaklığın göstergesi olan “R” ifadesine dikkat edilmelidir çünkü yazarlar uzaklığı ifade ederken farklı uzaklıklar için (episantr uzaklığı,  $R_{epi}$ ; Joyner-Boore uzaklığı,  $R_{JB}$ ; hiposantr uzaklığı,  $R_{hyp}$ ) ayrı



katsayılar önermişlerdir. Tez kapsamında yazarların  $R_{JB}$  için önerdikleri katsayılar kullanılmıştır. Ancak denklemlerde periyoda ve/veya uzaklığa bağlı olmayan sabit katsayı değerleri de verilmiştir. Bu ifadeler her iki eşitlikte de (Denklem (6.26) ve (6.27)) yer almaktadır. Denklemlerde sabit olan regresyon katsayıları ve bunların değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 6.4).

Tablo 6.4: Periyoda bağlı olmayan model sabitleri (Akkar ve diğ. 2014)

$a_2$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$c_1$	$c$	$n$	$V_{REF}$ (m/s)	$V_{CON}$ (m/s)
0.0029	0.2529	7.5	-0.5096	6.75	2.5	3.2	750	1000

### 6.2.3.2 Kale ve Akkar 2013 Azalım İlişkisi

Kale ve Akkar (Kale ve Akkar 2013 - KA13) ve ASB14 modellerinin fonksiyonları birbirine oldukça benzerdir. Bu denklemler esas itibariyle (Akkar ve Çağnan 2010) modelinde kullanılan fonksiyon yapısı ile aynıdır. Ancak yazarlar bu denklemde uzaklık ifadesi için sadece  $R_{JB}$  ifadesini kullanmışlardır.

$$\ln(Y) = \ln[Y_{REF}(M_w, R_{JB}, SoF)] + \ln[S(V_{s30}, PGA_{REF})] + \varepsilon\sigma_T \quad (6.28)$$

$$\ln(Y_{REF}) = \begin{cases} b_1 + b_2(M_w - c_1) + b_3(8.5 - M_w)^2 + [b_4 + b_5(M_w - c_1)] \ln\left(\sqrt{R_{JB}^2 + b_6^2}\right) + \\ b_8 F_N + b_9 F_R, & M_w \leq c_1 \\ b_1 + b_7(M_w - c_1) + b_3(8.5 - M_w)^2 + [b_4 + b_5(M_w - c_1)] \ln\left(\sqrt{R_{JB}^2 + b_6^2}\right) + \\ b_8 F_N + b_9 F_R, & M_w > c_1 \end{cases} \quad (6.29)$$

$$\ln(S) = \begin{cases} sb_1 \ln(V_{s30}/V_{REF}) + sb_2 \ln\left[\frac{PGA_{REF} + c(V_{s30}/V_{REF})^n}{(PGA_{REF} + c)(V_{s30}/V_{REF})^n}\right], & V_{s30} < V_{REF} \\ sb_1 \ln\left[\frac{\min(V_{s30}, V_{CON})}{V_{REF}}\right], & V_{s30} \geq V_{REF} \end{cases} \quad (6.30)$$

Denklemlerde yer alan  $F_N$  ve  $F_R$  fay mekanizması değişkenleridir ve sırasıyla normal ve ters fay türleri için 1 değerini almaktadır. Bu azalım ilişkisi için periyoda bağlı katsayılar tezin EK F bölümünde verilmiştir. Yazarlar geliştirdikleri bu fonksiyonda periyoda ve yer hareketi zemin parametresine bağlı olmayan sabit katsayılar önermişlerdir (Tablo 6.5).

Tablo 6.5: Periyoda bağılı olmayan model sabitleri (Kale ve Akkar 2013)

$c_1$	$b_2$	$b_5$	$b_7$	$c$	$n$	$V_{REF}$ (m/s)	$V_{CON}$ (m/s)
6.75	0.262	0.155	-0.302	2.5	3.2	750	1000

### 6.2.3.3 Campbell ve Bozorgnia 2008 Azalım İlişkisi

Tez kapsamında kullanılan tek yabancı azalım ilişkisi modelidir (Campbell ve Bozorgnia 2008 - CB08). Bu modelde hesaplanacak olan yer hareketi parametresinin ve/veya periyoda bağılı spektral değerlerin medyanı birçok parametreye bağılı olarak geliştirilmiş ve (6.31) ifadesindeki gibi önerilmiştir. Denklemden yer alan mag, dis, fly, hng, site ve sed sırasıyla magnitüd, uzaklık, deprem mekanizması türü, fayın tavan/tabana bloğu, zemin ve havza tepkisi olarak adlandırılmıştır.

$$\ln \hat{Y} = f_{mag} + f_{dis} + f_{flt} + f_{hng} + f_{site} + f_{sed} \quad (6.31)$$

$$f_{mag} = \begin{cases} c_0 + c_1 M, & M \leq 5.5 \\ c_0 + c_1 M + c_2 (M - 5.5), & 5.5 < M \leq 6.5 \\ c_0 + c_1 M + c_2 (M - 5.5) + c_3 (M - 6.5), & M > 6.5 \end{cases} \quad (6.32)$$

$$f_{dis} = (c_4 + c_4 M) \ln \left( \sqrt{R_{RUP}^2 + c_6^2} \right) \quad (6.33)$$

$$f_{flt} = c_7 F_{RV} f_{flt,Z} + c_8 F_{NM}$$

$$f_{flt,Z} = \begin{cases} Z_{TOR}, & Z_{TOR} < 1 \\ 1, & Z_{TOR} \geq 1 \end{cases} \quad (6.34)$$

$$f_{hng} = c_9 f_{hng,R} f_{hng,M} f_{hng,Z} f_{hng,\delta}$$

$$f_{hng,R} = \begin{cases} 1, & R_{RJB} = 0 \\ \frac{[\max(R_{RUP}, \sqrt{R_{RJB} + 1}) - R_{RJB}] / \max(R_{RUP}, \sqrt{R_{RJB} + 1})}{(R_{RUP} - R_{RJB}) / R_{RUP}}, & R_{RJB} > 0, Z_{TOR} < 1 \\ & M > 6.5 \end{cases}$$

$$f_{hng,M} = \begin{cases} 0, & R_{RJB} = 0 \\ 2(M - 6.0), & 6.0 < M < 7.0 \\ 1, & M \geq 7.0 \end{cases} \quad (6.35)$$

$$f_{hng,Z} = \begin{cases} 0, & Z_{TOR} \geq 20 \\ (20 - Z_{TOR}) / 20, & 0 \leq Z_{TOR} \leq 20 \end{cases}$$

$$f_{hng,\delta} = \begin{cases} 1, & \delta \leq 70 \\ (90 - \delta) / 20, & \delta > 70 \end{cases}$$

$$f_{site} = \begin{cases} c_{10} \ln \left( \frac{V_{s30}}{k_1} \right) + k_2 \left[ \ln \left( A_{1100} + c \left( \frac{V_{s30}}{k_1} \right)^n \right) - \ln(A_{1100} + c) \right], & V_{s30} < k_1 \\ (c_{10} + nk_2)n \left( \frac{V_{s30}}{k_1} \right), & k_1 \leq V_{s30} < 1100 \\ (c_{10} + nk_2)n \left( \frac{1100}{k_1} \right), & V_{s30} \geq 1100 \end{cases} \quad (6.36)$$

$$f_{sed} = \begin{cases} c_{11}(Z_{2.5} - 1), & Z_{2.5} < 1 \\ 0, & 1 \leq Z_{2.5} \leq 3 \\ c_{12}k_3 e^{-0.75[1 - e^{-0.25(Z_{2.5}-3)}]}, & Z_{2.5} > 3 \end{cases} \quad (6.37)$$

(6.32)~(6.37) denklemleri ise (6.31) eşitliğinde yer alan terimlerin matematiksel açılımlarıdır. Görüldüğü gibi yer hareketi parametresinin tahmini için oldukça karmaşık ve birçok katsayı ve parametreye bağımlı denklem geliştirilmiştir. Denklemlerde yer alan katsayıların değerleri EK F’de verilmiştir. Denklemlerde yer alan M, moment magnitudünü,  $R_{RUP}$  sismik kırılma düzlemine en yakın uzaklığı (km),  $R_{RJB}$  sismik kırılma düzleminin yüzey izdüşümüne en yakın uzaklık (km),  $F_{RV}$  ters ve ters-oblik fay türüne,  $F_{NM}$  normal ve normal-oblik fay türüne ait değişkeni,  $Z_{TOR}$  kırılma düzleminin yüzeyden olan derinliğini (km),  $\delta$  kırılma düzlemi ile yüzeye paralel olan düzlem arasındaki açıyı ( $^\circ$ ),  $V_{S30}$  30metre derinliğindeki ortalama kayma dalgası hızını (m/s),  $Z_{2.5}$  2.5 m/s kayma dalga hızının yüzeyden olan derinliğini ve genelde sediment veya havza derinliği (km) olarak adlandırılmaktadır.

Bu azalım ilişkisinin kullanılabilmesi için bazı ek parametre değerlerinin bilinmesi gerekmekte ve maalesef ülkemizde meydana gelen depremlerden sonra elde edilen veriler içerisinde denklemlerde yer alan bazı parametrelerle ilgili bilgilere yer verilmemektedir. Dolayısıyla bu parametrelerin hesaplanması gerekmektedir. Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalar yeni nesil azalım ilişkilerinin “Next Generation Attenuation (NGA)” karmaşık yapısından ve azalım ilişkilerinde var olan ve çoğu bilinmeyen parametreler yüzünden avantajlarını kaybettiğini dile getirmektedir (Kaklamanos ve Baise 2011). Bu amaçla literatürde yeni nesil azalım ilişkilerinin bilinmeyen parametrelerini hesaplamak için çalışmalar yapılmış ve bu azalım ilişkilerinde sıklıkla kullanılan bilinmeyen parametrelerin tahmini için denklemler önermiştir (Kaklamanos ve diğ. 2011). Tez kapsamında yukarıda bahsi geçen çalışmalardan yararlanarak bu azalım ilişkisinde kullanılan bazı parametrelerin değerleri hesaplanmıştır.

Bahsi geçen çalışmada parametrelerin değerleri hesaplanırken bazı varsayımlarda bulunulmuştur. Bu varsayımlar yine (Kaklamanos ve diğ. 2011) çalışmasındaki öneriler dikkate alınarak belirlenmiştir. Buna göre  $\delta$  (fay eğimi, açısı)  $50^\circ$ ,  $\alpha$  kaynak-bölge açısı (azimut)  $50^\circ$  alınmıştır. Diğer parametrelerin hesabı ise bahsi geçen çalışmada verilen denklemler kullanılarak hesaplanmıştır. Ayrıca  $Z_{2.5}$  değeri 2 km olarak alınmış böylece (6.31)'de yer alan  $f_{sed}$  değeri hesaba katılmamıştır.

#### 6.2.4 Mantık Ağacı ve Belirsizliklerin Analizi

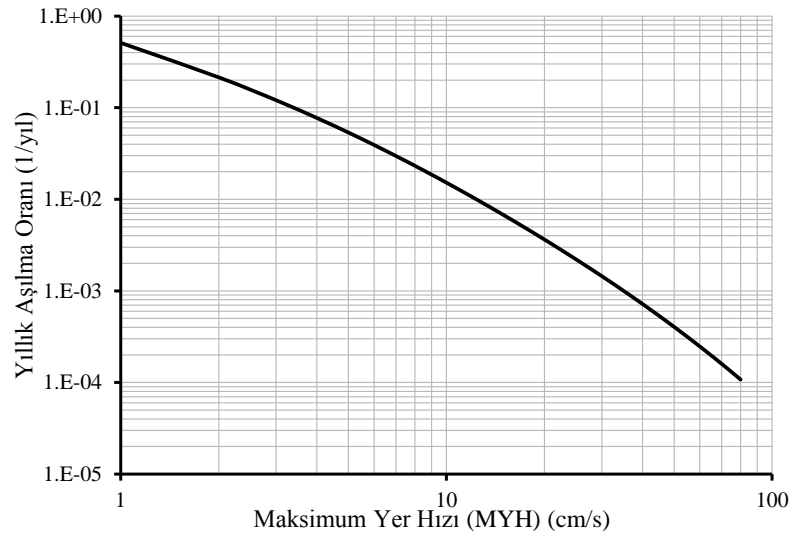
Tez kapsamında olasılıksal sismik tehlike analizi yapılırken bilgi eksikliği ve rassallıktan kaynaklanan belirsizlikler mantık ağacı yöntemi kullanılarak hesaba katılmıştır. Depremin doğasında var olan değişkenlik, rassallıktan kaynaklanan belirsizliklere (örneğin, depremin yeri, büyüklüğü, fay kırılmasının boyutları) sebep olmaktadır. Bu çalışmada rassallıktan kaynaklanan belirsizlikleri hesaba katmak amacıyla Aydan ve diğ. 2001<sup>a</sup> ve Aydan ve diğ. 2001<sup>b</sup> tarafından yapılan çalışmalar dikkate alınmış ve bölgede oluşabilecek depremlerin büyüklükleri sırasıyla 6.5 (0.5), 6.8 (0.4) ve 7.2 (0.1) olarak alınmıştır. Parantez içindeki değerler verilen öznel ağırlıklardır (olasılık) ve analizler sırasında kullanılmıştır.

Sismik tehlike hesabında başlıca belirsizlik kaynağı azalım ilişkisidir (Yüçemen 2008 ve Yüçemen 2011). Bu sebeple tez kapsamında azalım ilişkilerindeki belirsizliğe önem verilmiştir. Bu amaçla ikisi yerel “ASB14 (0.45), KA13 (0.45), CB08 (0.1)” biri yabancı olmak üzere toplamda üç farklı azalım ilişkisi kullanılmıştır. Azalım ilişkisi sayısının yanı sıra bu ilişkilerin tahminlerindeki belirsizlikler dikkate alınmış ve azalım ilişkilerindeki tahminlerin medyan değerleri (0.6) ve medyan+1.5 $\sigma$  (0.4) değerleri kullanılarak iki farklı belirsizlik durumu ele alınmıştır.

Tez kapsamında sismisite parametrelerinden yani veri eksikliğinden kaynaklanan belirsizlikler de hesaba katılmıştır. Bu amaçla Ana şok (0.5) ve tüm depremlerin (0.5) yer aldığı kataloglar kullanılarak veri eksikliğinden kaynaklanan belirsizliklerin sismik tehlike analizinde göz önüne alınması sağlanmıştır.

### 6.3 DOSB'nin Sismik Tehlike Eğrisinin Elde Edilmesi

DOSB'nin sismik tehlike eğrisi elde edilirken 2 katalogdan belirlenen sismik parametre belirsizliğinin, 3 farklı azalım ilişkisi, azalım ilişkilerinden elde edilen 2 farklı medyan değer ve 3 farklı maksimum magnitüd değer olmak üzere toplam  $2 \times 3 \times 2 \times 3 = 36$  adet olasılıksal sismik tehlike analizi yapılmıştır. Böylece DOSB için beklenen en iyi tahmin sismik tehlike eğrisi elde edilmiştir. Yapılan analizler neticesinde DOSB için elde edilen sismik tehlike eğrisi Şekil 6.11'de verilmiştir.



Şekil 6.11: DOSB için elde edilen sismik tehlike eğrisi

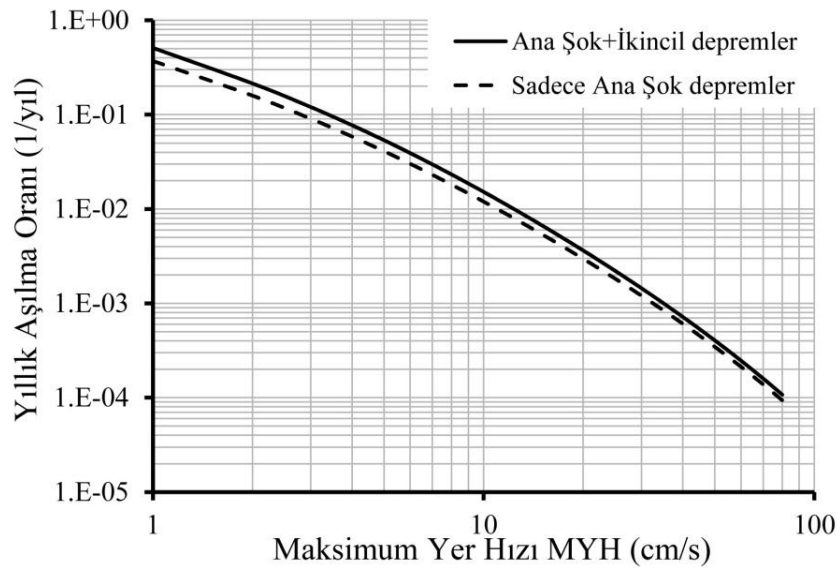
Elde edilen sismik tehlike eğrisi, belirli düzeydeki MYH değerlerinin yıllık aşılma oranlarını göstermektedir. Aşılma oranları yerine sismik tehlike eğrisinde yer alan MYH değerlerinin oluşma olasılıklarının hesaplanması gerekmektedir. Elde edilen aşılma oranlarının çok küçük olması sebebiyle bu değerler olasılık olarak ele alınabilir. Her MYH grubunun oluşma olasılığı ise kendisinden önce ve sonra gelen olasılıkların ortalaması alınarak yaklaşık olarak hesaplanabilir. Tez kapsamında kullanılan MYH grupları ve grupların ortalama değerleri önceki bölümlerde verilmiştir (bkz. Tablo 3.3).

#### 6.3.1 Sismik Tehlike Eğrisinin Belirsizlik Parametrelerine Duyarlılığı

DOSB için sismik tehlike eğrisi elde edilirken kullanılan belirsizlik türleri ve bu belirsizliklerin öznel ağırlıkları (olasılıkları) ile ilgili bilgilere 6.2.4 bölümünde

yer verilmiştir. Sonuçta DOSB için sismik tehlike eğrisi elde edilmiş ve elde edilen eğri kullanılarak sigorta prim oranları hesaplanmıştır. Bu bölümde ise sismik tehlike analizinde dikkate alınan bu parametrelerin sismik tehlikeye olan etkisi incelenmiştir. Bilindiği gibi bilgiye ve rassallığa dayalı olarak kullanılan bu parametreler tez kapsamında dört başlıkta toplanmıştır. Bunlar sismik parametre belirsizliği, azalım ilişkisi belirsizliği, azalım ilişkisi tahminlerindeki belirsizlik ve deprem büyüklüğü ile ilgili belirsizlik parametreleridir.

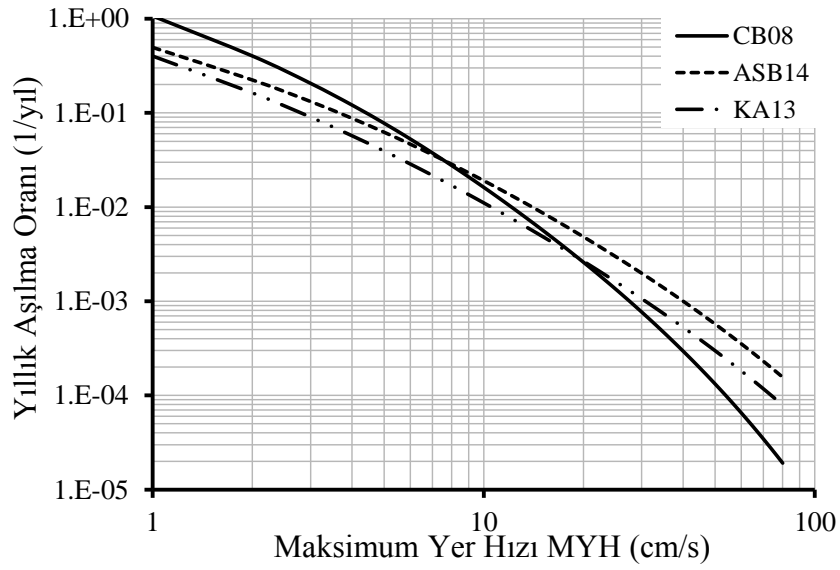
Kullanılan bu farklı parametrelerin sismik tehlike eğrisine olan etkisini incelemek amacıyla ele alınan herhangi bir parametrenin değerleri değiştirilip diğer parametreler ise varsayılan değerleriyle hesaplanmıştır. Böylece ilgili parametrenin sismik tehlikeye olan etkisi incelenmiştir. Bu amaçla ilk olarak sismisite parametresinin sismik tehlike eğrisine olan etkisi incelenmiştir. Bu amaçla analizler sadece ana şok ve tüm katalog (Ana Şok+ikincil depremler) yani varsayılan analiz durumu göz önüne alınarak tekrarlanmıştır. Elde edilen sismik tehlike eğrileri ise Şekil 6.12’de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 6.12:** Sismisite parametresinin sismik tehlike eğrisine etkisi

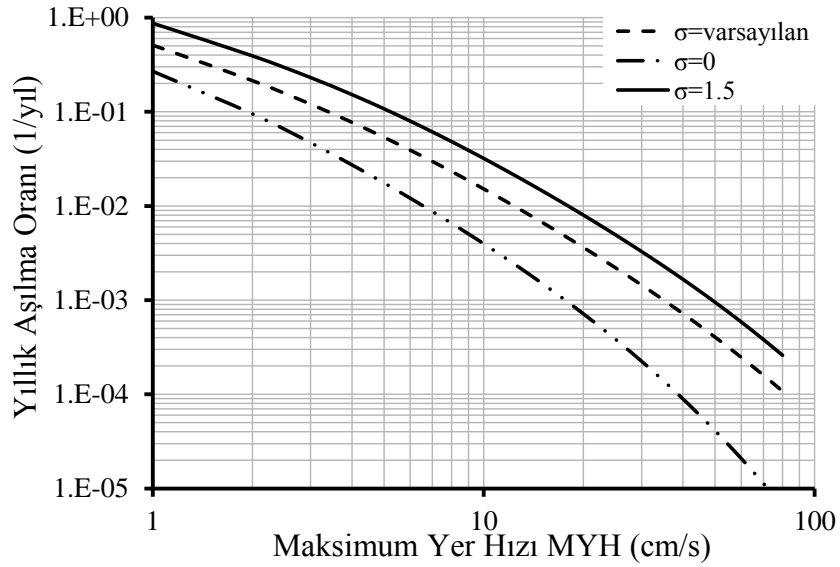
Şekilden de görüldüğü sismisite parametreleri arasındaki fark düşük MYH değerlerinde biraz farklılık gösterirken ileri MYH değerlerinde birbirine oldukça yakın değerler elde edilmiştir. Bu durum sismisite parametresinin DOSB için elde edilen sismik tehlike eğrisini önemli derecede etkilemediğini göstermektedir. Sismik tehlike eğrisine etkisi olan bir diğer parametre, azalım ilişkisidir. Tezde üç farklı

azalım ilişkisi kullanılmıştır. Kullanılan azalım ilişkilerinin kendisi kullanılarak analizler tekrarlanmış ve sismik tehlike eğrisi her azalım ilişkisi için ayrı ayrı elde edilmiştir. Şekil 6.13'te her azalım ilişkisi için elde edilen sismik tehlike eğrileri gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü kullanılan azalım ilişkisi sismik tehlike eğrisini önemli derecede etkilemektedir. CB08 düşük MYH değerlerinde daha yüksek tehlike değerleri tahmin ederken bu durum ileri MYH seviyelerinde tersine dönmektedir. Yerel azalım ilişkileri olan KA13 ve ASB14 ise birbirine paralellik gösterirken, ASB14 azalım ilişkisinden daha yüksek aşılma oranları elde edilmiştir.



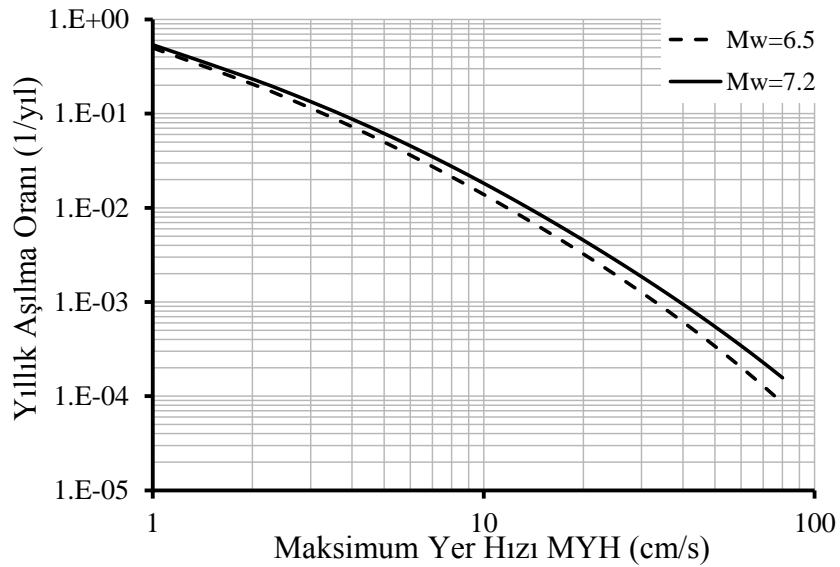
**Şekil 6.13:** Kullanılan azalım ilişkilerinin sismik tehlike eğrisine etkisi

Belirsizlikler dikkate alınırken azalım ilişkisindeki belirsizliğin yanı sıra azalım ilişkilerindeki tahminlerin belirsizliği de dikkate alınmıştır. Azalım ilişkisi tahminlerinin sismik tehlike eğrisine olan etkisini incelemek amacıyla DOSB için yapılan analizlerde kullanılan standart sapma değerleri ayrı ayrı ele alınarak sismik tehlike eğrileri elde edilmiş ve bu eğriler DOSB için varsayılan koşullarda elde edilen sismik tehlike eğrisi ile kıyaslanmıştır. Şekil 6.14'te görüldüğü gibi varsayılan parametre değerleriyle elde edilen sismik tehlike eğrisi, 1 ve 1.5 standart sapma kullanılarak elde edilen eğriler arasında yer almaktadır. Şekilde ayrıca 1.5 standart sapma kullanılarak elde edilen tahminlerin 1 standart sapmaya göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Elde edilen grafik, azalım ilişkisi türünün yanı sıra azalım ilişkisinin tahmin değerindeki belirsizliğin sismik tehlikeyi önemli derecede etkilediğini göstermektedir.



**Şekil 6.14:** Azalım ilişkisi tahminlerinin sismik tehlike eğrisine etkisi

Rassalaktaki belirsizliği dikkate almak için kullanılan deprem büyüklüğünün sismik tehlike eğrisine olan etkisini incelemek amacıyla DOSB için öngörülen 6.5 ve 7.2 büyüklüğündeki depremler ayrı ayrı ele alınmış ve analizler tekrarlanmıştır.



**Şekil 6.15:** Deprem büyüklüğünün sismik tehlike eğrisine etkisi

Şekil 6.15'te her bir deprem büyüklüğü için elde edilen eğriler incelendiğinde eğrilerin birbirine yakın olduğu ancak yüksek MYH değerlerinde belirgin bir şekilde ayrıldığı görülmektedir.



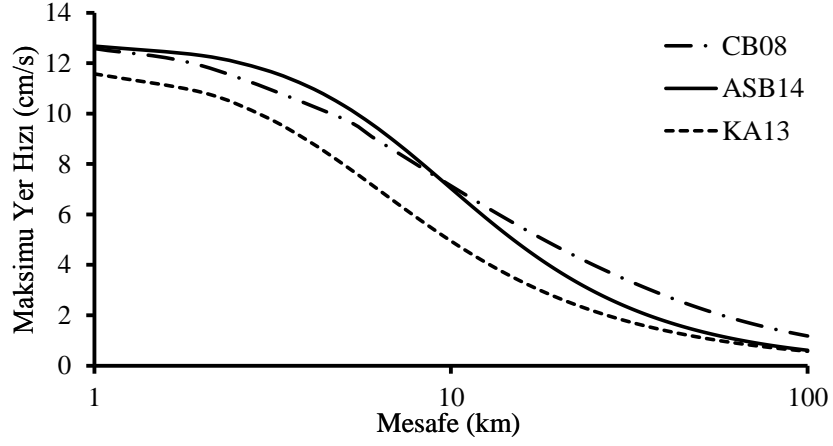
#### 6.4 DOSB'nin Deterministik Sismik Tehlike Analizi

Denizli Organize Sanayi Bölgesi, Türkiye'nin batısında Ege bölgesinde yer almaktadır ve bölgenin deprenselliği değerlendirildiğinde Batı Anadolu genişleme bölgesinde yer almaktadır. Batı Anadolu genişleme bölgesi ise Büyük menderes, Küçük menderes ve Alaşehir grabenlerinin bulunduğu bir noktada yer almaktadır (Eravcı ve diğ. 2007). Bölgede faylanma türü ile ilgili yapılan çalışmalar (Koçyiğit 2005, Şaroğlu ve diğ. 1992, Westaway 1990, Westaway 1993) ise bölgenin normal faylardan oluştuğunu göstermektedir.

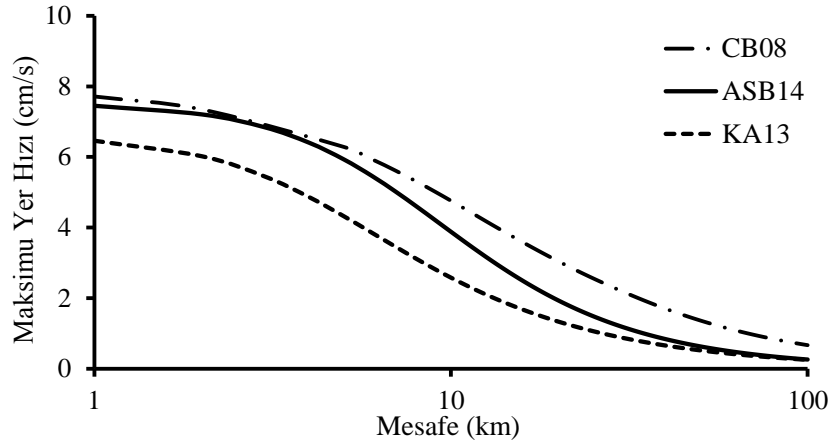
Son zamanlarda yapılan çalışmalar sayesinde (Emre ve diğ. 2013), ülkemizin tamamı ile Marmara Denizi ve Saros Körfezindeki yer alan diri fay haritaları yenilenmiştir. Yenilenen haritalar ve bu haritalara ulaşım için portal ile ilgili çalışmaları ayrıca sunulmuştur (Erol ve diğ. 2013). Yenilenmiş diri fay haritalarına göre Türkiye çok sayıda paftaya bölünmüş ve haritalar 1:250,000 ölçekli olarak gösterilmiştir. DOSB'nin Denizli iline yakın olması sebebiyle Denizli ve çevresi için hazırlanan harita (Denizli paftası) incelenmiştir (Emre ve diğ. 2011). Yapılan incelemeler DOSB ve çevresinde Denizli, Babadağ, Pamukkale, Honaz, Kaklık ve Cankurtaran fay ve fay zonlarının bulunduğunu göstermektedir. Ancak bu faylardan DOSB'ye en yakın olanları Pamukkale ve Honaz faylarıdır. Bu fayların bölgeye olan uzaklıkları sırasıyla yaklaşık olarak 5km ve 6km olarak belirlenmiştir. DOSB için deterministik sismik tehlike analizi gerçekleştirilirken bu faylar kullanılmış ve faylarda oluşan depremlerin değerleri katalog bilgileri kullanılarak hesaplanmıştır. Buna göre Pamukkale için deprem büyüklüğü 5.19 (5.5), Honaz için ise 5.56 (6) olarak belirlenmiştir. Kritik olması açısından faylarda oluşabilecek en büyük depremlerin büyüklüğü için parantez içindeki değerler kullanılmıştır. Bölge için tehlike değerleri üç azalım ilişkisi için hesaplanmış ve MYH cinsinden elde edilmiştir. Analizler gerçekleştirilirken her iki fay türünün normal fay olduğu kabul edilmiştir.

