

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEK KATLI MEVCUT PREFABRİK SANAYİ YAPILARININ
DEPREM PERFORMANSINI ETKİLEYEN
YAPISAL PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS
Yasin YILMAZ**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Şevket Murat ŞENEL

TEMMUZ 2013

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 111131006 nolu öğrencisi Yasin YILMAZ tarafından hazırlanan “TEK KATLI MEVCUT PREFABRİK SANAYİ YAPILARININ DEPREM PERFORMANSINI ETKİLEYEN YAPISAL PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı :
(Jüri Başkanı)

Doç. Dr. Şevket Murat ŞENEL (PAÜ)



Jüri Üyesi :

Prof. Dr. Mehmet İNEL (PAÜ)




Jüri Üyesi :

Yrd. Doç. Dr. Hayri Baytan ÖZMEN (USAK)

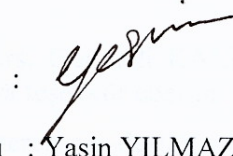


Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 31.07/2013 tarih ve25/19.. sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü
Prof. Dr. Nuri KOLSUZ

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.

İmza

: 

Öğrenci Adı Soyadı : Yasin YILMAZ

ÖNSÖZ

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Yapı Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

“Tek Katlı Mevcut Prefabrik Sanayi Yapılarının Deprem Performansını Etkileyen Yapısal Parametrelerin Araştırılması” başlıklı bu çalışmayı bana önererek, Yüksek Lisans öğrenimim boyunca, değerli katkılarını ve emeğini esirgemeyen, çalışma süresince bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım tez danışmanım Doç. Dr. Şevket Murat ŞENEL'e minnet ve şükranlarımı sunarım.

Çalışma boyunca yardım ve destekleri için değerli Arş. Gör. Ali KALKAN'a ve değerli arkadaşım İnş. Yük. Müh. Mehmet PALANCI'ya teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca her türlü fedakârlığı gösteren ve destek olan aileme sonsuz teşekkür ederim.

Bu tezi, benim bu günlere gelmemde çok büyük katkısı olan, hakkını asla ödeyemeyeceğim ve şuan aramızda olmayan rahmetli anneme ithaf ediyorum.

Bu çalışma 110M255 no'lu proje kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Ayrıca saha çalışmaları sırasında Türkiye Prefabrik Birliği ve Denizli Organize Sanayi Bölge Müdürlüğünden destek alınmıştır. Destek ve katkılarından dolayı bütün kuruluşlara teşekkür ederim

Yüksek lisans çalışmam sırasında Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından **2013FBE005** no'lu tez proje ile de desteklenmiştir. Katkılarından dolayı Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2013

Yasin YILMAZ
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvii
1 GİRİŞ.....	1
1.1 Problemin Tanımı.....	2
1.2 Tezin Amacı.....	3
1.3 Kapsam ve Yöntem.....	3
2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1 Prefabrik Yapılarla İlgili Yapılan Çalışmalar.....	5
2.2 Hasar Görebilirlik Eğrileri ile İlgili Çalışmalar.....	9
3 MEVCUT TEK KATLI PREFABRİK SANAYİ YAPILARI.....	12
3.1 Prefabrik Yapı Sistemleri.....	12
3.1.1 Prefabrikasyon ve Prefabrik Yapıların Avantajları.....	12
3.1.2 Prefabrikasyon ve Prefabrik Yapıların Dezavantajları.....	13
3.2 Tek Katlı Prefabrik Sanayi Yapılarının Yaşanan Depremlerdeki Performansı.....	14
3.3 Denizli Organize Sanayi Bölgesinde Bulunan Prefabrik Yapılar.....	18
4 PREFABRİKE BİNALARIN DOĞRUSAL OLMAYAN YAPISAL ANALİZİ.....	21
4.1 Yapı Sistemlerinin Doğrusal Olmayan Davranışı.....	21
4.2 Doğrusal Olmayan Teoriye Göre Analizde Plastik Mafsallık Hipotezi.....	23
4.2.1 Plastik Mafsallık ve Moment-Eğrilik İlişkisi.....	25
4.2.2 Betonarme Kesitlerdeki Eğilme Mafsallık Kriterleri.....	29
5 PREFABRİK YAPILARDA DEPLASMAN TALEBİNİN HESABI.....	33
5.1 Zaman Tanım Alanında Analiz Doğrusal Olmayan Analiz.....	33
5.2 İvme Kayıtlarının Seçilmesi.....	35
5.3 Doğrusal Olmayan Histeretik Çevrim Modelleri.....	40
5.4 Tek Katlı #64 ve #77 Binalarının Deplasman Talebinin Belirlenmesi.....	42
6 MEVCUT YAPILARDA HASAR GÖREBİLİRLİK EĞRİLERİ.....	45
6.1 Analitik Hasar Görebilirlik Eğrileri.....	46
6.1.1 Bina #19 İçin Hasar Görebilirlik Eğrisi Hesabı.....	47
6.1.2 Bina #64 İçin Hasar Görebilirlik Eğrisi Hesabı.....	51
7 YAPISAL PARAMETRELERİN VE HİSTERETİK ÇEVİRİM MODELLERİNİN HASAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ.....	55
7.1 Elastiğin-Tam Plastik Çevrim Modeli İçin Elde Edilen Hasar Görebilirlik Eğrileri (EP%0).....	57
7.1.1 Hafif Hasar Durumu İçin Hasar Görebilirlik Eğrileri ile Yapısal Parametreler Arasındaki İlişki (EP%0).....	57
7.1.2 Orta Hasar Durumu İçin Hasar Görebilirlik Eğrileri ile Yapısal Parametreler Arasındaki İlişki (EP%0).....	63
7.1.3 Ağır Hasar Durumu İçin Hasar Görebilirlik Eğrileri ile Yapısal Parametreler Arasındaki İlişki (EP%0).....	70

7.1.4	Göçme Durumu İçin Hasar Görebilirlik Eğrileri ile Yapısal Parametreler Arasındaki ilişki (EP%0).....	76
7.2	Farklı Histeretik Çevrim Modellerinden Elde Edilen Hasar Görebilirlik Eğrilerinin Karşılaştırılması.....	86
7.2.1	Hafif Hasar Durumu İçin Farklı Çevrim Modellerinden Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması	86
7.2.2	Orta Hasar Durumu İçin Farklı Çevrim Modellerinden Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması	89
7.2.3	İleri Hasar Durumu İçin Farklı Çevrim Modellerinden Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması	92
7.2.4	Göçme Hasar Durumu İçin Farklı Çevrim Modellerinden Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması	95
8	SONUÇLAR.....	98
	KAYNAKLAR.....	100
	EKLER.....	106

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

DOSB	: Denizli Organize Sanayi Bölgesi
ATC	: Applied Technology Council
BS	: Beton Sınıfı
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
ABYYHY	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
TDY	: Türk Deprem Yönetmeliği
MN	: Minimum Hasar Sınırı
GÇ	: Göçme Sınırı
GV	: Güvenlik Sınırı
PGA	: Peak Ground Acceleration
PEER	: Pasific Earthquake Engineering Research
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknoloji Araştırma Kurumu
EP%0	: Elastik-Tam Plastik Çevrim Modeli
EP%5	: Elastik-Pekleşmeli Plastik Çevrim Modeli
M-CL	: Geliştirilmiş Clough Modeli
B-SL	: İki Doğru Sıyrılma Modeli
AY75	: Afet Yönetmeliği 1975
AY97	: Afet Yönetmeliği 1998
B	: Kolonun eğilme yönüne dik boyutu
β_{eq}	: Eşdeğer sönüm
c	: Sönüm oranı
Δ_{el}	: Elastik deplasman
$\Delta_{GÇ}$: İleri hasar seviyesi için kolon üst ucundaki limit deplasman
$\Delta_{GÇ,P}$: İleri hasar seviyesi için kolon üst ucundaki limit plastik deplasman
Δ_{GV}	: Belirgin hasar seviyesi için kolon üst ucundaki limit deplasman
$\Delta_{GV,P}$: Belirgin hasar seviyesi için kolon üst ucunda limit plastik deplasman
Δ_{MN}	: Minimum hasar seviyesi için kolon üst ucunda limit deplasman
$\Delta_{MN,P}$: Min. hasar seviyesi için kolon üst ucunda limit plastik deplasman
Δ_{pl}	: Plastik deplasman
Δ_u	: Nihai deplasman
Δ_y	: Akma anındaki deplasman
ϵ_{cu}	: Betonun maksimum birim şekil değiştirmesi
$\epsilon_{cu(GÇ)}$: İleri hasar seviyesi için beton birim şekil değiştirme limiti
$\epsilon_{cu(GV)}$: Belirgin hasar seviyesi için beton birim şekil değiştirme limiti
$\epsilon_{cu(MN)}$: Minimum hasar seviyesi için beton birim şekil değiştirme limiti
EI	: Eğilme rijitliği
EI_{eff}	: Efektif eğilme rijitliği
$\epsilon_s(GÇ)$: Minimum hasar seviyesi için donatı birim şekil değiştirme limiti
$\epsilon_s(GV)$: İleri hasar seviyesi için donatı birim şekil değiştirme limiti
$\epsilon_s(MN)$: Belirgin hasar seviyesi için donatı birim şekil değiştirme limiti
ϵ_{su}	: Boyuna donatı maksimum birim şekil değiştirmesi
Φ	: Standart normal dağılım fonksiyonu
$\phi_{GÇ}$: İleri Hasar Seviyesi için Kesitteki Limit Eğrilik
$\phi_{GÇ,P}$: İleri Hasar Seviyesi için Kesitteki Limit Plastik Eğrilik

ϕ_{GV}	: Belirgin Hasar Seviyesi için Kesitteki Limit Eğrilik
$\phi_{GV.P}$: Belirgin Hasar Seviyesi için Kesitteki Limit Plastik Eğrilik
ϕ_{MN}	: Minimum Hasar Seviyesi için Kesitteki Limit Eğrilik
$\phi_{MN.P}$: Minimum Hasar Seviyesi için Kesitteki Limit Plastik Eğrilik
ϕ_u	: Kesit için Nihai Eğrilik
ϕ_y	: Kesit için Akma Anındaki Eğrilik
f_y	: Donatının Akma dayanımı
f_c	: Betonun basınç dayanımı
g	: Yer Çekimi İvmesi
H	: Kolonun Eğilme Yönündeki Boyutu
k	: Rijitlik
L	: Kolon Yüksekliği
L_p	: Plastik Mafsallık Boyu
μ	: Süneklik
m	: Kütle
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
MHI	: Maksimum Yer İvmesi
MYH	: Maksimum Yer Hızı
M_w	: Deprem Moment Büyüklüğü
M_L	: Deprem Yerel Büyüklüğü
M_S	: Yüzey Dalgası Büyüklüğü
M_y	: Kolon kesiti akma momenti
N	: Eksenel yük
NEHRP	: National Earthquake Hazards Reduction Program
PGA	: Maksimum yer ivmesi
PGV	: Maksimum yer hızı
R	: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
RS	: Analiz Sonucu Hesaplanmış Yapısal Tepki
rs	: Öngörülen Hasar Seviyesi için Yapısal Tepkinin Minimum Değeri
S	: Etriye Aralığı
S_a	: Spektral İvme
S_d	: Spektral deplasman
SI	: Tepki spektrumu şiddeti
T	: Doğal titreşim periyodu
TPB	: Türkiye Prefabrik Birliği
UBC97	: Uniform Building Code 97
V_{el}	: Elastik taşıma gücü
V_t	: Kesitin yatay yük taşıma kapasitesi
V/W	: Yatay dayanım oranı

TABLO LİSTESİ

Tablolar

3.1: DOSB’nde yer alan bütün sanayi yapılarının dağılımları.....	20
4.1: 2007 Deprem Yönetmeliği hasar sınırlarına karşılık gelen şekildeğişirmeler	30
5.1: Kullanılan İvme Kayıtları.....	37
5.2: NEHRP’e göre zemin gruplarının sınıflandırılması	38
5.3: Bina #64 ve #77’ye ait yapısal bilgilerin durumu	43
6.1: Bina #19’a ait kapasite parametre bilgileri	48
6.2: Bina #19 için aşılma sayıları ve oranları (EP%0).....	49
6.3: Bina #19 için aşılma sayıları ve oranları (EP%0).....	50
6.4: Bina #19’a ait kapasite parametre bilgileri	52
6.5: Bina #64 için aşılma sayıları ve oranları (EP%0).....	53
6.6: Bina #64 için aşılma sayıları ve oranları (EP%0).....	54
A.1: 364 Adet İvme Kaydının Özellikleri.....	106
C.1: EP%0 Çevrim Modeli için Hasar Görebilirlik Eğrisi Parametreleri.....	123
C.2: EP%5 Çevrim Modeli için Hasar Görebilirlik Eğrisi Parametreleri.....	126
C.3: M-CL Çevrim Modeli için Hasar Görebilirlik Eğrisi Parametreleri.....	129
C.4: B-SL Çevrim Modeli için Hasar Görebilirlik Eğrisi Parametreleri.....	132

ŞEKİL LİSTESİ

Şekiller

1.1: Önemli prefabrik yapı hasarlarının yaşandığı geçmiş depremler ve DOSB'nin konumu	2
3.1: 1999 Marmara depreminde toptan göçme prefabrik yapılar (Ataköy;1999) ...	16
3.2: 1999 Marmara depreminde prefabrik makas elemanın devrilmesi ile oluşan hasar (Ataköy;1999).....	16
3.3: 1999 Marmara depreminde toptan göçme prefabrik yapılar (Ersoy, 2000).....	17
3.4: 1999 Marmara depreminde kolonda oluşan plastik mafsallı hasarı (Ataköy;1999).....	17
3.5: Denizli Organize Sanayi Bölgesinin Havadan Görünüşü	18
3.6: Tipik tek katlı prefabrik yapının örnek gösterimi.....	19
3.7: Tipik çok katlı prefabrik yapının örnek gösterimi.....	19
3.8: Tipik karma prefabrik yapının örnek gösterimi.....	19
4.1: Betonarme kesitte eğilme momenti-eğrilik ilişkisi (Celep, 2007).....	22
4.2: Konsol kolonda mafsallı oluşumu ve moment-eğrilik değişimi.....	25
4.3: İdeal elasto-plastik davranış için moment-eğrilik ilişkisi	26
4.4: Tek açıklıklı mafsallı örnek bir prefabrik yapıya ait kolonların moment-eğrilik hesaplarının şematik gösterimi	27
4.5: Mafsallı prefabrik binalarda eleman kapasitesinden sistem kapasitesinin ve performans bölgelerinin elde edilmesinin şematik gösterimi.....	29
4.6: DBYBHY'nde yer alan kesit hasar düzeyi/bölgesi tanımları	31
4.7: 98 adet tek katlı binanın yatay dayanım oranları dağılımı	32
4.8: 98 adet tek katlı binanın süneklik kapasiteleri dağılımı.....	32
4.9: 98 adet tek katlı binanın periyotlarının dağılımı	32
5.1: Doğrusal ve doğrusal ötesi davranış altında zaman tanım alanında çözümün şematik gösterimi (İlki, Celep, 2007).....	35
5.2: İvme kayıtlarının zemin sınıfına göre dağılımı	38
5.3: Seçilen kayıtların maksimum yer hızına göre sınıflandırılması	39
5.4: Elastik-tam plastik çevrim modelinin görünüşü (EP%0).....	41
5.5: Elastik-pekleşmeli çevrim modelinin görünüşü (EP%5).....	41
5.6: Geliştirilmiş Clough Modeli (M-CL).....	42
5.7: İki Doğrusal Sıyrılma Modeli (B-SL)	42
5.8: Dinamik analiz sonucu elde edilen Bina #64'e ait histerisis eğri.....	43
5.9: Dinamik analiz sonucu elde edilen Bina #77'ye ait histerisis eğri.....	43
5.10: Tek katlı binalarda doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonucu oluşan deplasman taleplerinin bina periyotlarına göre değişimi (EP%0)	44
6.1: Bina #19'a ait sahadan çekilmiş olan resimler	47
6.2: Bina #19 için seçilen çerçeve görünüşü ve binaya ait kapasite eğrisi	48
6.3: Prefabrik binalar için tanımlanan hasar bölgelerinin tipik gösterimi	48
6.4: Bina #19 GÇ seviyesini geçme olasılığı için hesaplanan gerçek ve lognormal eğri (EP%0)	49
6.5: Bina #19'a ait MYH bağlı analitik hasar görülebilirlik eğrileri (EP%0).....	50
6.6: Bina #19'a ait sahadan çekilmiş olan resimler	51

6.7: Bina #64 için seçilen çerçeve görünüşü ve binaya ait kapasite eğrisi	52
6.8: Bina #64 MN seviyesini geçme olasılığı için hesaplanan gerçek ve lognormal eğri (EP%0)	53
6.9: Bina #64'e ait MYH bağlı analitik hasar görülebilirlik eğrileri (EP%0).....	54
7.1: 98 adet tek katlı tüm prefabrik binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	57
7.2: $V_t/W \leq \%15$ & $S \leq 100$ mm olan binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	58
7.3: $V_t/W \leq \%15$ & $S > 100$ mm olan binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	58
7.4: $\%15 < V_t/W < \%25$ & $S \leq 100$ mm olan binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	59
7.5: $\%15 < V_t/W < \%25$ & $S > 100$ mm olan binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	59
7.6: $V_t/W \geq \%25$ & $S \leq 100$ mm olan binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	60
7.7: $V_t/W \geq \%25$ & $S > 100$ mm olan binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	60
7.8: $V_t/W \leq \%15$ olan binalarda hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması	61
7.9: $\%15 < V_t/W < \%25$ olan binalarda hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması	61
7.10: $V_t/W \geq \%25$ olan binalarda hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması	61
7.11: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S \leq 100$ durumu için hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması	62
7.12: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S > 100$ durumu için hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması	63
7.13: 98 adet tek katlı tüm prefabrik binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	63
7.14: $V_t/W \leq \%15$ & $S \leq 100$ mm olan binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	64
7.15: $V_t/W \leq \%15$ & $S > 100$ mm olan binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	64
7.16: $\%15 < V_t/W < \%25$ & $S \leq 100$ mm olan binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	65
7.17: $\%15 < V_t/W < \%25$ & $S > 100$ mm olan binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	65
7.18: $V_t/W \geq \%25$ & $S \leq 100$ mm olan binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	66
7.19: $V_t/W \geq \%25$ & $S > 100$ mm olan binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları	66
7.20: $V_t/W \leq \%15$ olan binalarda orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması	67
7.21: $\%15 < V_t/W < \%25$ olan binalarda orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması	67
7.22: $V_t/W \geq \%25$ olan binalarda orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması	68
7.23: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S \leq 100$ durumu için orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması	69

7.24: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S > 100$ durumu için orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması.....	69
7.25: 98 adet tek katlı tüm prefabrik binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları.....	70
7.26: $V_t/W \leq \%15$ & $S \leq 100$ mm olan binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları.....	70
7.27: $V_t/W \leq \%15$ & $S > 100$ mm olan binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları.....	71
7.28: $\%15 < V_t/W < \%25$ & $S \leq 100$ mm olan binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları.....	71
7.29: $\%15 < V_t/W < \%25$ & $S > 100$ olan binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları.....	72
7.30: $V_t/W \geq \%25$ & $S \leq 100$ mm olan binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları.....	72
7.31: $V_t/W \geq \%25$ & $S > 100$ mm olan binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları.....	73
7.32: $V_t/W \leq \%15$ olan binalarda ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması.....	73
7.33: $\%15 < V_t/W < \%25$ olan binalarda ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması.....	74
7.34: $V_t/W \geq \%25$ olan binalarda ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması.....	74
7.35: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S \leq 100$ durumu için ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması.....	75
7.36: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S > 100$ durumu için ağır hasar ve üzerinde hasar görme karşılaştırılması.....	75
7.37: 98 adet tek katlı tüm prefabrik binaların göçme olasılıkları.....	76
7.38: $V_t/W \leq \%15$ & $S \leq 100$ mm olan binaların göçme olasılıkları.....	76
7.39: $V_t/W \leq \%15$ & $S > 100$ mm olan binaların göçme olasılıkları.....	77
7.40: $\%15 < V_t/W < \%25$ & $S \leq 100$ mm olan binaların göçme olasılıkları.....	77
7.41: $\%15 < V_t/W < \%25$ & $S > 100$ olan binaların göçme olasılıkları.....	78
7.42: $V_t/W \geq \%25$ & $S \leq 100$ mm olan binaların göçme olasılıkları.....	78
7.43: $V_t/W \geq \%25$ & $S > 100$ mm olan binaların göçme olasılıkları.....	79
7.44: $V_t/W \leq \%15$ binalarda göçme olasılıklarının karşılaştırılması.....	79
7.45: $\%15 < V_t/W < \%25$ binalarda göçme olasılıklarının karşılaştırılması.....	80
7.46: $V_t/W \geq \%25$ binalarda göçme olasılıklarının karşılaştırılması.....	80
7.47: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S \leq 100$ durumu için göçme olasılıklarının karşılaştırılması.....	81
7.48: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S > 100$ durumu için göçme olasılıklarının karşılaştırılması.....	81
7.49: $V_t/W \leq \%15$ durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%0).....	83
7.50: $\%15 < V_t/W < \%25$ durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%0).....	84
7.51: $V_t/W \geq \%25$ durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%0).....	85
7.52: $V_t/W \leq \%15$ durumu için hafif hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması.....	86
7.53: $\%15 < V_t/W < \%25$ durumu için hafif hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması.....	87
7.54: $V_t/W \geq \%25$ durumu için hafif hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması.....	88

7.55: $V_t/W \leq \%15$ durumu için orta hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması	89
7.56: $\%15 < V_t/W < \%25$ durumu için orta hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması	90
7.57: $V_t/W \geq \%25$ durumu için orta hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması	91
7.58: $V_t/W \leq \%15$ durumu için ileri hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması	92
7.59: $\%15 < V_t/W < \%25$ durumu için ileri hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması	93
7.60: $V_t/W \geq \%25$ durumu için ileri hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması	94
7.61: $V_t/W \leq \%15$ durumu için göçme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması	95
7.62: $\%15 < V_t/W < \%25$ durumu için göçme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması	96
7.63: $V_t/W \geq \%25$ durumu için göçme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması	97
B.1: Düşük dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%5)	114
B.2: Düşük dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%5)	114
B.3: Orta dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%5)	115
B.4: Orta dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%5)	115
B.5: Yüksek dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%5)	116
B.6: Yüksek dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%5)	116
B.7: Düşük dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (M-CL)	117
B.8: Düşük dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (M-CL)	117
B.9: Orta dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (M-CL)	118
B.10: Orta dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (M-CL)	118
B.11: Yüksek dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (M-CL)	119
B.12: Yüksek dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (M-CL)	119
B.13: Düşük dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (B-SL)	120
B.14: Düşük dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (B-SL)	120
B.15: Orta dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (B-SL)	121
B.16: Orta dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (B-SL)	121

B.17: Yüksek dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri (B-SL).....	122
B.18: Yüksek dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri (B-SL).....	122

ÖZET

TEK KATLI MEVCUT PREFABRİK SANAYİ YAPILARININ DEPREM PERFORMANSINI ETKİLEYEN YAPISAL PARAMETRELERİN ARAŞTIRILMASI

1998 Adana–Ceyhan ve 1999 Marmara ve Düzce depremleri, büyük çoğunluğu prefabrik yapılardan oluşan sanayi yapılarının önemli ölçüde hasar görmesine ve büyük ekonomik kayıpların oluşmasına sebep olmuştur. Yaşanan kayıpların büyüklüğü, büyük çoğunluğu prefabrik binalardan oluşan ve aktif deprem bölgeleri üzerinde bulunan mevcut sanayi yapısı stoğunun ivedilikle elden geçirilmesi gerektiğini göstermiştir. Bu amaç doğrultusunda Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan 98 adet tek katlı prefabrik bina incelenmiştir. Binalara ait yapısal özellikler kullanılarak belirlenen kapasite eğrileri değerlendirilmiş ve binalara ait yatay dayanım, rijitlik ve süneklik kapasiteleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar yatay dayanım oranlarının (V_d/W) %10-%30, süneklik kapasitelerinin (μ) 1.3-3.5 ve titreşim periyotlarının ise 1-2.8s arasında değiştiğini göstermektedir. Söz konusu binalardaki maksimum yerdeğiştirme talepleri, binaları temsil eden tek serbestlik dereceli sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri yapılarak belirlenmiştir. Doğrusal ötesi dinamik analiz için 364 adet ivme kaydı kullanılmıştır. Kullanılan bu deprem kayıtları maksimum yer hızlarına göre hafif, orta ve şiddetli depremler olarak 3 gruba ayrılmıştır. Ayrıca binaların deplasman talepleri hesaplanırken 4 farklı histeretik çevrim modeli dikkate alınmış ve histeretik çevrim modellerinin deprem talebi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Farklı çevrim modellerinin, farklı yapısal özelliklere sahip binalar üzerindeki etkisini araştırabilmek amacıyla binalar dayanım, rijitlik ve süneklik özelliklerine göre alt gruba ayrılmış ve ve her grup için (MYH) değerine bağlı olarak, hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiştir. Her bir alt grubu temsil eden maksimum yer hızı (MYH) değerine bağlı olarak, binaların hasar seviyelerine ait hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiştir. Her bir yapısal parametrenin her bir hasar düzeyi üzerindeki etkisi ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar yatay dayanım oranı ve süneklik

üzerinden yapılan sınıflandırma işleminin özellikle ağır hasar ve göçme üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Bu bilgiden yararlanılarak benzer yapısal özelliklere sahip binaların hasar görebilirlik eğrilerini temsil eden ortalama hasar görebilirlik eğrileri belirlenmiştir. Ortalama ve standart sapma değerleri ile tarif edilen bu eğriler yardımı ile farklı bina gruplarında oluşması beklenen hasar olasılıklarının hızlı bir biçimde tahmini hedeflenmiştir.

Sonuç olarak hangi performans düzeyi üzerinde hangi yapısal parametrenin daha etkili olduğu belirlenmiştir. Buna göre yatay dayanım oranının bütün hasar seviyeleri üzerinde, sünekliğin ise ileri hasar seviyelerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Hafif hasar seviyelerinde, farklı çevrim modellerinden elde edilen yerdeğiştirme taleplerinin oldukça benzer seviyelerde seyrettiği belirlenmiştir, İleri hasar seviyelerinde ise, sıyrılma davranışını temsil eden çevrim modelinin diğer çevrim modellerine göre daha büyük deplasman talebi doğurduğu ve dolayısı ile hasar olasılıklarını arttırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tek Katlı Prefabrik Yapılar, Mevcut Binalar, Yapısal Parametreler, Doğrusal Olmayan Analiz, Deprem Performans Değerlendirmesi, Hasar Görebilirlik Eğrileri, Histeretik Çevrim Modelleri, Zaman Tanım Alanında Doğrusal olmayan Analiz

SUMMARY

THE INVESTIGATION OF STRUCTURAL PARAMETERS THAT AFFECT SEISMIC PERFORMANCE OF EXISTING ONE STOREY PRECAST INDUSTRIAL

1998 Adana–Ceyhan and 1999 Marmara and Duzce earthquakes has caused excessive damage to industrial buildings which represent the majority of precast building stock. The significant economic losses indicate that the stocks of the exiting industrial buildings, located on the active seismic zones, are needed to be renewed. For this purpose, structural property of 98 single-story precast buildings constructed in Denizli Organized Industrial Zone was investigated. Capacity curve of buildings were evaluated by considering structural properties of buildings and lateral strength ratio, ductility and stiffness capacity of the buildings were determined. The results have shown that lateral strength ratios (V_t/W), ductility capacities (\square) and vibration periods of buildings ranges between %10-%30, 1.3-3.5 and 1-2.8s respectively. Precast buildings were represented by single degree of freedom structures and seismic displacement demands of buildings were determined by performing non-linear dynamic analysis. 364 earthquake records were selected and divided into three subgroups by considering peak ground velocities which represents low, medium and high intensities of earthquake. In addition, seismic displacement demands were calculated by considering four different hysteretic models and the effect of hysteretic models on seismic demands were investigated. Precast buildings were classified according to their lateral strength, stiffness and ductility capacities and fragility curve of each class of buildings were calculated according to pek ground velocities. Results have shown that lateral strength ratio and ductility capacities are the most effective parameters which reduce the scatter in the fragility curves when heavy damage and collapse cases considered. Therefore fragilities of precast buildings representing the similar strength and ductility classes are represented by average fragility curves. By

using these average curves which are described by mean and standard deviation values it is expected to estimate the damage probabilities of similar building classes.

Finally, the effect of structural properties on the performance levels of buildings is determined. It is concluded that lateral strength capacity is effective on all performance levels and ductility is effective on high damage levels accordingly.

It is also determined that seismic demands obtained from different hysteretic models correspond to similar levels especially for low damage cases. It is also determined that seismic demands calculated by using bilinear slip model are higher than the other hysteretic models especially in higher damage levels such as heavy damage and collapse cases.

Keywords: One Storey Precast Buildings, Existing Buildings, Structural Parameters, Non-Linear Analysis, Seismic Performance Evaluation, Fragility Curves, Hysteretic Models.

1 GİRİŞ

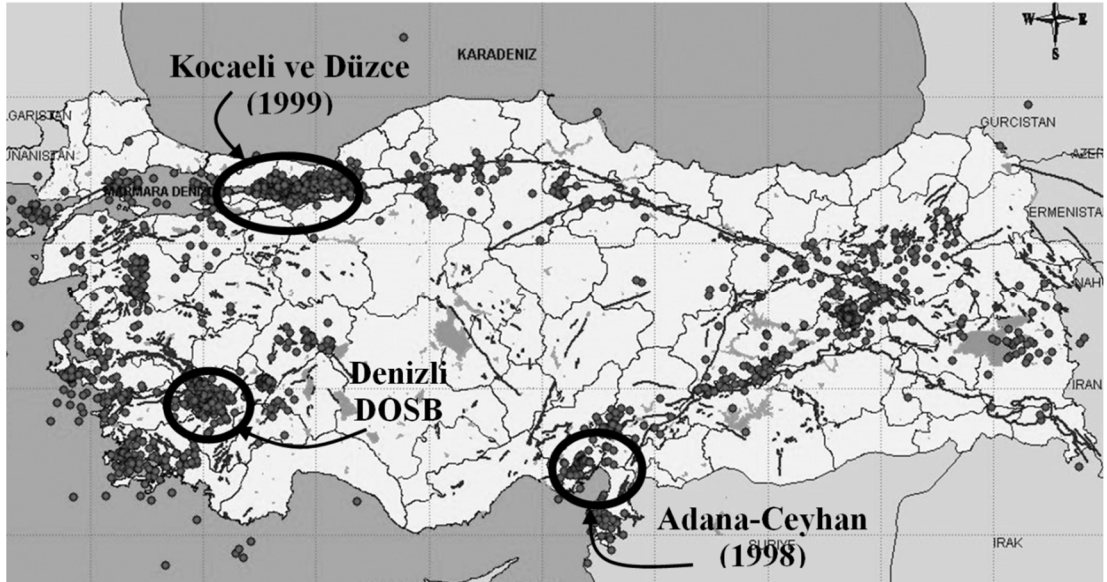
Ülkemiz sanayi yapısı stoğunun büyük bir kısmı deprem bölgelerinde bulunmaktadır. Bu yapıların da çok büyük bir çoğunluğu 1 ve 2 katlı prefabrik sanayi yapılarından oluşmaktadır. Sanayi bölgelerindeki yapıların hemen hepsi de, büyük açıklıkları kolonsuz olarak geçmek için ideal bir çözüm olan “tek katlı mafsal bağlantılı prefabrike yapılar” olarak inşa edilmişlerdir. 1999 Kocaeli ve Düzce depremleri sırasında sanayi bölgelerinde oluşan hasar sebebiyle çok büyük ve telafisi mümkün olmayan ekonomik kayıpların oluştuğu bilinmektedir. Örneğin, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) ekiplerinin Adapazarı’nda 1999 depremi sonrasında yaptıkları çalışma sonrasında tümünden veya kısmen göçen prefabrik yapı oranının %80'lere ulaştığı görülmüştür (Ersoy ve diğ., 1999). Ülkemizde sanayi yapılarının pek çoğu betonarme prefabrik sistem olarak üretilmişlerdir ve bu tür yapıların deprem davranışı yeterince araştırılmamıştır. 2007 tarihli afet yönetmeliğine eklenen ve mevcut binaların deprem performansını belirlemeyi hedefleyen bölümün amacı da zaten risk altında bulunan ve olası bir depremde büyük ekonomik kayıplara sebep olması beklenen mevcut binaların deprem performanslarının nasıl belirleneceğine yönelik kurallar getirmektir. Ülkemiz sanayi yapısı stoğu içinde oldukça önemli bir yer teşkil eden prefabrik binalar ele alınmıştır. Bu bağlamda ülkemizin önemli sanayi bölgelerinden biri durumundaki Denizli Organize Sanayi Bölgesi’nde çalışmalar yapılmış ve bölgede bulunan prefabrik binalar çalışma kapsamında incelenmiştir. Büyük bir çoğunluğu prefabrik binalardan oluşan yapıların incelenmesi ile bölgenin deprem riski de aynı zamanda araştırılmıştır.

Prefabrik yapıların deprem güvenliğinin artırılmasında önemli yer tutan 1998 ve 2007 tarihli yönetmelikler oldukça yenidir. Mevcut prefabrik sanayi yapılarının büyük bir kısmı bu düzenlemeden önce inşa edilmiştir. Dolayısı ile üzerinde tartışılması gereken asıl sorun yeni tasarlanacak binalardan ziyade, mevcut prefabrik yapıların muhtemel bir deprem felaketine ne ölçüde hazır olduğu konusudur.

1.1 Problemin Tanımı

Dünyada her yıl hasar potansiyeli yüksek çok sayıda deprem meydana gelmektedir. Bu depremler ağır can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Depremlerin önceden belirlenmesi mümkün olmasa da, depremin yol açacağı hasarlara karşı alınabilecek önlemlerle can ve mal kayıplarının azaltılması mümkündür. Bu nedenle deprem bölgelerindeki mevcut yapıların deprem performanslarının değerlendirilmesi, can ve mal kaybına neden olan hasarların azaltılması için gerekli önlemlerin alınması açısından büyük önem taşımaktadır.

Türkiye olası büyük bir depremde can kaybının yanında büyük ekonomik kayıp riski ile de karşı karşıyadır. Riskin bu kadar büyük olmasının sebebi ülkemizde bulunan mevcut sanayi yapılarının deprem performanslarının düşüklüğünden kaynaklanmaktadır. 1998 Adana-Ceyhan ve 1999 Marmara depremlerinden sonra yapılan araştırmalarda da belirtildiği gibi sanayi yapılarımız ve özellikle de sanayi yapısı stoğunu oluşturan prefabrik yapılar büyük ölçüde hasar görmüştür. Bu da dikkatlerin bu tür yapıların üzerine çevrilmesinde etkili olmuştur. Önemli prefabrik hasarların yaşandığı geçmiş depremler ve Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nin ülkemiz haritasındaki konumları Şekil 1.1'de verilmiştir.



Şekil 1.1: Önemli prefabrik yapı hasarlarının yaşandığı geçmiş depremler ve DOSB'nin konumu

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmada öncelikle ülkemiz sanayi yapılarının büyük çoğunluğunu temsil eden ve DOSB’nde bulunan tek katlı prefabrik sanayi yapılarının deprem performanslarını gerçek ivme kayıtları ve farklı çevrim modelleri kullanarak belirlemek ve elde edilen sonuçları hasar görebilirlik eğrileri yardımıyla değerlendirmektir. Hasar görebilirlik eğrilerinin elde edilmesiyle hem yapısal parametrelerin, hem de farklı çevrim modellerinin farklı hasar seviyeleri üzerindeki etkileri araştırılabilecek, böylelikle hangi çevrim modelinde hangi yapısal parametrenin daha etkili olduğu belirlenecektir.

1.3 Kapsam ve Yöntem

Ülkemiz bilindiği üzere son yirmi yılda çok büyük can kaybı ve maddi hasarlara sebep olan büyük depremlere maruz kalmıştır. Yaşanan deprem felaketleri sebebiyle tartışmaların odağı haline gelen prefabrik yapıların hesabı ve tasarımı ile ilgili düzenleme çalışmalarına bu süreçte devam edilmiştir. 1998 yılında yürürlüğe giren afet yönetmeliği ile prefabrik yapıların tasarım esaslarında bazı değişiklikler yapılmıştır. Bunlara örnek vermek gerekir ise, prefabrik binaların hesabında göz önüne alınan deprem kuvvetleri arttırılmış, oluşacak deplasmanlara sınır getirilmiş, kullanılacak malzemenin sınıfı ve detaylandırması ile ilgili kurallar ağırlaştırılmıştır. 2007 yılında söz konusu yönetmelik bir kere daha yenilenmiş ve mafsallı prefabrik yapıların tasarımında esas alınacak deprem yükleri daha da arttırılmış ve halen yürürlükte olan 2007 yönetmeliğine son şekli verilmiştir.

DOSB’nde yer alan tek katlı, birleşimleri mafsallı olan mevcut prefabrik yapılar bu tez kapsamında incelenmiştir. Bu yapılara ait kolon boyutları, kat yükseklikleri, kolon boyuna donatı oranları, yanal donatı oranları ve beton sınıfı gibi bilgilerin ayrıntılarına bölgede yapılan önceki çalışmalar yardımı ile ulaşılabilir (Palanci, 2010). Yürütülen çalışma sırasında bu envanter bilgilerinden yararlanılmıştır. Yapılan çalışmalar DOSB’de tek katlı 98 adet mevcut prefabrik sanayi yapısı bulunduğunu göstermektedir. 98 adet tek katlı prefabrik yapısının deprem performanslarının değerlendirilmesi ile ilgili yapılan çalışma sırasında yapı davranışını daha gerçekçi yansıtabilen doğrusal olmayan hesap yöntemleri kullanılmıştır.

Binalara ait kapasite eğrileri hesaplanırken, 2007 tarihli deprem yönetmeliğinde verilen kurallara uygun hesaplamalar yapılmıştır. Talep hesapları ise zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Plastik mafsal özellikleri eleman boyutları, boyuna ve enine donatı oranları kullanılarak sargılı beton davranışının dikkate alınmasıyla elde edilmiştir. Sargılı beton davranışı literatürde bulunan ve yaygın şekilde kullanılan Geliştirilmiş Kent-Park Modeli (1982) ile temsil edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında mevcut binaları temsil eden kapasite eğrileri ve dolayısıyla da dayanım, rijitlik, süneklik ve periyot gibi binalara ait yapısal parametreler belirlenmiştir.

Tez kapsamında zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlerde kullanılmak üzere 364 adet gerçek deprem ivme kaydı kullanılmıştır. Seçilen bu 364 adet ivme kaydı maksimum yer hızlarına göre,

- Hafif Şiddetli Depremleri Temsilen; 124 adet gerçek deprem ivme kaydı
- Orta Şiddetli Depremleri Temsilen; 120 adet gerçek deprem ivme kaydı
- Şiddetli Depremleri Temsilen; 120 adet gerçek deprem ivme kaydından oluşmaktadır.

DOSB'nden alınan 98 adet tek katlı prefabrik binaların her biri bu 364 adet ivme kaydı altında ve 4 farklı çevrim modeli (Elastik-tam plastik, Elastik- pekleşmeli plastik, Modified Clough ve Bilineer Slip) kullanılarak doğrusal olmayan zaman tanım alanında analize tabii tutulmuş ve yerdeğiştirme talepleri elde edilmiştir.

Bu binaları temsil eden yapısal parametreler ve çevrim modeli sınıfları oluşturulmuş ve her bir alt grubu temsil eden MYH değerine bağlı olarak, binaların hasar olasılıklarını gösteren hasar görülebilirlik eğrileri elde edilmiştir. Ayrıca her bir yapısal parametrenin her bir hasar düzeyi üzerindeki etkisi ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sonuç olarak hangi performans düzeyi üzerinde hangi yapısal parametrenin daha etkili olduğu araştırılmıştır.

2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde prefabrik sanayi yapıları ile ilgili çalışmalar ve deprem hasarlarının tahmininde kullanılan hasar görebilirlik eğrileri ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

2.1 Prefabrik Yapılarla İlgili Yapılan Çalışmalar

Türkiye’de prefabrik yapılarla ilgili çalışmaların genel olarak 1996’dan sonra yoğunlaştığı söylenebilir. 1995 yılında oluşturulan komitenin çalışmaları sonucu, ABYBHY-97 Resmi Gazete’de yayınlanmıştır ve bir yıl boyunca tartışmaya açılmıştır. Bu süreçte yeni yönetmelik hükümleri için eleştirileri ve önerileri içeren çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ülkemizde prefabrik binaların hesap ve yapım esasları TS9967 (1992), DBYBHY-2007 ve TS500 (2000) ile tanımlanmıştır. TS9967, prefabrike yapı sistemlerine ve elemanlarına ait imalat ve montaj kurallarını içermektedir. DBYBHY-2007, deprem yer hareketine maruz kalacak bina türü yapıların depreme dayanıklı tasarımı ve yapımı için gerekli hesap ve tasarım koşullarını tanımlamaktadır. TS500 de ise, betonarme yapı sistemlerinin ve elemanlarının kullanım amaç ve süresine uygun güvenlikle tasarlanması ve yapımı ile ilgili kurallar tarif edilmektedir.

Prefabrik konusuyla ilgili olarak en kapsamlı çalışmalardan bir tanesi PRESS programıdır (Priestly, 1996). Programın amacı, değişik deprem bölgelerinde yer alan ve birleşimleri moment aktaran çok katlı prefabrik yapılar için yönetmeliklerde yer alacak yol gösterici bilgileri geliştirmektir. Dünyadaki tasarlanmış prefabrik yapı modellerine bakıldığı zaman bu yapılarda birleşimlerin çoğunlukla moment aktaracak şekilde tasarlandığı görülmektedir. Ülkemizde uygulanış şekline baktığımız zaman ise birleşim bölgelerinin mafsallı olduğu görülmektedir. Bu sebeple bu program ülkemizdeki tek katlı, birleşimleri mafsallı prefabrik sanayi yapıları için geçerli olmamaktadır.

Ersoy vd (1993), prefabrik elemanların birleşimlerinin performansı ile ilgili deneysel çalışmalar yapmışlardır ve sonuçlarını yayınlamışlardır. Çalışmada, kullanılan birleşim detaylarının yetersizliği ortaya konulmuş ve birleşimlerle ilgili bazı öneriler sunulmuştur.

Özden (1997), prefabrik yapılarla ilgili olarak birleşim malzemeleri, birleşim bölgesi detayı ve yapıya ve birleşim bölgelerine etkiyecek yatay yük, taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) ile ilgili maddeler için görüş ve önerilerini belirtmiştir. Yapılan bu çalışmada yazar, AY97'nin tasarımı aşamasındaki metninde yer alan kar yükünün tamamının deprem hesabında göz önüne alınması hükmünden vazgeçilmesini önermiştir. Ayrıca ülkemizde çok sık yapılmış olan tek katlı, birleşimleri moment aktarmayan prefabrik yapılarda kullanılacak taşıyıcı sistem davranış katsayısına ilişkin öneride bulunmuştur. Süneklik düzeyi yüksek ise $R=4$, süneklik düzeyi normal ise $R=1$ alınmasını önermiştir.

Özmen vd. (1997), prefabrik yapıların tasarımına etkileri açısından 1995 Yönetmeliği ile 1997 Deprem Yönetmeliği taslağını karşılaştırmıştır. Taslak ile ilgili görüş ve önerilerini sunmuştur.

Ersoy (1997), ülkemizde sıkça rastlanan mafsallı ve moment aktaran prefabrik çerçeveli taşıyıcı sistemlerin deprem davranışını irdelemiştir. Özellikle tasarım konusunda yanal ötelenme sorununa dikkat çekmiş ve uygulama aşamasındaki olası hataların yol açacağı yetersizlikleri vurgulamıştır.

Özmen ve Zorbozan (1998), Afet Yönetmeliği 97'nin yürürlüğe girdiği hali ile prefabrik yapılara uygulanmasına örnek olarak iki adet prefabrik yapının tasarımını içeren bir kitap hazırlamıştır. Kitapta deprem yönetmeliğinin uygulanması konusu ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

Doğan (2000), yaptığı çalışmada, mevcut prefabrike yapıların deprem performanslarının belirlenmesi konusunu irdelemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre çeşitli öneriler sunmuştur.

Çolakoğlu (2001), yaptığı çalışmada, örnek bir bina üzerinde 1997 Deprem Yönetmeliği, UBC-97 ve EC-8'e göre eşdeğer deprem yükü yöntemini kullanmış, deprem taban kesme kuvvetlerini, görelî kat ötelenmelerini ve yapısal olmayan çıkıntılara gelen deprem yüklerinin hesabını yapmış ve sonuçları karşılaştırmıştır. Bu

karşılaştırmalar sonucunda Türk Deprem Yönetmeliğinin adı geçen diğer yönetmeliklere göre daha yetersiz olduğu sonucuna varmıştır.

Zorboğan ve Özden (2001), kolon-kiriş birleşimleri mafsallı, az katlı perdeli prefabrik yapıların yatay yükler altında davranışını araştırmışlardır.

Tankut ve diğ. (2001) yaptıkları çalışma ile, prefabrik yapı bağlantılarının deprem performanslarını incelemişlerdir.

Küçükkayalar ve Aydınay (2001), yaptıkları çalışmalarında, prefabrik yapıların deprem davranışında ortaya çıkabilecek durumlardan olan, temellerin dönmesi, kolonların burkulması ve kırılması ve çatı çözümesi gibi sorunlar için çözüm önerileri sunmuşlardır.

Posada ve Wood (2002), tek katlı prefabrik sanayi yapılarındaki deprem hasarlarını ve bunların sebeplerini incelemişlerdir. Kolon rijitliğinin prefabrik yapıların deprem performansı üzerinde çok etkili olduğunu belirtmişlerdir. Sadece kolon boyutlarını arttırmanın bile ilerde oluşabilecek hasarların azalmasına sebep olacağını ileri sürmüşlerdir.

Akçaözoğlu (2003), yüksek lisans tezinde 1998 Adana-Ceyhan depreminde gözlenen prefabrik yapı hasarları ile değerlendirmesinde özellikle birleşim noktalarının düzenlenmesi ile ilgili konulara dikkat çekmiştir. Prefabrik yapılarda çatı düzleminde rijit diyafram olmaması bu sistemin en zayıf tarafı olarak belirtilmiştir.

Yılmaz (2004) yüksek lisans tez çalışmasında, DBYBHY-1997'ye göre tasarlanmış tek katlı prefabrik sanayi yapılarının makas birleşimine gelen kuvvetleri ve yatay ötelenme açısından prefabrik yapıların davranışlarını incelemiştir. Analizler yöntemi olarak doğrusal ötesi zaman tanım alanında analiz yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak DBYBHY-1997'nin prefabrik yapılar ile ilgili koşulları değerlendirilmiştir.

Kayhan (2004) yüksek lisans tezinde, prefabrik sanayi yapılarının yatay ötelenme açısından davranışında kolon boyutu, boyuna donatı oranı, beton sınıfı, çatı makası uzunluğu, kolon yüksekliği, zemin sınıfı parametrelerinin etkisini, analiz olarak doğrusal ötesi statik itme analizi yöntemini kullanarak incelemiştir. Aynı çalışmada AY97'de tanımlanmış zemin sınıflarına bağlı olarak, tek katlı mafsallı prefabrik sanayi yapılarının maksimum kat ötelenmesinin hızlı bir şekilde tahmini için üstel denklemler önermiştir.

Kaplan vd. (2005), Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan prefabrik yapılarda beklenen hasar dağılımıyla ilgili olarak yaptıkları çalışmalarında, AY97 tarafından öngörülen tasarım eşdeğer deprem yükü etkisi altında çerçevelerin görelî ötelenme değerini hasar parametresi olarak kullanmışlardır. Görelî ötelenme değerine bağılı olarak yedi hasar bölgesi tanımlamış ve incelenen yapıların hangi hasar bölgesinde olduğuna hesap sonucu elde edilen görelî deplasman değeri dikkate alınarak karar verilmiştir. Çalışmada tasarım depreminin oluşması durumunda Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan yapıların %67'sinin göçme riski ile karşı karşıya bulunduğı belirtilmiştir.

Sezen ve Whittaker (2006), yaptıkları çalışmada, Marmara bölgesindeki depremlerden etkilenen betonarme ve çelik taşıyıcı sisteme sahip sanayi yapılarında yapısal ve yapısal olmayan hasarlar ve sebeplerini değerlendirmişlerdir.

Kayhan (2008) doktora tezinde, tek katlı prefabrik sanayi yapılarının deprem performansı üzerinde yapısal parametrelerin etkisini değerlendirmek ve depremlerde meydana gelebilecek olası hasarları tahmin etmek amacıyla kullanılacak hasar görebilirlik eğrilerini elde etmiştir. Ayrıca bu yapıların hasar dağılımı, hasar görebilirlik eğrilerinden faydalanarak elde etmiş ve hasar dağılımına bağılı olarak ekonomik kayıp tahmini yapmıştır.

Palanci (2010) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında, Denizli Organize Sanayi Bölgesi'ndeki tek katlı mafsallı prefabrik yapıları inceleyerek binaların performanslarını yönetmelik tabanlı doğrusal olmayan analiz yöntemi esaslarını dikkate alarak hesaplamıştır.

2.2 Hasar Görebilirlik Eğrileri ile İlgili Çalışmalar

Shinozuka vd (2000a), yaptıkları çalışmada, köprüler için önerilen ampirik ve analitik hasar görebilirlik eğrilerinin istatistiksel analizi konusu ele alınmıştır. Analitik eğriler için doğrusal ötesi zaman tanım alanında analiz kullanılmıştır ve yer hareketi parametresi olarak lognormal dağıldığı kabul edilen PGA kullanılmıştır. Lognormal dağılımın parametrelerinin tahmininde maksimum olabilirlik yöntemini seçmişlerdir.

Shinozuka vd (2000b), köprülerle ilgili olarak iki farklı analitik yaklaşımla, 10 farklı köprü modeli, 80 ivme kaydı ve yer hareketi parametresi olarak lognormal dağıldığı kabul edilen PGA kullanılarak doğrusal ötesi zaman tanım alanında analiz ve doğrusal ötesi statik analiz yaklaşımıyla hasar görebilirlik eğrilerini türetmişlerdir. Lognormal dağılımın parametreleri maksimum olabilirlik yöntemi ile belirlenmişlerdir.

Karim ve Yamazaki (2001), otoyol köprüleri için analitik yaklaşımla, hasar görebilirlik eğrisi önermişlerdir. Doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz ile hasar parametreleri belirlenmiştir. Hasar parametresi olarak Park-Ang (1985) modelini kullanmışlardır. Bu çalışmada hasar parametresine bağlı olarak az hasar, belirgin hasar, ileri hasar ve göçme olarak hasar seviyeleri tarif edilmiştir. Yer hareketi parametrelerinin dağılımı lognormal kabul edilmiştir. Dağılımın ortalama ve standart sapma parametreleri en küçük kareler yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Karim ve Yamazaki (2003), bir önceki çalışmalarının devamı sayılabilecek çalışmalarında ivme kaydını 250'ye çıkarmışlardır. Dört farklı tipte köprü tasarımı için hasar görebilirlik eğrilerini elde etmişlerdir. Yer hareketi parametresi olarak PGA ve MYH'nin yanında SI dikkate almışlardır. Lognormal dağılımın parametreleri, doğrusal regresyon kullanılarak yapı özellikleri cinsinden, basitleştirilmiş olarak ifade edilmiştir. Bu şekilde analitik ve ampirik olarak elde edilen hasar görebilirlik eğrilerini karşılaştırmışlardır.

Kim ve Shinozuka (2004), köprü kolonlarında çelik manto ile güçlendirmenin etkisini değerlendirmek için hasar görebilirlik eğrileri türetmişlerdir. 60 ivme kaydı ile doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz yöntemi kullanılarak yapı tepkileri elde edilmiştir. Yer hareketi parametresi olarak kullanılan PGA'nın lognormal dağıldığı kabul edilmiş ve dağılımın parametreleri maksimum olabilirlik yöntemi

kullanılarak belirlenmiştir. Hasar parametresi olarak görelî ötelenme değerini kullanmışlardır. Hasar seviyelerinin limit değerleri için Dutta ve Mander (1999) tarafından önerilen değerler kullanılmıştır.

Erberik ve Elnashai (2004), yaptıkları çalışmada, kirişsiz döşeme sistemine sahip orta yükseklikteki yapılar için hasar görebilirlik eğrilerini elde etmek amacıyla beş katlı bir düzlem çerçeve kullanmışlardır. Yapı modeli oluşturulurken dolgu duvarlarda dikkate alınmıştır. Hasar parametresi olarak görelî kat ötelenmesi değeri kullanılmış ve dört farklı hasar seviyesi tanımlanmıştır. Beton çelik malzemelerin dayanımına ait belirsizliklerin hesaba katılabilmesi için “Latin Hypercube Sampling Method” (McKay vd 1979) kullanılmıştır. Hasar görebilirlik eğrileri için lognormal dağılıma uyduğu varsayılan S_d değerini kullanmışlardır. Kiriş-kolon çerçeve sistemine ait hasar görebilirlik eğrilerinin literatürde yer alan çalışmalar ile (Hwang ve Huo 1997, Singhal ve Kiremidjian 1997) karşılaştırılabilmesi için hasar görebilirlik eğrileri tekrar S_a değerine bağlı olarak da türetilmiştir.

Akkar vd (2005), yaptığı çalışmada, düşük ve orta yükseklikteki betonarme binalar için hasar görebilirlik eğrilerini önermiştir. Çalışmada bina kapasitelerini elde etmek için 2 ile 5 katlı binalara ait saha verileri kullanılmıştır. Yapıların depremde gösterdiği tepki, 82 ivme kaydı ile doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz ile belirlenmiştir. Yer hareketi parametresi olarak lognormal dağıldığı kabul edilen MYH kullanılmıştır. Hasar parametresi olarak ise görelî ötelenme değeri seçilmiştir.

Karimi ve Bakhshi (2006), yığma yapılar için hasar görebilirlik eğrilerini önermişlerdir. Çalışmada yer hareketi parametresi olarak kümülatif mutlak hız kullanılmıştır. Hasar parametresi olarak Park-Ang modeli kullanılmıştır. Hasar parametresine bağlı olarak beş hasar seviyesi tanımlanmıştır. Doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz için 12 ivme kaydı seçilmiştir. Yapısal parametrelerdeki belirsizliğin dikkate alınmasında Monte Carlo Simülasyon tekniği (Rubinstein 1981) kullanılmıştır.

Kirçil ve Polat (2006), İstanbul’daki orta yükseklikteki binalar için hasar görebilirlik eğrilerini önermişlerdir. Mevcut yapıları temsil etmek üzere AY75’e göre tasarlanmış 3, 5 ve 7 katlı betonarme binalar seçilmiştir. Hasar seviyesi olarak akma ve göçme durumları dikkate alınmıştır. 12 adet yapay ivme kaydı kullanılarak Artımsal Dinamik Analiz ile (Vamvatsikos ve Cornell 2002) yapısal performans

değerleri elde edilmiştir. Dikkate alınan kat sayıları için, lognormal dağıldığı kabul edilen PGA, Sa ve Sd parametrelerine bağlı olarak hasar görebilirlik eğrilerini elde etmişlerdir. Lognormal dağılımın ortalama ve standart sapma parametreleri regresyon analizi ile kat sayısına bağı olarak ifade edilmiştir. Hasar görebilirlik eğrileri kat sayısına bağı olarak da türetilmiştir.

Ay vd. (2006), yaptığı çalışmada, hasar görebilirlik eğrileri ile betonarme binalardaki yetersizlikleri ifade etmiştir. Çalışmada AY97'ye göre tasarlanmış 3, 5, 7 ve 9 katlı düzlem çerçeve modelleri kullanılmıştır. Ayrıca yapı modellerinin analizinde dolgu duvarlar da dikkate alınmıştır. Yer hareketi parametresi olarak kullanılan MYH'ye göre gruplanmış 60 ivme kaydı kullanılmış ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile talep istatistikleri elde edilmiştir. Hasar parametresi olarak görel kat ötelenmesi kullanılmıştır. Beton ve çelik malzemelerin dayanımına ait belirsizliklerin hesaba katılabilmesi için "Latin Hypercube Sampling Method" kullanılmıştır.

Erberik (2007), Türkiye'deki betonarme binalar için hasar görebilirlik eğrilerini önermiştir. 1999 Marmara depremi sonrasında yapılan gözlem çalışması sonucunda elde edilen bina ve hasar verileri kullanılmıştır. Önerilen hasar görebilirlik eğrileri ile hasar verileri karşılaştırılmıştır. 100 ivme kaydı kullanılarak zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile görel ötelenmeye bağı hasar durumları belirlenmiştir. Yer hareketi parametresi olarak MYH kullanılmıştır.

3 MEVCUT TEK KATLI PREFABRİK SANAYİ YAPILARI

Bu bölümde prefabrik yapılarla ilgili genel bilgiler, tercih nedenleri ve Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan prefabrik sanayi yapılarının mevcut durumunu temsil eden yapısal parametrelerin dağılımlarına yer verilmiştir.

3.1 Prefabrik Yapı Sistemleri

Yapıyı oluşturan taşıyıcı sistemin ya da taşıyıcı olmayan elemanların fabrikalarda seri olarak üretilmesi işlemine prefabrikasyon, bu prefabrik elemanların yerinde monte edilmesi ile oluşturulan yapıya prefabrik yapı denir. Prefabrikasyon 19. yüzyılın başlarında başlamış ve konu ile ilgili ilk makale 1836 yılında İngiltere'de yayımlanmıştır. Prefabrikasyon ile ilgili ilk patent 1844 yılında yine İngiltere'de alınmıştır.

Prefabrik yapı sistemleri kolon-kiriş birleşim bölgesi özelliğine göre, mafsallı bağlantılı oluşturulabileceği gibi moment aktaran birleşimli olarak da oluşturulabilmektedir. Prefabriğe betonarme yapılar ülkemizde pek çok tipte ve türde inşa edilmektedir. Ancak ülkemizde üstten mafsallı bağlantıya sahip soket temellere oturtularak konsol şeklinde çalıştırılan kolonlardan ve makaslardan oluşan binalar prefabrik sanayi yapılarının çok büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Çeşitli nedenlerden dolayı prefabrik yapılar, konut türü çok katlı yapılarda yaygınlaşmamıştır. 1998 Adana-Ceyhan ve 1999 Marmara depremlerinde prefabrik sanayi yapılarının kötü performans göstermesi sektörü önemli ölçüde yavaşlatmıştır.

3.1.1 Prefabrikasyon ve Prefabrik Yapıların Avantajları

Prefabrikasyon üretimi fabrika koşullarında yapıldığından dolayı çok değişik biçim ve renklerde, yüksek dayanımlı betonarme elemanlar üretilebilmektedir. Su/çimento oranı kontrollü bir şekilde uygulanması ve de etkili vibrasyon ve kür olanakları ile betonun kalitesi arttırılmaktadır. Beton kalitesinin yüksek olması ve ön gerilme uygulaması boyutların küçülmesine olanak sağlamaktadır. Daha küçük kesit

boyutları yapının hafiflemesine, dolayısı ile yapıya gelecek olan deprem yüklerinin azalmasına neden olmaktadır. Bu üretimin belli standartlar çerçevesinde yapılması da inşaat kalitesinin yüksek olmasında ve yerinde imalata göre hata payının düşük olmasında önemli olmaktadır.

Prefabrike yapılar ile daha büyük açıklıkların geçilmesi mümkündür. Bu sayede daha verimli ve ekonomik alan kullanımı sağlanmaktadır.

Günümüzde üretim süresinin önemi göz önüne alındığında prefabrikasyon sayesinde inşaat süresi önemli ölçüde kısalmaktadır. Şantiye ortamında prefabrike elemanların montajı mevsim şartlarından pek fazla etkilenmemektedir. Fabrikasyon üretimi ile iskele-kalıp maliyeti oldukça düşürülebilmektedir. Tüm bu avantajlar bir arada düşünüldüğü zaman prefabrikasyonun daha ekonomik olduğu açıktır. Bu sebepten dolayı prefabrik yapılar, sanayi yapılarının yanında az ve çok katlı yapılarda (konut, ticari hizmet binaları, turizm yapıları, spor yapıları vs.), ulaşım ve elemanlarında (köprü, menfez, yol bariyerleri, alt ve üst geçitler, liman yapı ve elemanları vs.) ve diğer mühendislik yapılarında da tercih edilmektedir (TPB 1990).

3.1.2 Prefabrikasyon ve Prefabrik Yapıların Dezavantajları

Prefabrik yapılarda birleşim noktaları çok iyi tasarlanıp uygulanmaz ise, birleşimlerde devrilme ve kesme gibi ciddi hasarlar meydana gelmektedir. Daha çok deprem riski düşük olan bölgeler için geliştirilen ve ülkemizde de hızla yayılan bu yapı sistemi, mevcut hali ile deprem bakımından sorunlar içermektedir. Prefabrik yapıların deprem davranışını kestirmek sistemdeki süreksizlikler nedeniyle zordur. Prefabrik yapılarda taşıyıcı sistemler ayırık çalışmaktadır. Yatay yükler altında prefabrik yapı taşıyıcı sistem elemanları arasında yardımlaşma (yeniden dağılım) olmamaktadır. Tasarım aşamasında yapılan aksaklıklar şantiye ortamında giderilememektedir. Çok kaliteli ve hassas bir tasarım-planlama gerektirmektedir. Küçük açıklıklı prefabrik uygulamalarında pahalı olmaktadır. Prefabrik elemanların yerine taşınması ve montajı için kaliteli işçilik, uzun araçlar ve vinç kullanmak gerekmektedir. Bunlar maliyeti arttıran etmenlerdir.

3.2 Tek Katlı Prefabrik Sanayi Yapılarının Yaşanan Depremlerdeki Performansı

Ülkemizin büyük bir bölümü aktif deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Yaşanan depremler neticesinde özellikle yerleşim ve sanayi yapılarının yoğun olarak bulunduğu bölgelerde önemli miktarda can kaybının yanında, ekonomik olarak da ülkemize büyük sıkıntılar getiren sonuçlar ortaya çıkmıştır. 1998 Adana-Ceyhan ve 1999 Marmara depremlerinin neticesinde konut türü yapıların yanı sıra, pek çoğu prefabrik yapılardan oluşan sanayi bölgeleri de ciddi bir şekilde hasar görmüşlerdir. Bu yapılardaki hasarların maliyeti sadece bina maliyeti ile sınırlı olmamıştır. Fabrikalarda zarar gören teçhizatlar ve çalışmadan geçen işgünlerinin sayısı gibi etkenler de ekonomimizi oldukça etkilemiştir. Bu da bölge ve ülke sanayisi üzerinde tamiri ve telafisi mümkün olmayan sonuç ve zararlara sebep olmuştur. Prefabrik yapılarda ortaya çıkan hasarların bu denli ağır olması, bu yapıların ciddi bir biçimde sorgulanmasına sebep olmuştur.

“1998 Adana-Ceyhan depremi sonrasında Adana Organize Sanayi Bölgesi’nde yapılan çalışmada, makas kirişleri yaklaşık olarak doğu-batı doğrultusunda uzanan prefabrike yapılarda oluşan hasarın genellikle kirişlerin güneye düşmesi şeklinde olduğu, kirişleri kuzey-güney doğrultusunda uzanan binalarda ise daha çok kiriş uçlarındaki bağlantı deliklerinde hasar olduğu, bazı yapılarda ise kirişlerin çerçeve yönünde mesnetlerinden koparak devrildikleri gözlenmiştir.” (Bayülke, 1998).

Bu verilerden prefabrike yapıların deprem davranışlarını, çatı kirişine dik doğrultudaki deprem etkisindeki davranış ve çatı kirişi yönündeki davranış olarak ikiye ayırmak gerektiği sonucuna varılabilmektedir.

“Yapılan diğer bir çalışmada, tek katlı prefabrik yapılarda ortaya çıkan hasarların, genelde birleşim bölgelerindeki projelendirme ve detaylandırma yetersizliklerinden meydana geldiği belirtilmiştir” (Zorbozan vd. 1998).

“1999 Marmara depremleri sonrasında Marmara bölgesindeki prefabrik yapı hasarları ile ilgili yapılan bir çalışmada ise sadece Adapazarı Organize Sanayi Bölgesi’nde tamamen veya kısmen göçen sanayi tesisi oranının %80’e ulaştığı belirtilmektedir” (Ersoy vd. 2000).

“Türkiye Prefabrik Birliği (TPB) adına yapılan bir diğer çalışmada ise birliğe üye kuruluşların Adapazarı’nda yapmış oldukları 98 sanayi tesisinin 16’sında toptan göçme 8’inde ise kısmi göçme belirlenmiştir. Aynı çalışmada birlik üyesi kuruluşların İzmit yöresindeki %3’ünün depremden ağır ya da orta derecede hasar gördüğü belirlenmiştir”(Ataköy 1999).

Tüm bu olumsuzluklar nedeniyle tartışmaların hedefi haline gelen prefabrik yapıların hesabı ve tasarımıyla ilgili düzenleme çalışmalarına hız verilmiştir.

1998 yılında yürürlüğe giren Afet Yönetmeliği ile prefabrik binaların tasarımında göz önüne alınan deprem kuvvetleri arttırılmış, oluşacak yerdeğiştirmelere karşı sınır değerler getirilmiştir. Ayrıca kullanılacak malzemenin sınıfı ve detaylandırılması ile ilgili koşullar ağırlaştırılmıştır. 1998 Afet Yönetmeliği 2007 yılında bir kere daha yenilenmiştir. Mafsallı prefabrik yapıların tasarımında esas alınacak deprem yükleri daha da arttırılmış ve halen yürürlükte olan 2007 yönetmeliğine son şeklini almıştır. Prefabrike yapıların deprem güvenliğinin arttırılması için çıkartılan 1998 ve 2007 tarihli yönetmelikler oldukça yenidir ve dolayısı ile üzerinde tartışılması gereken asıl sorun yeni yapılacak binalardan ziyade, mevcut yapı stoğunun muhtemel bir deprem felaketine ne ölçüde hazır olduğu ile ilgili olmalıdır.

Yapılan incelemelerle, prefabrik yapılarda oluşabilecek hasarlar belli başlıklar altında toplanması mümkündür. Prefabrik yapılarda, yanal rijitliklerinin yetersiz olması, yönetmelik hükümlerini sağlamayan tasarımlar, yerel zemin koşullarının dikkate alınmaması, çatı kirişinin konsol ucuna oturtulması ve bu kirişlerin oluşan yanal ötelenmelerde yerlerinden düşmeleri (birleşim bölgelerinde meydana gelen hasarlar) gibi kusurlar bu tür yapıların için hasarın oluşmasında başlıca nedenler olarak gösterilebilmektedir. Çatı düzeyinde bir rijit diyaframın olmaması ise çerçevelerin birbirinden bağımsız hareket etmesine ve taşıyıcı sistem elemanları arasında yardımlaşma olmasına engel olmaktadır. Yaşanan depremlerde, kolonların ayakta kaldığı ama çatı düzlemi elemanlarının birleşim yetersizliği sebebiyle aşağıya düştüğü veya tamamen göçtüğü (Şekil 3.1-Şekil 3.2), göçme olmasa bile kolonlarda yanal rijitliğin düşük olmasına bağlı olarak yanal ötelenmelerin (Şekil 3.2) ve kolon tabanında plastik mafsalların oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.1: 1999 Marmara depreminde toptan göçme prefabrik yapılar (Ataköy;1999)



Şekil 3.2: 1999 Marmara depreminde prefabrik makas elemanın devrilmesi ile oluşan hasar (Ataköy;1999)



Şekil 3.3: 1999 Marmara depreminde toptan göçme prefabrik yapılar (Ersoy, 2000)



Şekil 3.4: 1999 Marmara depreminde kolonda oluşan plastik mafsal hasarı (Ataköy;1999)

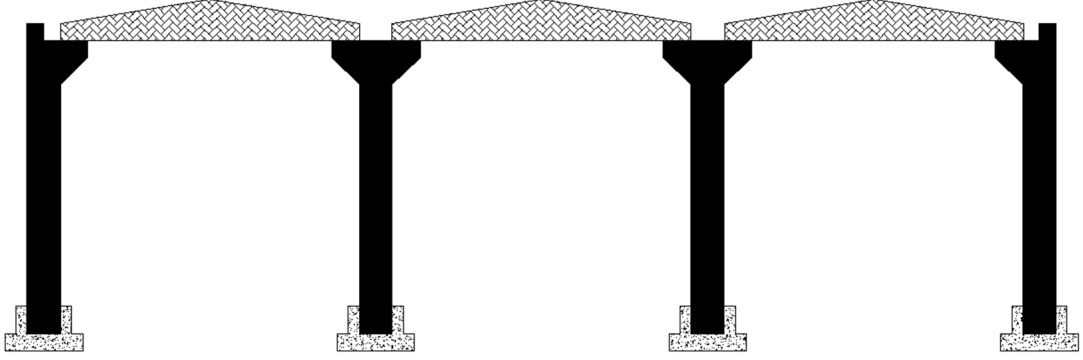
3.3 Denizli Organize Sanayi Bölgesinde Bulunan Prefabrik Yapılar

Yürütülen bu çalışma kapsamında ele alınan prefabrik binalara ait yapısal bilgiler, daha önce organize sanayi bölgesinde yapılan envanter çalışmalarına dayanmaktadır (TUBİTAK PROJESİ 110M255, PALANCI 2010). Söz konusu bu çalışmalar sırasında binaların kolon yükseklikleri, kolon boyutları, kolon boyuna donatı oranları, yanıl donatı oranları ve beton sınıfı bilgileri elde edilmiştir. Yapılan bu çalışmalar sonucunda bölgede bulunan sanayi yapılarının %66'sının tek katlı prefabrik binalardan oluştuğu görülmüştür. Bu tez kapsamında bölgede bulunan 98 adet tek katlı prefabrik binanın verileri kullanılmıştır. DOSB'nin havadan görünüşü ve söz konusu fabrikaların yerleşimi Şekil 3.5'de gösterilmektedir.

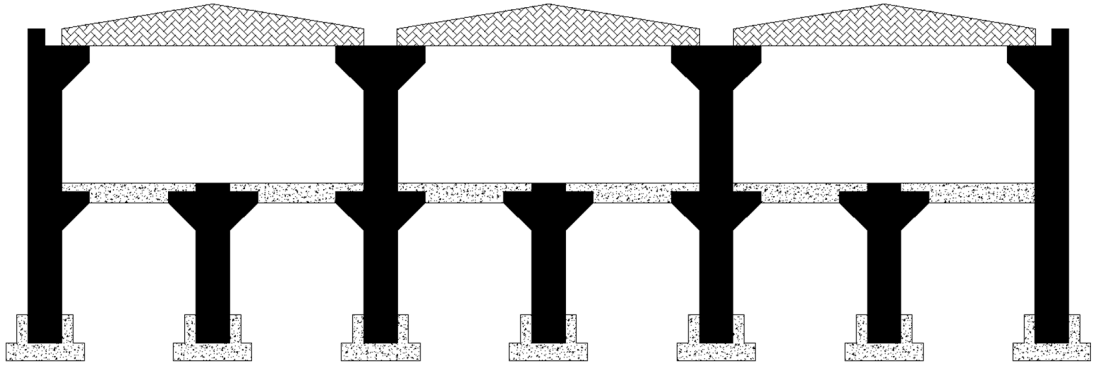


Şekil 3.5: Denizli Organize Sanayi Bölgesinin Havadan Görünüşü

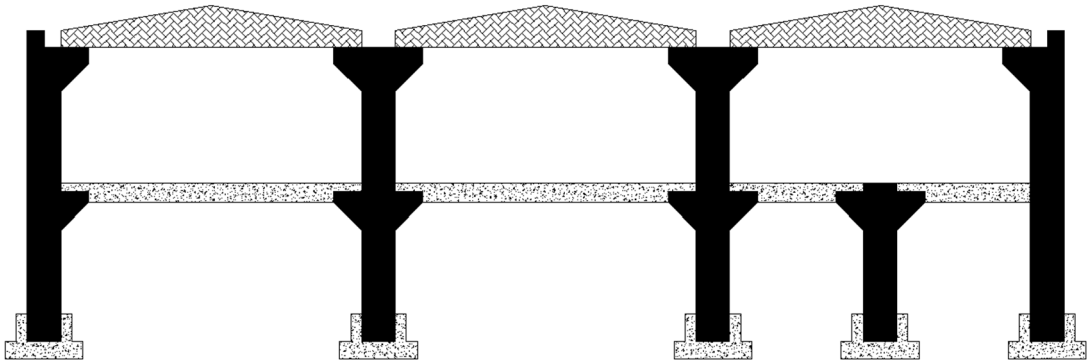
Proje ve saha çalışmaları sonucunda bölgede bulunan toplam 154 prefabrik yapının tek katlı, iki katlı ve karma (hem tek hem de çok katlı) olmak üzere 3 farklı tipte olduğu tespit edilmiştir (şekil 3.6-şekil 3.8).



şekil 3.6: Tipik tek katlı prefabrik yapının örnek gösterimi



şekil 3.7: Tipik çok katlı prefabrik yapının örnek gösterimi



şekil 3.8: Tipik karma prefabrik yapının örnek gösterimi

DOSB’nde bulunan yapıların kat dağılımları ile ilgili elde edilen sonuçlar Tablo 3.1’de verilmiştir. Tablo 3.1’den de anlaşılacağı üzere DOSB’nde yer alan prefabrik yapıların büyük bir çoğunluğunu prefabrik yapılar oluşturmaktadır.

Tablo 3.1: DOSB’nde yer alan bütün sanayi yapılarının dağılımları

Bina Tipi		Adet	Oran	Prefabrik Bina Oranı
Prefabrik Binalar	Tek Katlı	102	50%	66%
	2 Katlı	25	12%	16%
	3 ve Üzeri	3	1%	2%
	Karma	24	12%	16%
Σ Prefabrik Bina		154	76%	100%
Monotonik Betonarme		35	17%	
Çelik		14	7%	
Toplam		203	100%	

4 PREFABRİKE BİNALARIN DOĞRUSAL OLMAYAN YAPISAL ANALİZİ

Mevcut yapıların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi amacıyla son yıllarda artan şekilde doğrusal olmayan analiz yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Yapıların büyük deprem etkileri altında elastik ötesi davranış göstereceği bilindiğinden, yapının deprem performansı belirlenirken sistemin veya yapı elemanlarının yapacağı doğrusal olmayan yerdeğiştirmeler de göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun için ise yapıların doğrusal ötesi yerdeğiştirme kapasitelerinin hesabı gerekmektedir. Doğrusal ötesi kapasitelerin belirlenmesi ancak doğrusal ötesi analizlerin yapılmasıyla mümkün olmaktadır.

Bilindiği üzere bir yapıda hasar oluşması elastik ötesi deformasyonların artması ile oluşmaktadır. Bu yüzden yapıda hasar tahmini yapılmak isteniyorsa deformasyon cinsinden hesap yapılması gerekmektedir. Bunun içinde doğrusal olmayan davranış göz önüne alınmalıdır. Doğrusal olmayan analiz yöntemleri yapının doğrusal ötesi davranış gösterdiği durumda, hasarın belirli aşamalarında ve göçme anında nasıl davranacağını anlamamızda bize yardımcı olmaktadır. Tez kapsamında yapılan hesaplar da doğrusal olmayan davranış ilkesi göz önüne alınmıştır.

4.1 Yapı Sistemlerinin Doğrusal Olmayan Davranışı

Betonarme elemanlardan oluşan yapı sistemlerinin, gelen büyük kuvvetlere karşı koyabilmesi için doğrusal davranışının yanı sıra doğrusal ötesi davranışından da yararlanması gerekmektedir. Tasarım açısından bakıldığında, bina büyük bir kuvvete sadece doğrusal davranış göstererek cevap verebilecek şekilde tasarlanabilir. Ancak bu çözümün ekonomik olmayacağı açıktır. İstenilen durum ise binaların doğrusal ötesi yerdeğiştirmeler yaparak hasar görmesi ve bu sayede depremin enerjisini sönmüleyebilmesidir. Bu sönmü miktarı sünek bir davranış durumunda elastik sönmüme göre çok daha fazladır.

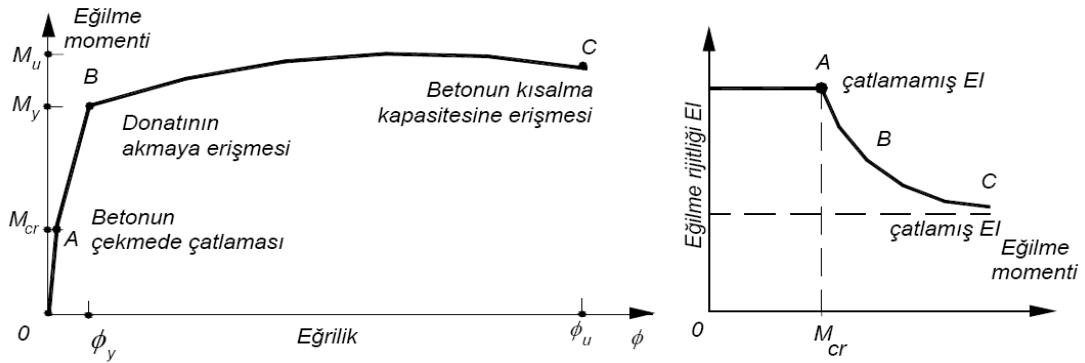
Yapı sistemlerinin dış yükler altındaki davranışlarının doğrusal olmaması genel olarak iki sebepten kaynaklanmaktadır:

1-) Malzemenin doğrusal-elastik olmaması nedeniyle, gerilme-şekildeğiştirme (σ - ϵ) bağıntılarının doğrusal olmaması

2-) Geometri değişimleri nedeniyle denge denklemlerinin doğrusal olmaması

Eğilme momentinin küçük değerleri için betonda basınç ve çekme gerilmeleri meydana gelirken, donatı elastik şekilde davranmaktadır. Kesitin eğilme rijitliğine ise beton kesitin elastik modülü ve brüt atalet momenti etkili olmaktadır. Momentin artmasıyla çekme bölgesindeki beton çatlamakta ve çatlak tarafsız eksene doğru ilerlemektedir. Betonun çatlaması moment-eğrilik değişiminde küçük de olsa ilk doğrusal davranıştan ayrılmayı meydana getirmektedir. Gerçekte betonun doğrusal olmayan davranışı artan gerilmelerle yavaş yavaş belirgin hale gelmektedir. Eğilme momenti artarken, beton basınç gerilmeleri dağılışı doğrusal olmayan bir değişimle oluşmakta ve donatı akma gerilmesine ulaşmaktadır. Momentin bu değeri M_y akma momentini olarak adlandırılmaktadır. Momentin artması ile donatı plastik uzama yaparken, betonda da doğrusal olmayan σ_c - ϵ_c değişimi çok daha belirgin hale gelmektedir. Genellikle donatının uzama kapasitesi büyük olduğu için, güç tükenmesi betonun en büyük kısıalma kapasitesine erişmesiyle ortaya çıkmaktadır ve de kesit taşıma gücüne erişmektedir” (Celep, 2007).

Şekil 4.1’de basit eğilme altındaki bir dikdörtgen kesitteki eğilme moment-eğrilik değişimi gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Betonarme kesitte eğilme moment-eğrilik ilişkisi (Celep, 2007)

4.2 Doğrusal Olmayan Teoriye Göre Analizde Plastik Mafsal Hipotezi

Malzeme bakımından doğrusal olmayan yapı sistemlerinde, doğrusal olmayan şekildeğiştirmelerin plastik mafsal adı verilen belirli kesitlerde toplandığı varsayılmaktadır. Göçme anındaki toplam şekildeğiştirmelerin doğrusal şekildeğiştirmelere oranı olarak tanımlanan süneklik oranının büyük olduğu ve doğrusal olmayan eğilme şekildeğiştirmelerinin plastik mafsal adı verilen belirli kesitlerde toplandığı, bunun dışındaki bölgelerde sistemin doğrusal-elastik davrandığı varsayılabilmektedir. Bu hipoteze plastik mafsal hipotezi adı verilmektedir.

Çakıroğlu ve Özer, (1980), plastik mafsal oluşumunu aşağıdaki gibi açıklamışlardır. “Betonarme kesitlerde moment etkisi altında dönme meydana gelmektedir. Yeterli sünekliğe sahip betonarme kesitlerin eğilme moment-eğrilik ilişkileri incelendiğinde, eğilme moment-eğrilik bağıntılarının esas olarak iki farklı bölgede oluştuğu gözlenmektedir. Birinci bölgede, eğilme momentinin düşük değerleri için, betonarme kesitlerin eğilme momenti-eğrilik bağıntıları doğrusal-elastik olarak kabul edilebilmektedir. Bu bölgede, kesitteki beton ve beton çeliği de doğrusal davranış bölgesinde kalmaktadır. Eğilme momentinin artan değerleri için, sırasıyla kesitte çatlama ve donatıda akma meydana gelmektedir. Kesitteki gerilmelerin artmasıyla birlikte, betonda ve beton çeliğinde doğrusal olmayan gerilme-şekildeğiştirme ilişkilerinin kesitin davranışında hâkim olmaya başlaması, kesitin eğilme momenti-eğrilik bağıntısının doğrusal davranışı terk etmesine neden olmaktadır. Eğilme momenti-eğrilik bağıntısının ikinci bölgesinde, eğri yataya yakın olmaktadır. Plastik davranışın hâkim olduğu bu bölgede, kesite etkiyen eğilme momentinde çok küçük artımlar meydana gelirken kesit dönmeleri ve eğrilik hızlı bir şekilde artmakta ve eğriliğin sınır değerine erişmesi ile kesitte güç tükenmesi meydana gelmektedir”

Bu aşamada kesit taşıma kapasitesine ulaşmış demektir. Bu aşamadan sonra taşıma kapasitesinde çok büyük artışlar gözlenmezken eğrilikte ve dolayısıyla plastik şekil değiştirmelerde büyük artışlar meydana gelmektedir. Plastik şekil değiştirmelerin meydana geldiği bu bölge, plastik mafsal bölgesi (L_p) olarak adlandırılmaktadır.

Süneklik üzerinde önemli etkisi olan plastik mafsal boyunun uzunluğu;

- Boyuna ve enine donatı çapı,
- Eksenel yük düzeyi
- Eğilme momentinin eleman boyunca değişimi,
- Sargı etkisi,
- Kesit boyutları,
- Mafsal ve moment sıfır noktası arası mesafe,
- Boyuna donatısının kenetlenme dayanımı gibi parametrelere bağlıdır.

Plastik mafsal uzunluğu ile ilgili literatürde bir çok çalışma yapılmıştır (Baker ve Amarakone 1964, Mattock 1967, Park vd. 1982, Paulay and Priestly 1992, Sheikh and Khoury 1993). Ancak, tez çalışması kapsamında prefabrik yapılarda yer alan narin kolonların plastik mafsal boyunun uzunluğu ile ilgili Park R., Paulay T. 1975, Fischinger vd. 2008 tarafından önerilen ve DBYBHY-2007, Bölüm 7’de yer alan yığılı plastik davranış modeli esas alınmış ve Denklem (4.1) kullanılmıştır.

$$L_p = 0.5H \quad (4.1)$$

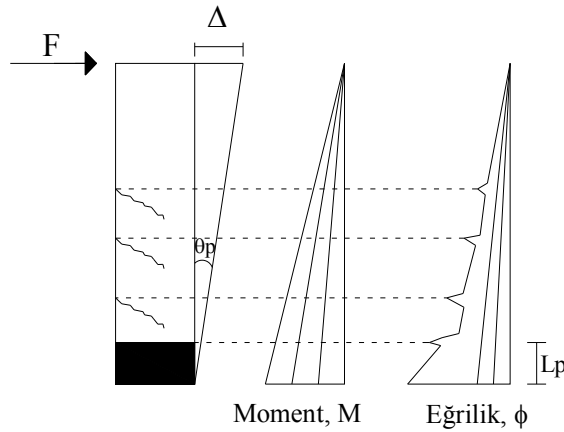
L_p : Plastik mafsal boyu

H : Eğilme doğrultusundaki kesit yüksekliğinin yarısı

Yapıların dinamik yükler altındaki enerji tüketme kapasiteleri, esas olarak bu bölgelerin plastik deformasyon kapasitelerine bağlıdır. Bu kapasiteyi etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar betonarme kesitler için; beton kalitesi, eksenel yük düzeyi, kesitteki donatı oranı ve sargı etkisi olarak sıralanabilmektedir.

4.2.1 Plastik Mafsal ve Moment-Eğrilik İlişkisi

Doğrusal ötesi davranışın olduğu varsayılan bölgelerin eleman yüksekliği boyunca yayılı olarak veya yoğunlaşmış bir bölge olarak dikkate alınması durumuna göre “yayılı” ve “yığılı” plastik davranış hipotezleri bulunmaktadır. Basitliğinden dolayı yığılı plastik davranış hipotezi daha yaygın kullanılmaktadır. 2007 yılında yürürlüğe giren deprem yönetmeliğinde de bu hipoteze yer verilmiştir. Yığılı plastik davranış hipotezine göre elemanlara ait doğrusal ötesi davranış parametreleri, bu davranışın eleman uçlarında yoğunlaşacağı varsayımına dayanarak hesaplanabilmektedir. Şekil 4.2’te moment-eğrilik ilişkisi verilmiş olan ve F yatay yüküne maruz bir konsol kolonda, momentin ve eğriliğin kolon boyunca değişimi görülmektedir. Kolona uygulanan F yükünün ve buna bağlı olarak momentin artması ile birlikte, özellikle momentin daha büyük olduğu mesnete yakın bölgede çatlaklar, plastik mafsal boyu bölgesince yoğunlaşmakta ve bu bölgede çatlaklara bağlı olarak plastik eğrilik belirgin biçimde artmaktadır.

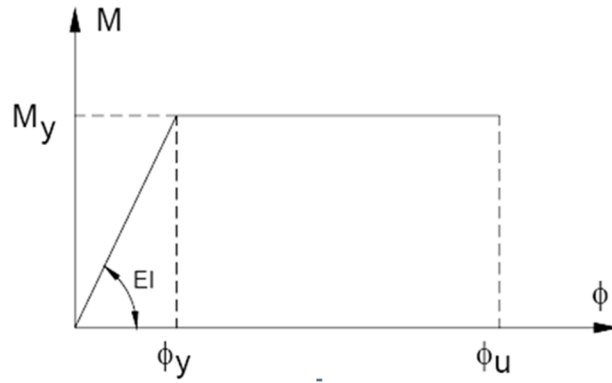


Şekil 4.2: Konsol kolonda mafsal oluşumu ve moment-eğrilik değişimi

Betonarme elemanların uç kısımları genellikle eğilme etkilerine maruz kalmaktadır. Dolayısı ile kesitte hasar ve doğrusal olmayan davranış bu kısımlarda görülmektedir. Plastik mafsallar, yönetmeliğimizde etriye sıkılaştırması yapılması şartı sebebiyle sargı bölgesi olarak adlandırılmış olan bu bölgelerde tanımlanmaktadır. Çalışmada ele alınan tek katlı mafsallı prefabrik kolonların konsol şeklinde davranması sebebiyle mafsallaşmanın kolon tabanlarında olduğu kabul edilmiş ve analizler bu kabule göre yapılmıştır.

Yapı sisteminin doğrusal olmayan davranışı, kendisini oluşturan elemanların doğrusal olmayan davranışlarına bağlı olarak ifade edilmektedir. Doğrusal olmayan davranış, yapı elemanlarının kritik kesitlerinde tanımlanan plastik mafsallarla temsil edilmektedir. Plastik mafsalların tanımlanmasından sonra yapılan analizler ile yapı kapasite eğrisi elde edilebilmektedir. Doğrusal olmayan analiz ve değerlendirmeler açısından yapı kapasite eğrisinin elde edilmesi önemli bir aşamadır.

Eğilme etkisi altındaki betonarme kesitin idealize edilmiş moment-eğrilik ilişkisi incelendiğinde iki farklı davranış bölgesi gözlenir. Bunlar elastik ve plastik bölgelerdir (Şekil 4.3). Şekil 4.3’de ki M_y kesitin moment taşıma kapasitesini, ϕ_y akma eğriliğini ve ϕ_u ise maksimum eğrilik değerlerini ifade etmektedir. Elastik bölgenin eğimi kesitin eğilme rijitliğini (EI) vermektedir. Akma eğriliği olan ϕ_y plastik davranışın başladığı anı belirtmektedir. Bu noktadan itibaren toplam eğrilik elastik ve plastik eğriliklerin toplamı olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.3: İdeal elasto-plastik davranış için moment-eğrilik ilişkisi

Betonarme kesitlerin moment eğrilik analizleri yapılırken beton ve çeliğin şekil değiştirme kapasiteleri DBYBHY 2007’ye göre belirlenmiştir. Beton ve çeliğe ait sınır değerlerden hangisine önce ulaşılmış ise o noktadaki eğrilik değeri maksimum eğrilik (ϕ_u) olarak kabul edilmektedir.

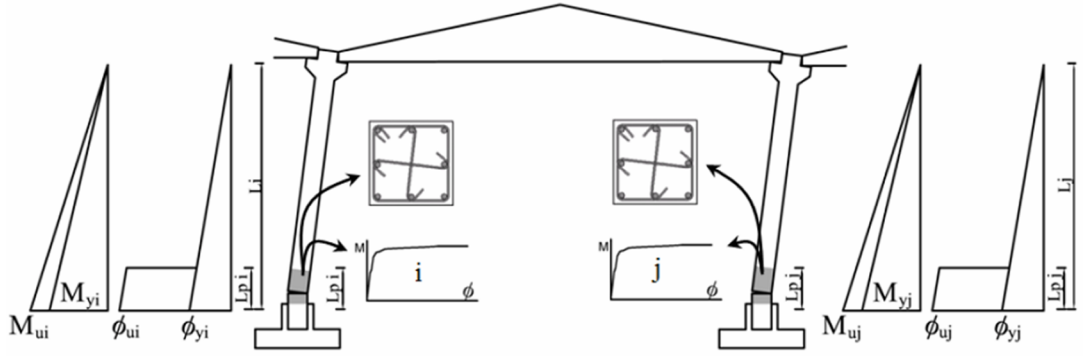
Beton davranışının sayısal çözümlenmelerde kullanılabilmesi amacıyla, deneysel verilere dayalı olarak elde edilmiş olan sargılı beton davranış modelleri bulunmaktadır. Tez çalışması kapsamında sargılı beton davranış modeli olarak Geliştirilmiş Kent-Park modeli (1982) kullanılmıştır.

Prefabrik kolonların kritik kesitlerindeki moment-eğrilik ilişkisinin belirlenebilmesi için kolon boyutlarının, kolon aksenal yük düzeylerinin, malzeme özelliklerinin ve donatı düzeninin bilinmesi gerekmektedir. Bu parametreler bilindiğinde, betonun

birim kısalmasının artan değerlerine karşılık denge ve uygunluk denklemlerinden elde edilecek kesit momenti ve kesit eğriliği değerlerinin oluşturduğu eğri, kesitin moment-eğrilik ilişkisi olarak elde edilmektedir.

Tek açıklıklı bir çerçeveyi oluşturan kolonların tabanlarında oluşan moment ve eğriliklerin şematik gösterimi Şekil 4.4’de 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 yerdeğiştirmelerin ifadesi Denklem 4.2- Denklem 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.4: Tek açıklıklı mafsallı örnek bir prefabrik yapıya ait kolonların moment-eğrilik hesaplarının şematik gösterimi

$$\delta_{y_i} = \frac{\phi_{y_i} L_p^2}{3} \quad (4.2)$$

$$\delta_{G\check{C}i} = \delta_{y_i} + (\phi_{G\check{C}i} - \phi_{y_i}) L_p \left(L_i - \frac{L_p}{2} \right) \quad (4.3)$$

$$\delta_{GV_i} = \delta_{y_i} + (\phi_{GV_i} - \phi_{ny}) L_p \left(L_i - \frac{L_p}{2} \right) \quad (4.4)$$

$$\delta_{MN_i} = \delta_{y_i} + (\phi_{MN_i} - \phi_{ny}) L_{p_i} \left(L_i - \frac{L_p}{2} \right) \quad (4.5)$$

Tek katlı mafsallı prefabrik yapılarda, çatı düzlemindeki bağlantıların mafsallı olması sebebiyle, çerçeveler birbirinden bağımsız olarak hareket etmektedirler. Dolayısı ile prefabrik sanayi yapılarının analizi, kendisini oluşturan düzlem çerçeveler ayrı ayrı dikkate alınarak yapılabilmektedir.

Prefabrik binayı meydana getiren kolonların her biri için moment eğrilik analizleri tekrarlanmış ve kolonlarda MN, GV ve GÇ sınırlarına karşılık gelen yerdeğıştirmeler hesaplanmıştır. Konsol şeklinde çalışan prefabrik kolonların moment kapasitelerine karşılık gelen kesme kapasiteleri Denklem 4.6'da gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$v_{t_i} = \frac{M_{ui}}{L_i} \quad (4.6)$$

Konsol şeklinde çalışan prefabrik kolonların tepe noktalarında aynı yerdeğıştirmeleri yaptıkları kabul edilmiştir. Yapılan bu kabulün sağladığı basitleştirmeden yararlanılarak binanın taban kesme kuvveti kapasitesi, kolonların kesme kapasitelerinin toplanması ile hesaplanmıştır. Yapılan işlemin matematiksel gösterimi Denklem 4.7'de verilmiştir.

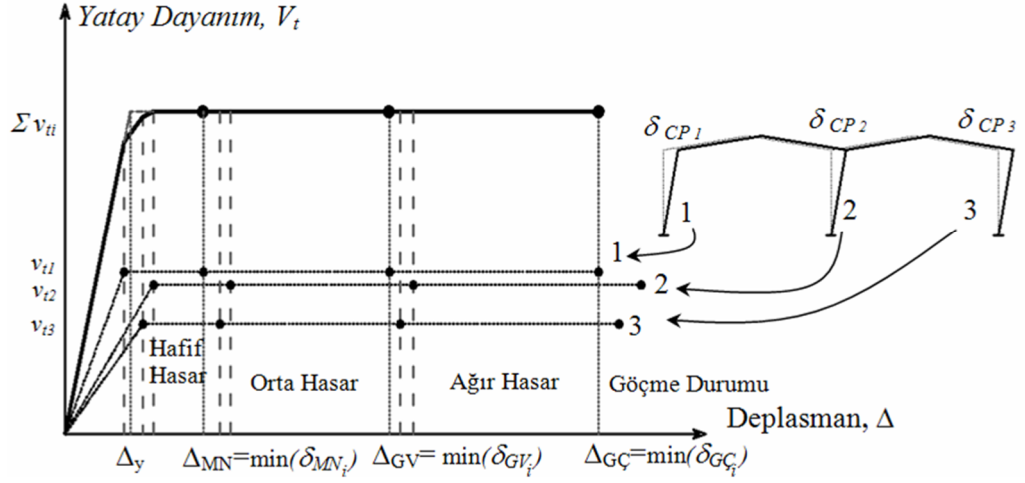
$$V_t = \sum_{i=1}^{N_k} v_{t_i} \quad (4.7)$$

Bina performans seviyeleri ve bu seviyelere karşılık gelen yerdeğıştirme sınırlarının hesabı sırasında izlenen yöntem Şekil 4.5'te gösterilmiştir. Hafif hasar, orta hasar, ağır hasar ve göçme ile tarif edilen bina performans aralıklarını tarif eden yerdeğıştirme sınırları (Δ_{MN} , Δ_{GV} ve $\Delta_{GÇ}$), her bir kolonda meydana gelen δ_{MN} , δ_{GV} ve $\delta_{GÇ}$ yerdeğıştirmelerinin en küçüğü göz önüne alınarak belirlenmiştir. Kullanılan yöntemin matematiksel ifadesi Denklem 4.8- Denklem 4.10'da verilmiştir. Binanın akma noktasının (Δ_y) hesabı için ise, kolon akma yerdeğıştirmelerine (δ_{yi}) dayanan kısmen grafiksel bir yöntem kullanılmıştır.

$$\Delta_{MN} = \min(\delta_{MNi}) \quad (4.8)$$

$$\Delta_{GV} = \min(\delta_{GV_i}) \quad (4.9)$$

$$\Delta_{GÇ} = \min(\delta_{GÇi}) \quad (4.10)$$



Şekil 4.5: Mafsallı prefabrik binalarda eleman kapasitesinden sistem kapasitesinin ve performans bölgelerinin elde edilmesinin şematik gösterimi

4.2.2 Betonarme Kesitlerdeki Eğilme Mafsalı Kriterleri

Tez kapsamında kullanılmak üzere seçilen tek katlı prefabrik bina çerçeveleri, 2007 Deprem Yönetmeliğinin 7. bölümünde verilmiş olan doğrusal olmayan hesap yönteminden faydalanılarak analiz edilmiştir. 2007 deprem yönetmeliğinde tarih edilen hasar sınırları ve bu sınırlara karşılık gelen beton ve donatıya ait şekildeğiştirme değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Doğrusal elastik olmayan yöntemlerde bu hasar sınırlarını tanımlayan beton birim şekildeğiştirme değerleri hacimsel sargı donatısı oranına bağlı olarak belirlenmekte, çelik donatı birim şekildeğiştirme değerleri ise kesit özelliklerinden bağımsız olarak her bir hasar düzeyi için belirli sabit değerler almaktadır. Prefabrik kolonların dayanım ve yerdeğiştirme kapasitelerinin elde edilmesi için Tablo 4.1’de verilen şekil değışırtme sınırları kullanılmıştır.

Tablo 4.1: 2007 Deprem Yönetmeliği hasar sınırlarına karşılık gelen şekildeğiştirmeler

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

Tablo 4.1’de verilen:

ρ_s : Kesitte mevcut bulunan enine donatının hacimsel oranı,

ρ_{sm} : Kesitte bulunması gereken donatının hacimsel oranı,

ε_{cu} : İlgili hasar sınırı için maksimum şekildeğiştirme,

ρ_{sm} değeri ile ilgili olarak çalışmada aşağıda yer alan kriterler göz önüne alınmıştır (Denklem 4.11-Denklem 4.12).

$$\rho_{sm} \geq 0.6 \left(\frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right) \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \quad (4.11)$$

$$\rho_{sm} \geq 0.15 \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \quad (4.12)$$

A_c : Beton kesit alanı;

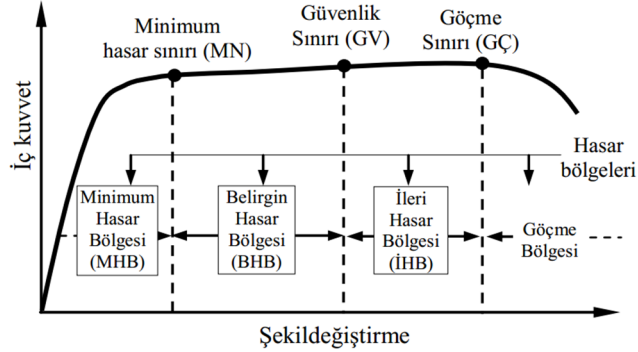
A_{ck} : Paspayı çıkarılmış çekirdek beton alanı,

f_{ck} : Beton karakteristik basınç dayanımı;

f_{ywk} : Donatı çeliği karakteristik dayanımı.

Verilen bu tablodan da anlaşılacağı gibi betonda izin verilen maksimum şekildeğiştirme kapasitesi ile kesitin sargı donatı miktarı arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır.

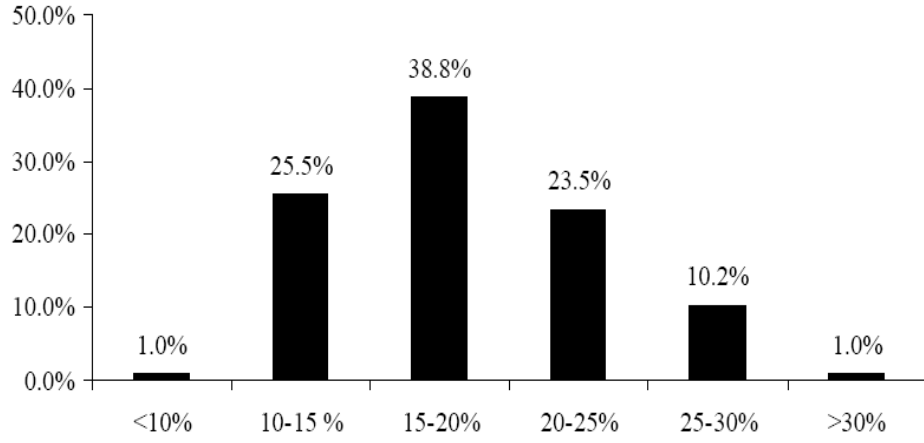
DBYBHY'ne göre; kesme kırılması ve yüksek aksenal yük nedeniyle oluşan gevrek kırılmalar dışında tüm elastik ötesi davranışlar için üç hasar sınırı ve dört hasar bölgesi tanımlanmıştır (Şekil 4.6).



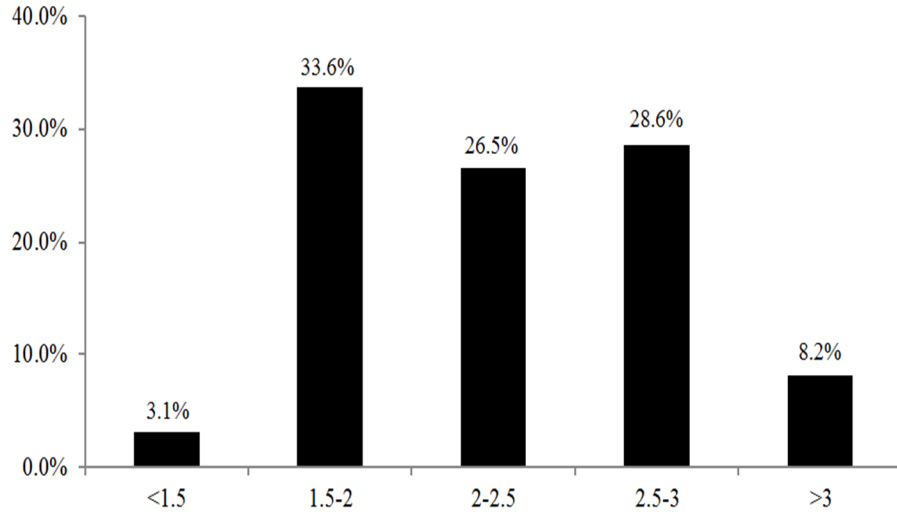
Şekil 4.6: DBYBHY'nde yer alan kesit hasar düzeyi/bölgesi tanımları

DOSB'nde bulunan tek katlı prefabrik sanayi yapılarının kapasiteleri Bölüm 4'te anlatıldığı gibi hesaplanmıştır. Binalara ait kapasitelerin elde edilmesinden sonra yapısal parametreler olan yatay dayanım oranı (V_t/W), süneklik kapasitesi (μ) ve periyot dağılımları elde edilmiştir (Şekil 4.7-Şekil 4.9).

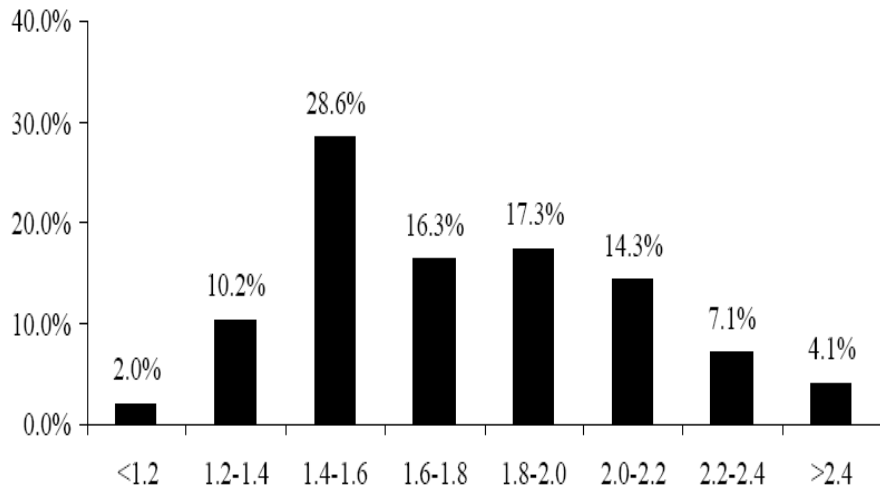
- Şekil 4.7'de 98 adet binaya ait yatay dayanım oranlarının dağılımları verilmiştir. Yatay dayanım oranlarının büyük bir çoğunluğunun %15'ten büyük olduğu görülmektedir.
- Şekil 4.8'de gösterilmiş olan süneklik kapasitelerinin büyük çoğunluğu 2 ile 2.5 arasında değişmektedir.
- Şekil 4.9'da binaların periyotlarının dağılımları verilmiştir. Periyotların 1 s'den uzun olduğu görülmektedir. Bu durum elastik yerdeğiştirme kapasitesinin yüksek, plastik yerdeğiştirme kapasitesinin ise düşük olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 4.7: 98 adet tek katlı binanın yatay dayanım oranları dağılımı



Şekil 4.8: 98 adet tek katlı binanın süneklik kapasiteleri dağılımı



Şekil 4.9: 98 adet tek katlı binanın periyotlarının dağılımı

5 PREFABRİK YAPILARDA DEPLASMAN TALEBİNİN HESABI

Mevcut yapıların performans dayalı tasarımının ve değerlendirilmesinin iki temel parametresini talep ve kapasite oluşturmaktadır. Bu parametrelerden talep, yapıya etkiyen deprem hareketini, kapasite ise yapının bu deprem etkisine mukabelesini temsil etmektedir. Yapıların, analizler sonucunda elde edilen kapasite eğrilerini ve hasar seviyelerini temsil eden limit deplasman değerlerinin belirlenmesinden sonra, deprem sebebiyle oluşabilecek yerdeğiştirme talebinin de analizler ile belirlenmesi gerekmektedir. Yerdeğiştirme talebinin hesabı için uygulanan analiz yöntemleri doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu iki yöntem arasındaki en önemli fark taşıyıcı sistem elemanlarının davranışına ilişkin yapılmış olan kabullerdir. Doğrusal olmayan sistemde oluşan yerdeğiştirme taleplerini hesaplamak için kullanılan eş enerji ve eş deplasman yaklaşımları, örnek olarak gösterilebilir.

Bu yaklaşımın dışında, elastik ötesi davranış sebebi ile oluşan sönüm üzerinden yerdeğiştirme talebini hesaplamayı hedefleyen yöntemler de bulunmaktadır. Kapasite spektrumu yöntemi (ATC 40), deplasmana dayalı analiz yöntemi bu yaklaşımlara örnek olarak gösterilebilir. Tez kapsamındaki prefabrik yapıların maksimum deprem taleplerinin hesabında zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi kullanılmıştır.

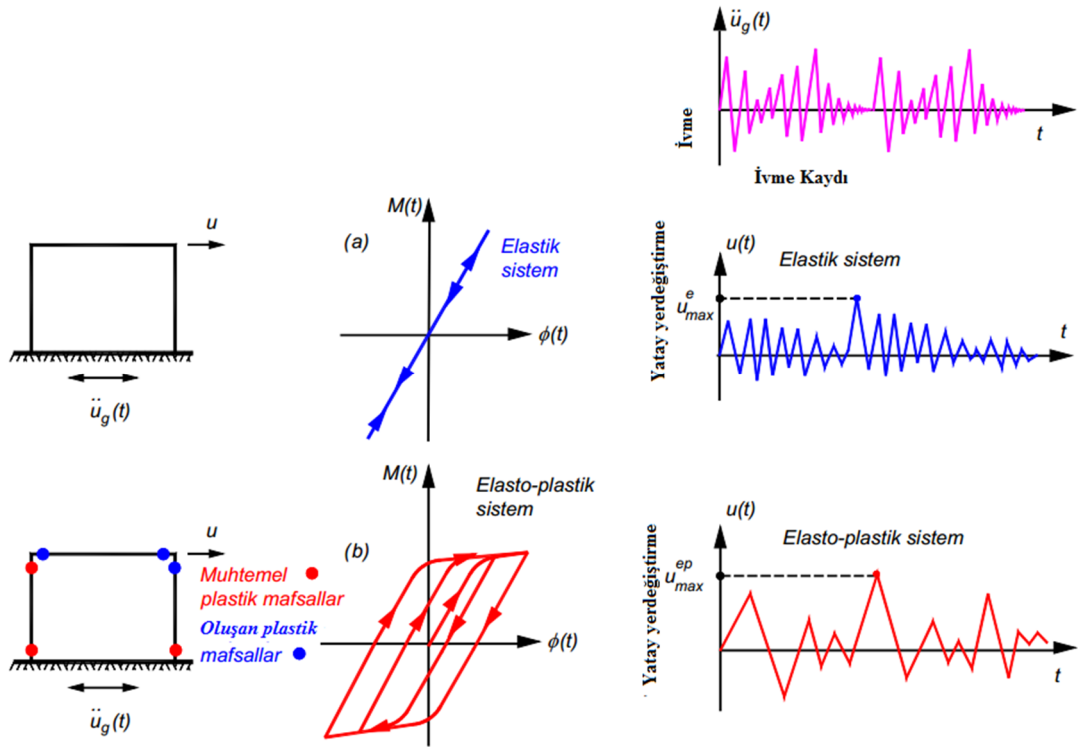
5.1 Zaman Tanım Alanında Analiz Doğrusal Olmayan Analiz

Deprem etkisi altındaki yapılarda ciddi yerdeğiştirmeler oluşmaktadır. Dolayısı ile yapılarda doğrusal olmayan davranış ortaya çıkmaktadır. Yapıların doğrusal olmayan davranışı dikkate alındığında, zaman tanım alanında analiz sismik davranışı belirlemede en iyi yöntem olarak kabul edilebilmektedir. Bu yöntemde yapıya etkiyen zamana bağlı etkiler altında, yapının tepkisi elde edilmektedir.

Zaman tanım alanında analiz için kullanılan iki yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan ilkinde çok serbestlik dereceli sistemler rijitlik ve dayanım kapasiteleri göz önünde bulundurularak tek serbestlik dereceli sistemlere dönüştürülmekte, tek serbestlik dereceli sistemin zaman tanım alanındaki analizi ile yerdeğiştirme talebi hesaplanmaktadır. Böylelikle tek serbestlik dereceli sisteme geçişten kaynaklanan avantaj sayesinde analizler çok daha hızlı bir biçimde yapılabilmektedir. Bununla birlikte yüksek titreşim modlarının etkilerinin çok daha belirgin olduğu çok katlı binalarda bu yaklaşım ile bulunan yerdeğiştirme talepleri gerçek durumu yeterince yansıtmamaktadır. Bu türden çok serbestlik dereceli sistemlerin zaman tanım alanındaki analizleri ise daha kapsamlı ve uzun hesaplamaları gerektirmektedir. Tek katlı mafsallı prefabrik sanayi yapıları, yapı kütlelerinin çatı düzleminde yoğunlaştığı düşünülerek tek serbestlik dereceli sistemler olarak kabul edilebilir. Tek serbestlik dereceli sistemin titreşiminin temel bileşenlerini kütle, rijitlik, sönüm ve dış kuvvet oluşturmaktadır. Burada sönüm enerji tüketim mekanizmasını, dış kuvvet ise hareketin kaynağını temsil etmektedir.

İlki ve Celep (2007), zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz konusu üzerinde yapmış oldukları çalışmada aşağıdaki tespitleri yapmışlardır.

“Bu yöntemde taşıyıcı sistemdeki doğrusal olmayan davranış göz önüne alınarak, kabul edilen bir deprem hareketi altında taşıyıcı sistemin hareket denklemi sayısal olarak çözülerek, doğrusal davranışta olduğu gibi, sistemin bütün elastik ve elastik ötesi şekil değiştirmeleri, yerdeğiştirmeleri ve kesit etkileri zamana bağlı olarak bulunmaktadır (Şekil 5.1). Daha sonra sistemde plastik mafsal dönmesi ile beton ve donatının birim uzaman/kısalma talepleri belirlenmektedir. Çözümü diğer yöntemlere göre daha kapsamlı olan bu yöntemde, kabullerin çok sayıda olması sonuçların yorumlanmasında özenli olmayı gerektirmektedir. Ayrıca, seçilen deprem kaydının yönetmelikte verilen spektrum eğrisi ile uyuşması ve de yeterli sayıda kayıtla çözüm yapılması gerekmektedir” (İlki, Celep, 2007).



Şekil 5.1: Doğrusal ve doğrusal ötesi davranış altında zaman tanım alanında çözümün şematik gösterimi (İlki, Celep, 2007)

Tek katlı prefabrik yapılara ait yatay dayanım oranları bilindiğinden doğrusal olmayan zaman tanım alanında analizler “Bispec” programı ile yapılırken her bina yatay dayanım oranları ve periyotları ile temsil edilmiştir (Bispec, <http://www.eqqsols.com>). Binalarda oluşan yerdeğiştirme talepleri buna göre hesaplanmıştır. Dayanım kapasitesi belli olan bir yapının, deprem talebinin hesabı için ivme kayıtlarının seçilmesi gerekmektedir. Tez kapsamında 364 adet ivme kaydı kullanılmıştır. Ayrıca binaların zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analizleri yapılırken doğrusal olmayan yerdeğiştirme talepleri 4 adet çevrimsel malzeme modeli için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Elastik-tam plastik, Elastik-peklemeli plastik, Modified Clough ve Bilineer Slip).