Şekil 6.16 ve Şekil 6.17'de magnitudü 6 ve 5.5 için olan depremlerin mesafeye göre değişimi verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda şekillerden de görüldüğü gibi MYH tahminlerinin çok yüksek olmadığı ve bu değerlerin tezde kullanılan en düşük MYH grubu olan grup 1'den bile daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Pamukkale ve Honaz fayları için elde edilen MYH değerleri azalım ilişkisine göre Tablo 6.6'da verilmiştir.



Şekil 6.16: Azalım ilişkisi tahminlerinin mesafeye göre değişimi ( $M_w=6.0$ )



Şekil 6.17: Azalım ilişkisi tahminlerinin mesafeye göre değişimi ( $M_w=5.5$ )

Tablo 6.6: Deterministik sismik tehlike analizi sonucu tahmini MYH değerleri

Moment Büyüklüğü	Azalım İlişkisi	Pamukkale Fayı	Honaz Fayı
5.5	CB08	9.79	9.08
	ASB14	10.33	9.58
	KA13	7.98	7.17
6.0	CB08	6.29	5.94
	ASB14	5.93	5.46
	KA13	4.32	3.85

## 7. PREFABRİK SANAYİ YAPILARININ DEPREM SİGORTA PRİM ORANLARI

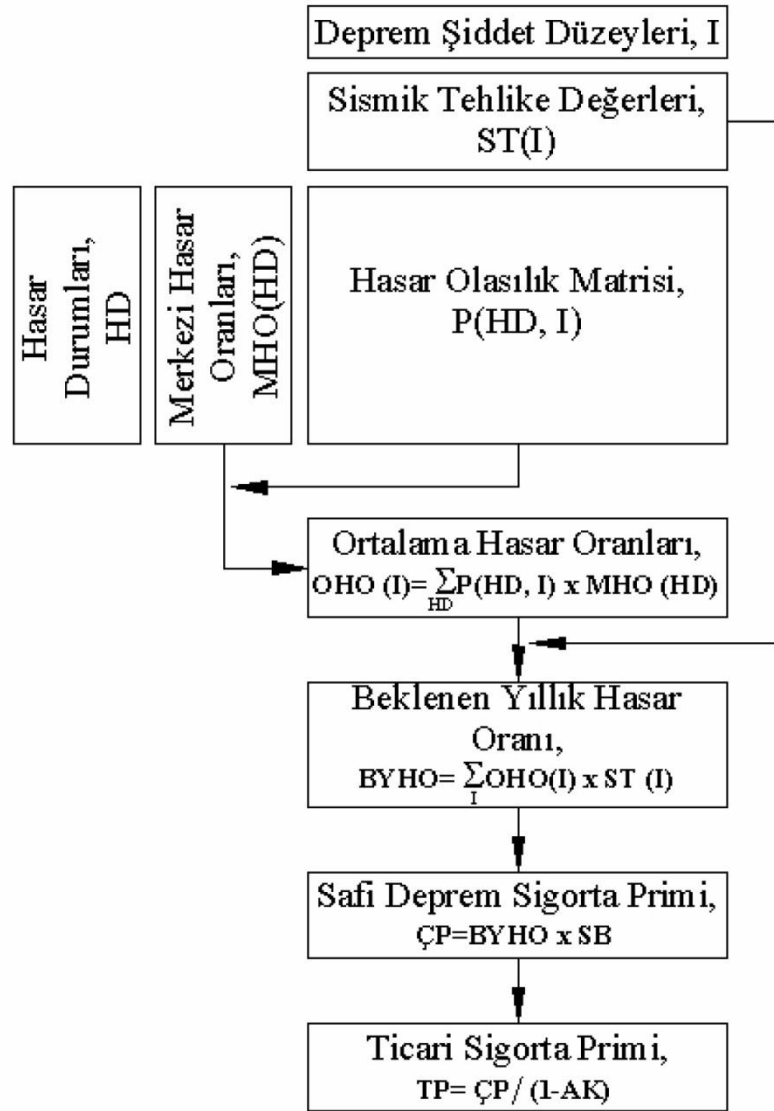
Prefabrik binaların sigorta prim oranlarının belirlenmesi için iki başlığın tamamlanmış olması gerekmektedir. Bunlardan ilki yapının bulunduğu bölgede değişik şiddet ve/veya yer hareketi parametresi değerlerinin hangi olasılık seviyelerinde olacağı belirlendiği sismik tehlike analizidir ve konu ile ilgili çalışmalar Bölüm 6'da tamamlanmıştır. İkincisi ise, incelenen yapı türünün değişik şiddetteki ve/veya yer hareketi parametresi değerlerinde uğrayacağı hasar oranlarının olasılıksal değerlerinin hesaplandığı HOM ki bu noktada da çalışmalar tamamlanmış ve tezin 5. Bölümünde verilmiştir. Bu bölümde DOSB'deki binaların sigorta prim oranlarının hesaplanması için geliştirilen (Yüçemen ve Bulak 1997, Yüçemen 2001, Yüçemen 2005<sup>a</sup>) ve tez kapsamında kullanılan modele ait bilgilere yer verilmiş ve prefabrik sanayi yapılarının sigorta prim oranları hesaplanmıştır.

### 7.1 Deprem Sigorta Prim Oranı Hesap Modeli

Tez kapsamında kullanılan sigorta prim hesap modeli Şekil 7.1'de gösterildiği gibi düzenlenmiştir (Yüçemen 2005<sup>a</sup>). Şekilde hesap modelinin uygulaması sırasında kullanılan adımlar grafiksel yöntem kullanılarak gösterilmiştir. Şekilde gösterilen "I" depremin şiddetini ifade etmektedir. Yani şekilde adımları verilen sigorta hesabı için parametre olarak deprem şiddeti kullanılmıştır. Elbette bu ifade sadece deprem şiddeti cinsinden kullanılmayabilir, başka bir ifade ile inşaat sahasında öngörülen herhangi bir yer hareketi parametresi için de kullanılabilir. Nitekim tez kapsamında yapılan hesaplarda (HOM hesabı ve sismik tehlike hesabı) MYH parametresi göz önüne alınmıştır.

Şekil 7.1'de gösterilen Hasar Durumları (HD) esas itibariyle hasarın büyüklüğünün niceliksel olarak ifade edilmesidir ve sigorta hesaplarında bunlarla ilgili sayısal ifadeler hasar oranları kullanılarak belirlenmektedir. Hasar oranları (HO) ise hasar onarımı için yapılacak harcamaların, yapının yeniden inşası için

yapılacak harcamalara oranı olarak tanımlanmıştır (Yücemen 2008). Ancak sayısal hesaplamalarda basitleştirme yapma adına her hasar durumuna karşılık gelen merkezi hasar oranları (MHO) verilmiştir. Hasar olasılık matrislerinin her bir elemanın belirlenmesinden sonra da  $P(HD, I)$  bütün hasar durumlarının ifade edildiği ortalama hasar oranları (OHO) belirlenmektedir (bkz. Bölüm 5.2). Ancak yapılan bu hesapların ilgilenilen yapı türüne göre değişebileceği unutulmamalıdır. Dolayısıyla bu işlem her yapı türü için ayrı ayrı gerçekleştirilebilir.



**Şekil 7.1:** Deprem sigorta prim oranı hesap akış şeması (Yücemen 2005<sup>a</sup>)

Sismik tehlike değerlerinin ve hasar olasılık matrislerinin belirlenmesinin ardından ilk olarak yapılması gereken ilgilenilen yapı türü için denklem (7.1)'de verilen beklenen yıllık hasar oranlarının (BYHO) hesabıdır.

$$BYHO = \sum_1 OHO(I) \times ST(I) \quad (7.1)$$

Denklem (7.1)'de görüldüğü gibi BYHO ilgili yapı türü için hesaplanan ortalama hasar oranları ile yapının bulunduğu bölgede I şiddetinde (tez için MYH) bir deprem olma olasılığının çarpılmasıyla elde edilmektedir ve bu işlem sismik tehlikede hesaplanan tüm şiddet değerleri için hesaplanıp toplanmaktadır. Yapının safi (çıplak) sigorta primi ise (7.2) denklemiyle hesaplanmaktadır.

$$\text{ÇP} = BYHO \times SB \quad (7.2)$$

Denkleminde yer alan SB değeri, yapının sigorta bedelini ifade etmektedir. Elde edilen safi sigorta primi elbette ticari işletmelerce şirketin işletim masraflarını, riskleri ve kâr sağlamak için belli bir oranda arttırılmaktadır. Bu amaçla Gürpınar ve Yüçemen tarafından önerilen bir ayarlama katsayısı (AK) verilmiş ve yazarlar bu değeri 0.40 olarak kullanmışlardır (Gürpınar ve Yüçemen 1980). Tez kapsamında bahsi geçen çalışmada önerilen değer dikkate alınmış ve ticari deprem sigorta primini bulmak için, safi primler  $[1/(1-0.4)] = 1.67$  katsayısı ile çarpılmıştır.

## 7.2 Sigorta Prim Hesap Modelinin Prefabrik Yapılarda Uygulanması

Sigorta prim oranlarının hesabı ile ilgili teorik bilgilere yer verildikten sonra kullanılan sigorta prim oranı tahmin modelinin DOSB'de bulunan prefabrik sanayi yapıları için uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle DOSB'de çeşitli MYH seviyelerinin aşılmasını ifade eden yıllık aşılma oranları yerine oluşma olasılıklarının elde edilmesi gerekmektedir. Elde edilen aşılma oranlarının çok düşük değerler olması sebebiyle bu oranlar olasılık olarak değerlendirilebilir. Bu durumda oluşma olasılıklarının hesabı için istenen MYH seviyesinin bir alt ve üstündeki MYH seviyelerindeki aşılma olasılıkları arasındaki değerlerin ortalamasının alınması ile istenilen MYH seviyesi için oluşma olasılığı hesaplanabilir. Bu yaklaşım kullanılarak her MYH grubunun aşılma olasılıkları (sismik tehlike değerleri) hesaplanmış ve Tablo 7.1'de verilmiştir.

Tablo 7.1: MYH grupları için yıllık oluşma olasılıkları

Grup No	MYH (cm/s)	Sismik Tehlike ST (I)
1	21.69	4.51E-03
2	27.31	2.76E-03
3	32.05	1.94E-03
4	37.35	1.38E-03
5	41.77	1.06E-03
6	47.15	7.99E-04
7	52.16	6.26E-04
8	57.18	5.00E-04
9	62.07	4.07E-04
10	67.52	3.28E-04
11	72.55	2.72E-04
12	77.31	2.30E-04

### 7.2.1 Tek Katlı Binalarda Sigorta Prim Oranlarının Belirlenmesi

Bölüm 5.4'ten hatırlanacağı gibi tek katlı prefabrik sanayi yapılarının HOM oluşturulurken binaların yapısal özellikleri dikkate alınmış ve hasar olasılık matrisleri iyi, orta ve kötü kalite bina grupları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ayrıca binaların hasar olasılık matrisleri hesaplanırken kullanılan ampirik ve analitik yöntemlere öznel ağırlık verilerek bilgi eksikliğinden kaynaklanan belirsizlikler matris hesaplarına dahil edilmiştir. Sonuçta kullanılan ampirik yöntemin daha kötü sonuçlar vermesi sebebiyle öznel ağırlığı %50, diğer analitik yöntemlere göre hesaplanan yaklaşımların benzer sonuçlar vermesi sebebiyle de öznel ağırlıklar eşit alınmış ve matrisler hesaplanmıştır.

Dolayısıyla tek katlı prefabrik binalar için sigorta prim oranlarının hesabından bahsedilirken esasen tek bir sigorta prim oranı yerine her bina grubu için ayrı ayrı hesaplanan sigorta prim oranlarından bahsetmek gerekir. Kullanılan sigorta prim hesap modelinin uygulaması için tek katlı iyi kalite grubu binalar seçilmiş ve hesap detayları Tablo 7.2'de verilmiştir. Tablo 7.2'de her işlem adımı ayrı bir sütunda gösterilmiş ve seçilen bina grubu için deprem sigorta prim oranı 3.40% olarak hesaplanmıştır.

Tablo 7.2: Tek katlı iyi kalite binalar için sigorta prim oranının hesabı

Grup No	MYH	Sismik Tehlike ST(I)	OHO	BYHO (%)	ÇP (1/1000)	AK	TP (1/1000)
1	21.69	3.05E-03	8.40	2.56E-02	2.04	0.40	3.40
2	27.31	1.81E-03	17.10	3.09E-02			
3	32.05	1.24E-03	18.65	2.31E-02			
4	37.35	8.54E-04	19.50	1.67E-02			
5	41.77	6.46E-04	30.55	1.97E-02			
6	47.15	4.73E-04	37.75	1.78E-02			
7	52.16	3.62E-04	39.25	1.42E-02			
8	57.18	2.82E-04	53.05	1.50E-02			
9	62.07	2.25E-04	49.35	1.11E-02			
10	67.52	1.77E-04	64.25	1.14E-02			
11	72.55	1.44E-04	68.65	9.89E-03			
12	77.31	1.19E-04	75.20	8.98E-03			
			Σ =	0.204			

Tablo 7.2’de izlenen adımlar bölgedeki diğer tek katlı prefabrik bina grupları için ayrı ayrı hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 7.3’te verilmiştir. DOSB’de bulunan tek katlı prefabrik sanayi yapıları betonarme taşıyıcı sisteme sahiptir ve bölgenin coğrafi konumu yürürlükte olan DBYBHY-2007 göre 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Bu açıdan bakıldığında ülkemizde halen yürürlükte olan zorunlu deprem sigortası uygulaması, prefabrik sanayi yapıları için sigorta prim oranını 2.20‰ olarak belirlemiştir.

Tablo 7.3: Tek katlı bina grupları için elde edilen sigorta prim oranının karşılaştırılması

Bina Grup Adı	Ticari Prim (1/1000)	Ortalama Ticari Prim Oranı (1/1000)	Yürürlükte olan sigorta prim oranı (1/1000)
İyi kalite binalar	3.40	4.25	2.20
Orta kalite binalar	4.15		
Kötü kalite binalar	5.20		

Tablo 7.3’te tek katlı prefabrik bina gruplarının sigorta prim oranları, bu oranların ortalaması ve halen yürürlükte olan sigorta prim oranları karşılıklı olarak verilmiştir. Tablo incelendiğinde bölgedeki binalar için hesaplanan prim oranlarının uygulanmakta olan sigorta prim oranlarında yüksek olduğu görülmektedir.

Tek katlı bina gruplarının deprem sigorta prim oranları incelendiğinde iyi kalite binaların düşük (3.40‰), orta ve kötü kalite binaların sigorta prim oranlarının ise sırasıyla 4.15‰ ve 5.20‰ yani daha yüksek olduğu görülmektedir.

### 7.2.2 İki Katlı Binalarda Sigorta Prim Oranlarının Belirlenmesi

DOSB’de bulunan iki katlı binalar için hasar olasılık matrisleri hesaplanmadan önce binalar kendi içinde iki gruba ayrılmış ve hasar olasılık matrisleri bu duruma göre hesaplanmıştır (bkz. Bölüm 5.5). İki katlı bina grupları için elde edilen HOM, sismik tehlike değerleri “ST (I)” ve kullanılan sigorta prim tahmin modeli bir araya getirilerek iki katlı binalar için sigorta prim oranları hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 7.4’te verilmiştir.

Tablo 7.4: İki katlı bina grupları için elde edilen sigorta prim oranının karşılaştırılması

Bina Grup Adı	Ticari Prim (1/1000)	Ortalama Ticari Prim Oranı (1/1000)	Yürürlükte olan sigorta prim oranları (1/1000)
İyi kalite binalar	5.77	7.55	2.20
Kötü kalite binalar	9.32		

Elde edilen sigorta prim oranları incelendiğinde oranların hem tek katlı binaların hem de yürürlükte olan sigorta prim oranlarının çok üzerinde olduğu görülmektedir (>3 kat).

### 7.3 Deprem Sigorta Prim Oranlarının Farklı Parametrelere Göre Hassasiyetinin İrdelenmesi

Bölgedeki binaların sigorta prim oranlarının belirlenmesinden sonra elde edilen oranların çeşitli parametrelere göre değişimi incelenmiştir. Tez kapsamında kullanılan sigorta prim oranı tahmin modelinin hesap akış şeması daha önce Şekil 7.1’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde sigorta prim oranlarının hesabını etkileyen kritik parametrelerin görüleceği açıktır.

Sigorta prim oranların hesabını etkileyen parametrelerin en başında HOM gelmektedir. Çünkü HOM matrisleri binaların çeşitli deprem seviyelerindeki



hasarların olasılıklarını ifade etmektedir. Hatırlanacağı gibi binalara ait HOM belirlenirken her hasar durumuna (HD) karşılık gelen merkezi hasar oranları (MHO) tanımlanmaktadır. Dolayısıyla kullanılan bu merkezi hasar oranları (MHO) sigorta prim oranları etkileyebilecek en önemli parametrelerden biridir. Prefabrik binaların sigorta prim oranı için tez kapsamında (Gürpınar ve diğ. 1978) tarafından önerilen MHO değerleri kullanılmıştır. Ancak (Askan ve Yücemen 2010) güvenilirlik modelini kullanarak MHO oranlarını yeniden hesaplamış ve modifiye etmiştir. Her iki yaklaşıma göre MHO oranları Tablo 7.5’de karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.

Tablo 7.5: Farklı çalışmalarda önerilen MHO değerleri

Hasar Durumu (HD)	(MHO (%)) (Gürpınar ve diğ. 1978)	MHO (%) (Askan ve Yücemen 2010)
Hasarsız	0	0
Hafif Hasar	5	5
Orta Hasar	30	30
Ağır Hasar	70	85
Göçme	100	85

HOM matrisi MHO değerlerinin sigorta prim oranları üzerindeki hassasiyetini/etkisini incelemek amacıyla sigorta prim oranları ayrıca (Askan ve Yücemen 2010) tarafından yeniden hesaplanan MHO değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu işlem hem tek katlı hem de iki katlı binalar için uygulanmış ve sigorta prim oranları yeniden hesaplanmıştır (Tablo 7.6).

Tablo 7.6: Deprem sigorta prim oranlarının merkezi hasar oranlarına hassasiyeti

Bina Türü	Bina Grup Adı	TP (1/1000) (Gürpınar ve diğ. 1978) (1)	TP (1/1000) (Askan ve Yücemen 2010) (2)	Oran (2)/(1)
Tek Katlı	İyi kalite binalar	3.40	3.43	1.009
	Orta kalite binalar	4.15	4.10	0.988
	Kötü kalite binalar	5.20	4.93	0.948
İki Katlı	İyi kalite binalar	5.77	5.70	0.988
	Kötü kalite binalar	9.32	8.35	0.896

Elde edilen sonuçlar Askan ve Yücemen tarafından (Askan ve Yücemen 2010) önerilen MHO kullanıldığında sigorta prim oranlarının düştüğünü göstermektedir. Ancak tek katlı iyi kalitede olan bina gruplarında bu durumun farklı

olduğu görülmektedir. Yapılan incelemeler özellikle yüksek MYH değerlerinde diğer bir deyişle yüksek deprem şiddetlerinde göçme olasılıklarının yüksek olduğu binalarda MHO oranının düşüşünün, sigorta prim oranlarında düşmeye neden olduğunu göstermiştir. Bu durumun en bariz şekilde iki katlı ve kötü kaliteli binalarda görülmektedir (0.896). Bu binalara ait HOM incelendiğinde göçme ortalama hasar oranlarının (OHO) diğer binalara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuçta elde edilen veriler, ileri hasar seviyelerindeki düşük MHO oranlarının yüksek hasar oranlarına sahip binalarda sigorta prim oranlarını düşürdüğünü, fakat düşük ve orta hasar oranlarının yüksek olduğu binalarda sigorta prim oranlarını yükselttiğini göstermiştir.

Tez kapsamında sigorta prim hesaplarını etkileyen diğer bir parametre ise HOM hesaplama yöntemidir. Önceki bölümlerde (bkz. Bölüm 5) HOM matrislerinin hesabı için üç farklı hesap yaklaşımı kullanılmıştır. Bu hesap yaklaşımlarının ikisi hasar görebilirlik eğriliklerinin üretilmesi ilgili çalışmalar sırasında, diğer hesap yaklaşımı (ampirik) ise doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçlarından elde edilen bina hasarları belirlenerek dikkate alınmıştır. Yapılan incelemeler ampirik yöntem ile hesaplanan hasar olasılıklarının daha yüksek olduğu göstermiştir (bkz. Bölüm 5.4). Binalara ait HOM matrislerinin her üç yöntemle elde edilmesi bilgi eksikliğinden kaynaklanan bir belirsizliğe işaret etmektedir. Dolayısıyla elde edilen tüm bilgiler bir araya getirilerek prefabrik binalar için birleştirilmiş HOM elde edebilmek mümkündür. Tez kapsamında ampirik yöntemle elde edilen sonuçların %50'si, geriye kalan diğer iki analitik yaklaşımın sonuçlarının benzer sonuçlar vermesi sebebiyle de %25'i kullanılarak birleştirilmiş HOM elde edilmiştir. Sigorta primlerinin, birleştirilmiş HOM olan hassasiyetini göstermek amacıyla kullanılan yöntemlerle elde edilen hasar olasılık matrislerinin öznel ağırlıkları birbirlerine yaklaşık olarak eşit alınmış (ampirik 0.34, analitik-1 ve analitik-2 0.33) ve yeni birleştirilmiş HOM tek ve iki katlı bina grupları için hesaplanmıştır. Yeni hasar olasılık matrisleri kullanılarak sigorta primleri tekrar hesaplanarak Tablo 7.7'de verilmiştir. Ancak hesaplamalar sırasında Gürpınar ve diğ. (1978) tarafından önerilen merkezi hasar oranları kullanılmıştır. Hasar olasılık matrisi hesap yönteminin etkisi incelendiğinde oranların %20 civarında değiştiği ve HOM hesaplama yönteminin merkezi hasar oranlarına (MHO) göre daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Tablo 7.7: Deprem sigorta prim oranlarının hasar olasılık matrislerine (HOM) hassasiyeti

Bina Türü	Bina Grup Adı	TP (1/1000) (Amp, 0.5, analitik-1&2, 0.25) (1)	TP (1/1000) (Amp, 0.34, analitik-1&2, 0.33) (2)	Oran (2)/(1)
Tek Katlı	İyi kalite binalar	3.40	2.77	0.815
	Orta kalite binalar	4.15	3.38	0.814
	Kötü kalite binalar	5.20	4.23	0.813
İki Katlı	İyi kalite binalar	5.77	4.98	0.863
	Kötü kalite binalar	9.32	8.22	0.882

Sigorta prim oranlarını etkileyebilecek olan belki de en önemli parametrelerden biride kar oranı ile ilgili ayarlama katsayısıdır (AK). Önceki paragraflarda hesaplanan tüm TP oranlarında AK, 0.4 alınmıştır. Bu durumda safi sigorta primlerine %67 oranında bir artış meydana getirmektedir. Kullanılan ayarlama katsayısı elbette bir takım soru işaretleri bulundurabilir. Ancak bu değer sigorta veren açısından çeşitli belirsizlikleri göz önüne almak ve sigorta yapanın karı gibi başlıkları içermektedir. Dolayısıyla kullanılan AK değerinin ne olacağı tamamen sigorta yapan şirketin belirsizliklerden doğan riskleri ne kadar göz önüne aldığı ile ilgilidir. Eğer safi sigorta prim oranlarının %25 fazlası oranında bir değer isteniyorsa (ki bu değer makul bir değer olarak görülebilir) ayarlama katsayısı 0.2 alınabilir.

Sigorta prim oranlarını etkileyebilecek son parametre ise her MYH grubu için hesaplanan yıllık aşılma olasılıkları yani sismik tehlikedir ST(I). Bölge için elde edilen sismik tehlike eğrisi bir önceki bölümde verilmiştir. Sismik tehlikenin sigorta prim oranları üzerindeki etkisini (hassasiyetini) incelemek amacıyla bir önceki bölümde sadece ana şok deprem kullanılarak elde edilen sismik tehlike eğrisi dikkate alınmıştır (bkz. Şekil 6.12). Bu durumda her MYH grubu için oluşma olasılıkları hesaplanmış ve tek ve çok katlı prefabrik bina grupları için sigorta primleri bir kez daha hesaplanmıştır. Hesaplar sırasında MHO oranları için (Gürpınar ve diğ. 1978), HOM ise tez kapsamında kullanılan ve hesabı Bölüm 5.3.2, denklem (5.3)'te verilen yaklaşım kullanılmış ve sonuçlar Tablo 7.8'de verilmiştir.

Tablo 7.8: Deprem sigorta prim oranlarının sismik tehlike değerlerine hassasiyeti

Bina Türü	Bina Grup Adı	TP (1/1000) (AŞ+ ikincil depremler) (1)	TP (1/1000) (Sadece AŞ depremler) (2)	Oran (2)/(1)
Tek Katlı	İyi kalite binalar	3.40	2.88	0.847
	Orta kalite binalar	4.15	3.50	0.843
	Kötü kalite binalar	5.20	4.40	0.846
İki Katlı	İyi kalite binalar	5.77	4.85	0.841
	Kötü kalite binalar	9.32	7.83	0.840

Tablodan da görüldüğü gibi sadece AŞ deprem kullanılarak elde edilen sigorta prim oranlarının, hem ana şok hem de ikincil depremleri içeren analizlere göre elde edilen deprem sigorta prim oranlarından daha düşük olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar ayrıca sismik tehlike değerlerinin sigorta prim oranları üzerinde yaklaşık olarak %15-20 arasında bir etkisinin olduğu göstermektedir. Elde edilen bu farkın sadece incelenen bölgeye (DOSB) özgü olduğu ve bu farkın bölgenin bulunduğu zemin tipi, bölgenin depremselliği, magnitüd-sıklık ilişkisi türü, kullanılan azalım ilişkileri ve benzeri parametrelerden etkilenebileceği unutulmamalıdır. Dolayısıyla sismik tehlike değerlerinin sigorta prim oranları üzerindeki etkisinin tam olarak yüzdesel değerinin belirlenmesi pek mümkün değildir. Ancak sismik tehlike eğrilerinin sigorta prim oranları değiştirebilecek bir öneme sahip olduğunu söylemek yanlış bir ifade de değildir.

## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan tez çalışmasında, Türkiye'nin batısında yer alan ve Ege Bölgesinin önemli sanayi bölgelerinden biri olan Denizli Organize Sanayi Bölgesi ele alınmıştır. Bölgede bulunan tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapıları için veri tabanı oluşturulmuş ve binaların yapısal özellikleri belirlenmiştir.

Yapısal özellikler dikkate alınarak hazırlanan taşıyıcı sistem modelleri, seçilen çok sayıda ivme kaydı kullanılarak doğrusal olmayan dinamik analize tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar kullanılarak binaların deterministik performans değerlendirmeleri yerine olasılıksal yöntemlere dayanan hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiş ve binaların her hasar seviyesi için hasar görme olasılıkları belirlenmiştir. Binaların hasar görebilirlik eğrileri ile ilgili yapılan çalışmalar, tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapılarının yapısal özellikleri dikkate alınarak kendi içerisinde ayrılabilceğini göstermiştir. Sonuçta, tek katlı binalar kendi içerisinde iyi, orta ve kötü kalite binalar olmak üzere 3, iki katlı prefabrik binalar ise iyi ve kötü kalite olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır.

DOSB'de yer alan prefabrik binaların doğrusal olmayan analizleri ve hasar görebilirlik eğrileri kullanılarak prefabrik binaların hasar olasılık matrisleri elde edilmiştir. Hasar olasılık matrisleri elde edilirken literatürde yer alan çalışmalar dikkate alınmış ve elde edilen bilgiler kullanılarak binaların biri ampirik, ikisi analitik yöntem olmak üzere toplamda üç farklı yöntem ile hasar olasılık matrisleri elde edilmiştir. Farklı yöntemler kullanılarak elde edilen her hasar olasılık matrisleri bir bilgi eksikliğinden kaynaklanan belirsizliğe işaret etmektedir. Bu amaçla, elde edilen her bilgiyi kullanmak ve bu belirsizliklerin tümünü hasar olasılık matrislerine yansıtmak amacıyla tüm sonuçlar değerlendirilmiş ve sonuçta her yöntem ile elde edilen matrise belirli bir öznel ağırlık verilmiştir. Böylece her yöntemin katkısı, nihai sonuçlara dahil edilmiştir.

Tez kapsamında, olasılıksal yöntemlere dayalı olarak geliştirilmiş deprem sigorta prim oranları hesap modelinin DOSB'deki binalara uygulanabilmesi için bölgenin sismik tehlike eğrisi elde edilmiştir. Bu amaçla DOSB ve çevresinde 250km

yarıçapındaki alan içerisinde 01.01.1900-31.12.2013 yılları arasında meydana gelen depremlerin listesi farklı kaynaklar kullanılarak bir araya getirilmiş ve deprem kataloğu elde edilmiştir. Elde edilen deprem kataloğu kullanılarak bölgenin depremselliği belirlenmiş ve klasik olasılıksal sismik tehlike analiz yöntemi kullanılarak bölgenin sismik tehlike eğrisi maksimum yer hızı parametresi dikkate alınarak elde edilmiştir. Sismik tehlike analizleri gerçekleştirilirken rassal ve bilgiye dayalı belirsizlikler, mantık ağacı yöntemi kullanılarak olasılıksal sismik tehlike analizine dahil edilmiştir.

Hasar olasılık matrisi ve sismik tehlike analizi sonuçları bir araya getirilerek DOSB’de yer alan ve yapısal özelliklerine göre sınıflandırılan tek ve iki katlı prefabrik binalarının deprem sigorta prim oranları hesaplanmıştır.

Yukarıdaki paragraflarda özeti yapılan ve tez kapsamında ayrıntılı hesapları verilen her adım için elde edilen sonuçlar başlıklar halinde ayrı ayrı ele alınmıştır. Ayrıca tezin sonunda hem DOSB hem de Türkiye’deki prefabrik binaların deprem sigorta prim oranları için gelecekte yapılabilecek çalışmalara ve önerilere yer verilmiştir.

## **8.1 Tek ve İki Katlı Prefabrik Binaların Özellikleri**

Tez kapsamında, Denizli Organize Sanayi Bölgesi’nde faaliyet gösteren 98 adet tek katlı, 41 adet iki katlı ve karma prefabrik binanın yapısal özellikleri proje ve saha çalışmaları ile belirlenmiştir.

Bölgede yer alan 98 tek ve 41 iki katlı binanın sırasıyla 14 ve 16 tanesi 1998’den sonra, 83 ve 20 tanesi 1998’den önce inşa edilmiştir. Ancak iki katlı bazı binaların yapım tarihlerine ulaşamamıştır. Prefabrik kolonlardan elde edilen yatay donatı bilgileri ise etriye aralıklarının genellikle 100mm ve 200 mm olduğunu ve 8mm çaplı enine donatının kullanıldığını göstermektedir. Ayrıca, prefabrik kolonlardaki yanal donatı sınıfının çoğunlukla S220 olduğu, ancak 1998’den sonra inşa edilen binalardaki kolonlarda S420 donatı sınıfının kullanıldığı belirlenmiştir. Fakat tüm binalardaki kolonların boyuna donatı sınıfı S420’dir. Yapılan incelemeler neticesinde Denizli Organize Sanayi Bölgesi’nde bulunan mevcut binaların tümünde

C25 ve üzeri beton sınıfının kullanıldığı tespit edilmiştir. Bölgedeki binaların taşıyıcı kolon kesitlerinin genel itibariyle kare olduğu ve çoğunlukla 400mmx400mm boyutlarında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca iki katlı binalarda kullanılan kolon kesitlerinin tek katlılara göre bir miktar daha büyük olduğu gözlenmiştir.

Bulunan sonuçlar, geçmiş depremler sonrasında prefabrik bina stokumuzun önemli zayıflıkları arasında gösterilen yetersiz yanal rijitlik, yetersiz sargı donatısı gibi hususların incelenen binalar için de geçerli olduğunu göstermiştir.