5.2 İvme Kayıtlarının Seçilmesi

Depremlerin ürettiği yer hareketi kayıtları, deprem mühendisliği açısından en temel verilerin başında gelmektedir. Bu verilerin elde olmaması durumunda sismik tehlikelerin gerçekçi olarak değerlendirilmesi ve uygun sismik tasarım yöntemlerinin geliştirilmesi mümkün olmamaktadır.

Deprem mühendisliği uygulamalarında yoğun olarak kullanılan deprem kayıtları, üç farklı şekilde ele alınabilmektedir. Deprem kayıtları hedef spektrumlar ile uyumlu olacak şekilde ve ya bazı sismolojik modellerin kullanılması ile sentetik olarak üretilebilmekte veya gerçek ivme kayıtları değiştirilmeden kullanılabilir. Bu çalışma kapsamında doğrusal ötesi analizler için gerçek ivme kayıtları kullanılmıştır. Gerçek ivme kaydı seçiminde genel olarak belirlenmiş herhangi bir kural yoktur. Ancak kullanılacak ivme kayıtlarının sayısı ve seçilecek ivme kayıtlarının taşıması gereken özellikler, yapılacak çalışmanın niteliğine bağlı olarak belirlenebilmektedir. Deprem senaryolarına bağlı olarak ivme kayıtlarının seçilmesinde, depremin büyüklüğü ve kayıtların faya olan mesafesi en fazla kullanılan kriterlerdir. Bir diğer kriter olarak da kayıtların alındığı bölgelerin zemin özellikleri kullanılabilir.

Seçilen gerçek ivme kayıtlarının öngörülen spektrum ile uyumlu olması veya deprem parametresinin dağılımının genişletilmesi için ölçeklendirilmesi gerekebilir. Fakat bu ölçeklendirme yapılırken deprem ivme kaydının karakteristiklerinin korunması gerekmektedir. Ölçeklendirme işlemi genel olarak ivme kaydının genliğinin doğrusal ölçeklendirme faktörü ile çarpılması şeklinde olmaktadır. Bu şekilde yapılan ölçeklendirmenin amacı gerçek ivme kaydının, frekans içeriği, süresi ve çevrimsel içeriği gibi özelliklerinin korunmak istenmesidir.

Tez çalışması için PEER (Pasific Earthquake Engineering Center) kuvvetli yer hareketi veri tabanından seçilen (<http://peer.berkeley.edu/smcat/>) 28 depreme ait ivme kayıtları alınmıştır. İvme kayıtlarının seçiminde hasara sebep olabilecek büyüklükte ki depremler (büyüklüğü 5.4-7.6 arasında değişen depremler) tercih edilmiştir. İvme kayıtlarının seçildiği depremlere ait tarih ve depremlerin moment büyüklüğü M_w , yerel büyüklük M_L ve yüzey dalgası büyüklüğü M_S değerleri Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1: Kullanılan İvme Kayıtları

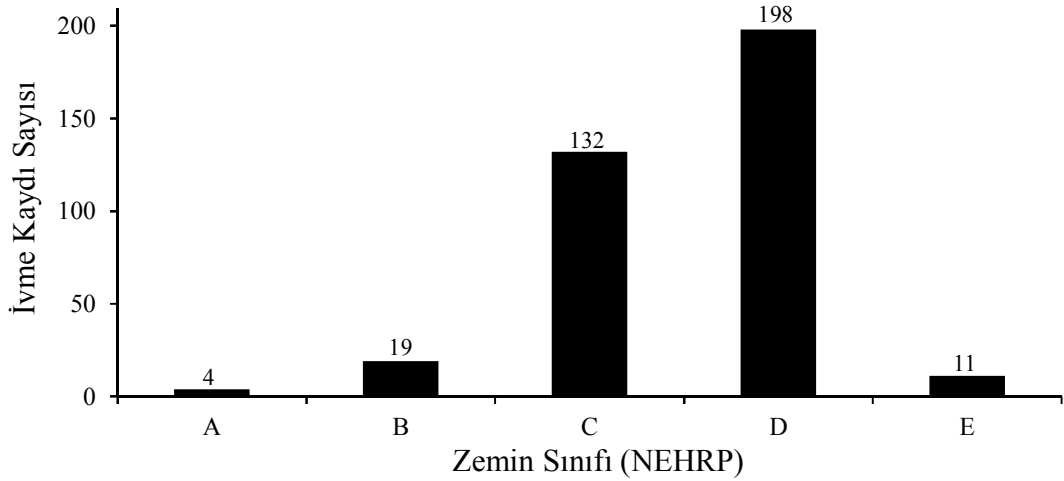
Sıra	Deprem Adı	Tarih	M _w	M _L	M _s
1	<i>Cape Mendocino</i>	1992/04/25	7.1		7.1
2	<i>Chi-Chi, Taiwan</i>	1999/09/20	7.6	7.3	7.6
3	<i>Coalinga</i>	1983/05/02	6.4	6.7	6.5
4	<i>Coyote Lake</i>	1979/08/06	5.7	5.7	5.6
5	<i>Duzce</i>	1999/11/12	7.1	7.2	7.3
6	<i>Erzincan</i>	1992/03/13	6.9		
7	<i>Friuly, Italy</i>	1976/05/06	6.5	6.2	6.5
8	<i>Gazli, USSR</i>	1976/05/17	6.8		7.3
9	<i>Imperial Valley</i>	1979/10/15	6.5	6.6	6.9
10	<i>Irpinia, Italy</i>	1980/11/23		6.5	
11	<i>Kobe</i>	1995/01/16	6.9		
12	<i>Kocaeli</i>	1999/08/17	7.4		7.8
13	<i>Landers</i>	1992/06/28	7.3		7.4
14	<i>Livermore</i>	1980/01/27	5.4	5.4	5.5
15	<i>Loma Prieta</i>	1989/10/18	6.9		7.1
16	<i>Mammoth Lakes</i>	1980/05/27	6.0	6.2	6.0
17	<i>Morgan Hill</i>	1984/04/24	6.2	6.2	6.1
18	<i>N. Palm Springs</i>	1986/07/08	6.0	5.9	6.0
19	<i>Nahanni, Canada</i>	1985/12/23	6.8		6.9
20	<i>Northridge</i>	1994/01/17	6.7	6.6	6.7
21	<i>Parkfield</i>	1966/06/28	6.1	6.1	
22	<i>San Fernando</i>	1971/02/09	6.6		6.6
23	<i>Spitak, Armenia</i>	1988/12/07	6.8		7.0
24	<i>Superstition Hills (B)</i>	1987/11/24	6.7		6.6
25	<i>Tabas, Iran</i>	1978/09/16	7.4	7.7	7.4
26	<i>Victoria, Mexico</i>	1980/06/09		6.1	6.4
27	<i>Westmorland</i>	1981/04/26	5.8	5.6	
28	<i>Whittier Narrows</i>	1987/10/01	6.0	5.9	5.7

İvme kayıtlarının seçiminde kayıtların alındığı zeminlerin özelliği bu tez kapsamında ölçüt olarak kullanılmamıştır. Ancak PEER’da ivme kayıtlarının alındığı kayıt istasyonunun ne tür bir zemin üzerinde yer aldığı konusunda bilgiler verilmektedir. Zeminler, ilk 30 m kalınlığındaki kısımlarında belirlenen, ortalama kayma dalgası hızı $V_{s,30}$ ile sınıflandırılmaktadırlar. NEHRP (National Earthquake Hazards Reduction Program) tarafından kullanılan sınıflandırma Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2: NEHRP'e göre zemin gruplarının sınıflandırılması

Zemin Sınıfı	$V_{s,30}$
A	>1500
B	760-1500
C	360-760
D	180-360
E	<180

Seçilen 364 adet ivme kaydının zemin sınıfına göre dağılımları Şekil 5.2'de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi kayıtların %36'sı (132 adet) C sınıfı zeminlere, %54'ü (198 adet) D sınıfı zeminlere aittir.

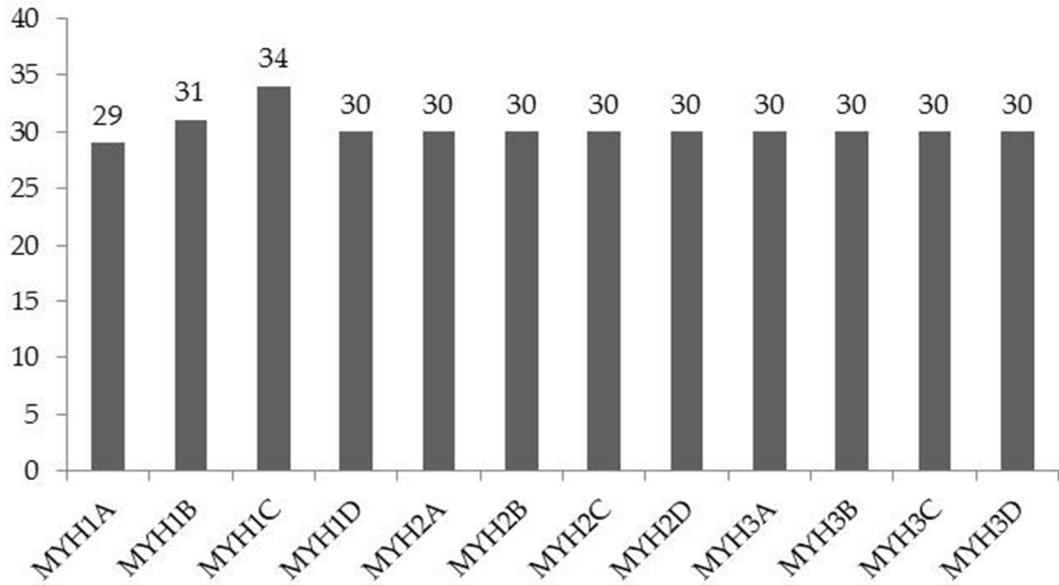


Şekil 5.2: İvme kayıtlarının zemin sınıfına göre dağılımı

Akkar ve Özen (2003), tarafından yapılan çalışmalarda, “Periyodu 1.0 saniye ve üzerinde olan tek serbestlik dereceli sistemlerde doğrusal olmayan dinamik analiz sonucu elde edilen maksimum yerdeğiştirme istemi ile maksimum yer hızı (MYH) arasında iyi bir korelasyon bulunduğunu söylemişlerdir.” (Akkar ve Özen, 2003). Aynı şekilde Wald vd., (1999) yaptıkları çalışmalarda, tek katlı prefabrik sanayi yapılarının efektif titreşim periyotlarının 1.0s-3.5s arasında olduğunu göstermiştir. Ayrıca “Deprem büyüklüğü ya da depremin hissedilen şiddeti ile MYH arasında da güçlü bir korelasyon bulunduğunu gösteren çalışmalar da yapmışlardır.” (Wald vd., 1999).

Bu sebeple tez kapsamında hasar görebilirlik eğrileri hazırlanırken depremin parametresi olarak deplasman talebi ile ilişkili olduğu bilinen MYH, ivme kayıtlarının seçiminde kriter olarak kullanılmıştır. İvme kayıtlarının seçiminde dikkat edilen ikinci koşul ise maksimum yer hızı parametresinin 20 cm/s ile 80 cm/s arasında olacak şekilde seçilmesidir. Seçilen ivme kayıtları MYH değerlerine göre 3 alt gruba ayrılmıştır. Birinci alt grup MYH1, MYH'nin 20-40 cm/s arasında olan kayıtlardan, ikinci alt grup MYH2, MYH'nin 40-60 cm/s arasında olan kayıtlardan, üçüncü grup MYH3 ise MYH'nin 60-80 cm/s arasında olan kayıtlardan oluşmaktadır. Her bir grup ayrıca kendi içerisinde 5 cm/s aralıklı olarak 4'e bölünmüştür (Şekil 5.3).

İvme kayıtlarının seçimi sırasında benimsenen bu yöntem, daha sonraki aşamalarda hasar görebilirlik eğrilerinin daha sağlıklı bir biçimde oluşturulabilmesi açısından önemlidir. MYH değerlerinin bu şekilde sınıflandırılması hafif, orta ve şiddetli deprem durumları için gerçekleştirilecek hasar tahminlerinin de birbiri ile karşılaştırılabilmesi açısından da kolaylık sağlayacaktır.



Şekil 5.3: Seçilen kayıtların maksimum yer hızına göre sınıflandırılması

Seçilen ve ölçeklendirilen ivme kayıtlarına ilişkin bilgiler çalışmanın sonundaki EK A.1 bölümünde verilmiştir.

5.3 Doğrusal Olmayan Histeretik Çevrim Modelleri

Histeretik çevrim modelinin doğrusal olmayan sistem davranışı üzerinde etkisinin olup olmadığı bu tez kapsamında araştırılmıştır. Analizler sırasında elastik-tam plastik (EP), elastik- pekleşmeli plastik (EP%5), Geliştirilmiş Clough (M-CL) ve iki doğrulu sıyrılma (B-SL) modeli olmak üzere toplam 4 farklı çevrim modeli ile hesap yapılmış ve bulunan sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Elastik-tam plastik ve elastik-pekleşmeli plastik çevrim modellerinin görünüşü Şekil 5.4 ve Şekil 5.5'te gösterilmektedir. Ticari veya akademik amaçlar için üretilen ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yapabilme özelliğine sahip olan yazılımların hemen hemen tamamında yer alan bu çevrim modeli, basitliği sebebiyle yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bununla birlikte özellikle takip eden çevrimler sebebiyle meydana gelen rijitlik ve dayanım kayıplarının bu modeller ile temsil edilebilmesi mümkün değildir. Çalışma kapsamında ele alınan prefabrik binalarda aksenal kuvvet düzeylerinin düşük oluşu, düşük aksenal kuvvet sebebiyle çevrim sıkışmasının beklenmemesi ve muhtemel bir pekleşme durumunun doğuracağı sonuçların araştırılabilmesi için elastik-plastik çevrim modelleri kullanılmıştır (Şekil 5.4-Şekil 5.5).

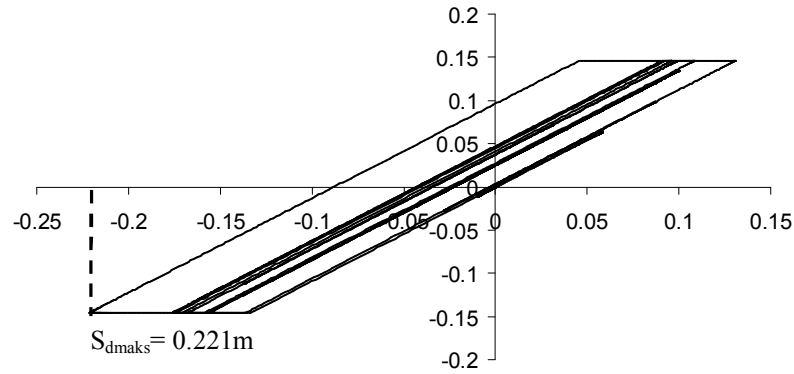
Deprem sebebiyle meydana gelen tersinir yük çevrimleri mafsallarda oluşan çatlakların büyümesine ve böylelikle de betonarme elemanlarda rijitlik kayıplarının oluşmasına sebep olmaktadır. Çalışma kapsamında ele alınan prefabrik kolonların en kesitlerinin küçük, boylarının ise büyük olması sebebiyle kesit tabanlarında oldukça önemli seviyelerde eğilme çatlakları meydana gelmektedir. Bu türden kayıpların talep hesabı üzerindeki etkilerini araştırmak için Geliştirilmiş Clough çevrim modelinden faydalanılmıştır (Şekil 5.6). Söz konusu şekilden de görüleceği gibi artan çevrimler sırasında yük-deplasman grafiğinin eğimi azalmakta, başka bir ifade ile rijitlik kayıpları oluşmaktadır.

Yapılan hesaplamalar soket temellere oturtularak inşa edilen prefabrik kolonların tasarımını belirleyen öncelikli unsurun görelî ötelenme sınırı olduğunu göstermektedir. Kolonlarda bulunan boyuna donatı oranlarının yönetmelikte verilen minimum donatı sınırına yakın olması da bundan kaynaklanmaktadır. Boyuna donatıların minimum sınırlara yakın olması kolon tabanlarında sıyrılma riskini akla getirmektedir. Bu türden bir sıyrılma davranışının talep hesapları üzerinde ne ölçüde

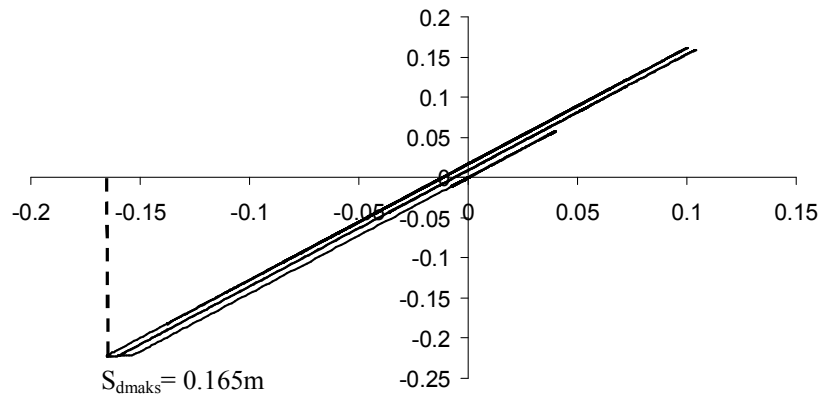
Tablo 5.3: Bina #64 ve #77'ye ait yapısal bilgilerin durumu

Model	% V_t/W	T_1 (s)	S_{dy} (m)	S_{dMN} (m)	S_{dGV} (m)	$S_{dGÇ}$ (m)	S_{dmaks} (m)
Bina T64	14.557	1.92	0.134	0.162	0.236	0.255	0.221
Bina T77	22.214	1.67	0.155	0.187	0.322	0.377	0.165

Zaman tanım alanında yapılan dinamik analiz sonucunda #64 ve #77 binasında meydana gelen spektral ivme ve spektral yerdeğiştirme değerlerinin görünüşleri Şekil 5.8 ve Şekil 5.9'de sırasıyla gösterilmiştir. Bu şekillerden de anlaşılacağı gibi söz konusu binalarda meydana gelen en büyük yerdeğiştirme talepleri sırasıyla 22.1cm ve 16.5cm seviyesindedir. Elde edilen sonuçlar #64 binasında orta hasar oluşacağını, #77 binasının ise hafif hasar alacağını göstermektedir.

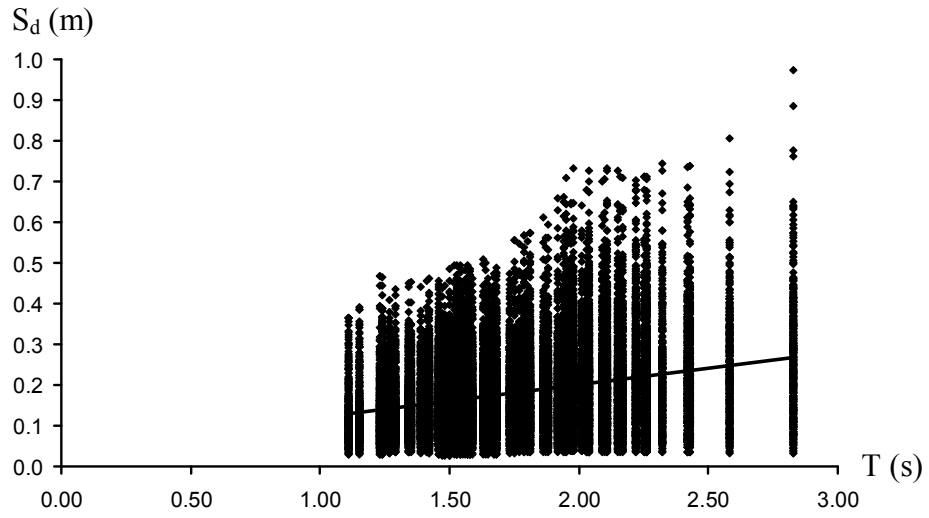


Şekil 5.8: Dinamik analiz sonucu elde edilen Bina #64'e ait histeresis eğri



Şekil 5.9: Dinamik analiz sonucu elde edilen Bina #77'ye ait histeresis eğri

Tek katlı örnek binalar için yukarıda gösterilen işlem adımları, 98 adet tek katlı bina için 364 deprem kaydı ve 4 adet histeretik malzeme modelinin her biri göz önüne alınarak tekrarlanmış ve toplamda 142688 adet yerdeğiştirme talebi hesaplanmıştır. Tek katlı prefabrik binalarda, elde edilen bu taleplerden elastik-tam plastik çevrim modeli için yapılmış olan analiz sonuçlarının periyoda göre değişimleri Şekil 5.10'de gösterilmiştir. Şekilde gösterilmiş olan eğim çizgisi periyot arttıkça talep değerlerinin de arttığını göstermek için verilmiştir.



Şekil 5.10: Tek katlı binalarda doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz sonucu oluşan deplasman taleplerinin bina periyotlarına göre değişimi (EP%0)

6 MEVCUT YAPILARDA HASAR GÖREBİLİRLİK EĞRİLERİ

Yaşanan depremler sonucunda mevcut yapılarda meydana gelen hasarlar ve bu hasarların sonucu oluşan can ve mal kayıpları, yeni yapılacak olan yapıların depreme dayanıklı tasarlanması ve mevcut yapıların deprem performanslarının ve deprem riskinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi konularının önemini artırmıştır. Bu yüzden gelecek depremler sırasında meydana gelecek can ve mal kayıplarının tahmin edilebilmesi için olasılık tabanlı hasar ve kayıp tahmini çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Hasar ve kayıpların tahmini için yapılan çalışmalar; deprem tehlikesinin tanımlanması, bina verilerinin elde edilmesi, yapı davranışının analizlerle değerlendirilmesi, hasar görebilirliğin belirlenmesi ve risk tahmini olmak üzere 5 başlıkta toplanmaktadır. Olasılıksal yaklaşımın aracı olarak hasar görebilirlik eğrileri (fragility curves), yapılarda değişik deprem seviyelerinde hasar meydana gelebilme olasılığını belirten eğrilerdir. Hasar görebilirlik eğrileri, binanın davranışını nitel olarak ifade eden bir deprem davranış parametresine bağlı olarak, yapısal veya yapısal olmayan hasarların belirli hasar düzeylerine (hafif, orta, ağır) erişmesinin veya o düzeyleri aşmasının birikimli (kümülatif) olasılığını ifade eden analitik fonksiyonlardır.

Eğriler genel olarak ampirik ya da analitik olarak elde edilebilmektedir. Ampirik eğrilerin oluşturulmasında, deney sonuçlarının ya da geçmiş depremlerde gözlenen yapısal hasarların dağılımı dikkate alınmaktadır. Analitik eğrilerin oluşturulmasında ise yapısal modellerinin doğrusal olmayan analizleri neticesinde elde edilen veriler kullanılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında ise mevcut 98 adet tek katlı prefabrik yapıya ait hasar görebilirlik eğrileri analitik yöntem kullanılarak hesaplanmıştır. Seçilen 28 adet depreme ait 364 adet ivme kaydı kullanılarak her prefabrik yapıya ait deplasman talebi zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi ile belirlenmiştir.

Daha sonra deplasman talebi kapasite eğrisi üzerindeki hasar seviyeleri ile karşılaştırılmış ve ilgili hasar seviyesi için aşılma oranları elde edilmiştir. Elde edilen aşılma oranları kullanılarak iki parametrelili lognormal dağılım kabulü ile hasar görebilirlik eğrisi parametreleri olan ortalama (μ) ve standart sapma (σ) değerleri en küçük kareler yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

6.1 Analitik Hasar Görebilirlik Eğrileri

Hasar görebilirlik ilişkilerini üretebilmek amacıyla kullanılan iki ana yaklaşım bulunmaktadır. İlk yaklaşım geçmiş deprem gözlemlerinden elde edilen hasar verilerine dayanan ve makro-sismik yöntem olarak adlandırılan yöntemdir. İkinci yaklaşım yapıların basitleştirilmiş modellerinden elde edilen kapasiteleri ile deprem talebinin karşılaştırılmasına dayanan analitik yöntemdir. Hasar görebilirlik matematiksel olarak koşullu olasılık ifadesi ile Denklem 5.1'de olduğu gibi ifade edilebilmektedir.

$$\text{Hasar Görebilirlik} = P[R \geq r|I] \quad (5.1)$$

Denklem 5.1'de, R analiz sonucunda hesaplanmış olan yapısal tepkiyi ve r öngörülen hasar seviyesi için oluşan yapısal tepkinin minimum değerini ifade etmektedir. I ise yapısal tepkinin hasar seviyesini aşma olasılığının hesaplanması amacıyla rastgele değişken olarak kullanılan yer hareketi parametresidir. O halde, yer hareketi parametresinin I olması koşulu ile, yapısal tepkinin hasar seviyelerine ait limit deplasman değerini aşma olasılığı hasar görebilirlik olarak ifade edilmektedir. Dolayısıyla hasar görebilirliğin hesaplanması için değerlendirmede kullanılacak yapısal tepkinin, hasar seviyelerinin limit değerlerinin ve yer hareketi parametresinin seçilmesi gerekmektedir. Tez kapsamında yapısal tepki olarak doğrusal olmayan zaman tanım alanında analizler ile elde edilen maksimum deplasman talepleri kullanılmıştır. Farklı yapı türleri için hasar görebilirlik eğrilerinin önerildiği çalışmalarda dikkate alınan yapı türüne uygun olarak analiz yöntemi, yer hareketi parametresi ve hasar parametresi seçilebilmektedir.

İki parametrelili lognormal dağılımın kabulü için, belirli bir hasar seviyesine karşılık gelen birikimli aşılma olasılığı Denklem 5.2 kullanılarak belirlenmiştir. Denklemde

yer alan Φ standart normal birikimli dağılım fonksiyonunu, MYH ise lognormal dağıldığı kabul edilen yer hareketi parametresini göstermektedir.

$$Pr = \Phi \left[\frac{\ln MYH - \mu}{\sigma} \right] \quad (5.2)$$

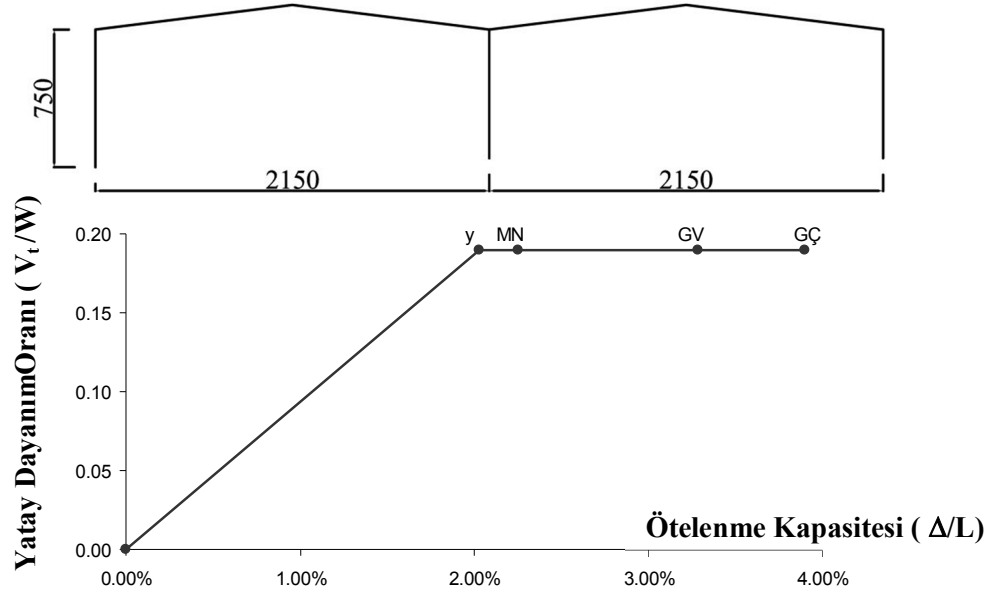
Sonuçta, tek katlı prefabrik yapılara ait hasar görebilirlik eğrileri yukarıda tanımlanan işlem adımları takip edilerek analitik olarak belirlenmiştir. DOSB’de yer alan farklı yapısal özelliklere sahip iki adet tek katlı prefabrik bina örnek olarak seçilmiş ve söz konusu binalara ait hasar görebilirlik eğrilerinin nasıl hesaplandığı gösterilmiştir.

6.1.1 Bina #19 İçin Hasar Görebilirlik Eğrisi Hesabı

Denizli Organize Sanayi Bölgesi’nde yer alan tez kapsamındaki 98 adet binadan biri olan bina #19’un saha çalışmaları ile incelenmesi sırasında çekilen fotoğrafları Şekil 6.1’de, binanın deprem davranışını temsil ettiği düşünülen ve binadan seçilen çerçevenin görünüşü ve kapasite eğrisi ise Şekil 6.2’de verilmiştir. Ayrıca binaya ait kapasite parametreleri Tablo 6.1’de verilmiştir.



Şekil 6.1: Bina #19’a ait sahadan çekilmiş olan resimler

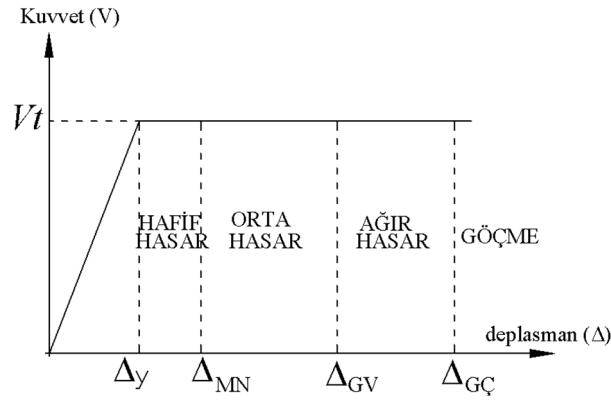


Şekil 6.2: Bina #19 için seçilen çerçeve görünüşü ve binaya ait kapasite eğrisi

Tablo 6.1: Bina #19'a ait kapasite parametre bilgileri

Model	V_t/W	T_1 (s)	Δ_y (m)	Δ_{MN} (m)	Δ_{GV} (m)	$\Delta_{GÇ}$ (m)
Bina #19	18.97%	1.8	0.152	0.186	0.27	0.292

Binaya ait hasar sınırlarının hesaplanması ve yapılan doğrusal olmayan dinamik analiz neticesinde deprem taleplerinin belirlenmesiyle birlikte, her bina için deprem talebi ile yerdeğiştirme kapasitesi karşılaştırılmış, böylelikle ilgili hasar seviyesinin aşılma olasılığı seçilen her MYH grubu için hesaplanmıştır. Prefabrik binalar için belirlenen hasar bölgelerinin tipik olarak gösterimi ise Şekil 6.3'de verilmiştir.



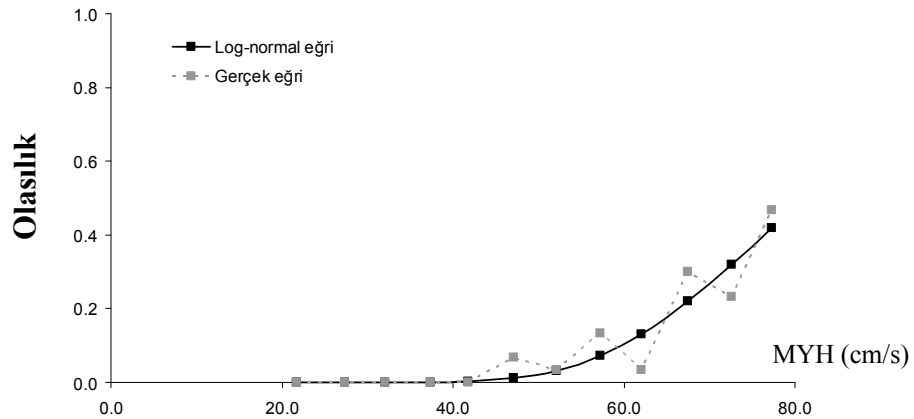
Şekil 6.3: Prefabrik binalar için tanımlanan hasar bölgelerinin tipik gösterimi

Talep ve kapasite seviyelerinin kıyaslanması sonucunda Bina #19 için her gruptaki aşılma sayıları elde edilmiş ve aşılması sayılarının ilgili gruptaki deprem sayısına bölünmesi suretiyle aşılma oranları belirlenmiş ve Tablo 6.2’de gösterilmiştir.

Tablo 6.2: Bina #19 için aşılma sayıları ve oranları (EP%0)

Bina #19 Grup No	Aşılma Sayıları				Aşılma Oranları			
	Akma	MN	GV	GÇ	Akma	MN	GV	GÇ
1	1	0	0	0	0.034	0.000	0.000	0.000
2	4	2	0	0	0.129	0.065	0.000	0.000
3	8	6	1	0	0.235	0.176	0.029	0.000
4	10	5	0	0	0.333	0.167	0.000	0.000
5	17	13	1	0	0.567	0.433	0.033	0.000
6	14	8	4	2	0.467	0.267	0.133	0.067
7	22	14	3	1	0.733	0.467	0.100	0.033
8	22	16	5	4	0.733	0.533	0.167	0.133
9	26	20	5	1	0.867	0.667	0.167	0.033
10	29	24	10	9	0.967	0.800	0.333	0.300
11	29	26	13	7	0.967	0.867	0.433	0.233
12	29	27	19	14	0.967	0.900	0.633	0.467

Daha sonra her hasar grubu için (Hafif, Orta, Ağır, Göçme) elde edilen aşılma oranları kullanılarak, elde edilen eğrilere en uygun lognormal dağılım eğrisinin ortalama ve standart sapma değerleri en küçük kareler yöntemiyle hesaplanmıştır. Örnek olması için Bina #19’un göçme olasılığı durumu için elde edilen aşılma oranları ve en küçük kareler yöntemiyle gerçek eğriye en yakın lognormal eğrinin grafiği Şekil 6.4’te verilmiştir.

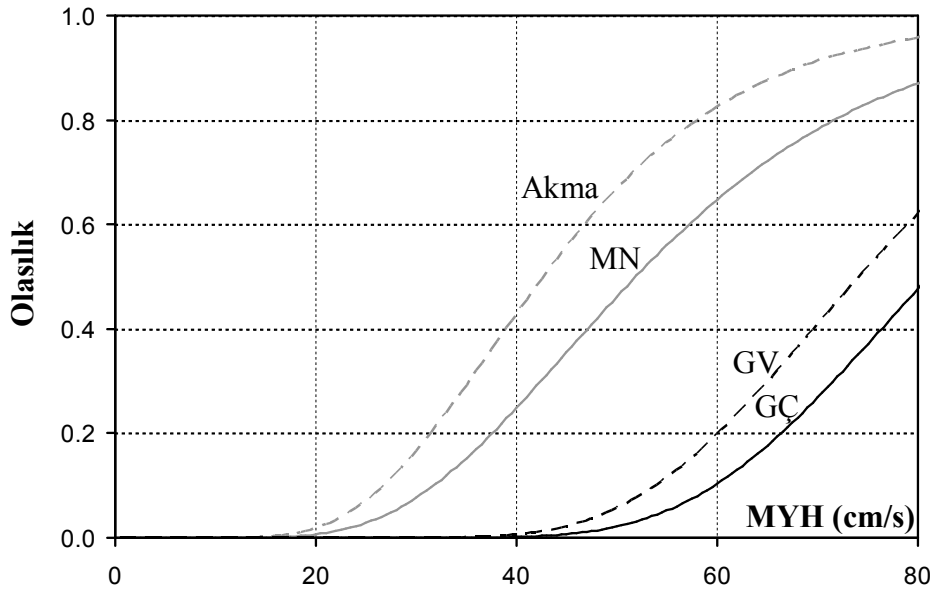


Şekil 6.4: Bina #19 GÇ seviyesini geçme olasılığı için hesaplanan gerçek ve lognormal eğri (EP%0)

Elde edilen gerçek eğril ile lognormal eğri arasındaki hatanın her MYH değeri için minimizasyonu yapılmıştır. Sonuçta bütün MYH değerleri için hataların toplanmasıyla toplam hata elde edilmiştir. Bina #19'un göçme olasılığı için elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla 4.396 ve 0.239 cm/s olarak hesaplanmıştır. 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 #19, tüm hasar olasılıkları için elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 6.3'de ve hasar görebilirlik eğrileri ise Şekil Şekil 6.5'de verilmiştir.

Tablo 6.3: Bina #19 için aşılma sayıları ve oranları (EP%0)

Bina #19		
	Ortalama	Std. Sapma
Akma	3.754	0.364
MN	3.949	0.384
GV	4.306	0.249
GÇ	4.396	0.239



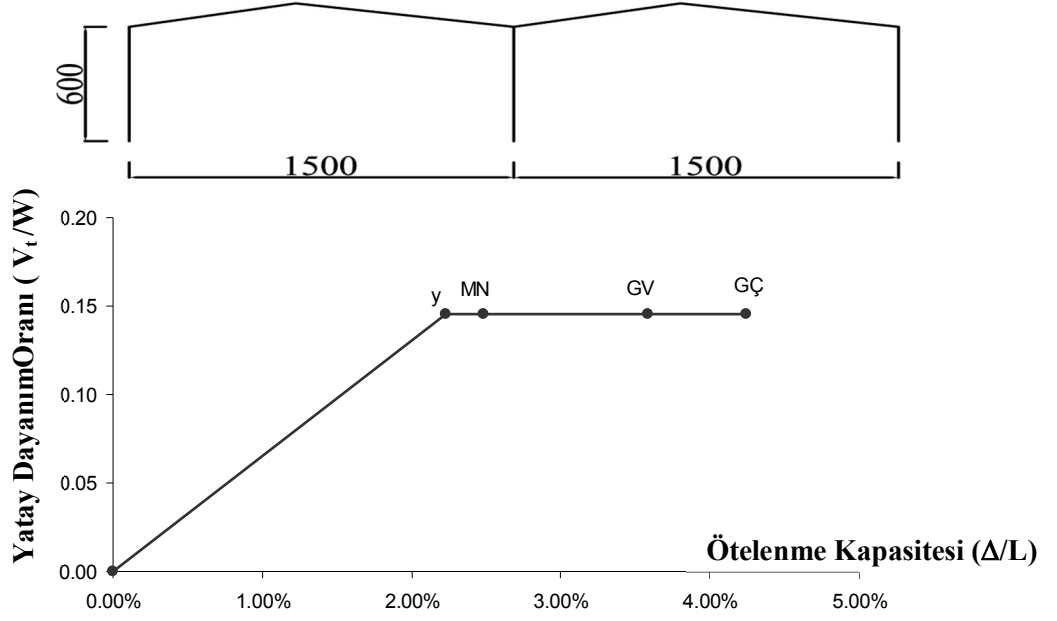
Şekil 6.5: Bina #19'a ait MYH bağlı analitik hasar görebilirlik eğrileri (EP%0)

6.1.2 Bina #64 İçin Hasar Gorebilirlik Eğrisi Hesabı

Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan Bina #64'n saha fotoğrafları Şekil 6.6'da ve binadan seçilen çerçevenin görünüşü ise Şekil 6.7'de verilmiştir. Ayrıca binaya ait kapasite parametreleri Tablo 6.4'de verilmiştir.



Şekil 6.6: Bina #19'a ait sahadan çekilmiş olan resimler



Şekil 6.7: Bina #64 için seçilen çerçeve görünüşü ve binaya ait kapasite eğrisi

Tablo 6.4: Bina #19'a ait kapasite parametre bilgileri

Model	V_t/W	T_1 (s)	Δ_y (m)	Δ_{MN} (m)	Δ_{GV} (m)	$\Delta_{GÇ}$ (m)
Bina #64	14.557%	1.92	0.134	0.162	0.236	0.255

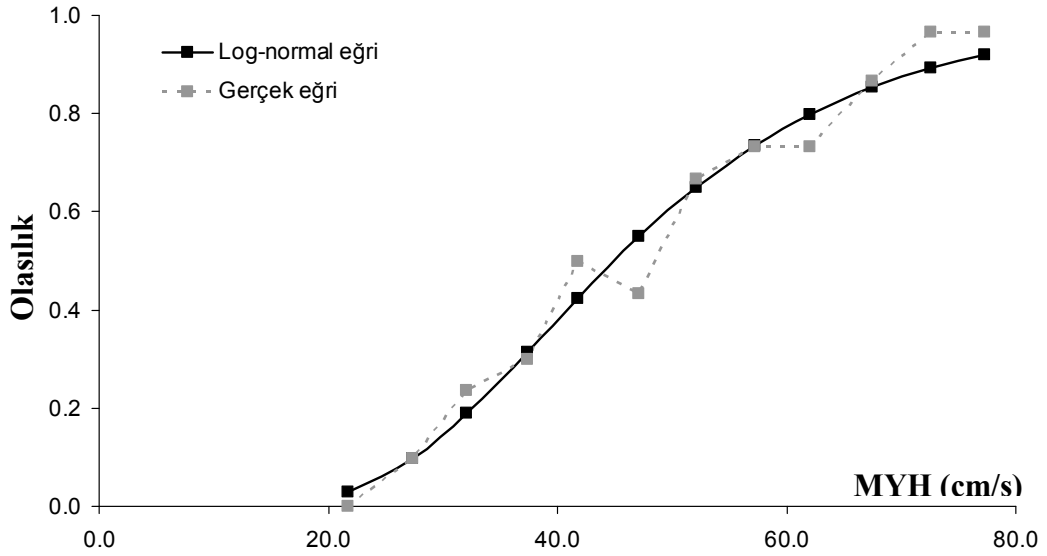
Binaya ait hasar sınırlarının bilinmesi ve yapılan doğrusal olmayan dinamik analiz neticesinde deprem taleplerinin belirlenmesiyle birlikte, her bina için hesaplanan deprem talebi ile yerdeğiştirme sınırları karşılaştırılmış, böylelikle ilgili hasar seviyesini aşmanın birikimli olasılığı seçilen her MYH grubu için hesaplanmıştır.

Talep ve kapasite seviyelerinin kıyaslanması sonucunda Bina #64 için her gruptaki aşılma sayıları elde edilmiş ve aşılması sayılarının ilgili gruptaki deprem sayısına bölünmesi suretiyle aşılma olasılığı hesaplanmış ve bulunan sonuçlar Tablo 6.5'de gösterilmiştir. Bina #64 için bulunan hasar görülebilirlik eğrisinin görünüşü ise Şekil 6.8'de verilmiştir.

Tablo 6.5: Bina #64 için aşılma sayıları ve oranları (EP%0)

Bina #64 Grup No	Aşılma Sayıları				Aşılma Oranları			
	Akma	MN	GV	GÇ	Akma	MN	GV	GÇ
1	3	0	0	0	0.103	0.000	0.000	0.000
2	7	3	0	0	0.226	0.097	0.000	0.000
3	14	8	1	1	0.412	0.235	0.029	0.029
4	12	9	3	1	0.400	0.300	0.100	0.033
5	20	15	5	2	0.667	0.500	0.167	0.067
6	18	13	6	5	0.600	0.433	0.200	0.167
7	25	20	9	6	0.833	0.667	0.300	0.200
8	25	22	10	9	0.833	0.733	0.333	0.300
9	27	22	11	7	0.900	0.733	0.367	0.233
10	29	26	18	16	0.967	0.867	0.600	0.533
11	30	29	18	17	1.000	0.967	0.600	0.567
12	30	29	21	20	1.000	0.967	0.700	0.667

Bina #64'ün MN seviyesinin aşma olasılığı durumu için elde edilen aşılma oranları ve en küçük kareler yöntemiyle gerçek eğriye en uygun geçirilen lognormal grafiği Şekil 6.8'de verilmiştir.



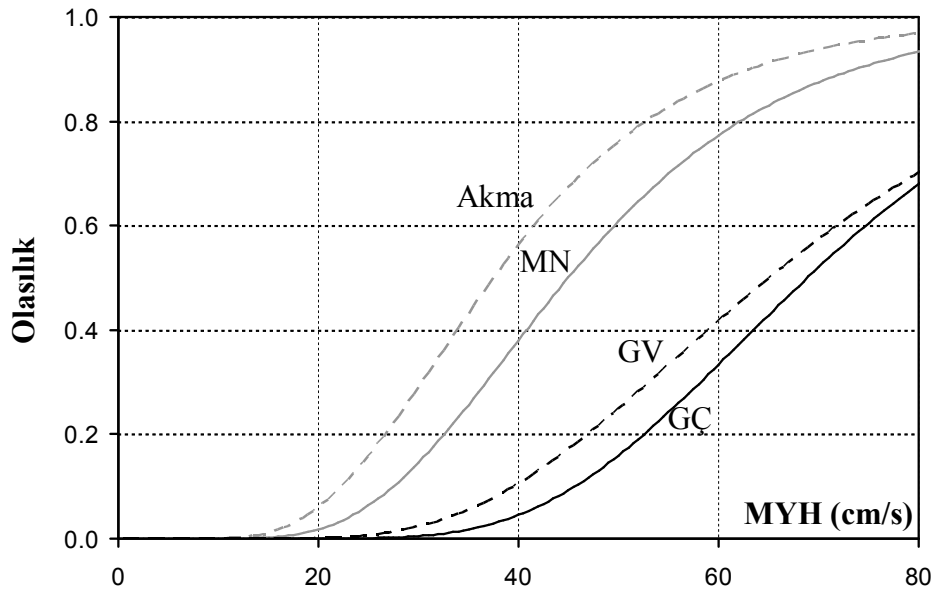
Şekil 6.8: Bina #64 MN seviyesini geçme olasılığı için hesaplanan gerçek ve lognormal eğri (EP%0)

Bina #64 MN seviyesini geçme olasılığı için elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri ise sırasıyla 3.806 ve 0.384 cm/s olarak elde edilmiştir.

Bina #64, tüm hasar olasılıkları için elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 6.6'da ve hasar görebilirlik eğrileri ise Şekil 6.9'da verilmiştir.

Tablo 6.6: Bina #64 için aşılma sayıları ve oranları (EP%0)

Bina #64		
	Ortalama	Std. Sapma
Akma	3.625	0.405
MN	3.806	0.384
GV	4.176	0.389
GÇ	4.232	0.321



Şekil 6.9: Bina #64'e ait MYH bağlı analitik hasar görebilirlik eğrileri (EP%0)

7 YAPISAL PARAMETRELERİN VE HİSTERETİK ÇEVİRİM MODELLERİNİN HASAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Tek katlı prefabrik sanayi yapılarının deprem performansı ile yapısal parametreler arasındaki ilişki her hasar durumu için ayrı ayrı (Hafif, Orta, Ağır ve Göçme) incelenmiştir.

Yapılan bu çalışmada binaların kapasite eğrilerini tarif eden yatay dayanım oranı (V_t/W), rijitlik (T) ve süneklik (μ) kapasiteleri binalara ait yapısal parametreler olarak ele alınmıştır. Söz konusu parametrelere ve bu parametrelerin incelenen binalarda nasıl temsil edileceğine karar verilirken uygulama kolaylığı ön planda değerlendirilmiştir.

V_t/W oranı binalarda yatay dayanım oranını temsil etmek için kullanılmıştır. Kolon kesitlerinin, boyuna donatı oranlarının, beton ve donatı sınıflarının ve bina ağırlıklarının sebep olduğu aksenal kuvvet oranlarının benzer oluşu ve bu bilgilerin inceleme çalışmaları sırasında kolayca tespit edilebilen parametreler oluşu yatay dayanım oranının yapısal parametre olarak ele alınmasının öncelikli sebebidir.

Bina rijitliği ile ilişkilendirilebilmesi ve deprem sebebiyle meydana gelen yerdeğiştirme talebi üzerinde doğrudan etkili olması sebebiyle göz önüne alınan bir diğer parametre ise bina periyodudur. Kolon akma deplasmanı üzerinde doğrudan etkili olan boyuna donatı sınıfı ve kesit yüksekliği parametreleri ile yatay dayanım oranının hesabında kullanılan parametrelere bağlı olarak tahmin edilebilecek olması, bina periyodunun da göreceli olarak kolay bir biçimde belirlenebileceğini göstermektedir.

Göz önüne alınan son yapısal parametre ise sünekliktir. Yapılan araştırmalar sünekliğin yapısal elemanlardaki etriye aralığı ile ilişkilendirilebileceğini göstermiştir. Kolon boyutlarının genellikle benzer oluşu ve kanca, çiroz donatılarının nadiren kullanılması mevcut prefabrik bina kolonlarında etriye aralığının sünekliği tarif açısından yeterli bir parametre olmasına imkân vermektedir.

Yapılan incelemeler, özellikle etriye sıklaştırmasının yapılmadığı binalarda görülen hasar seviyelerinin, sıklaştırma yapılan binalara göre (özellikle ağır hasar ve göçme durumları için) daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Yapısal parametreler ile hasar görebilirlik eğrileri arasındaki ilişkinin araştırılması sonucunda yatay dayanım oranının hasar görebilirlik eğrileri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Tek katlı mafsallı prefabrik binalar yatay dayanım oranlarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır (Denklem 7.1- Denklem 7.3).

$$\text{Düşük Yatay Dayanım} = V_t/W \leq \%15 \quad (7.1)$$

$$\text{Orta Yatay Dayanım} = \%15 < V_t/W < \%25 \quad (7.2)$$

$$\text{Yüksek Yatay Dayanım} = V_t/W \geq \%25 \quad (7.3)$$

Tek katlı binalar üzerinde yapılan çalışmalar bina periyodunun hasar görebilirlik eğrilerinin ayrıştırılması konusunda sanıldığı kadar etkili bir parametre olmadığını göstermiştir. Bu yüzden bina periyoduna bağlı bir sınıflandırma işlemi yapılmamıştır.

Bulunan sonuçlar yatay dayanım oranının (V_t/W) yanı sıra, binalara ait süneklik kapasitelerinin de hasar görebilirlik eğrileri üzerinde (özellikle ağır hasar ve göçme durumları için) oldukça etkili olduğunu göstermiştir.

Denklem 7.1 - Denklem 7.3'de gösterilen sınıflandırma işlemine ilave olarak süneklik üzerinden yapılan sınıflandırmayı tarif eden etriye aralığı (S) değerleri Denklem 7.4 ve Denklem 7.5'de gösterilmiştir.

$$\text{Yeterli Süneklik} - S \leq 100 \text{ (mm)} \quad (7.4)$$

$$\text{Yetersiz Süneklik} - S > 100 \text{ (mm)} \quad (7.5)$$

Yapılan bu tariflerden de anlaşılacağı gibi incelenen binaların dayanım açısından 3, süneklik açısından ise 2 olmak üzere toplamda 6 ayrı sınıfa ait olduğu kabul edilmektedir. Bundan sonraki aşamada oluşturulan bu gruplara karşılık gelen ve hasar gruplarını oluşturan ortalama hasar görebilirlik eğrileri 4 adet çevrim modeli için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Çevrim modellerinden EP%0 modeli için elde edilmiş hasar görebilirlik eğrileri Bölüm 7.1'de verilmiştir. Diğer çevrim modelleri için elde

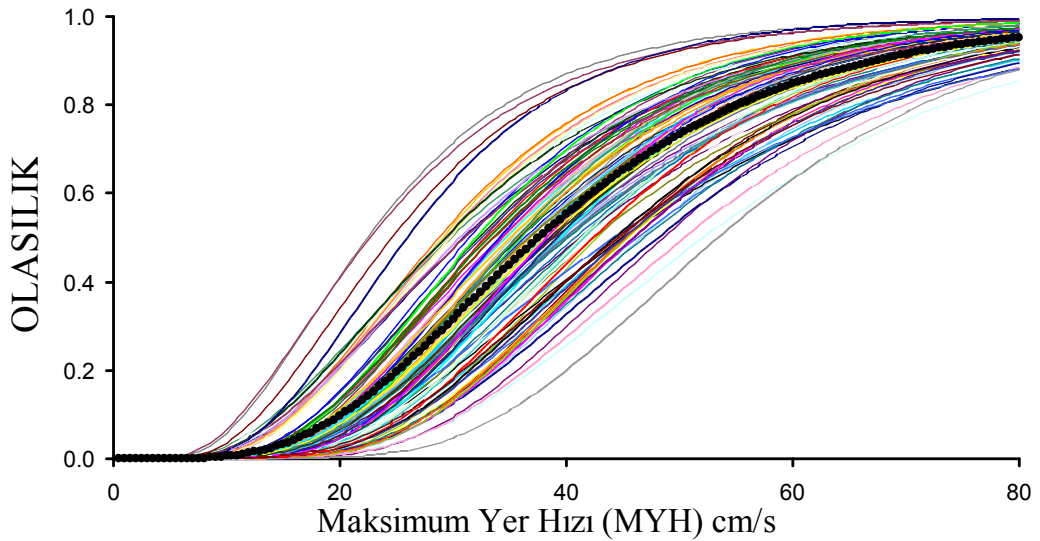
edilen hasar görebilirlik eğrileri ise benzer şekilde hesaplanmış ve bu bölümün sonunda verilmiştir. Ayrıca farklı çevrim modelleri kullanarak elde edilen hasar görebilirlik eğrileri birbiri ile karşılaştırılmıştır.

7.1 Elasıik-Tam Plastik Çevrim Modeli İçin Elde Edilen Hasar Görebilirlik Eğrileri (EP%0)

Bu bölümde EP%0 çevrim modeli için elde edilen hasar görebilirlik eğrilerine yer verilmiştir. Her hasar seviyesi için (Hafif, Orta, Ağır ve Göçme) sonuçlar incelenmiştir ve hasar seviyeleri üzerinde yapısal parametrelerin etkinliği araştırılmıştır.

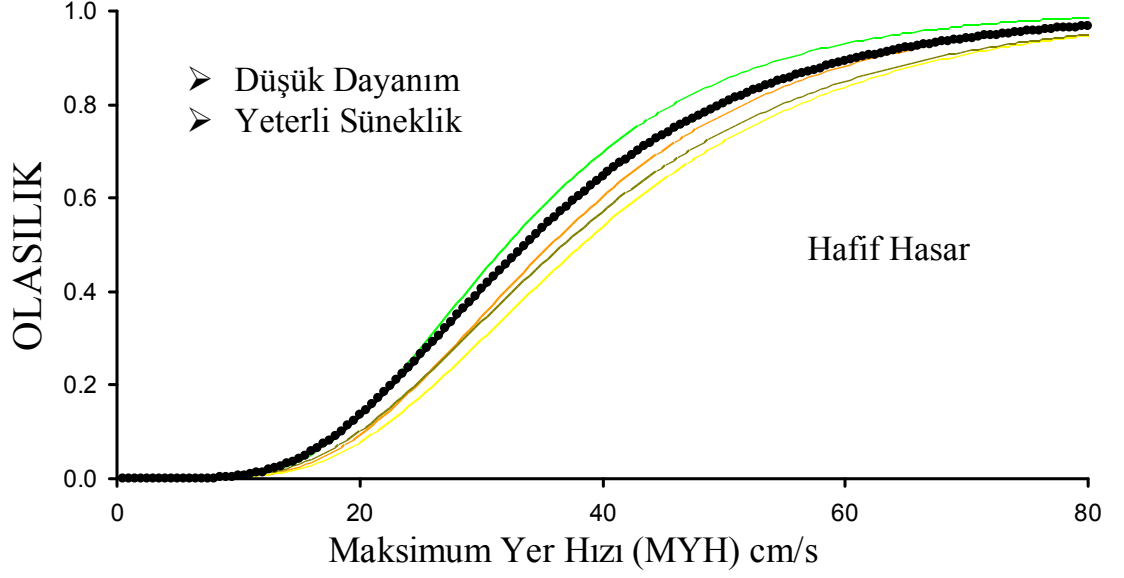
7.1.1 Hafif Hasar Durumu İçin Hasar Görebilirlik Eğrileri ile Yapısal Parametreler Arasındaki İlişki (EP%0)

Hafif hasar durumu için 98 adet tek katlı prefabrik binanın tümünden elde edilen hasar görebilirlik eğrileri Şekil 7.1’de verilmiştir. Şekilde yer alan koyu siyah renkli eğri ise tüm hasar görebilirlik eğrilerinin ortalamasını temsil etmektedir.

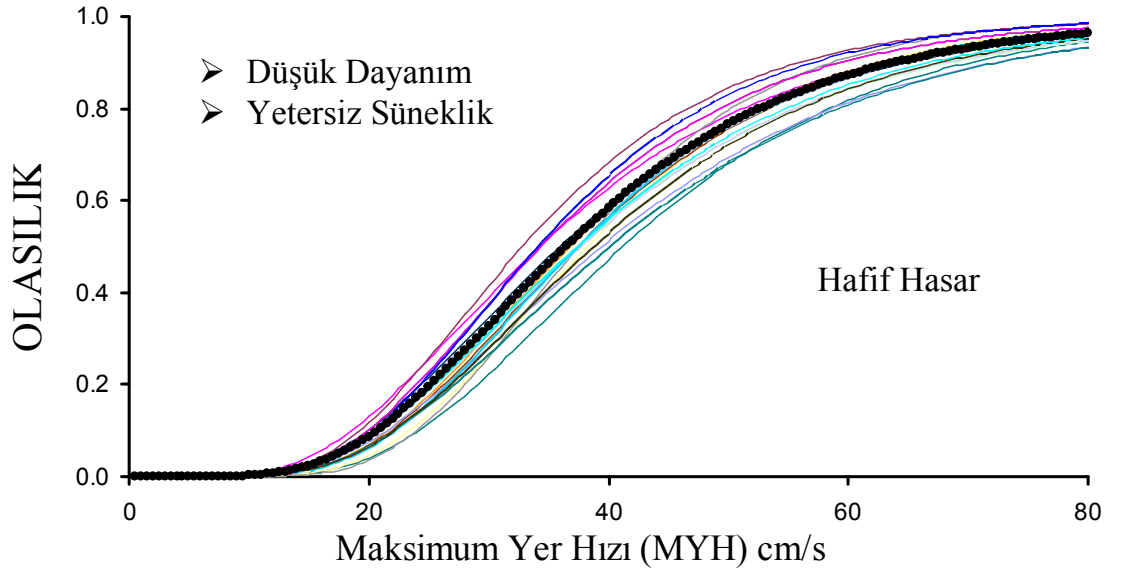


Şekil 7.1: 98 adet tek katlı tüm prefabrik binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

Yatay dayanım oranının düşük olduğu ($V_t/W \leq \%15$) ve etriye sıklaştırmasının yapıldığı ($S \leq 100$ mm) binalardan elde edilen hasar görebilirlik eğrileri Şekil 7.2’de, yeterli etriye sıklaştırmasının yapılmadığı ($S > 100$ mm) binalara ait hasar görebilirlik eğrileri ise Şekil 7.3’de verilmiştir.



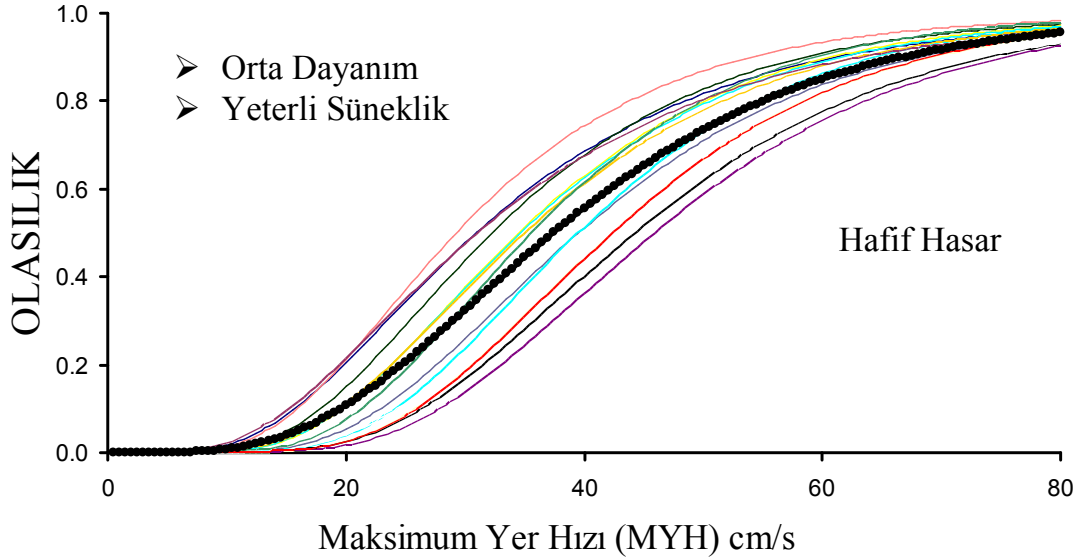
Şekil 7.2: $V_t/W \leq \%15$ & $S \leq 100$ mm olan binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları



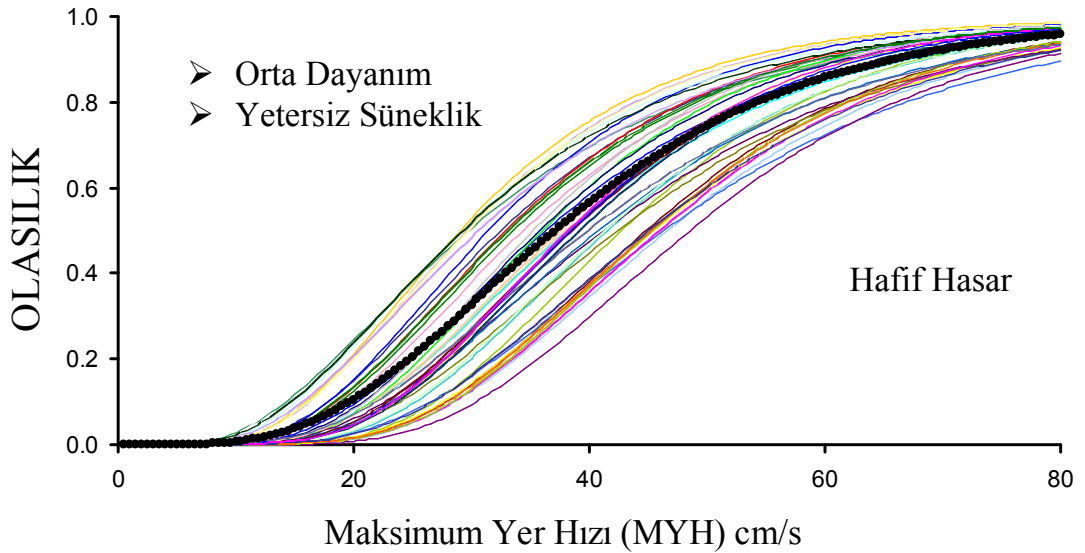
Şekil 7.3: $V_t/W \leq \%15$ & $S > 100$ mm olan binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

Şekil 7.2 ve Şekil 7.3’de görüldüğü gibi süneklik ve yatay dayanım oranı üzerinden yapılan sınıflandırmalar sayesinde hasar görebilirlik eğrilerinin saçılımı önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Başka bir ifade ile yatay dayanım oranı ve süneklik açısından aynı grupta bulunan binalar için elde edilen hasar görebilirlik eğrileri ortalama olarak benzer hasar olasılıklarına işaret etmektedir. Şekillerden de görüleceği üzere hafif hasar durumu için düşük dayanım seviyesinde sünekliğin hasar olasılıkları üzerinde fark yaratan çok etkili bir parametre değildir.

Orta seviyede yatay dayanıma ($15\% < V_t/W < 25\%$) sahip olan ve etriye sıklaştırmalarının yapıldığı binalardan hafif hasar durumu için elde edilen hasar görülebilirlik eğrileri Şekil 7.4’de, yeterli etriye sıklaştırmalarının yapılmadığı binalar için hesaplanan hasar görülebilirlik eğrileri ise Şekil 7.5’de verilmiştir.

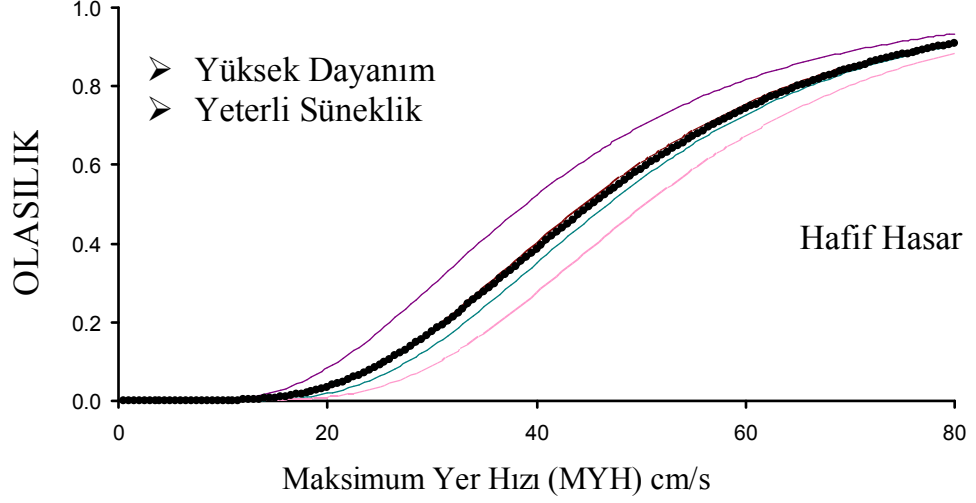


Şekil 7.4: $15\% < V_t/W < 25\%$ & $S \leq 100$ mm olan binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

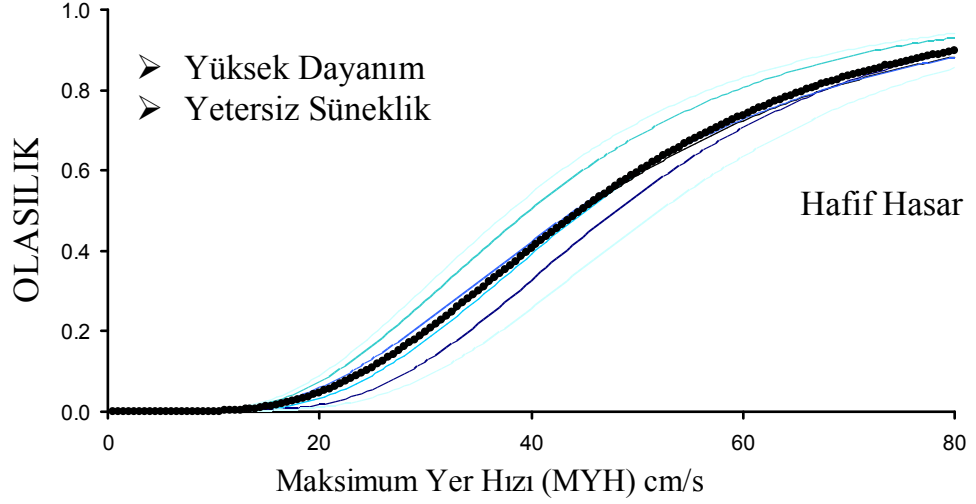


Şekil 7.5: $15\% < V_t/W < 25\%$ & $S > 100$ mm olan binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

Benzer hesaplamalar yatay dayanım oranının yüksek ($V_t/W \geq 25\%$) olduğu binalar için tekrarlanmış ve elde edilen hasar görülebilirlik eğrileri Şekil 7.6 ve Şekil 7.7’de verilmiştir.

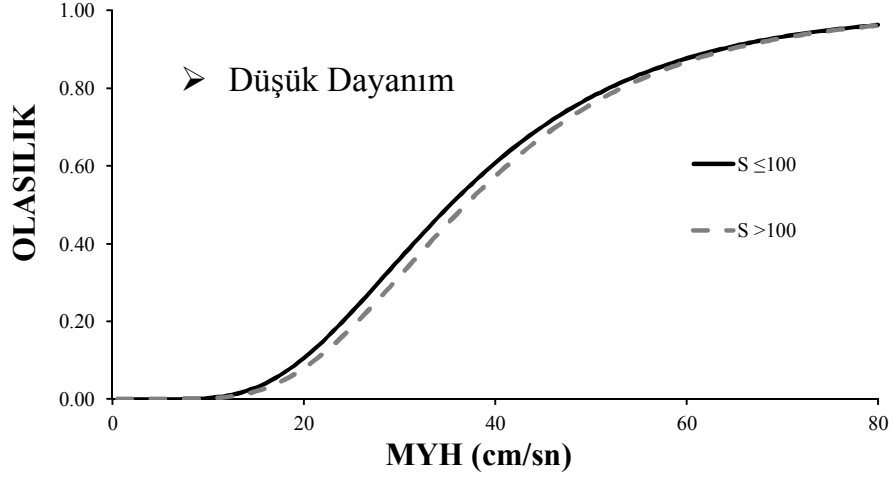


Şekil 7.6: $V_t/W \geq \%25$ & $S \leq 100$ olan binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

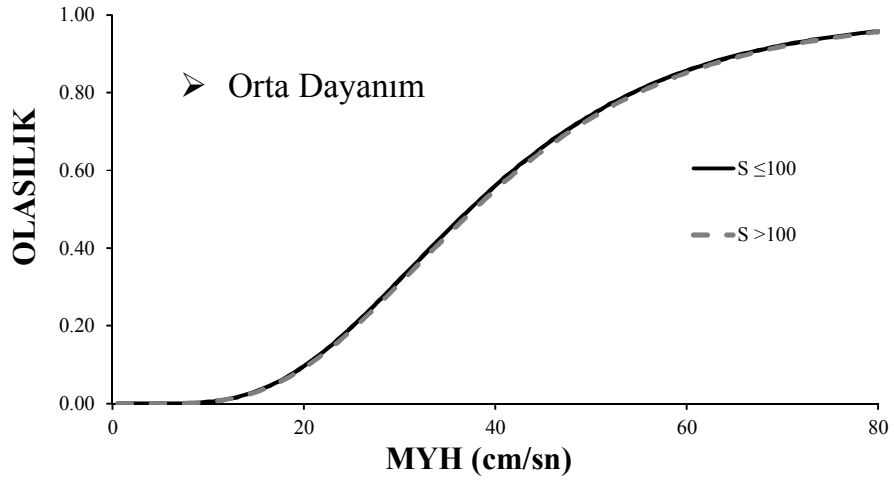


Şekil 7.7: $V_t/W \geq \%25$ & $S > 100$ olan binaların hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

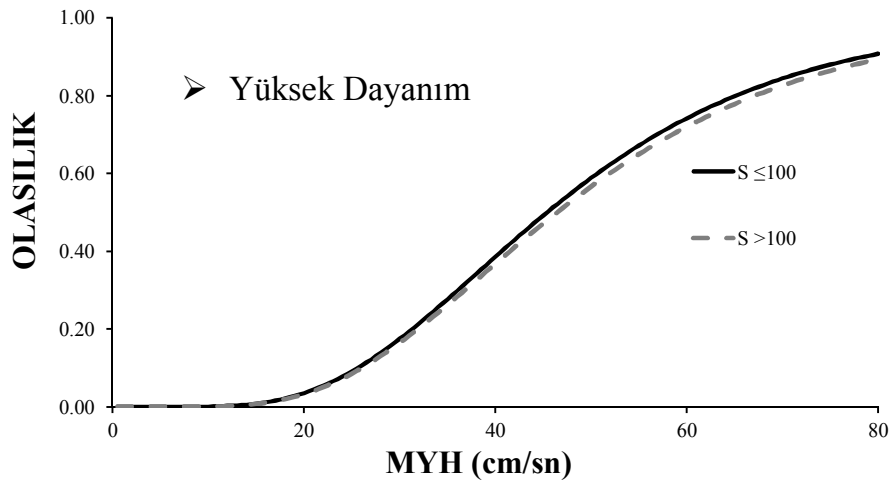
Hafif hasar durumunda sünekliğin etkisini incelemek amacıyla her yatay dayanım grubu için sırasıyla ($S \leq 100$ mm ve $S > 100$ mm) gruplarını temsil eden ortalama hasar görülebilirlik eğrileri karşılaştırılmıştır (Bkz. Şekil 7.8-Şekil 7.10). Söz konusu şekillerde gösterilen sonuçlardan da anlaşılacağı gibi hafif hasar durumu için elde edilen ortalama eğriler birbirine oldukça benzerdir. Başka bir ifade ile hafif hasar durumu için hasar olasılıklarını belirleyen esas parametre yatay dayanım oranıdır ve süneklik parametresinin bu hasar durumu üzerindeki etkisi son derece sınırlıdır.



Şekil 7.8: $V_t/W \leq \%15$ olan binalarda hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması

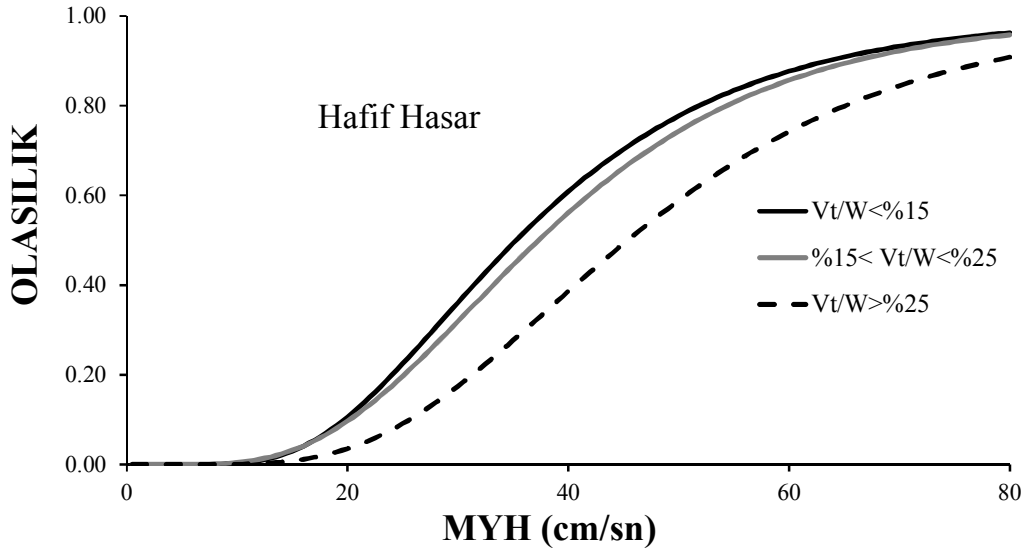


Şekil 7.9: $\%15 < V_t/W < \%25$ olan binalarda hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması

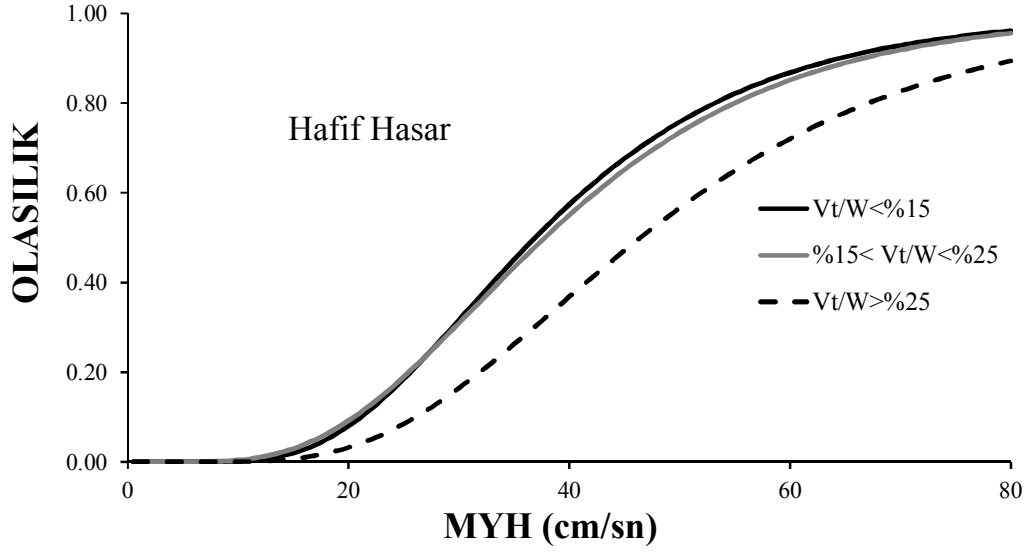


Şekil 7.10: $V_t/W \geq \%25$ olan binalarda hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması

Benzer bir karşılaştırma bütün dayanım gruplarındaki binalar için de yapılmış ve bulunan sonuçlar Şekil 7.11 ve Şekil 7.12’de gösterilmiştir. Ortaya çıkan durum düşük ve orta dayanım grubundaki binaların hafif hasar görme olasılıklarının oldukça benzer olduğunu, yüksek dayanım grubundaki binaların fark edilebilir derecede daha düşük hasar olasılıklarına sahip olduğunu göstermektedir. Şekil 7.11 ve Şekil 7.12’de gösterilen eğriler süneklik parametresinin hafif hasar durumu için etkili olmadığını göstermektedir. Verilen bu şekillere bakılarak düşük ve orta dayanım gruplarını birleştirmenin daha mantıklı olacağı sonucuna varılabilir. Bununla birlikte, ileriki bölümlerde de gösterileceği gibi daha yüksek hasar seviyeleri göz önüne alındığında orta ve düşük dayanım grubuna sahip binaların hasar olasılıkları birbirinden ayrılmaktadır. Bütün hasar oranları bir arada değerlendirildiğinde, bu türden bir sınıflandırmanın daha mantıklı olacağı anlaşılmıştır.



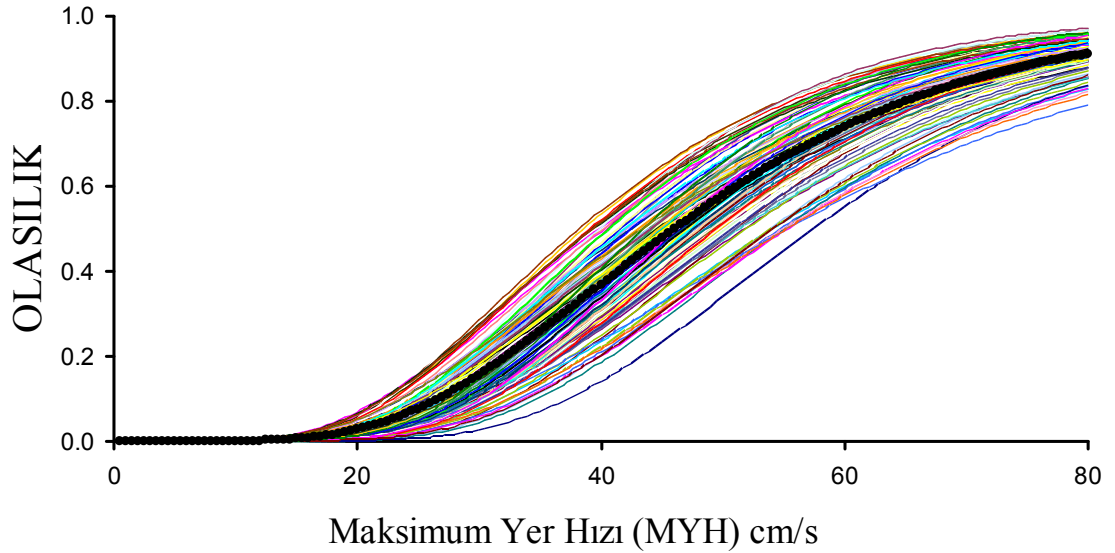
Şekil 7.11: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S \leq 100$ durumu için hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması



Şekil 7.12: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S > 100$ durumu için hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması

7.1.2 Orta Hasar Durumu İçin Hasar Görebilirlik Eğrileri ile Yapısal Parametreler Arasındaki İlişki (EP%0)

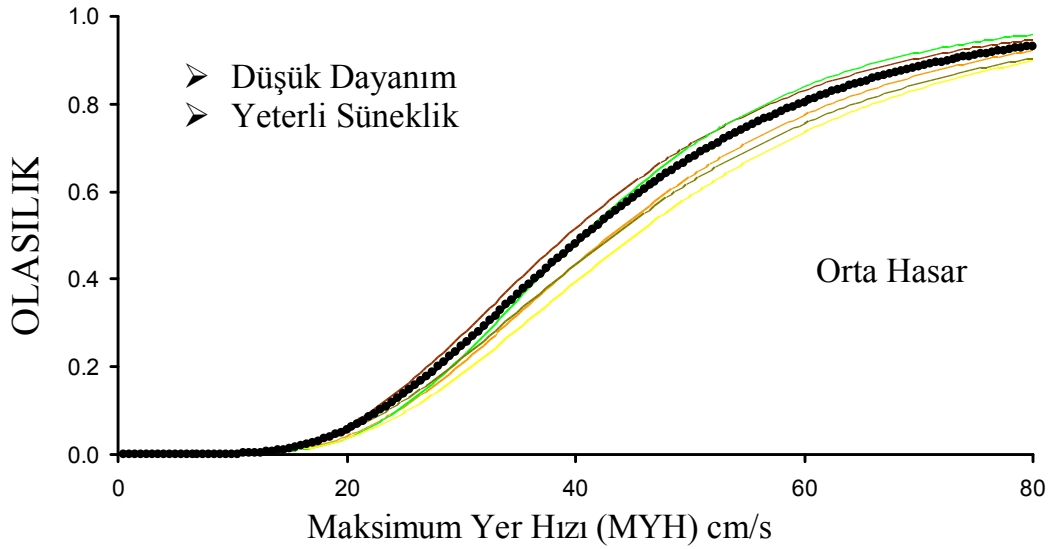
Orta hasar durumu için 98 adet tek katlı prefabrik yapıdan elde edilen hasar görebilirlik eğrileri Şekil 7.13’de verilmiştir. Şekildeki koyu siyah renkli eğri tüm binalar için elde edilen ortalama hasar görebilirlik eğrisini temsil etmektedir.



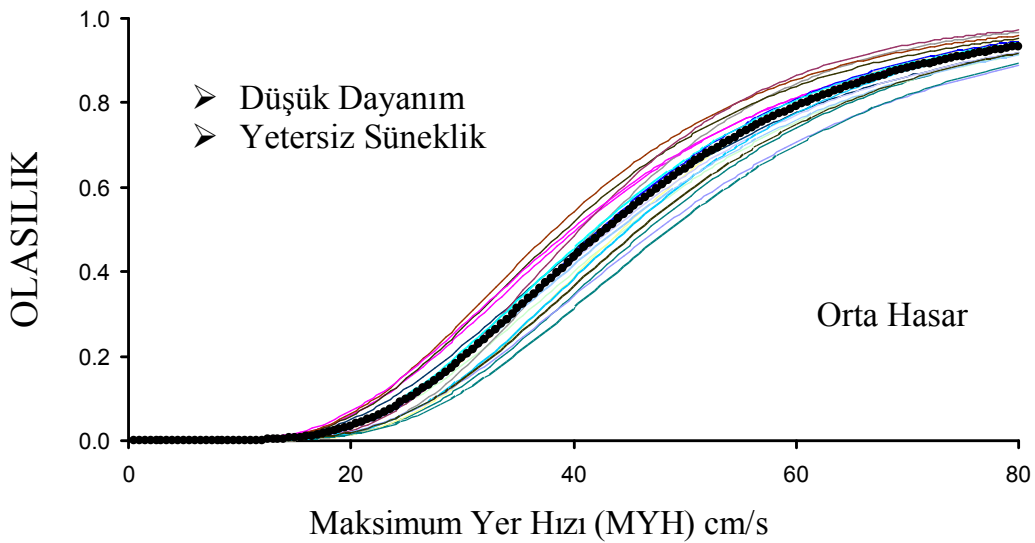
Şekil 7.13: 98 adet tek katlı tüm prefabrik binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

Farklı yatay dayanım ve süneklik sınıfına sahip binaların Akma sınırını aşarak hafif hasar ve üzerinde hasar görme durumu için yapılan bu işlemler, orta hasar, ağır hasar

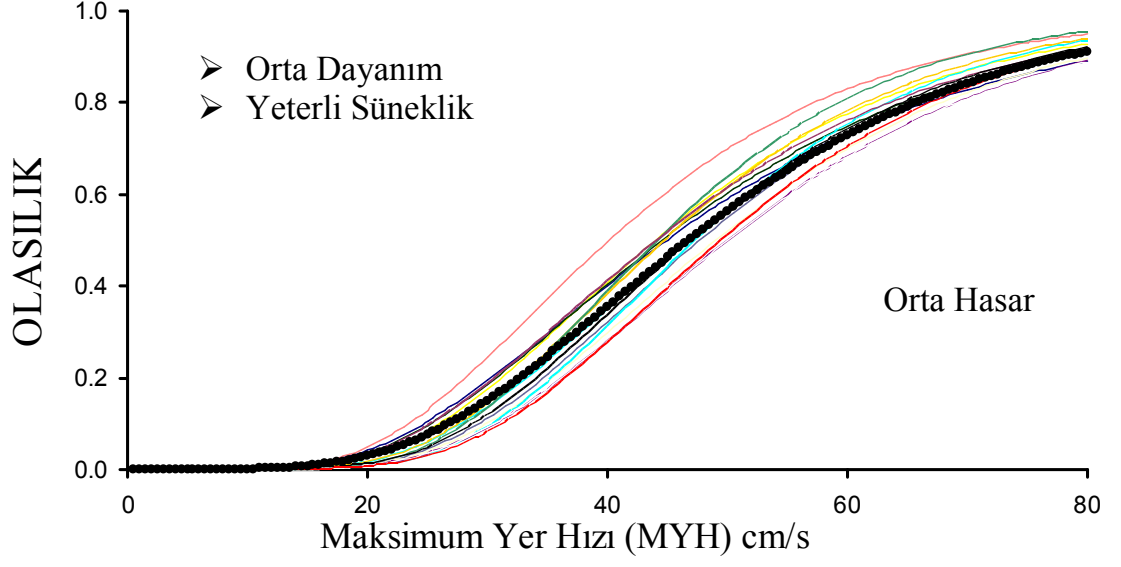
ve göçme durumları için de ayrı ayrı hesaplanmıştır. Orta hasar durumu için yatay dayanım oranının düşük olduğu ($V_t/W \leq \%15$) binalar için elde edilen hasar görülebilirlik eğrileri Şekil 7.14’de, ve Şekil 7.15’de verilmiştir. Orta dayanım grubuna ($\%15 < V_t/W < \%25$) ait binalar için bulunan sonuçlar Şekil 7.16 ve Şekil 7.17’de verilirken, yüksek dayanım grubuna ($V_t/W > \%25$) sahip binalar için bulunan sonuçlar Şekil 7.18 ve Şekil 7.19’da gösterilmektedir. Söz konusu şekillerden de görüldüğü gibi yatay dayanım ve süneklik üzerinden yapılan gruplama işlemi Şekil 7.13’te verilen saçılımın önemli ölçüde azalmasını sağlamaktadır.



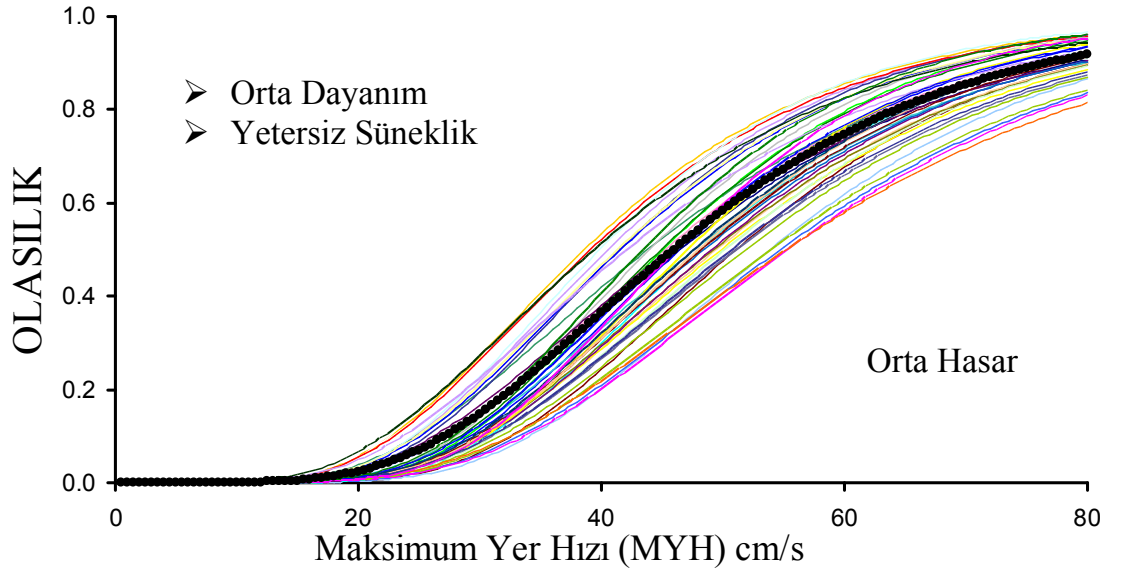
Şekil 7.14: $V_t/W \leq \%15$ & $S \leq 100$ mm olan binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları



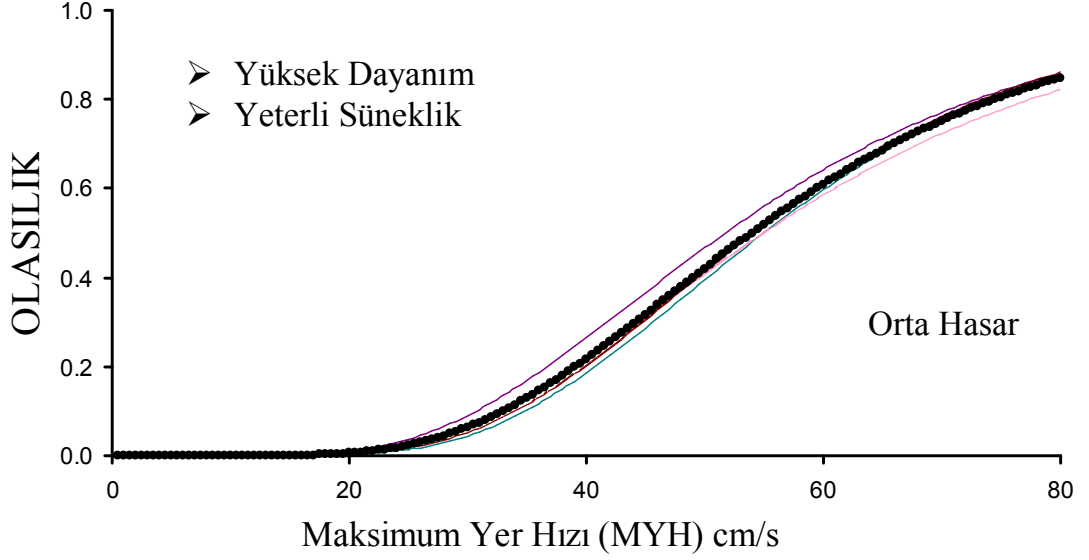
Şekil 7.15: $V_t/W \leq \%15$ & $S > 100$ mm olan binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları



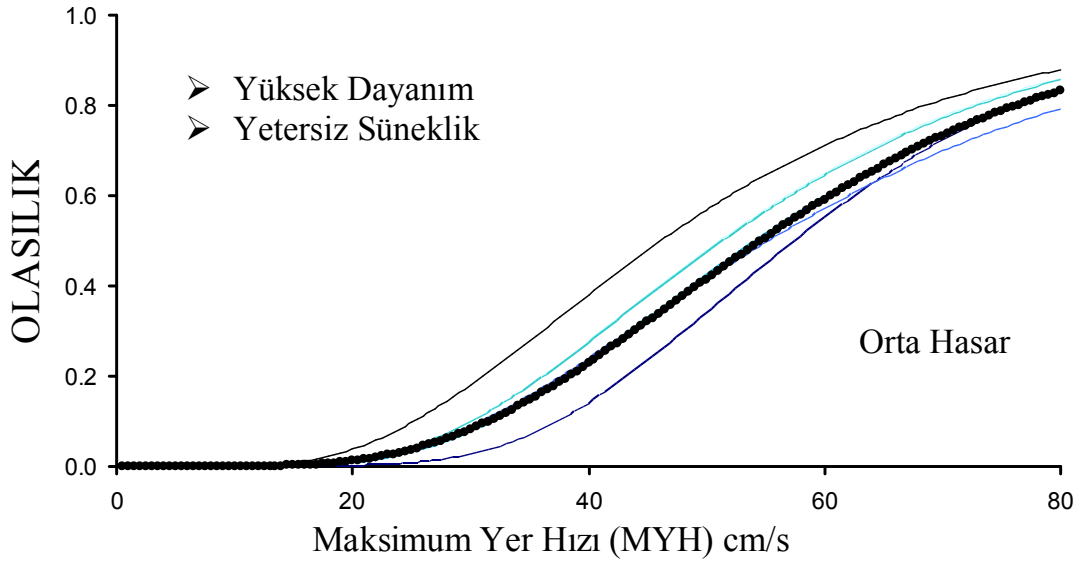
Şekil 7.16: $15\% < V_t/W < 25\%$ & $S \leq 100$ mm olan binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları



Şekil 7.17: $15\% < V_t/W < 25\%$ & $S > 100$ mm olan binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

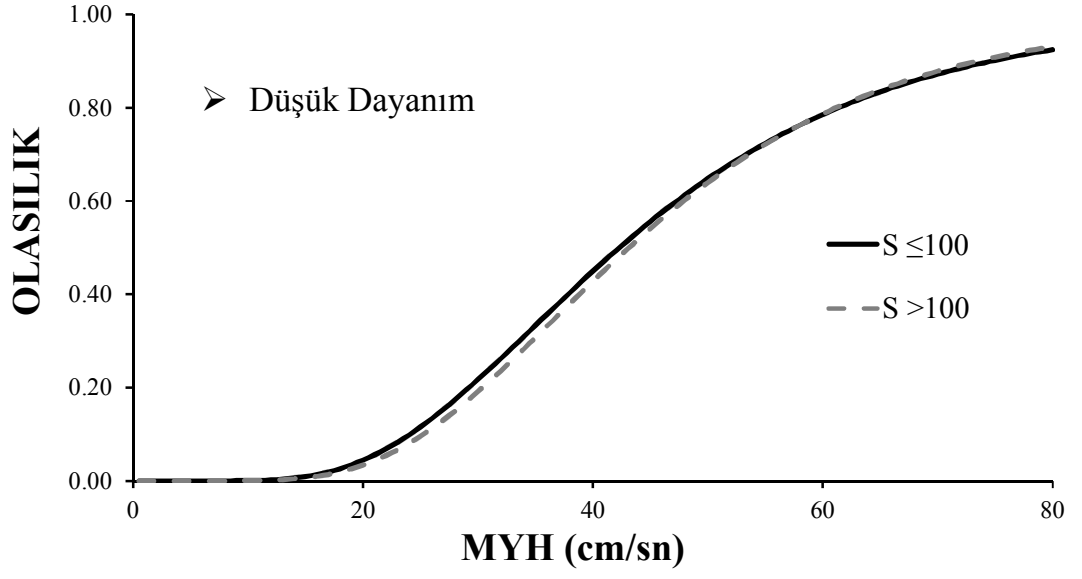


Şekil 7.18: $V_t/W \geq \%25$ & $S \leq 100$ mm olan binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

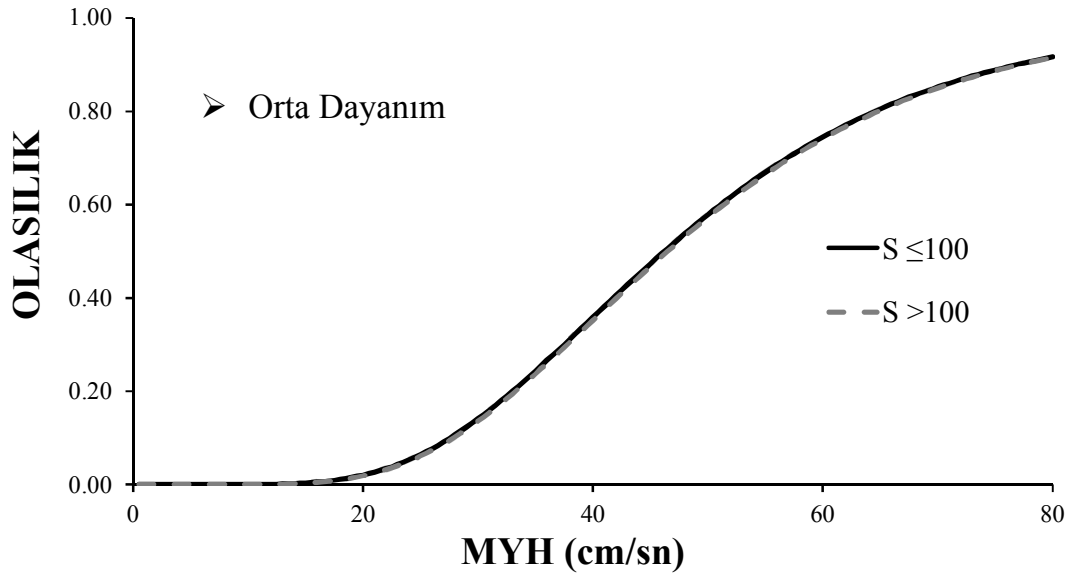


Şekil 7.19: $V_t/W \geq \%25$ & $S > 100$ mm olan binaların orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

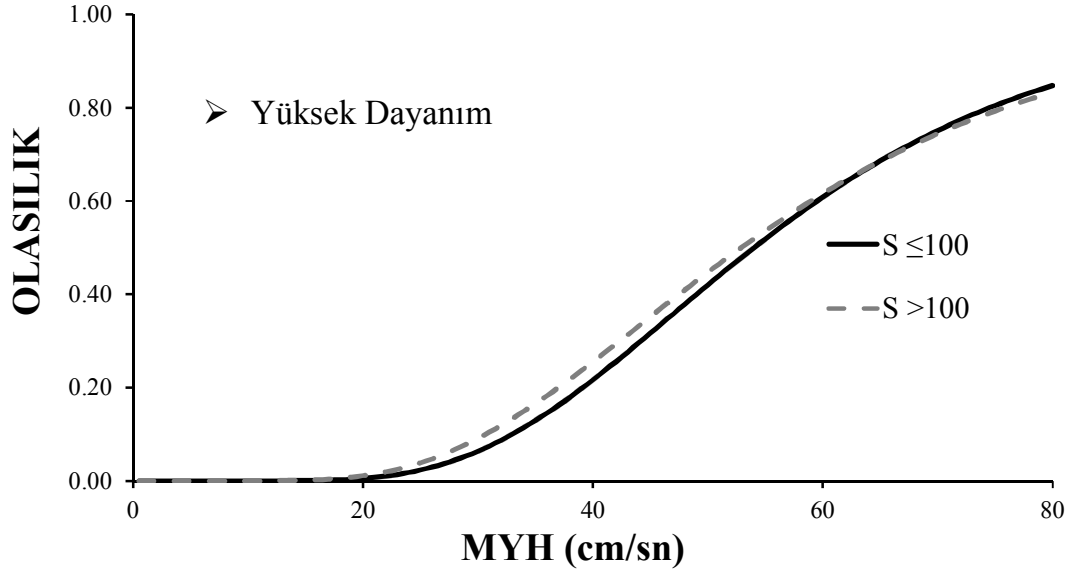
Orta hasar durumunda sünekliğin etkisini incelemek amacıyla her yatay dayanım ve süneklik grubu için elde edilen ortalama hasar görebilirlik eğrileri karşılaştırılmıştır (Bkz. Şekil 7.20-Şekil 7.22). Elde edilen eğrilerden de görüldüğü gibi orta hasar durumuna karşılık gelen ortalama eğriler birbirine oldukça benzemektedir. Şekil 7.20- Şekil 7.22'de gösterilen eğriler, hafif hasar durumunda olduğu gibi orta hasar durumunda da süneklik parametresinin etkili olmadığını göstermektedir.



Şekil 7.20: $V_t/W \leq 15$ olan binalarda orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması



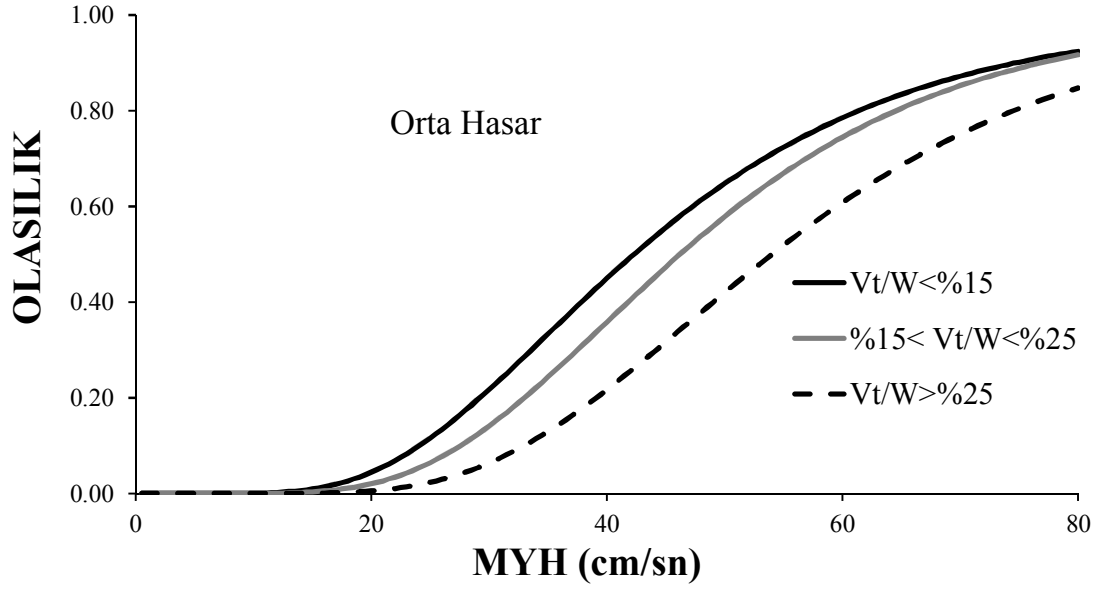
Şekil 7.21: $15 < V_t/W < 25$ olan binalarda orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması



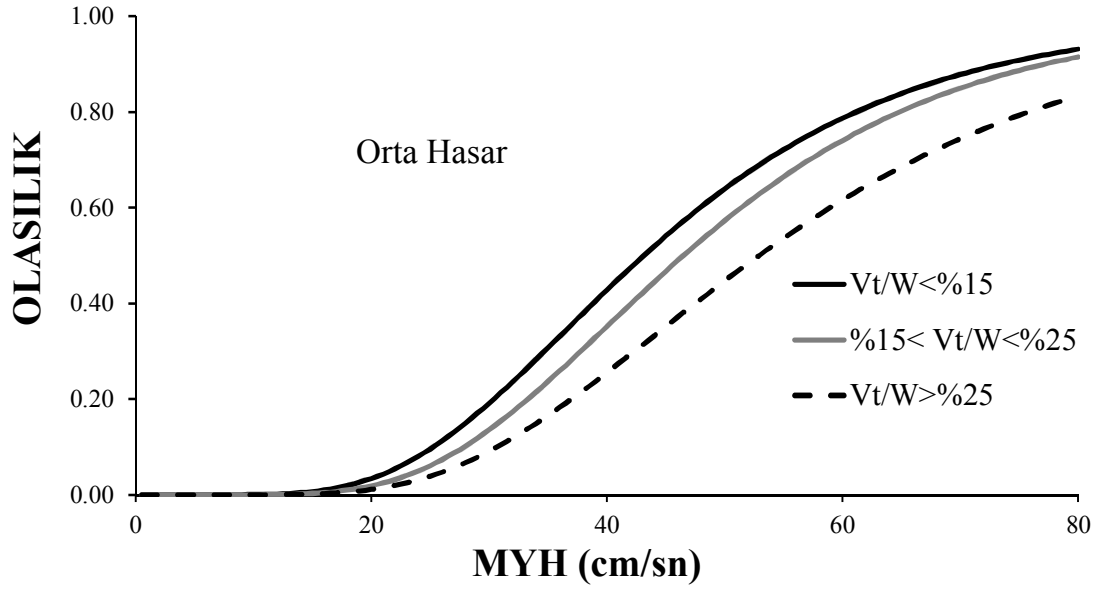
Şekil 7.22: $V_t/W \geq 25\%$ olan binalarda orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması

Orta hasarı tarif eden bu sonuçların, deprem yönetmeliğinde minimum hasar sınırı için verilen ve beton için tarif edilen sabit bir şekil değiştirme değerinin ($(\epsilon_{cu})_{MN}=0.0035$, $(\epsilon_s)_{MN}=0.01$) aşılmasına bağlı olarak hesaplandığı unutulmamalıdır. Hasar sınırları için yapılan tariflerin yatay donatı oranına bağlı olarak tanımlanması durumunda (Yönetmelikte verilen GV ve GÇ sınırlarında olduğu gibi) elde edilecek hasar görebilirlik eğrilerinin etriye sıklaştırmasına bağlı olarak değişmesi beklenmelidir.

Orta hasar durumu için hesaplanan hasar görebilirlik eğrileri üzerinde yatay dayanım oranının etkilerini gösteren grafikler Şekil 7.23 ve Şekil 7.24’de verilmektedir. Farklı yatay dayanım gruplarına sahip olan binaların orta hasar görme olasılıkları birbirinden ayrılmaktadır. Bu şekillere bakıldığında yüksek yatay dayanım oranına sahip binaların orta hasar görme olasılıklarının daha düşük olduğunu söylemek mümkündür.



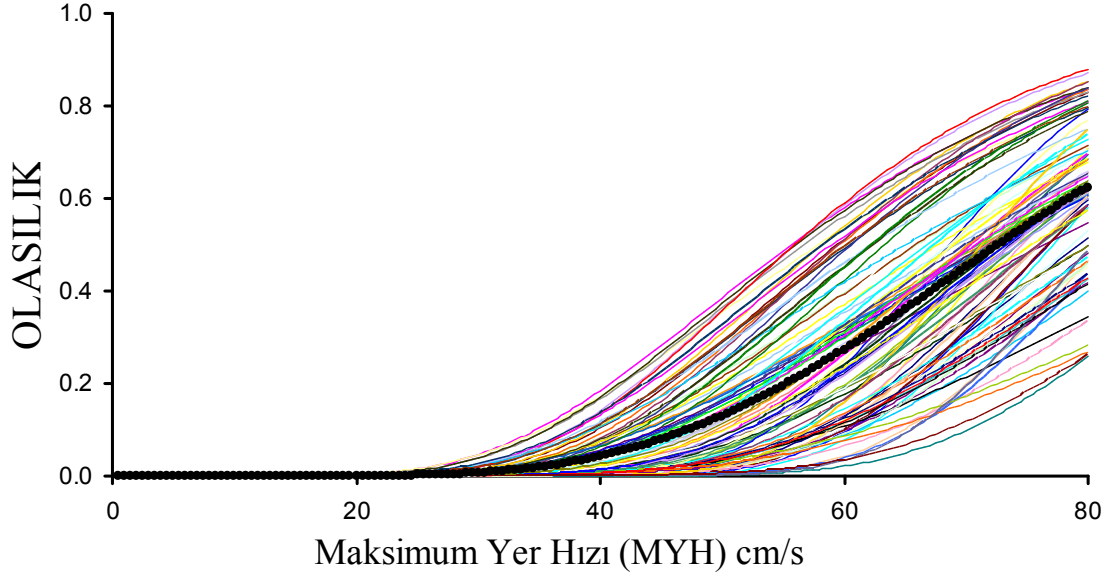
Şekil 7.23: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S \leq 100$ durumu için orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması



Şekil 7.24: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S > 100$ durumu için orta hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması

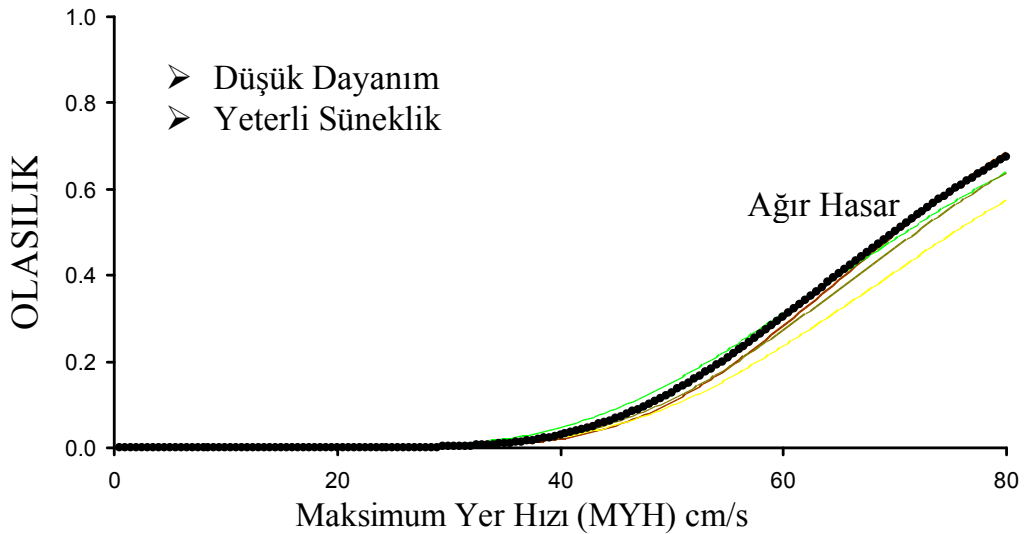
7.1.3 Ağır Hasar Durumu İçin Hasar Görebilirlik Eğrileri ile Yapısal Parametreler Arasındaki İlişki (EP%0)

Ağır hasar durumu için 98 adet tek katlı prefabrik binaya ait hasar görebilirlik eğrilerinin tamamı Şekil 7.25’de verilmiştir. Söz konusu dağılımların ortalamasına karşılık gelen eğri de yine bu şekil üzerinde koyu siyah renkli çizgi ile gösterilmiştir.

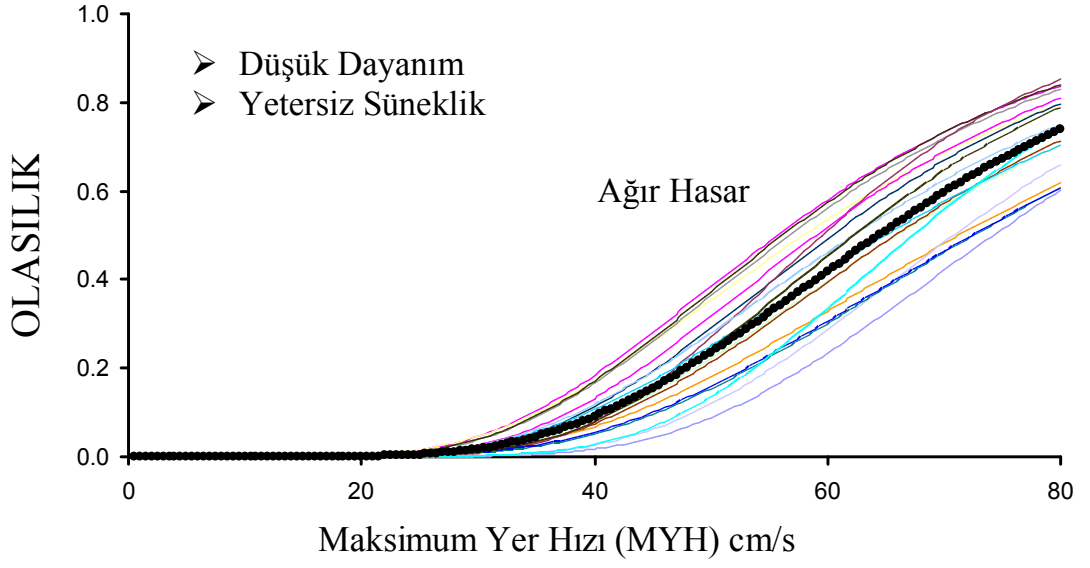


Şekil 7.25: 98 adet tek katlı tüm prefabrik binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

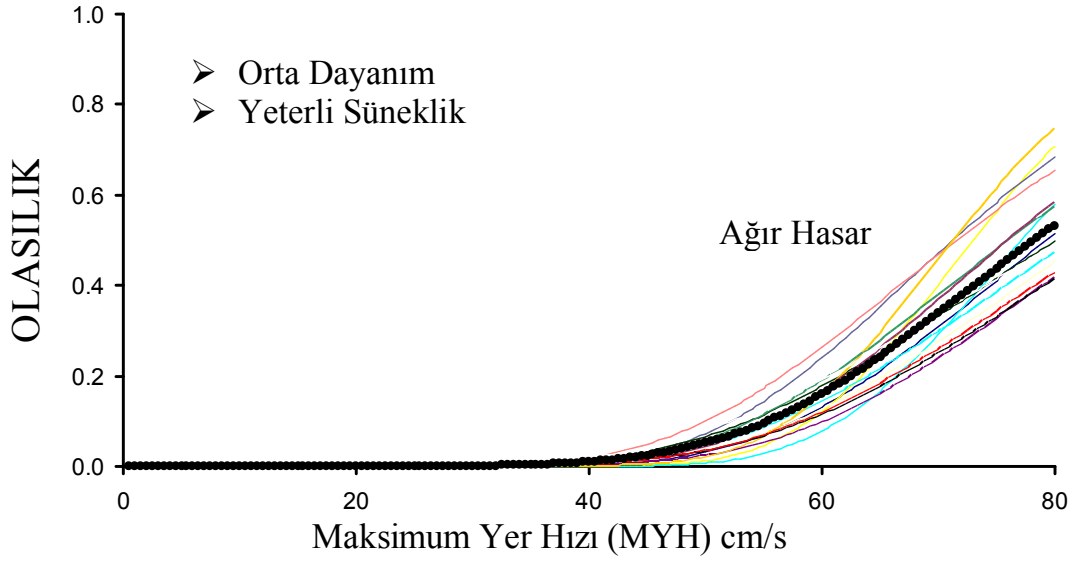
Düşük, orta ve yüksek yatay dayanım oranına sahip bina gruplarının farklı süneklik durumları söz konusu iken ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarını gösteren eğriler Şekil 7.26 ve Şekil 7.31’de verilmektedir.