## 8.2 Prefabrik Binaların Dayanım ve Yerdeğiştirme Kapasiteleri

Tez kapsamında, tek ve iki katlı prefabrik binaların yatay dayanım ve yerdeğiştirme kapasiteleri, doğrusal olmayan analiz yöntemleri ile belirlenmiştir. Prefabrik binaların maksimum yerdeğiştirme kapasiteleri 2007 tarihli Türk Deprem Yönetmeliğinde tarif edilen göçme hasar sınırı üzerinden hesaplanmıştır. Diğer hasar bölgeleri (MN ve GV) ise plastik yerdeğiştirme kapasitesinin %10'u ve %75'i alınarak belirlenmiştir. Binaların taşıyıcı kolonlarının kapasitelerinin belirlenmesinden sonra bölgedeki binaların yatay dayanım oranları ( $V_t/W$ ), birinci doğal titreşim periyotları ( $T_1$ ) ve süneklik kapasiteleri ( $\mu_\Delta$ ) doğrusal olmayan statik itirme analizleriyle tek ve iki katlı prefabrik yapılar için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Çatlamış kesit rijitlikleri göz önüne alınarak hesaplanan titreşim periyotlarının yüksek olduğu ( $T_1 > 1s.$ ) ve bu durumda geçmiş depremlerden sonra özellikle vurgulanan yetersiz yanal rijitlik probleminin incelenen binalar açısından da geçerli olduğu tespit edilmiştir. Tek ve iki katlı prefabrik binaların süneklik kapasitelerinin ( $\mu_\Delta$ ) dağılımı incelendiğinde büyük bir çoğunluğunun 1.5-3.5 civarında olduğu belirlenmiştir. Bu durum hem bölgedeki binaların süneklik kapasitelerinin yeterli olmamasından, hem de akma anına karşılık gelen ötelenme seviyelerinin oldukça yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Binalardaki yatay dayanım oranlarının ise %10 ile %25 arasında değişmesi incelenen binaların yatay dayanım kapasitesinin düşük seviyelerde olmadığını göstermektedir.

### **8.3 Prefabrik Binaların Hasar Görebilirlik Eğrileri**

Prefabrik binaların hasar görebilirlik eğrileri çok sayıda deprem kaydı kullanılarak doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemiyle belirlenmiştir. Prefabrik binalarda deprem sebebiyle meydana gelen yerdeğiştirme talebi maksimum yer hızına (MYH) göre çeşitli deprem seviyelerini yansıtacak şekilde gruplandırılan 364 ivme kaydı kullanılarak belirlenmiştir.

Binaların yerdeğiştirme kapasiteleri ile yerdeğiştirme talepleri karşılaştırılmış ve hasar sınırlarının aşılma olasılıkları belirlenerek binalara ait hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiştir. Tek ve iki katlı binalar için ayrı ayrı elde edilen bu eğriler maksimum yer hızları ile tarif edilen yerdeğiştirme talepleri altında çok değişken hasar tahminlerinin oluşabildiğini göstermiştir. Elde edilen hasar görebilirlik eğrilerinin büyük bir saçılım göstermesi bu durumun sonuçlarından biridir.

Tek ve iki katlı prefabrik sanayi yapılarının hasar görebilirlik eğrileri kıyaslandığında, tek katlı prefabrik sanayi yapılarına ait hasar olasılıklarının iki katlı prefabrik yapılara kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Tek ve iki katlı prefabrik binaların hasar görebilirlik eğrileri ayrıca etriye sıklaştırması göz önüne alınarak kıyaslandığında binaların hasar olasılıklarının birbirine yaklaştığı, ancak tek katlı prefabrik binaların hasar olasılıklarının daha düşük olduğu gözlenmiştir. Binaların hasar görebilirlik eğrileri karşılaştırılırken literatürde yer alan çalışmalar dikkate alınmıştır. Bu amaçla süneklik ile yakından ilişkisi olan etriye sıklaştırmasının binaların hasar olasılıklarına olan etkisi tek ve iki katlı prefabrik binalar için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda etriye sıklaştırmasının, özellikle binaların ileri hasar seviyelerinde hasar olasılıklarının düşürülmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca etriye sıklaştırmasının iki katlı prefabrik binaların hasar olasılıklarını tek katlı prefabrik binalara göre daha fazla oranda etkilediği ve düşürdüğü belirlenmiştir.

### **8.4 Prefabrik Binaların Hasar Olasılık Matrisleri**

Hasar olasılık matrisleri, esas itibariyle geçmiş depremlerde gözlenen hasarların uzman ve/veya deneyimli mühendislerin yerinde yaptıkları



değerlendirmelere dayanmaktadır. Ülkemizde yaşanan büyük depremlerden sonra prefabrik yapılarla ilgili çalışmalara ve hasar raporlarına yer verilmiş olsa da, birdöküm betonarme yapılarda olduğu gibi prefabrik binaları temsil eden hasar olasılık matrislerinin hesabına geçilmemiş ve hasar olasılık matrisleri oluşturulmamıştır.

Bu yüzden prefabrik binaların hasar olasılık matrisleri analitik yollarla elde edilmiştir. Palanci (2010) ve Şenel ve Palanci (2013) saha çalışmalarıyla belirledikleri yapısal özelliklerin, Türkiye'nin farklı bölgelerinde bulunan prefabrik binalarla benzer özellikler taşıdığını belirlemiş ve aynı çalışmalarda analitik çalışmalarla elde ettikleri hasar oranlarıyla 1998 ve 1999 depremlerinde gözlenen hasar oranlarının benzer olduğunu göstermiştir. Ayrıca yazarlar bu çalışmaların sonuçlarından yola çıkarak prefabrik sanayi yapıları için doğrusal olmayan analiz yöntemlerine dayalı hızlı değerlendirme yöntemi önermişlerdir (Palanci ve Şenel 2013). Yukarıda bahsi geçen tüm bu çalışmalar analitik yollarla elde edilecek hasar olasılık matrisleri ile de gerçeğe yakın sonuçların elde edilebileceğini göstermektedir.

Prefabrik binaların HOM elde edilirken literatürdeki çalışmalar dikkate alınarak biri ampirik, ikisi analitik olmak üzere toplamda üç farklı yöntem kullanılmıştır. Tek katlı binaların kendi içerisinde 3 (iyi, orta ve kötü), iki katlı binaların ise 2'ye (iyi ve kötü) ayrılması sebebiyle tek katlı binalar için 9, iki katlı binalar için 6 farklı HOM elde edilmiştir. Tüm sonuçların HOM hesabına katılmak istenmesi sebebiyle, her yöntem için elde edilen sonuçlara öznel ağırlıklar verilmiş ve tek ve iki katlı bina grupları için birleştirilmiş HOM elde edilmiştir. Tez çalışmasında ampirik (0.50) yöntemle elde edilen sonuçlara daha fazla ağırlık verilmiş, analitik yöntemlerin benzer sonuçlar vermesiyle de eşit (0.25) öznel ağırlıklar kullanılmıştır.

Prefabrik yapılar için elde edilen HOM her MYH seviyesi için farklı olasılıklar içermektedir. Tek ve iki katlı prefabrik binaları hem kendi içinde hem de kendi arasında kıyaslamak için elde edilen olasılıkların tek bir değere çevrilmesi gerekmektedir. Bu amaçla her prefabrik bina grubunun OHO oranları elde edilmiştir. Elde edilen OHO kıyaslandığında tek katlı binaların OHO oranlarının en az %8 ve en çok ise %78 civarında olduğu, bu durumun iki katlı binalarda ise %12 ile %95

arasında olduğu belirlenmiştir. Tek ve iki katlı binalar kendi arasında kıyaslandığında ise özellikle iki katlı iyi kalite binalarının tek katlı kötü binalarla ile benzer OHO hasar oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir.

## **8.5 Prefabrik Binaların Deprem Sigorta Prim Oranları**

Tez kapsamında kullanılan deprem sigorta prim hesap modeli sismik tehlikeyi ve binaların olası depremler sonrası hasar olasılıklarını bir araya getirmektedir. Dolayısıyla kullanılan sigorta deprem modeli olasılıksal bir yaklaşım ile deprem sigorta prim oranlarını hesaplamaktadır.

DOSB için hem bilgi eksikliğinden kaynaklanan hem de doğal olaylarının fiziksel yapısından kaynaklanan belirsizlikler bir araya getirilerek olasılıksal sismik tehlike analizi gerçekleştirilmiştir. Prefabrik bina grupları için elde edilen birleştirilmiş HOM ve elde edilen sismik tehlike değerleri bir araya getirilerek prefabrik binaların deprem sigorta prim oranları hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda iyi, orta ve kötü kalite tek katlı prefabrik bina grupları için sigorta prim oranları sırasıyla 3.40‰, 4.15‰ ve 5.20‰ olarak hesaplanmıştır. İki katlı iyi ve kötü binalar için deprem sigorta prim oranları ise 5.77‰ ve 9.32‰ olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen deprem sigorta prim oranlarının kullanılan çeşitli parametrelere olan duyarlılığı ise ayrıca araştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler neticesinde sigorta prim oranlarını etkileyebilecek en önemli parametrelerden birinin ticari prim oranlarının hesabında kullanılan kar oranı ile ilgili ayarlama katsayısının (AK) olduğu belirlenmiştir. Ancak bu konu ile ilgili detaylı hesaplamalara girilmemiştir. Çünkü kullanılan sigorta hesap yaklaşımında bu değer sigorta yapan işletmenin karı ve çeşitli belirsizlikler için öngördüğü bir katsayı olarak ele alınmaktadır. Sigorta prim oranlarının etkileyen diğer parametreler ilgili yapılan çalışmalar ise tez kapsamında kullanılan HOM matrisi hesap yaklaşım modelinin, sismik tehlike ve MHO değerlerinin diğer önemli parametreler olduğunu göstermiştir.

## 8.6 Prefabrik Binalarda Deprem Sigorta Prim Oranları İçin Gelecek Çalışmalar ve Öneriler

Prefabrik binalarda deprem sigorta prim oranlarını etkileyebilecek olası konular ile ilgili önerilen ek çalışmalar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- Prefabrik binaların hasar olasılık matrisleri hesaplanırken birleşimlerde meydana gelebilecek olası hasarların binaların performansı üzerindeki etkisi dikkate alınmamıştır. Geçmişte yaşanan depremler, bu binalarda özellikle kesme ve devrilme etkilerinin binaların performansının olumsuz yönde etkileyebileceğini göstermiştir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda (Şenel ve diğ. 2013<sup>a</sup>) benzer problemlerin yaşanabileceğine işaret etmektedir. Dolayısıyla binaların hasar görülebilirlik eğrileri ve hasar olasılık matrisleri bu çalışmalar dikkate alınarak yeniden değerlendirilebilir.
- Çalışmada ikincil depremlerin ayrıştırılması için (Deniz 2006) tarafından önerilen zaman ve uzaklık pencereleri kullanılmıştır. Ancak yazarlar tarafından da belirtildiği gibi bu değerler öneri amaçlı olarak verilmiş değerlerdir. Gelecekte bu konu ile ilgili ayrıntılı çalışmalar yapılabilir ve/veya gelecekte yapılacak çalışmalar ile magnitüd çevirim işlemi hem Türkiye hem de bölgesel çalışmalarda deprem sigorta prim oranlarının hesabında dikkate alınmalıdır.
- DOSB için gerçekleştirilen olasılıksal sismik tehlike analizinde bölge ve çevresindeki 200km yarıçaplı alan geri plan sismik kaynak olarak değerlendirilmiştir. İleriki çalışmalarda bölgenin sismik tehlike eğrisi, geliştirilen ve halen geliştirilmekte olan farklı sismik tehlike analizi yöntemleri kullanılarak hesaplanabilir (Frankel 1995, Lapajne ve diğ. 2003).
- DOSB için yapılan sismik tehlike analizinde depremlerin zaman içinde oluşumu Poisson süreci ile tanımlanmıştır. Gelecekte bölge için yapılacak sismik tehlike analizlerinde Poisson süreci dışında farklı modeller kullanılarak sismik tehlike analizleri gerçekleştirilebilir.
- Prefabrik yapılar için hesaplanan sigorta prim oranları DOSB'de bulunan binalar için yapıldığından bölgenin zemin özellikleri dikkate

alınarak hesaplanmıştır. DOSB’de yapılan zemin etüt çalışmaları sonucunda zemin sınıfı Z2 olarak belirlenmiştir (Kılınçarslan ve Kılınçarslan 2008). DOSB’de yapılan sondaj çalışmaları sonucunda bölgenin kayma dalgası hızı ayrıca hesaplanmıştır. Yazarlar tarafından hazırlanan rapor incelenmiş ve bölgenin kayma dalgası hızı ( $V_{S30}$ ) 760 m/s alınmıştır. Dolayısıyla sismik tehlike analizleri gerçekleştirilirken azalım ilişkilerinde kullanılan kayma dalgası için bu değer kullanılmıştır. DOSB için elde edilen bu kayma dalgası, bölgenin iyi bir zemin üzerinde olduğuna işaret etmektedir. Prefabrik binalar ile ilgili yapılan birçok çalışma, yumuşak zemin özelliklerinin prefabrik binaların performansını olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir (Arslan ve diğ. 2006, Atakoy 1999, Saatcioglu ve diğ. 2001, Şenel ve Palanci 2013). Dolayısıyla prefabrik binaların deprem sigorta prim oranlarının ayrıca yumuşak zeminler için de hesaplanması gerekmektedir.

- Halen geçerli olan ve kullanılmakta sigorta prim oranları Türkiye’deki tüm sismik bölgeler için ayrı ayrı verilmiştir. Tez çalışmasında prefabrik binalar için hesaplanan deprem sigorta prim oranları DOSB yani diğer bir deyişle 1.derece deprem bölgesi için hesaplanmıştır. Her ne kadar prefabrik sanayi yapılarının büyük bir çoğunluğunun sismik aktivitesi yüksek olduğu bölgelerde inşa edildiğini gösteren çalışmalar olsa da (Adalier ve Aydingün 2001) deprem sigorta prim oranları diğer bölgeler (2, 3 ve 4. derece deprem bölgeleri) için de hesaplanabilir.
- DOSB’de yer alan prefabrik binaların yerdeğiştirme kapasiteleri DBYBHY 2007’de tarif edilen şekil değiştirmeler üzerinden hesaplanmıştır. Minimum ve Belirgin Hasar Bölgeleri ise plastik yerdeğiştirme kapasitesinin %10 ve %75’i alınarak belirlenmiştir. Bu koşullar altında prefabrik binaların hasar görebilirlik eğrileri ve HOM matrisleri elde edilmiş ve sigorta prim oranları hesaplanmıştır. Ancak prefabrik binaların hasar bölgelerinin farklı yaklaşımlar kullanılabilir. Ayrıca farklı yönetmelikler kullanılarak prefabrik binaların deprem sigorta prim oranları yeniden hesaplanabilir.

- Tez kapsamında analitik ve ampirik yaklaşım kullanılarak elde edilen HOM yeni yaklaşımlar kullanılarak yeniden güncellenebilir. Gelecekte yaşanabilecek olası depremlerde prefabrik binaların deneyimli mühendis ve/veya uzman görüşleri değerlendirilerek deprem hasarlarına dayalı olarak elde edilmiş HOM çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Ayrıca muhtemel depremler neticesinde elde edilen HOM tez kapsamında elde edilen HOM ile kıyaslanarak kullanılan hesap yaklaşımlarının yeterliliği araştırılabilir.
- Tez çalışmasında prefabrik yapılar için elde edilen deprem sigorta prim oranları bir yer hareketi parametresi olan maksimum yer hızı (MYH) dikkate alınarak elde edilmiştir. Bu yapılar için deprem sigorta prim oranları daha sıklıkla kullanılan diğer parametreler, örneğin maksimum yer ivmesi (MYİ), veya deprem şiddeti cinsinden hesaplanabilir.

## 9. KAYNAKLAR

ABYYHY, *Afet Bölgelerinde Yapılarında Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik*, Ankara: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, (1975).

ABYYHY, *Afet Bölgelerinde Yapılarında Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik*, Ankara: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, (1997).

Adalier, K. ve Aydingün, O., “Structural engineering aspects of the June 27, 1998 Adana-Ceyhan (Turkey) earthquake”, *Engineering Structures*, 23 (4), 343-355, (2001).

Akçaözoglu, S., “Endüstri Yapılarının Üretiminde Kullanılan Prefabrik Betonarme İskelet Sistemler ve 1998 Adana – Ceyhan Depreminde Bu Sistemlerde Ortaya Çıkan Sorunlar”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, (2003).

Akkar, S. ve Çağnan, Z., “A local ground-motion predictive model for Turkey and its comparison with other regional and global ground-motion models”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 100 (6), 2978-2995, (2010).

Akkar, S. ve Küçükdoğan, B., “Direct use of PGV for estimating peak nonlinear oscillator displacements”, *Earthquake Eng. Struct. Dyn.*, 37, 1411-1433, (2008).

Akkar, S. ve Özen, Ö., “Effect of Peak Ground Velocity on Deformation Demands for SDOF Systems”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 34, 1551-1571, (2005).

Akkar, S., Sandıkkaya, M.A. and Bommer, J.J., “Empirical ground-motion models for point- and extended-source crustal earthquake scenarios in Europe and the Middle East”, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 12 (1), 359-387, (2014).

Arslan, M. H., Korkmaz, H. H. and Gulay, F. G., “Damage and Failure Pattern of Prefabricated Structures after Major Earthquakes in Turkey and Shortfalls of The Turkish Earthquake Code”, *Engineering Failure Analysis*, 13, 537-557, (2006).

Askan, A., “Stochastic methods for the estimation of potential seismic damage”, M.Sc. Thesis, *Middle East Technical University*, Ankara, (2002).

Askan, A. ve Yüccemen, M. S., “Probabilistic methods for the estimation of potential seismic damage: Application to reinforced concrete buildings in Turkey”, *Structural Safety*, 32, 262-271, (2010).

Ataköy, H., “17 Ağustos 1999 Marmara Depremi ve Türkiye Prefabrik Birliği Üyelerince Yapılan Prefabrike Yapılar”, *Beton Prefabrikasyon Dergisi*, 52, 5-14, (1999).

ATC-13, *Earthquake Damage Evaluation Data for California*, California: Applied Technology Council, (1985).

ATC-40, *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*, California: Applied Technology Council, (1996).

Atımtay, E., Kaplan, H., Haktanır, T., Kaltakçı, M. Y., Yılmaz, Ç., Kanıt, R., Altun, F., Türkmen, M., Demir, F., Tama, Y. S., Şenel, Ş. M., İnel, M., Toprak, S., İlgün, A., Yılmaz, S., Çetinkaya, N., Nohutçu, H., Yılmaz, Ü. S., Arslan, M. H., Tekeli, H., Çırak, İ. F., Erdal, M., Can, Ö., Kayhan, A. H. ve Arı, K., “Depremde Hasar Görmüş Yapıların Onarımı ve Hasarsız Mevcut Yapıların Güçlendirilmesi: Dış Perde Duvar Uygulaması”, DPT-YUUP projesi, Proje kodu: BAP-08-11- DPT.2004K120760, (2007).

Aydan, Ö., Kumsar, H., Ulusay, R. and Tano, H., “Is there a relation between the temperature changes of thermal waters in Denizli region and the earth crust at the Denizli fault zone? *JEOTEKNİKIII, 3rd Earthquake and Geotechnical Conference on Izmir and its Surroundings*, Izmir, (2001<sup>a</sup>).

Aydan, Ö., Kumsar, H. and Ulusay, R., “How to infer the possible mechanism and characteristics of earthquakes from striations and ground surface traces of existing faults”. *Seismic Fault Induced Failures*, Tokyo, 153-162, (2001<sup>b</sup>).

Baker, A. L. L. ve Amarakone, A. M. N., “Inelastic Hyperstatic Frame Analysis”, *Proceedings International Symposium on the Flexural Mechanics of Reinforced Concrete*, ACI SP-12, Miami, 85-142, (1964).

Bazzurro, P. ve Luco, N., “Effects of Different Sources of Uncertainty and Correlation on Earthquake-Generated Losses”, *IFED – International Forum on Engineering Decision Making*, Stoos, (2004).

Bilal, M., Erberik, M. A. ve Askan, A., “Sismik hasar olasılıklarının alternatif yöntemlerle belirlenmesi: marmara bölgesi için bir uygulama”, *2TDMSK – 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, TDMSK111, Hatay, (2013).

Bispec, Bispec Professional 2.03, Earthquake Solutions[online], (15 June 2014), <http://www.eqsols.com>, (2000).

Boore, D. M. ve Joyner, W. B., “The empirical prediction of ground motion”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 72 (6), 43-60, (1982).

Bulak, B. S., “A Stochastic Model for the Assessment of Earthquake Insurance Premiums”, M.Sc. Thesis, *Civil Engineering Department, Middle East Technical University*, Ankara, (1997).

Campbell, K.W. ve Bozorgnia, Y., “NGA ground motion model for the geometric mean horizontal component of PGA, PGV, PGD and 5%-damped linear elastic response spectra at periods ranging from 0.1 s to 10.0 s”, *Earthquake Spectra*, 24 (1),139–171, (2008).

Castellaro, S., Mulargia, F. and Kagan, Y. Y., “Regression problems for magnitudes”, *Geophys J Int.*, 165, 913-930, (2006).

Celep, Z., *Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme*, İstanbul : Beta Dağıtım, (2007).

Chopra, A. K., *Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering (3th Edition)*, New Jersey : Pearson Education Inc., (2006).

Cornell, C. A. ve Winterstein, S. R., “Temporal and Magnitude Dependence in Earthquake Recurrence Models”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 78 (4), 1522-1537, (1988).

Çetinkaya, N., “Prefabrik Betonarme Sanayi Yapılarının Deprem Davranışının Deneysel Olarak İncelenmesi”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2007).

Çolakoğlu, H. K., “Seismic Resistant Design of Precast Industrial Buildings”, Yüksek Lisans Tezi, *Boğaziçi Üniversitesi*, İstanbul, (2001).

Deniz, A., “Estimation Of Earthquake Insurance Premium Rates Based On Stochastic Methods”, M.Sc. Thesis, *Middle East Technical University*, Ankara, (2006).



Deniz, A. ve Yüccemen, M. S., “Magnitude conversion problem for the Turkish earthquake data”, *Natural Hazards*, 55 (2), 333-352, (2010).

Deprem Dairesi Başkanlığı (DDB)., T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, “www.deprem.gov.tr/sarbis/Shared/Default.aspx [online]”, (01 Ocak 2014), <http://www.deprem.gov.tr/sarbis/Shared/Default.aspx>, (2013).

DOSB ve çevresi, Enlem 37.587710° ve Boylam 29.037261°, *Google Earth*, 04/10/2013, 01 Ocak 2014, (2014).

Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Elmacı, H., *1:250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, Denizli (NJ 35-12) Paftası, Seri No:12*, Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (2011).

Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş. ve Şaroğlu, F., *Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası Ölçek 1/1.125.000*, Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, ISBN:978-605-5310-56-1, (2013).

Eravcı, B., Yaman, M., Tepeuğur, E., Erkmen, C., Aktan, T., Albayrak, H., Demirtaş, R., *Batı Anadolu Çöküntü Bölgesinin Paleosismoloji Projesi Sonuç Raporu*, Ankara: Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, Rapor No: 5691-1, (2007).

Erol, T., Sümer, E. Ö., Kınalı, K., Mercan M., “Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) Yerbilimleri Portalı Oluşturma Çalışmaları”, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Ankara, (2013).

Ersoy, U., “Prefabrik Yapıların Deprem Etkileri Altında Davranışı”, *Prefabrike İnşaat Teknolojileri Sempozyumu*, TDV/KT 97-002, İstanbul, (1997).

Ersoy, U., Tankut, T., Özcebe, G. ve Yağcı, S., “Önüretimli Betonarme Yapılardaki Kolon Kiriş Birleşimlerinin Deprem Davranışı”, *7. Prefabrikasyon Sempozyumu*, İstanbul, 1-18, (1993).

Eurocode 8, *Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures*, Brussel: European Union, European Prestandarts, (1998).

Fischinger, M., Kramar, M. and Isakovic, T., “Cyclic Response Of Slender RC Columns Typical Of Precast Industrial Buildings”, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 6, 519-534, (2008).

Foster, H. D., Hardy, N. E. and Wood, C. J. B., "The Role of Earthquake Hazard Mapping in Disaster Simulations and Exercises: Case Studies from British Columbia", (eds: Levson, V.M and Jonnes, S.), *Earthquake Hazard Mapping for Landuse and Emergency Planning*, Canada : Ministry of Energy and Mines, Government of British Columbia, 69-79, (2003).

Frankel, A., "Mapping Seismic Hazard in the Central and Eastern United States", *Seismological Research Letters*, 66 (4), 8-21, (1995).

Gardner, J. K. ve Knopoff, L., "Is the sequence of earthquakes in Southern California, with aftershocks removed, Poissonian?", *Bulletin of the Seismological Society of America*, 64, 1363-1367, (1974).

Gutenberg, B. ve Richter, C. F., "Frequency of Earthquakes in California", *Bulletin of the Seismological Society of America*, 34, 1985-1988, (1944).

Gürpınar, A., *Deprem Mühendisliğine Giriş*, Ankara : İmar Ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü, (1977).

Gürpınar, A., Abalı, M., Yüçemen, M. S., Yeilçay, Y., *Feasibility of Obligatory Earthquake Insurance in Turkey*, Ankara : Earthquake Engineering Research Center, Civil Engineering Department, Middle East Technical University, Report No. 78-05, (1978).

Gürpınar, A. ve Yüçemen, M. S., "An Obligatory Earthquake Insurance Model for Turkey", *International Conference on Engineering for Protection from Natural Disasters*, Asian Institute of Technology, Thailand, 895-906, (1980).

Kagan, Y. Y., "Aftershock Zone Scaling", *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92 (2), 641-655, (2002).

Kahraman, S., Şakar, G. ve Işıkdag, Ç., "Yeni Deprem Yönetmeliğinin Prefabrik Yapılara Etkisi", *Türkiye İnşaat Mühendisleri 15.Teknik Kongre ve Sergisi*, Ankara, (1999).

Kaklamanos, J., ve Baise, L.G., "Model validations and comparisons of the next generation attenuation of ground motions (NGA–West) Project", *Bulletin of the Seismological Society of America*, 101 (1), 160-175, (2011).

Kaklamanos, J., Baise, L.G. and Boore, D.M., "Estimating unknown input parameters when implementing the NGA ground-motion prediction equations in engineering practice", *Earthquake Spectra*, 27, 1219-1235, (2011).

Kale, Ö. ve Akkar, S., “Türkiye İçin Geliştirilen Yeni Bir Yer Hareketi Tahmin Denklemi Ve Bu Denklemın Orta Doğu Bölgesi İçin Yapılacak Sismik Tehlike Çalışmalarına Uygunluğunun Test Edilmesi”, *2TDMSK – 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, TDMSK172, Hatay, (2013).

Kalkan, A., “Mevcut Çok Katlı ve Mafsallı Prefabrik Binaların Deprem Performansının Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2013).

Kaplan, H., Yılmaz, S., Atımtay, E., Nohutçu, H., Çetinkaya, N., “Sanayi Bölgelerinin Deprem Riskinin Belirlenmesi Denizli Organize Sanayi Bölgesi Örneği”, *4. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu*, Konya, 1078-1081, (2005).

Kaplan, H., Nohutcu, H., Çetinkaya, N., Yılmaz, S., Gönen, H., Atımtay E., “Seismic Strengthening of Pin-Connected Precast Concrete Structures by External Shear Wall and Diaphragm”, *PCI Journal*, 54 (1), 88-99, (2009).

Kayhan, A.H., “Prefabrik Sanayi Yapılarının Deprem Performansının Belirlenmesi İçin Hızlı Değerlendirme Yöntemi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2004).

Kayhan, A.H., “Mafsallı Prefabrik Yapılar İçin Hasar ve Ekonomik Kayıp Tahmini”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2004).

Kayhan, A.H. ve Şenel, Ş.M., “Tek Katlı Prefabrik Sanayi Yapıları İçin Hasar Görebilirlik Eğrileri”, *İMO Teknik Dergi*, 21 (104), 5161-5184, (2010).

Kılınçarslan, N. ve Kılınçarslan, E., *Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nin Jeoloji, Jeoteknik ve Depremsellik Raporu*, Denizli : Zemin Mühendislik Ltd. Şti., 1-88, (2008).

Koçyiğit, A., “The Denizli graben-horst system and the eastern limit of western Anatolian continental extension: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey”, *Geodinamica Acta*, 18 (3-4), 167-208, (2005).

Kramer, S. L., *Geotechnical Earthquake Engineering*, New Jersey : Prentice Hall, 1-653, (1996).

Lapajne, J.K., Motnikar, B. S. and Zupancic, P., “Probabilistic seismic hazard assessment methodology for distributed seismicity”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 93 (6), 2502-2515, (2003).

Lomnitz, C., "Poisson Process in Earthquake Studies", *Bulletin of the Seismological Society of America*, 63 (2), 735, (1973).

Lomnitz, C. ve Epstein, B., "A Model for occurrences of large earthquakes", *Nature*, 211, 954-956, (1966).

Mander, J. B., Priestley, M. J. N. and Park, R., “Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete”, *ASCE Journal of Structural Division*, 114 (8), 1827-1849, (1988).

Mattock, A.H., “Discussion of rotational capacity of reinforced concrete beams by W.D.G. Corley”, *ASCE Journal of the Structural Division*, 93, 519-522, (1967).

McGuire, R. K. ve Arabasz, W. J., “An introduction to probabilistic seismic hazard analysis”, (ed: Ward, S.H.), *Geotechnical and Environmental Geophysics*, Society of Exploration Geophysicists, 1, 333-353, (1990).

Merz, H. A. ve Cornell, C. A., *Aftershocks in Engineering Seismic Risk Analysis*, Department of Civil Engineering, Cambridge: M.I.T., Research report, R73-25, (1973).

Moehle, J., “Displacement Based Design of RC Structures Subjected to Earthquakes”, *Earthquake Spectra*, 8 (3), 403-428, (1992).

Musson, R. M. W., “Intensity-based Seismic Risk Assessment”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 20, 353-360, (2000).

Nohutçu, H., “Prefabrik Betonarme Endüstri Yapılarının Dış Perde Duvar Uygulaması ile Güçlendirilmesi”, Doktora Tezi, *Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, (2007).

Omori, F., “On the aftershocks of earthquakes”, *Journal of College of Science, Imperial University of Tokyo*, 7, 111-200, (1894).

Özden, K., “Prefabrike İnşaat Şartname Hükümleri ve Hesap Esasları”, *Prefabrike İnşaat Teknolojileri Sempozyumu*, TDV/KT 97-002, İstanbul, (1997).

Özmen, G. ve Zorbozan M., *Prefabrike Yapı Tasarımı Örnekleri*, İstanbul : Türkiye Deprem Vakfı, TDV/KT 007-29, (1998).

Palanci, M., “Mevcut Prefabrik Sanayi Yapılarının Deprem Performansının Bina Envanterlerine Dayalı Tahmini”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2010).

Palanci, M. ve Şenel, Ş. M., "Rapid seismic performance assessment method for one story hinged precast buildings", *Structural Engineering and Mechanics*, 48 (2), 257-274, (2013).

Park, R. ve Paulay, T., *Reinforced Concrete Structures*, New York : John Wiley & Sons, (1975).

Park, R., Priestley M. J. N. ve Gill, W.D., “Ductility of square-confined concrete columns”, *ASCE Journal of Structural Division*, 108 (ST4), 929-950, (1982).

Paulay, T. ve Priestley M. J. N., *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonary Buildings*, New York : John Wiley & Sons, (1992).

Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER), PEER NGA Database [online], (31 December 2013), <http://peer.berkeley.edu/nga/index.htm>, (2005).