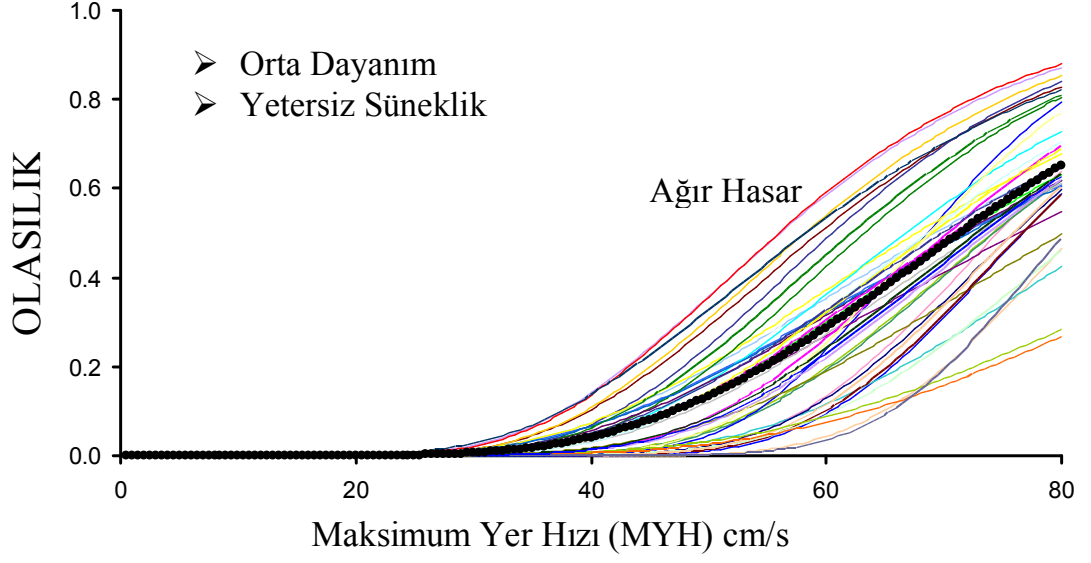
Şekil 7.26: $V_t/W \leq \%15$ & $S \leq 100$ mm olan binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları



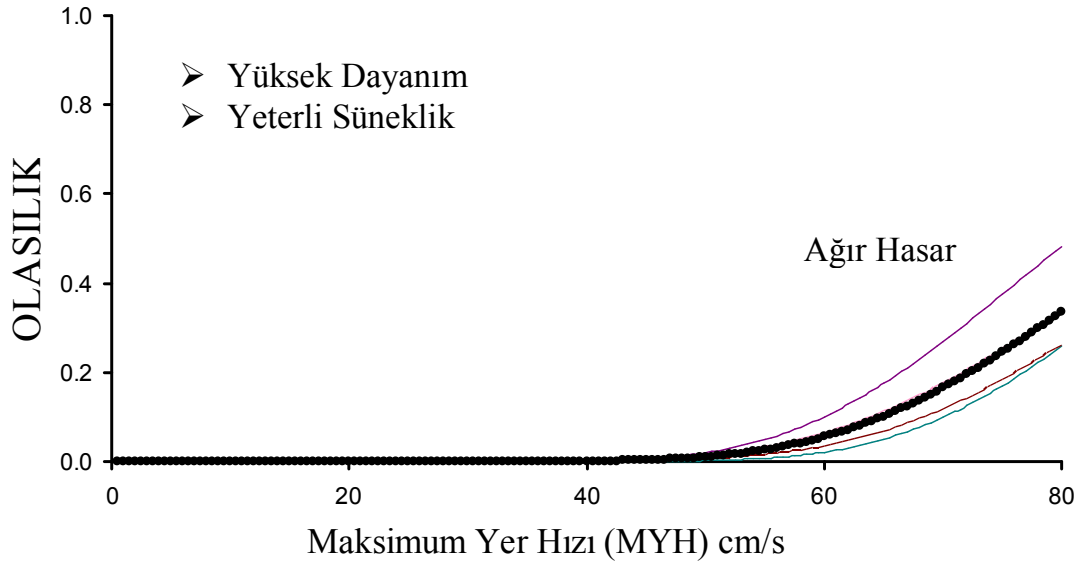
Şekil 7.27: $V_t/W \leq \%15$ & $S > 100$ mm olan binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları



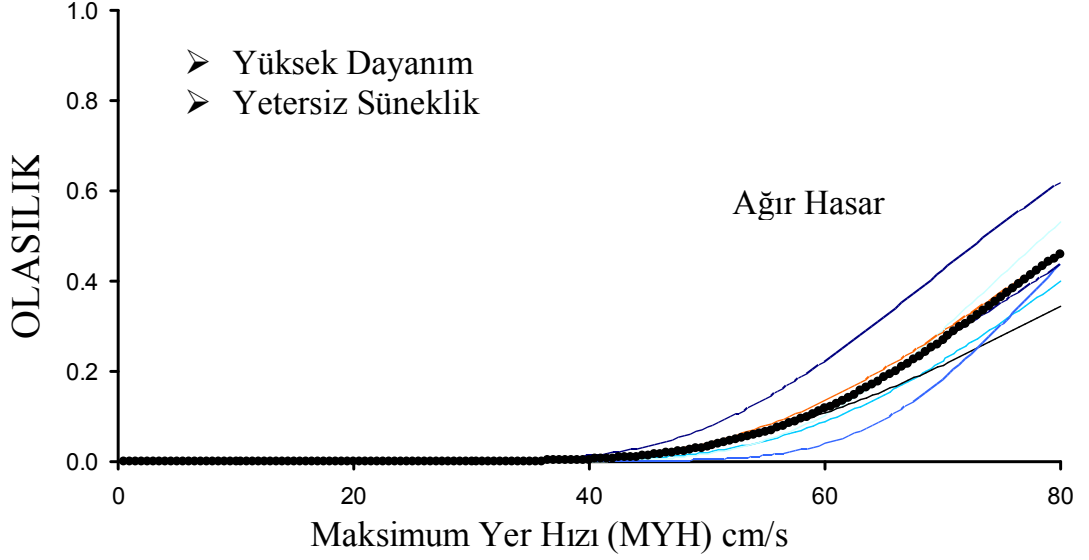
Şekil 7.28: $\%15 < V_t/W < \%25$ & $S \leq 100$ mm olan binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları



Şekil 7.29: $15 < V_t/W < 25$ & $S > 100$ olan binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

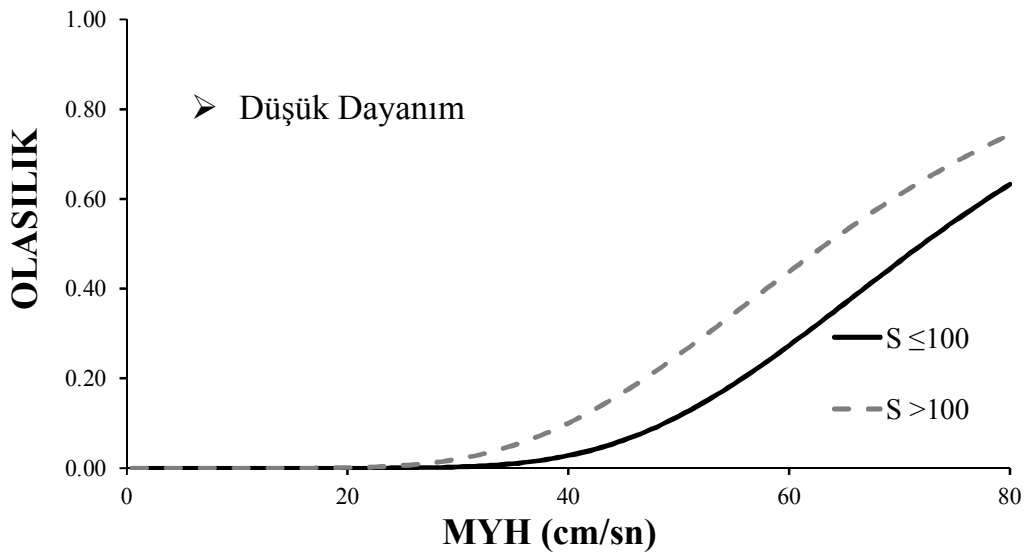


Şekil 7.30: $V_t/W \geq 25$ & $S \leq 100$ mm olan binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

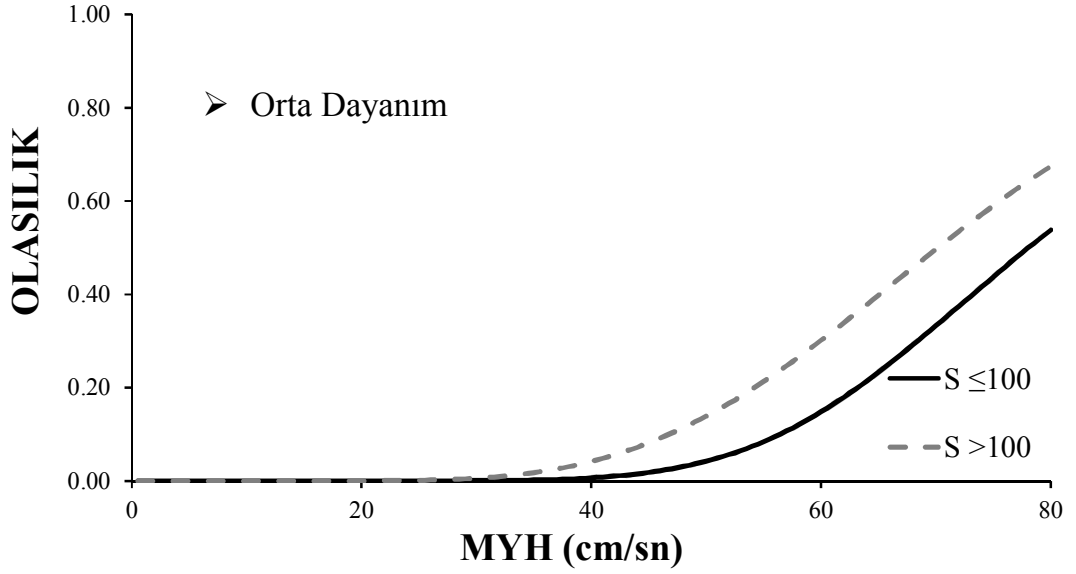


Şekil 7.31: $V_t/W \geq \%25$ & $S > 100$ mm olan binaların ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları

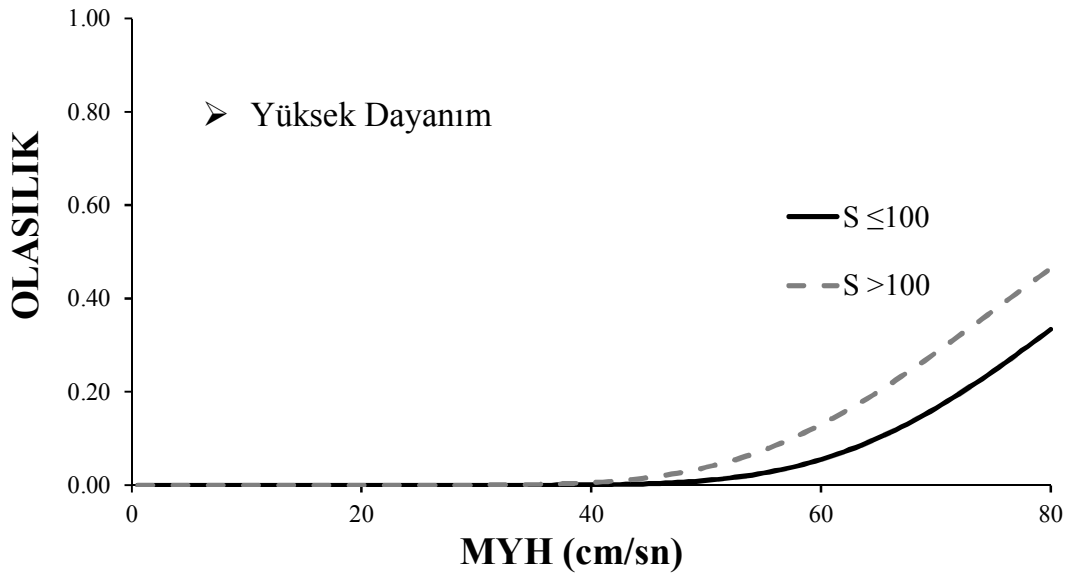
Ağır hasar durumunda sünekliğin etkisini incelemek amacıyla her yatay dayanım grubu için elde edilen ortalama hasar görebilirlik eğrileri karşılaştırılmıştır (Bkz. Şekil 7.32-Şekil 7.34). Bu şekillere bakıldığında ağır hasar durumunda sünekliğin etkili bir parametre olduğunu söylemek mümkündür. Deprem yönetmeliğinde kesit güvenlik sınırı (GV) için önerilen şekil değiştirme ifadesinin sargı donatısına bağlı olarak tanımlanması, farklı enine donatı oranları için hesaplanan hasar görebilirlik eğrilerinin de farklılaşmasına sebep olmaktadır. Doğal olarak bu durum daha ileri hasar düzeyleri için enine donatının etkinliğinin artmasına sebep olmaktadır.



Şekil 7.32: $V_t/W \leq \%15$ olan binalarda ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması

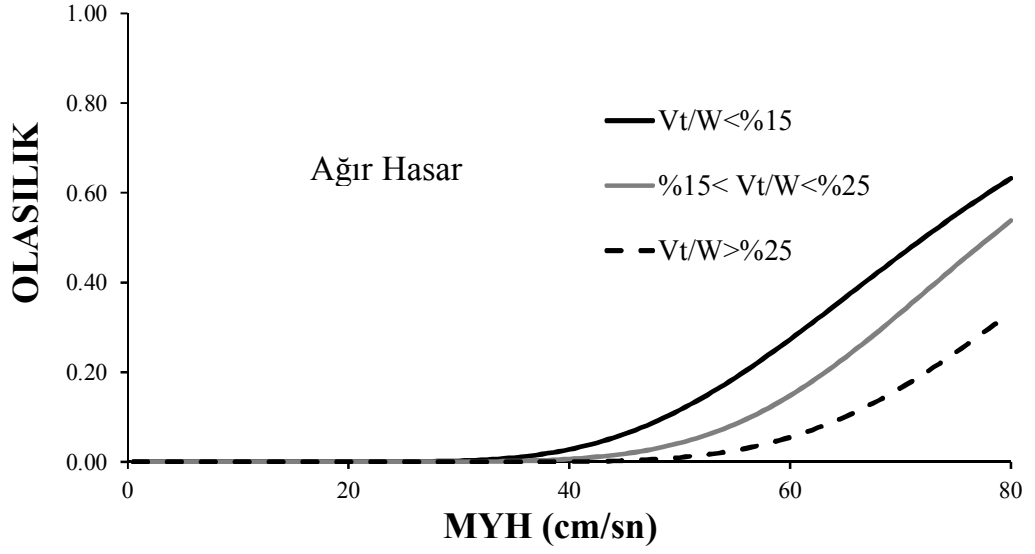


Şekil 7.33: $\%15 < V_t/W < \%25$ olan binalarda ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması

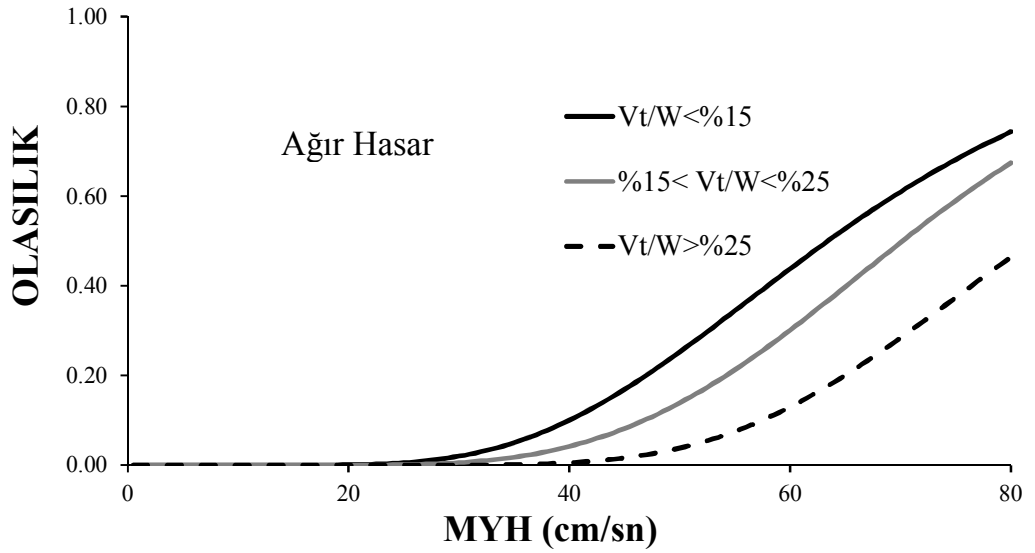


Şekil 7.34: $V_t/W \geq \%25$ olan binalarda ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması

Süneklik ile ilgili bu irdelemenin ardından her yatay dayanım grubu kendi içerisinde ayrıca incelenmiştir. Böylece yatay dayanım oranının ağır hasar durumuna olan etkisini görebilmek mümkün olmuştur. Şekil 7.35 ve Şekil 7.36'da görüldüğü gibi yatay dayanım oranının düşük, orta ve yüksek olduğu binalarda ağır hasar olasılığı farklılaşmaktadır. Yatay dayanım oranının yüksek olması söz konusu binanın ağır hasar görme olasılığını düşürmektedir.



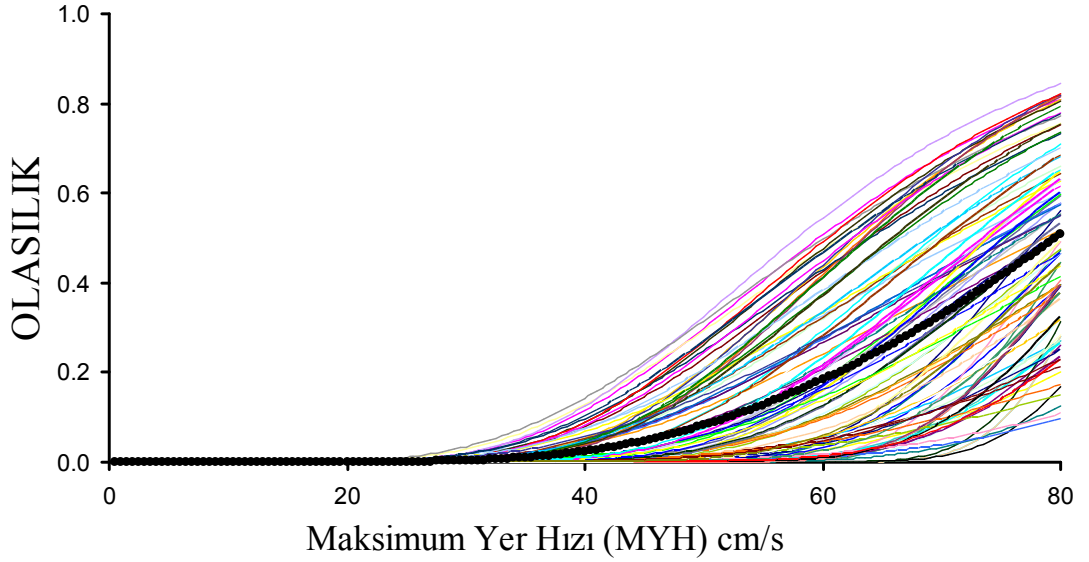
Şekil 7.35: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S \leq 100$ durumu için ağır hasar ve üzerinde hasar görme olasılıklarının karşılaştırılması



Şekil 7.36: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S > 100$ durumu için ağır hasar ve üzerinde hasar görme karşılaştırılması

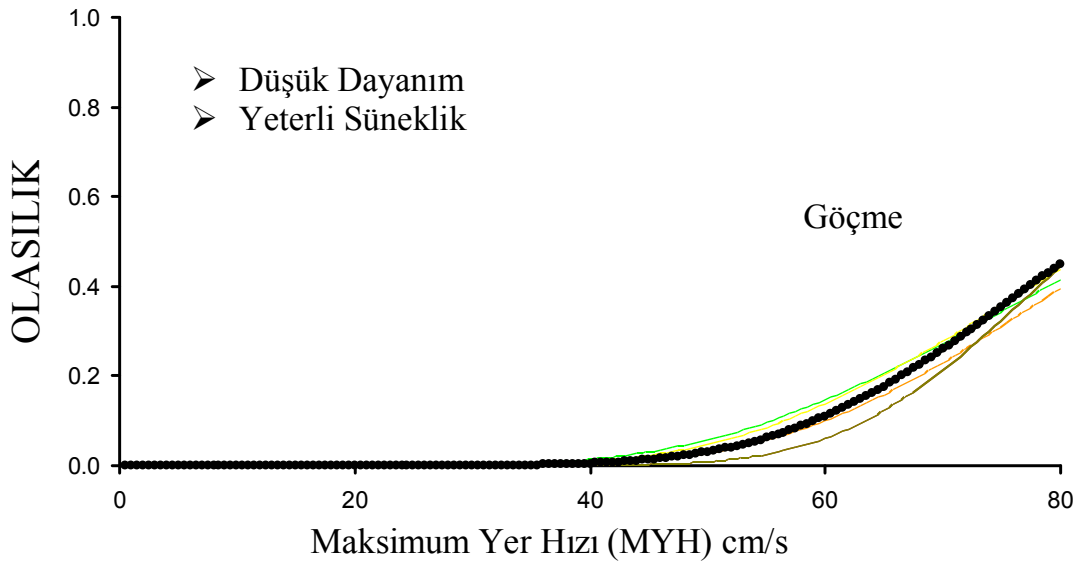
7.1.4 Göçme Durumu İçin Hasar Görebilirlik Eğrileri ile Yapısal Parametreler Arasındaki İlişki (EP%0)

Göçme durumuna ait hasar görebilirlik eğrileri 98 adet tek katlı prefabrik için elde edilmiştir. Elde edilen eğrilerin tamamı Şekil 7.37’de verilmiştir. Şekildeki koyu siyah renkli çizgi ise tüm binalar için elde edilen ortalama hasar görebilirlik eğrisini temsil etmektedir.

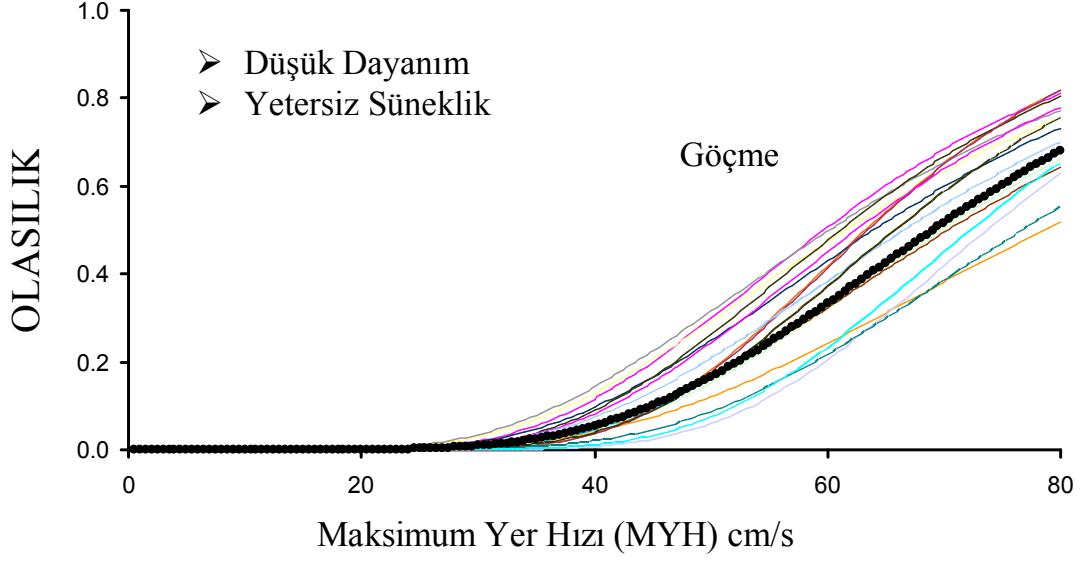


Şekil 7.37: 98 adet tek katlı tüm prefabrik binaların göçme olasılıkları

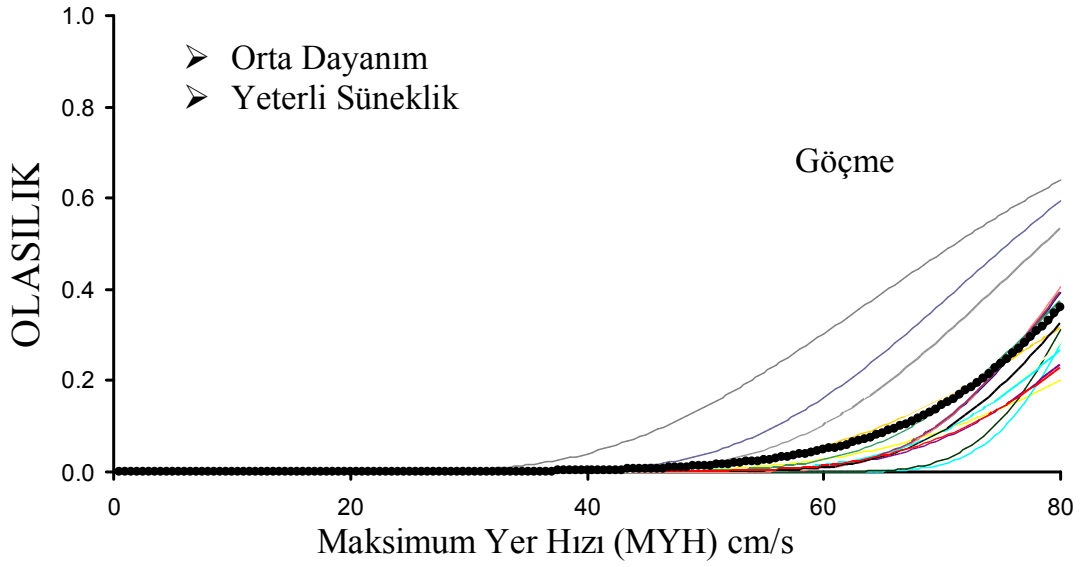
Düşük, orta ve yüksek dayanım grubundaki binalar için daha önceki hasar durumları için takip edilen yöntem, göçme durumu içinde tekrar edilmiştir. Göçme durumu için bulunan hasar görebilirlik eğrileri Şekil 7.38- Şekil 7.43’te verilmektedir.



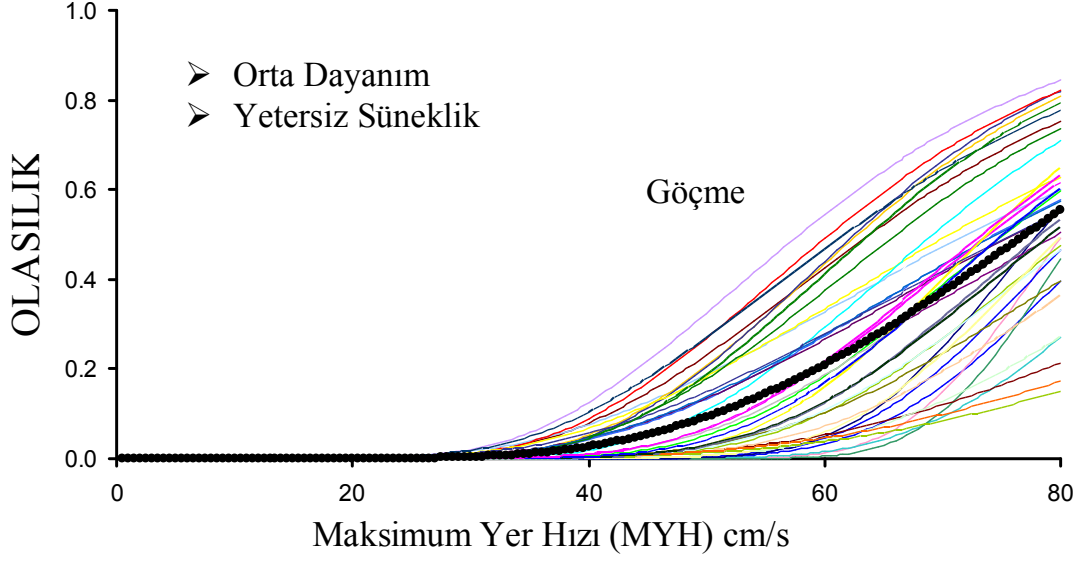
Şekil 7.38: $V_t/W \leq \%15$ & $S \leq 100$ mm olan binaların göçme olasılıkları



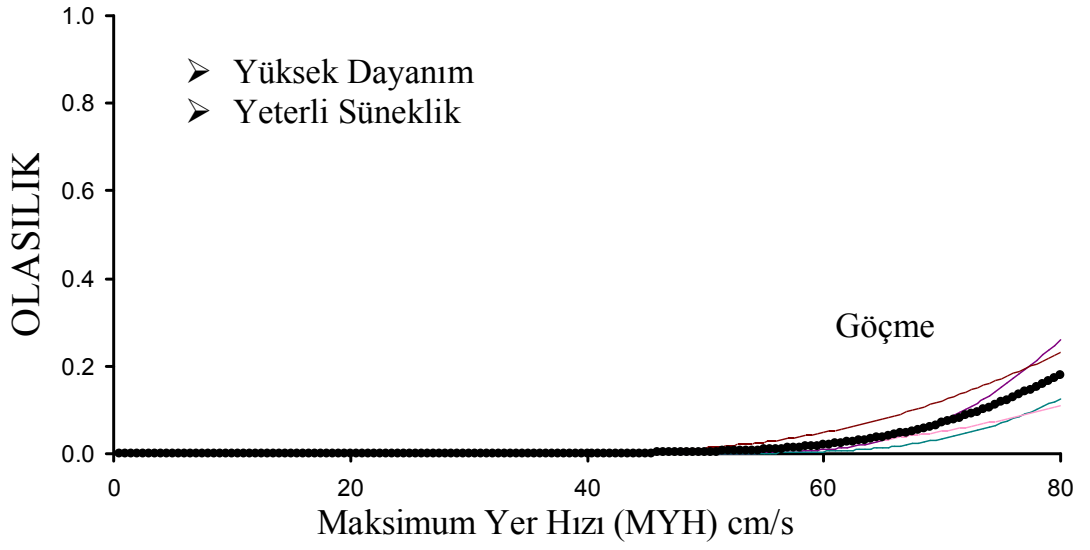
Şekil 7.39: $V_t/W \leq \%15$ & $S > 100$ mm olan binaların göçme olasılıkları



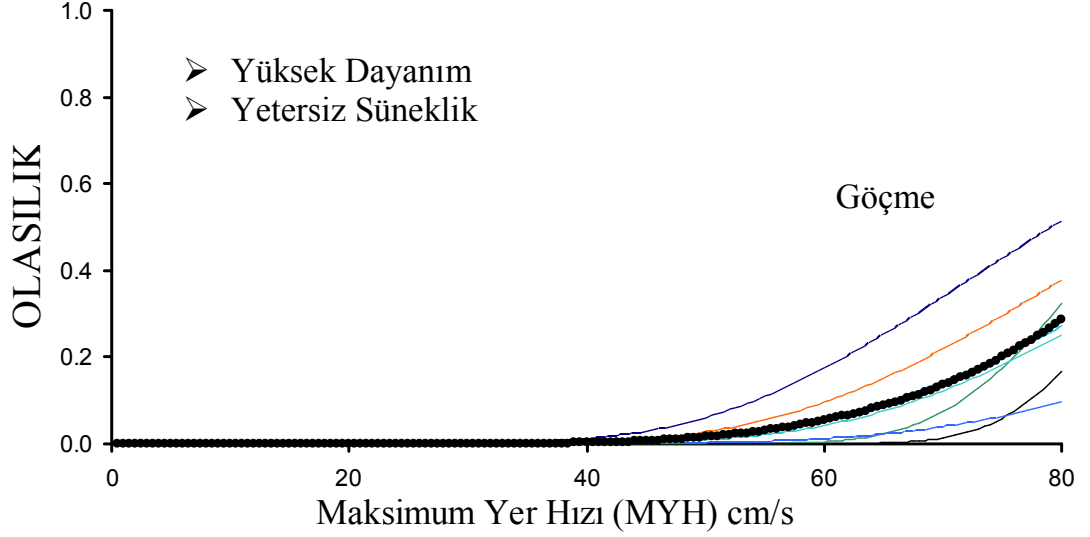
Şekil 7.40: $\%15 < V_t/W < \%25$ & $S \leq 100$ mm olan binaların göçme olasılıkları



Şekil 7.41: $15\% < V_t/W < 25\%$ & $S > 100$ olan binaların göçme olasılıkları

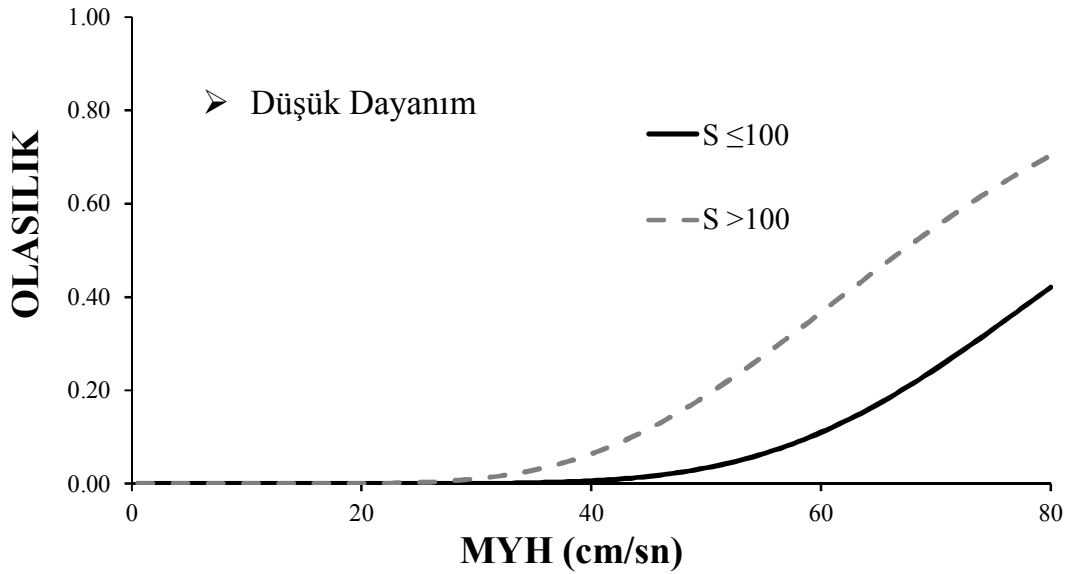


Şekil 7.42: $V_t/W \geq 25\%$ & $S \leq 100$ mm olan binaların göçme olasılıkları

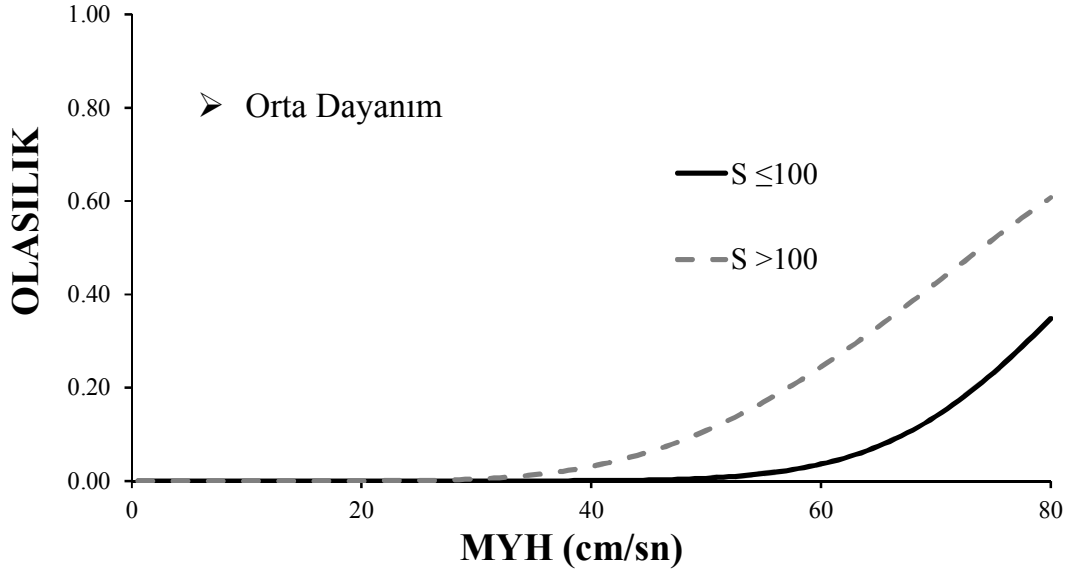


Şekil 7.43: $V_t/W \geq \%25$ & $S > 100$ mm olan binaların göçme olasılıkları

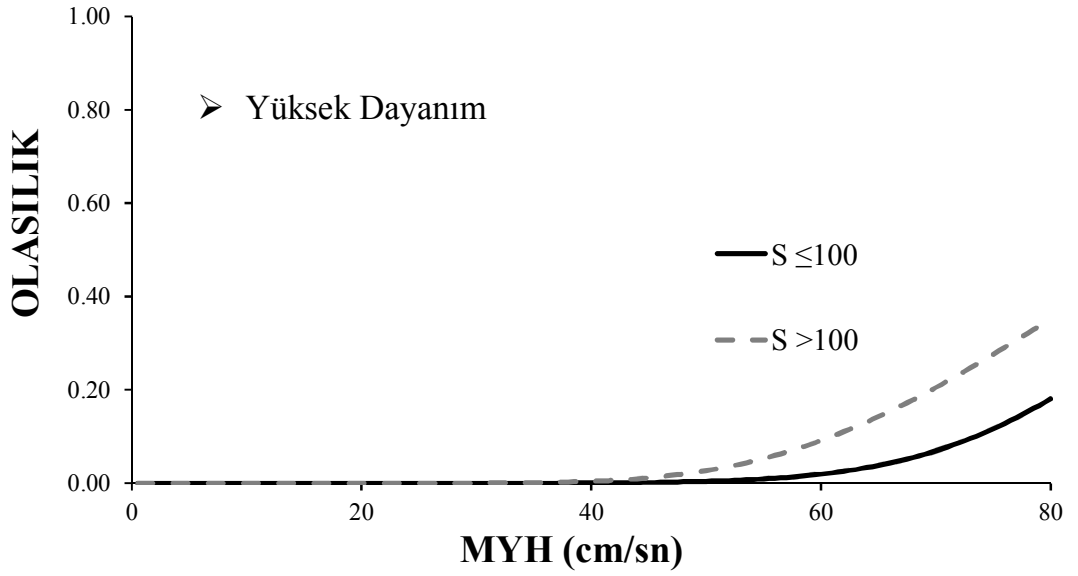
Sünekliğin göçme üzerindeki etkisini incelemek amacıyla her yatay dayanım grubu için elde edilen ortalama hasar görebilirlik eğrileri karşılaştırılmıştır (Bkz. Şekil 7.44-Şekil 7.46). Şekiller incelendiğinde göçme durumu için sünekliğin etkili bir parametre olduğu, hatta daha düşük hasar seviyelerine (hafif hasar, orta hasar) kıyasla etkinliğini daha da arttırdığı görülmektedir. Ağır hasar sınırı için yönetmelikte tarif edilen şekil değiştirme sınırının da yine enine donatıya bağlı olması, hasar görebilirlik eğrilerinin enine donatı oranına duyarlı hale gelmesine sebep olmaktadır.



Şekil 7.44: $V_t/W \leq \%15$ binalarda göçme olasılıklarının karşılaştırılması

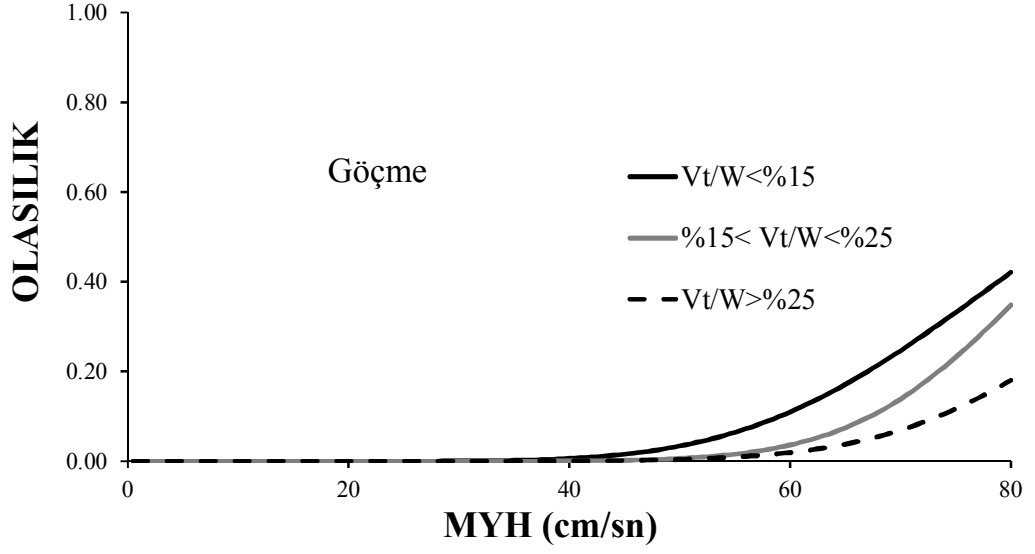


Şekil 7.45: $15\% < V_t/W < 25\%$ binalarda göçme olasılıklarının karşılaştırılması

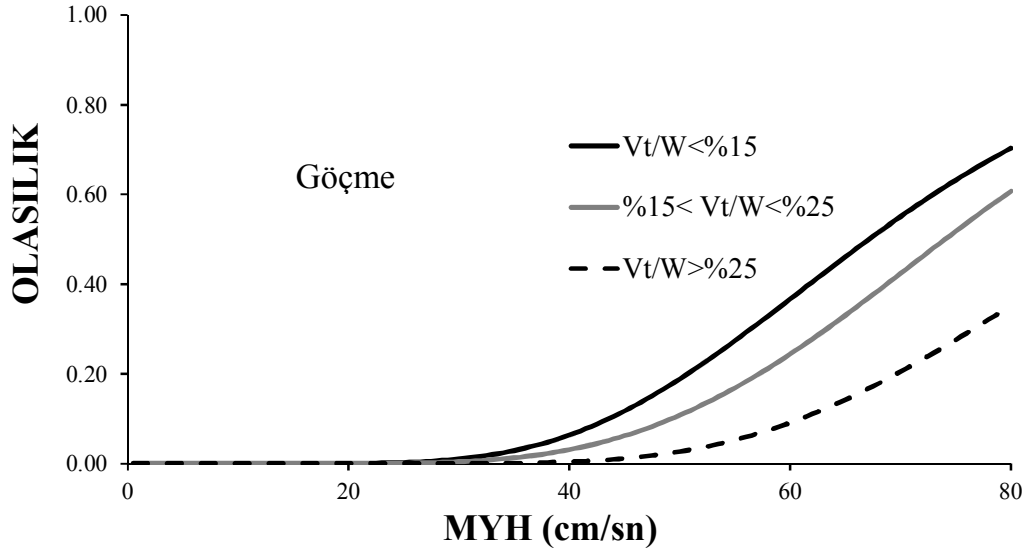


Şekil 7.46: $V_t/W \geq 25\%$ binalarda göçme olasılıklarının karşılaştırılması

Süneklik ile ilgili irdelemenin ardından her yatay dayanım grubu kendi içerisinde ayrıca incelenmiştir. Şekil 7.47 ve Şekil 7.48’de gösterilen sonuçlar hem yatay dayanım oranının, hem de etriye sıklaştırmasının hasar görülebilirlik eğrileri üzerinde oldukça etkili olduğunu göstermektedir.



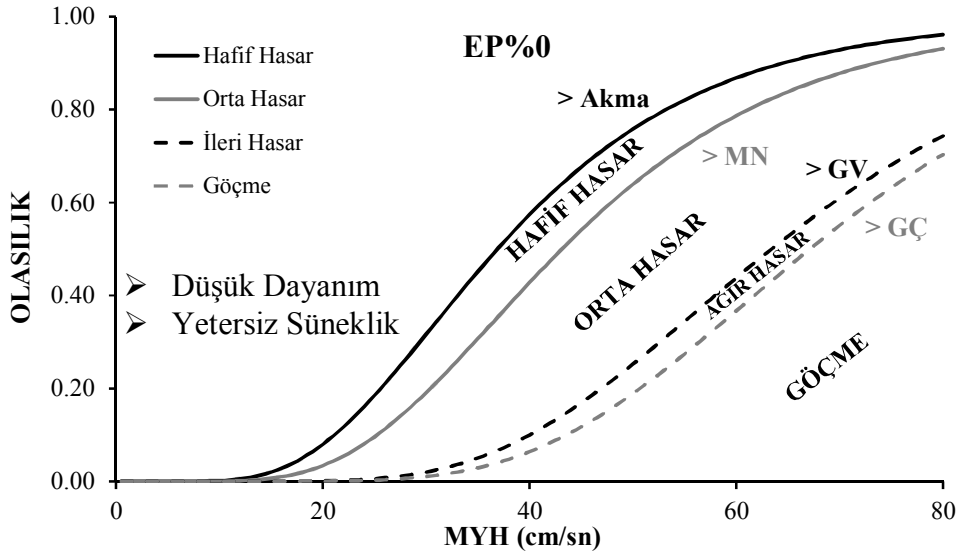
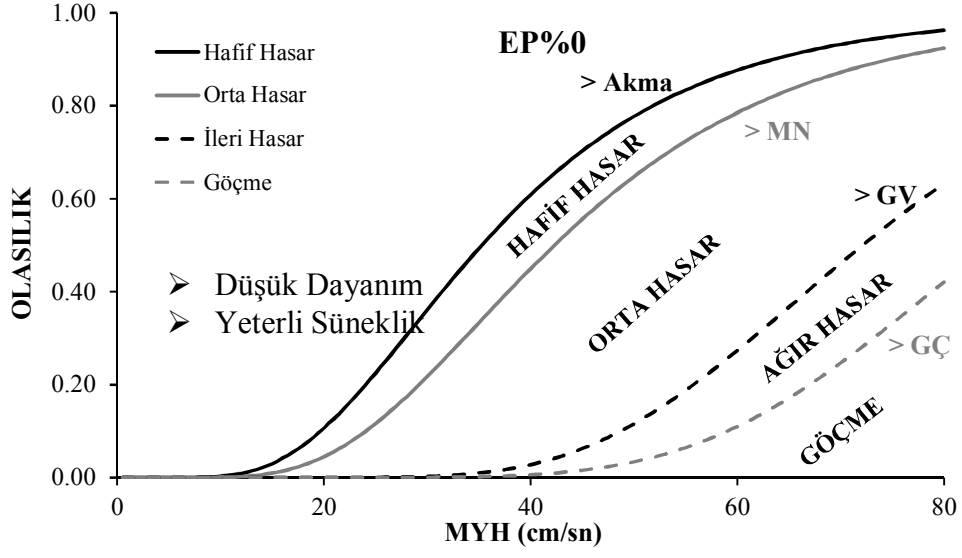
Şekil 7.47: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S \leq 100$ durumu için göçme olasılıklarının karşılaştırılması



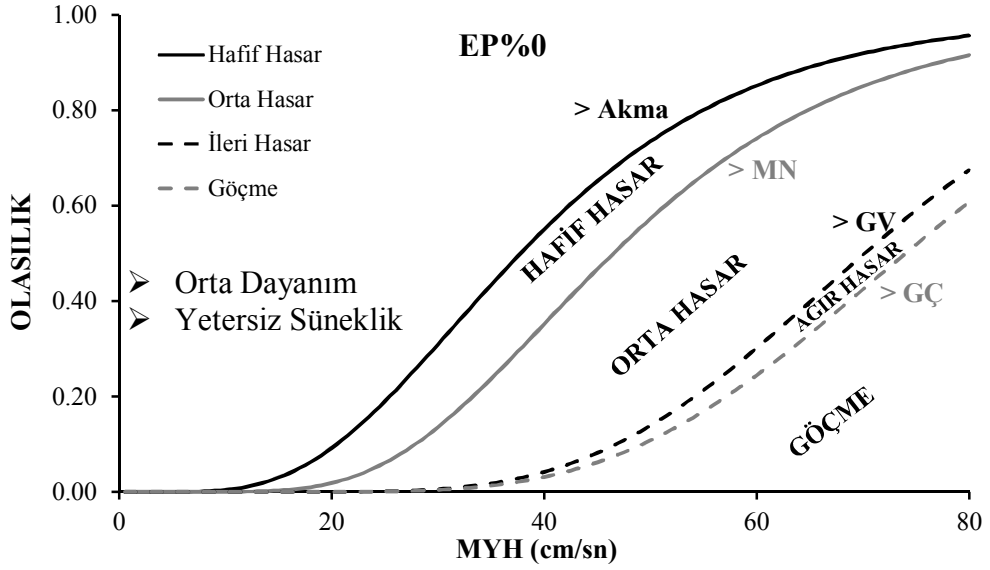
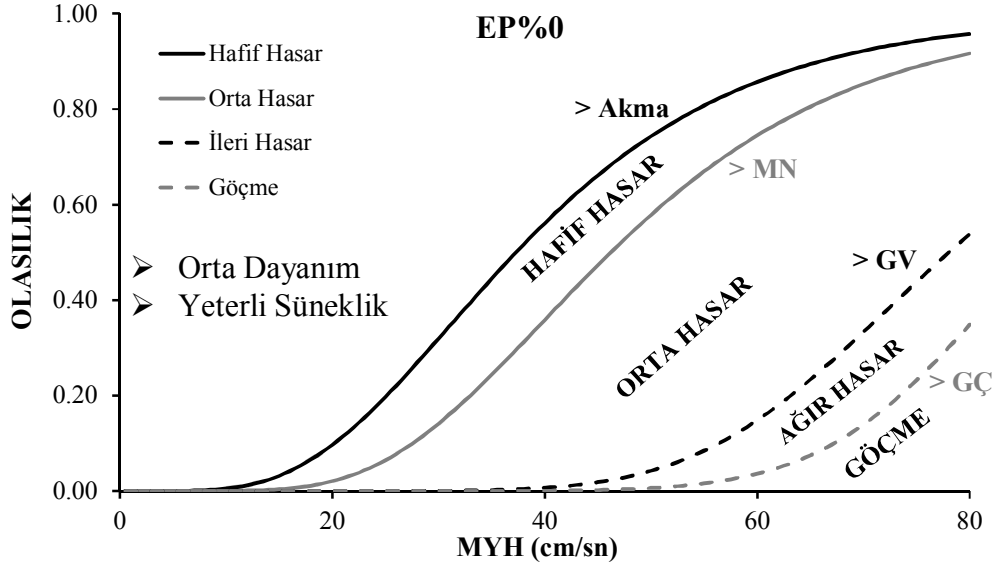
Şekil 7.48: Düşük, orta ve yüksek dayanımlı binalarda $S > 100$ durumu için göçme olasılıklarının karşılaştırılması

Elde edilen sonuçlar yatay dayanım oranının tek katlı ve mafsallı prefabrik yapılar açısından bütün hasar seviyeleri üzerindeki en etkili yapısal parametre olduğunu göstermiştir. Süneklik ise özellikle yönetmelikte verilen (enine donatıya bağlı olan ve olmayan hasar sınırları yüzünden) ancak ağır hasar ve göçme durumlarında etkili olmaktadır. Yapılan bu değerlendirmeler ışığında yatay dayanım oranının hafif ve orta hasar durumlarını tarif etmek için tek başına yeterli bir parametre olarak kullanılabileceğini söylemek mümkündür. Bununla birlikte ağır hasar ve göçme durumlarını tarif etmek için yatay dayanım oranının tek başına yeterli olmadığı ve süneklik üzerinden bir sınıflandırmaya ihtiyaç duyulacağı açık bir biçimde görülmektedir.

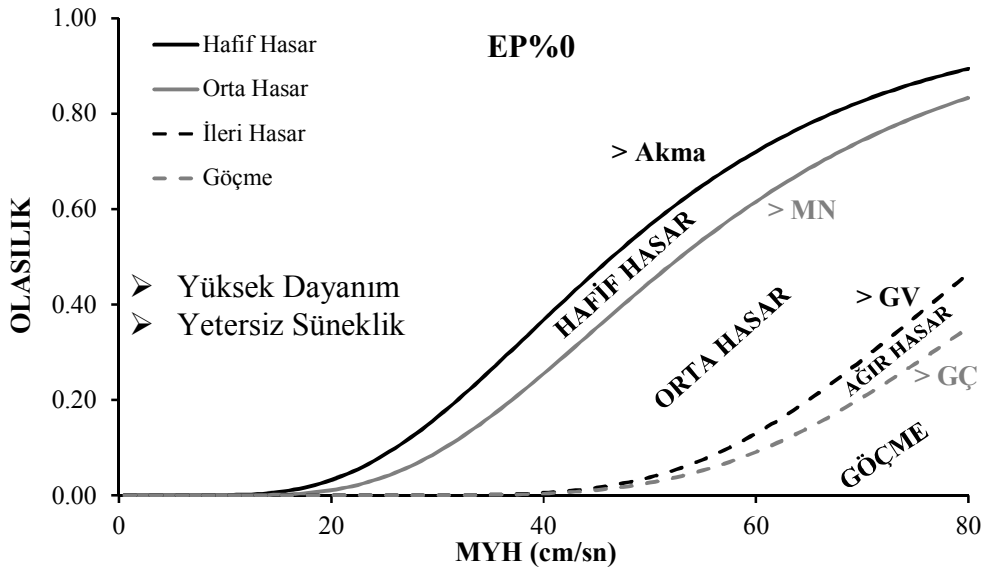
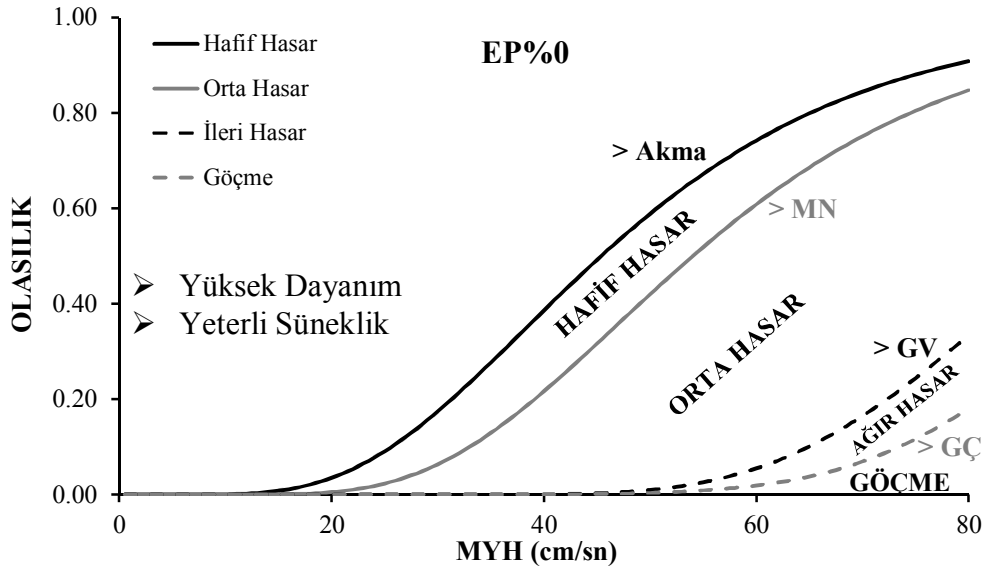
Düşük, orta ve yüksek yatay dayanım oranlarına, yeterli ve yetersiz süneklik kapasitelerine sahip (toplamda 6 alt grup) bina gruplarının EP%0 çevrim modeli için farklı hasar sınırlarını aşmalarının birikimli olasılıklarını gösteren ortalama hasar görebilirlik eğrileri Şekil 7.49-Şekil 7.51’de verilmiştir. Diğer 3 çevrim modelinin farklı hasar sınırlarını aşmalarının birikimli olasılıklarını gösteren hasar görebilirlik eğrileri EK B.1’de sunulmuştur. Yetersiz sünekliği temsil eden bina gruplarının ortalama hasar görebilirlik eğrileri incelendiğinde Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ)’ için hesaplanan eğrilerin birbirine yakın çıktığı görülmektedir. Bu durum DBYBHY-2007 de verilen şekildeğiştirme esaslı hasar tariflerinden kaynaklanmaktadır. Bu tariflere göre hesaplanan ve çoğunlukla da betona ait şekildeğiştirme sınırı tarafından kontrol edilen GV ve GÇ sınırları birbirine oldukça yakın çıkmaktadır. Bu durum ise ağır hasar görme riskini tarif eden bölgenin özellikle yetersiz yatay dayanım ve süneklik kapasitesine sahip mevcut binalarda işlevsiz hale gelmesine sebep olmaktadır. Orta hasar bölgesinin göçme sınırına bu denli yakın olması ise söz konusu binalara ilişkin karar verme süreçlerini olumsuz yönde etkileyecek sonuçların doğmasına sebep olabilecektir.



Şekil 7.49: $V_t/W \leq 15\%$ durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri (EP%0)



Şekil 7.50: $15\% < V_t/W < 25\%$ durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri (EP%0)



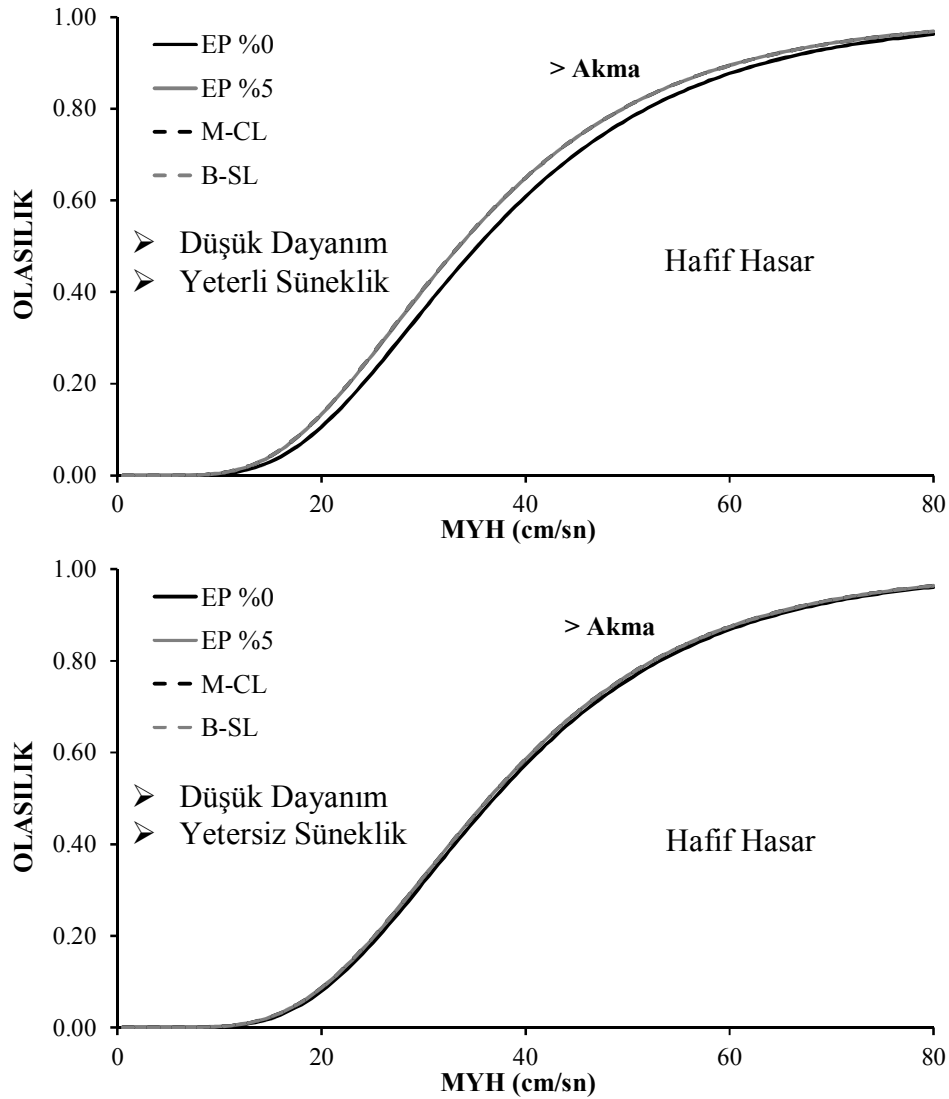
Şekil 7.51: $V_t/W \geq 25$ durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%0)

7.2 Farklı Histeretik Çevrim Modellerinden Elde Edilen Hasar Görebilirlik Eğrilerinin Karşılaştırılması

Bu bölümde 4 adet histeretik çevrim modelinin hasar görebilirlik eğrileri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çevrim modellerine göre elde edilmiş olan ortalama hasar görebilirlik eğrileri birbirleri ile karşılaştırılmış ve çıkan sonuçlar değerlendirilmiştir.

7.2.1 Hafif Hasar Durumu İçin Farklı Çevrim Modellerinden Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

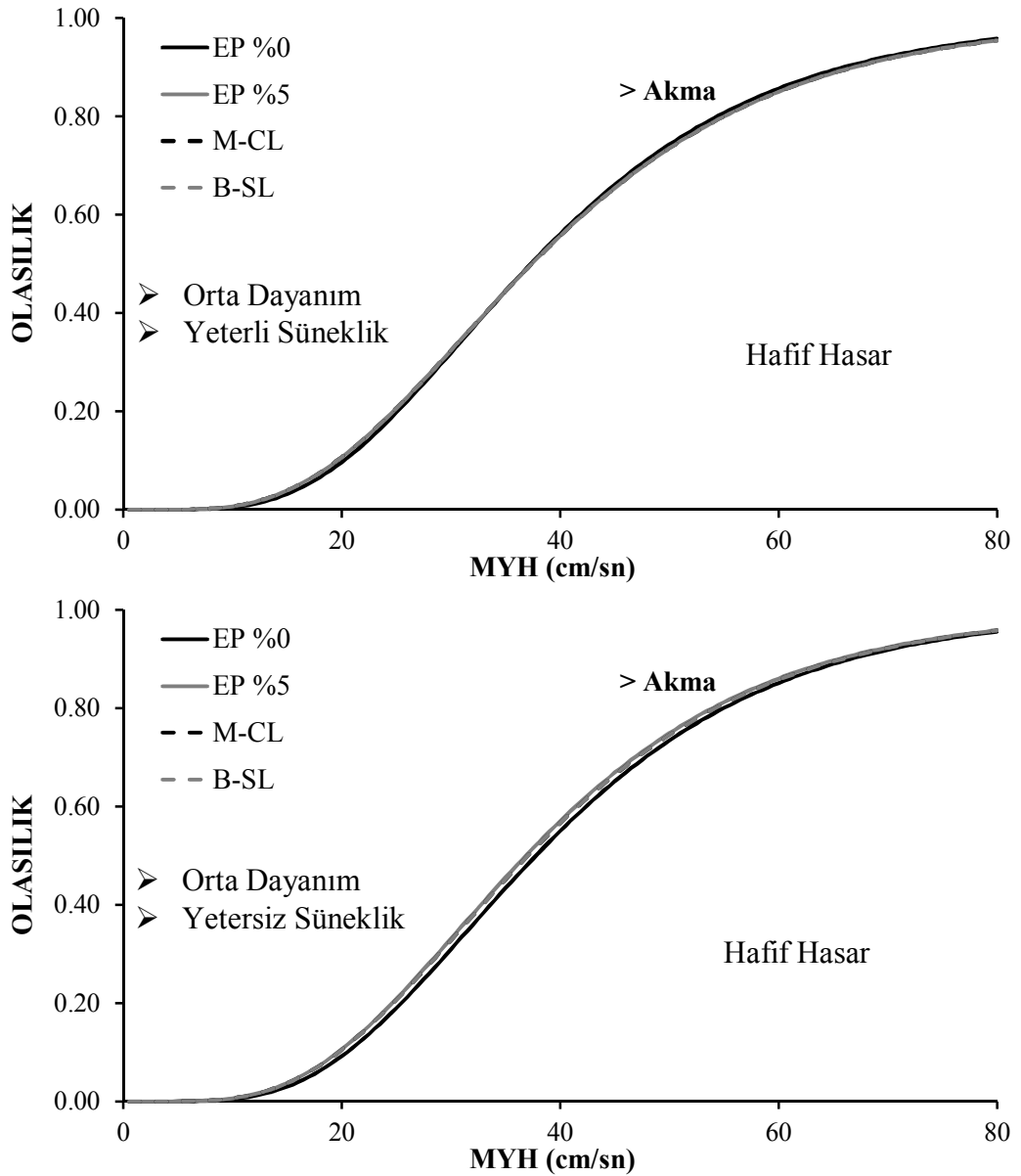
Hafif hasar durumunda yatay dayanım oranının düşük olduğu binalardan elde edilen hasar görebilirlik eğrilerinin ortalamaları Şekil 7.52’de verilmiştir. Düşük dayanımın temsil edildiği bina gruplarında histeretik çevrim modelinin değişmesi, bina gruplarının hasar görebilirliğini değiştirmemektedir (özellikle yetersiz süneklikte).



Şekil 7.52: $V_t/W \leq \%15$ durumu için hafif hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması

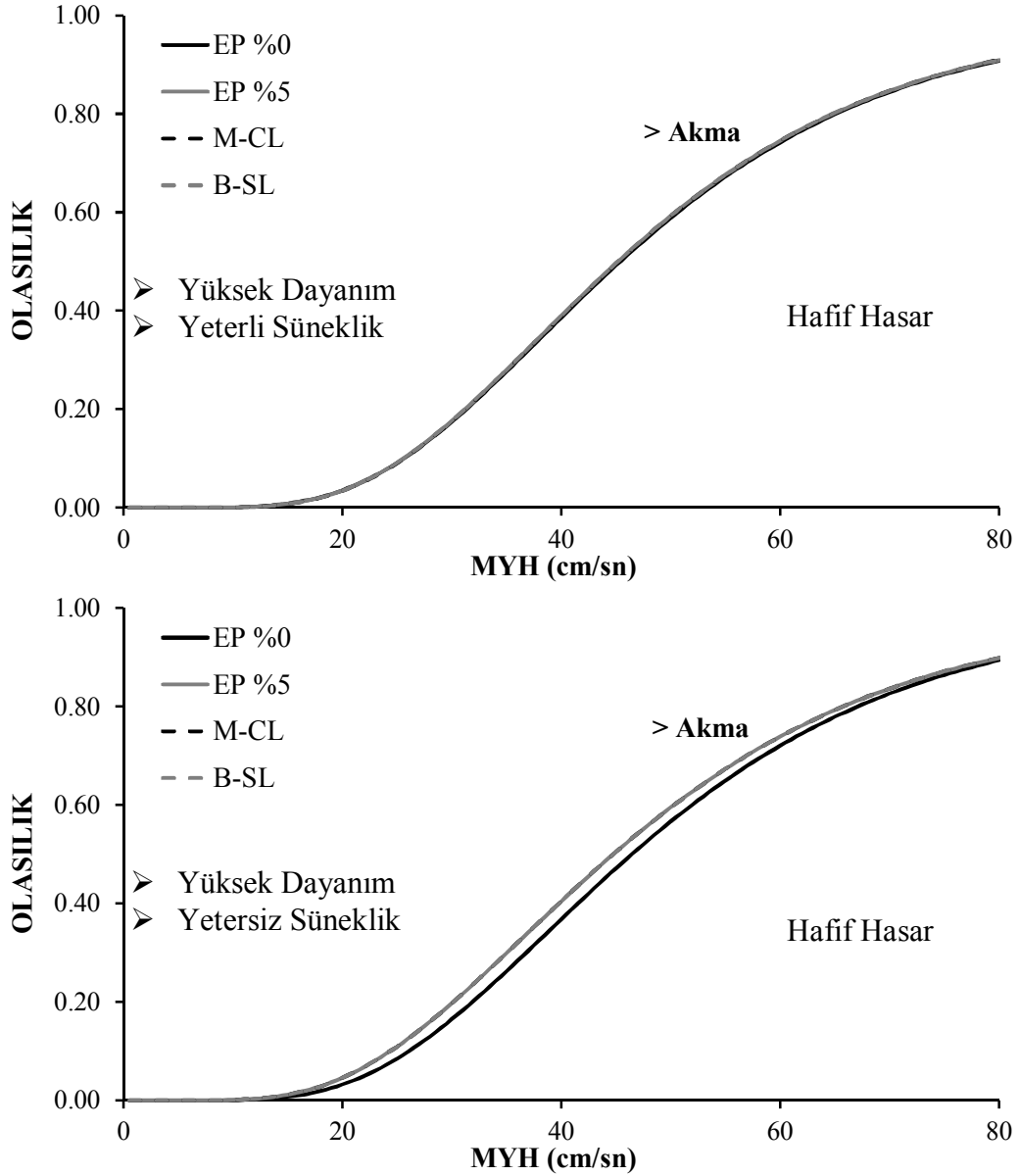
98 adet tek katlı prefabrik binanın, bütün hasar seviyeleri ve 4 adet histeretik malzeme modeli için hesap sonucu elde edilen hasar görülebilirlik eğrilerine ait ortalama ve standart sapma değerleri EK C.1’de verilmiştir.

Orta seviyede yatay dayanım oranına sahip olan binalardan elde edilen hasar görülebilirlik eğrilerinin ortalamaları Şekil 7.53’de verilmiştir. Orta seviyede dayanımın temsil edildiği bina gruplarının farklı çevrim modellerine göre elde edilmiş olan ortalama hasar görülebilirlik eğrileri düşük dayanımlı bina gruplarının sonuçları ile birbirine benzemektedir. Çevrim modellerinin değişmesi hafif hasarın aşılması olasılığını etkilememektedir.



Şekil 7.53: $15\% < V_d/W < 25\%$ durumu için hafif hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması

Yüksek yatay dayanım oranına sahip olan binalardan elde edilen hasar görülebilirlik eğrileri Şekil 7.54'de verilmiştir. Yüksek yatay dayanım oranına sahip bina gruplarında da hafif hasar ve üzerinde hasar görme olasılıkları benzer seviyelerdedir ve kullanılan çevrimsel modelin etkisi yok denecek kadar azdır.

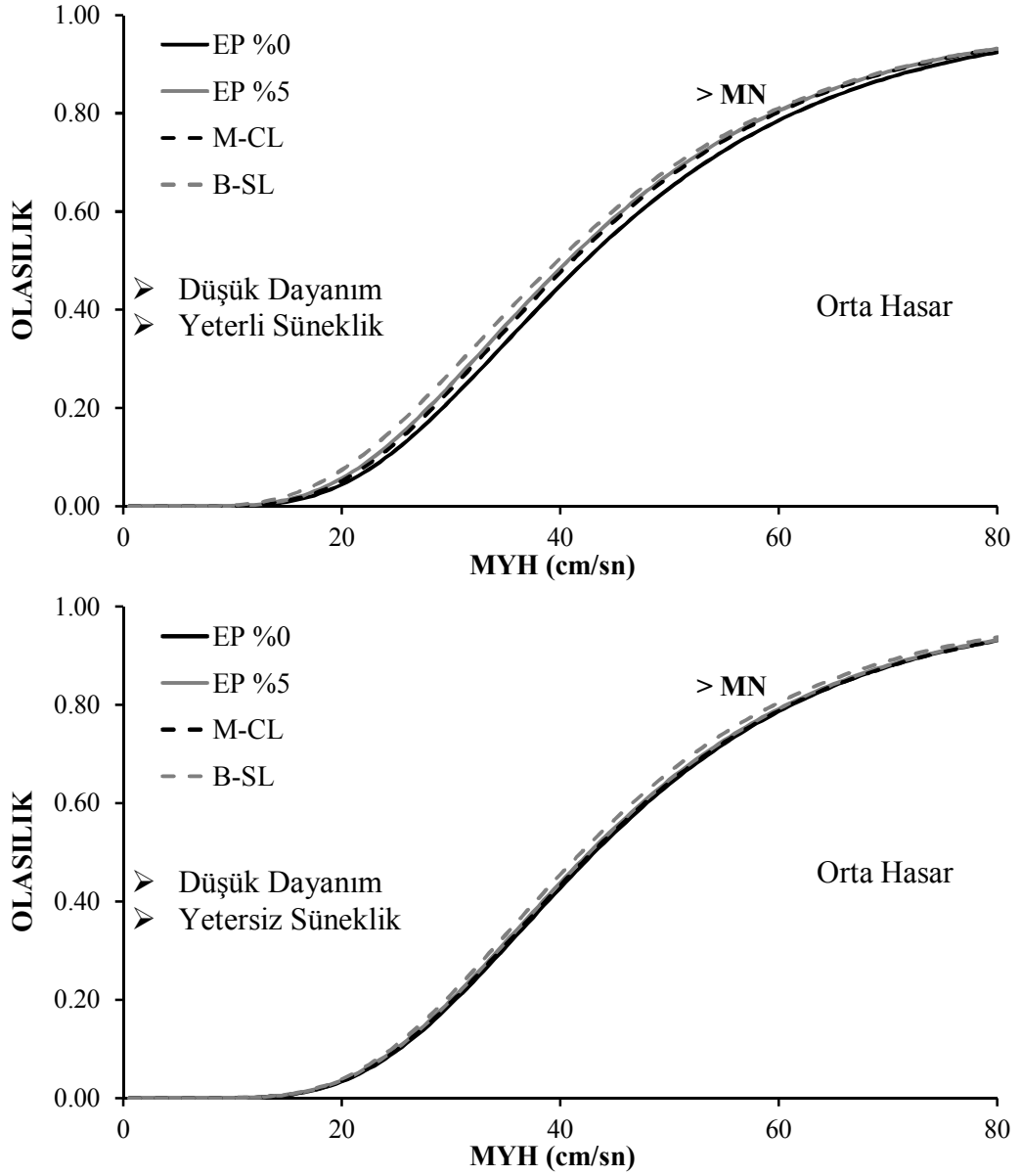


Şekil 7.54: $V_f/W \geq 25$ durumu için hafif hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması

Sonuç olarak, histeretik çevrim modellerinin hafif hasar sınırının aşılması üzerindeki etkisini incelemek amacıyla elde edilen hasar görülebilirlik eğrileri karşılaştırılmış ve çevrim modelinin farklı oluşunun hafif hasarın aşılması olasılığı üzerinde önemli farklılıklar oluşturmadığı görülmüştür.

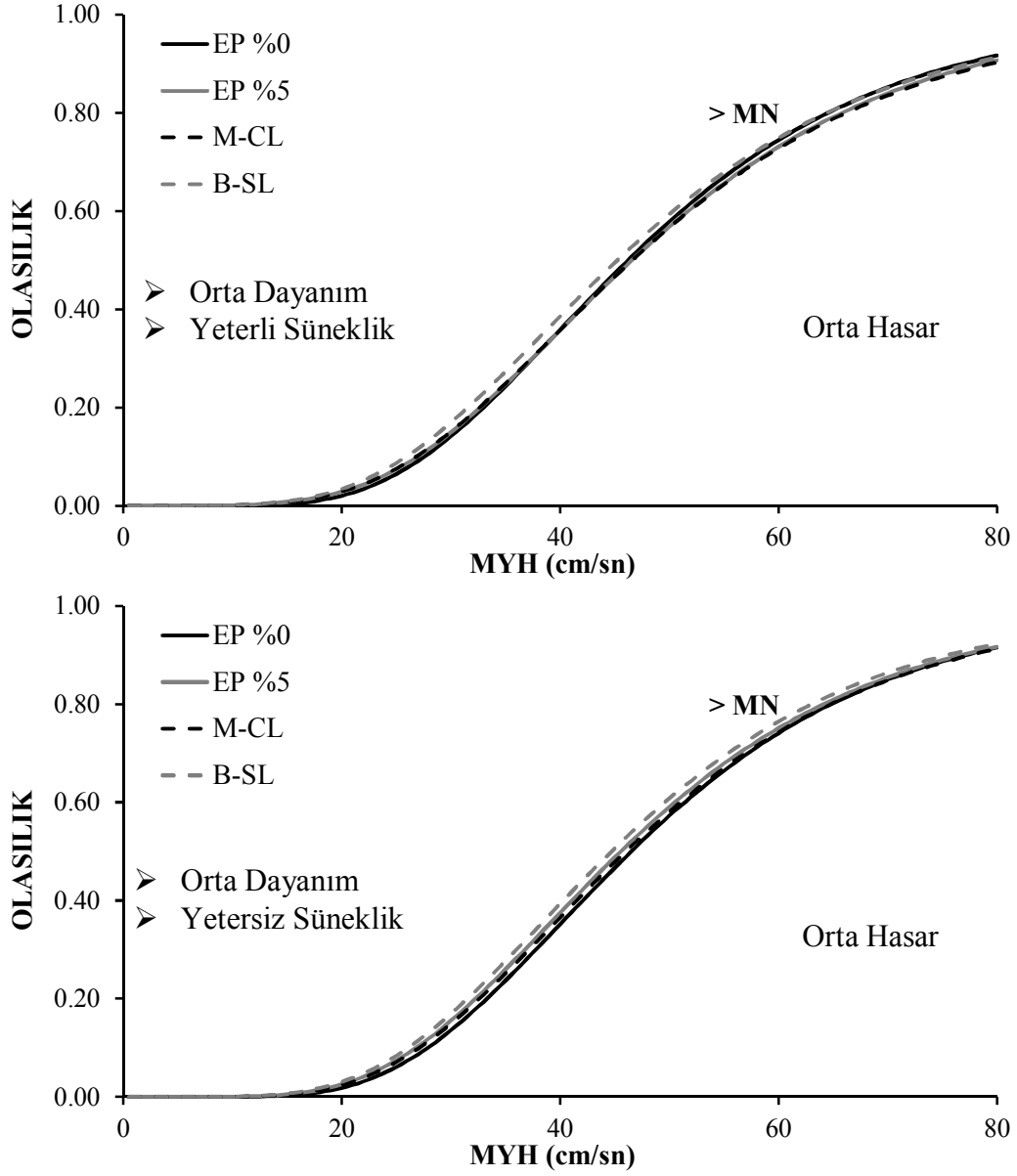
7.2.2 Orta Hasar Durumu İçin Farklı Çevrim Modellerinden Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

Orta hasar durumunda yatay dayanım oranının düşük olduğu binalardan elde edilen hasar görülebilirlik eğrilerinin ortalamaları Şekil 7.55’de verilmiştir. Düşük dayanımın temsil edildiği bina gruplarında çevrim modelinin değişmesi, bu bina gruplarının hasar görülebilirliğini değiştirmemektedir.



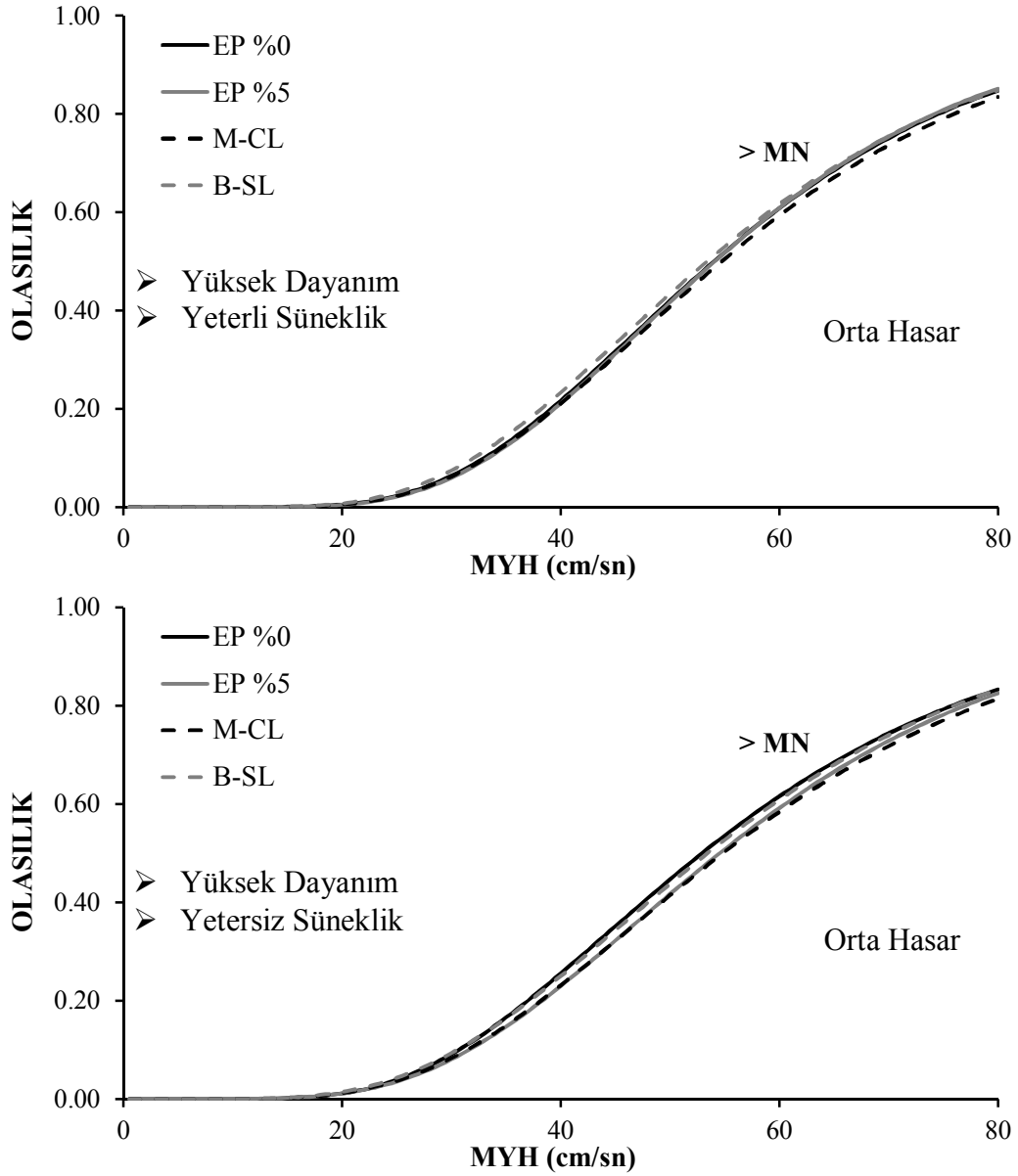
Şekil 7.55: $V_t/W \leq 15$ durumu için orta hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması

Orta seviyede yatay dayanım oranına sahip olan binalardan elde edilen hasar görülebilirlik eğrilerinin ortalamaları Şekil 7.56'de verilmiştir. Farklı çevrim modellerine göre elde edilmiş olan ortalama hasar görülebilirlik eğrileri düşük dayanımlı bina gruplarının sonuçları ile birbirine benzemektedir. Çevrim modellerinin değişmesi orta hasarın aşılması olasılığını etkilememektedir.



Şekil 7.56: $15\% < V_t/W < 25\%$ durumu için orta hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması

Yüksek yatay dayanım oranına sahip binalardan elde edilen hasar görülebilirlik eğrileri Şekil 7.57'da verilmiştir. Bulunan sonuçlar çevrim modelini değiştirmenin yüksek dayanımlı binaların hasar olasılıkları üzerinde etkili olmadığını göstermiştir.

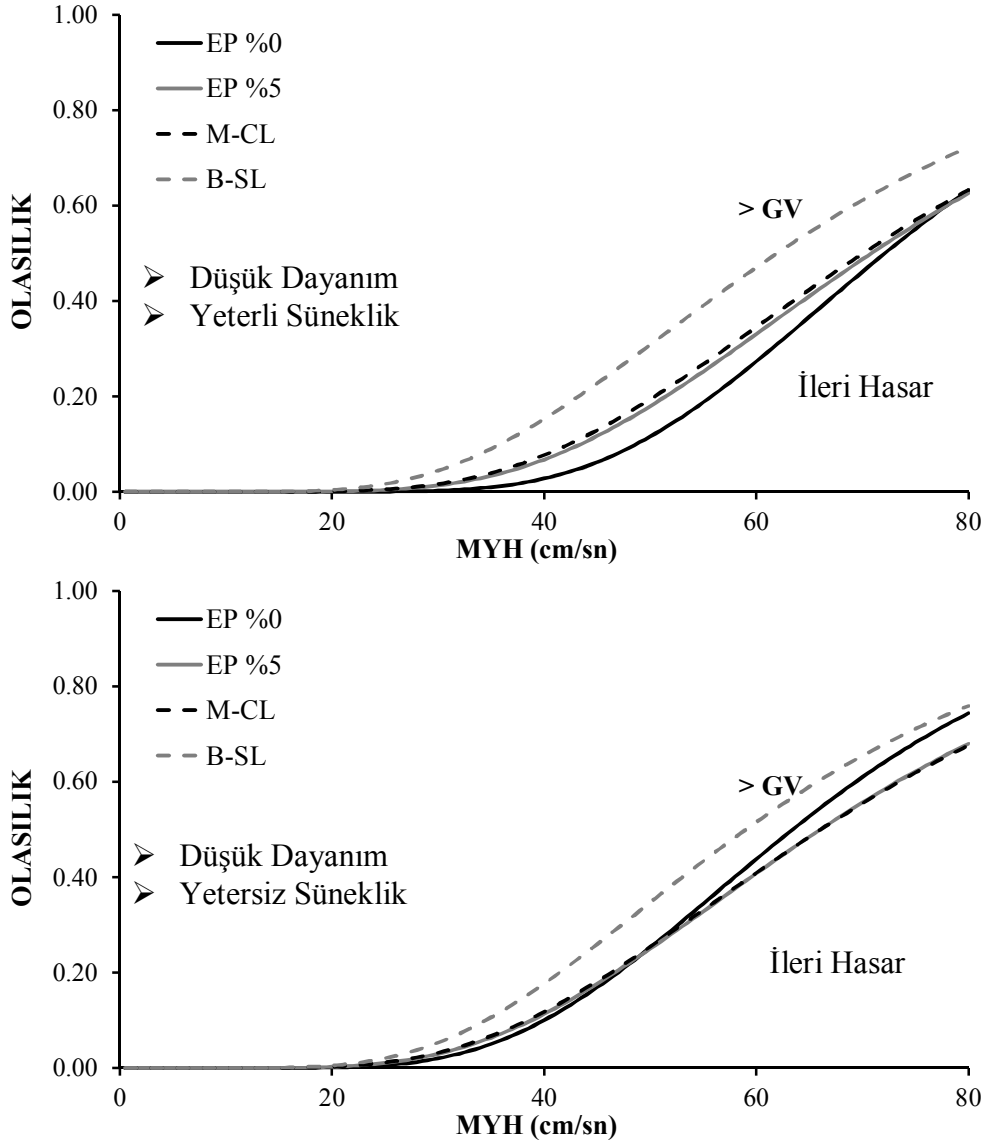


Şekil 7.57: $V_t/W \geq 25$ durumu için orta hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması

Sonuç olarak, histeretik çevrim modellerinin orta hasar sınırının aşılması üzerindeki etkisini incelemek amacıyla her yatay dayanım grubu için elde edilen ortalama hasar görülebilirlik eğrileri karşılaştırılmış ve çevrim modelinin farklı oluşunun orta hasarın aşılması olasılığı üzerinde önemli farklılıklar oluşturmadığı görülmüştür.

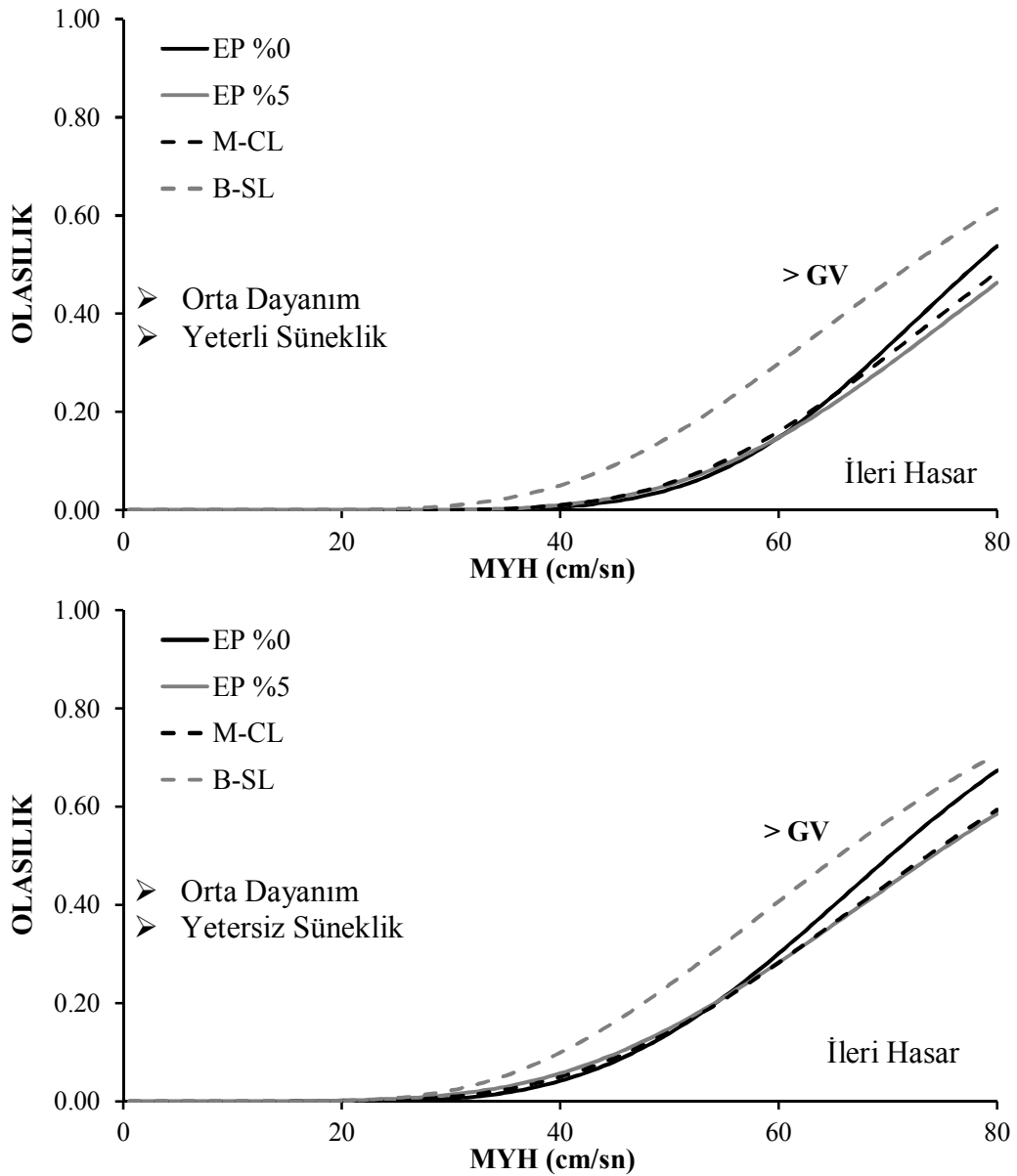
7.2.3 İleri Hasar Durumu İçin Farklı Çevrim Modellerinden Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

İleri hasar durumunda yatay dayanım oranının düşük olduğu binalardan elde edilen hasar görebilirlik eğrilerinin ortalamaları Şekil 7.58’de verilmiştir. Düşük dayanımın temsil edildiği bina gruplarında histeretik çevrim modelinin değişmesi, bu bina gruplarının ileri hasar durumu için hasar görebilirliği üzerinde farklılıklar oluşturmuştur. Histeretik çevrim modellerinden B-SL alınarak hesaplanan ortalama hasar görebilirlik eğrileri, diğer çevrim modellerine göre daha yüksek hasar olasılıklarının hesaplanmasına sebep olmuştur. Ayrıca ileri hasar durumu için düşük dayanımın temsil edildiği bina gruplarında EP%5 ve M-CL histeretik çevrim modellerinin benzer sonuçlar verdiği görülmüştür.



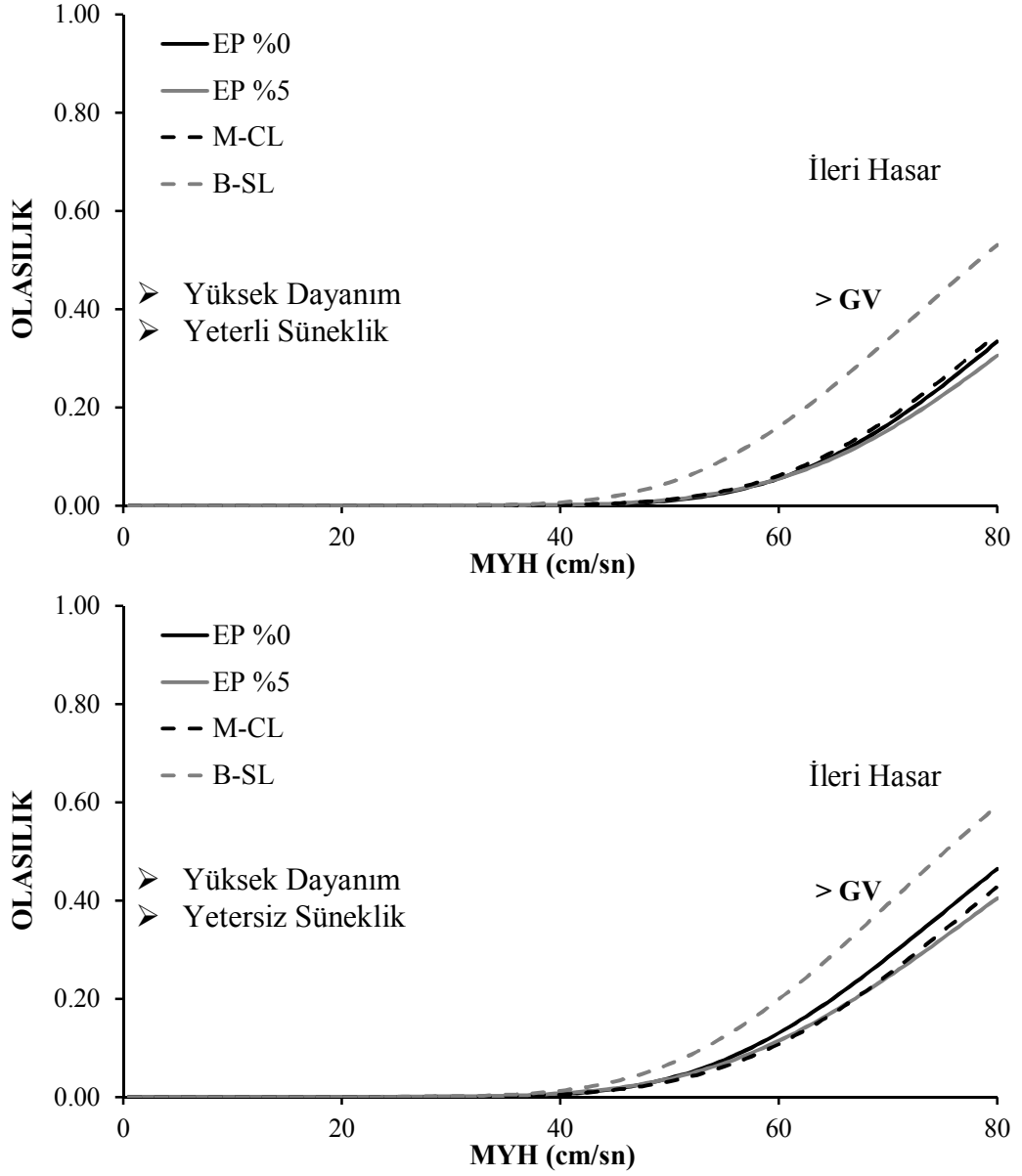
Şekil 7.58: $V_t/W \leq \%15$ durumu için ileri hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması

Orta seviyede yatay dayanım oranına sahip olan binalardan elde edilen hasar görülebilirlik eğrilerinin ortalamaları Şekil 7.59'de verilmiştir. Orta seviyede dayanımın temsil edildiği bina gruplarının farklı çevrim modellerine göre elde edilmiş olan ortalama hasar görülebilirlik eğrileri incelendiğinde, düşük dayanım grubunu temsil eden binalarda olduğu gibi B-SL çevrim modelinden elde edilen hasar olasılıklarının diğer çevrim modellerinden elde edilen hasar olasılıklarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Diğer kalan 3 çevrim modeli ise yeterli ve yetersiz süneklikte yaklaşık olarak aynı davranışı sergilemektedirler.



Şekil 7.59: $15\% < V_t/W < 25\%$ durumu için ileri hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması

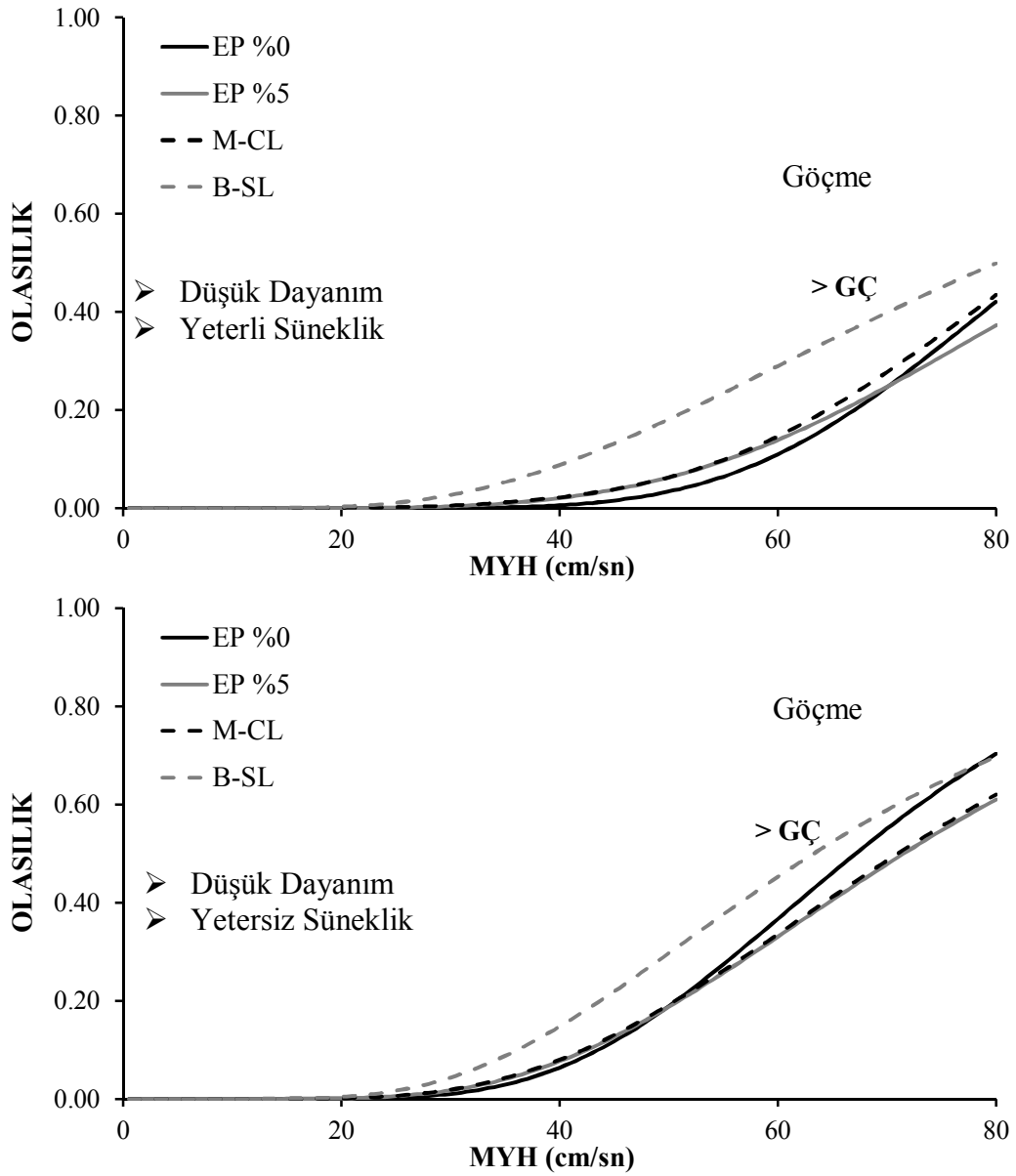
Yüksek yatay dayanım oranına sahip olan binalardan elde edilen hasar görülebilirlik eğrileri Şekil 7.60'da verilmiştir.



Şekil 7.60: $V_t/W \geq 25\%$ durumu için ileri hasar ve üzeri hasar görme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması

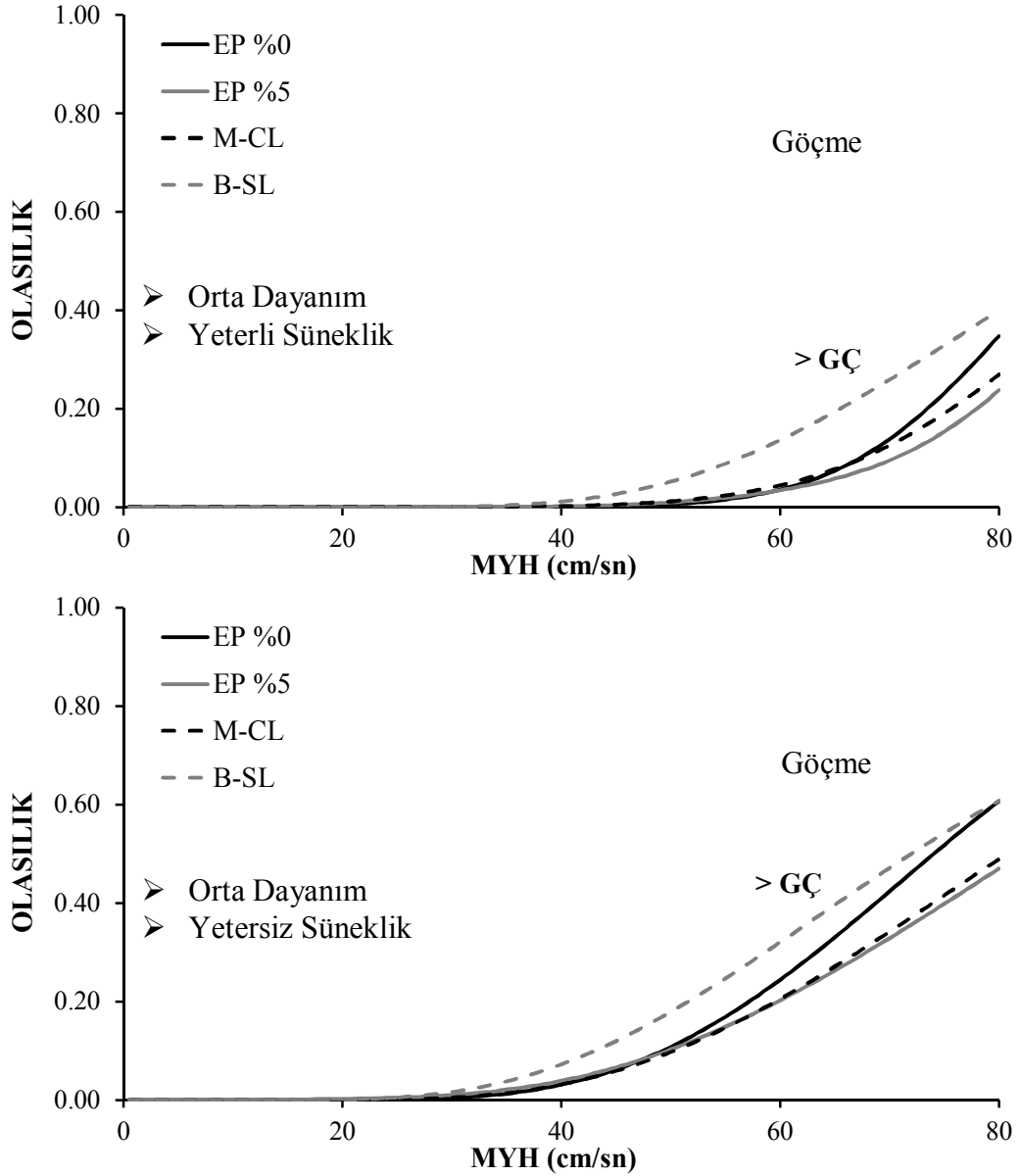
7.2.4 Göçme Hasar Durumu İçin Farklı Çevrim Modellerinden Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

Göçme durumunda yatay dayanım oranının düşük olduğu binalardan elde edilen hasar görebilirlik eğrilerinin ortalamaları Şekil 7.61’de verilmiştir. Düşük dayanımın temsil edildiği bina gruplarında çevrim modelinin değişmesi, bu bina gruplarının ileri hasar durumu için hasar görebilirliği üzerinde farklılıklar oluşturmuştur. Çevrim modellerinden B-SL alınarak hesaplanan hasar görebilirlik eğrilerinin ortalamalarının, ileri hasar durumunda olduğu gibi diğer çevrim modellerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.



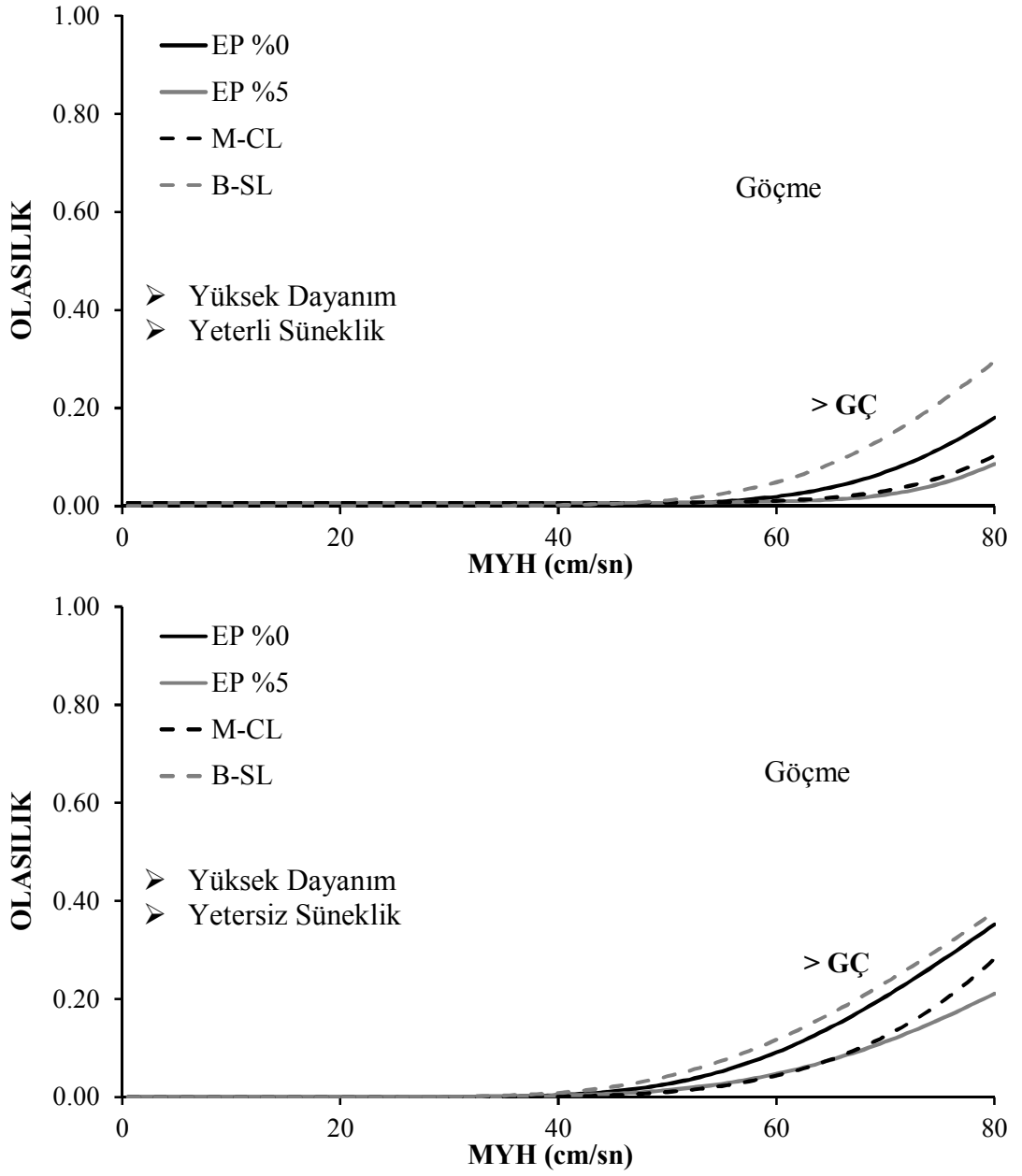
Şekil 7.61: $V_t/W \leq 15$ durumu için göçme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması

Orta seviyede yatay dayanım oranına sahip olan binalardan elde edilen hasar görebilirlik eğrilerinin ortalamaları Şekil 7.62’de verilmiştir. Orta seviyede dayanımın temsil edildiği bina gruplarının farklı çevrim modellerine göre elde edilmiş olan ortalama hasar görebilirlik eğrileri incelendiğinde, düşük dayanım grubunu temsil eden bina gruplarında olduğu gibi B-SL çevrim modeli ile hesaplanan hasar olasılıklarının diğer çevrim modellerine kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 7.62: $15\% < V_t/W < 25\%$ durumu için göçme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması

Yüksek yatay dayanım oranına sahip olan binalardan elde edilen hasar görülebilirlik eğrileri Şekil 7.63’da verilmiştir.



Şekil 7.63: $V_i/W \geq \%25$ durumu için göçme olasılıklarının çevrim modellerine göre karşılaştırılması

8 SONUÇLAR

Yürütülen tez çalışması kapsamında ülkemizde kullanılmakta olan sanayi stoğunun büyük bir çoğunluğunu temsil eden tek katlı prefabrik binaların deprem performansları üzerinde etkili olan yapısal parametrelerin neler olduğu araştırılmıştır.

Bu çalışma sırasında 364 adet ivme kaydı kullanılmış ve binaların deprem talepleri zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi ile belirlenmiştir. Tez çalışmasında prefabrik binaların deprem performansları üzerinde yapısal parametrelerin etkisinin değerlendirilmesi konusunda, çok sayıda deprem kaydının ve doğrusal olmayan analiz sonuçlarının kullanıldığı olasılıksal yöntemin kullanılması tercih edilmiştir.

Prefabrik binalara ait hasar sınırları ve bu sınırlar arasında kalan hasar bölgelerinin hesabı yapılırken ayrıntıları 2007 tarihli Türk Deprem Yönetmeliğinde verilen hesap yönteminden faydalanılmıştır. Binalar için hesaplanan yerdeğiştirme kapasiteleri ile seçilen depremler kullanılarak hesaplanan yerdeğiştirme taleplerinin karşılaştırılmış ve belirlenen hasar sınırlarını aşma olasılıkları hesaplanmıştır. Böylelikle binalara hasar görebilirlik eğrileri elde edilmiştir.

Tek katlı prefabrik binalar için ayrı ayrı elde edilen bu eğriler maksimum yer hızları ile tarif edilen yerdeğiştirme talepleri altında çok değişken hasar tahminlerinin oluşabildiğini göstermiştir. Ortaya çıkan bu değişkenliği en aza indirebilmek amacıyla birbirine yakın seyreden eğrilerin durumu ve hangi yapısal parametrelerin söz konusu değişkenliği azaltmak için kullanılabileceği konuları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar tek katlı binalar için hesaplanan hasar görebilirlik eğrilerini sınıflandırabilmek için kullanılabilecek en etkin yapısal parametrelerin süneklik ve yatay dayanım oranı olduğunu göstermiştir. Tek katlı binalar üzerinde yapılan çalışmalar, bina rijitliğinin bir göstergesi durumundaki bir diğer parametre olan titreşim periyodunun sınıflandırma açısından süneklik ve dayanım kadar etkin olmadığı belirlenmiştir.

Bununla birlikte elde edilen sonuçlar yatay dayanım ve süneklik parametrelerinin her hasar durumu açısından aynı derecede etkin olmadığını göstermiştir. Yapısal parametreler ile hasar görebilirlik eğrileri arasındaki ilişkinin araştırılması sonucunda yatay dayanım oranının hasar görebilirlik eğrileri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve bütün hasar durumlarında kendini hissettirdiği görülmüştür. Süneklik ise özellikle yönetmelikte verilen (enine donatıya bağlı olan ve olmayan hasar sınırları yüzünden) ancak ağır hasar ve göçme durumlarında etkili olmaktadır.