Posada, M. ve Wood, S. L., “Seismic Performance of Precast Industrial Buildings in Turkey”, *7th U.S. National Conference on Earthquake Engineering*, Boston, (2002).

Priestley, M. J. N., “The PRESSS Program - Current Status and Proposed Plans for Phase III”, *PCI Journal*, 41 (2), 22-40, (1996).

Power, M., Chiou, B., Abrahamson, N., Bozorgnia, Y., Shantz, T. ve Roblee, C. “An Overview of the NGA Project”, *Earthquake Spectra*, 24, 3-21, (2008).

Priestley, M. J. N., Calvi, M. C. and Kowalsky, M. J., *Displacement-Based Seismic Design of Structures*, Pavia : IUSS Press, (2007).

Prozorov, A. G. ve Dziewonski, A. M., “A Method of Studying Variations in the Clustering Property of Earthquakes: Application to the Analysis of Global Seismicity”, *Journal of Geophysical Research*, 87 (B4), 2829-2839, (1982).

Reiter, L., *Earthquake Hazard Analysis – Issues and Insights*, New York : Columbia University Press (1990).

Saatcioglu, M., Mitchell, D., Tinawi, R., Gardner, N. J., Gillies, A. G., Ghobarah, A., Anderson, D. L. and Lau, D., "The August 17, 1999 Kocaeli (Turkey) Earthquake-Damage to Structures", *Can. J. Civil Eng.*, 28, 715-737, (2001).

Saatçioğlu, M. ve Razvi, S. R. *An Analytical Model for Confined Concrete*, Ottawa: Department of Civil Engineering, University of Ottawa, Research Report 9101, (1991).

SAP2000 V-14 CSI., *Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis Reference Manual*, Berkeley, USA, (2010).

Savage, M. K. ve Rupp, S. H., "Foreshock Probabilities in New Zealand", *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 43, 461-469, (2000).

Scawthorn, C., Kunreuther, H. and Roth Jr, R., "Insurance and Financial Risk Transfer", (eds: by Chen W.-F. and Scawthorn, C.), *Earthquake Engineering Handbook*, Boca Raton, London & New York : CRC Press, (2003).

Schwartz, D. P. ve Coppersmith, K. J., "Fault Behavior and Characteristic Earthquakes: Examples from the Wasatch and San Andreas Fault Zones", *J.Geophys. Res.*, 89, 5681-5698, (1984).

Sheikh, S. A. ve Khoury, S. S., "Confined concrete columns with stubs." *ACI Structural. Journal*, 90(4), 414-431, (1993).

Sheikh, S. A. ve Uzumeri, S. M., "Analytical Model for Concrete Confinement in Tied Columns", *Journal of Structural Division*, 108, 2703-2723, (1982).

Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, I., *Active fault map of Turkey*, Ankara: Maden Tetkik Arama Enstitüsü, (1992).

Şenel, Ş. M. ve Kayhan, A. H., "Fragility based damage assesment in existing precast industrial buildings: A case study for Turkey", *Structural Engineering and Mechanics*, 34 (1), 39-60, (2010).

Şenel, Ş. M., Palanci, M., Kalkan, A. ve Yılmaz, Y., "Mevcut Prefabrik Binaların Mafsallı Birleşimlerinin Kesme ve Devrilme Güvenliğinin Araştırılması", *İMO Teknik Dergi*, 24 (4), 6505-6528, (2013<sup>a</sup>).

Şenel, Ş. M., Palanci, M., Kalkan, A. ve Yılmaz, Y., "2007 Yönetmeliğinde Tarif Edilen Hasar Sınırlarının Bina Performans Düzeyleri ile İlişkisi",

2TDMSK – 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, TDMSK177, Hatay, (2013<sup>b</sup>).

Şenel, Ş. M., Palancı, M., Yılmaz, Y. ve Kalkan, A., “Yapısal Parametrelerin Tek Katlı Mafsallı Prefabrik Binaların Hasar Görebilirlik Eğrileri Üzerindeki Etkisi”, 2TDMSK – 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, TDMSK176, Hatay, (2013<sup>c</sup>).

Şenel, Ş. M. ve Palancı, M., “Structural Aspects and Seismic Performance of 1-Story Precast Buildings in Turkey”, *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 27 (4), 437-449, (2013).

Şenel, Ş. M. ve Palancı, M., “Yönetmelik Tabanlı Eleman Hasar Sınırlarının Değerlendirilmesi”, 7. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, (2011).

Şenel, Ş. M., “2007 Deprem Yönetmeliğinde Verilen Şekil Değiştirme Tabanlı Hasar Sınırlarının Değerlendirilmesi”, *Uluslararası Sakarya Deprem Sempozyumu*, Sakarya, (2009).

UBC97, *Uniform Building Code*, USA: International Conference of Building Officials, (1997).

Ulusal Deprem İzleme Merkezi (UDİM)., Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, “UDİM [online]”, (01 Ocak 2014), <http://www.deprem.gov.tr/sarbis/Shared/Default.aspx>, (2004).

Ulusay, R., Tuncay, E., Sönmez, H. and Gökçeoğlu, C., “An attenuation relationship based on Turkish strong motion data and iso-acceleration map of Turkey”, *Engineering Geology*, 74, 265-291, (2004).

Utsu, T., Ogata, Y. and Matsu'ura, R. S., “The centenary of the Omori formula for a decay law of aftershock activity”, *Journal of Physics of the Earth*, 43, 1-33, (1995).

Van Dyck, J. F. M., “Statistical Analysis of Earthquake Catalogs”, Ph.D Thesis, *Massachusetts Institute of Technology, Civil Engineering Department*, Cambridge, (1985).

Wells, R. K. ve Coppersmith, K. J., “New empirical relationship among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84, 974-1002, (1994).

Wesnousky, S. G., “The Gutenberg-Richter or Characteristic Earthquake Distribution, Which is it?”, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84 (6), 1940-1959, (1994).

Westaway, R., “Block rotation of western Turkey: 1 Observaional Evidence”, *J. geophys. Res.*, 95, 19857-19884, (1990).

Westaway, R., “Neogene evolution of the Denizli region of Western Turkey”, *Journal of Structural Geology*, 15, 37-53, (1993).

Whitman, R. V., *Seismic Design Decision Analysis, Report No. 8: Damage Probability Matrices for Prototype Buildings*, Cambridge : Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology, R73-57, (1973).

Yılmaz, S., “Tek Açıklıklı Betonarme Prefabrik Yapıların Deprem Davranışı ve Türk Deprem Yönetmeliği”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2004).

Yılmaz, Y., “Tek katlı mevcut prefabrik sanayi yapılarının deprem performansını etkileyen yapısal parametrelerin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2013).

Yüçemen, M. S., *Sismik Risk Analizi*, Ankara : Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 1-160, (1982).

Yüçemen, M. S., “Deprem Sigorta Primlerinin Stokastik Yöntemlerle Belirlenmesi ve Bir Uygulama”, *Yapı Mekaniği Semineri*, Eskişehir, 49-71, (2001).

Yüçemen, M. S., “Probabilistic Assessment of Earthquake Insurance Rates for Turkey”, *Natural Hazards*, 35, 291-313, (2005<sup>a</sup>).

Yüçemen, M. S., “Probabilistic Assessment of Earthquake Insurance Premium Rates for Jordan”, *The International Earthquake Engineering Conference*, Paper no. 21, Jordan, (2005<sup>b</sup>).

Yüçemen, M. S., “Deprem Tehlikesinin Tahmininde Olasılıksal Yöntemler”, (eds: Erdem Canbay, Uğur Ersoy, Güney Özcebe, Haluk Sucuoğlu, S. Tanvir Wasti), *Binalar için Deprem Mühendisliği Temel İlkeler*, Ankara, Bizim Büro Basımevi, 365-413, (2008).

Yüçemen, M. S., “Olasılıksal Sismik Tehlike Analizi: Genel Bakış Ve İstatistiksel Modellemede Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar”, *ITDMSK - I. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, Ankara, (2011).



Yüçemen, M. S., Kişisel iletişim, 08/05/2014, (2014).

Yüçemen, M. S. ve Bulak, B. S., “Deprem Sigorta Primlerinin İstatistiksel Yöntemlerle Belirlenmesi”, 4. *Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, Ankara, 699-707, (1997).

Yüçemen, M. S., Yılmaz, C. and Erdik, M., “Probabilistic Assessment of Earthquake Insurance Rates for Important Structures: Application to Gumusova Gerede Motorway”, *Structural Safety*, 30, 420-435, (2008).

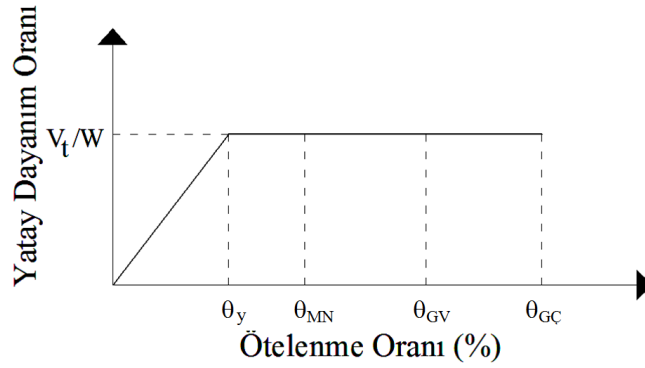
Zuccaro, G., “Seismic vulnerability of Vesuvian villages: structural distributions and a possible scenario”, (ed. R. Spence), *Reducing Earthquake Risk to Structures and Monuments in the EU*, Conference Proceedings, EU Environment and Climate Programme, (1998).

# **EKLER**

## 10. EKLER

### EK A Prefabrik Binaların Kapasite Sonuçları

Tablo A.1: Tek katlı prefabrik binaların kapasite sonuçları



Bina Adı	Bina Yüksekliği (L)	$V_t/W$	$\Delta y / L$	$\Delta_{MN} / L$	$\Delta_{GV} / L$	$\Delta_{GC} / L$
-	m	-	%	%	%	%
T1	7.0	0.215	1.39%	1.71%	3.96%	4.82%
T2	6.2	0.114	2.33%	2.52%	3.63%	4.05%
T3	6.2	0.193	1.80%	2.11%	4.38%	5.26%
T4	6.2	0.205	1.77%	2.13%	4.49%	5.39%
T5	6.2	0.264	1.77%	2.12%	4.44%	5.33%
T6	6.2	0.192	2.66%	2.80%	3.43%	3.68%
T7	8.0	0.131	2.36%	2.60%	4.66%	5.45%
T8	6.5	0.204	1.84%	2.12%	3.92%	4.61%
T9	6.0	0.261	2.29%	2.54%	4.21%	4.85%
T10	5.7	0.268	1.79%	2.15%	4.47%	5.36%
T11	7.0	0.128	2.24%	2.46%	3.82%	4.34%
T12	7.0	0.110	2.60%	2.83%	3.95%	4.39%
T13	6.5	0.184	2.76%	2.88%	3.71%	4.02%
T14	6.0	0.194	1.86%	2.18%	4.13%	4.88%
T15	5.5	0.164	1.85%	2.02%	3.04%	3.43%
T16	6.5	0.220	1.84%	2.17%	4.29%	5.10%
T17	7.5	0.167	2.58%	2.76%	3.84%	4.26%
T18	7.0	0.167	2.10%	2.44%	4.78%	5.67%
T19	7.5	0.190	2.03%	2.24%	3.44%	3.90%
T20	5.6	0.163	1.81%	2.03%	3.22%	3.68%
T21	6.8	0.141	1.99%	2.20%	3.76%	4.36%
T22	5.6	0.150	1.78%	2.00%	3.29%	3.78%
T23	5.5	0.215	2.30%	2.55%	4.03%	4.59%

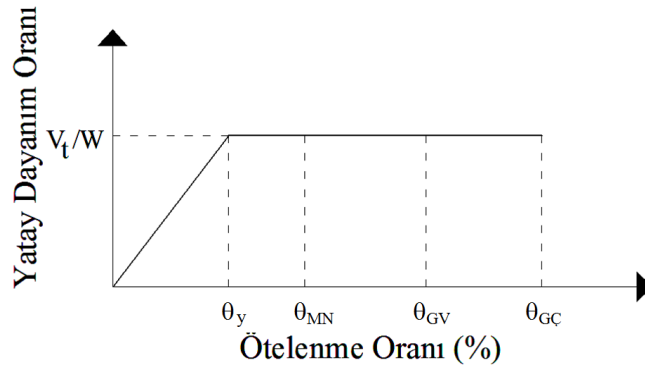
Tablo A.1: (devam)

Bina Adı	Bina Yüksekliği (L)	$V_t / W$	$\Delta y / L$	$\Delta_{MN} / L$	$\Delta_{GV} / L$	$\Delta_{GC} / L$
-	m	-	%	%	%	%
T24	7.6	0.094	2.46%	2.66%	3.82%	4.26%
T25	6.8	0.123	2.23%	2.41%	3.56%	3.99%
T26	6.0	0.216	1.60%	1.91%	4.10%	4.91%
T27	6.0	0.212	1.75%	2.05%	4.36%	5.25%
T28	6.0	0.118	2.25%	2.45%	3.61%	4.06%
T29	6.6	0.142	2.20%	2.31%	3.69%	4.23%
T30	5.5	0.148	2.04%	2.25%	3.57%	4.07%
T31	5.5	0.162	2.06%	2.26%	3.45%	3.91%
T32	7.5	0.272	1.57%	1.68%	3.80%	4.61%
T33	5.3	0.163	1.62%	1.89%	3.67%	4.35%
T34	5.3	0.192	2.08%	2.18%	3.13%	3.38%
T35	6.3	0.160	2.02%	2.25%	3.69%	4.24%
T36	5.5	0.178	1.89%	2.17%	4.44%	5.30%
T37	7.0	0.182	2.51%	2.63%	3.42%	3.68%
T38	6.5	0.169	2.19%	2.54%	5.00%	5.95%
T39	6.0	0.207	2.07%	2.24%	3.39%	3.83%
T40	5.0	0.161	1.61%	1.81%	3.14%	3.64%
T41	6.0	0.173	1.96%	2.19%	3.35%	3.80%
T42	6.0	0.206	1.92%	2.17%	3.81%	4.44%
T43	7.5	0.166	2.26%	2.40%	4.17%	4.85%
T44	7.0	0.190	2.71%	2.86%	4.10%	4.49%
T45	6.5	0.258	2.34%	2.66%	4.68%	5.45%
T46	6.2	0.152	1.99%	2.25%	3.86%	4.48%
T47	4.0	0.200	1.64%	1.94%	3.69%	4.36%
T48	7.0	0.138	2.49%	2.79%	4.63%	5.33%
T49	4.5	0.213	1.44%	1.67%	3.07%	3.62%
T50	7.1	0.166	2.17%	2.49%	4.83%	5.73%
T51	6.0	0.153	1.70%	2.03%	4.33%	5.22%
T52	7.3	0.154	2.29%	2.37%	3.76%	4.23%
T53	6.0	0.183	1.61%	1.89%	4.15%	5.02%
T54	6.8	0.154	2.34%	2.52%	3.80%	4.28%
T55	7.0	0.125	2.26%	2.52%	4.26%	4.92%
T56	6.5	0.264	2.41%	2.57%	3.54%	3.92%
T57	6.2	0.225	2.54%	2.71%	3.81%	4.24%
T58	6.0	0.171	2.21%	2.46%	3.85%	4.38%
T59	7.0	0.169	1.97%	2.29%	4.60%	5.49%
T60	7.5	0.185	2.34%	2.54%	4.93%	5.85%
T61	6.5	0.201	1.95%	2.28%	4.44%	5.26%
T62	7.2	0.150	2.29%	2.52%	3.93%	4.47%
T63	6.1	0.135	2.11%	2.45%	4.42%	5.17%
T64	6.0	0.146	2.23%	2.45%	3.75%	4.24%
T65	6.5	0.281	2.65%	2.87%	4.00%	4.43%
T66	6.5	0.218	2.06%	2.36%	4.29%	5.03%

Tablo A.1: (devam)

Bina Adı	Bina Yüksekliği (L)	$V_t / W$	$\Delta y / L$	$\Delta_{MN} / L$	$\Delta_{GV} / L$	$\Delta_{GÇ} / L$
-	m	-	%	%	%	%
T67	5.5	0.172	1.84%	2.17%	4.38%	5.21%
T68	6.3	0.134	2.35%	2.57%	3.80%	4.28%
T69	6.8	0.253	2.57%	2.66%	5.09%	6.03%
T70	5.0	0.228	1.75%	2.09%	4.12%	4.89%
T71	6.3	0.201	1.99%	2.28%	4.17%	4.89%
T72	6.0	0.312	1.94%	2.28%	4.65%	5.56%
T73	6.0	0.253	1.89%	2.20%	4.21%	4.98%
T74	7.0	0.209	2.22%	2.52%	4.45%	5.20%
T75	6.0	0.186	1.92%	2.27%	4.64%	5.54%
T76	6.5	0.129	2.19%	2.56%	5.06%	6.02%
T77	7.0	0.222	2.21%	2.53%	4.59%	5.39%
T78	6.5	0.242	1.87%	2.19%	4.46%	5.31%
T79	9.3	0.235	2.19%	2.53%	4.80%	5.68%
T80	5.5	0.205	2.31%	2.43%	3.21%	3.51%
T81	6.5	0.157	1.91%	2.22%	4.54%	5.43%
T82	5.0	0.225	1.72%	2.00%	4.07%	4.84%
T83	6.9	0.122	2.57%	2.78%	4.09%	4.59%
T84	6.5	0.107	2.21%	2.47%	3.94%	4.50%
T85	6.0	0.228	1.53%	1.87%	4.16%	5.04%
T86	7.0	0.183	2.48%	2.59%	3.51%	3.84%
T87	7.5	0.179	2.24%	2.29%	4.63%	5.37%
T88	6.5	0.164	2.59%	2.92%	5.21%	6.06%
T89	6.5	0.184	2.31%	2.64%	5.02%	5.93%
T90	6.0	0.127	1.95%	2.30%	4.70%	5.62%
T91	6.0	0.180	2.21%	2.37%	4.13%	4.74%
T92	6.7	0.139	2.34%	2.69%	4.85%	5.67%
T93	6.0	0.165	2.21%	2.46%	3.85%	4.38%
T94	7.1	0.119	2.34%	2.53%	4.18%	4.82%
T95	7.3	0.251	1.91%	2.21%	4.46%	5.33%
T96	6.0	0.165	1.95%	2.15%	3.31%	3.75%
T97	5.2	0.133	1.69%	2.04%	4.44%	5.36%
T98	7.0	0.130	2.22%	2.51%	4.87%	5.78%

Tablo A.2: İki katlı prefabrik binaların kapasite sonuçları



Bina Adı	Bina Yüksekliği (L)	Ara Kat Yüksekliği (h1)	$V_t/W$	$\Delta_{1y} / h1$	$\Delta_{1MN} / h1$	$\Delta_{1GV} / h1$	$\Delta_{1GC} / h1$
-	m	m	-	%	%	%	%
Ç1	7.35	4.00	0.107	0.89%	0.97%	1.57%	1.80%
Ç2	7.00	3.50	0.102	0.86%	0.88%	1.55%	1.76%
Ç3	7.60	4.60	0.102	1.31%	1.42%	1.74%	1.93%
Ç4	8.00	4.50	0.296	0.99%	1.06%	3.35%	4.19%
Ç5	8.80	5.00	0.146	0.80%	1.06%	3.16%	3.91%
Ç6	7.50	4.80	0.160	1.91%	2.00%	2.73%	3.01%
Ç7	8.70	5.50	0.096	1.13%	1.40%	3.50%	4.26%
Ç8	9.80	4.30	0.088	0.99%	1.06%	1.71%	1.92%
Ç9	8.50	5.60	0.171	1.36%	1.42%	3.67%	4.50%
Ç10	6.50	3.30	0.215	0.66%	0.96%	3.33%	4.19%
Ç11	7.35	4.35	0.139	0.86%	1.19%	3.57%	4.43%
Ç12	7.50	4.50	0.126	0.92%	1.15%	2.85%	3.45%
Ç13	5.80	3.40	0.108	0.82%	0.93%	2.00%	2.31%
Ç14	7.50	4.80	0.114	1.04%	1.16%	1.94%	2.22%
Ç15	6.00	4.40	0.092	1.01%	1.03%	1.68%	1.88%
Ç16	6.80	4.60	0.140	1.22%	1.40%	1.82%	2.11%
Ç17	6.50	3.40	0.189	0.63%	0.87%	3.12%	3.96%
Ç18	6.10	4.20	0.124	0.95%	1.01%	1.82%	2.14%
Ç19	6.80	3.50	0.173	0.65%	0.80%	2.00%	2.42%
Ç20	7.00	3.70	0.115	0.84%	1.10%	3.49%	4.34%
Ç21	6.50	3.50	0.176	0.92%	0.99%	3.40%	4.04%
Ç22	7.80	5.80	0.130	1.09%	1.36%	3.71%	4.56%
Ç23	10.80	4.30	0.091	0.92%	1.19%	3.57%	4.44%
Ç24	5.55	3.00	0.183	0.83%	1.12%	1.60%	1.95%
Ç25	10.20	4.00	0.060	1.10%	1.14%	1.81%	2.00%
Ç26	10.00	6.80	0.086	1.25%	1.36%	3.57%	4.28%
Ç27	6.63	4.00	0.101	1.19%	1.20%	1.64%	1.79%
Ç28	7.00	4.00	0.097	1.15%	1.26%	1.71%	1.86%
Ç29	7.20	2.30	0.117	0.76%	0.77%	1.68%	1.94%
Ç30	7.30	3.20	0.185	0.61%	0.80%	1.88%	2.30%

Tablo A.2: (devam)

Bina Adı	Bina Yüksekliği (L) m	Ara Kat Yüksekliği (h1) m	Vt/W	$\Delta_{Iy} / h1$ %	$\Delta_{IMN} / h1$ %	$\Delta_{IGV} / h1$ %	$\Delta_{IGÇ} / h1$ %
-	m	m	-	%	%	%	%
Ç31	6.30	3.50	0.179	1.06%	1.30%	2.56%	2.98%
Ç32	5.50	2.75	0.129	1.19%	1.34%	1.54%	1.75%
Ç33	6.15	2.90	0.165	0.60%	0.69%	2.11%	2.57%
Ç34	5.85	2.90	0.321	0.51%	0.85%	3.13%	4.01%
Ç35	10.50	5.00	0.071	1.11%	1.20%	1.74%	1.92%
Ç36	7.50	3.50	0.108	0.77%	0.91%	1.52%	1.78%
Ç37	6.90	3.90	0.118	0.86%	1.19%	3.00%	3.69%
Ç38	11.40	4.30	0.087	0.94%	1.16%	3.22%	3.92%
Ç39	7.50	4.00	0.162	0.96%	1.16%	2.23%	2.61%
Ç40	7.20	4.40	0.121	1.39%	1.64%	3.29%	3.84%
Ç41	7.20	4.40	0.124	0.83%	1.13%	3.14%	3.86%

## EK B Tezde Kullanılan İvme Kayıtları Bilgileri ve Ölçeklendirmeler

Tablo B.1: Tezde kullanılan ivme kayıt listesi ve ölçeklendirmeler

Sıra	MYH Grup No	Ölçek	Deprem Adı	Kayıt/Bileşen	MYH (cm/s)	Mw (Moment Büy)
1	1	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY041-W	20.40	7.62
2	1	1.00	Coyote Lake 1979/08/06 17:05	COYOTELK/G06320	24.50	5.74
3	1	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-SHP000	19.60	6.53
4	1	1.00	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/IZT180	22.60	7.51
5	1	1.00	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/ABY090	20.00	7.28
6	1	1.00	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/DSP000	20.20	7.28
7	1	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRK090	20.90	6.93
8	1	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CLD285	22.60	6.93
9	1	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/GIL337	22.30	6.93
10	1	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/UCL090	22.00	6.69
11	1	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/UCL360	22.20	6.69
12	1	1.00	Parkfield 1966/06/28 04:26	PARKF/C05355	21.80	6.19
13	1	1.00	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-ALH180	22.00	5.99
14	1	1.00	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-GRN180	23.00	5.99
15	1	1.00	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-OBR360	22.90	5.99
16	1	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CWC270	22.20	6.69
17	1	1.00	Parkfield 1966/06/28 04:26	PARKF/TMB205	21.50	6.19
18	1	1.00	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/FOR090	21.70	7.01
19	1	1.00	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-CAK270	23.60	6.36
20	1	1.00	Friuli, Italy 1976/05/06 20:00	FRIULI/A-TMZ000	22.00	6.50
21	1	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E12230	21.80	6.53
22	1	1.00	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-BIS000	23.60	6.90
23	1	1.00	Livermore 1980/01/24 19:00	LIVERMOR/A-DVD246	20.50	5.80
24	1	1.00	Superstint Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-PLS135	20.60	6.54
25	1	1.00	Tabas, Iran 1978/09/16	TABAS/DAY-LN	20.60	7.35
26	1	1.00	Victoria, Mexico 1980/06/09 03:28	VICT/CPE315	19.90	6.33
27	1	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY046-N	21.00	7.62
28	1	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY010-N	21.90	7.62
29	1	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY047-E	21.10	7.62
30	2	1.00	Coyote Lake 1979/08/06 17:05	COYOTELK/G02140	24.90	5.74
31	2	1.00	Coyote Lake 1979/08/06 17:05	COYOTELK/G03140	28.80	5.74
32	2	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-AEP315	24.90	6.53
33	2	1.00	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/CLW-LN	25.60	7.28
34	2	1.00	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/JOS000	27.50	7.28
35	2	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/GIL067	28.60	6.93
36	2	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/SFO000	25.50	6.93
37	2	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/SFO090	27.90	6.93
38	2	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC090	28.90	6.69
39	2	1.00	Parkfield 1966/06/28 04:26	PARKF/C05085	24.70	6.19
40	2	1.00	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/AND250	25.30	6.19
41	2	1.00	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/AND340	27.60	6.19
42	2	1.00	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/DSP000	29.50	6.06
43	2	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CWC180	25.00	6.69
44	2	1.00	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-PV1090	27.60	6.36



Tablo B.1: (devam)

45	2	1.00	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-Z14090	28.30	6.36
46	2	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-DLT262	26.00	6.53
47	2	1.00	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/KAK090	27.60	6.90
48	2	1.00	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/SHI090	27.90	6.90
49	2	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CAP090	29.30	6.93
50	2	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HSP090	29.10	6.93
51	2	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/WAH000	27.20	6.93
52	2	1.00	Mammoth Lakes 1980/05/27 14:51	MAMMOTH/L-LUL000	28.90	5.94
53	2	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CHL160	27.10	6.69
54	2	1.00	San Fernando 1971/02/09 14:00	SFERN/ORR291	25.90	6.61
55	2	1.00	Spitak, Armenia 1988/12/07	SPITAK/GUK000	28.60	6.77
56	2	1.00	Tabas, Iran 1978/09/16	TABAS/DAY-TR	26.50	7.35
57	2	1.00	Westmorland 1981/04/26 12:09	WESTMORL/PTS315	26.60	5.90
58	2	1.00	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-DELO00	28.50	5.99
59	2	1.00	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-DWN180	28.80	5.99
60	2	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU141-N	28.10	7.62
61	3	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E11140	34.50	6.53
62	3	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E02140	31.50	6.53
63	3	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-SHP270	30.90	6.53
64	3	1.00	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/ATS090	33.20	7.51
65	3	1.00	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ270	29.70	7.51
66	3	1.00	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/IZT090	29.80	7.51
67	3	1.00	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/LCN000	31.90	7.28
68	3	1.00	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER360	29.70	7.28
69	3	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/A02133	34.30	6.93
70	3	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G01000	31.60	6.93
71	3	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G01090	33.90	6.93
72	3	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G02000	32.90	6.93
73	3	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/TRI090	32.80	6.93
74	3	1.00	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/WWT270	31.50	6.06
75	3	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP106	32.10	6.69
76	3	1.00	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-SUP045	32.50	6.54
77	3	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY029-W	30.30	7.62
78	3	1.00	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/MVH045	31.40	6.06
79	3	1.00	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/NPS300	33.80	6.06
80	3	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PKC090	31.40	6.69
81	3	1.00	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/FOR000	30.00	7.01
82	3	1.00	Friuli, Italy 1976/05/06 20:00	FRIULI/A-TMZ270	30.80	6.50
83	3	1.00	Mammoth Lakes 1980/05/27 14:51	MAMMOTH/L-LUL090	33.90	5.94
84	3	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PAC265	31.30	6.69
85	3	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/WIL180	33.50	6.69
86	3	1.00	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-IVW090	29.90	6.54
87	3	1.00	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-IVW360	34.50	6.54
88	3	1.00	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-KRN360	31.10	6.54
89	3	1.00	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-POE360	32.80	6.54
90	3	1.00	Victoria, Mexico 1980/06/09 03:28	VICT/CPE045	31.60	6.33
91	3	1.00	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-OR2010	32.90	5.99

Tablo B.1: (devam)

92	3	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU046-N	30.90	7.62
93	3	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU112-N	33.40	7.62
94	3	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU118-N	33.50	7.62
95	4	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY041-N	39.50	7.62
96	4	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU045-N	39.00	7.62
97	4	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU045-W	36.70	7.62
98	4	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU051-N	38.40	7.62
99	4	1.00	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-PVY135	36.40	6.36
100	4	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-ECC002	37.50	6.53
101	4	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E04140	37.40	6.53
102	4	1.00	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/NIS000	37.30	6.90
103	4	1.00	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/NIS090	36.60	6.90
104	4	1.00	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/ARC090	39.50	7.51
105	4	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G02090	39.10	6.93
106	4	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G03000	35.70	6.93
107	4	1.00	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/G06090	36.70	6.19
108	4	1.00	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/HVR240	39.40	6.19
109	4	1.00	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/WWT180	34.70	6.06
110	4	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY029-N	35.20	7.62
111	4	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-BRA225	35.90	6.53
112	4	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-BRA315	38.90	6.53
113	4	1.00	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU000	37.00	6.90
114	4	1.00	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/SHI000	37.80	6.90
115	4	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HDA255	35.60	6.93
116	4	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/SVL360	36.00	6.93
117	4	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/KAT090	37.80	6.69
118	4	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/SCR090	38.00	6.69
119	4	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STN020	34.60	6.69
120	4	1.00	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-POE270	35.70	6.54
121	4	1.00	Westmorland 1981/04/26 12:09	WESTMORL/PTS225	39.20	5.90
122	4	1.00	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-BIR180	37.80	5.99
123	4	1.00	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-EJS048	38.10	5.99
124	4	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY036-W	38.90	7.62
125	5	1.00	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/RIO270	43.90	7.01
126	5	1.00	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/RIO360	42.10	7.01
127	5	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU074-N	40.90	7.62
128	5	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/WNT-N	42.00	7.62
129	5	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-AEP045	42.80	6.53
130	5	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E11230	42.10	6.53
131	5	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03230	39.90	6.53
132	5	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-EDA360	40.80	6.53
133	5	1.00	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/ATS000	40.00	7.51
134	5	1.00	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/CLW-TR	42.30	7.28
135	5	1.00	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/JOS090	43.20	7.28
136	5	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/STG000	41.20	6.93
137	5	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/STG090	42.60	6.93
138	5	1.00	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC090	40.90	6.54
139	5	1.00	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-PTS315	43.90	6.54
140	5	1.00	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-SUP135	42.20	6.54
141	5	1.00	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/MVH135	40.90	6.06

Tablo B.1: (devam)

142	5	1.00	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-Z14000	40.90	6.36
143	5	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CYC285	39.70	6.93
144	5	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/GOF090	42.00	6.93
145	5	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HDA165	43.90	6.93
146	5	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/KAT000	40.90	6.69
147	5	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/LOS000	43.00	6.69
148	5	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MU2035	40.80	6.69
149	5	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STM090	41.70	6.69
150	5	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU046-W	39.80	7.62
151	5	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU061-N	43.60	7.62
152	5	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU112-W	41.30	7.62
153	5	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU123-W	40.60	7.62
154	5	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU141-E	43.30	7.62
155	6	1.00	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/PET000	48.40	7.01
156	6	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU049-W	47.90	7.62
157	6	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU051-W	49.30	7.62
158	6	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU095-N	49.10	7.62
159	6	1.00	Coyote Lake 1979/08/06 17:05	COYOTELK/G06230	49.20	5.74
160	6	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03140	46.80	6.53
161	6	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E05140	46.90	6.53
162	6	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E07140	47.60	6.53
163	6	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E08230	49.10	6.53
164	6	1.00	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC270	46.40	7.51
165	6	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CLS090	45.20	6.93
166	6	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G03090	44.70	6.93
167	6	1.00	Superstint Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC000	46.40	6.54
168	6	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E10050	47.50	6.53
169	6	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-HVP225	48.80	6.53
170	6	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN090	44.60	6.93
171	6	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HCH180	45.00	6.93
172	6	1.00	Nahanni, Canada 1985/12/23	NAHANNI/S1010	46.00	6.76
173	6	1.00	Nahanni, Canada 1985/12/23	NAHANNI/S1280	46.10	6.76
174	6	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/LOS270	45.10	6.69
175	6	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PAC175	45.60	6.69
176	6	1.00	Westmorland 1981/04/26 12:09	WESTMORL/WSM090	48.70	5.90
177	6	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY025-W	48.40	7.62
178	6	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU038-N	44.90	7.62
179	6	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU038-W	48.90	7.62
180	6	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU048-N	48.30	7.62
181	6	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY034-N	48.50	7.62
182	6	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU104-N	47.20	7.62
183	6	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU106-W	46.60	7.62
184	6	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU107-N	47.40	7.62
185	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU070-W	52.10	7.62
186	7	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E08140	54.30	6.53
187	7	1.00	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	50.30	7.51
188	7	1.00	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	51.50	7.28
189	7	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/A02043	53.60	6.93
190	7	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/LGP090	51.00	6.93
191	7	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PKC360	51.50	6.69

Tablo B.1: (devam)

192	7	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR090	52.10	6.69
193	7	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR360	52.20	6.69
194	7	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-HVP315	49.80	6.53
195	7	1.00	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	52.70	6.90
196	7	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN000	51.30	6.93
197	7	1.00	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/CYC195	51.60	6.19
198	7	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/LDM334	50.80	6.69
199	7	1.00	San Fernando 1971/02/09 14:00	SFERN/PCD254	54.30	6.61
200	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY024-W	52.90	7.62
201	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU029-N	54.00	7.62
202	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU036-N	50.20	7.62
203	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU039-N	54.00	7.62
204	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU039-W	50.00	7.62
205	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU040-N	50.30	7.62
206	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU040-W	50.90	7.62
207	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU055-N	51.50	7.62
208	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU064-N	54.00	7.62
209	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY002-N	52.90	7.62
210	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY104-E	52.60	7.62
211	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU109-N	53.10	7.62
212	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU109-W	50.80	7.62
213	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU115-W	54.00	7.62
214	7	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU117-N	54.40	7.62
215	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU082-W	58.40	7.62
216	8	1.00	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	58.80	7.51
217	8	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CLS000	55.20	6.93
218	8	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL009	59.00	6.69
219	8	1.00	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	56.40	7.14
220	8	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PUL104	55.70	6.69
221	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU054-W	59.40	7.62
222	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU059-N	56.20	7.62
223	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU059-W	59.40	7.62
224	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU063-W	59.00	7.62
225	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU072-N	56.30	7.62
226	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY006-E	55.40	7.62
227	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY092-E	54.80	7.62
228	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY104-N	55.20	7.62
229	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU110-N	54.90	7.62
230	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU111-W	57.80	7.62
231	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU117-W	57.80	7.62
232	8	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU136-E	55.80	7.62
233	8	1.23	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03140	57.50	6.53
234	8	1.44	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03230	57.50	6.53
235	8	1.09	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	57.50	6.90
236	8	1.41	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/MVH135	57.50	6.06
237	8	1.24	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC000	57.50	6.54
238	8	1.41	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC090	57.50	6.54
239	8	1.31	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/RIO270	57.50	7.01
240	8	1.37	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/RIO360	57.50	7.01
241	8	1.36	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/CLW-TR	57.50	7.28

Tablo B.1: (devam)

242	8	1.12	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	57.50	7.28
243	8	1.24	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC270	57.50	7.51
244	8	1.14	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	57.50	7.51
245	9	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU049-N	61.20	7.62
246	9	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU070-N	62.30	7.62
247	9	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU076-N	64.20	7.62
248	9	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU076-W	62.60	7.62
249	9	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU095-W	62.00	7.62
250	9	1.00	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-PVY045	60.20	6.36
251	9	1.00	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/DZC180	60.00	7.14
252	9	1.00	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/YPT330	62.10	7.51
253	9	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP196	60.80	6.69
254	9	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC180	61.50	6.69
255	9	1.00	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL090	62.10	7.14
256	9	1.00	Erzincan, Turkey 1992/03/13	ERZIKAN/ERZ-EW	64.30	6.69
257	9	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HSP000	62.40	6.93
258	9	1.00	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/WVC270	61.50	6.93
259	9	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/LDM064	63.70	6.69
260	9	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL279	62.80	6.69
261	9	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU036-W	59.60	7.62
262	9	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU079-W	61.20	7.62
263	9	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU103-W	61.90	7.62
264	9	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU120-W	63.10	7.62
265	9	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU129-W	60.00	7.62
266	9	1.34	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03140	62.50	6.53
267	9	1.26	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-HVP315	62.50	6.53
268	9	1.19	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	62.50	6.90
269	9	1.35	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC000	62.50	6.54
270	9	1.22	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN000	62.50	6.93
271	9	1.21	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	62.50	7.28
272	9	1.06	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	62.50	7.51
273	9	1.24	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	62.50	7.51
274	9	1.11	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	62.50	7.14
275	10	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY028-N	67.00	7.62
276	10	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/WNT-E	68.80	7.62
277	10	1.00	Gazli, USSR 1976/05/17	GAZLI/GAZ000	65.40	6.80
278	10	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-ECC092	68.80	6.53
279	10	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E06140	64.90	6.53
280	10	1.00	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/TAZ000	68.30	6.90
281	10	1.00	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/YPT060	65.70	7.51
282	10	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/WPI316	67.40	6.69
283	10	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU067-N	66.60	7.62
284	10	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU071-N	69.40	7.62
285	10	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU101-W	67.90	7.62
286	10	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU110-W	67.50	7.62
287	10	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU128-N	68.80	7.62
288	10	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/WGK-E	69.00	7.62
289	10	1.44	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03140	67.50	6.53
290	10	1.28	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	67.50	6.90

Tablo B.1: (devam)

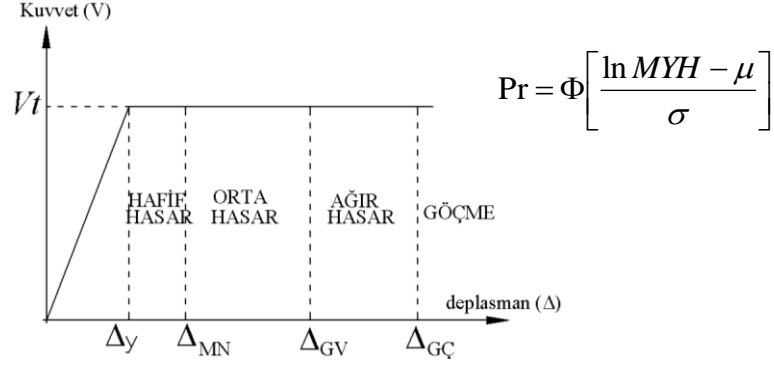
291	10	1.51	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G03090	67.50	6.93
292	10	1.32	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN000	67.50	6.93
293	10	1.08	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HSP000	67.50	6.93
294	10	1.31	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	67.50	7.28
295	10	1.30	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR090	67.50	6.69
296	10	1.29	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR360	67.50	6.69
297	10	1.14	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL009	67.50	6.69
298	10	1.07	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL279	67.50	6.69
299	10	1.11	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP196	67.50	6.69
300	10	1.10	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC180	67.50	6.69
301	10	1.15	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	67.50	7.51
302	10	1.34	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	67.50	7.51
303	10	1.20	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	67.50	7.14
304	10	1.09	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL090	67.50	7.14
305	11	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY028-W	72.80	7.62
306	11	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU074-W	73.30	7.62
307	11	1.00	Gazli, USSR 1976/05/17	GAZLI/GAZ090	71.60	6.80
308	11	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-EMO000	71.70	6.53
309	11	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-EDA270	71.20	6.53
310	11	1.00	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/NPS210	73.30	6.06
311	11	1.00	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/KJM090	74.30	6.90
312	11	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/RRS318	73.00	6.69
313	11	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY101-W	70.60	7.62
314	11	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU063-N	73.10	7.62
315	11	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU072-W	71.70	7.62
316	11	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU128-W	73.00	7.62
317	11	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/WGK-N	74.40	7.62
318	11	1.11	Gazli, USSR 1976/05/17	GAZLI/GAZ000	72.50	6.80
319	11	1.05	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-ECC092	72.50	6.53
320	11	1.38	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	72.50	6.90
321	11	1.20	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-PVY045	72.50	6.36
322	11	1.16	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HSP000	72.50	6.93
323	11	1.18	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/WVC270	72.50	6.93
324	11	1.39	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR360	72.50	6.69
325	11	1.23	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL009	72.50	6.69
326	11	1.15	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL279	72.50	6.69
327	11	1.19	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP196	72.50	6.69
328	11	1.18	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC180	72.50	6.69
329	11	1.23	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	72.50	7.51
330	11	1.44	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	72.50	7.51
331	11	1.10	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/YPT060	72.50	7.51
332	11	1.21	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/DZC180	72.50	7.14
333	11	1.29	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	72.50	7.14
334	11	1.17	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL090	72.50	7.14
335	12	1.00	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E04230	76.60	6.53
336	12	1.00	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/SKR090	79.50	7.51
337	12	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/NWH090	75.50	6.69
338	12	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/SPV360	76.60	6.69
339	12	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/SYL090	78.20	6.69

Tablo B.1: (devam)

340	12	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU065-N	78.80	7.62
341	12	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU067-W	79.50	7.62
342	12	1.00	Parkfield 1966/06/28 04:26	PARKF/C02065	75.10	6.19
343	12	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PAR--L	75.20	6.69
344	12	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/SCE288	74.60	6.69
345	12	1.00	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/TAR360	77.60	6.69
346	12	1.00	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU102-N	77.10	7.62
347	12	1.08	Gazli, USSR 1976/05/17	GAZLI/GAZ090	77.50	6.80
348	12	1.13	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-ECC092	77.50	6.53
349	12	1.09	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-EDA270	77.50	6.53
350	12	1.47	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	77.50	6.90
351	12	1.51	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN000	77.50	6.93
352	12	1.26	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/WVC270	77.50	6.93
353	12	1.50	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	77.50	7.28
354	12	1.31	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL009	77.50	6.69
355	12	1.23	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL279	77.50	6.69
356	12	1.27	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP196	77.50	6.69
357	12	1.15	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/WPI316	77.50	6.69
358	12	1.26	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC180	77.50	6.69
359	12	1.06	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/RRS318	77.50	6.69
360	12	1.32	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	77.50	7.51
361	12	1.54	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	77.50	7.51
362	12	1.29	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/DZC180	77.50	7.14
363	12	1.37	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	77.50	7.14
364	12	1.25	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL090	77.50	7.14

## EK C Tek ve İki Katlı Prefabrik Binaların HasarGörebilirlik Eğrisi Parametreleri

Tablo C.1: Tek katlı binaların hasar görebilirlik eğrisi parametreleri



Bina Adı	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama (μ)	Std. Sapma (σ)	Ortalama (μ)	Std. Sapma (σ)	Ortalama (μ)	Std. Sapma (σ)	Ortalama (μ)	Std. Sapma (σ)
T1	3.4323	0.5316	3.7455	0.4526	4.4162	0.2116	4.7980	0.3087
T2	3.5336	0.4785	3.6127	0.4618	3.9838	0.3734	4.0887	0.3342
T3	3.5415	0.4419	3.7125	0.4215	4.3423	0.1776	4.6059	0.2670
T4	3.5461	0.4480	3.7799	0.4360	4.3812	0.1766	4.4319	0.0862
T5	3.6618	0.4804	3.8994	0.4312	4.4244	0.1887	4.4889	0.1663
T6	3.8019	0.3724	3.8385	0.3712	4.0523	0.3296	4.1555	0.3311
T7	3.7181	0.4215	3.8150	0.4156	4.2868	0.1925	4.4573	0.2446
T8	3.5928	0.4544	3.7633	0.4060	4.3029	0.1962	4.4297	0.1834
T9	3.8104	0.4423	3.9102	0.4262	4.3743	0.2453	4.5614	0.2947
T10	3.6368	0.4778	3.8545	0.4695	4.4150	0.2306	4.4437	0.1350
T11	3.6213	0.4737	3.7218	0.4451	4.1343	0.3552	4.2459	0.3263
T12	3.6460	0.3891	3.7018	0.3603	4.0130	0.3716	4.1191	0.3804
T13	3.8416	0.3827	3.8685	0.3938	4.1936	0.3524	4.2777	0.4114
T14	3.5385	0.4480	3.7282	0.4193	4.3020	0.1961	4.3843	0.1299
T15	3.3872	0.4692	3.4893	0.4794	3.9846	0.3209	4.0581	0.3212
T16	3.6372	0.4350	3.8369	0.3966	4.3846	0.1342	4.4319	0.0862
T17	3.8347	0.4361	3.9013	0.4023	4.2098	0.3566	4.3104	0.3587
T18	3.7270	0.3904	3.8455	0.3803	4.4792	0.2581	4.4966	0.1879
T19	3.7542	0.3638	3.8440	0.3690	4.2571	0.2389	4.3962	0.2392
T20	3.3751	0.4625	3.5162	0.4732	4.0266	0.3145	4.1396	0.2787
T21	3.5870	0.4056	3.7071	0.3985	4.2210	0.3518	4.3648	0.3870
T22	3.3568	0.4741	3.4705	0.4939	4.0397	0.3319	4.1474	0.2593
T23	3.6768	0.4254	3.7629	0.3864	4.2556	0.2537	4.3257	0.2351
T24	3.6244	0.3481	3.6831	0.3623	3.9751	0.3662	4.0966	0.3828
T25	3.5816	0.4616	3.6560	0.4690	4.0785	0.3162	4.1582	0.3616
T26	3.4009	0.5753	3.7228	0.4490	4.3545	0.2660	4.3979	0.1191
T27	3.4925	0.4770	3.7419	0.4811	4.3929	0.1950	4.4269	0.0916



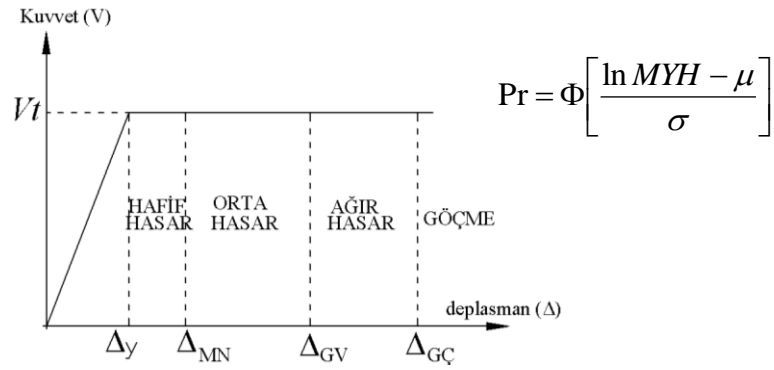
Tablo C.1: (devam)

Bina Adı	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )
T28	3.5370	0.4272	3.5890	0.4479	3.9847	0.4056	4.1127	0.3151
T29	3.6109	0.4236	3.6439	0.4249	4.1383	0.3486	4.2535	0.3472
T30	3.4905	0.4161	3.5732	0.4165	4.0302	0.3028	4.1503	0.2568
T31	3.4821	0.4693	3.5804	0.4218	4.0414	0.3223	4.1349	0.2700
T32	3.7297	0.4786	3.8070	0.4730	4.4911	0.2372	4.5561	0.1943
T33	3.2319	0.4754	3.4360	0.4414	4.1403	0.2897	4.2470	0.2444
T34	3.5359	0.4344	3.5947	0.4082	3.9801	0.3333	4.1010	0.3063
T35	3.5837	0.4043	3.7137	0.3671	4.1770	0.3019	4.3208	0.2517
T36	3.4486	0.4425	3.6393	0.4164	4.2555	0.1891	4.3971	0.1797
T37	3.8160	0.3907	3.8527	0.3809	4.1910	0.3613	4.2571	0.3818
T38	3.6957	0.3756	3.8232	0.3628	4.4576	0.2652	4.4539	0.1322
T39	3.6419	0.4417	3.7239	0.3937	4.1568	0.3058	4.2372	0.2625
T40	3.2016	0.4996	3.3051	0.4874	3.9855	0.3503	4.1011	0.3008
T41	3.5244	0.4481	3.6941	0.3812	4.1067	0.2974	4.1907	0.3014
T42	3.5782	0.4257	3.7253	0.4335	4.2907	0.2576	4.3579	0.1600
T43	3.7462	0.4416	3.8435	0.3908	4.3874	0.3977	4.4571	0.2877
T44	3.8751	0.3572	3.9325	0.3749	4.3303	0.4031	4.3790	0.3516
T45	3.8461	0.4092	3.9832	0.3705	4.5564	0.2887	4.6064	0.1960
T46	3.5624	0.4061	3.6909	0.3807	4.2265	0.2873	4.3441	0.2805
T47	3.1372	0.4804	3.3567	0.5743	4.1109	0.3227	4.2645	0.3295
T48	3.6738	0.4724	3.8110	0.4340	4.2641	0.3145	4.3359	0.2309
T49	3.1206	0.5436	3.3477	0.5542	4.1274	0.3493	4.2531	0.3405
T50	3.7445	0.3856	3.8567	0.3968	4.4815	0.2691	4.4786	0.1679
T51	3.3732	0.5141	3.6211	0.4059	4.3008	0.2898	4.4043	0.2516
T52	3.7249	0.4581	3.7606	0.4444	4.2343	0.3679	4.3322	0.3808
T53	3.3705	0.4746	3.6155	0.4318	4.3088	0.1760	4.4136	0.1329
T54	3.7079	0.4405	3.7637	0.4396	4.2127	0.3711	4.3125	0.3684
T55	3.6290	0.4613	3.7081	0.4586	4.2093	0.3436	4.2997	0.2489
T56	3.8751	0.4077	3.9430	0.4096	4.2842	0.2913	4.3728	0.2956
T57	3.8301	0.3739	3.8974	0.3676	4.2489	0.2852	4.3055	0.2609
T58	3.6505	0.3812	3.7825	0.3604	4.1798	0.3227	4.3033	0.2087
T59	3.6794	0.3830	3.8146	0.3433	4.4676	0.2981	4.4954	0.1809
T60	3.8160	0.3907	3.8866	0.3892	4.4091	0.1514	4.5123	0.1796
T61	3.6542	0.4048	3.8310	0.3650	4.3826	0.2214	4.6578	0.3458
T62	3.6950	0.4626	3.8101	0.4354	4.2348	0.3670	4.3414	0.3137
T63	3.5332	0.4008	3.7209	0.3833	4.2548	0.3451	4.4107	0.3183
T64	3.6254	0.4049	3.7045	0.3916	4.1155	0.3446	4.2322	0.3212
T65	3.9566	0.4051	4.0254	0.3983	4.3826	0.2909	4.4739	0.2885
T66	3.7246	0.3948	3.8598	0.3701	4.3712	0.2187	4.5380	0.2535
T67	3.3942	0.4688	3.6382	0.4300	4.2442	0.1961	4.3860	0.1864

Tablo C.1: (devam)

Bina Adı	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )
T68	3.6033	0.4465	3.6874	0.4540	4.0856	0.3256	4.1999	0.3508
T69	3.9185	0.3946	3.9634	0.3851	4.5901	0.2993	4.7887	0.3276
T70	3.4268	0.5290	3.6651	0.4650	4.3031	0.2705	4.3732	0.2436
T71	3.6298	0.4266	3.7986	0.3775	4.3102	0.1979	4.4738	0.2590
T72	3.7908	0.5052	3.9643	0.4647	4.4714	0.2002	4.7555	0.2855
T73	3.6870	0.4735	3.8437	0.4702	4.4083	0.2674	4.5643	0.2699
T74	3.8162	0.3657	3.9183	0.3589	4.4861	0.3208	4.7825	0.3850
T75	3.5603	0.4590	3.7530	0.3836	4.3438	0.2024	4.5061	0.2581
T76	3.5781	0.4376	3.7189	0.4623	4.3199	0.2901	4.4584	0.2818
T77	3.8135	0.3755	3.9498	0.4007	4.5996	0.3491	4.7470	0.3843
T78	3.6951	0.4651	3.9185	0.4013	4.4062	0.1152	4.4848	0.0915
T79	3.9808	0.3430	4.1476	0.2606	4.7191	0.2552	4.7725	0.2850
T80	3.6710	0.3902	3.7290	0.3866	4.0373	0.3771	4.1237	0.3425
T81	3.5678	0.4087	3.7411	0.3461	4.3913	0.2985	4.4311	0.1655
T82	3.3679	0.5490	3.6313	0.4755	4.2927	0.2697	4.3732	0.2436
T83	3.6603	0.4356	3.7280	0.4242	4.1070	0.3008	4.1883	0.2824
T84	3.5189	0.4677	3.6112	0.4583	4.0636	0.3292	4.2296	0.3280
T85	3.4398	0.5559	3.7325	0.4715	4.3819	0.2494	4.4197	0.1381
T86	3.8100	0.4077	3.8541	0.3893	4.2222	0.3302	4.3331	0.4024
T87	3.8035	0.3994	3.8126	0.4033	4.4569	0.2376	4.4492	0.1482
T88	3.7412	0.4298	3.8792	0.3850	4.4149	0.3487	4.4843	0.2371
T89	3.7442	0.3700	3.8602	0.3580	4.4495	0.2130	4.6384	0.2553
T90	3.4710	0.4251	3.6758	0.3880	4.3220	0.3518	4.4579	0.3439
T91	3.6527	0.3898	3.7427	0.3691	4.2383	0.2509	4.3211	0.2355
T92	3.6484	0.4559	3.7774	0.4492	4.3240	0.3162	4.4316	0.3079
T93	3.6470	0.3827	3.7650	0.3495	4.1800	0.2822	4.2974	0.2559
T94	3.6245	0.4532	3.6861	0.4432	4.1627	0.3210	4.2826	0.2555
T95	3.7831	0.4448	3.9442	0.3641	4.3919	0.0604	4.5643	0.1699
T96	3.5050	0.4557	3.6431	0.3907	4.0831	0.3177	4.1575	0.2746
T97	3.2587	0.4493	3.4405	0.4757	4.1890	0.2542	4.3365	0.2441
T98	3.6064	0.4749	3.7291	0.4519	4.3099	0.2704	4.4118	0.2031

Tablo C.2: İki katlı binaların hasar görebilirlik eğrisi parametreleri



Bina Adı	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )
Ç1	2.9204	0.2218	2.8687	0.4052	3.4170	0.4138	3.5339	0.4356
Ç2	2.9204	0.2218	2.9204	0.2218	3.3988	0.4166	3.4984	0.4323
Ç3	3.1323	0.4228	3.2157	0.4690	3.4485	0.4550	3.5550	0.4092
Ç4	3.4531	0.6800	3.5226	0.6904	4.3909	0.1893	4.7851	0.3794
Ç5	2.8643	0.5506	3.2646	0.5067	4.1906	0.2692	4.3084	0.2482
Ç6	3.5601	0.4235	3.5809	0.3999	3.8888	0.3486	3.9787	0.3289
Ç7	3.0778	0.4577	3.3759	0.3904	4.0980	0.2763	4.2539	0.3244
Ç8	3.2364	0.4067	3.3266	0.3791	3.6856	0.3775	3.7432	0.3944
Ç9	3.3452	0.4602	3.4233	0.4346	4.2375	0.2368	4.3876	0.2001
Ç10	2.8943	0.6324	3.2677	0.6429	4.2818	0.2552	4.5051	0.3573
Ç11	2.8226	0.5017	3.1970	0.5490	4.1647	0.2546	4.2673	0.2123
Ç12	2.6504	0.5975	3.0348	0.5504	3.9788	0.3389	4.1106	0.2988
Ç13	2.7941	0.4173	2.8379	0.5230	3.7010	0.4111	3.8008	0.3969
Ç14	2.9925	0.5043	3.1923	0.4191	3.7008	0.3570	3.8305	0.3531
Ç15	2.5648	0.6911	2.5919	0.6879	3.4257	0.4016	3.5380	0.3961
Ç16	3.2845	0.4199	3.3832	0.4457	3.7129	0.3670	3.8243	0.3588
Ç17	2.8050	0.6797	3.1530	0.6156	4.3046	0.2696	4.4401	0.2279
Ç18	2.7219	0.5902	2.8117	0.5912	3.6522	0.4185	3.7458	0.4073
Ç19	3.0006	0.4319	3.1601	0.4772	4.0528	0.3812	4.1537	0.2943
Ç20	3.0916	0.4430	3.3231	0.4198	4.2406	0.2495	4.3755	0.2100
Ç21	3.2497	0.5086	3.3349	0.5077	4.3006	0.2944	4.4448	0.3095
Ç22	3.0584	0.4812	3.3130	0.4165	4.2342	0.2452	4.3398	0.2001
Ç23	3.5714	0.3927	3.6761	0.3980	4.4002	0.3602	4.4387	0.2355
Ç24	2.9624	0.5528	3.3455	0.5668	3.7444	0.4493	3.8951	0.4169
Ç25	3.4882	0.3845	3.5088	0.3797	3.6957	0.3451	3.7436	0.3452
Ç26	3.3462	0.4430	3.3992	0.4665	4.2375	0.4017	4.3350	0.3876
Ç27	3.1567	0.4175	3.1680	0.4156	3.4949	0.4526	3.5675	0.4149
Ç28	3.1556	0.3300	3.2420	0.4099	3.5578	0.3894	3.5947	0.4141
Ç29	3.4361	0.4708	3.4601	0.4724	3.9389	0.3129	4.0020	0.3036
Ç30	3.0928	0.5132	3.2470	0.6178	4.1097	0.3531	4.2062	0.3377

Tablo C.2: (devam)

Bina Adı	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )	Ortalama ( $\mu$ )	Std. Sapma ( $\sigma$ )
Ç31	3.2774	0.5797	3.5091	0.4846	4.0846	0.2652	4.1849	0.2832
Ç32	3.1512	0.4710	3.2629	0.4735	3.4221	0.4377	3.5466	0.4280
Ç33	2.8592	0.5480	3.0524	0.5581	4.0927	0.3661	4.2042	0.3060
Ç34	3.0314	0.8848	3.6582	0.7361	4.4702	0.2284	4.5910	0.2500
Ç35	3.3501	0.4508	3.3899	0.4415	3.6292	0.3760	3.7148	0.3646
Ç36	3.2042	0.3675	3.2825	0.4344	3.7116	0.3669	3.8247	0.3417
Ç37	2.2503	0.8027	3.0752	0.5096	3.9695	0.3526	4.0997	0.2962
Ç38	3.5204	0.4152	3.6298	0.3873	4.2854	0.3984	4.3822	0.3468
Ç39	3.3012	0.4934	3.4933	0.4798	4.0943	0.3516	4.1804	0.3345
Ç40	3.2783	0.4549	3.4177	0.4713	4.0056	0.3029	4.0998	0.2730
Ç41	2.6250	0.5632	3.0513	0.5502	4.0552	0.3693	4.1853	0.2616

**EK D Tek ve İki Katlı Prefabrik Binalar için Ampirik ve Analitik Hasar Olasılık Matrisleri (HOM)**

Tablo D.1: Tek katlı iyi kalite binalar için elde edilen ampirik HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)														
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12			
Hasarsız	0	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hafif Hasar	5	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Orta Hasar	30	0.46	1.00	1.00	1.00	0.62	0.38	0.46	0.00	0.00	0.38	0.46	0.23	0.08	0.00	0.00
Ağır Hasar	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.46	0.31	0.62	0.46	0.31	0.31	0.46	0.08	0.15	0.00
Göçme	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.23	0.38	0.15	0.23	0.31	0.85	0.85	0.85	1.00
	OHO=	15.38	30.00	30.00	30.00	45.38	59.23	58.46	81.54	70.00	92.31	95.38	100.00			

Tablo D.2: Tek katlı iyi kalite binalar için elde edilen analitik-1 HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)											
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12
Hasarsız	0	0.89	0.78	0.67	0.54	0.44	0.34	0.27	0.20	0.16	0.11	0.09	0.07
Hafif Hasar	5	0.06	0.11	0.13	0.15	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.07	0.05	0.04
Orta Hasar	30	0.04	0.12	0.20	0.31	0.40	0.50	0.58	0.63	0.65	0.63	0.58	0.51
Ağır Hasar	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.08	0.11	0.14	0.17
Göçme	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.07	0.13	0.22
	OHO=	1.63	4.01	6.72	10.18	13.18	16.87	20.40	24.27	28.63	34.54	41.23	48.95

Tablo D.3: Tek katlı iyi kalite binalar için elde edilen analitik-2 HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)											
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12
Hasarsız	0	0.92	0.75	0.60	0.63	0.35	0.40	0.31	0.23	0.16	0.06	0.05	0.04
Hafif Hasar	5	0.06	0.12	0.14	0.11	0.12	0.15	0.15	0.10	0.10	0.05	0.08	0.03
Orta Hasar	30	0.02	0.12	0.26	0.27	0.52	0.42	0.50	0.58	0.66	0.70	0.60	0.54
Ağır Hasar	70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.07	0.06	0.12	0.13	0.19
Göçme	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.07	0.14	0.21
	OHO=	1.01	4.34	8.38	8.54	17.21	15.69	18.99	24.28	26.45	36.78	41.49	50.31

Tablo D.4: Tek katlı orta kalite binalar için elde edilen ampirik HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)														
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12			
Hasarsız	0	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hafif Hasar	5	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Orta Hasar	30	0.67	0.93	0.93	0.80	0.53	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
Ağır Hasar	70	0.00	0.07	0.00	0.13	0.20	0.67	0.27	0.27	0.53	0.07	0.47	0.27	0.07	0.00	0.00
Göçme	100	0.00	0.00	0.07	0.07	0.27	0.33	0.47	0.73	0.47	0.93	0.47	0.73	0.93	1.00	1.00
	OHO=	21.00	32.67	34.67	40.00	56.67	80.00	73.33	92.00	84.00	98.00	73.33	92.00	98.00	100.00	100.00



Tablo D.5: Tek katlı orta kalite binalar için elde edilen analitik-1 HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)											
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12
Hasarsız	0	0.86	0.74	0.62	0.50	0.40	0.31	0.23	0.17	0.13	0.10	0.07	0.05
Hafif Hasar	5	0.06	0.10	0.12	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03
Orta Hasar	30	0.07	0.16	0.25	0.36	0.44	0.53	0.57	0.59	0.58	0.55	0.50	0.44
Ağır Hasar	70	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.16	0.16
Göçme	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.24	0.32
	OHO=	2.57	5.42	8.57	12.66	16.39	21.23	26.02	31.20	36.64	43.25	49.87	56.53

Tablo D.6: Tek katlı orta kalite binalar için elde edilen analitik-2 HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)												
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12	
Hasarsız	0	0.88	0.71	0.57	0.57	0.32	0.39	0.25	0.20	0.14	0.05	0.04	0.04	0.02
Hafif Hasar	5	0.06	0.11	0.10	0.12	0.10	0.12	0.11	0.07	0.07	0.04	0.04	0.04	0.02
Orta Hasar	30	0.06	0.17	0.32	0.30	0.53	0.40	0.54	0.56	0.60	0.58	0.55	0.46	
Ağır Hasar	70	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.06	0.05	0.10	0.09	0.16	0.14	0.17	
Göçme	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.05	0.07	0.10	0.17	0.23	0.33	
	OHO=	2.15	5.88	10.56	10.46	20.34	19.27	25.40	31.03	34.74	45.89	49.58	58.62	

Tablo D.7: Tek katlı kötü kalite binalar için elde edilen ampirik HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)														
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12			
Hasarsız	0	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hafif Hasar	5	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Orta Hasar	30	0.69	0.90	0.41	0.44	0.12	0.03	0.13	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ağır Hasar	70	0.00	0.07	0.26	0.21	0.19	0.16	0.10	0.06	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Göçme	100	0.01	0.03	0.32	0.35	0.69	0.81	0.76	0.94	0.94	0.94	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00
	OHO=	23.01	35.00	63.24	62.94	86.03	93.09	87.65	98.24	97.06	99.56	99.56	99.56	99.56	100.00	100.00

Tablo D.8: Tek katlı kötü kalite binalar için elde edilen analitik-1 HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)											
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12
Hasarsız	0	0.88	0.75	0.63	0.51	0.41	0.31	0.23	0.18	0.13	0.10	0.07	0.05
Hafif Hasar	5	0.06	0.09	0.10	0.10	0.10	0.09	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02
Orta Hasar	30	0.07	0.16	0.25	0.34	0.41	0.46	0.48	0.47	0.43	0.38	0.33	0.28
Ağır Hasar	70	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13	0.13	0.13
Göçme	100	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.08	0.13	0.19	0.26	0.35	0.43	0.52
	OHO=	2.42	5.64	9.45	14.72	19.79	26.62	33.47	40.69	47.85	55.78	62.85	69.11

Tablo D.9: Tek katlı kötü kalite binalar için elde edilen analitik-2 HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)											
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12
Hasarsız	0	0.88	0.73	0.59	0.58	0.33	0.38	0.27	0.19	0.13	0.05	0.04	0.02
Hafif Hasar	5	0.06	0.10	0.10	0.09	0.08	0.09	0.09	0.07	0.06	0.03	0.04	0.02
Orta Hasar	30	0.06	0.17	0.28	0.30	0.45	0.39	0.44	0.44	0.47	0.39	0.37	0.30
Ağır Hasar	70	0.00	0.00	0.02	0.02	0.07	0.05	0.07	0.10	0.11	0.16	0.13	0.13
Göçme	100	0.00	0.00	0.01	0.02	0.07	0.09	0.14	0.19	0.22	0.37	0.42	0.53
	OHO=	2.11	5.79	11.47	12.75	25.59	24.48	32.16	40.01	44.29	60.27	62.46	71.30

Tablo D.10: İki katlı iyi kalite binalar için elde edilen ampirik HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)															
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12				
Hasarsız	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hafif Hasar	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Orta Hasar	30	1.00	0.75	0.56	0.50	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Ağır Hasar	70	0.00	0.25	0.38	0.25	0.38	0.38	0.38	0.25	0.25	0.38	0.13	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Göçme	100	0.00	0.00	0.06	0.25	0.50	0.50	0.50	0.25	0.25	0.50	0.81	0.88	0.94	1.00	1.00	1.00
	OHO=	30.00	40.00	49.38	57.50	80.00	80.00	80.00	80.00	91.88	93.75	98.13	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tablo D.11: İki katlı iyi kalite binalar için elde edilen analitik-1 HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)												
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12	
Hasarsız	0	0.50	0.36	0.27	0.19	0.14	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
Hafif Hasar	5	0.19	0.17	0.15	0.12	0.10	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
Orta Hasar	30	0.31	0.46	0.57	0.65	0.68	0.68	0.65	0.60	0.53	0.45	0.37	0.31	0.31
Ağır Hasar	70	0.00	0.01	0.01	0.03	0.05	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15
Göçme	100	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.07	0.12	0.18	0.25	0.34	0.43	0.51	0.51
	OHO=	10.30	15.22	19.23	23.69	27.65	32.98	38.57	44.75	51.14	58.41	64.92	70.66	70.66

Tablo D.12: İki katlı iyi kalite binalar için elde edilen analitik-2 HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)												
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12	
Hasarsız	0	0.53	0.29	0.28	0.21	0.13	0.12	0.13	0.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00
Hafif Hasar	5	0.22	0.17	0.11	0.11	0.09	0.09	0.08	0.06	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01
Orta Hasar	30	0.25	0.54	0.58	0.64	0.65	0.66	0.60	0.61	0.53	0.46	0.39	0.34	
Ağır Hasar	70	0.00	0.01	0.03	0.02	0.08	0.07	0.10	0.10	0.16	0.14	0.15	0.16	
Göçme	100	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.06	0.10	0.18	0.24	0.38	0.44	0.50	
	OHO=	8.58	17.60	20.02	22.80	30.66	31.33	35.03	43.19	51.35	61.64	65.93	70.64	



Tablo D.13: İki katlı kötü kalite binalar için elde edilen ampirik HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)														
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12			
Hasarsız	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hafif Hasar	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Orta Hasar	30	0.52	0.24	0.08	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ağır Hasar	70	0.04	0.12	0.12	0.08	0.00	0.08	0.04	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
Göçme	100	0.44	0.64	0.80	0.88	0.96	0.92	0.96	0.96	0.92	0.92	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00
	OHO=	62.40	79.60	90.80	94.80	97.20	97.60	98.80	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tablo D.14: İki katlı kötü kalite binalar için elde edilen analitik-1 HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)													
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12		
Hasarsız	0	0.53	0.35	0.24	0.16	0.11	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Hafif Hasar	5	0.08	0.09	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Orta Hasar	30	0.31	0.39	0.42	0.41	0.38	0.33	0.28	0.23	0.19	0.15	0.12	0.09	0.09	0.09
Ağır Hasar	70	0.03	0.05	0.06	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
Göçme	100	0.05	0.12	0.20	0.29	0.38	0.47	0.56	0.63	0.70	0.76	0.81	0.85	0.85	0.85
	OHO=	16.29	27.31	36.89	47.13	54.96	63.41	70.17	75.97	80.72	85.10	88.38	90.90	90.90	90.90

Tablo D.15: İki katlı kötü kalite binalar için elde edilen analitik-2 HOM

Hasar Durumu (HD)	Merkezi Hasar Oranı (MHO) (%)	Maksimum Yer Hızı (MYH)														
		MYH Grup 1	MYH Grup 2	MYH Grup 3	MYH Grup 4	MYH Grup 5	MYH Grup 6	MYH Grup 7	MYH Grup 8	MYH Grup 9	MYH Grup 10	MYH Grup 11	MYH Grup 12			
Hasarsız	0	0.56	0.31	0.23	0.20	0.11	0.09	0.07	0.03	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00
Hafif Hasar	5	0.09	0.09	0.07	0.07	0.03	0.05	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00
Orta Hasar	30	0.29	0.43	0.38	0.43	0.35	0.34	0.29	0.25	0.19	0.13	0.11	0.19	0.13	0.11	0.09
Ağır Hasar	70	0.02	0.05	0.07	0.07	0.06	0.11	0.08	0.07	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05
Göçme	100	0.04	0.12	0.25	0.23	0.46	0.42	0.52	0.64	0.71	0.79	0.82	0.71	0.79	0.82	0.86
	OHO=	14.28	28.64	41.36	41.62	60.84	59.70	66.50	75.94	81.40	87.93	89.95	81.40	87.93	89.95	92.29

**EK E Tezde Kullanılan Denizli Organize Sanayi Bölgesi ve Çevresi  
Deprem Kataloğu (Tüm Katalog, 01.01.1900-31.12.2013)**

Tablo E. 1: Katalog deprem bilgileri

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
1	18/1/1900	37.790	28.210	MS	4.4	46	18/8/1904	37.73	26.930	MS	5.8
2	30/1/1900	37.830	27.710	MS	4.4	47	20/8/1904	37.70	26.900	MS	4.8
3	6/2/1900	38.120	31.290	MS	5.7	48	5/9/1904	37.75	26.980	MS	4.8
4	10/2/1900	37.880	27.750	MS	4	49	8/10/1904	37.65	26.700	MS	4.7
5	18/4/1900	37.850	29.500	MS	4.4	50	10/10/1904	37.70	26.800	MS	6
6	22/5/1900	38.300	27.650	MS	4.1	51	6/12/1904	36.80	27.960	MS	4
7	24/5/1900	37.860	28.660	MS	4.1	52	15/12/1904	38.40	27.750	MS	4.5
8	1/6/1900	37.900	28.740	MS	4	53	30/4/1905	38.81	28.520	MS	6.1
9	16/7/1900	39.340	26.650	MS	4.5	54	2/5/1905	38.80	28.500	MS	5.4
10	11/8/1900	39.590	30.240	MS	4	55	4/6/1905	38.95	28.670	MS	4.8
11	18/8/1900	37.750	28.350	MS	4.2	56	5/12/1905	36.50	28.900	MS	5.2
12	10/10/1900	38.800	29.400	MS	5.6	57	25/11/1906	36.90	28.470	MS	4.6
13	16/10/1900	38.800	29.400	MS	4.8	58	10/3/1907	37.81	28.330	MS	4.4
14	29/10/1900	38.050	27.550	MS	4.8	59	15/4/1907	38.25	27.470	MS	4.6
15	30/12/1900	37.950	27.410	MS	4.2	60	21/6/1907	38.45	27.600	MS	4.7
16	23/2/1901	37.860	27.690	MS	4	61	22/6/1907	38.60	27.900	MS	4.5
17	22/4/1901	37.810	28.850	MS	4.4	62	31/10/1907	38.50	28.500	MS	4.5
18	10/7/1901	38.400	26.650	MS	5	63	15/11/1907	37.83	29.000	MS	5.1
19	5/11/1901	38.550	30.000	MS	5	64	20/12/1907	39.15	27.000	MS	4.3
20	6/11/1901	38.540	30.020	MS	5.4	65	28/1/1908	37.80	27.100	MS	4.6
21	17/11/1901	38.550	30.000	MS	4.4	66	4/2/1908	38.87	27.360	MS	4.7
22	18/12/1901	39.400	26.700	MS	5.9	67	16/2/1908	38.08	27.410	MS	4
23	10/1/1902	38.410	27.510	MS	4.7	68	8/3/1908	37.88	28.090	MS	4.4
24	11/3/1902	38.930	29.380	MS	4.4	69	12/3/1908	37.83	27.610	MS	4.2
25	26/5/1902	37.790	31.070	MS	5.7	70	8/4/1908	38.14	27.430	MS	4.3
26	29/5/1902	38.370	27.680	MS	4	71	28/4/1908	38.10	27.780	MS	4.8
27	20/6/1902	37.710	27.830	MS	4.8	72	23/6/1908	38.75	26.650	MS	5.1
28	12/7/1902	38.800	29.300	MS	4	73	23/6/1908	38.75	26.650	MS	5
29	18/9/1902	38.000	30.630	MS	5.5	74	23/6/1908	38.75	26.650	MS	5
30	23/11/1902	38.280	27.200	MS	5.5	75	25/6/1908	38.75	26.650	MS	4.6
31	13/1/1903	38.450	28.200	MS	4.8	76	28/6/1908	38.41	29.290	MS	4.8
32	19/1/1903	37.850	30.430	MS	4.6	77	3/7/1908	38.25	28.000	MS	4.5
33	8/2/1903	38.480	27.430	MS	4.4	78	19/1/1909	38.66	26.940	MS	5.8
34	2/4/1903	38.620	27.300	MS	4.5	79	16/2/1909	38.60	27.050	MS	4.8
35	6/7/1903	38.180	31.260	MS	4.6	80	22/1/1910	38.77	27.170	MS	4.1
36	24/9/1903	38.490	27.150	MS	4.6	81	14/7/1910	38.86	27.840	MS	4.4
37	19/5/1904	38.250	27.740	MS	4	82	27/7/1910	38.88	27.870	MS	4.9
38	19/5/1904	38.250	27.740	MS	4.5	83	7/8/1910	37.66	30.010	MS	5.3
39	11/8/1904	37.650	26.700	MS	4.7	84	30/4/1911	36.00	30.000	MS	6.2
40	11/8/1904	37.650	26.700	MS	6.2	85	17/3/1912	38.30	27.480	MS	4.8
41	12/8/1904	37.650	26.700	MS	4.9	86	25/8/1912	38.65	30.810	MS	4.9
42	12/8/1904	37.650	26.700	MS	4.6	87	2/2/1913	38.79	27.870	MS	4.6
43	12/8/1904	36.750	26.700	MS	4.6	88	21/8/1914	38.00	31.500	MS	4.7
44	13/8/1904	37.650	26.700	MS	4.6	89	3/10/1914	37.82	30.270	MS	7
45	15/8/1904	38.100	27.100	MS	4.6	90	3/10/1914	37.80	30.250	MS	4.8

Tablo E. 1: (devam)

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
91	4/10/1914	37.800	30.250	MS	4.7	141	22/12/1924	39.60	27.700	MS	5.4
92	4/10/1914	37.800	30.250	MS	4.6	142	17/3/1925	37.20	26.200	MS	5
93	4/10/1914	37.800	30.250	MS	5	143	29/4/1925	39.60	27.700	MS	4.6
94	4/10/1914	37.800	30.250	MS	4.6	144	8/7/1925	37.40	30.500	MS	4.9
95	4/10/1914	37.800	30.250	MS	4.4	145	9/7/1925	37.40	30.500	MS	4.8
96	4/10/1914	37.800	30.250	MS	4.8	146	9/7/1925	37.40	30.500	MS	4.7
97	4/10/1914	37.750	30.450	MS	5.2	147	15/7/1925	37.40	30.500	MS	4.5
98	4/10/1914	37.800	30.250	MS	4.5	148	29/7/1925	37.50	27.500	MS	4.5
99	5/10/1914	37.750	30.450	MS	4.7	149	5/8/1925	38.10	29.800	MS	5
100	6/10/1914	37.750	30.450	MS	4.8	150	7/8/1925	38.00	30.500	MS	5.8
101	8/10/1914	37.800	30.250	MS	4.9	151	7/8/1925	38.00	30.000	MS	4.5
102	10/10/191	37.600	30.060	MS	5	152	8/8/1925	38.00	30.000	MS	4.8
103	11/10/191	37.600	30.060	MS	5.1	153	9/8/1925	38.00	30.000	MS	4.8
104	13/10/191	38.800	30.300	MS	4.5	154	16/8/1925	38.00	30.000	MS	5.1
105	17/10/191	37.800	30.300	MS	4.8	155	1/9/1925	37.56	29.170	MS	5.4
106	7/1/1915	38.300	26.650	MS	4.3	156	3/9/1925	38.00	29.000	MS	4.5
107	18/1/1915	38.300	26.650	MS	4	157	14/9/1925	39.00	31.000	MS	4.9
108	17/8/1916	38.200	26.200	MS	4.7	158	20/9/1925	39.00	31.000	MS	4.9
109	13/6/1917	36.000	28.000	MS	4.6	159	18/12/1925	37.40	30.400	MS	5.1
110	8/8/1917	39.000	27.000	MS	4.5	160	13/1/1926	38.64	28.110	MS	5.8
111	16/1/1918	38.340	29.480	MS	5.7	161	13/1/1926	38.53	28.190	MS	5.7
112	13/11/191	37.800	27.300	MS	5.2	162	8/2/1926	36.80	27.100	MS	5.4
113	25/11/191	36.400	27.500	MS	4.9	163	1/3/1926	37.03	29.430	MS	6.1
114	28/11/191	36.400	27.500	MS	4.8	164	3/3/1926	37.00	29.400	MS	5
115	18/1/1919	36.000	28.000	MS	5.2	165	18/3/1926	36.00	29.000	MS	4.7
116	5/4/1919	36.600	26.700	MS	5.2	166	26/6/1926	36.54	27.330	MS	7.7
117	27/5/1919	39.130	31.020	MS	5.3	167	26/6/1926	36.50	27.500	MS	5.3
118	20/7/1919	36.000	28.000	MS	4.8	168	27/6/1926	36.00	28.000	MS	4.9
119	24/8/1919	36.000	28.000	MS	5.4	169	5/7/1926	36.50	27.000	MS	5.5
120	18/11/191	39.260	26.710	MS	7	170	20/12/1926	39.00	31.000	MS	4.9
121	2/4/1920	36.750	26.640	MS	5.5	171	7/2/1927	39.00	31.000	MS	5.2
122	1/5/1920	37.000	28.700	MS	5	172	20/5/1927	37.50	27.500	MS	4.5
123	4/7/1920	37.500	29.000	MS	5	173	5/6/1927	36.19	31.080	MS	5.5
124	4/7/1920	37.500	29.000	MS	5.2	174	31/3/1928	38.18	27.800	MS	6.5
125	28/9/1920	37.890	28.350	MS	5.7	175	31/3/1928	38.10	27.400	MS	5.2
126	27/11/192	39.300	26.500	MS	4.9	176	10/4/1928	37.40	26.100	MS	5
127	27/1/1921	36.000	28.000	MS	5.4	177	2/5/1928	39.64	29.140	MS	6.1
128	13/4/1921	38.400	31.800	MS	5.2	178	15/7/1928	38.05	27.320	MS	5.5
129	22/5/1921	37.000	28.700	MS	5.1	179	27/3/1929	36.75	26.500	MS	5.8
130	24/7/1921	38.800	26.500	MS	5.2	180	8/5/1929	38.00	29.500	MS	4.5
131	26/9/1921	38.420	31.790	MS	5.4	181	4/8/1929	36.50	31.000	MS	4.9
132	3/6/1922	36.490	28.650	MS	4.9	182	11/11/1929	36.80	26.500	MS	5.2
133	17/8/1922	36.000	28.000	MS	5	183	22/8/1930	36.20	27.500	MS	4.9
134	20/11/192	37.500	29.000	MS	4.9	184	7/9/1930	38.60	26.200	MS	4.5
135	6/12/1922	37.500	29.000	MS	5.2	185	11/9/1930	37.39	31.180	MS	5.9
136	11/9/1923	38.000	29.500	MS	4.6	186	12/1/1931	38.47	31.800	MS	5
137	22/1/1924	39.510	28.400	MS	5.3	187	12/1/1931	38.50	31.900	MS	5
138	14/4/1924	39.000	27.800	MS	4.7	188	26/4/1931	38.50	26.200	MS	4.6
139	10/9/1924	36.840	31.490	MS	5	188	26/4/1931	38.50	26.200	MS	4.6
140	20/11/192	38.550	30.780	MS	5.9	189	7/5/1932	36.22	28.650	MS	5.1

Tablo E. 1: (devam)

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
190	16/6/1932	39.300	27.380	MS	4.8	238	25/6/1944	38.79	29.310	MS	6
191	7/12/1932	36.710	27.330	MS	5	239	25/6/1944	38.97	29.870	MS	5.5
192	23/4/1933	36.770	27.290	MS	6.4	240	6/10/1944	39.48	26.560	MS	6.8
193	15/5/1933	36.350	26.800	MS	4.9	241	7/10/1944	39.22	26.580	MS	5.2
194	19/7/1933	38.190	29.790	MS	5.7	242	27/8/1945	36.13	26.610	MS	5
195	17/8/1933	37.360	28.820	MS	4.5	243	21/12/1945	37.90	29.000	MS	4.7
196	19/6/1934	37.860	31.130	MS	5.3	244	21/2/1946	38.24	31.790	MS	5.5
197	18/3/1935	36.080	27.300	MS	6.1	245	12/4/1946	36.24	26.690	MS	5.5
198	2/8/1936	37.880	29.700	MS	4.8	246	16/7/1946	38.63	31.150	MS	5.1
199	2/8/1936	38.110	29.650	MS	4.8	247	13/1/1948	38.10	28.800	MS	4.8
200	3/8/1936	36.500	31.000	MS	4.7	248	30/4/1948	36.05	31.140	MS	5.8
201	10/8/1936	36.610	31.030	MS	4.7	249	10/8/1948	38.48	28.940	MS	4.9
202	12/8/1936	37.440	29.440	MS	5	250	4/1/1949	38.90	27.900	MS	4.5
203	23/5/1937	38.690	27.780	MS	5.4	251	21/5/1949	38.60	26.300	MS	4.8
204	29/5/1937	36.290	31.050	MS	5	252	23/7/1949	38.57	26.290	MS	6.6
205	2/1/1939	38.500	27.000	MS	5.3	253	30/7/1949	38.62	26.450	MS	4.8
206	13/3/1939	36.000	29.000	MS	5	254	23/11/1949	38.75	26.360	MS	5.2
207	24/7/1939	37.200	28.300	MS	4.8	255	3/5/1950	38.67	27.060	MS	4.9
208	22/9/1939	39.070	26.940	MS	6.6	256	4/6/1950	36.53	28.840	MS	4.8
209	16/8/1940	38.900	30.400	MS	5.2	257	5/11/1951	36.00	29.000	MS	5.2
210	9/1/1941	38.030	27.400	MS	5.2	258	26/1/1952	39.10	26.900	MS	4.6
211	5/2/1941	38.840	27.740	MS	5.4	259	19/3/1952	39.60	28.640	MS	5.4
212	23/5/1941	37.070	28.210	MS	6	260	9/4/1952	37.80	26.900	MS	4.5
213	23/5/1941	37.200	28.400	MS	4.5	261	9/6/1952	36.83	27.640	MS	4.9
214	23/5/1941	37.130	28.380	MS	5.3	262	15/9/1952	37.60	27.600	MS	4.6
215	23/5/1941	37.220	28.350	MS	5.2	263	23/9/1952	36.90	29.580	MS	4.8
216	21/6/1941	36.120	27.200	MS	4.9	264	22/10/1952	36.83	27.600	MS	5.2
217	23/6/1941	37.950	27.810	MS	4.9	265	12/1/1953	36.00	28.000	MS	4.8
218	13/7/1941	37.660	26.090	MS	5.9	266	13/4/1953	38.00	27.000	MS	4.7
219	12/8/1941	39.130	27.640	MS	4.8	267	17/4/1953	37.60	27.600	MS	4.5
220	12/8/1941	39.100	27.700	MS	4.8	268	1/5/1953	38.41	26.750	MS	4.9
221	21/9/1941	37.500	28.290	MS	5.3	269	2/5/1953	38.48	26.670	MS	5
222	14/10/194	37.200	28.400	MS	4.6	270	2/5/1953	38.70	26.500	MS	4.7
223	13/12/194	37.130	28.060	MS	6.5	271	2/5/1953	38.51	26.550	MS	5.1
224	21/6/1942	36.500	27.000	MS	6.2	272	14/5/1953	38.70	26.500	MS	4.8
225	28/10/194	39.270	28.190	MS	5.4	273	9/6/1953	39.34	28.210	MS	4.6
226	28/10/194	39.100	27.800	MS	6	274	13/6/1953	36.00	26.920	MS	4.5
227	28/10/194	39.460	27.790	MS	5.5	275	22/7/1953	39.24	28.430	MS	5.2
228	15/11/194	39.550	28.580	MS	6.1	276	5/12/1953	36.50	26.800	MS	4.6
229	11/1/1943	36.550	27.260	MS	5.3	277	20/12/1953	36.50	26.700	MS	4.6
230	14/4/1943	39.620	29.640	MS	5	278	2/1/1954	36.98	27.120	MS	5.4
231	16/10/194	36.450	27.940	MS	5.8	279	8/4/1954	37.27	29.530	MS	4.8
232	15/11/194	36.810	28.840	MS	5.2	280	1/5/1954	37.70	27.000	MS	4.8
233	20/11/194	36.550	28.360	MS	5.5	281	1/5/1954	37.79	27.070	MS	5
234	5/1/1944	36.400	27.400	MS	5.1	282	1/5/1954	37.81	26.950	MS	5.5
235	5/1/1944	36.420	27.670	MS	5.6	283	1/5/1954	37.80	27.000	MS	4.8
236	25/3/1944	37.800	26.800	MS	4.5	284	20/8/1954	37.50	27.000	MS	4.5
237	27/5/1944	36.230	27.250	MS	5.5	285	25/8/1954	37.29	29.960	MS	4.9

Tablo E. 1: (devam)

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
286	4/9/1954	36.630	27.100	MS	4.8	335	30/4/1960	36.80	27.500	MS	4.7
287	16/7/1955	37.650	27.260	MS	6.8	336	2/5/1960	36.95	26.830	MS	4.6
288	28/8/1955	37.400	27.160	MS	5.3	337	28/11/1960	36.11	31.090	MS	4.8
289	10/11/195	37.400	27.200	MS	4.5	338	1/12/1960	38.36	30.520	MS	4.8
290	11/11/195	37.540	26.970	MS	4.7	339	23/2/1961	36.75	27.070	MS	5.1
291	5/5/1956	36.990	28.630	MS	4.7	340	23/2/1961	36.60	27.200	MS	4.7
292	22/6/1956	38.480	31.940	MS	4.6	341	23/2/1961	36.73	27.220	MS	4.9
293	10/7/1956	36.720	26.520	MS	4.6	342	27/2/1961	36.56	27.000	MS	5
294	22/7/1956	36.890	26.360	MS	4.9	343	27/2/1961	36.59	27.020	MS	5.1
295	5/2/1957	36.370	28.880	MS	5.2	344	23/5/1961	36.70	28.490	MS	6.3
296	9/2/1957	36.750	26.440	MS	5	345	25/5/1961	36.72	26.660	MS	4.8
297	24/4/1957	36.430	28.630	MS	6.8	346	21/6/1961	37.87	28.770	MS	5
298	25/4/1957	36.420	28.680	MS	7.1	347	16/4/1962	36.15	27.230	MS	5.2
299	25/4/1957	36.120	28.600	MS	5	348	28/4/1962	36.03	26.870	MS	5.8
300	26/4/1957	36.220	28.870	MS	5.9	349	28/4/1962	36.09	26.880	MS	5.5
301	26/4/1957	36.410	28.800	MS	4.7	350	14/9/1962	39.57	28.170	MS	4.5
302	11/10/195	39.320	28.190	MS	4.9	351	11/3/1963	37.96	29.140	MS	5.5
303	4/3/1958	36.340	27.850	MS	5.2	352	28/4/1963	39.32	27.820	MS	4.7
304	22/4/1958	36.580	30.460	MS	4.8	353	23/5/1963	36.40	29.400	MS	5.6
305	24/4/1958	36.760	26.550	MS	4.8	354	8/7/1963	36.48	27.880	MS	4.7
306	9/5/1958	36.610	27.600	MS	5.2	355	26/7/1963	36.84	28.760	MS	5.1
307	27/5/1958	36.800	26.760	MS	5.1	356	10/9/1963	36.70	27.300	MS	4.5
308	30/6/1958	36.290	27.320	MS	5.3	357	29/9/1963	36.44	29.000	MS	4.8
309	3/9/1958	38.270	28.190	MS	4.6	358	22/11/1963	37.07	29.680	MS	4.7
310	4/9/1958	36.560	26.720	MS	5.2	359	22/11/1963	37.07	29.680	Mw	4.9
311	4/10/1958	36.400	27.010	MS	4.9	360	29/1/1964	36.40	28.900	mb	4.7
312	6/11/1958	37.000	31.350	MS	4.8	361	30/1/1964	37.41	29.890	MS	5.7
313	9/12/1958	36.560	28.160	MS	4.5	362	31/3/1964	36.43	28.780	MS	4.7
314	6/1/1959	36.850	29.160	MS	4.5	363	25/4/1964	37.80	29.800	mb	4.6
315	6/1/1959	36.660	29.110	MS	4.8	364	8/6/1964	36.26	28.260	mb	4.6
316	7/1/1959	36.710	29.210	MS	4.8	365	12/6/1964	37.34	29.930	MS	4.6
317	11/1/1959	36.640	29.120	MS	4.7	366	16/7/1964	36.14	30.780	MS	4.6
318	19/1/1959	37.810	29.520	MS	4.5	367	7/1/1965	36.50	26.850	mb	5
319	20/1/1959	36.700	28.700	MS	4.8	368	2/3/1965	38.47	28.330	mb	5
320	26/1/1959	36.780	29.020	MS	5	369	26/3/1965	36.82	30.940	mb	4.9
321	26/1/1959	36.700	29.000	MS	4.5	370	9/4/1965	36.80	26.500	mb	4.7
322	8/4/1959	36.570	26.800	MS	4.7	371	29/4/1965	37.14	26.890	mb	4.7
323	25/4/1959	36.940	28.580	MS	5.9	372	1/5/1965	37.18	26.910	mb	4.6
324	25/4/1959	36.920	28.600	MS	5.3	373	10/6/1965	36.44	26.640	mb	4.7
325	30/4/1959	36.220	26.680	MS	4.8	374	13/6/1965	37.85	29.320	mb	5.1
326	20/5/1959	36.740	26.670	MS	4.8	375	17/6/1965	37.60	28.800	mb	4.7
327	9/6/1959	36.810	29.080	MS	4.7	376	17/6/1965	37.77	29.360	mb	4.7
328	19/11/195	38.890	26.650	MS	5.3	377	12/7/1965	37.62	29.350	mb	4.6
329	8/12/1959	36.910	29.070	MS	5	378	30/9/1965	38.80	28.000	ML	4.3
330	9/1/1960	37.070	28.900	MS	4.9	379	28/11/1965	36.12	27.430	mb	5.7
331	26/1/1960	37.000	28.930	MS	5.2	380	2/12/1965	37.61	29.320	mb	4.7
332	26/1/1960	36.890	28.610	MS	4.6	381	7/12/1965	36.25	27.000	ML	4.3
333	10/4/1960	37.730	27.800	MS	4.8	382	8/12/1965	37.30	28.500	ML	4.5
334	12/4/1960	37.690	27.700	MS	4.6	383	22/12/1965	37.10	28.100	ML	4.5

Tablo E. 1: (devam)

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
384	22/1/1966	37.650	29.950	mb	4.7	433	25/3/1969	38.78	28.510	mb	4.8
385	27/3/1966	37.000	26.900	ML	4.3	434	25/3/1969	39.00	28.000	mb	5
386	29/3/1966	37.000	26.800	ML	4.3	435	25/3/1969	39.17	28.490	mb	4.8
387	29/3/1966	37.000	26.900	ML	4.3	436	25/3/1969	39.02	28.900	mb	4.6
388	4/5/1966	37.740	27.710	mb	4.8	437	25/3/1969	39.08	28.440	mb	4.7
389	7/5/1966	37.750	27.790	mb	5	438	26/3/1969	39.03	28.270	mb	4.6
390	9/5/1966	37.050	30.980	mb	4.8	439	26/3/1969	39.30	28.100	mb	4.7
391	19/6/1966	38.550	27.350	mb	4.6	440	28/3/1969	38.55	28.460	mb	5.9
392	28/6/1966	39.000	27.000	Mw	4.7	441	28/3/1969	38.09	29.020	mb	4.7
393	25/9/1966	37.770	29.970	mb	4.8	442	28/3/1969	39.13	28.450	mb	4.9
394	3/11/1966	38.970	31.100	mb	4.7	443	6/4/1969	38.47	26.410	mb	5.6
395	4/4/1967	36.680	29.270	mb	4.9	444	17/4/1969	39.11	28.620	mb	4.6
396	9/5/1967	39.610	27.150	mb	4.6	445	21/4/1969	36.22	28.270	mb	4.6
397	22/5/1967	36.590	29.350	mb	4.6	446	24/4/1969	36.35	28.730	mb	4.7
398	1/6/1967	36.810	29.260	mb	5	447	27/4/1969	36.54	28.210	mb	4.7
399	18/6/1967	36.780	29.320	mb	4.9	448	30/4/1969	39.12	28.520	mb	5
400	19/7/1967	38.100	28.870	mb	4.8	449	30/4/1969	39.09	28.310	mb	4.6
401	9/8/1967	36.980	28.400	mb	4.8	450	3/5/1969	39.00	28.600	mb	4.7
402	11/10/196	36.070	27.120	mb	4.6	451	13/5/1969	39.03	28.570	mb	4.6
403	26/10/196	37.220	29.050	mb	5	452	14/5/1969	39.15	28.490	mb	4.6
404	13/11/196	37.780	28.830	mb	4.6	453	25/6/1969	35.98	27.600	mb	4.8
405	5/12/1967	36.530	26.850	mb	4.6	454	14/8/1969	39.52	27.870	mb	4.7
406	8/1/1968	36.600	32.000	mb	4.7	455	6/9/1969	36.73	28.350	mb	5
407	7/2/1968	36.650	26.740	mb	5	456	22/9/1969	36.57	28.010	mb	4.6
408	20/2/1968	36.150	27.390	mb	4.9	457	7/10/1969	39.20	28.400	mb	4.9
409	28/3/1968	38.100	31.000	mb	5	458	7/10/1969	39.16	28.540	mb	4.9
410	6/10/1968	36.960	26.380	mb	4.7	459	13/10/1969	39.17	28.380	mb	4.9
411	31/10/196	36.620	27.010	mb	5.1	460	16/10/1969	36.40	27.200	ML	4.3
412	3/11/1968	38.810	29.110	mb	4.8	461	16/10/1969	36.90	27.400	ML	4.5
413	4/11/1968	36.440	26.980	mb	4.6	462	27/10/1969	36.50	27.200	ML	4.3
414	11/11/196	36.610	27.150	mb	4.8	463	3/11/1969	36.40	27.100	ML	4.3
415	12/11/196	36.740	27.110	mb	4.7	464	15/11/1969	37.78	29.910	mb	4.7
416	12/11/196	36.600	27.100	ML	4.3	465	15/11/1969	37.27	29.440	mb	4.8
417	12/11/196	36.640	27.160	mb	4.6	466	21/12/1969	36.66	28.420	mb	4.6
418	4/12/1968	36.500	27.020	mb	4.7	467	20/1/1970	38.70	26.700	mb	4.7
419	5/12/1968	36.600	26.920	mb	5.4	468	26/1/1970	37.00	28.500	mb	5.1
420	14/1/1969	36.110	29.190	mb	5.6	469	18/2/1970	36.30	27.000	mb	4.7
421	4/3/1969	36.980	31.040	mb	4.8	470	18/2/1970	36.41	27.120	mb	4.6
422	22/3/1969	39.100	28.670	mb	4.7	471	18/2/1970	36.68	27.140	mb	4.6
423	23/3/1969	39.300	28.000	mb	4.6	472	20/2/1970	36.40	27.200	mb	4.9
424	23/3/1969	39.140	28.480	mb	5.6	473	20/2/1970	36.55	27.260	mb	4.6
425	23/3/1969	39.000	28.500	ML	5.8	474	2/3/1970	36.80	28.800	mb	4.6
426	24/3/1969	39.110	28.510	mb	5	475	28/3/1970	39.21	29.510	Mw	6.2
427	24/3/1969	39.020	28.410	mb	4.7	476	28/3/1970	38.10	29.200	mb	4.7
428	24/3/1969	39.170	28.700	mb	4.6	477	28/3/1970	39.28	29.460	mb	4.8
429	24/3/1969	39.080	28.650	mb	4.7	478	28/3/1970	39.15	29.560	mb	4.8
430	24/3/1969	36.600	28.600	mb	4.6	479	28/3/1970	39.07	29.760	mb	5
431	25/3/1969	39.060	28.410	mb	4.9	480	29/3/1970	39.01	30.400	mb	4.6
432	25/3/1969	39.250	28.440	mb	5.5	481	29/3/1970	39.06	29.740	mb	5.1



Tablo E. 1: (devam)

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
482	29/3/1970	39.140	29.420	mb	4.7	531	11/5/1970	39.08	29.390	mb	5.3
483	30/3/1970	39.430	29.400	mb	4.6	532	12/5/1970	38.60	29.300	mb	5
484	30/3/1970	39.340	29.260	mb	5.1	533	14/5/1970	39.02	29.100	mb	5.1
485	30/3/1970	39.290	29.240	mb	4.7	534	20/5/1970	38.99	30.000	mb	4.6
486	30/3/1970	39.090	29.590	mb	4.7	535	28/5/1970	38.95	30.030	mb	4.6
487	30/3/1970	39.300	29.290	mb	4.6	536	22/6/1970	39.20	29.700	ML	4.4
488	31/3/1970	39.330	29.410	mb	4.6	537	1/9/1970	38.97	29.240	mb	4.7
489	31/3/1970	39.100	30.000	ML	4.3	538	9/9/1970	38.97	29.520	mb	4.8
490	31/3/1970	39.030	29.790	mb	4.7	539	28/9/1970	37.09	28.590	mb	4.6
491	31/3/1970	39.110	29.770	mb	4.6	540	19/10/1970	37.01	29.010	mb	4.6
492	31/3/1970	39.120	29.160	mb	5	541	11/11/1970	35.99	28.240	mb	4.9
493	31/3/1970	38.890	29.730	mb	4.6	542	17/12/1970	39.27	29.400	mb	4.7
494	1/4/1970	38.900	28.800	mb	4.9	543	20/12/1970	39.36	29.240	mb	5
495	1/4/1970	39.320	29.270	mb	4.8	544	29/12/1970	36.03	28.340	mb	4.6
496	2/4/1970	38.900	29.600	mb	5.1	545	30/12/1970	36.96	28.940	mb	5.1
497	4/4/1970	38.900	29.900	mb	4.6	546	22/1/1971	38.75	29.340	ML	4.3
498	5/4/1970	38.880	29.890	mb	4.6	547	31/1/1971	37.04	30.382	mb	4.6
499	6/4/1970	39.190	28.540	mb	5.1	548	7/2/1971	36.06	28.290	Mw	4.5
500	7/4/1970	39.070	29.610	mb	5.4	549	15/2/1971	39.19	29.361	mb	4.9
501	7/4/1970	39.340	29.320	mb	5.1	550	22/2/1971	37.24	30.298	mb	5
502	9/4/1970	39.400	27.900	mb	4.7	551	23/2/1971	39.61	27.320	mb	5
503	9/4/1970	39.110	29.410	mb	4.7	552	25/2/1971	37.05	29.094	Mw	4.8
504	11/4/1970	39.100	28.800	mb	4.7	553	26/2/1971	37.48	29.827	ML	4.4
505	11/4/1970	39.090	29.760	mb	4.6	554	8/3/1971	37.49	29.835	mb	4.8
506	15/4/1970	39.340	29.300	mb	4.6	555	10/4/1971	38.83	29.144	mb	4.6
507	16/4/1970	39.020	29.910	mb	5.4	556	13/4/1971	39.03	29.802	mb	5.1
508	16/4/1970	38.980	29.950	mb	4.8	557	27/4/1971	39.33	29.119	Md	4.1
509	17/4/1970	37.090	26.920	mb	4.7	558	27/4/1971	38.90	29.057	mb	4.6
510	18/4/1970	38.800	29.700	mb	4.6	559	30/4/1971	39.18	28.525	ML	4.3
511	19/4/1970	39.030	29.760	mb	5.5	560	6/5/1971	39.04	29.754	mb	4.7
512	19/4/1970	39.030	29.800	mb	5.4	561	12/5/1971	37.64	29.716	Mw	5.8
513	19/4/1970	39.600	30.700	Ms	5.3	562	12/5/1971	37.68	29.497	ML	4.6
514	20/4/1970	38.700	29.200	mb	4.6	563	12/5/1971	37.51	29.709	mb	5.1
515	21/4/1970	38.990	29.850	mb	4.6	564	12/5/1971	37.60	29.676	mb	5.3
516	21/4/1970	39.000	30.200	mb	4.6	565	12/5/1971	37.57	29.599	mb	5.3
517	22/4/1970	39.020	29.770	mb	5	566	12/5/1971	37.60	29.932	mb	4.6
518	22/4/1970	39.080	29.430	mb	4.6	567	12/5/1971	37.56	29.864	mb	4.7
519	23/4/1970	38.940	30.010	mb	4.9	568	13/5/1971	37.48	29.782	mb	4.8
520	23/4/1970	39.130	28.650	mb	5.2	569	13/5/1971	37.56	29.967	mb	4.6
521	24/4/1970	39.010	29.850	mb	4.8	570	13/5/1971	37.67	29.985	mb	4.7
522	24/4/1970	39.010	29.700	mb	5.1	571	13/5/1971	37.55	29.931	mb	4.6
523	24/4/1970	36.750	28.660	mb	4.6	572	14/5/1971	37.64	29.959	mb	4.6
524	27/4/1970	38.960	29.580	mb	4.8	573	14/5/1971	37.46	29.552	mb	4.6
525	27/4/1970	39.060	29.540	mb	4.7	574	15/5/1971	37.64	29.909	mb	4.6
526	30/4/1970	39.310	29.310	mb	4.6	575	16/5/1971	37.53	29.949	mb	4.7
527	30/4/1970	39.320	29.220	mb	4.7	576	16/5/1971	37.54	29.813	mb	4.8
528	6/5/1970	38.160	26.800	mb	4.8	577	17/5/1971	37.67	29.868	mb	4.8
529	8/5/1970	38.930	29.980	mb	4.6	578	20/5/1971	37.57	29.978	mb	4.8
530	10/5/1970	39.000	29.100	mb	4.7	579	21/5/1971	37.51	29.645	mb	4.8

Tablo E. 1: (devam)

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
580	23/5/1971	37.481	29.952	mb	4.7	629	30/4/1975	36.19	30.738	mb	5.6
581	25/5/1971	39.052	29.712	mb	5.7	630	15/5/1975	36.08	27.207	ML	4.3
582	25/5/1971	39.045	29.685	Md	4.4	631	2/6/1975	36.46	26.522	mb	4.7
583	25/5/1971	38.890	29.739	mb	4.6	632	23/9/1975	36.60	26.761	mb	4.6
584	4/6/1971	37.564	29.821	mb	4.6	633	1/11/1975	36.41	30.786	ML	4.6
585	8/6/1971	37.475	29.809	mb	4.8	634	12/11/1975	36.28	28.150	mb	5.3
586	8/6/1971	37.553	29.792	mb	4.8	635	10/1/1976	36.79	27.921	mb	4.6
587	9/6/1971	37.628	30.382	ML	4.3	636	10/2/1976	36.81	27.930	mb	4.7
588	10/6/1971	39.024	29.633	mb	5	637	7/5/1976	39.23	29.162	Md	4.1
589	15/6/1971	37.025	29.042	mb	4.7	638	8/5/1976	39.33	29.097	mb	4.8
590	19/6/1971	37.162	29.637	mb	4.7	639	9/5/1976	39.00	28.770	Md	4.2
591	28/6/1971	37.607	29.869	mb	4.8	640	13/5/1976	39.26	29.184	Md	4.1
592	29/6/1971	37.513	29.865	mb	4.7	641	25/5/1976	39.30	29.089	mb	4.6
593	7/8/1971	38.866	29.911	mb	4.6	642	9/6/1976	39.24	29.150	mb	4.7
594	9/8/1971	37.507	29.710	Mw	4.9	643	14/6/1976	39.33	29.275	mb	4.7
595	26/8/1971	39.208	29.201	Md	4.1	644	23/7/1976	38.15	31.362	Md	4.1
596	3/9/1971	36.812	28.792	mb	4.6	645	15/8/1976	37.84	28.771	mb	5.3
597	8/9/1971	37.217	30.122	mb	4.9	646	17/8/1976	36.73	27.075	mb	5
598	9/9/1971	37.336	30.183	mb	5.2	647	18/8/1976	36.72	27.423	mb	4.7
599	21/9/1971	37.271	30.169	mb	4.8	648	19/8/1976	37.71	29.001	mb	5
600	28/9/1971	37.214	30.149	mb	4.7	649	22/8/1976	39.34	29.029	mb	4.8
601	3/10/1971	38.938	29.924	mb	4.7	650	24/8/1976	39.33	29.136	mb	4.9
602	3/10/1971	36.774	30.121	Ms	4.2	651	3/9/1976	39.21	28.161	ML	4.5
603	6/10/1971	38.060	27.267	Mw	4.2	652	21/10/1976	38.64	26.547	Md	4.1
604	16/10/197	36.634	28.540	mb	4.8	653	12/11/1976	38.54	26.742	mb	4.6
605	17/10/197	37.250	29.025	ML	4.3	654	12/11/1976	38.47	26.715	mb	4.9
606	6/11/1971	39.020	29.785	mb	5	655	26/11/1976	36.34	27.271	ML	4.3
607	12/11/197	36.615	27.094	mb	5.1	656	27/11/1976	36.49	27.218	ML	4.3
608	18/12/197	39.488	29.102	ML	4.3	657	24/2/1977	38.55	27.661	mb	5
609	20/1/1972	36.643	27.146	mb	4.6	658	21/3/1977	39.33	29.007	Md	4.1
610	20/1/1972	36.638	27.229	mb	4.8	659	28/3/1977	36.82	27.521	mb	4.8
611	14/2/1972	36.598	27.244	ML	4.3	660	11/4/1977	36.91	30.734	mb	4.7
612	14/3/1972	39.323	29.472	mb	5.3	661	3/5/1977	36.33	31.269	Md	4.1
613	31/3/1972	37.000	31.000	ML	4.6	662	21/5/1977	36.14	27.302	Md	4.1
614	1/4/1972	36.521	26.529	ML	4.3	663	1/6/1977	36.16	31.304	mb	5.6
615	28/5/1972	38.958	30.036	mb	4.8	664	10/9/1977	37.99	28.748	Md	4.2
616	3/9/1972	39.162	27.985	mb	4.6	665	19/10/1977	39.01	29.622	mb	4.8
617	4/10/1972	39.140	29.438	mb	4.6	666	27/10/1977	37.87	27.883	mb	4.7
618	10/11/197	37.888	31.061	Ms	4.2	667	28/10/1977	38.00	28.031	Md	4.2
619	30/11/197	36.295	28.669	ML	4.4	668	28/10/1977	37.96	28.006	Md	4.3
620	26/1/1974	37.248	29.604	Mw	4.2	669	26/11/1977	37.93	27.989	ML	4.3
621	1/2/1974	38.552	27.217	mb	5.2	670	7/12/1977	35.97	30.949	Md	4.1
622	5/2/1974	36.739	26.860	mb	4.7	671	9/12/1977	38.35	27.225	mb	4.8
623	10/2/1974	37.461	29.676	Ms	4.4	672	9/12/1977	39.36	27.990	Md	4.2
624	14/2/1974	38.536	27.187	Mw	4.5	673	16/12/1977	38.41	27.188	mb	5.3
625	12/3/1974	36.759	26.404	mb	4.8	674	16/12/1977	38.53	28.462	Md	4.4
626	9/7/1974	36.571	28.479	mb	4.9	675	16/12/1977	38.47	27.280	Md	4.2
627	24/12/197	37.539	29.908	mb	4.6	676	22/12/1977	37.28	29.922	Md	4.2
628	19/4/1975	37.688	27.278	ML	4.3	677	24/2/1978	39.20	26.392	Md	4.3

Tablo E. 1: (devam)

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
678	1/3/1978	35.974	27.153	mb	4.7	727	9/7/1981	38.98	27.906	ML	5
679	13/3/1978	37.808	26.882	mb	4.7	728	12/8/1981	39.51	26.994	ML	4.3
680	3/4/1978	37.223	28.987	mb	4.9	729	3/11/1981	37.27	26.864	Md	4.1
681	9/4/1978	38.201	27.100	MS	4.6	730	11/11/1981	36.24	30.357	mb	4.8
682	10/6/1978	38.998	27.236	Md	4.1	731	16/11/1981	36.64	26.817	mb	4.7
683	15/6/1978	36.587	26.359	Md	4.1	732	23/11/1981	37.07	29.780	mb	4.6
684	17/6/1978	37.542	28.811	mb	4.8	733	12/12/1981	37.11	31.941	ML	4.9
685	29/7/1978	37.573	30.022	MS	4.4	734	21/12/1981	36.57	26.815	mb	4.6
686	20/8/1978	36.804	29.078	Md	4.3	735	28/12/1981	39.33	29.120	ML	4.4
687	30/8/1978	36.904	30.633	Md	4.1	736	8/1/1982	36.04	27.184	ML	4.3
688	3/10/1978	37.679	29.258	Md	4.1	737	3/4/1982	36.00	27.374	ML	4.4
689	4/10/1978	39.300	29.330	ML	4.6	738	5/4/1982	37.47	26.733	Md	4.1
690	28/5/1979	36.455	31.722	mb	5.8	739	18/4/1982	36.64	27.107	mb	5
691	14/6/1979	38.794	26.573	MS	5.7	740	4/5/1982	36.43	26.779	mb	4.6
692	16/6/1979	38.717	26.635	MS	5	741	7/6/1982	36.97	27.922	MS	4.4
693	17/6/1979	38.720	26.615	MS	4.1	742	7/6/1982	36.90	27.900	Md	4.1
694	18/6/1979	38.681	26.592	mb	4.6	743	11/6/1982	36.95	27.807	Md	4.1
695	19/6/1979	38.643	26.607	MS	4.4	744	12/6/1982	36.92	27.887	MS	4
696	26/6/1979	38.723	26.608	mb	4.6	745	28/6/1982	37.00	27.980	MS	4.4
697	27/6/1979	38.955	26.763	mb	4.6	746	29/6/1982	36.99	28.032	MS	4.1
698	14/9/1979	36.997	30.241	Md	4.2	747	2/11/1982	38.51	28.461	mb	4.6
699	14/9/1979	36.988	30.291	mb	4.6	748	26/12/1982	39.32	28.262	mb	4.9
700	26/10/197	36.910	27.756	mb	4.6	749	27/12/1982	39.33	28.268	mb	4.8
701	6/11/1979	36.831	27.991	mb	4.6	750	15/2/1983	39.06	28.705	mb	4.6
702	17/11/197	36.039	29.096	Md	4.1	751	6/3/1983	39.10	28.675	ML	4.3
703	31/12/197	36.218	31.492	mb	5.3	752	14/4/1983	36.57	27.030	mb	4.7
704	18/2/1980	36.982	27.919	mb	4.6	753	21/4/1983	36.24	27.718	mb	4.6
705	2/3/1980	39.255	29.387	mb	4.6	754	7/7/1983	36.68	30.541	mb	4.7
706	11/4/1980	36.957	27.838	mb	4.6	755	4/8/1983	37.84	27.594	mb	4.7
707	8/5/1980	39.198	28.904	ML	4.5	756	27/9/1983	36.71	26.935	mb	5.4
708	7/6/1980	37.843	28.841	ML	5.3	757	11/10/1983	38.97	29.250	Md	4.1
709	11/7/1980	38.797	29.169	ML	4.3	758	6/11/1983	39.33	29.316	MS	4
710	2/8/1980	38.929	27.425	mb	5.3	759	21/11/1983	36.45	27.098	Md	4.1
711	12/8/1980	36.406	27.652	Md	4.1	760	21/11/1983	36.42	26.916	mb	4.6
712	13/9/1980	37.608	29.632	Md	4.2	761	26/11/1983	36.30	27.008	Md	4.2
713	4/10/1980	36.997	28.802	MS	4.7	762	16/12/1983	36.58	27.734	Md	4.2
714	11/11/198	36.898	28.821	mb	4.9	763	31/1/1984	37.02	28.004	mb	4.9
715	15/11/198	39.324	27.564	ML	4.3	764	4/2/1984	39.53	28.760	ML	5.2
716	15/11/198	39.202	28.896	ML	4.3	765	5/2/1984	37.21	28.673	MS	4.1
717	27/11/198	39.231	27.714	Md	4.1	766	6/2/1984	37.09	28.154	mb	4.9
718	30/11/198	36.029	31.375	mb	4.6	767	11/2/1984	36.82	30.299	mb	4.8
719	16/12/198	38.796	26.654	mb	4.6	768	29/2/1984	36.44	28.636	Md	4.1
720	19/12/198	38.020	27.648	mb	4.7	769	14/3/1984	37.12	27.957	mb	4.6
721	3/1/1981	36.903	28.602	mb	4.8	770	29/3/1984	39.63	27.867	mb	4.6
722	25/3/1981	37.731	31.716	mb	4.6	771	31/3/1984	39.61	28.758	Md	4.1
723	26/4/1981	36.535	30.650	mb	5.3	772	20/4/1984	35.97	28.072	mb	4.6
724	5/5/1981	38.888	29.930	ML	4.9	773	4/5/1984	37.88	29.239	mb	4.7
725	11/5/1981	36.780	28.084	MS	4	774	30/5/1984	38.85	26.706	Md	4.1
726	28/5/1981	37.496	29.008	Md	4.1	775	20/6/1984	36.69	27.048	mb	4.7

Tablo E. 1: (devam)

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
776	1/9/1984	37.834	29.489	Md	4.1	825	22/12/1988	37.59	32.112	mb	4.6
777	29/11/198	37.880	26.975	mb	4.7	826	24/12/1988	37.60	32.086	mb	4.7
778	31/1/1985	37.364	30.783	MS	4.4	827	27/12/1988	37.38	27.636	MD	4.1
779	31/1/1985	37.559	30.840	mb	4.7	828	5/1/1989	37.09	27.694	mb	4.6
780	7/2/1985	39.019	29.881	mb	4.6	829	19/2/1989	36.98	28.199	MS	4.7
781	17/2/1985	36.610	27.666	mb	4.7	830	24/2/1989	37.72	29.334	MS	4.7
782	13/3/1985	36.858	31.703	Md	4.2	831	27/4/1989	37.03	28.170	MS	5
783	29/3/1985	38.801	26.568	mb	4.8	832	28/4/1989	37.02	28.105	MS	5.1
784	10/4/1985	36.802	27.538	mb	5	833	15/7/1989	35.98	30.781	mb	4.6
785	29/4/1985	38.355	29.763	MS	4	834	17/8/1989	36.59	26.807	MD	4.4
786	20/5/1985	36.165	28.822	MS	4.1	835	1/11/1989	36.47	26.992	mb	4.6
787	11/9/1985	36.431	28.873	MS	4.2	836	24/11/1989	36.71	26.607	MS	4.4
788	3/12/1985	36.641	26.888	mb	4.6	837	22/12/1989	36.91	26.419	mb	4.6
789	6/12/1985	36.971	28.852	MS	4.5	838	23/12/1989	38.29	26.538	mb	4.6
790	23/12/198	36.806	26.618	MS	4.3	839	31/12/1989	36.13	27.078	mb	4.6
791	17/1/1986	38.555	31.374	mb	4.6	840	10/1/1990	36.04	27.103	mb	4.6
792	21/2/1986	36.382	26.522	mb	4.8	841	13/1/1990	36.08	27.158	mb	4.7
793	19/3/1986	37.549	26.927	mb	4.7	842	13/1/1990	36.15	27.100	mb	4.8
794	19/3/1986	37.611	26.935	mb	4.6	843	13/1/1990	36.12	27.167	mb	4.7
795	18/8/1986	38.586	27.099	mb	4.6	844	14/1/1990	36.04	27.141	mb	4.6
796	19/8/1986	39.038	28.786	mb	4.7	845	14/1/1990	36.12	27.142	mb	4.7
797	11/10/198	37.942	28.561	MS	5.4	846	25/1/1990	36.06	27.257	mb	4.6
798	8/12/1986	36.598	31.728	mb	4.7	847	25/1/1990	36.09	27.270	mb	4.6
799	1/2/1987	36.240	28.005	Md	4.1	848	26/1/1990	36.01	27.186	ML	4.3
800	1/5/1987	36.071	27.342	mb	4.7	849	28/1/1990	36.08	27.143	mb	4.7
801	7/5/1987	36.629	26.751	mb	4.7	850	8/2/1990	36.65	27.069	mb	4.6
802	19/6/1987	36.796	28.181	mb	5	851	12/2/1990	36.19	27.101	mb	5
803	14/9/1987	36.740	31.099	mb	4.7	852	19/2/1990	36.11	27.182	mb	4.7
804	15/9/1987	37.855	26.955	mb	4.6	853	19/2/1990	36.18	27.137	mb	4.7
805	5/10/1987	36.237	28.271	mb	5.1	854	23/2/1990	36.04	27.147	mb	4.8
806	6/10/1987	36.213	28.292	mb	4.6	855	14/4/1990	36.09	27.109	mb	4.7
807	6/10/1987	36.438	28.123	ML	4.4	856	20/4/1990	36.18	27.132	mb	4.7
808	6/10/1987	36.285	28.329	mb	4.7	857	22/4/1990	36.53	26.877	mb	4.6
809	9/10/1987	36.240	28.310	mb	4.6	858	7/6/1990	36.89	28.615	md	4.1
810	12/10/198	36.263	28.301	mb	4.6	859	13/6/1990	36.53	26.979	mb	4.8
811	25/10/198	36.295	28.354	MS	4	860	18/7/1990	36.99	29.571	MS	4.9
812	27/10/198	36.192	28.326	mb	4.6	861	18/7/1990	37.02	29.531	Mw	5.5
813	27/11/198	37.982	31.081	mb	4.6	862	18/7/1990	37.05	29.544	MD	4.2
814	26/12/198	36.895	27.708	mb	4.7	863	28/8/1990	36.27	27.224	MS	4.2
815	30/12/198	36.883	27.716	MS	4	864	3/9/1990	37.01	29.500	Md	4.3
816	13/1/1988	38.342	30.832	mb	4.7	865	8/9/1990	37.13	29.522	mb	4.7
817	23/1/1988	37.218	30.600	mb	4.6	866	28/10/1990	37.10	29.834	MD	4.4
818	17/7/1988	36.376	28.169	Ms	4.1	867	19/11/1990	36.79	29.047	MD	4.2
819	22/7/1988	36.680	31.547	Ms	4	868	21/11/1990	37.02	29.601	mb	5
820	15/8/1988	37.894	29.243	mb	4.7	869	19/12/1990	38.61	28.010	Md	4.4
821	19/8/1988	37.946	29.180	Ms	4.3	870	11/1/1991	37.04	29.483	MD	4.2
822	26/10/198	37.961	27.688	mb	4.8	871	13/1/1991	37.11	29.552	mb	4.9
823	29/10/198	36.101	28.147	mb	4.7	872	15/1/1991	37.12	29.481	mb	5.3
824	8/12/1988	36.618	30.029	mb	4.9	873	9/2/1991	38.65	31.785	mb	4.8

Tablo E. 1: (devam)

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
874	26/2/1991	38.484	26.666	mb	4.9	923	25/6/1994	39.29	29.178	ML	4.3
875	11/3/1991	37.007	30.964	mb	5.2	924	8/8/1994	39.54	29.010	Md	4.1
876	18/4/1991	39.220	26.510	Md	4.2	925	9/8/1994	38.51	27.400	Md	4.7
877	15/6/1991	38.520	27.000	Md	4.2	926	9/8/1994	38.64	26.646	MS	4.2
878	15/6/1991	38.530	27.010	Md	4.1	927	11/11/1994	37.06	28.850	Md	4.5
879	26/6/1991	39.520	27.710	Md	4.1	928	11/11/1994	37.09	29.020	Md	4.5
880	18/7/1991	36.093	27.194	mb	4.7	929	11/11/1994	37.05	28.820	Md	4.4
881	22/7/1991	39.310	27.910	Md	4.4	930	13/11/1994	36.91	29.053	MS	4.9
882	27/7/1991	37.320	29.700	Md	4.7	931	13/11/1994	37.03	28.939	MS	4.5
883	27/7/1991	37.310	29.730	Md	4.3	932	13/11/1994	36.95	29.058	MS	4.5
884	27/7/1991	37.290	29.730	Md	4.2	933	12/1/1995	38.62	27.100	Md	4.3
885	29/7/1991	36.738	31.178	MD	4.1	934	7/3/1995	36.76	27.756	MS	4.5
886	29/7/1991	36.910	29.200	Md	4.3	935	2/6/1995	37.41	29.760	Md	4.1
887	30/7/1991	36.290	28.210	Md	4.5	936	27/6/1995	36.03	29.588	MD	4.2
888	16/8/1991	36.538	30.789	MD	4.1	937	25/7/1995	38.70	31.540	Md	4.2
889	17/11/199	36.380	26.493	MD	4.1	938	18/8/1995	37.81	29.120	Md	4.8
890	30/11/199	39.328	28.119	md	4.2	939	22/8/1995	36.60	26.706	mb	5
891	5/12/1991	36.127	31.794	mb	5	940	21/9/1995	36.48	26.794	mb	4.7
892	5/1/1992	37.910	29.830	MS	4.2	941	26/9/1995	38.08	30.020	Md	4.7
893	13/2/1992	38.310	31.010	Md	4.2	942	26/9/1995	38.16	29.910	Md	4.2
894	26/3/1992	37.307	30.945	MS	4	943	27/9/1995	38.24	30.130	Md	4.7
895	27/3/1992	35.999	28.308	MD	4.1	944	28/9/1995	36.62	29.290	Md	4.3
896	1/4/1992	39.000	29.000	Md	5	945	28/9/1995	38.65	30.540	Md	4.1
897	6/4/1992	38.910	29.210	Md	4.2	946	1/10/1995	38.23	30.060	Md	5.9
898	7/4/1992	36.696	26.351	mb	4.8	947	1/10/1995	38.26	29.980	Md	4.9
899	19/4/1992	36.288	28.775	MD	4.1	948	1/10/1995	38.25	29.820	Md	4.2
900	9/6/1992	36.600	28.010	Md	4.1	949	1/10/1995	38.18	30.060	Md	4.3
901	30/6/1992	38.225	30.103	Ms	4.1	950	2/10/1995	38.22	29.920	Md	4.1
902	30/9/1992	37.190	29.420	Md	4.1	951	3/10/1995	38.04	30.030	Md	4.4
903	6/11/1992	38.109	26.956	MS	6	952	5/10/1995	38.10	30.110	Md	4.6
904	6/11/1992	38.202	27.217	ML	4.4	953	6/10/1995	38.20	30.070	Md	4.5
905	6/11/1992	38.032	27.025	mb	4.6	954	11/10/1995	38.04	30.040	Md	4.2
906	6/11/1992	38.311	27.124	mb	4.6	955	13/10/1995	38.27	29.890	Md	4.2
907	7/11/1992	38.196	27.010	mb	4.8	956	8/11/1995	38.01	30.520	Md	4.1
908	8/11/1992	38.147	26.932	mb	4.7	957	30/11/1995	36.54	27.106	mb	4.8
909	12/11/199	39.000	27.000	Md	5	958	2/4/1996	37.84	26.973	MS	5
910	28/12/199	39.190	28.800	Md	4.1	959	12/4/1996	36.58	27.042	mb	5.2
911	31/3/1993	39.142	28.042	MS	4	960	26/4/1996	36.33	27.964	mb	5.1
912	2/6/1993	38.785	27.575	ML	4.3	961	26/4/1996	36.77	29.142	md	4.3
913	26/8/1993	36.773	28.053	MS	4.6	962	20/5/1996	38.29	27.232	md	4.1
914	1/11/1993	38.939	29.950	MS	4.2	963	29/6/1996	38.02	30.067	MS	4.2
915	9/1/1994	39.220	26.730	Md	4.3	964	20/7/1996	36.13	27.053	MS	6
916	28/1/1994	38.689	27.500	MS	5.1	965	20/7/1996	36.25	27.146	MS	4.5
917	3/4/1994	37.220	28.960	md	4.1	966	20/7/1996	36.16	27.209	MS	4.8
918	24/5/1994	38.686	26.534	MS	5.2	967	20/7/1996	36.01	27.156	MS	4
919	24/5/1994	38.716	26.589	MS	5.1	968	21/7/1996	36.13	27.214	MS	4.2
920	24/5/1994	38.703	26.457	MS	4.6	969	22/7/1996	36.08	27.121	MS	4.4
921	24/5/1994	38.609	26.635	mb	4.6	970	22/7/1996	36.36	27.267	ML	4.3
922	12/6/1994	39.010	28.020	Md	4.1	971	22/7/1996	35.97	27.466	ML	4.4

Tablo E. 1: (devam)

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
972	23/7/1996	36.647	27.146	MS	4.1	1021	21/2/2002	38.64	30.816	Md	4.1
973	23/7/1996	36.199	27.222	MS	4.4	1022	1/3/2002	38.68	31.050	Md	4.3
974	24/7/1996	36.632	27.190	MS	4.5	1023	23/3/2002	39.49	28.810	Md	4.7
975	28/7/1996	36.357	27.136	md	4.1	1024	3/4/2002	37.70	30.263	Md	4.2
976	18/8/1996	36.243	27.218	MS	4.3	1025	8/6/2002	37.30	30.844	MD	4.2
977	19/8/1996	36.387	27.135	md	4.1	1026	28/6/2002	38.68	31.219	Md	4.4
978	1/9/1996	36.310	27.137	md	4.1	1027	5/7/2002	38.74	31.196	Md	4.4
979	28/9/1996	38.650	30.540	Md	4.1	1028	30/7/2002	37.74	29.212	Md	4.6
980	4/10/1996	36.275	27.173	md	4.1	1029	5/8/2002	38.79	31.116	Md	4.4
981	21/1/1997	38.079	29.004	MS	4.5	1030	3/10/2002	38.84	31.260	Md	4.2
982	8/8/1997	36.505	27.107	MS	4	1031	9/4/2003	36.72	30.940	Md	4.6
983	29/8/1997	36.509	27.335	md	4.1	1032	10/4/2003	38.24	26.890	MS	5.5
984	27/12/1999	36.564	27.161	MS	4.1	1033	10/4/2003	38.25	26.470	Md	4.1
985	13/2/1998	36.269	28.451	mb	4.8	1034	17/4/2003	38.18	26.949	MS	4.6
986	24/2/1998	36.600	28.000	Md	4.2	1035	2/5/2003	37.15	31.452	Md	4.5
987	25/2/1998	37.860	29.510	Md	4.5	1036	3/5/2003	36.84	31.490	Md	4.6
988	5/3/1998	39.551	27.296	MS	4.4	1037	22/6/2003	39.01	27.980	Md	4.6
989	5/3/1998	39.591	27.453	MS	4.3	1038	23/7/2003	38.14	28.830	Md	5.3
990	4/4/1998	38.120	30.010	Md	4.5	1039	26/7/2003	38.12	28.900	Md	5.1
991	9/7/1998	37.869	26.791	MS	4.4	1040	26/7/2003	38.05	28.913	MS	5.1
992	23/4/1999	36.280	31.160	Md	4.6	1041	26/7/2003	38.09	28.864	MS	4.1
993	29/6/1999	37.714	30.892	MS	5.1	1042	28/7/2003	38.12	28.900	Md	4.1
994	24/7/1999	39.330	27.950	Md	4.3	1043	13/9/2003	36.61	26.874	mb	5
995	25/7/1999	39.300	27.860	Md	4.3	1044	5/11/2003	37.28	28.047	MD	4.1
996	2/8/1999	36.498	29.225	ML	4.3	1045	16/12/2003	38.88	26.740	Md	4.6
997	26/9/1999	39.050	27.830	Md	4.1	1046	19/2/2004	37.11	28.573	Md	4.1
998	5/10/1999	36.800	28.040	Md	5	1047	24/3/2004	38.85	26.940	Md	4.2
999	27/3/2000	35.986	30.808	mb	4.6	1048	17/4/2004	39.13	29.408	Md	4.2
1000	19/4/2000	36.520	27.348	MD	7	1049	4/6/2004	36.76	26.569	MS	4
1001	21/4/2000	37.700	29.250	Md	5	1050	9/6/2004	38.43	30.205	Md	4.1
1002	23/4/2000	37.980	27.690	Md	4.4	1051	3/7/2004	38.75	31.485	Md	4.1
1003	8/9/2000	39.340	27.610	Md	4.6	1052	3/8/2004	36.94	27.630	Md	4.4
1004	4/10/2000	37.900	28.960	Md	4.8	1053	3/8/2004	36.92	27.662	Md	4.1
1005	15/12/2000	38.600	31.200	Md	5.6	1054	3/8/2004	36.85	27.779	MS	4.5
1006	2/2/2001	37.680	30.340	Md	4.1	1055	3/8/2004	37.06	27.660	Md	4.3
1007	2/2/2001	37.680	30.340	Md	4.1	1056	3/8/2004	36.90	27.614	Md	4.2
1008	1/3/2001	37.880	26.460	Md	4.1	1057	4/8/2004	36.83	27.768	MS	5.1
1009	22/3/2001	38.800	30.790	Md	4.1	1058	4/8/2004	37.11	27.745	ML	4.5
1010	30/3/2001	38.780	30.830	Md	4.2	1059	4/8/2004	36.83	27.819	MS	4.7
1011	22/6/2001	39.250	27.800	Md	4.7	1060	4/8/2004	36.85	27.808	MS	4.7
1012	22/6/2001	39.295	27.861	MD	4.1	1061	4/8/2004	36.84	27.781	MS	4.7
1013	23/6/2001	39.389	27.882	MS	4	1062	18/8/2004	36.15	27.406	Md	4.3
1014	21/1/2002	38.610	27.820	Md	4.7	1063	18/8/2004	35.99	27.523	Md	4.4
1015	3/2/2002	38.460	31.300	Md	6.1	1064	20/8/2004	36.34	27.984	mb	4.6
1016	3/2/2002	38.721	30.886	mb	5.1	1065	7/9/2004	38.67	31.213	Md	4.2
1017	3/2/2002	38.646	30.729	Md	5.2	1066	27/9/2004	36.21	29.658	MS	4
1018	3/2/2002	38.561	31.050	Md	5	1067	7/10/2004	36.46	26.790	mb	5.5
1019	3/2/2002	38.597	30.959	Md	5	1068	5/11/2004	39.16	27.750	Md	4.3
1020	4/2/2002	38.558	31.260	MD	4.1	1069	2/12/2004	39.25	27.986	Md	4.3

Tablo E. 1: (devam)

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
1070	20/12/200	36.937	28.363	MS	4.8	1119	8/4/2008	38.23	26.569	ML	4.4
1071	28/12/200	36.952	28.263	MS	4.6	1120	22/4/2008	38.16	26.696	ML	4.5
1072	10/1/2005	36.856	27.926	MS	4.9	1121	25/4/2008	37.82	29.258	ML	5
1073	10/1/2005	36.937	27.892	MS	4.9	1122	3/5/2008	36.87	27.505	ML	4.3
1074	11/1/2005	36.896	27.875	MS	4.4	1123	26/6/2008	36.99	29.195	ML	4.6
1075	13/1/2005	39.176	27.772	Md	4.1	1124	26/6/2008	37.04	29.166	ML	4.6
1076	13/1/2005	39.177	27.782	Md	4.2	1125	3/7/2008	36.99	29.169	ML	4.4
1077	29/1/2005	38.017	26.839	MS	4	1126	4/7/2008	37.08	29.238	ML	4.5
1078	15/5/2005	39.606	30.825	Md	4.5	1127	15/7/2008	36.01	27.967	ML	6.1
1079	1/8/2005	36.523	26.801	mb	4.8	1128	2/9/2008	37.04	26.391	ML	4.3
1080	17/10/200	38.101	26.664	MS	5.1	1129	17/2/2009	39.13	29.054	MS	4.4
1081	17/10/200	38.164	26.653	MS	4.4	1130	2/3/2009	36.75	26.657	ML	4.6
1082	17/10/200	38.189	26.709	MS	5.7	1131	14/5/2009	36.15	27.168	ML	4.7
1083	17/10/200	38.177	26.711	MS	5.5	1132	9/6/2009	36.06	29.067	ML	4.4
1084	18/10/200	38.209	26.506	Md	4.1	1133	20/6/2009	37.65	26.883	Md	4.7
1085	19/10/200	38.170	26.703	Md	4.5	1134	28/7/2009	36.12	29.585	ML	4.6
1086	19/10/200	37.875	27.168	Md	4.1	1135	12/9/2009	37.56	27.085	ML	4.5
1087	20/10/200	38.114	26.728	MS	5.6	1136	22/9/2009	36.54	30.794	ML	4.4
1088	20/10/200	38.208	26.687	ML	4.3	1137	26/9/2009	36.73	27.384	Md	4.1
1089	29/10/200	38.185	26.637	Md	4.2	1138	7/11/2009	36.09	31.755	ML	4.4
1090	29/10/200	38.202	26.714	Md	4.1	1139	25/11/2009	37.91	28.860	ML	4.5
1091	31/10/200	38.150	26.682	MS	4.3	1140	4/12/2009	37.92	28.840	ML	4.8
1092	31/10/200	38.167	26.655	Md	4.3	1141	4/12/2009	37.41	29.562	ML	4.8
1093	6/11/2005	37.080	30.220	Md	4.1	1142	12/12/2009	36.47	28.543	Md	4.1
1094	24/12/200	38.845	27.783	Md	4.5	1143	19/12/2009	36.20	27.465	ML	4.3
1095	20/1/2006	36.915	28.272	MS	4.2	1144	12/3/2010	36.24	28.201	ML	4.3
1096	13/4/2006	38.247	26.558	Md	4.2	1145	26/3/2010	38.14	26.177	ML	4.7
1097	17/4/2006	37.023	28.191	Md	4.2	1146	28/4/2010	36.09	27.324	ML	4.7
1098	5/6/2006	37.933	28.743	Md	4.1	1147	26/5/2010	36.73	29.688	ML	4.5
1099	21/11/200	38.039	26.723	MD	5.4	1148	15/7/2010	36.80	27.400	ML	4.3
1100	18/12/200	36.983	30.281	Md	4.1	1149	16/7/2010	36.68	26.546	ML	4.6
1101	30/3/2007	37.918	30.965	MS	4.2	1150	25/7/2010	36.98	30.346	ML	4.3
1102	30/3/2007	37.937	30.960	MS	4.2	1151	8/8/2010	36.47	27.842	ML	4.3
1103	9/4/2007	36.059	28.312	Md	4.1	1152	14/10/2010	36.22	29.517	ML	4.8
1104	10/4/2007	38.067	30.923	Md	4.4	1153	29/10/2010	37.15	30.677	ML	4.4
1105	10/4/2007	38.047	30.953	Md	4.9	1154	11/11/2010	37.87	27.363	ML	4.7
1106	11/4/2007	38.015	30.957	Md	4.3	1155	16/3/2011	37.24	30.650	ML	4.4
1107	26/4/2007	37.812	28.112	ML	4.3	1156	29/3/2011	39.16	29.067	ML	4.3
1108	15/6/2007	37.796	27.456	ML	4.3	1157	8/5/2011	36.85	27.263	ML	4.9
1109	29/10/200	36.914	29.300	ML	5	1158	8/5/2011	36.85	27.263	MI	4.9
1110	31/10/200	36.951	29.322	Md	4.1	1159	19/5/2011	39.13	29.082	MI	5.7
1111	3/11/2007	36.910	29.218	MD	4.5	1160	19/5/2011	39.14	29.108	MI	4.6
1112	16/11/200	36.941	29.296	Md	4.8	1161	19/5/2011	39.11	29.038	MI	4.8
1113	2/12/2007	37.026	29.316	ML	4.5	1162	19/5/2011	39.11	29.032	MI	4.3
1114	8/1/2008	36.960	29.175	ML	4.3	1163	19/5/2011	39.13	29.124	MI	4.3
1115	10/1/2008	37.924	28.791	Md	4.1	1164	20/5/2011	39.11	29.084	MI	4.3
1116	5/3/2008	36.102	27.474	MS	4.3	1165	27/5/2011	39.13	29.124	MI	4.4
1117	5/3/2008	36.072	27.422	MS	4.2	1166	28/5/2011	39.11	29.049	mb	4.9
1118	15/3/2008	39.048	27.848	ML	4.8	1167	29/5/2011	39.14	29.085	MI	4.5

Tablo E. 1: (devam)

Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.	Sayı	Gün/Ay/Yıl	Enlem	Boylam	Mom. Tip	Mom. Değ.
1168	27/6/2011	39.111	29.026	MI	5	1217	3/8/2012	38.720	28.065	MI	4.6
1169	27/6/2011	39.122	29.044	MI	4.4	1218	26/10/2012	36.506	31.458	MI	4.3
1170	2/7/2011	36.504	26.617	ML	4.9	1219	24/11/2012	36.600	27.939	MI	4.3
1171	13/7/2011	39.123	29.033	MI	4.3	1220	26/11/2012	36.618	27.952	MI	4.8
1172	27/7/2011	38.328	31.880	MI	4.8	1221	24/12/2012	36.698	26.541	MI	4.4
1173	6/8/2011	36.367	28.957	mb	4.6	1222	21/2/2013	37.350	26.891	MI	4.6
1174	25/8/2011	39.139	29.096	MI	4.3	1223	21/4/2013	36.193	28.195	MI	4.4
1175	10/9/2011	36.873	26.600	ML	4.5	1224	15/5/2013	36.984	30.502	MI	4.3
1176	10/9/2011	36.892	26.583	mb	4.6	1225	16/5/2013	37.005	28.410	MI	4.4
1177	5/12/2011	38.842	26.472	mb	4.8	1226	16/5/2013	36.983	28.421	MI	4.6
1178	15/12/2011	37.007	30.293	MI	4.3	1227	7/8/2013	39.209	29.416	MI	4.4
1179	27/12/2011	37.978	27.156	MI	4.4	1228	25/12/2013	36.966	31.096	Mw	4.6
1180	12/1/2012	36.036	31.220	MI	4.6	1229	8/12/2013	36.610	31.235	Mw	5
1181	15/2/2012	36.273	28.571	MI	4.6						
1182	20/2/2012	38.141	27.475	MI	4.4						
1183	4/4/2012	37.921	29.454	MI	4.3						
1184	16/4/2012	39.110	29.136	MI	4.6						
1185	16/4/2012	39.123	29.122	MI	4.7						
1186	17/4/2012	39.147	29.114	MI	4.5						
1187	19/4/2012	39.111	29.138	MI	4.5						
1188	20/4/2012	39.153	29.098	MI	4.4						
1189	23/4/2012	39.124	29.144	MI	4.3						
1190	26/4/2012	39.131	29.113	MI	4.8						
1191	1/5/2012	38.646	26.626	MI	5						
1192	2/5/2012	38.665	26.663	MI	4.3						
1193	2/5/2012	38.669	26.635	MI	4.4						
1194	2/5/2012	38.663	26.641	MI	4.3						
1195	3/5/2012	39.135	29.106	MI	4.7						
1196	3/5/2012	39.144	29.121	MI	4.4						
1197	3/5/2012	39.102	29.039	MI	4.5						
1198	3/5/2012	39.125	29.110	MI	5.4						
1199	4/5/2012	39.120	29.102	MI	4.5						
1200	8/5/2012	37.036	28.529	MI	4.3						
1201	9/5/2012	39.103	29.157	MI	4.3						
1202	4/6/2012	36.916	28.202	MI	4.6						
1203	10/6/2012	36.474	28.961	MI	4.5						
1204	10/6/2012	36.491	28.961	MI	4.4						
1205	10/6/2012	36.476	28.930	MI	5						
1206	10/6/2012	36.530	28.907	MI	6						
1207	11/6/2012	36.458	28.984	MI	4.3						
1208	11/6/2012	36.411	28.991	MI	4.4						
1209	11/6/2012	36.426	28.979	MI	4.4						
1210	12/6/2012	36.458	28.928	MI	4.5						
1211	13/6/2012	36.481	28.901	MI	4.5						
1212	13/6/2012	39.107	29.148	MI	4.3						
1213	14/6/2012	36.366	29.064	MI	4.8						
1214	19/6/2012	39.117	29.159	MI	4.9						
1215	25/6/2012	36.479	28.933	MI	5.3						
1216	7/7/2012	36.547	26.794	MI	4.3						



**EK F Tezde Kullanılan Azalım İlişkisi Regresyon Katsayıları ve Standart Sapma Değerleri**

Tablo F. 1: Azalım ilişkisi regresyon katsayıları (Campbell ve Bozorgnia 2008)

T (s)	c0	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
0.01	-1.715	0.5	-0.530	-0.262	-2.118	0.17	5.6	0.28
0.02	-1.680	0.5	-0.530	-0.262	-2.123	0.17	5.6	0.28
0.03	-1.552	0.5	-0.530	-0.262	-2.145	0.17	5.6	0.28
0.05	-1.209	0.5	-0.530	-0.267	-2.199	0.17	5.74	0.28
0.075	-0.657	0.5	-0.530	-0.302	-2.277	0.17	7.09	0.28
0.1	-0.314	0.5	-0.530	-0.324	-2.318	0.17	8.05	0.28
0.15	-0.133	0.5	-0.530	-0.339	-2.309	0.17	8.79	0.28
0.2	-0.486	0.5	-0.446	-0.398	-2.220	0.17	7.6	0.28
0.25	-0.890	0.5	-0.362	-0.458	-2.146	0.17	6.58	0.28
0.3	-1.171	0.5	-0.294	-0.511	-2.095	0.17	6.04	0.28
0.4	-1.466	0.5	-0.186	-0.592	-2.066	0.17	5.3	0.28
0.5	-2.569	0.656	-0.304	-0.536	-2.041	0.17	4.73	0.28
0.75	-4.844	0.972	-0.578	-0.406	-2.000	0.17	4	0.28
1	-6.406	1.196	-0.772	-0.314	-2.000	0.17	4	0.255
1.5	-8.692	1.513	-1.046	-0.185	-2.000	0.17	4	0.161
2	-9.701	1.6	-0.978	-0.236	-2.000	0.17	4	0.094
3	-10.556	1.6	-0.638	-0.491	-2.000	0.17	4	0
4	-11.212	1.6	-0.316	-0.770	-2.000	0.17	4	0
5	-11.684	1.6	-0.070	-0.986	-2.000	0.17	4	0
7.5	-12.505	1.6	-0.070	-0.656	-2.000	0.17	4	0
10	-13.087	1.6	-0.070	-0.422	-2.000	0.17	4	0
PGA	-1.715	0.5	-0.530	-0.262	-2.118	0.17	5.6	0.28
PGV	0.954	0.696	-0.309	-0.019	-2.016	0.17	4	0.245
PGD	-5.270	1.6	-0.070	0	-2.000	0.17	4	0

Tablo F. 1: (devam)

T (s)	c8	c9	c10	c11	c12	k1	k2	k3
0.01	-0.120	0.49	1.058	0.04	0.61	865	-1.186	1.839
0.02	-0.120	0.49	1.102	0.04	0.61	865	-1.219	1.84
0.03	-0.120	0.49	1.174	0.04	0.61	908	-1.273	1.841
0.05	-0.120	0.49	1.272	0.04	0.61	1054	-1.346	1.843
0.075	-0.120	0.49	1.438	0.04	0.61	1086	-1.471	1.845
0.1	-0.099	0.49	1.604	0.04	0.61	1032	-1.624	1.847
0.15	-0.048	0.49	1.928	0.04	0.61	878	-1.931	1.852
0.2	-0.012	0.49	2.194	0.04	0.61	748	-2.188	1.856
0.25	0	0.49	2.351	0.04	0.7	654	-2.381	1.861
0.3	0	0.49	2.46	0.04	0.75	587	-2.518	1.865
0.4	0	0.49	2.587	0.04	0.85	503	-2.657	1.874
0.5	0	0.49	2.544	0.04	0.883	457	-2.669	1.883
0.75	0	0.49	2.133	0.077	1	410	-2.401	1.906
1	0	0.49	1.571	0.15	1	400	-1.955	1.929
1.5	0	0.49	0.406	0.253	1	400	-1.025	1.974
2	0	0.371	-0.456	0.3	1	400	-0.299	2.019
3	0	0.154	-0.820	0.3	1	400	0	2.11
4	0	0	-0.820	0.3	1	400	0	2.2
5	0	0	-0.820	0.3	1	400	0	2.291
7.5	0	0	-0.820	0.3	1	400	0	2.517
10	0	0	-0.820	0.3	1	400	0	2.744
PGA	-0.120	0.49	1.058	0.04	0.61	865	-1.186	1.839
PGV	0	0.358	1.694	0.092	1	400	-1.955	1.929
PGD	0	0	-0.820	0.3	1	400	0	2.744

Tablo F. 2: Azalım ilişkisi standart sapma değerleri (Campbell ve Bozorgnia 2008)

T (s)	VS30>k1 için standart sapma değerleri					Korelasyon Katsayısı
	slnY	tlnY	sc	sT	sArb	r
0.01	0.478	0.219	0.166	0.526	0.551	1
0.02	0.48	0.219	0.166	0.528	0.553	0.999
0.03	0.489	0.235	0.165	0.543	0.567	0.989
0.05	0.51	0.258	0.162	0.572	0.594	0.963
0.075	0.52	0.292	0.158	0.596	0.617	0.922
0.1	0.531	0.286	0.17	0.603	0.627	0.898
0.15	0.532	0.28	0.18	0.601	0.628	0.89
0.2	0.534	0.249	0.186	0.589	0.618	0.871
0.25	0.534	0.24	0.191	0.585	0.616	0.852
0.3	0.544	0.215	0.198	0.585	0.618	0.831
0.4	0.541	0.217	0.206	0.583	0.618	0.785
0.5	0.55	0.214	0.208	0.59	0.626	0.735
0.75	0.568	0.227	0.221	0.612	0.65	0.628
1	0.568	0.255	0.225	0.623	0.662	0.534
1.5	0.564	0.296	0.222	0.637	0.675	0.411
2	0.571	0.296	0.226	0.643	0.682	0.331
3	0.558	0.326	0.229	0.646	0.686	0.289
4	0.576	0.297	0.237	0.648	0.69	0.261
5	0.601	0.359	0.237	0.7	0.739	0.2
7.5	0.628	0.428	0.271	0.76	0.807	0.174
10	0.667	0.485	0.29	0.825	0.874	0.174
PGA	0.478	0.219	0.166	0.526	0.551	1
PGV	0.484	0.203	0.19	0.525	0.558	0.691
PGD	0.667	0.485	0.29	0.825	0.874	0.174

Tablo F. 3: Azalım ilişkisi ( $R_{JB}$ ) regresyon katsayıları (Akkar ve diğ. 2014)

T (s)	a1	a3	a4	a8	a9	b1	b2	$\phi\tau$	$\tau$	$\sigma$
PGA	1.85329	-0.02807	-1.23452	-0.1091	0.0937	-0.41997	-0.28846	0.6201	0.3501	0.7121
0.01	1.87032	-0.0274	-1.23698	-0.1115	0.0953	-0.41729	-0.28685	0.6215	0.3526	0.7146
0.02	1.95279	-0.02715	-1.25363	-0.104	0.1029	-0.39998	-0.28241	0.6266	0.3555	0.7204
0.03	2.07006	-0.02403	-1.27525	-0.0973	0.1148	-0.34799	-0.26842	0.641	0.3565	0.7335
0.04	2.20452	-0.01797	-1.30123	-0.0884	0.1073	-0.27572	-0.24759	0.6534	0.3484	0.7405
0.05	2.35413	-0.01248	-1.32632	-0.0853	0.1052	-0.21231	-0.22385	0.6622	0.3551	0.7514
0.075	2.63078	-0.00532	-1.35722	-0.0779	0.0837	-0.14427	-0.17525	0.6626	0.3759	0.7618
0.1	2.85412	-0.00925	-1.38182	-0.0749	0.0761	-0.27064	-0.29293	0.667	0.4067	0.7812
0.15	2.96622	-0.02193	-1.3646	-0.0265	0.0545	-0.48313	-0.39551	0.6796	0.3893	0.7832
0.2	2.73872	-0.03462	-1.28877	0	0.0493	-0.65315	-0.44644	0.6645	0.3842	0.7676
0.3	2.3015	-0.05672	-1.17072	0	0.0469	-0.82609	-0.45730	0.6599	0.3816	0.7623
0.4	1.89372	-0.07684	-1.0653	0	0.04	-0.89517	-0.43008	0.6697	0.3962	0.7781
0.5	1.67127	-0.0949	-1.01909	0	0.0271	-0.94614	-0.37408	0.6512	0.4021	0.7653
0.75	0.95211	-0.12347	-0.88393	0	0.0141	-1.00786	-0.28957	0.6744	0.4043	0.7863
1	0.52349	-0.14345	-0.81838	0	0	-1.01331	-0.28702	0.6787	0.3943	0.7849
1.5	-0.01867	-0.17187	-0.75751	0	0	-0.98071	-0.24695	0.7164	0.3799	0.8109
2	-0.42891	-0.19029	-0.72033	0	-0.009	-0.91007	-0.17336	0.7254	0.3717	0.8151
3	-1.05642	-0.21392	-0.69085	0	-0.0683	-0.85793	-0.13336	0.6997	0.4046	0.8083
4	-1.37536	-0.23848	-0.66482	0	-0.2231	-0.75645	-0.07749	0.6196	0.3566	0.7149
PGV	5.61201	-0.0998	-0.98388	-0.0616	0.063	-0.72057	-0.19688	0.6014	0.3311	0.6865

Tablo F. 4: Azalım ilişkisi regresyon katsayıları (Kale ve Akkar 2013)

T (s)	b1	b3	b4	b6	b8	b9	$\sigma$	$\tau$	$\sigma T$	sb1	sb2
PGA	1.47879	-0.04757	-1.17963	7	-0.05678	0.05053	0.6197	0.3826	0.7283	-0.41997	-0.28846
PGV	5.02526	-0.12171	-0.8594	4.47	-0.12462	0.1411	0.6175	0.3452	0.7074	-0.72057	-0.19688
0.01	1.49317	-0.0468	-1.18169	7	-0.05678	0.05053	0.6196	0.3826	0.7282	-0.41729	-0.28685
0.03	1.60491	-0.04621	-1.19488	7	-0.04956	0.05053	0.6266	0.3853	0.7356	-0.34799	-0.26842
0.05	1.88774	-0.03747	-1.24269	7	-0.01032	0.05053	0.6418	0.3914	0.7517	-0.21231	-0.22385
0.1	2.44353	-0.0234	-1.34404	7	0.02893	0.05052	0.6455	0.436	0.779	-0.27064	-0.29293
0.2	2.44499	-0.04394	-1.25796	7	-0.07582	0.0504	0.6494	0.4202	0.7735	-0.65315	-0.44644
0.5	0.99351	-0.0963	-0.90602	5.3	-0.11908	0.04581	0.6789	0.4016	0.7888	-0.94614	-0.37408
0.75	0.26692	-0.12897	-0.76026	4.2	-0.1191	0.02883	0.6977	0.3821	0.7955	-1.00786	-0.28957
1	-0.11153	-0.15412	-0.69644	4	-0.1191	-0.00451	0.7019	0.3702	0.7935	-1.01331	-0.28702
2	-0.85774	-0.20867	-0.63391	4	-0.1191	-0.11465	0.7725	0.3345	0.8418	-0.91007	-0.17336
3	-1.44293	-0.22782	-0.62389	4	-0.1191	-0.13033	0.771	0.3683	0.8545	-0.85793	-0.13336
4	-1.77704	-0.23454	-0.62081	4	-0.1191	-0.13033	0.6601	0.3539	0.749	-0.75645	-0.07749

## 11. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet Palanci

Doğum Yeri ve Tarihi : Mardin 31/08/1984

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Y. Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : mehmetpalanci@arel.edu.tr

İletişim Adresi : İstanbul Arel Üniversitesi Mühendislik-  
Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü,  
Büyükkçekmece, İstanbul.

### **Yayın Listesi :**

• Şenel, Ş.M. ve Palanci, M., “Structural Aspects and Seismic Performance of 1-Story Precast Buildings in Turkey”, Journal of Performance of Constructed Facilities, 27 (4), 437-449, (2013).

• Palanci, M. ve Şenel, Ş.M., “Rapid seismic performance assessment method for one story hinged precast buildings”, Structural Engineering and Mechanics, 48 (2), 257-274, (2013).

• Şenel, Ş.M., Palanci, M., Kalkan, A. ve Yılmaz, Y., “Mevcut Prefabrik Binaların Mafsallı Birleşimlerinin Kesme ve Devrilme Güvenliğinin Araştırılması”, Teknik Dergi, 24(4), 6505-6528, (2013).

• Palanci, M., “Prefabrik Endüstri Yapılarının Armoni Araştırması Yöntemiyle Optimum Tasarımı”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20 (3), 85-91, (2014).

**Konferans listesi** :

- Şenel, Ş.M. ve Palanci, M. ve Kayhan, A.H., “Seismic Performance Assessment of Existing Precast Structures in Turkey”, 14<sup>th</sup> European Conference on Earthquake Engineering, 2010 (Makedonya)
- Şenel, Ş.M. ve Palanci, M., “Code based member damage assessment in existing rc structures”, 14<sup>th</sup> European Conference on Earthquake Engineering, 2010 (Makedonya)
- Şenel, Ş.M. ve Palanci, M. ve Kayhan, A.H., “Mevcut Betonarme Prefabrik Binaların Deprem Performanslarının Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri İle Belirlenmesi”, Uluslararası Sakarya Deprem Sempozyumu, 2009 (Sakarya)
- İnel, M., Özmen, H.B., Şenel, Ş.M., Meral, E. ve Palanci, M., “Evaluation of Factors Affecting Seismic Performance of Low and Mid-Rise Reinforced Concrete Buildings”, 9<sup>th</sup> International Congress on Advances in Civil Engineering, 2010 (Trabzon)
- Palanci, M. ve Şenel, Ş.M., “Evaluation of Inelastic Displacement Demand Determination Approach of Turkish Earthquake Code 2007”, 10<sup>th</sup> International Congress on Advances in Civil Engineering, 2012 (Ankara)
- Palanci, M., Şenel, Ş.M., Kalkan, A., Yılmaz, Y., “Investigation of Safety of Connection Region in Hinge Jointed Precast Buildings”, 10<sup>th</sup> International Congress on Advances in Civil Engineering, 2012 (Ankara)
- Şenel, Ş.M. ve Palanci, M., “Yönetmelik Tabanlı Eleman Hasar Sınırlarının Değerlendirilmesi”, 7. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 2011 (İstanbul)
- Şenel, Ş.M. ve Palanci, M., “Mevcut Prefabrik Binaların Deprem Performanslarının Farklı Yönetmelikler Açısından Değerlendirilmesi”, 7. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 2011 (İstanbul)
- Palanci, M., Şenel, Ş.M., Kalkan, A., Yılmaz, Y., “Modelleme Tekniklerinin Mevcut Binaların Deprem Performansı Üzerine Etkilerinin

Araştırılması”, 2.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 2013 (Hatay)

- Palanci, M., Şenel, Ş.M., Yılmaz, Y. ve Kalkan, A., “Yapısal Parametrelerin Tek Katlı Mafsallı Prefabrik Binaların Hasar Görebilirlik Eğrileri Üzerindeki Etkisi”, 2.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 2013 (Hatay)

- Şenel, Ş.M. ve Palanci, M., “Maksimum Yer İvmesi ve Hızı ile Yer Değiştirme Talebi Arasındaki İlişkinin Araştırılması”, 2.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 2013 (Hatay)

- Şenel, Ş.M., Palanci, M., Kalkan, A. ve Yılmaz, Y., “2007 Yönetmeliğinde Tarif Edilen Hasar Sınırlarının Bina Performans Düzeyleri ile İlişkisi”, 2.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 2013 (Hatay)

- Palanci, M., Kalkan, A., Yılmaz, Y. ve Şenel, Ş.M., “Effect Of Various Hysteretic Models On Seismic Fragilities Of Precast Industrial Buildings”, 15<sup>th</sup> European Conference on Earthquake Engineering, 2014 (İstanbul)

- Şenel, Ş.M., Palanci, M., Kalkan, A. ve Yılmaz, Y., “Investigation Of Member Damage Limits And Building Performance States In Existing Rc Buildings”, 15<sup>th</sup> European Conference on Earthquake Engineering, 2014 (İstanbul)