Beklendiği üzere, sünekliğin etkinliğinin ileri hasar seviyelerinde artmasının temel nedeni deprem yönetmeliğinde Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ) için tarif edilen şekil değiştirme ifadelerinin sargı donatısına bağlı olarak tanımlanmasından kaynaklanmaktadır. Farklı enine donatı oranları için hesaplanan hasar görebilirlik eğrilerinin de farklılaşmasını sağlamıştır. Doğal olarak bu durum daha ileri hasar düzeyleri için enine donatının etkinliğinin artmasına sebep olmaktadır.

Yapılan bu değerlendirmeler ışığında yatay dayanım oranının hafif ve orta hasar durumlarını tarif etmek için tek başına yeterli bir parametre olarak kullanılabileceğini söylemek mümkündür. Bununla birlikte ağır hasar ve göçme durumlarını tarif etmek için yatay dayanım oranının tek başına yeterli olmadığı ve süneklik üzerinden bir sınıflandırmaya ihtiyaç duyulacağı açık bir biçimde görülmektedir.

Histeretik çevrim modellerinin tek katlı prefabrik yapıların deprem talepleri üzerinde etkisinin araştırılması için 4 adet çevrim modeli seçilmiş ve elde edilen yerdeğiştirme talepleri üzerinden elde edilen hasar görebilirlik eğrileri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, hafif ve orta hasar seviyelerinde çevrim modelinin farklı oluşunun yapıların hasar görebilirliği üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını görülmüştür.

İleri hasar seviyelerinde ise çevrim modellerinden B-SL alınarak hesaplanan hasar görebilirlik eğrilerinin ortalamalarının diğer çevrim modellerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Diğer çevrim modellerinin davranışlarının yaklaşık olarak aynı olduğu görülmüştür. B-SL haricinde diğer 3 modelin deplasman talebinin hesabı açısından çok farklı sonuçlar doğurmamıştır.

Daha ziyade 2 doğrulu sıyrılma davranışını temsil eden durumlar için önerilen B-SL modelinin diğer modellere göre daha büyük deplasman talepleri ortaya çıkardığı ve bununla hasar olasılığını diğer modellere göre arttırdığı görülmüştür.

KAYNAKLAR

- 1.TÜRKİYE ULUSAL DEPREM ARAŞTIRMALARI PROGRAMI (TÜDAP),** TUBİTAK,(http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/ARDEB/kamag/Turkiye_Ulusal_Deprem_Arastirmalari_Programi.pdf), Eylül, 2005,
- ABYYHY-1975,** 1975. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- ABYYHY-1998,** 1998. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.
- BISPEC,** 1999-2000. Bispec Professional 2.03, Elastic Solutions, <http://www.eqsols.com>,
- DBYBHY-2007,** 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.
- TS9967,** 1992. Yapı Elemanları, Taşıyıcı Sistemler ve Binalar (Prefabrike Betonarme ve Ön gerilmeli Betondan) Hesap Esasları ile İmalat ve Montaj Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TPB,** 1990. Prefabrike Betonarme Yapıların Tasarım İlkeleri Kılavuzu, Türkiye Prefabrik Birliği, Ankara, 91s.
- TS500,** 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 67s.
- ATC-40,** 1996. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Applied Technology Council, Redwood City, California.
- BİKAP,** 2009. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Kamu Araştırma Programı, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara.
- CSI, SAP2000,** Integrated finite element analysis and design of structures basic analysis reference manual; Berkeley, California (USA); Computers and Structures Inc.

- ŞENEL, Ş.M., İNEL, M., KAYHAN, A.H., PALANCI, M., KALKAN, A., YILMAZ, Y.,** 2013. Türkiye'deki Prefabrik Sanayi Yapılarının Deprem Performansının Belirlenmesi, TUBİTAK PROJESİ, Proje no: 110M255, 187s., Ankara.
- ATAKÖY, H.,** (1999). 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi ve Türkiye Prefabrik Birliği Üyelerince Yapılan Prefabrike Yapılar, Beton Prefabrikasyon Dergisi, 52: 5-14.
- ERSOY, U.,** (1997). Prefabrik Yapıların Deprem Etkileri Altında Davranışı, Prefabrike İnşaat Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Türkiye Deprem Vakfı, TDV/KT 97-002, İstanbul.
- ERSOY, U., TANKUT, T., ÖZCEBE, G.,** 1995. Prefabrike Betonarme Yapı Birleşimlerinin Deprem Davranışı, (Proje No: INTAG-504). TUBİTAK.
- ERSOY, U., TANKUT, T., ÖZCEBE, G., YAĞCI, S.,** 1993. Önüretimli Betonarme Yapılardaki Kolon Kiriş Birleşimlerinin Deprem Davranışı, 7. Prefabrikasyon Sempozyumu, İstanbul, 1-18.
- ERSOY, U., ÖZCEBE, G., TANKUT, T.,** 2000. 1999 Marmara ve Düzce Depremlerinde Gözlenen Önüretimli Yapı Hasarları, 10. Prefabrikasyon Sempozyumu, İstanbul, Bildiri No:1, 1-10.
- KARAESMEN, E.,** 2001. Prefabrication in Turkey: Facts and Figures, Department of Civil Engineering, Middle East Technical University, Ankara.
- ÖZDEN, K.,** 1997. "Prefabrike İnşaat Şartname Hükümleri ve Hesap Esasları", Prefabrike İnşaat Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Türkiye Deprem Vakfı, TDV/KT 97-002, İstanbul.
- ÖZMEN, G., YÜZÜGÜLLÜ, O., ve ZORBOZAN, M.,** 1997. Yeni Deprem Yönetmeliğinin Prefabrike Yapılar Bakımından İrdelenmesi, Türkiye Deprem Vakfı, TDV/TR 97-006, İstanbul.
- POSADO, M. and WOOD, S., L.,** 2002. Seismic Performance of Precast Industrial Buildings in Turkey, 7th U.S. National Conference on Earthquake Engineering, Boston.
- KORKMAZ A., KAYHAN A.H.,** 2007. Yer Değiştirme Esaslı Yöntemlerin Elastik ve Zaman Tanım Alanında Dinamik Analiz Yöntemleriyle Karşılaştırılması, Denizli.

- CELEP, Z.**, 2007. Betonarme Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış: Plastik Mafsalsal Kabulü ve Çözümleme, Beta Dağıtım, İstanbul, 144s.
- İLKİ, A., CELEP, Z.**, 2007. Betonarme Yapıların Deprem Güvenliği, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara.
- PALANCI, M.**, 2010. Mevcut Prefabrik Sanayi Yapılarının Deprem Performansının Bina Envanterlerine Dayalı Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- KAYHAN, A.H., ŞENEL, Ş.M.**, 2010. Tek Katlı Prefabrik Sanayi Yapıları İçin Hasar Görebilirlik Eğrileri, İMO Teknik Dergi, 5161-5184, Yazı 336, Denizli.
- KAYHAN, A.H.**, 2008. Mafsallı Prefabrik Yapılar İçin Hasar ve Ekonomik Kayıp Tahmini, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- WALD D.J., QUITORIANO, V. HEATON, T.H., KANOMORI, H.** 1999. Relationships Between Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity and Modified Mercalli Intensity in California, Earthquake Spectra, 15:557–564.
- AKKAR, S., SUCUOĞLU, H., YAKUT, A.** 2005. Displacement-Based Fragility Functions for Low and Mid-Rise Ordinary Concrete Buildings, Earthquake Spectra, 21(4):901-27.
- AKKAR, S., ÖZEN, Ö.** 2005. Effect of Peak Ground Velocity on Deformation Demands for SDOF Systems, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 34:1551-1571.
- AKKAR, S., BOMMER, J.J.** 2007. Empirical Prediction Equations For Peak Ground Velocity Derived From Strong-Motion Records From Europe and Middle East, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 97(2), 511-530.
- ADALIER K, AYDINGUN, O.**, 2001. Structural engineering aspects of the June 27, 1998 Adana–Ceyhan (Turkey) earthquake, Engineering Structures, 23(4),343-355.
- AKKAR, S., KÜÇÜKDOĞAN, B.**, 2008. Direct use of PGV for estimating peak nonlinear oscillator displacements, Earthquake Eng. Struct. Dyn., 37, 1411–1433.
- BAYÜLKE, N.**, 1998. Adana Ceyhan Depreminde Prefabrike Yapı Hasarı ve Değerlendirmeler,Çözümler,Öneriler,<http://angora.deprem.gov.tr/AdanaPref.html>, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi.

- CHOPRA, A.K.**, 1995. Dynamics of Structures, Prentice Hall, N.J., Pp: 729.
- DOSB**, Denizli Organize Sanayi Bölgesi, <http://www.dosb.org.tr>, 25.06.2008.
- FISCHINGER M., KRAMAR, M., ISAKOVIC, T.**, 2008. Cyclic Response Of Slender RC Columns Typical Of Precast Industrial Buildings, B Earthquake Engineering, 6, 519-534.
- JOHNSON, G. H., ASCHHEIM, M., and SEZEN, H.**, 2000. Industrial facilities, Earthquake Spectra, 16 Suppl. A, 311–350.
- KİRÇİL, M.S. and POLAT, Z.**, Fragility Analysis of Mid-Rise RC Frame Buildings, Engineering Structures, 28(9), 1335-1345, (2006).
- PARK, R., PRIESTLEY, M.J.N., GILL, W.D.**, 1982. Ductility of square-confined concrete columns, Journal of Structural Divisin-ASCE, 108: (ST4), 929–950.
- PAULAY, T., PARK, R. and PHILLIPS, M.H.**, 1974. Horizontal construction joints in cast-in-place reinforced concrete, Shear in Reinforced Concrete, ACI SP-42, 2, 599-616.
- PAULAY, T., and PRIESTLEY M.J.N.**, 1992. Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonary Buildings, John Willey & Sons, New York, (1992), Pp: 744.
- PRIESTLEY, M.J.N., CALVI, M.C., KOWALSKY, M.J.**, 2007. Displacement Based Seismic Design of Structures, IUSS Press, Pavia, Pp: 721.
- PRIESTLEY, M.J.N, SEIBLE, F., CALVI, G.M.S.**, 1996. Seismic Design and Retrofit of Bridges, John Wiley & Sons, Canada, Pp: 667.
- SAATCIOĞLU, M., et al.**, 1999. Kocaeli Turkey Earthquake- Damage to structures, Canadian Journal Civ. Eng., 28, 715–737, 2000.
- SUCUOĞLU, H.**, 1997. Başaran, E., Özcebe, G., Birdöküm ve Öndökümlü Betonarme Çerçevelerde Deprem Enerjisinin Kontrollü Plastik Mafsall Oluşumu İle Tüketilmesi, (Proje No: INTAG-545). TUBİTAK.
- ŞENEL, Ş.M., KAYHAN, A.H.**, 2010. “Fragility Based Damage Assesment in Existing Precast Industrial Buildings: A Case Study for Turkey”, Journal of Structural Engineering and Mechanics, Vol:34, No:1.
- ŞENEL Ş.M., PALANCI M., KAYHAN, A.H.**, 2009. Mevcut Betonarme Prefabrik Yapıların Deprem Performanslarının Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri İle Belirlenmesi, Sakarya International Symposium of Earthquake Engineering, SISEE-2009, Sakarya.

- ULUSAL DEPREM ARAŞTIRMA PROGRAMI (UDAP)-** 2005. Strateji, Araştırma Alanları Ve Ar-Ge Konuları, Hazırlık Raporu, Ulusal Deprem Konseyi.
- ZORBOZAN, M., BARKA, G., SARIFAKIOĞLU, F.,** 1998. Ceyhan Depreminde Prefabrik Yapılarda Görülen Hasarlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri”, Beton ve Prefabrikasyon, 48, Pp: 20-24.
- 1.PACIFIC EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH (PEER),** Strong Ground Motion Database, <http://peer.berkeley.edu/smcat/>.
- AY, B.Ö., ERBERİK, M. A., AKKAR, S.,** 2006. Fragility Based Assessment of The Structural Deficiencies in Turkish RC Frames Structures, First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva, Switzerland, CD-ROM, No:593
- ÇETİNKAYA, N.,** 2007. Prefabrik Betonarme Sanayi Yapılarının Deprem Davranışının Deneysel Olarak İncelenmesi, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 136s.
- DUTTA, A. MANDER, J.B.,** 1999. Seismic Fragility Analysis of Highway Bridges, Proceedings of The Center –to-Center project Workshop on Earthquake Engineering in Transportation Systems, Tokyo.
- EHAB, M. N.,** 2003. Seismic Fragility and Cost/Benefit Analysis of Structural and Non-Structural Systems, PhD Dissertation, Faculty of The Graduate School, Cornell University, USA, 304p.
- ERBERİK, M. A.,** 2007. Fragility-Based Assessment Of Typical Mid-Rise RC Buildings in Turkey, Engineering Structures, 30:1360-1374.
- ERBERİK, M. A., ELNASHAI, A. S.,** 2004. Fragility Analysis of Flat-Slab Structures, Engineering Structures, 26:937-948
- HAZUZ,** 2002. The FEMA Tool for Estimating Earthquake Losses, Federal Emergency Management Agency, Washington.
- HWANG, H., HUO, J. R.,** 1997. Development of Fragility Curves for Concrete Frame and Shear Wall Buildings, Loss Assessment of Memphis Buildings, Technical Report NCEER 97-0018.
- KARİM, K. R., YAMAZAKI, F.,** 2003. A Simplified Method of Constructing Fragility Curves for Highway Bridges, Engineering and Structural Dynamics, 32:1603-1626.

- KARİM, K. R., YAMAZAKI, F.,** 2007. Effect of Isolation on Fragility Curves of Highway Bridges Based on Simplified Approach, *Soil Dynamics and Engineering Structures*, 27: 414-426.
- KAYHAN, A.H.** 2004. Prefabrik Sanayi Yapılarının Deprem Performansının Belirlenmesi İçin Hızlı Değerlendirme Yöntemi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 114s.
- KIM, S.H. AND SHINOZUKA, M.** 2004. Development of Fragility Curves of Bridges Retrofitted by Column Jacketing, *Probabilistic Engineering Mechanics*, 19: 105.
- KOÇYİĞİT, A.** 2005. 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.
- KOWALSKY, M.J.** 1997. Direct Displacement-Based Design: A Seismic Design Methodology and its Application to Concrete Bridges, PhD Dissertation, University of California, San Diego, 441s.
- NEWMARK, N.M.** 1959. A Method of Computation for Structural Dynamics, *Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE*, 85: 67-94.
- ÖZMEN, G. VE ZORBOZAN M.** 1998. Prefabrike Yapı Tasarımı Örnekleri, Türkiye Deprem Vakfı, TDV/KT 007-29, İstanbul.
- SAATÇIOĞLU, M. AND RAZVI, S.R.** 1991. An Analytical Model for Confined Concrete, University of Ottawa, Dept of CE, Research Report 9101.
- SHEIKH, S.A. AND UZUMERİ, S.M.** 1982. Analytical Model for Concrete Confinement in Tied Columns, *Journal of Structural Division*, Vol:108, 2703-2723.
- SHINOZUKA, M., FENG, M.Q., KIM, H.K., KIM, S.H.** 2000b. Nonlinear Static Procedure for Fragility Curve Development, *Journal of Engineering Mechanics*, 126(12):1297-1295.
- VAMVATSIKOS, D., CORNELL, A.C.** 2002. Incremental Dynamic Analysis, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 31(3):491-514.
- YILMAZ, S.** 2004. Tek Açıklıklı Betonarme Prefabrik Yapıların Deprem Davranışı ve Türk Deprem Yönetmeliği, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 137s.

EKLER

EK A.1: Doğrusal Olmayan Zaman Tanım Alanında Kullanılan İvme Kayıtları

Tablo A.1: 364 Adet İvme Kaydının Özellikleri

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
1	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY041-W	20.4	7.62
2	1	Coyote Lake 1979/08/06 17:05	COYOTELK/G06320	24.5	5.74
3	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-SHP000	19.6	6.53
4	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/IZT180	22.6	7.51
5	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/ABY090	20	7.28
6	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/DSP000	20.2	7.28
7	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRK090	20.9	6.93
8	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CLD285	22.6	6.93
9	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/GIL337	22.3	6.93
10	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/UCL090	22	6.69
11	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/UCL360	22.2	6.69
12	1	Parkfield 1966/06/28 04:26	PARKF/C05355	21.8	6.19
13	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-ALH180	22	5.99
14	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-GRN180	23	5.99
15	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-OBR360	22.9	5.99
16	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CWC270	22.2	6.69
17	1	Parkfield 1966/06/28 04:26	PARKF/TMB205	21.5	6.19
18	1	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/FOR090	21.7	7.01
19	1	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-CAK270	23.6	6.36
20	1	Friuli, Italy 1976/05/06 20:00	FRIULI/A-TMZ000	22	6.5
21	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E12230	21.8	6.53
22	1	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-BIS000	23.6	6.9
23	1	Livermore 1980/01/24 19:00	LIVERMOR/A-DVD246	20.5	5.8
24	1	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-PLS135	20.6	6.54
25	1	Tabas, Iran 1978/09/16	TABAS/DAY-LN	20.6	7.35
26	1	Victoria, Mexico 1980/06/09 03:28	VICT/CPE315	19.9	6.33
27	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY046-N	21	7.62
28	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY010-N	21.9	7.62
29	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY047-E	21.1	7.62
30	1	Coyote Lake 1979/08/06 17:05	COYOTELK/G02140	24.9	5.74
31	1	Coyote Lake 1979/08/06 17:05	COYOTELK/G03140	28.8	5.74
32	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-AEP315	24.9	6.53
33	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/CLW-LN	25.6	7.28
34	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/JOS000	27.5	7.28
35	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/GIL067	28.6	6.93
36	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/SFO000	25.5	6.93
37	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/SFO090	27.9	6.93
38	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC090	28.9	6.69
39	1	Parkfield 1966/06/28 04:26	PARKF/C05085	24.7	6.19
40	1	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/AND250	25.3	6.19
41	1	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/AND340	27.6	6.19
42	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/DSP000	29.5	6.06
43	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CWC180	25	6.69
44	1	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-PV1090	27.6	6.36
45	1	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-Z14090	28.3	6.36
46	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-DLT262	26	6.53
47	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/KAK090	27.6	6.9
48	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/SHI090	27.9	6.9
49	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CAP090	29.3	6.93
50	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HSP090	29.1	6.93

Tablo A.1'in devamı;

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
51	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/WAH000	27.2	6.93
52	1	Mammoth Lakes 1980/05/27 14:51	MAMMOTH/L-LUL000	28.9	5.94
53	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CHL160	27.1	6.69
54	1	San Fernando 1971/02/09 14:00	SFERN/ORR291	25.9	6.61
55	1	Spitak, Armenia 1988/12/07	SPITAK/GUK000	28.6	6.77
56	1	Tabas, Iran 1978/09/16	TABAS/DAY-TR	26.5	7.35
57	1	Westmorland 1981/04/26 12:09	WESTMORL/PTS315	26.6	5.9
58	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-DEL000	28.5	5.99
59	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-DWN180	28.8	5.99
60	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU141-N	28.1	7.62
61	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E11140	34.5	6.53
62	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E02140	31.5	6.53
63	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-SHP270	30.9	6.53
64	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/ATS090	33.2	7.51
65	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ270	29.7	7.51
66	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/IZT090	29.8	7.51
67	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/LCN000	31.9	7.28
68	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER360	29.7	7.28
69	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/A02133	34.3	6.93
70	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G01000	31.6	6.93
71	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G01090	33.9	6.93
72	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G02000	32.9	6.93
73	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/TRI090	32.8	6.93
74	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/WWT270	31.5	6.06
75	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP106	32.1	6.69
76	1	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-SUP045	32.5	6.54
77	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY029-W	30.3	7.62
78	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/MVH045	31.4	6.06
79	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/NPS300	33.8	6.06
80	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PKC090	31.4	6.69
81	1	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/FOR000	30	7.01
82	1	Friuli, Italy 1976/05/06 20:00	FRIULI/A-TMZ270	30.8	6.5
83	1	Mammoth Lakes 1980/05/27 14:51	MAMMOTH/L-LUL090	33.9	5.94
84	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PAC265	31.3	6.69
85	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/WIL180	33.5	6.69
86	1	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-IVW090	29.9	6.54
87	1	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-IVW360	34.5	6.54
88	1	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-KRN360	31.1	6.54
89	1	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-POE360	32.8	6.54
90	1	Victoria, Mexico 1980/06/09 03:28	VICT/CPE045	31.6	6.33
91	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-OR2010	32.9	5.99
92	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU046-N	30.9	7.62
93	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU112-N	33.4	7.62
94	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU118-N	33.5	7.62
95	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY041-N	39.5	7.62
96	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU045-N	39	7.62
97	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU045-W	36.7	7.62
98	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU051-N	38.4	7.62
99	1	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-PVY135	36.4	6.36
100	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-ECC002	37.5	6.53

Tablo A.1'in devamı;

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
101	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E04140	37.4	6.53
102	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/NIS000	37.3	6.9
103	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/NIS090	36.6	6.9
104	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/ARC090	39.5	7.51
105	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G02090	39.1	6.93
106	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G03000	35.7	6.93
107	1	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/G06090	36.7	6.19
108	1	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/HVR240	39.4	6.19
109	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/WWT180	34.7	6.06
110	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY029-N	35.2	7.62
111	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-BRA225	35.9	6.53
112	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-BRA315	38.9	6.53
113	1	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU000	37	6.9
114	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/SHI000	37.8	6.9
115	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HDA255	35.6	6.93
116	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/SVL360	36	6.93
117	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/KAT090	37.8	6.69
118	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/SCR090	38	6.69
119	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STN020	34.6	6.69
120	1	Supersttn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-POE270	35.7	6.54
121	1	Westmorland 1981/04/26 12:09	WESTMORL/PTS225	39.2	5.9
122	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-BIR180	37.8	5.99
123	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-EJS048	38.1	5.99
124	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY036-W	38.9	7.62
125	1	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/RIO270	43.9	7.01
126	1	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/RIO360	42.1	7.01
127	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU074-N	40.9	7.62
128	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/WNT-N	42	7.62
129	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-AEP045	42.8	6.53
130	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E11230	42.1	6.53
131	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03230	39.9	6.53
132	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-EDA360	40.8	6.53
133	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/ATS000	40	7.51
134	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/CLW-TR	42.3	7.28
135	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/JOS090	43.2	7.28
136	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/STG000	41.2	6.93
137	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/STG090	42.6	6.93
138	1	Supersttn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC090	40.9	6.54
139	1	Supersttn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-PTS315	43.9	6.54
140	1	Supersttn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-SUP135	42.2	6.54
141	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/MVH135	40.9	6.06
142	1	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-Z14000	40.9	6.36
143	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CYC285	39.7	6.93
144	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/GOF090	42	6.93
145	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HDA165	43.9	6.93
146	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/KAT000	40.9	6.69
147	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/LOS000	43	6.69
148	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MU2035	40.8	6.69
149	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STM090	41.7	6.69
150	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU046-W	39.8	7.62

Tablo A.1'in devamı;

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
151	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU061-N	43.6	7.62
152	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU112-W	41.3	7.62
153	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU123-W	40.6	7.62
154	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU141-E	43.3	7.62
155	1	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/PET000	48.4	7.01
156	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU049-W	47.9	7.62
157	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU051-W	49.3	7.62
158	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU095-N	49.1	7.62
159	1	Coyote Lake 1979/08/06 17:05	COYOTELK/G06230	49.2	5.74
160	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03140	46.8	6.53
161	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E05140	46.9	6.53
162	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E07140	47.6	6.53
163	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E08230	49.1	6.53
164	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC270	46.4	7.51
165	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CLS090	45.2	6.93
166	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G03090	44.7	6.93
167	1	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC000	46.4	6.54
168	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E10050	47.5	6.53
169	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-HVP225	48.8	6.53
170	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN090	44.6	6.93
171	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HCH180	45	6.93
172	1	Nahanni, Canada 1985/12/23	NAHANNI/S1010	46	6.76
173	1	Nahanni, Canada 1985/12/23	NAHANNI/S1280	46.1	6.76
174	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/LOS270	45.1	6.69
175	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PAC175	45.6	6.69
176	1	Westmorland 1981/04/26 12:09	WESTMORL/WSM090	48.7	5.9
177	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY025-W	48.4	7.62
178	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU038-N	44.9	7.62
179	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU038-W	48.9	7.62
180	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU048-N	48.3	7.62
181	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY034-N	48.5	7.62
182	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU104-N	47.2	7.62
183	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU106-W	46.6	7.62
184	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU107-N	47.4	7.62
185	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU070-W	52.1	7.62
186	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E08140	54.3	6.53
187	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	50.3	7.51
188	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	51.5	7.28
189	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/A02043	53.6	6.93
190	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/LGP090	51	6.93
191	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PKC360	51.5	6.69
192	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR090	52.1	6.69
193	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR360	52.2	6.69
194	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-HVP315	49.8	6.53
195	1	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	52.7	6.9
196	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN000	51.3	6.93
197	1	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/CYC195	51.6	6.19
198	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/LDM334	50.8	6.69
199	1	San Fernando 1971/02/09 14:00	SFERN/PCD254	54.3	6.61
200	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY024-W	52.9	7.62

Tablo A.1'in devamı;

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
201	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU029-N	54	7.62
202	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU036-N	50.2	7.62
203	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU039-N	54	7.62
204	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU039-W	50	7.62
205	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU040-N	50.3	7.62
206	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU040-W	50.9	7.62
207	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU055-N	51.5	7.62
208	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU064-N	54	7.62
209	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY002-N	52.9	7.62
210	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY104-E	52.6	7.62
211	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU109-N	53.1	7.62
212	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU109-W	50.8	7.62
213	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU115-W	54	7.62
214	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU117-N	54.4	7.62
215	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU082-W	58.4	7.62
216	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	58.8	7.51
217	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CLS000	55.2	6.93
218	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL009	59	6.69
219	1	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	56.4	7.14
220	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PUL104	55.7	6.69
221	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU054-W	59.4	7.62
222	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU059-N	56.2	7.62
223	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU059-W	59.4	7.62
224	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU063-W	59	7.62
225	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU072-N	56.3	7.62
226	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY006-E	55.4	7.62
227	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY092-E	54.8	7.62
228	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY104-N	55.2	7.62
229	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU110-N	54.9	7.62
230	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU111-W	57.8	7.62
231	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU117-W	57.8	7.62
232	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU136-E	55.8	7.62
233	1.23	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03140	57.5	6.53
234	1.44	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03230	57.5	6.53
235	1.09	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	57.5	6.9
236	1.41	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/MVH135	57.5	6.06
237	1.24	Supersttn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC000	57.5	6.54
238	1.41	Supersttn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC090	57.5	6.54
239	1.31	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/RIO270	57.5	7.01
240	1.37	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/RIO360	57.5	7.01
241	1.36	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/CLW-TR	57.5	7.28
242	1.12	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	57.5	7.28
243	1.24	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC270	57.5	7.51
244	1.14	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	57.5	7.51
245	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU049-N	61.2	7.62
246	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU070-N	62.3	7.62
247	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU076-N	64.2	7.62
248	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU076-W	62.6	7.62
249	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU095-W	62	7.62
250	1	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-PVY045	60.2	6.36

Tablo A.1'in devamı;

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
251	1	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/DZC180	60	7.14
252	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/YPT330	62.1	7.51
253	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP196	60.8	6.69
254	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC180	61.5	6.69
255	1	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL090	62.1	7.14
256	1	Erzincan, Turkey 1992/03/13	ERZIKAN/ERZ-EW	64.3	6.69
257	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HSP000	62.4	6.93
258	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/WVC270	61.5	6.93
259	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/LDM064	63.7	6.69
260	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL279	62.8	6.69
261	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU036-W	59.6	7.62
262	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU079-W	61.2	7.62
263	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU103-W	61.9	7.62
264	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU120-W	63.1	7.62
265	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU129-W	60	7.62
266	1.34	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03140	62.5	6.53
267	1.26	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-HVP315	62.5	6.53
268	1.19	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	62.5	6.9
269	1.35	Supersttn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC000	62.5	6.54
270	1.22	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN000	62.5	6.93
271	1.21	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	62.5	7.28
272	1.06	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	62.5	7.51
273	1.24	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	62.5	7.51
274	1.11	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	62.5	7.14
275	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY028-N	67	7.62
276	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/WNT-E	68.8	7.62
277	1	Gazli, USSR 1976/05/17	GAZLI/GAZ000	65.4	6.8
278	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-ECC092	68.8	6.53
279	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E06140	64.9	6.53
280	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/TAZ000	68.3	6.9
281	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/YPT060	65.7	7.51
282	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/WPI316	67.4	6.69
283	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU067-N	66.6	7.62
284	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU071-N	69.4	7.62
285	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU101-W	67.9	7.62
286	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU110-W	67.5	7.62
287	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU128-N	68.8	7.62
288	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/WGK-E	69	7.62
289	1.44	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03140	67.5	6.53
290	1.28	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	67.5	6.9
291	1.51	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G03090	67.5	6.93
292	1.32	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN000	67.5	6.93
293	1.08	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HSP000	67.5	6.93
294	1.31	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	67.5	7.28
295	1.3	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR090	67.5	6.69
296	1.29	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR360	67.5	6.69
297	1.14	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL009	67.5	6.69
298	1.07	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL279	67.5	6.69
299	1.11	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP196	67.5	6.69
300	1.1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC180	67.5	6.69

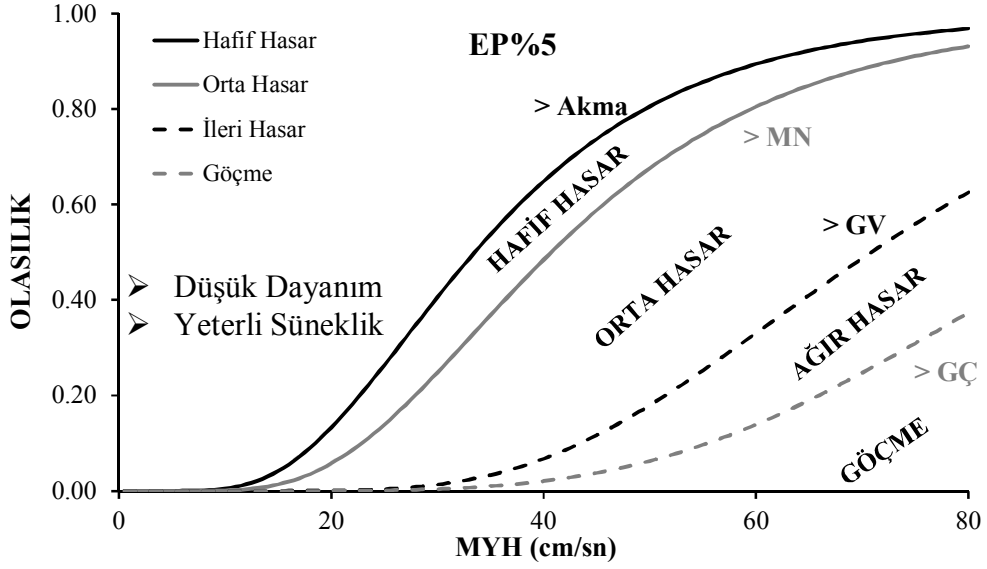
Tablo A.1'in devamı;

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
301	1.15	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	67.5	7.51
302	1.34	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	67.5	7.51
303	1.2	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	67.5	7.14
304	1.09	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL090	67.5	7.14
305	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY028-W	72.8	7.62
306	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU074-W	73.3	7.62
307	1	Gazli, USSR 1976/05/17	GAZLI/GAZ090	71.6	6.8
308	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-EMO000	71.7	6.53
309	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-EDA270	71.2	6.53
310	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/NPS210	73.3	6.06
311	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/KJM090	74.3	6.9
312	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/RRS318	73	6.69
313	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY101-W	70.6	7.62
314	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU063-N	73.1	7.62
315	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU072-W	71.7	7.62
316	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU128-W	73	7.62
317	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/WGK-N	74.4	7.62
318	1.11	Gazli, USSR 1976/05/17	GAZLI/GAZ000	72.5	6.8
319	1.05	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-ECC092	72.5	6.53
320	1.38	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	72.5	6.9
321	1.2	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-PVY045	72.5	6.36
322	1.16	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HSP000	72.5	6.93
323	1.18	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/WVC270	72.5	6.93
324	1.39	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR360	72.5	6.69
325	1.23	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL009	72.5	6.69
326	1.15	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL279	72.5	6.69
327	1.19	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP196	72.5	6.69
328	1.18	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC180	72.5	6.69
329	1.23	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	72.5	7.51
330	1.44	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	72.5	7.51
331	1.1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/YPT060	72.5	7.51
332	1.21	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/DZC180	72.5	7.14
333	1.29	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	72.5	7.14
334	1.17	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL090	72.5	7.14
335	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E04230	76.6	6.53
336	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/SKR090	79.5	7.51
337	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/NWH090	75.5	6.69
338	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/SPV360	76.6	6.69
339	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/SYL090	78.2	6.69
340	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU065-N	78.8	7.62
341	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU067-W	79.5	7.62
342	1	Parkfield 1966/06/28 04:26	PARKE/C02065	75.1	6.19
343	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PAR--L	75.2	6.69
344	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/SCE288	74.6	6.69
345	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/TAR360	77.6	6.69
346	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU102-N	77.1	7.62
347	1.08	Gazli, USSR 1976/05/17	GAZLI/GAZ090	77.5	6.8
348	1.13	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-ECC092	77.5	6.53
349	1.09	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-EDA270	77.5	6.53
350	1.47	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	77.5	6.9

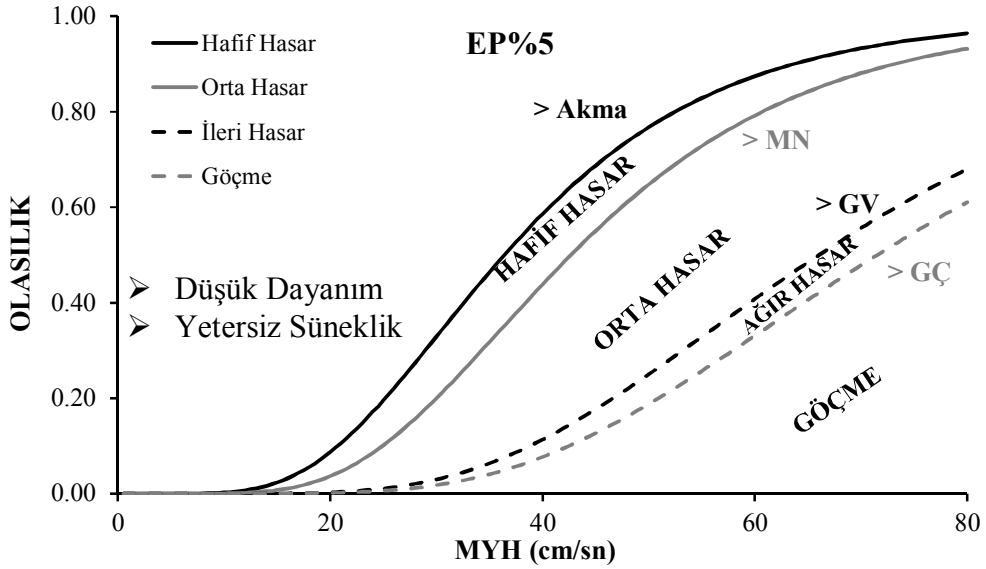
Tablo A.1'in devamı;

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
351	1.51	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN000	77.5	6.93
352	1.26	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/WVC270	77.5	6.93
353	1.5	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	77.5	7.28
354	1.31	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL009	77.5	6.69
355	1.23	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL279	77.5	6.69
356	1.27	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP196	77.5	6.69
357	1.15	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/WPI316	77.5	6.69
358	1.26	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC180	77.5	6.69
359	1.06	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/RRS318	77.5	6.69
360	1.32	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	77.5	7.51
361	1.54	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	77.5	7.51
362	1.29	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/DZC180	77.5	7.14
363	1.37	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	77.5	7.14
364	1.25	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL090	77.5	7.14

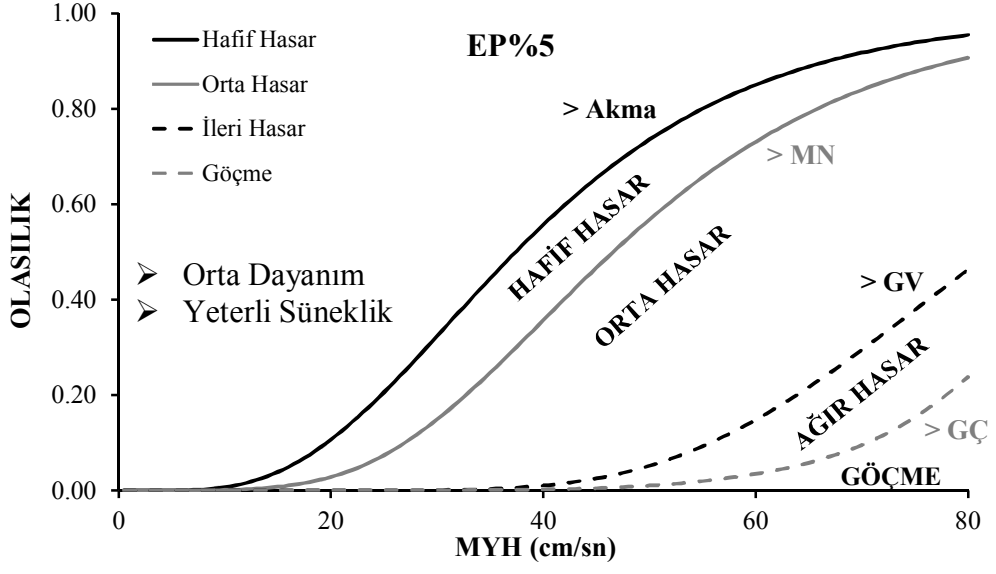
EK B.1: 3 çevrim modelinin farklı hasar sınırlarını aşmalarının birikimli olasılıklarını gösteren hasar görebilirlik eğrileri



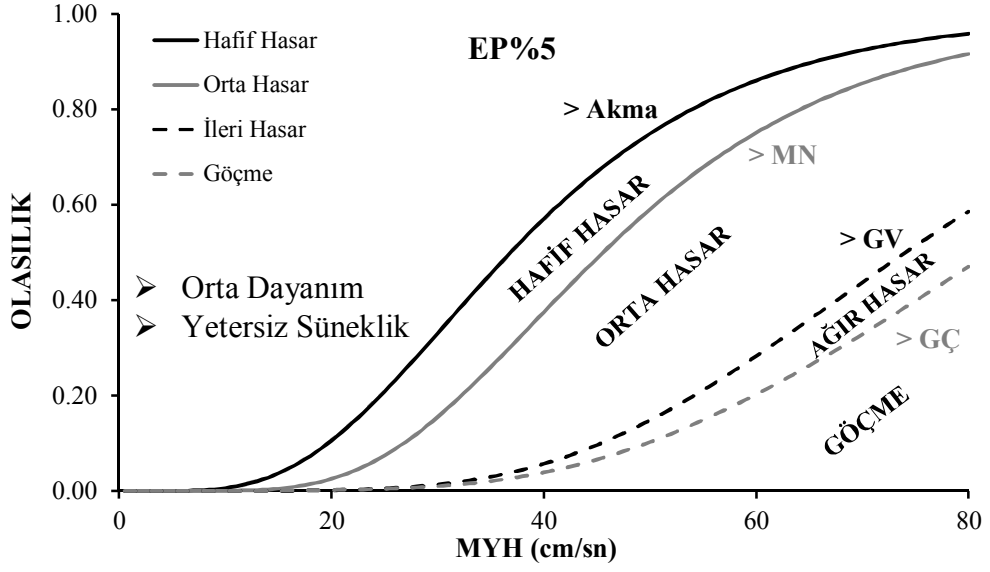
Şekil B.1: Düşük dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%5)



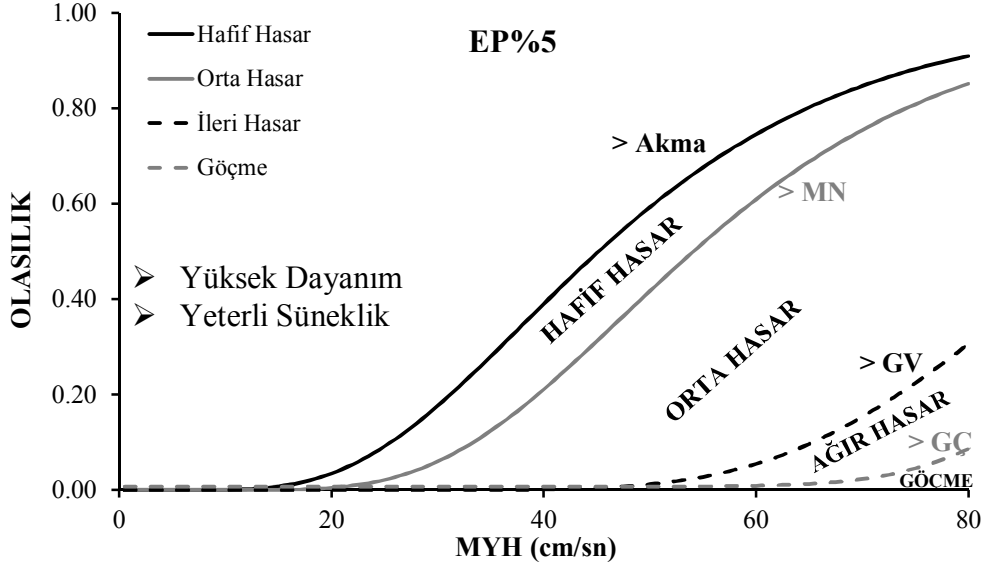
Şekil B.2: Düşük dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%5)



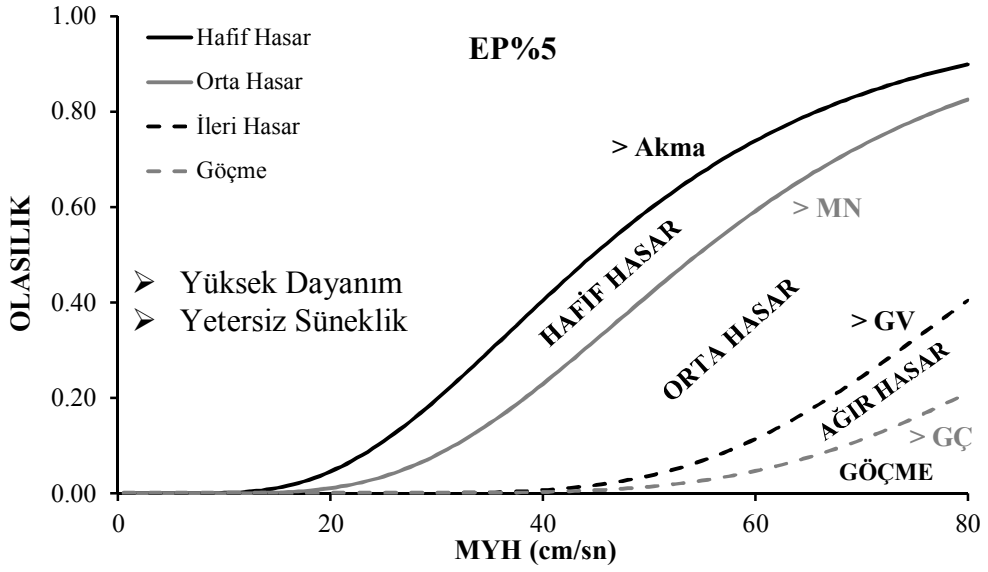
Şekil B.3: Orta dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%5)



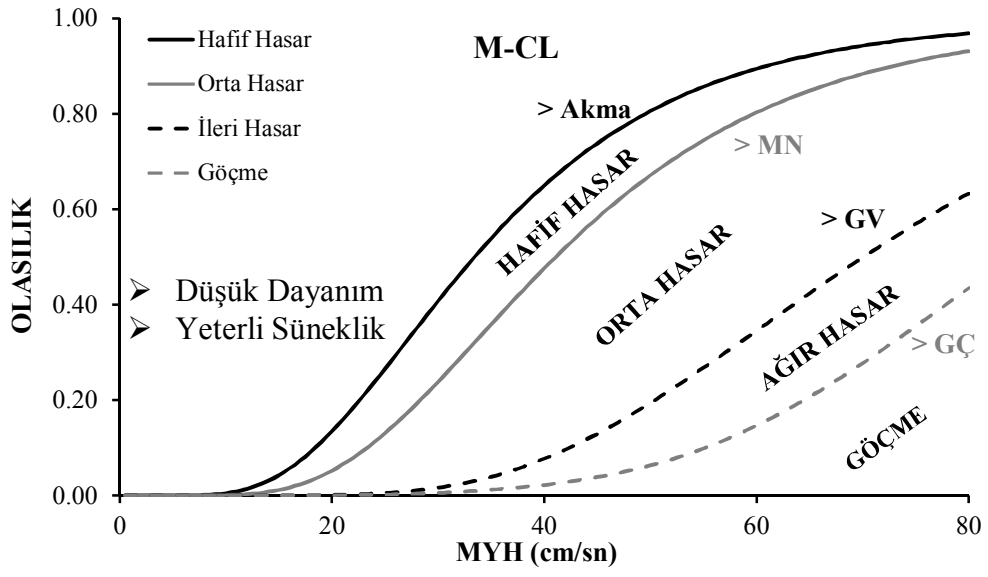
Şekil B.4: Orta dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (EP%5)



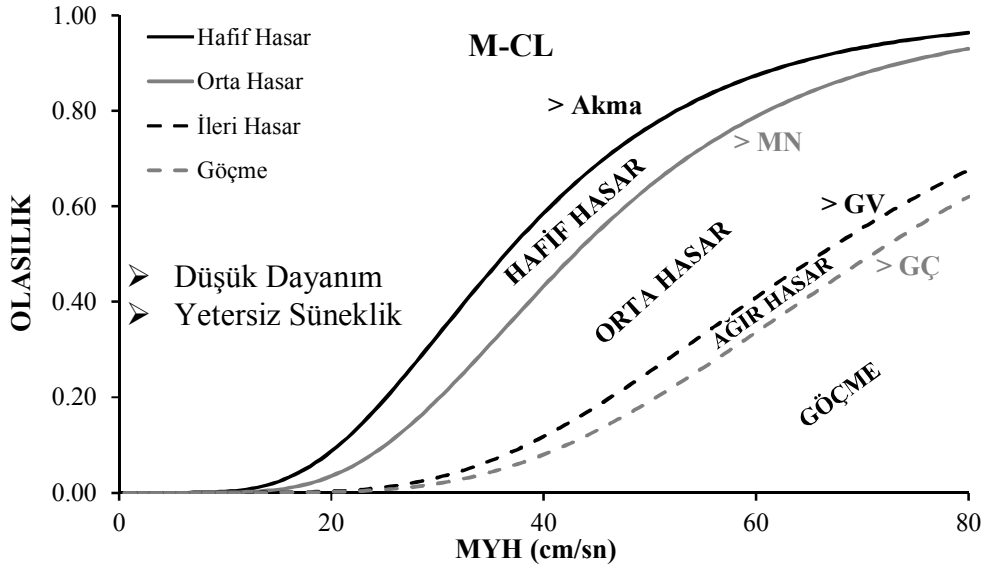
Şekil B.5: Yüksek dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri(EP%5)



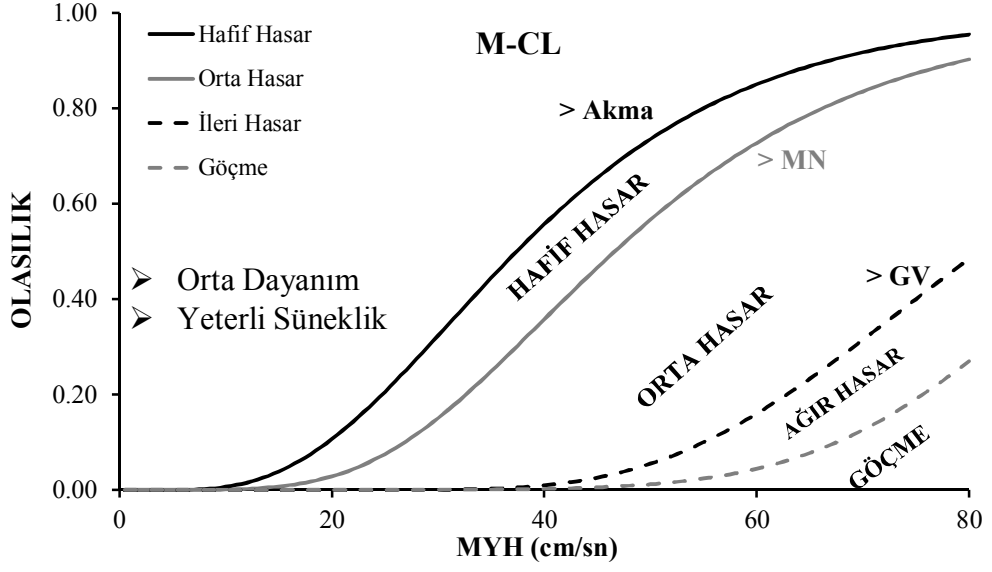
Şekil B.6: Yüksek dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri(EP%5)



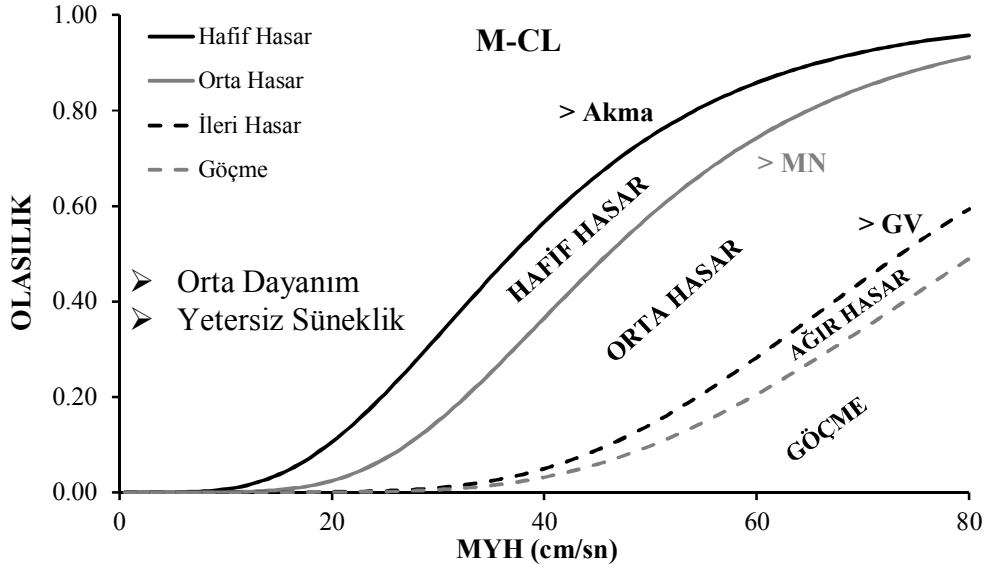
Şekil B.7: Düşük dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (M-CL)



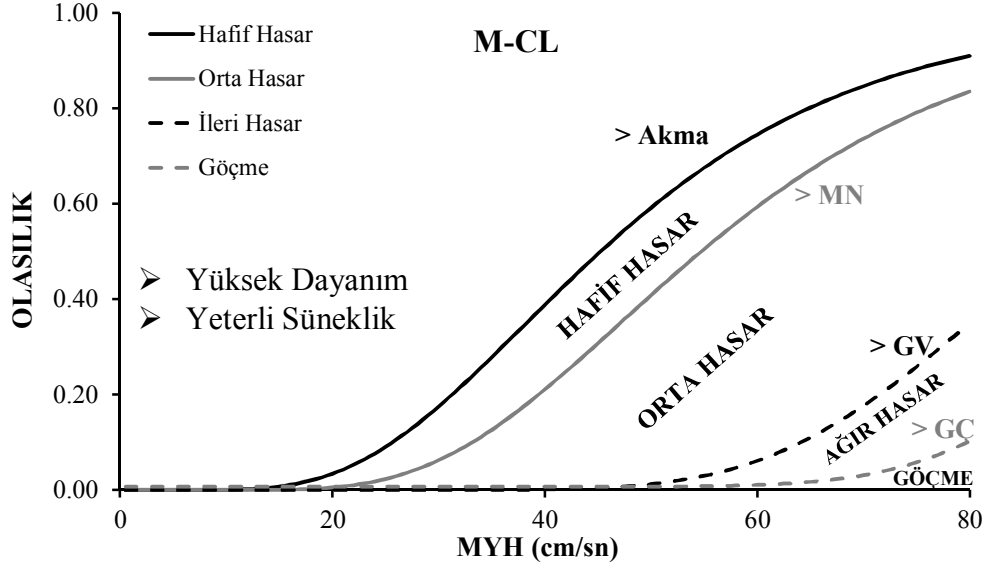
Şekil B.8: Düşük dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (M-CL)



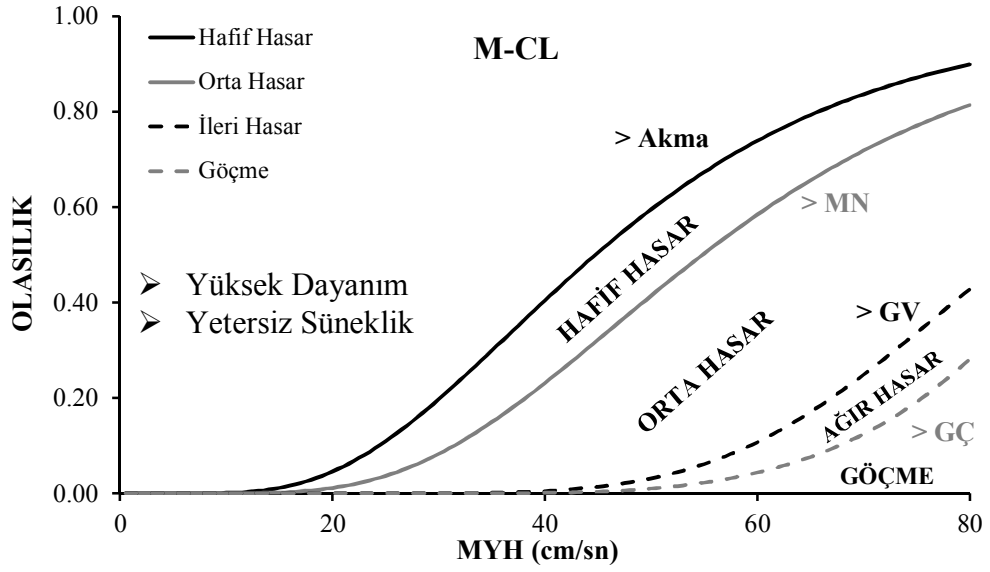
Şekil B.9: Orta dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (M-CL)



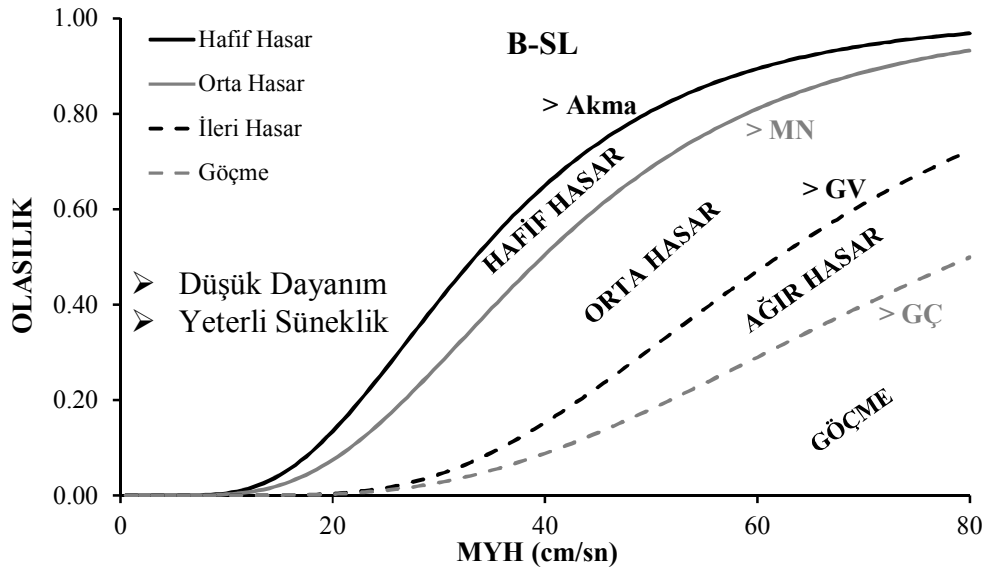
Şekil B.10: Orta dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görebilirlik eğrileri (M-CL)



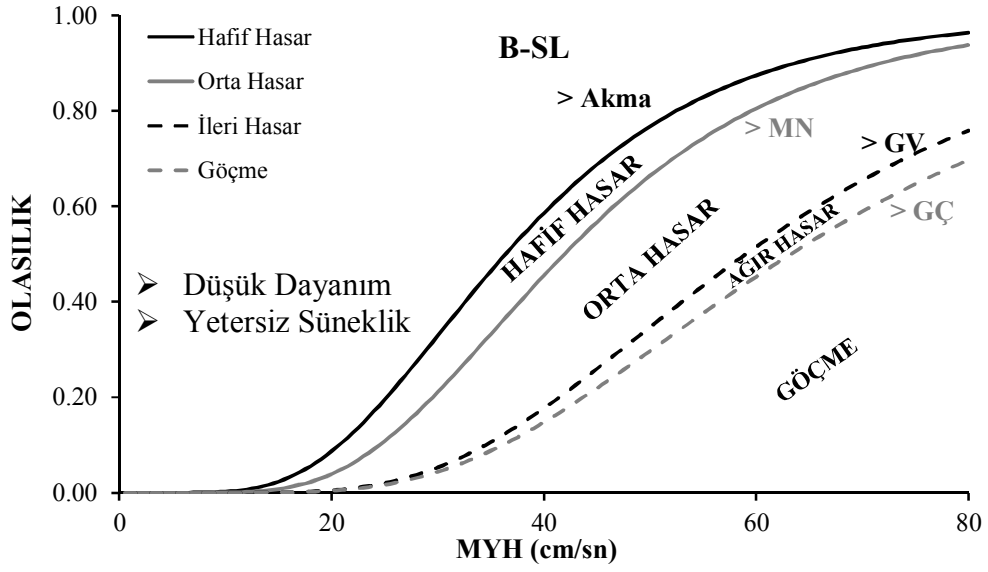
Şekil B.11: Yüksek dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri (M-CL)



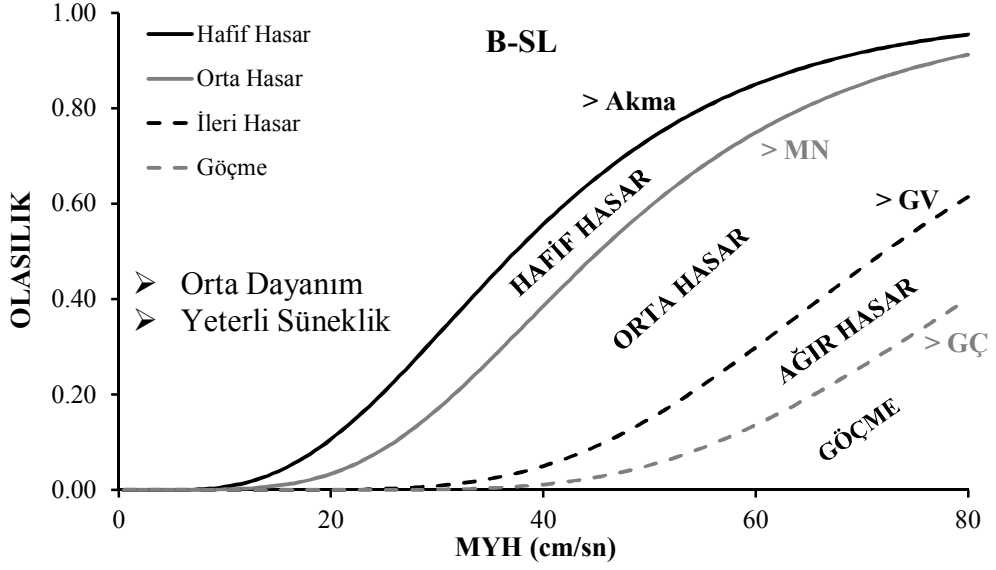
Şekil B.12: Yüksek dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri (M-CL)



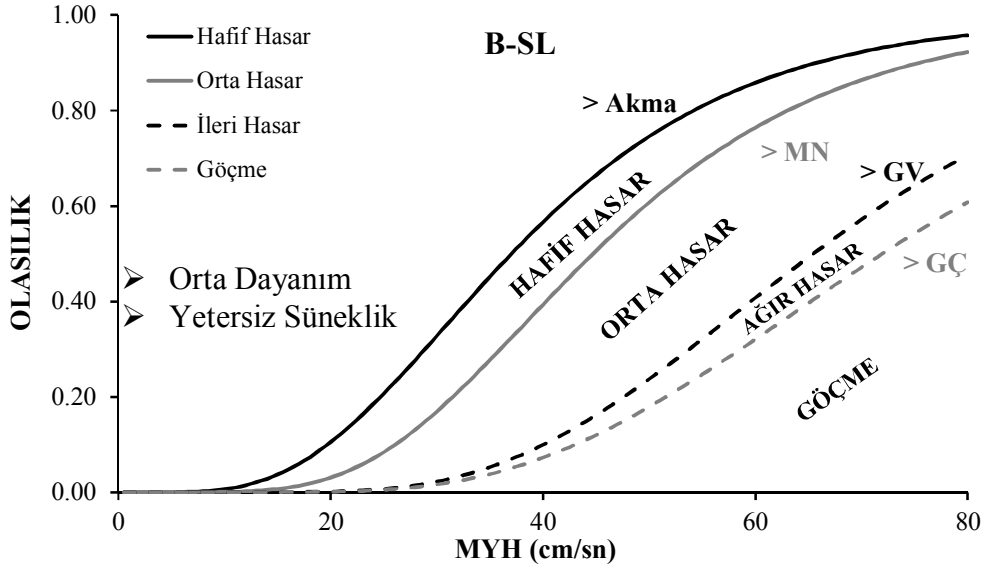
Şekil B.13: Düşük dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri (B-SL)



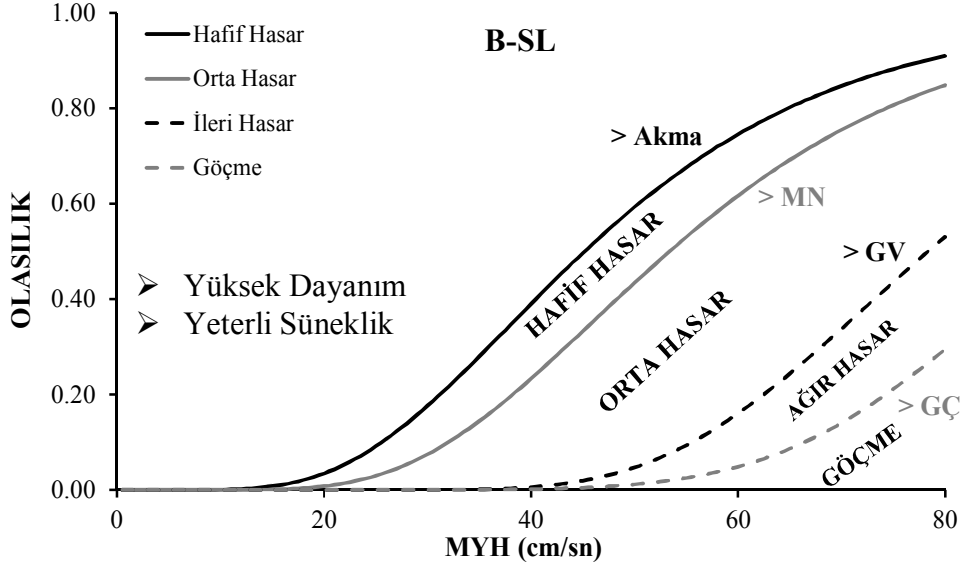
Şekil B.14: Düşük dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri (B-SL)



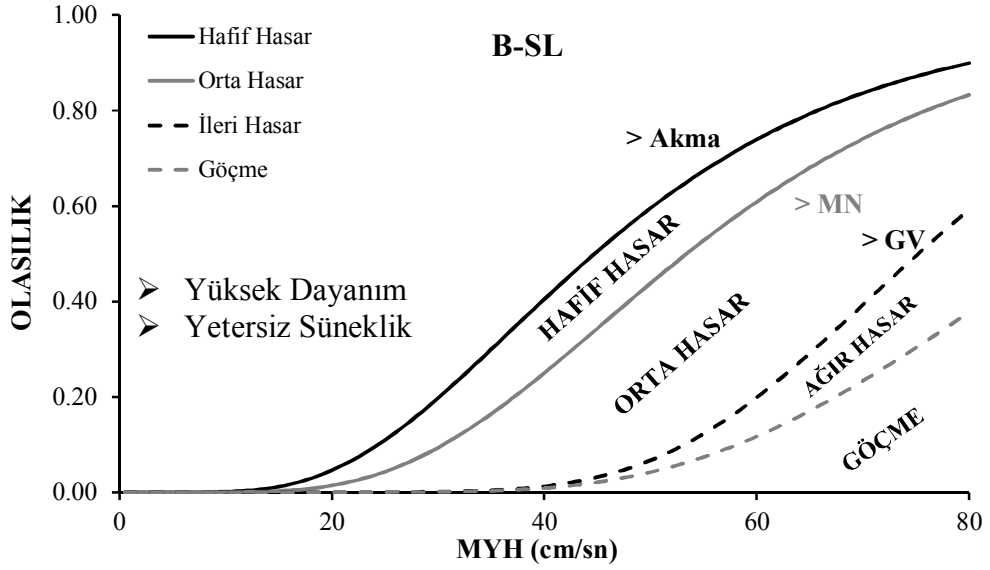
Şekil B.15: Orta dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri (B-SL)



Şekil B.16: Orta dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri (B-SL)

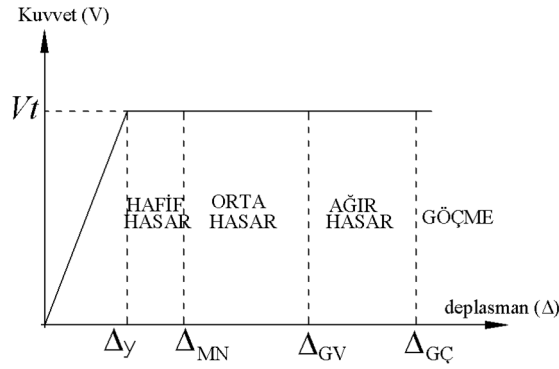


Şekil B.17: Yüksek dayanım ve yeterli süneklik durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri (B-SL)



Şekil B.18: Yüksek dayanım ve yetersiz süneklik durumu için ortalama hasar görülebilirlik eğrileri (B-SL)

EK C.1: Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan 98 adet tek katlı prefabrik binanın hasar görebilirlik eğrisi parametreleri



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

Tablo C.1: EP%0 Çevrim Modeli için Hasar Görebilirlik Eğrisi Parametreleri

Bina NO	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Bina #1	3.4323	0.5316	3.8051	0.4678	4.3728	0.2485	4.4197	0.1381
Bina #2	3.5336	0.4785	3.6952	0.4491	4.0199	0.3683	4.0887	0.3342
Bina #3	3.5415	0.4419	3.7832	0.4094	4.2900	0.1677	4.6059	0.2670
Bina #4	3.5461	0.4480	3.8454	0.4057	4.3457	0.1775	4.4319	0.0862
Bina #5	3.6618	0.4804	3.9459	0.4075	4.3918	0.2329	4.4889	0.1663
Bina #6	3.8019	0.3724	3.9334	0.3506	4.0846	0.3133	4.1555	0.3311
Bina #7	3.7182	0.4156	3.8432	0.3900	4.2832	0.1954	4.3936	0.1738
Bina #8	3.5928	0.4544	3.8385	0.3615	4.3405	0.1872	4.4297	0.1834
Bina #9	3.8104	0.4423	3.9894	0.4143	4.4495	0.2638	4.5614	0.2947
Bina #10	3.6368	0.4778	3.9345	0.4153	4.3655	0.2146	4.4437	0.1350
Bina #11	3.6213	0.4737	3.7980	0.4293	4.1889	0.3612	4.2459	0.3263
Bina #12	3.6429	0.3838	3.7920	0.3641	4.0594	0.3913	4.1191	0.3804
Bina #13	3.8416	0.3827	3.9865	0.3572	4.2371	0.3796	4.2777	0.4114
Bina #14	3.5385	0.4480	3.8116	0.3994	4.3121	0.1964	4.3843	0.1299
Bina #15	3.3872	0.4692	3.7026	0.3891	4.0266	0.3145	4.0581	0.3212
Bina #16	3.6372	0.4350	3.9011	0.3791	4.3979	0.1767	4.4319	0.0862
Bina #17	3.8347	0.4361	4.0020	0.3884	4.2736	0.3921	4.3104	0.3587
Bina #18	3.7270	0.3904	3.8637	0.3997	4.4359	0.2853	4.4966	0.1879
Bina #19	3.7542	0.3638	3.9490	0.3838	4.3063	0.2495	4.3962	0.2392
Bina #20	3.3674	0.4642	3.6532	0.4148	4.0641	0.3036	4.1396	0.2787
Bina #21	3.6050	0.4143	3.7608	0.4096	4.2663	0.3878	4.3648	0.3870
Bina #22	3.3568	0.4741	3.6629	0.3868	4.0884	0.2999	4.1474	0.2593
Bina #23	3.6768	0.4254	3.8650	0.3807	4.2655	0.2428	4.3257	0.2351
Bina #24	3.6244	0.3481	3.7385	0.3499	4.0383	0.3612	4.0966	0.3828
Bina #25	3.5816	0.4616	3.7475	0.4568	4.1005	0.3396	4.1582	0.3616
Bina #26	3.3938	0.5744	3.7800	0.4432	4.3078	0.2450	4.3979	0.1191
Bina #27	3.4749	0.4632	3.7964	0.4435	4.3840	0.3133	4.4269	0.0916
Bina #28	3.5370	0.4272	3.6693	0.4290	4.0278	0.3568	4.1127	0.3151
Bina #29	3.6220	0.4208	3.6439	0.4249	4.1867	0.3457	4.2535	0.3472
Bina #30	3.4905	0.4161	3.7018	0.3574	4.0861	0.2837	4.1503	0.2568

Tablo C.1'in devamı,

Bina NO	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Bina #31	3.4821	0.4693	3.7255	0.3757	4.1035	0.2804	4.1349	0.2700
Bina #32	3.8054	0.4862	3.8312	0.4710	4.5222	0.3464	4.4854	0.1076
Bina #33	3.2319	0.4754	3.6013	0.3794	4.1741	0.2689	4.2470	0.2444
Bina #34	3.4944	0.4498	3.6660	0.4169	4.0242	0.3055	4.1010	0.3063
Bina #35	3.5837	0.4043	3.8078	0.3460	4.2694	0.3332	4.3208	0.2517
Bina #36	3.4486	0.4425	3.7270	0.3947	4.2281	0.1875	4.3971	0.1797
Bina #37	3.8160	0.3907	3.9091	0.3919	4.2140	0.3642	4.2571	0.3818
Bina #38	3.5370	0.4272	3.6833	0.4646	4.0776	0.3477	4.1348	0.3211
Bina #39	3.6419	0.4417	3.8743	0.3524	4.2005	0.2985	4.2372	0.2625
Bina #40	3.2016	0.4996	3.5176	0.4254	4.0458	0.3393	4.1011	0.3008
Bina #41	3.5136	0.4504	3.8045	0.3570	4.1470	0.2731	4.1907	0.3014
Bina #42	3.5782	0.4257	3.8382	0.4116	4.3305	0.2078	4.3579	0.1600
Bina #43	3.7475	0.4484	3.8964	0.3879	4.3847	0.3304	4.4571	0.2877
Bina #44	3.8820	0.3655	3.8932	0.3734	4.3362	0.3914	4.3790	0.3516
Bina #45	3.8461	0.4092	4.0068	0.3564	4.5171	0.2087	4.6064	0.1960
Bina #46	3.5624	0.4061	3.7835	0.3522	4.2899	0.3229	4.3441	0.2805
Bina #47	3.1098	0.5145	3.4629	0.5533	4.2032	0.3417	4.2645	0.3295
Bina #48	3.6738	0.4724	3.8627	0.4277	4.3070	0.2926	4.3359	0.2309
Bina #49	3.1206	0.5436	3.5482	0.5450	4.2057	0.3574	4.2531	0.3405
Bina #50	3.7445	0.3856	3.8922	0.3851	4.4157	0.2806	4.4786	0.1679
Bina #51	3.3732	0.5141	3.6855	0.3811	4.2271	0.2885	4.4043	0.2516
Bina #52	3.7187	0.4668	3.8202	0.4323	4.2720	0.3692	4.3322	0.3808
Bina #53	3.3766	0.4779	3.6922	0.4215	4.2707	0.2797	4.4136	0.1329
Bina #54	3.7079	0.4405	3.8801	0.3851	4.2775	0.3913	4.3125	0.3684
Bina #55	3.6290	0.4613	3.7702	0.4369	4.2604	0.2953	4.2997	0.2489
Bina #56	3.8751	0.4077	4.0524	0.3353	4.3016	0.2698	4.3728	0.2956
Bina #57	3.8301	0.3739	4.0148	0.3856	4.2547	0.2509	4.3055	0.2609
Bina #58	3.6505	0.3812	3.8541	0.3404	4.2355	0.3018	4.3033	0.2087
Bina #59	3.6794	0.3830	3.8592	0.3457	4.4025	0.2891	4.4954	0.1809
Bina #60	3.8289	0.3875	3.9148	0.3822	4.4366	0.2634	4.5123	0.1796
Bina #61	3.6542	0.4048	3.8784	0.3746	4.3413	0.1922	4.6578	0.3458
Bina #62	3.6950	0.4626	3.8868	0.4005	4.2859	0.3637	4.3414	0.3137
Bina #63	3.5332	0.4008	3.7504	0.3965	4.2836	0.3701	4.4107	0.3183
Bina #64	3.6254	0.4049	3.8061	0.3845	4.1761	0.3893	4.2322	0.3212
Bina #65	3.9566	0.4051	4.1568	0.3003	4.4090	0.2837	4.4739	0.2885
Bina #66	3.7246	0.3948	3.9181	0.3723	4.4066	0.2331	4.5380	0.2535
Bina #67	3.3942	0.4688	3.7242	0.3971	4.2319	0.2043	4.3860	0.1864
Bina #68	3.6033	0.4465	3.7860	0.4417	4.1325	0.3716	4.1999	0.3508
Bina #69	3.9231	0.3862	4.0086	0.4076	4.4943	0.2628	4.7887	0.3276
Bina #70	3.4261	0.5205	3.7429	0.4482	4.3021	0.2659	4.3732	0.2436
Bina #71	3.6298	0.4266	3.8728	0.3649	4.3311	0.1953	4.4738	0.2590
Bina #72	3.7908	0.5052	4.0141	0.4544	4.4109	0.1782	4.7555	0.2855
Bina #73	3.6870	0.4735	3.9411	0.4168	4.4294	0.2893	4.5643	0.2699
Bina #74	3.8162	0.3657	3.9903	0.3910	4.5933	0.3641	4.7825	0.3850
Bina #75	3.5603	0.4590	3.8032	0.3756	4.2678	0.1726	4.5061	0.2581
Bina #76	3.5781	0.4376	3.7655	0.4395	4.2526	0.2711	4.4584	0.2818
Bina #77	3.8135	0.3755	4.0138	0.4134	4.5996	0.3491	4.7470	0.3843
Bina #78	3.6891	0.4663	3.9362	0.3904	4.3874	0.1596	4.3630	0.2323

Tablo C.1'in devamı,

Bina NO	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Bina #79	3.9808	0.3430	4.1846	0.2437	4.6913	0.2810	4.3652	0.2134
Bina #80	3.6710	0.3902	3.8654	0.3727	4.0677	0.3436	4.1237	0.3425
Bina #81	3.5757	0.4000	3.7901	0.3501	4.3323	0.2682	4.4379	0.1753
Bina #82	3.3807	0.5313	3.6766	0.4495	4.2901	0.2750	4.3732	0.2436
Bina #83	3.6603	0.4356	3.8296	0.3998	4.1330	0.3123	4.1883	0.2824
Bina #84	3.5189	0.4677	3.6745	0.4421	4.0996	0.3380	4.2296	0.3280
Bina #85	3.4398	0.5559	3.7878	0.4335	4.3312	0.2429	4.4197	0.1381
Bina #86	3.8100	0.4077	3.9289	0.3865	4.2481	0.3378	4.3331	0.4024
Bina #87	3.7929	0.4018	3.8495	0.3781	4.4454	0.2909	4.4492	0.1482
Bina #88	3.7412	0.4298	3.9125	0.3845	4.3903	0.3395	4.4843	0.2371
Bina #89	3.7493	0.3816	3.9028	0.3590	4.4349	0.2878	4.5269	0.1934
Bina #90	3.4710	0.4251	3.7068	0.3933	4.2631	0.3391	4.4579	0.3439
Bina #91	3.6527	0.3898	3.8287	0.3668	4.2958	0.2690	4.3211	0.2355
Bina #92	3.6484	0.4559	3.8138	0.4504	4.3240	0.3162	4.4316	0.3079
Bina #93	3.6470	0.3827	3.8339	0.3294	4.2615	0.3234	4.2974	0.2559
Bina #94	3.6245	0.4532	3.7385	0.4142	4.2113	0.2693	4.2826	0.2555
Bina #95	3.7990	0.4310	3.9930	0.3616	4.5373	0.2423	4.6111	0.3078
Bina #96	3.5050	0.4557	3.7735	0.3469	4.1317	0.2870	4.1575	0.2746
Bina #97	3.2587	0.4493	3.5278	0.4467	4.1309	0.2644	4.3365	0.2441
Bina #98	3.6064	0.4749	3.7714	0.4705	4.2774	0.2996	4.4118	0.2031

Tablo C.2: EP%5 Çevrim Modeli için Hasar Görebilirlik Eğrisi Parametreleri

Bina NO	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Bina #1	3.4332	0.5317	3.8118	0.4676	4.4468	0.2696	4.4847	0.1071
Bina #2	3.5329	0.4764	3.6850	0.4599	4.0222	0.4134	4.1096	0.4011
Bina #3	3.5425	0.4472	3.7787	0.3917	4.3483	0.2811	4.5306	0.1890
Bina #4	3.5494	0.4516	3.8619	0.3872	4.4127	0.2462	4.5453	0.1578
Bina #5	3.6543	0.4639	3.9432	0.3962	4.4582	0.2938	4.6797	0.2478
Bina #6	3.6104	0.3832	3.6731	0.3906	3.8055	0.5420	3.8617	0.5994
Bina #7	3.7155	0.4149	3.8401	0.3961	4.3669	0.3491	4.6064	0.3852
Bina #8	3.5918	0.4535	3.8641	0.3709	4.4119	0.2550	4.5207	0.2175
Bina #9	3.8123	0.4402	3.9970	0.3913	4.4381	0.2418	4.5416	0.2497
Bina #10	3.6327	0.4710	3.9280	0.4130	4.4813	0.3142	4.5854	0.2097
Bina #11	3.6165	0.4607	3.7841	0.4442	4.2102	0.4347	4.2870	0.3942
Bina #12	3.6399	0.3807	3.7894	0.3634	4.0565	0.4490	4.1266	0.4323
Bina #13	3.8296	0.3861	3.9819	0.4003	4.2737	0.4855	4.2939	0.4426
Bina #14	3.5377	0.4467	3.8171	0.3916	4.3791	0.2788	4.4779	0.1946
Bina #15	3.3907	0.4723	3.7088	0.3834	4.0248	0.3368	4.0846	0.3367
Bina #16	3.6442	0.4435	3.9002	0.3838	4.5516	0.3038	4.4866	0.1266
Bina #17	3.8246	0.4477	3.9950	0.4205	4.3126	0.4478	4.3546	0.4321
Bina #18	3.7179	0.3908	3.8593	0.4139	4.4548	0.2757	4.4864	0.1458
Bina #19	3.7514	0.3625	3.9445	0.3953	4.3442	0.3013	4.4192	0.2697
Bina #20	3.3744	0.4593	3.6596	0.4103	4.0787	0.3375	4.1697	0.3007
Bina #21	3.6097	0.4086	3.7577	0.4069	4.3111	0.4257	4.3974	0.3875
Bina #22	3.3431	0.4809	3.6600	0.3800	4.0933	0.3467	4.1668	0.3223
Bina #23	3.6763	0.4249	3.8694	0.3733	4.3096	0.3050	4.3736	0.2986
Bina #24	3.6202	0.3405	3.7317	0.3438	4.0449	0.4162	4.1089	0.4384
Bina #25	3.5888	0.4498	3.7395	0.4613	4.1247	0.4214	4.1733	0.4325
Bina #26	3.4132	0.5643	3.7818	0.4418	4.3882	0.3154	4.4733	0.1548
Bina #27	3.4885	0.4701	3.8061	0.4415	4.4552	0.3258	4.4431	0.0859
Bina #28	3.5365	0.4247	3.6699	0.4257	4.0356	0.3832	4.1392	0.3912
Bina #29	3.6155	0.4138	3.6448	0.4285	4.2165	0.4307	4.2910	0.4104
Bina #30	3.4882	0.4098	3.7050	0.3524	4.1180	0.3196	4.1787	0.3207
Bina #31	3.4818	0.4685	3.7228	0.3737	4.1030	0.3399	4.1708	0.3376
Bina #32	3.7989	0.4819	3.8353	0.4761	4.5022	0.3187	4.4431	0.3456
Bina #33	3.2390	0.4777	3.5966	0.3764	4.2214	0.3050	4.3025	0.2709
Bina #34	3.4999	0.4479	3.6656	0.4164	4.0289	0.3239	4.0999	0.3405
Bina #35	3.5868	0.4018	3.8030	0.3446	4.3574	0.3939	4.3822	0.3422
Bina #36	3.4476	0.4398	3.7071	0.3957	4.2607	0.2598	4.4958	0.2391
Bina #37	3.8088	0.3946	3.8933	0.4195	4.2354	0.4411	4.2825	0.4390
Bina #38	3.5291	0.4305	3.6777	0.4649	4.0858	0.3955	4.1454	0.3977
Bina #39	3.6355	0.4416	3.8859	0.3494	4.2134	0.2852	4.2876	0.3282
Bina #40	3.1984	0.4895	3.5263	0.4358	4.0910	0.3011	4.1361	0.3158
Bina #41	3.5214	0.4405	3.7911	0.3574	4.1580	0.3416	4.2332	0.3523
Bina #42	3.5704	0.4264	3.8433	0.4038	4.3809	0.2579	4.4566	0.2876
Bina #43	3.7409	0.4513	3.8815	0.4041	4.4280	0.3502	4.5416	0.3663
Bina #44	3.8757	0.3682	3.8822	0.3787	4.3610	0.4183	4.4078	0.3997
Bina #45	3.8432	0.4053	4.0140	0.3598	4.5459	0.2313	4.4788	0.1162

Tablo C.2'nin devamı,

Bina NO	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Bina #46	3.5481	0.3998	3.7838	0.3497	4.3450	0.3936	4.3793	0.2673
Bina #47	3.1358	0.4867	3.4725	0.5505	4.2209	0.3174	4.2755	0.2487
Bina #48	3.6681	0.4728	3.8467	0.4454	4.3699	0.3760	4.4255	0.3068
Bina #49	3.1216	0.5398	3.5439	0.5478	4.2123	0.3254	4.2621	0.2694
Bina #50	3.7417	0.3848	3.8823	0.3879	4.4245	0.2704	4.5207	0.1850
Bina #51	3.3853	0.4951	3.6896	0.3825	4.3106	0.3613	4.6479	0.3566
Bina #52	3.7127	0.4694	3.8057	0.4423	4.3000	0.4383	4.3728	0.4010
Bina #53	3.3772	0.4857	3.7063	0.4206	4.3426	0.2921	4.4733	0.1548
Bina #54	3.6981	0.4497	3.8657	0.4105	4.2832	0.4410	4.3490	0.4308
Bina #55	3.6283	0.4602	3.7621	0.4417	4.3022	0.3500	4.3563	0.3410
Bina #56	3.8824	0.3969	4.0568	0.3309	4.3512	0.3491	4.3867	0.2985
Bina #57	3.8251	0.3751	4.0249	0.4080	4.2852	0.3064	4.3170	0.2977
Bina #58	3.6483	0.3781	3.8439	0.3393	4.2883	0.3415	4.3672	0.3416
Bina #59	3.6770	0.3807	3.8580	0.3485	4.4213	0.2761	4.7794	0.3126
Bina #60	3.8237	0.3771	3.9065	0.3971	4.4580	0.2552	4.5044	0.1415
Bina #61	3.6479	0.4132	3.8685	0.3729	4.4645	0.3360	4.6054	0.2474
Bina #62	3.6892	0.4635	3.8860	0.4307	4.3485	0.4236	4.3649	0.3722
Bina #63	3.5314	0.3955	3.7454	0.3947	4.3126	0.3674	4.4471	0.3509
Bina #64	3.6233	0.4022	3.7949	0.3936	4.2281	0.4342	4.2699	0.3699
Bina #65	3.9613	0.3952	4.1607	0.3821	4.3885	0.2447	4.5235	0.2977
Bina #66	3.7238	0.3937	3.9156	0.3747	4.5173	0.3032	4.5713	0.2407
Bina #67	3.3933	0.4660	3.7187	0.3865	4.2637	0.2547	4.5312	0.2869
Bina #68	3.6010	0.4441	3.7825	0.4515	4.1508	0.4239	4.2245	0.4201
Bina #69	3.9245	0.3925	4.0031	0.4060	4.4715	0.2320	4.3288	0.3421
Bina #70	3.4292	0.5388	3.7523	0.4592	4.3570	0.3184	4.4332	0.2641
Bina #71	3.6294	0.4260	3.8748	0.3628	4.4327	0.3143	4.5547	0.2865
Bina #72	3.7943	0.5016	4.0246	0.4472	4.5444	0.2806	4.9275	0.3785
Bina #73	3.6770	0.4807	3.9450	0.4056	4.4699	0.3087	4.6780	0.2925
Bina #74	3.8113	0.3660	3.9930	0.3999	4.5377	0.2571	4.7910	0.3580
Bina #75	3.5594	0.4579	3.7948	0.3673	4.3321	0.2639	4.6006	0.2547
Bina #76	3.5761	0.4345	3.7634	0.4460	4.3228	0.3774	4.5861	0.3378
Bina #77	3.8118	0.3690	4.0112	0.4229	4.4461	0.1846	4.7540	0.3007
Bina #78	3.6958	0.4649	3.9451	0.3734	4.4802	0.2287	4.5946	0.2121
Bina #79	3.9688	0.3660	4.1999	0.3245	4.6183	0.2147	4.5200	0.2515
Bina #80	3.6706	0.3895	3.8674	0.3706	4.0707	0.3637	4.1208	0.3603
Bina #81	3.5745	0.4015	3.7843	0.3390	4.3983	0.3389	4.4351	0.1234
Bina #82	3.3617	0.5711	3.6697	0.4676	4.3320	0.3137	4.4454	0.2909
Bina #83	3.6585	0.4405	3.8328	0.4017	4.1464	0.4053	4.2072	0.3768
Bina #84	3.5185	0.4662	3.6723	0.4416	4.1270	0.4184	4.2451	0.4086
Bina #85	3.4293	0.5729	3.7857	0.4399	4.3947	0.3177	4.5644	0.2011
Bina #86	3.7993	0.4074	3.9183	0.4102	4.2681	0.4029	4.3263	0.3945
Bina #87	3.7865	0.4046	3.8452	0.3888	4.4317	0.2547	4.5631	0.2065
Bina #88	3.7300	0.4303	3.8990	0.3931	4.4141	0.3556	4.5424	0.2926
Bina #89	3.7464	0.3808	3.8959	0.3674	4.4594	0.2741	4.7726	0.2913
Bina #90	3.4631	0.4044	3.7063	0.3791	4.2751	0.3932	4.5004	0.3632

Tablo C.2'nin devamı,

Bina NO	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Bina #91	3.6472	0.3738	3.8211	0.3619	4.3230	0.2752	4.3748	0.2738
Bina #92	3.6404	0.4657	3.8131	0.4692	4.3607	0.3651	4.6507	0.4359
Bina #93	3.6385	0.3865	3.8284	0.3280	4.2997	0.3607	4.3744	0.3724
Bina #94	3.6236	0.4515	3.7407	0.4135	4.2354	0.3699	4.3222	0.3663
Bina #95	3.7943	0.4370	3.9989	0.3407	4.5697	0.2607	4.4428	0.3424
Bina #96	3.5047	0.4549	3.7737	0.3508	4.1415	0.3459	4.1949	0.3283
Bina #97	3.2589	0.4447	3.5232	0.4396	4.1497	0.3207	4.4460	0.2772
Bina #98	3.6161	0.4665	3.7689	0.4747	4.3245	0.3488	4.5633	0.3186

Tablo C.3: M-CL Çevrim Modeli için Hasar Görebilirlik Eğrisi Parametreleri

Bina NO	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Bina #1	3.4332	0.5317	3.8254	0.4655	4.4362	0.2768	4.5784	0.1910
Bina #2	3.5329	0.4764	3.6881	0.4436	4.0467	0.4473	4.1015	0.4087
Bina #3	3.5425	0.4472	3.7857	0.3790	4.3725	0.3119	4.4656	0.2092
Bina #4	3.5494	0.4516	3.8440	0.4146	4.4127	0.3117	4.5164	0.1920
Bina #5	3.6543	0.4639	3.9392	0.4031	4.5112	0.3068	4.4866	0.1266
Bina #6	3.7956	0.3733	3.9183	0.3638	4.1136	0.3487	4.1721	0.3605
Bina #7	3.7155	0.4149	3.8592	0.4256	4.3791	0.3464	4.5120	0.3326
Bina #8	3.5918	0.4535	3.8602	0.3875	4.4386	0.3309	4.4847	0.2790
Bina #9	3.8123	0.4402	3.9993	0.3900	4.4859	0.2866	4.4941	0.2454
Bina #10	3.6327	0.4710	3.9391	0.4342	4.4334	0.2897	4.5148	0.1566
Bina #11	3.6165	0.4607	3.8053	0.4378	4.1806	0.4148	4.2694	0.4107
Bina #12	3.6399	0.3807	3.7821	0.3623	4.0822	0.4627	4.1446	0.4777
Bina #13	3.8296	0.3861	3.9865	0.3873	4.2515	0.4975	4.2801	0.4417
Bina #14	3.5377	0.4467	3.8147	0.3818	4.3738	0.3046	4.4894	0.2999
Bina #15	3.3907	0.4723	3.7167	0.3834	4.0413	0.3542	4.1046	0.3702
Bina #16	3.6442	0.4435	3.9170	0.3890	4.4494	0.2930	4.4873	0.1772
Bina #17	3.8246	0.4477	3.9878	0.4182	4.2863	0.4144	4.3450	0.4300
Bina #18	3.7179	0.3908	3.8648	0.3986	4.4179	0.2762	4.5123	0.1796
Bina #19	3.7514	0.3625	3.9484	0.3994	4.3276	0.3074	4.4547	0.3286
Bina #20	3.3744	0.4593	3.6930	0.3959	4.0956	0.3834	4.1631	0.3344
Bina #21	3.6097	0.4086	3.7670	0.4196	4.3046	0.4075	4.3646	0.3723
Bina #22	3.3431	0.4809	3.6715	0.3779	4.0961	0.3892	4.1588	0.3325
Bina #23	3.6763	0.4249	3.8874	0.3907	4.3068	0.3208	4.3886	0.3483
Bina #24	3.6202	0.3405	3.7268	0.3410	4.0270	0.3979	4.1091	0.4509
Bina #25	3.5888	0.4498	3.7426	0.4432	4.1108	0.4110	4.1419	0.3940
Bina #26	3.4132	0.5643	3.7818	0.4627	4.4056	0.2774	4.5306	0.2317
Bina #27	3.4885	0.4701	3.8170	0.4494	4.4068	0.3039	4.5527	0.2428
Bina #28	3.5365	0.4247	3.6813	0.4396	4.0312	0.3903	4.1193	0.3762
Bina #29	3.6155	0.4138	3.6448	0.4285	4.2082	0.3926	4.2810	0.3963
Bina #30	3.4882	0.4098	3.7130	0.3464	4.1310	0.3848	4.1992	0.3669
Bina #31	3.4818	0.4685	3.7447	0.3746	4.1061	0.3227	4.1695	0.3202
Bina #32	3.7989	0.4819	3.8353	0.4761	4.4858	0.2715	4.5453	0.1578
Bina #33	3.2390	0.4777	3.5972	0.3861	4.2298	0.3008	4.2829	0.2658
Bina #34	3.4999	0.4479	3.6512	0.4152	4.0572	0.3386	4.0955	0.3321
Bina #35	3.5868	0.4018	3.7961	0.3412	4.3084	0.3473	4.3766	0.3250
Bina #36	3.4476	0.4398	3.7245	0.3877	4.2675	0.2697	4.5160	0.3398
Bina #37	3.8088	0.3946	3.8933	0.4195	4.2302	0.4671	4.2922	0.4432
Bina #38	3.5291	0.4305	3.6986	0.4695	4.0818	0.3923	4.1408	0.3912
Bina #39	3.6355	0.4416	3.8693	0.3714	4.2254	0.2642	4.2899	0.2895
Bina #40	3.1984	0.4895	3.5357	0.4326	4.0756	0.2853	4.1420	0.2893
Bina #41	3.5214	0.4405	3.8071	0.3495	4.1720	0.3085	4.2434	0.3197
Bina #42	3.5704	0.4264	3.8413	0.4042	4.3895	0.3209	4.4588	0.3381
Bina #43	3.7409	0.4513	3.8835	0.4017	4.3948	0.3026	4.4875	0.3223
Bina #44	3.8757	0.3682	3.8822	0.3787	4.3629	0.4190	4.3921	0.3642
Bina #45	3.8487	0.4008	4.0462	0.3913	4.5103	0.2609	4.5991	0.2346

Tablo C.3'ün devamı;

Bina NO	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Bina #46	3.5481	0.3998	3.7784	0.3499	4.3164	0.3780	4.3905	0.3314
Bina #47	3.1358	0.4867	3.4762	0.5389	4.1909	0.2370	4.2481	0.2315
Bina #48	3.6681	0.4728	3.8471	0.4425	4.3614	0.4019	4.4005	0.2801
Bina #49	3.1216	0.5398	3.5482	0.5538	4.1925	0.2669	4.2190	0.2430
Bina #50	3.7417	0.3848	3.8716	0.4021	4.4157	0.2806	4.5123	0.1796
Bina #51	3.3853	0.4951	3.7136	0.3665	4.2696	0.3000	4.4768	0.2211
Bina #52	3.7127	0.4694	3.8213	0.4446	4.3004	0.4353	4.3371	0.3987
Bina #53	3.3772	0.4857	3.6983	0.4273	4.3105	0.2959	4.4671	0.2423
Bina #54	3.6981	0.4497	3.8740	0.3967	4.2560	0.4171	4.3178	0.3900
Bina #55	3.6283	0.4602	3.7736	0.4204	4.3150	0.4024	4.3683	0.3662
Bina #56	3.8824	0.3969	4.0816	0.3615	4.3094	0.3083	4.3644	0.2774
Bina #57	3.8251	0.3751	4.0380	0.4012	4.2732	0.2480	4.3395	0.2944
Bina #58	3.6483	0.3781	3.8471	0.3454	4.2975	0.3585	4.3488	0.3280
Bina #59	3.6770	0.3807	3.8586	0.3551	4.3976	0.2363	4.5935	0.2125
Bina #60	3.8237	0.3771	3.9065	0.3971	4.4672	0.3042	4.7540	0.3007
Bina #61	3.6479	0.4132	3.8783	0.3800	4.4366	0.3188	4.5233	0.2416
Bina #62	3.6892	0.4635	3.8996	0.4244	4.3258	0.4019	4.3641	0.3621
Bina #63	3.5314	0.3955	3.7397	0.3932	4.3171	0.3889	4.3806	0.2861
Bina #64	3.6233	0.4022	3.8127	0.3750	4.1913	0.4079	4.2547	0.3768
Bina #65	3.9613	0.3952	4.1713	0.4062	4.3478	0.1718	4.4185	0.2094
Bina #66	3.7238	0.3937	3.9358	0.3798	4.5046	0.3245	4.5159	0.2511
Bina #67	3.3933	0.4660	3.7255	0.3841	4.2749	0.2876	4.4790	0.3249
Bina #68	3.6010	0.4441	3.7860	0.4639	4.1599	0.4481	4.2183	0.4117
Bina #69	3.9245	0.3925	4.0170	0.4109	4.4500	0.2200	4.3465	0.3549
Bina #70	3.4292	0.5388	3.7451	0.4597	4.3445	0.2909	4.4747	0.2981
Bina #71	3.6294	0.4260	3.8736	0.3684	4.4165	0.2998	4.4957	0.2731
Bina #72	3.7943	0.5016	4.0340	0.4587	4.4966	0.2677	4.4847	0.1071
Bina #73	3.6770	0.4807	3.9375	0.3923	4.5001	0.3048	4.6356	0.2710
Bina #74	3.8113	0.3660	3.9932	0.3935	4.6059	0.3661	4.5991	0.2346
Bina #75	3.5594	0.4579	3.8144	0.3664	4.3355	0.2810	4.5176	0.2143
Bina #76	3.5761	0.4345	3.7740	0.4529	4.3116	0.3870	4.4949	0.2749
Bina #77	3.8118	0.3690	4.0260	0.4087	4.5055	0.2690	4.5561	0.1943
Bina #78	3.6958	0.4649	3.9424	0.4213	4.4716	0.2560	4.6467	0.2084
Bina #79	3.9688	0.3660	4.2036	0.3481	4.5991	0.2346	4.3866	0.2824
Bina #80	3.6706	0.3895	3.8657	0.3864	4.0696	0.3819	4.1264	0.3565
Bina #81	3.5745	0.4015	3.7780	0.3391	4.3816	0.3337	4.4988	0.2046
Bina #82	3.3617	0.5711	3.6775	0.4450	4.3064	0.2640	4.4747	0.2981
Bina #83	3.6585	0.4405	3.8108	0.4124	4.1453	0.4243	4.2313	0.4054
Bina #84	3.5185	0.4662	3.6701	0.4553	4.0943	0.4153	4.2055	0.4360
Bina #85	3.4293	0.5729	3.8033	0.4622	4.4032	0.2930	4.5123	0.1796
Bina #86	3.7993	0.4074	3.9160	0.4211	4.2783	0.4402	4.3306	0.4219
Bina #87	3.7865	0.4046	3.8452	0.3888	4.3907	0.2527	4.5123	0.1796
Bina #88	3.7300	0.4303	3.8901	0.3938	4.3928	0.3273	4.4838	0.2079
Bina #89	3.7464	0.3808	3.8911	0.3669	4.4595	0.2903	4.5631	0.2065
Bina #90	3.4631	0.4044	3.7058	0.3761	4.2924	0.3917	4.4448	0.2988

Tablo C.3'ün devamı;

Bina NO	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Bina #91	3.6472	0.3738	3.8286	0.3593	4.3863	0.3543	4.4329	0.3435
Bina #92	3.6404	0.4657	3.8204	0.4521	4.3382	0.3586	4.4574	0.2671
Bina #93	3.6385	0.3865	3.8175	0.3535	4.2901	0.3834	4.3589	0.3387
Bina #94	3.6236	0.4515	3.7501	0.4240	4.2719	0.3761	4.3240	0.3653
Bina #95	3.7943	0.4370	4.0054	0.3502	4.4530	0.2172	4.2666	0.3347
Bina #96	3.5047	0.4549	3.8123	0.3490	4.1472	0.3183	4.2093	0.3040
Bina #97	3.2589	0.4447	3.5590	0.4186	4.1556	0.3399	4.4168	0.2734
Bina #98	3.6086	0.4774	3.7766	0.4628	4.2999	0.3941	4.4865	0.2796

Tablo C.4: B-SL Çevrim Modeli için Hasar Görebilirlik Eğrisi Parametreleri

Bina NO	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Bina #1	3.4332	0.5317	3.7740	0.4626	4.3067	0.2524	4.4980	0.2601
Bina #2	3.5329	0.4764	3.6683	0.4426	3.9737	0.4345	4.0060	0.4203
Bina #3	3.5425	0.4472	3.7532	0.3999	4.2661	0.3589	4.4113	0.2378
Bina #4	3.5494	0.4516	3.8151	0.4163	4.2444	0.2609	4.4385	0.2544
Bina #5	3.6543	0.4639	3.9013	0.4332	4.3190	0.2484	4.4970	0.2333
Bina #6	3.7956	0.3733	3.9096	0.3621	4.0495	0.3496	4.0864	0.3641
Bina #7	3.7155	0.4149	3.8313	0.4224	4.3242	0.4659	4.5474	0.5362
Bina #8	3.5918	0.4535	3.8265	0.3686	4.3004	0.2962	4.3896	0.3095
Bina #9	3.8123	0.4402	3.9800	0.3796	4.3165	0.2556	4.3925	0.2883
Bina #10	3.6327	0.4710	3.8880	0.4339	4.3035	0.2569	4.5211	0.2626
Bina #11	3.6165	0.4607	3.7652	0.4394	4.1097	0.4303	4.1678	0.4243
Bina #12	3.6399	0.3807	3.7681	0.3637	4.0045	0.4373	4.0377	0.4381
Bina #13	3.8296	0.3861	3.9667	0.4033	4.1121	0.4133	4.1850	0.4424
Bina #14	3.5377	0.4467	3.7720	0.3966	4.2931	0.3733	4.3959	0.3142
Bina #15	3.3907	0.4723	3.6638	0.4119	3.9242	0.3520	3.9628	0.3723
Bina #16	3.6442	0.4435	3.8693	0.4021	4.3017	0.2660	4.4747	0.3162
Bina #17	3.8246	0.4477	3.9566	0.3994	4.1988	0.4099	4.2621	0.4609
Bina #18	3.7179	0.3908	3.8464	0.4025	4.3346	0.4130	4.5449	0.3458
Bina #19	3.7514	0.3625	3.9094	0.3639	4.2595	0.4287	4.3380	0.4114
Bina #20	3.3744	0.4593	3.6364	0.4209	3.9668	0.3755	4.0173	0.3772
Bina #21	3.6097	0.4086	3.7498	0.4134	4.1680	0.4277	4.1991	0.4188
Bina #22	3.3431	0.4809	3.6157	0.3959	3.9584	0.3264	4.0296	0.3486
Bina #23	3.6763	0.4249	3.8417	0.3657	4.1763	0.2878	4.2272	0.2675
Bina #24	3.6202	0.3405	3.7166	0.3404	3.9535	0.3989	4.0194	0.4104
Bina #25	3.5888	0.4498	3.7134	0.4503	4.0426	0.4063	4.0753	0.4393
Bina #26	3.4111	0.5559	3.7398	0.4495	4.2431	0.2486	4.3962	0.2547
Bina #27	3.4885	0.4701	3.7605	0.4333	4.2366	0.2546	4.4466	0.2990
Bina #28	3.5365	0.4247	3.6461	0.4274	3.9510	0.3896	4.0310	0.4007
Bina #29	3.6155	0.4138	3.6448	0.4285	4.0790	0.4039	4.1638	0.4238
Bina #30	3.4882	0.4098	3.6957	0.3487	3.9639	0.3335	4.0539	0.3581
Bina #31	3.4818	0.4685	3.7113	0.3575	3.9938	0.3470	4.0534	0.3505
Bina #32	3.7989	0.4819	3.8353	0.4761	4.3253	0.2373	4.5547	0.2574
Bina #33	3.2390	0.4777	3.5503	0.4210	4.0677	0.3438	4.1754	0.3610
Bina #34	3.4999	0.4479	3.6403	0.4186	3.9543	0.3523	3.9907	0.3315
Bina #35	3.5868	0.4018	3.7713	0.3525	4.1724	0.4084	4.2367	0.4212
Bina #36	3.4476	0.4398	3.6702	0.4162	4.1583	0.3352	4.4017	0.3630
Bina #37	3.8088	0.3946	3.8933	0.4195	4.1009	0.3962	4.1615	0.4258
Bina #38	3.5291	0.4305	3.6598	0.4489	4.0066	0.4193	4.0536	0.4095
Bina #39	3.6355	0.4416	3.8443	0.3499	4.1263	0.2933	4.1753	0.2867
Bina #40	3.1984	0.4895	3.4653	0.4477	3.9344	0.3146	3.9829	0.3175
Bina #41	3.5214	0.4405	3.7661	0.3668	4.0877	0.3563	4.1220	0.3397
Bina #42	3.5704	0.4264	3.8096	0.4096	4.2245	0.2820	4.2901	0.2830
Bina #43	3.7409	0.4513	3.8784	0.4103	4.3107	0.4210	4.4297	0.4504
Bina #44	3.8757	0.3682	3.8822	0.3787	4.2764	0.4483	4.3464	0.4496
Bina #45	3.8432	0.4053	4.0163	0.3681	4.3877	0.2888	4.5495	0.3360

Tablo C.4'ün devamı;

Bina NO	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Bina #46	3.5481	0.3998	3.7645	0.3505	4.1594	0.4144	4.2395	0.4149
Bina #47	3.1358	0.4867	3.4199	0.5521	4.0478	0.3138	4.1110	0.2483
Bina #48	3.6681	0.4728	3.8334	0.4363	4.2541	0.4625	4.4422	0.5387
Bina #49	3.1216	0.5398	3.4922	0.5705	4.0545	0.3318	4.0983	0.2479
Bina #50	3.7417	0.3848	3.8716	0.4021	4.3346	0.4446	4.5807	0.3872
Bina #51	3.3853	0.4951	3.6541	0.3741	4.2198	0.4316	4.3891	0.3800
Bina #52	3.7127	0.4694	3.8070	0.4577	4.1672	0.4155	4.2139	0.4345
Bina #53	3.3772	0.4857	3.6495	0.3999	4.1952	0.3581	4.4266	0.3550
Bina #54	3.6981	0.4497	3.8499	0.4061	4.1459	0.4152	4.2038	0.4205
Bina #55	3.6283	0.4602	3.7434	0.4351	4.1941	0.4529	4.2953	0.4941
Bina #56	3.8824	0.3969	4.0551	0.3403	4.2620	0.3398	4.2736	0.3117
Bina #57	3.8251	0.3751	4.0129	0.4042	4.1979	0.2872	4.2499	0.2852
Bina #58	3.6483	0.3781	3.8276	0.3418	4.1530	0.3643	4.2516	0.4156
Bina #59	3.6770	0.3807	3.8315	0.3700	4.3395	0.4012	4.6001	0.3994
Bina #60	3.8237	0.3771	3.8986	0.4133	4.3898	0.3990	4.5302	0.2849
Bina #61	3.6479	0.4132	3.8382	0.3669	4.3418	0.3492	4.4423	0.2578
Bina #62	3.6892	0.4635	3.8810	0.4016	4.1876	0.4344	4.2631	0.4453
Bina #63	3.5314	0.3955	3.7202	0.3886	4.1836	0.4332	4.2685	0.4676
Bina #64	3.6233	0.4022	3.7757	0.3786	4.0506	0.3436	4.1255	0.3640
Bina #65	3.9613	0.3952	4.1438	0.3853	4.3218	0.2973	4.3698	0.3070
Bina #66	3.7238	0.3937	3.8928	0.3784	4.3587	0.3297	4.4568	0.3274
Bina #67	3.3933	0.4660	3.6797	0.4035	4.1845	0.3711	4.4139	0.4233
Bina #68	3.6010	0.4441	3.7694	0.4610	4.0551	0.4225	4.0941	0.4295
Bina #69	3.9245	0.3925	4.0031	0.4060	4.3661	0.2671	4.4576	0.1756
Bina #70	3.4292	0.5388	3.7185	0.4376	4.1903	0.2336	4.3012	0.2167
Bina #71	3.6294	0.4260	3.8362	0.3636	4.3270	0.3224	4.4082	0.3081
Bina #72	3.7943	0.5016	3.9886	0.4617	4.3885	0.2314	4.6183	0.2147
Bina #73	3.6770	0.4807	3.9064	0.4347	4.3070	0.2414	4.5576	0.3676
Bina #74	3.8113	0.3660	3.9707	0.3859	4.4803	0.3691	4.5930	0.4008
Bina #75	3.5594	0.4579	3.7823	0.3807	4.2677	0.3584	4.4733	0.2985
Bina #76	3.5761	0.4345	3.7215	0.4677	4.1940	0.4399	4.5248	0.5479
Bina #77	3.8118	0.3690	3.9990	0.4065	4.4211	0.3222	4.5883	0.3583
Bina #78	3.6958	0.4649	3.9075	0.4005	4.3390	0.2559	4.5721	0.3324
Bina #79	3.9688	0.3660	4.1537	0.3745	4.5493	0.3213	4.6183	0.2147
Bina #80	3.6706	0.3895	3.8171	0.3737	3.9896	0.3907	4.0415	0.3679
Bina #81	3.5745	0.4015	3.7605	0.3544	4.2270	0.4337	4.4839	0.4295
Bina #82	3.3617	0.5711	3.6532	0.4606	4.1720	0.2505	4.2973	0.2188
Bina #83	3.6585	0.4405	3.7910	0.4205	4.0951	0.4386	4.1452	0.4536
Bina #84	3.5185	0.4662	3.6502	0.4570	4.0147	0.4049	4.0846	0.4420
Bina #85	3.4293	0.5729	3.7650	0.4429	4.2426	0.2497	4.4573	0.3020
Bina #86	3.7993	0.4074	3.9058	0.4143	4.1369	0.3977	4.2124	0.4611
Bina #87	3.7865	0.4046	3.8452	0.3888	4.3628	0.3903	4.5448	0.3262
Bina #88	3.7300	0.4303	3.8838	0.4095	4.2837	0.4218	4.5946	0.4678
Bina #89	3.7464	0.3808	3.8790	0.3744	4.3904	0.4278	4.5598	0.3673
Bina #90	3.4631	0.4044	3.6813	0.4041	4.1160	0.4053	4.3725	0.4701

Tablo C.4'ün devamı;

Bina NO	Hafif Hasar		Orta Hasar		Ağır Hasar		Göçme	
	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma
Bina #91	3.6472	0.3738	3.8032	0.3594	4.2676	0.4184	4.3444	0.3947
Bina #92	3.6404	0.4657	3.8092	0.4596	4.2472	0.4621	4.5011	0.5055
Bina #93	3.6385	0.3865	3.8002	0.3601	4.1262	0.3750	4.2190	0.4237
Bina #94	3.6236	0.4515	3.7300	0.4235	4.1617	0.4644	4.2055	0.4841
Bina #95	3.7943	0.4370	3.9795	0.3680	4.3769	0.2721	4.6148	0.3078
Bina #96	3.5047	0.4549	3.7674	0.3510	4.0601	0.3592	4.0996	0.3314
Bina #97	3.2589	0.4447	3.4621	0.4972	4.0326	0.3947	4.3087	0.4663
Bina #98	3.6086	0.4774	3.7579	0.4687	4.1812	0.4347	4.5701	0.5721

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Yasin YILMAZ

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul 30.03.1989

Adres: Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü DENİZLİ

Lisans Üniversite: Pamukkale Üniversitesi

Yayın Listesi:

YILMAZ, Y, KALKAN, A., 2010. Mevcut Yapıların Elastik ve Elastik Olmayan Yöntem ile Değerlendirilmesi, Pamukkale Üniversitesi, Lisans Diploma Tezi, Denizli.

ŞENEL, Ş.M., PALANCI, M., KALKAN, A., YILMAZ, Y., 2012. Mevcut Prefabrik Binaların Mafsallı Birleşimlerinin Kesme ve Devrilme Güvenliğinin Araştırılması, IMO Teknik Dergi, SCI, Denizli.

PALANCI, M., ŞENEL, Ş.M., KALKAN, A., YILMAZ, Y., 2012. "Investigation of Safety of Connection Region in Hinge Jointed Precast Buildings", 10th International Congress on Advances in Civil Engineering, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

ŞENEL, Ş.M., İNEL, M., KAYHAN, A.H., PALANCI, M., KALKAN, A., YILMAZ, Y., 2013. Türkiye'deki Prefabrik Sanayi Yapılarının Deprem Performansının Belirlenmesi, TUBİTAK PROJESİ, Proje no: 110M255, 187s., Ankara.

ŞENEL, Ş.M., PALANCI, M., KALKAN, A., YILMAZ, Y., 2013. Modelleme Tekniklerinin Mevcut Binaların Deprem Performansı Üzerine Etkilerinin Araştırılması, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay.

ŞENEL, Ş.M., PALANCI, M., YILMAZ, Y, KALKAN, A., 2013. Yapısal Parametrelerin Tek Katlı Mafsallı Prefabrik Binaların Hasar Görebilirlik Eğrileri Üzerindeki Etkisi, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay.

ŞENEL, Ş.M., PALANCI, M., KALKAN, A., YILMAZ, Y., 2013. 2007 Yönetmeliğinde Tarif Edilen Hasar Sınırlarının Bina Performans Düzeyleri ile İlişkisi, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay.