

ARAŞTIRMA MAKALESİ /RESEARCH ARTICLE

BETONARME ÇERÇEVE TİPİ BİNALARIN GÜVENİLİRLİK ESASLI ANALİZİNDE YÜK KATSAYILARININ OPTİMİZASYONU

Kasım Armağan KORKMAZ¹, Attila ORBAY²

ÖZ

Güvenilirlik esaslı analizler günümüzde yapısal davranışın belirlenmesinde etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır. Güvenilirlik esaslı analizlerde optimizasyon uygulamaları da bu anlamda önem kazanmıştır. Bu noktadan hareketle, çalışma kapsamında, güvenilirlik esaslı analizlere optimizasyonun dahil edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, betonarme çerçeve tipi binalar için güvenilirlik esaslı analizde tasarım aşamasında kullanılan yük katsayılarının TS500 temel alınarak, farklı depremler için optimum değerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Literatürdeki mevcut bir amaç fonksiyonunun yanında doğrudan optimizasyona izin veren yeni bir amaç fonksiyonu önerilmiştir. Ele alınan 2-4-6-8-10-12-14-16 ve 18 katlı dokuz farklı betonarme çerçeve tipi bina için 20 farklı deprem verisi altında amaç fonksiyonlarının optimum değerine karşı gelen yük katsayıları, en büyük yer ivmesi (PGA) ve en büyük yer hızı (PGV) şeklinde iki farklı parametre için elde edilmiştir. Böylelikle güvenilirlik esaslı analizde optimum yük katsayısı değerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güvenilirlik Esaslı Analiz, Yük Katsayıları, Yük Katsayılarının Optimizasyonu.

LOAD FACTOR OPTIMIZATION IN RELIABILITY BASED ANALYSIS OF R/C FRAME TYPE BUILDINGS

ABSTRACT

Reliability based analysis methodology has been used recently to determine the structural behavior in more accurate way. Moreover, optimization applications in reliability based analysis are getting important in this manner. Based on this issue, in the present study, load factors used in design step of reliability based analysis depending on structural resistance criteria is investigated to be optimized according to Turkish Standard (TS500) with different types of earthquakes for R/C frame type buildings. In the analyses, a new aim function which allows direct optimization is proposed instead of aim function given in the literature, to sketch the optimum value of the load factors for reliability analysis. This study briefly gives reliability based analysis methodology and its application on 2-4-6-8-10-12-14-16-and 18 story nine different R/C frame type buildings. These frame type buildings are designed as representative buildings for the analyses. 20 different earthquake data are used for these buildings in the analysis. Two different parameters are taken into consideration as peak ground acceleration (PGA) and peak ground velocity (PGV). The study presents a new aim function which allows direct optimization. The results have been compared with each other. It is aimed to determine the optimum seismic load factor for design stage.

Key Words: Reliability based design, Load factors, Optimization of load factors.

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Batı Yerleşkesi, Isparta.

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Kaynaklar Yerleşkesi, İzmir.

1. GİRİŞ

Farklı deprem etkileri altında, binaların tasarımına ait sismik yük katsayılarının optimum değerinin belirlenmesi ve bunun için optimizasyon tekniklerinin geliştirilmesi günümüz için güvenilirlik esaslı analizde önemli bir konu olarak ele alınabilir. Yük katsayılarının belirlenmesinde seçilen amaç fonksiyonlarının kullanılmasıyla yük katsayılarının optimum değeri bulunabilmektedir. Optimum değerlerin bulunmasında kullanılan amaç fonksiyonları, “yıllık limit durumu aşılma olasılığının” minimize edilmesi için kullanılmaktadır. Yıllık limit durumu, ilk akma veya göçme gibi herhangi bir sınır değeri ifade etmektedir. (Scott, 2002; Galambos, 1980). Bu çalışmada güvenilirlik esaslı analize optimizasyonun dahil edilmesi amaçlanmış, bu amaçla sismik yük katsayılarının optimizasyonu betonarme çerçeve tipi binalar için gerçekleştirilmiştir. Farklı yükseklikteki üç farklı bina grubundan dokuz betonarme çerçeve tipi bina seçilmiştir. Analizlerde, göçme, yıllık limit durumu, olarak seçilmiştir. Göçme limiti sistemin göçtüğü kabul edilen bir limit olarak belirlenmiştir. Bu limit değerinin herhangi başka bir değer seçilmesi de mümkündür ve seçilen bu limit duruma göre analizler aynı şekilde gerçekleştirilir. Elde edilen analiz sonuçları seçilen limit durumu için geçerli olacaktır (Ellingwood ve Galambos 1980). Çeşitli tasarım koşullarında binaların depreme karşı dayanım göstermesi, seçilen kriterlerin uygunluğundan, kullanılan yöntemlere kadar çok çeşitli parametrelere bağlıdır (Orbay, 2002). Çalışmada seçilen göçme limit değerinin minimize edilmesi için literatürde mevcut olan bir amaç fonksiyonunun yanında doğrudan optimizasyona izin veren yeni bir amaç fonksiyonu önerilmiştir. En büyük yer ivmesi (PGA) ve en büyük yer hızı (PGV) şeklinde iki parametre dikkate alınarak, göçme limit durumuna göre, örnek çerçeve tipi binalar için, tablo 1’de verilen 20 deprem verisi ile analizler gerçekleştirilerek iki farklı amaç fonksiyonunu minimum yapacak optimum yük katsayıları, TS500 temel alınarak belirlenmiştir.

En büyük yer ivmesine (PGA) ve en büyük yer hızına (PGV) göre belirlenen aşılma olasılıkları farklı değerlerde olabilmektedir. Bu nedenle elde edilecek amaç fonksiyonlarının minimum değerleri de farklı olabilir (Korkmaz, 2005). Bugüne kadar yapılmış olan çalışmalarda tek parametre dikkate alınarak optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Dikkate alınan farklı parametreler farklı optimum değerler verebildiği için optimizasyonun farklı parametrelere göre gerçekleştirilmesi daha gerçekçi olacaktır (Frangopol, 1996).

2. KARAKTERİSTİK DEĞERLER VE YÜK KATSAYILARI

Yapı güvenliği belirli şartlara ve kurallara bağlanarak sağlanmaktadır. TS500’de Yük etkisi, istatistiksel verilere bağlı olarak belirlenen ve yapının kullanım ömrü süresince aşılma olasılığı belirli bir değerde olan yük etkisi olarak tanımlanır.

$$R_k \geq F_k \quad (1)$$

F_k yük etkileri, yük katsayısı (γ_f) olarak adlandırılan katsayılarla çarpılır. Malzeme dayanımları ise, malzeme katsayılarına (γ_m) bölünür. Binalara kullanım ömrü süresinde etkimesi olası yüklerin belirli bir katsayıya bağlı olarak ifade edilmesiyle binanın dayanımı belirlenmektedir (TS500, 2000);

$$R_k / \gamma_m \geq \gamma_f F_k \quad (2)$$

Sabit yüklerin aritmetik ortalama değerleri yaklaşık olarak, nominal değerdedir ve sabit yüklerde oldukça az değişiklik görülür. Tanımlanan hareketli yük ise genellikle en büyük değere yakındır. Bu nedenle, depremin dahil edildiği yük kombinasyonu için, sismik yük katsayısını belirlemek amacıyla optimizasyona gitmek mümkündür. Çalışmada sabit, hareketli ve sismik yük katsayıları dikkate alınarak sadece sismik yük katsayısı için yapılan optimizasyonda, sabit ve hareketli yük katsayıları TS500’de verildiği gibi alınıp sabit tutulurken sismik yük katsayısı değiştirilmiştir. Yük güvenlik katsayıları, etkimesi olası yüklerde belirsizlik bulunması sebebiyle kullanılmaktadır. TS500’de değişik yüklerin birlikte etkimeleri durumlarına ait yük katsayılarıyla hesaplarda kullanılacak yük tipleri ve yük birleşimleri verilmektedir. Denklem (3) ve (4) depremlilik için verilmiştir (TS 500, 2000);

$$\gamma_f F_k = 1.0G + 1.0Q + 1.0E \quad (3)$$

$$\gamma_f F_k = 0.9G + 1.0E \quad (4)$$

Yük katsayısı (γ_f) arttırılmış nominal kapasiteyi göstermektedir. Denklem (3) hareketli yükün dikkate alındığı durumu, Denklem (4) ise, sadece sabit yükün dikkate alındığı durumu vermektedir. TS500’de verilmiş olan bu (3) ve (4) denklemleriyle binaların depremlilik durumundaki yük değerlerinin belirlenmesi sağlanmaktadır.

3. OPTİMUM SİSMİK YÜK KATSAYISININ BETONERME ÇERÇEVE TİPİ BİNALAR İÇİN BELİRLENMESİ

3.1. Amaç Fonksiyonları

Betonarme çerçeve tipi binaların analizinde kullanılan sismik yük katsayılarının optimizasyonu, kabul edilebilir risk seviyesinde hedeflenen limit durumu için Ellingwood ve Galambos’un sunduğu ve bu çalışmada önerilen amaç fonksiyonları yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaç fonksiyonları, ilk akma, göçme gibi analizinde sınır değer olması istenen bir aşılma olasılığını ifade eden limit durumu aşılma olasılığını minimum yapmayı amaçlamaktadır. Ellingwood ve Galambos tarafından sunulan yıllık limit durumu aşılma olasılığını minimize etmek için önerilen amaç fonksiyonu Denklem (5)’de verilmiştir (Ellingwood ve Galambos, 1980). Yöntem gerçek limit durumu ve hedef limit durumu aşılma olasılıkları arasındaki farkı dikkate alarak bu farkın, hedef limit durumu aşılma olasılığına oranını amaç fonksiyonu olarak kabul etmektedir. Fonksiyon göçme limit durumu için şu şekilde verilmiştir (Ellingwood ve Galambos 1980):

$$\Omega_1(\min) = \sum_{j=1}^N \left\{ \frac{\log(P_{FGj}) - \log(P_{FGH})}{\log(P_{FGH})} \right\}^2 \quad (5)$$

Çalışma kapsamında göçme limit durumu olasılığının, hedeflenen göçme limit durumu aşılma olasılığına doğrudan oranına dayanan yeni bir amaç fonksiyonu önerilmiştir. Önerilen bu amaç fonksiyonu Denklem (6)'da gösterilmiştir:

$$\Omega_2(\min) = \sum_{j=1}^N \left\{ \frac{\log(P_{FGj})}{\log(P_{FGH})} \right\}^2 \quad (6)$$

Denklem (5) ve (6)'da, P_{FGH} : hedeflenen göçme limit durumu aşılma olasılığı, P_{FGj} : j. yapı için hesaplanan göçme limit durumu aşılma olasılığı, N: ele alınan toplam yapı sayısıdır.

Denklem (5)'de verilen amaç fonksiyonu, log normal dağılımda göçme limit durumu aşılma olasılığının hedeflenen göçme limit durumu aşılma olasılığından farkının, hedeflenen göçme limit durumu aşılma olasılığına oranının karelerinin toplamı ile ifade edilmektedir. Denklem (6)'da verilen amaç fonksiyonu ise log normal dağılımda göçme limit durumu aşılma olasılığının, hedeflenen göçme limit durumu aşılma olasılığına oranının karelerinin toplam değeridir ve böylelikle göçme limit durumu doğrudan amaç fonksiyona dahil edilmiş olmaktadır. Bu yeni amaç fonksiyonu Denklem (5)'de verilen literatürdeki mevcut amaç fonksiyonuna göre daha kolay bir yapıdadır ve Denklem (5)'deki amaç fonksiyonuna alternatif olarak öne sürülmüştür.

TS500'de kullanılan sismik yük katsayısının çalışma kapsamında optimum değeri belirlenmeye çalışılmış ve denklem (5) ve (6)'da verilen iki amaç fonksiyonu göçme limit durumları için minimize edilmiş, bu minimizasyonu sağlayan optimum sismik yük katsayıları belirlenmiştir. Sismik yük katsayıları için 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 değerleri verilerek, amaç fonksiyonlarının en büyük yer ivmesi (PGA) ve en büyük yer hızı (PGV) için en küçük $\Omega_{1,2}(\min)$ değerleri elde edilmiştir.

3.2. Yıllık Limit Durumu Aşılma Olasılıkları

Denklem (7)'de aşılma olasılığının en genel gösterimi verilmiştir. Bu yaklaşım genel olarak ifade edilecek olursa, yıllık aşılma olasılığı kapasitenin, talebe oranının 1'den küçük olma ihtimali olarak tanımlanmıştır. Bu ihtimalin aşılması, yıllık aşılma olasılığının sağlanmış olduğu anlamına gelmektedir.

$$P_F = \Pr(S_{AK}/S_{AT} \leq 1) \quad (7)$$

Denklem (8) ve (9)'da bu aşılma olasılığının en büyük yer ivmesi (PGA) ve en büyük yer hızı (PGV) ile elde edilmesi gösterilmiştir (Mostafa, 2003; Corvera, 2000);

$$P_F(PGA) = \phi \left[\frac{-\ln\left(\frac{S_{AK}}{S_{AT}}\right)}{(\beta_K^2 + \beta_T^2)^{1/2}} \right] \quad (8)$$

$$P_F(PGV) = \phi \left[\frac{\ln(PGV) - \lambda}{\zeta} \right] \quad (9)$$

Bu iki denklemde, S_{AK} : yapısal kapasite spektral ivme değeri, S_{AT} : yapısal tepki spektral ivme değeri, PGA: en büyük yer ivmesi, β_T : PGA için yapı tepkisinin standart sapması, β_K : PGA için yapı kapasitesinin standart sapmasıdır. PGV: en büyük yer hızı, ϕ : standart normal dağılım, λ : PGV değerleri için aritmetik ortalama, ζ : PGV değerleri için yapı kapasitesinin standart sapmasıdır.

Bu iki denklemde, S_{AK} : yapısal kapasite spektral ivme değeri, S_{AT} : yapısal tepki spektral ivme değeri, PGA: en büyük yer ivmesi, β_T : PGA için yapı tepkisinin standart sapması, β_K : PGA için yapı kapasitesinin standart sapmasıdır. PGV: en büyük yer hızı, ϕ : standart normal dağılım, λ : PGV değerleri için aritmetik ortalama, ζ : PGV değerleri için yapı kapasitesinin standart sapmasıdır.

PGV ve PGA değerleri için Standart sapmaların hesaplanması, verilerin ortalama değerler etrafında dağılımının ölçüsü olup veri sayısının 30 ve altında olması durumunda Denklem (10) ve (11) ile ifade edilebilir (Hui, 1999);

Standart Sapma:

$$= \sqrt{\frac{\sum [(X_i - \mu_x)^2]}{N - 1}} \quad (10)$$

Veri sayısının 30'dan fazla olması durumunda,

Standart Sapma:

$$= \sqrt{\frac{\sum [(X_i - \mu_x)^2]}{N}} \quad (11)$$

Şeklinde hesaplanır.

Bu iki denklemde N: veri sayısını ifade ederken, X_i : dikkate alınan verinin değerini vermektedir. Denklemlerde yer alan μ_x için ise Denklem (12)'den anlaşılacağı üzere, bir parametrenin istenen değeri o parametrenin ortalamasına eşit olmaktadır.

$$\mu_x = E[X] \quad (12)$$

Şeklinde gösterilebilir.

3.3. Örnek Betonarme Çerçeve Tipi Binalar

Analizler için Tablo 2’de özellikleri verilen az, orta ve çok katlı olarak Tablo 3’de sınıflandırılan üç farklı yapı sınıfından dokuz betonarme çerçeve tipi bina ele alınmıştır. (2-4-6), (8-10-12) ve (14-16-18) katlı bu 9 adet betonarme çerçeve tipi bina Şekil 1’de şematik olarak gösterilmiştir.

Örnek çerçeve tipi binaların kesit ve donatı detayları Şekil 2’de verilmektedir. Öncelikle eleman boyutları ve donatıları, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik esaslarına uygun olarak belirlenmiştir (ABYYHY, 1998). Boyutlandırma SAP 2000 analiz programı kullanılmıştır (Wilson, Habibullah, 1998). Boyutlandırma tamamlandıktan sonra optimizasyon uygulamasına başlanmıştır. Ele alınan çerçeve tipi binalar betonarme sıradan moment dayanımlı çerçeve tipi bina sınıfına girmektedir.

Önem katsayısı 1, zemin sınıfı ise Z1 olarak alınmıştır. Binaların 1. Deprem bölgesinde olduğu düşünülmüştür. Tüm betonarme çerçeve tipi binalar üç açıklıklıdır. Her bir açıklık 6 m olarak alınmıştır. Kat yüksekliği 3 m’dir. Kolonların zemine ankastre olarak mesnetlendiği düşünülmüştür. Çerçeve tipi binalar, giriş ve kolon elemanlar kullanılarak modellenmiştir. Çeliğin akma dayanımı 420 Mpa, betonun basınç dayanımı ise 20 Mpa olarak alınmıştır.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Güvenilirlik Esaslı Analiz kapsamında optimizasyon çalışmalarıyla ilgili olarak tasarım sürecini doğrudan etkileyen sismik yük katsayılarının optimum değerlerinin elde edilmesi sağlanmıştır. Betonarme çerçeve tipi binaların analizlerinde sismik yük katsayılarının optimizasyonu diğer yük katsayıları sabit tutularak gerçekleştirilmiştir. Sismik yük katsayıları, seçilen depremlerin risk seviyelerine göre, optimizasyon yapılarak belirlenmiştir. Analizlerde göçme, limit durumu olarak ele alınmıştır. 20 farklı karakteristikte deprem verisiyle iki farklı amaç fonksiyonu kullanılarak iki ayrı parametreye göre optimizasyon gerçekleştirilmiştir.

Amaç fonksiyonlarından grafiklerde AMAÇ1 ile gösterilen amaç fonksiyonu Ellingwood ve Galambos tarafından önerilen literatürdeki mevcut amaç fonksiyonudur. AMAÇ2 ile gösterilen ise bu çalışma kapsamında önerilmiş amaç fonksiyonudur. AMAÇ2 ile ifade edilen amaç fonksiyonu doğrudan optimizasyon yapılmasına olanak vermektedir. Bu iki amaç fonksiyonuyla optimum yük katsayısı değerleri Şekil 3’de en büyük yer ivmesi (PGA) ve en büyük yer hızı (PGV) için Şekil 4’de ayrı ayrı elde edilmiştir. Elde edilen grafiklerden bu iki amaç fonksiyonun en büyük yer ivmesi (PGA) ve en büyük yer hızı (PGV) parametreleri için oldukça yakın sonuçlar verildiği görülmektedir. Bu da çalışma kapsamında önerilmiş olan amaç fonksiyonun optimizasyon uygulamalarında kullanılabilirliğini göstermektedir. Şekil 5’de tüm yapıların tablo 1’de verilen 20 deprem verisinin tamamı için

amaç fonksiyonlarının bir arada gösterimi yapılmıştır. Bu grafiklerde tüm eğrilerin ortalama değerleri alınmış ve MEAN ile gösterilen eğri ile ifade edilmiştir.

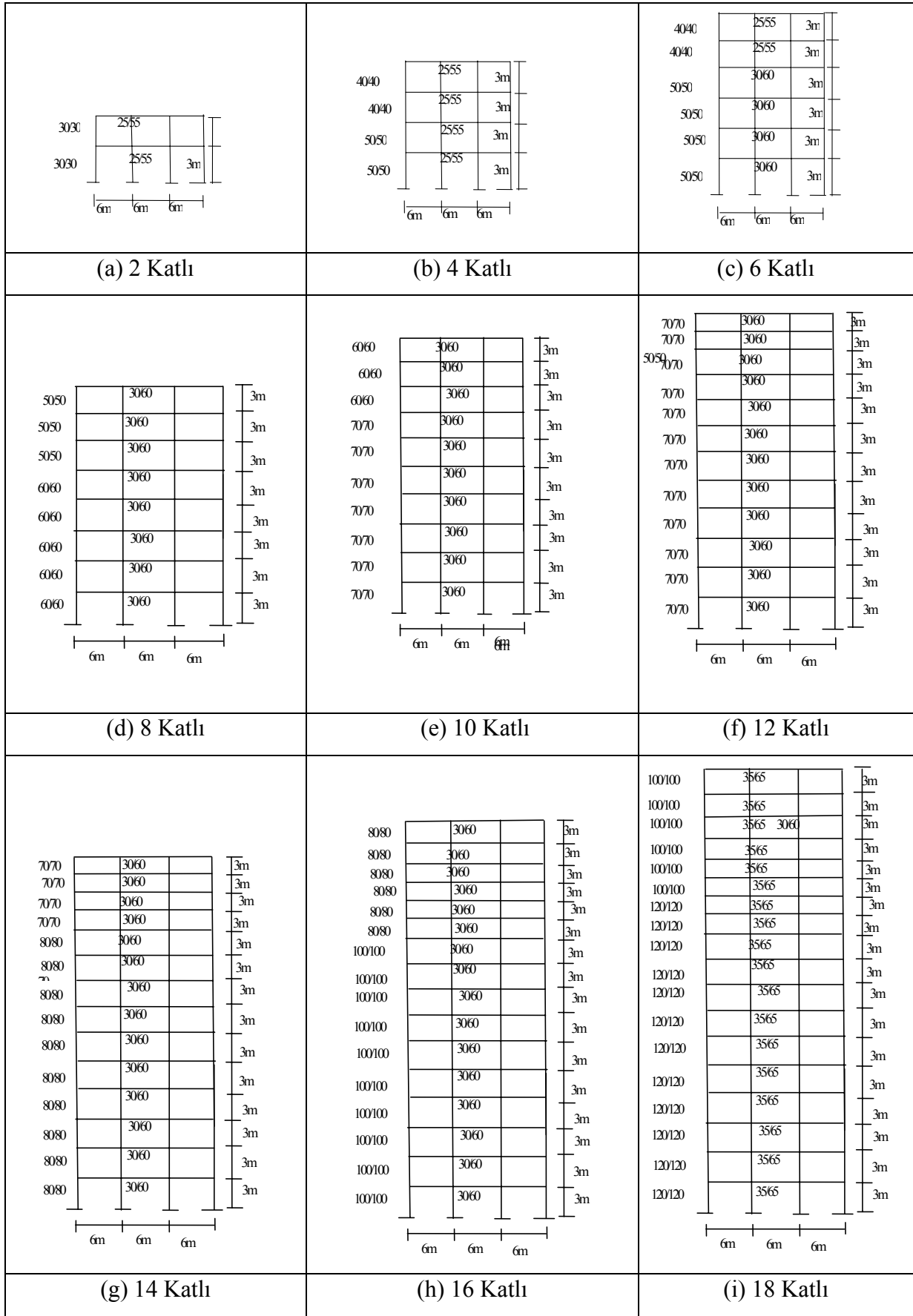
Tablo 4’de verildiği gibi AMAÇ1 ve AMAÇ2 fonksiyonlarının ortalama eğrileri en düşük değerlerini en büyük yer ivmesi (PGA) için sırasıyla 1.125 ve 1.165’de, en büyük yer hızı (PGV) için sırasıyla 1.125 ve 1.145’de almaktadır.

Şekil 6’da ise yük katsayılarının depremlere göre aldıkları değerler verilmiştir. Bu şekillerde iki parametre ve amaç fonksiyonları birbirleriyle karşılaştırılmaktadır.

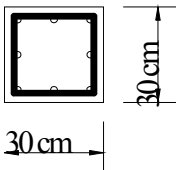
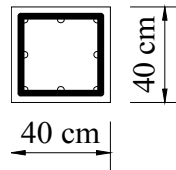
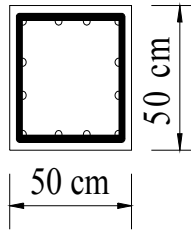
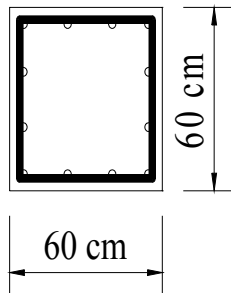
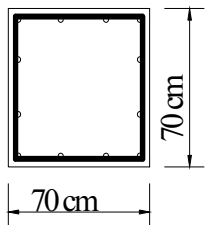
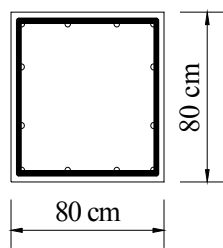
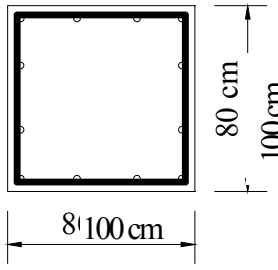
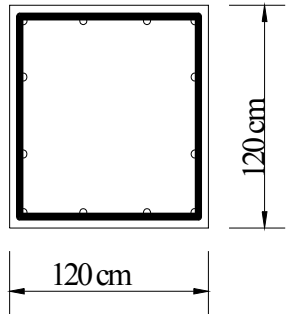
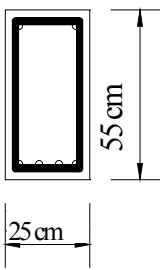
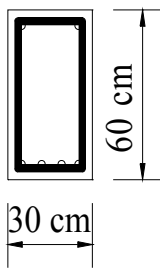
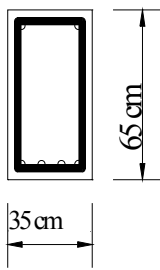
Şekil 6’da AMAÇ1 fonksiyonunun en büyük yer ivmesi (PGA) ve en büyük yer hızına (PGV) göre aldığı değerler incelendiğinde dikkate alınan 20 deprem verisinden 10 tanesinin, AMAÇ2 fonksiyonu için ise 11 tanesinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Ayrıca AMAÇ1 ve AMAÇ2 fonksiyonun en büyük yer ivmesi (PGA) için 20 deprem verisinden 13 tanesinin, en büyük yer hızı (PGV) için ise 16 tanesinin aynı değerde olduğu görülmektedir.

Bu sonuçlar göstermektedir ki önerilen amaç fonksiyonu mevcut amaç fonksiyonuna yakın değerler vermektedir. Bu da doğrudan optimizasyon sağlayan ve Denklem (6)’da verilen yeni amaç fonksiyonun kullanılmasını destekler yöndedir. Çalışmada önerilen amaç fonksiyonu doğrudan optimizasyonun kolaylıkla gerçekleştirilebilmesi açısından oldukça önemlidir. Çalışma kapsamında ele alınan diğer önemli nokta da amaç fonksiyonunun minimizasyonunda iki farklı parametrenin dikkate alınmasıdır.

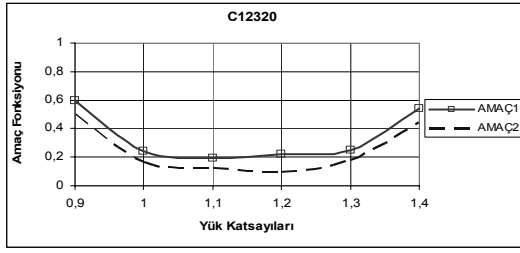
İleriki çalışmalarda uzay ve düzlem betonarme binalar, çerçeve-perde karma tipi binalar, yatayda ve düşeyde düzensizliği bulunan binalar için ve daha çok deprem kaydıyla çalışmanın geliştirilmesi güvenilirlik esaslı analizde optimizasyonun dahil edilmesi anlamında daha kesin yargılara varma açısından yararlı olacaktır.



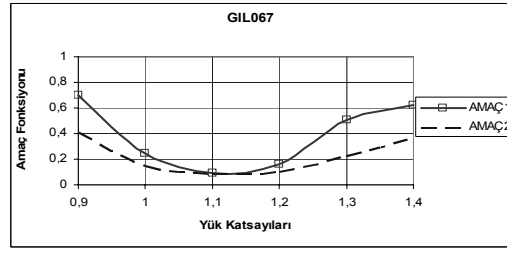
Şekil 1. Analizlerde Kullanılan Betonarme Çerçeve Tipi Binalar.

<i>Kolon Detayları</i>			
			
30*30	40*40	50*50	60*60
			
70*70	80*80	100*100	120*120
<i>Kiriş Detayları</i>			
			
25*55	30*60	35*65	

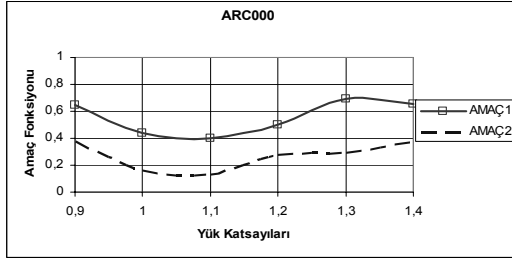
Şekil 2. Şematik Kolon Kiriş Kesit ve Donatı Yerleşim Detayı.



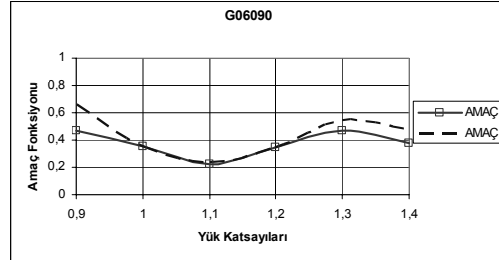
a) C12320 deprem verisi için optimizasyon



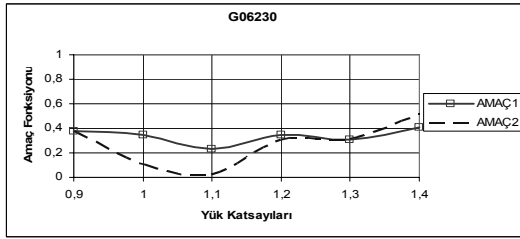
b) GIL067 deprem verisi için optimizasyon



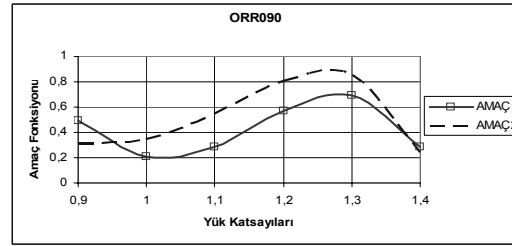
c) ARC000 deprem verisi için optimizasyon



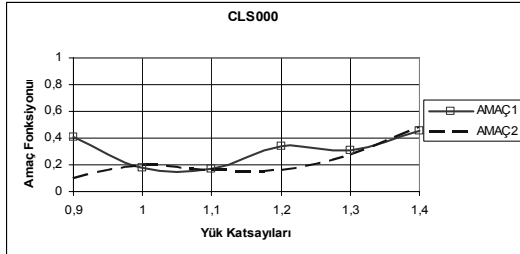
d) G06090 deprem verisi için optimizasyon



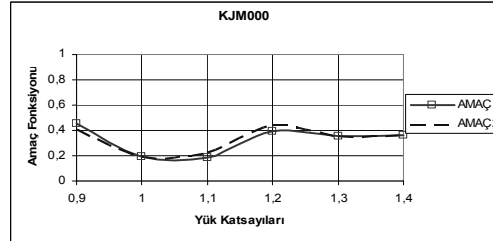
e) G06230 deprem verisi için optimizasyon



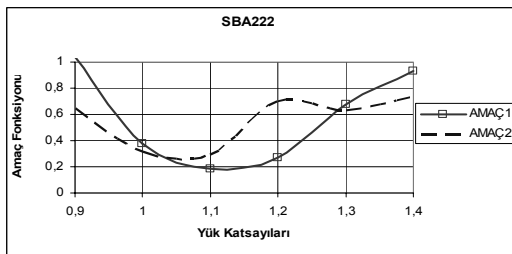
f) ORR090 deprem verisi için optimizasyon



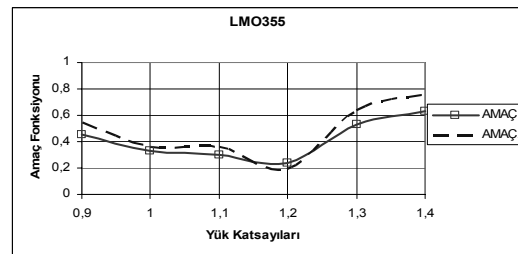
g) CLS000 deprem verisi için optimizasyon



h) KJM000 deprem verisi için optimizasyon

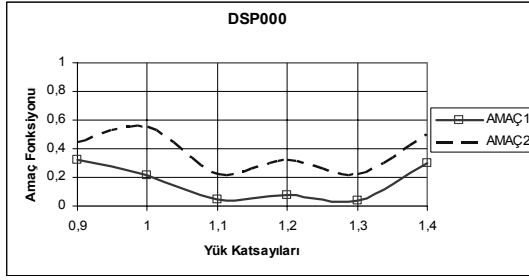


i) SBA222 deprem verisi için optimizasyon

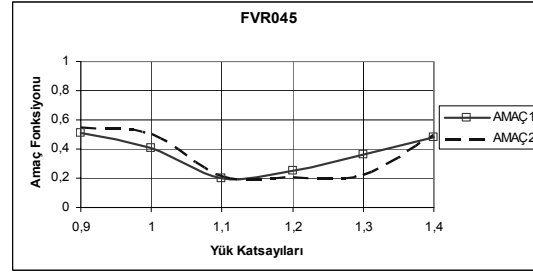


j) LMO355 deprem verisi için optimizasyon

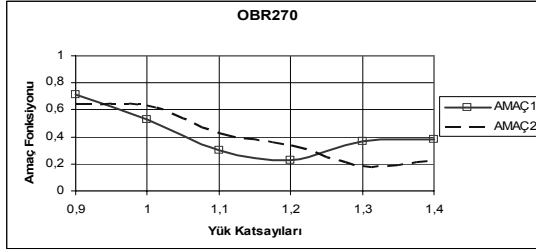
Şekil 3 (a). En Büyük Yer İvmesi İle Optimizasyon.



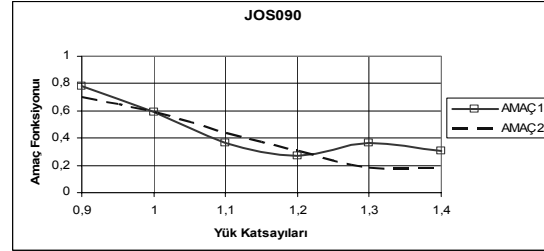
a) DSP000 deprem verisi için optimizasyon



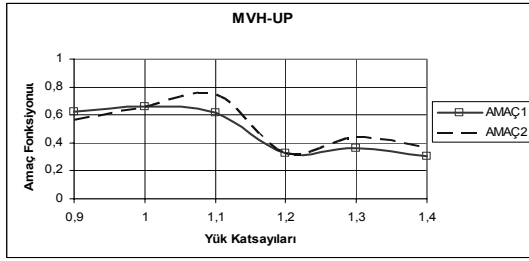
b) FVR045 deprem verisi için optimizasyon



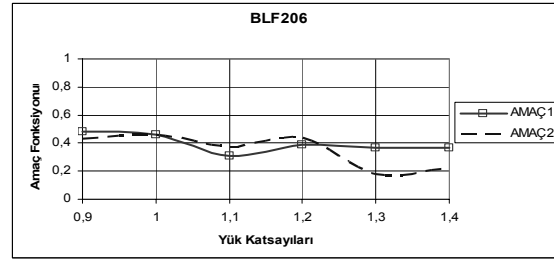
c) OBR270 deprem verisi için optimizasyon



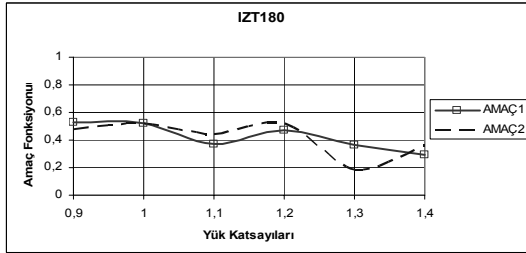
d) JOS090 deprem verisi için optimizasyon



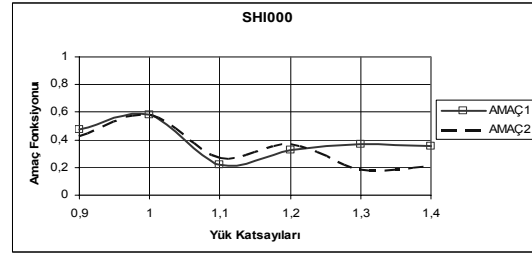
e) MVH-UP deprem verisi için optimizasyon



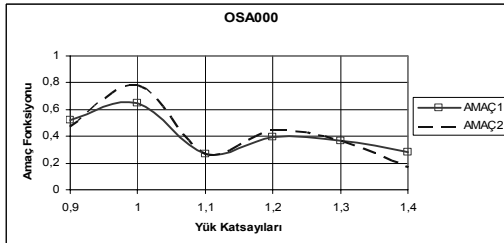
f) BLF206 deprem verisi için optimizasyon



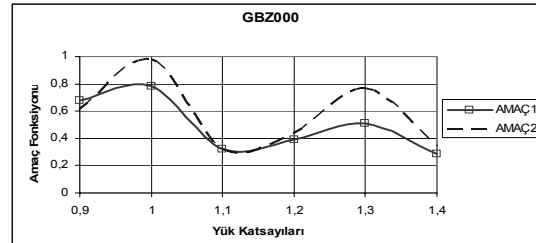
g) IZT180 deprem verisi için optimizasyon



h) SHI000 deprem verisi için optimizasyon

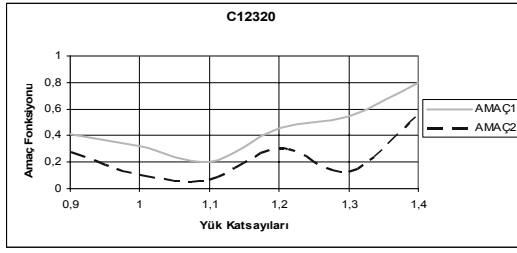


i) OSA000 deprem verisi için optimizasyon

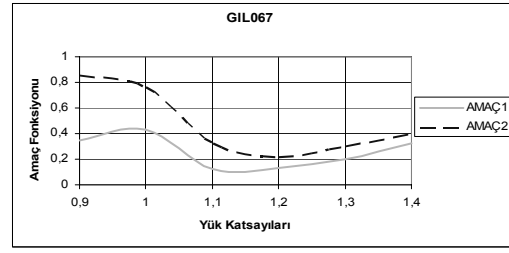


j) GBZ000 deprem verisi için optimizasyon

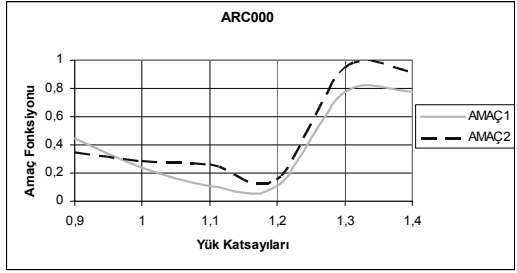
Şekil 3 (b). En Büyük Yer İvmesi İle Optimizasyon.



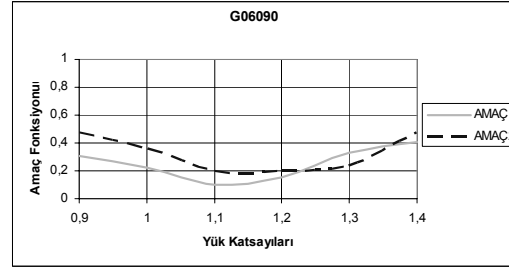
a) C12320 deprem verisi için optimizasyon



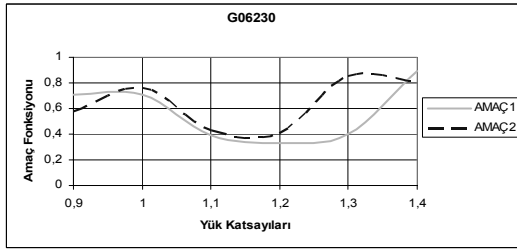
b) GIL067 deprem verisi için optimizasyon



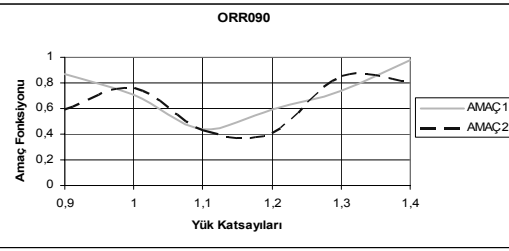
c) ARC000 deprem verisi için optimizasyon



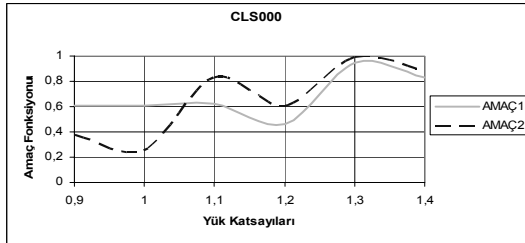
d) G06090 deprem verisi için optimizasyon



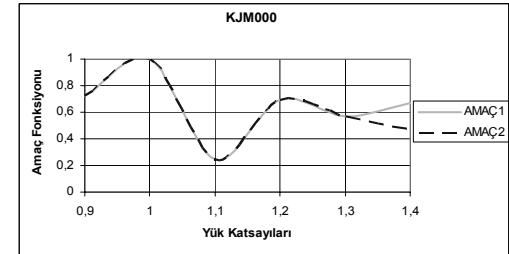
e) G06230 deprem verisi için optimizasyon



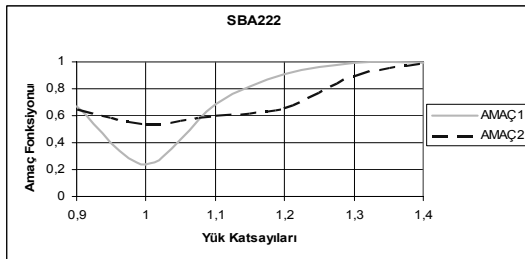
f) ORR090 deprem verisi için optimizasyon



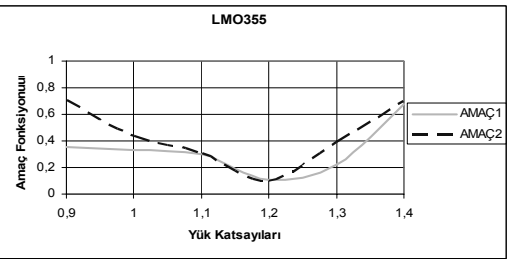
g) CLS000 deprem verisi için optimizasyon



h) KJM000 deprem verisi için optimizasyon

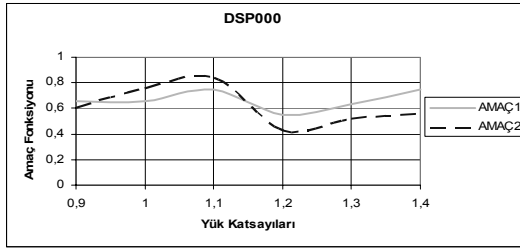


i) SBA222 deprem verisi için optimizasyon

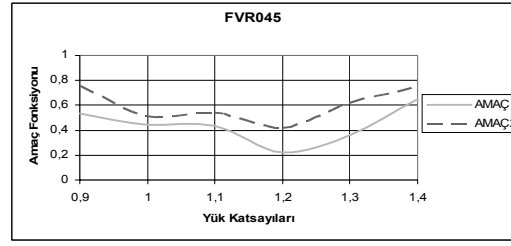


j) LMO355 deprem verisi için optimizasyon

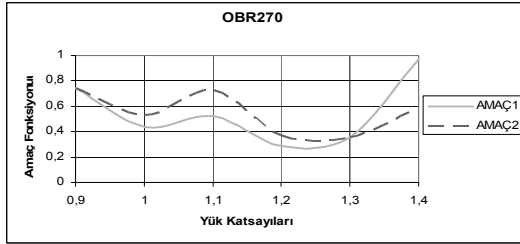
Şekil 4 (a). En Büyük Yer Hızı İle Optimizasyon.



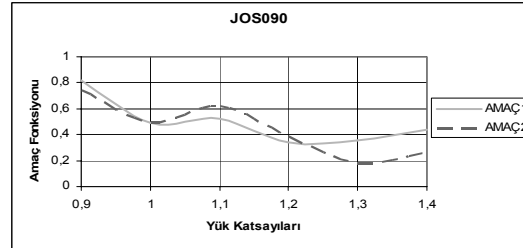
a) DSP000 deprem verisi için optimizasyon



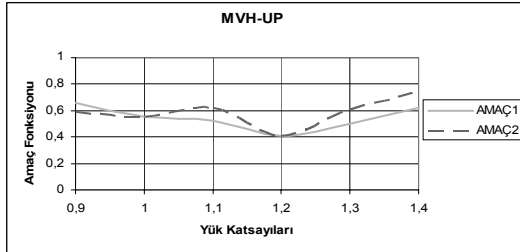
b) FVR045 deprem verisi için optimizasyon



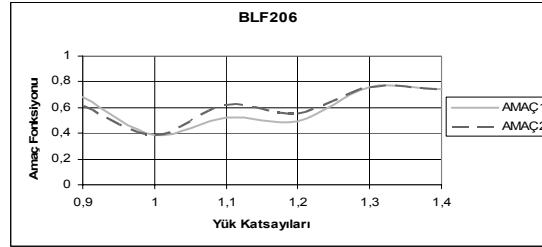
c) OBR270 deprem verisi için optimizasyon



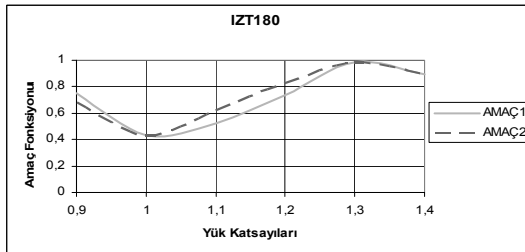
d) JOS090 deprem verisi için optimizasyon



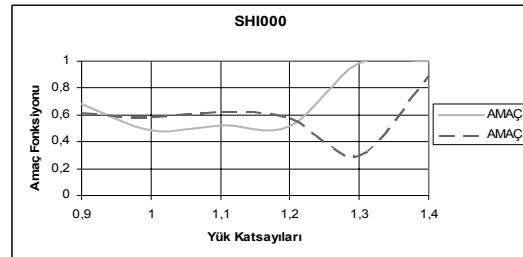
e) MVH-UP deprem verisi için optimizasyon



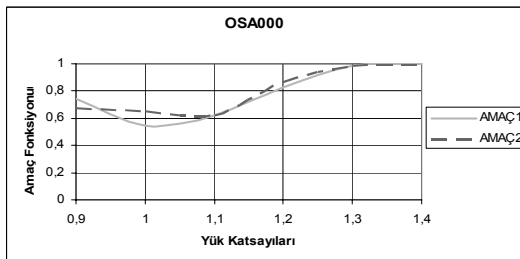
f) BLF206 deprem verisi için optimizasyon



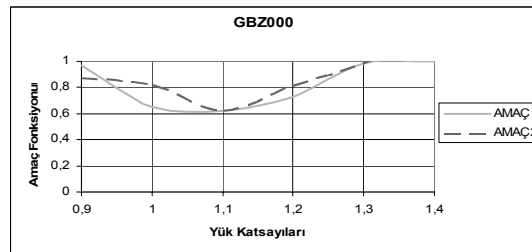
g) IZT180 deprem verisi için optimizasyon



h) SHI000 deprem verisi için optimizasyon

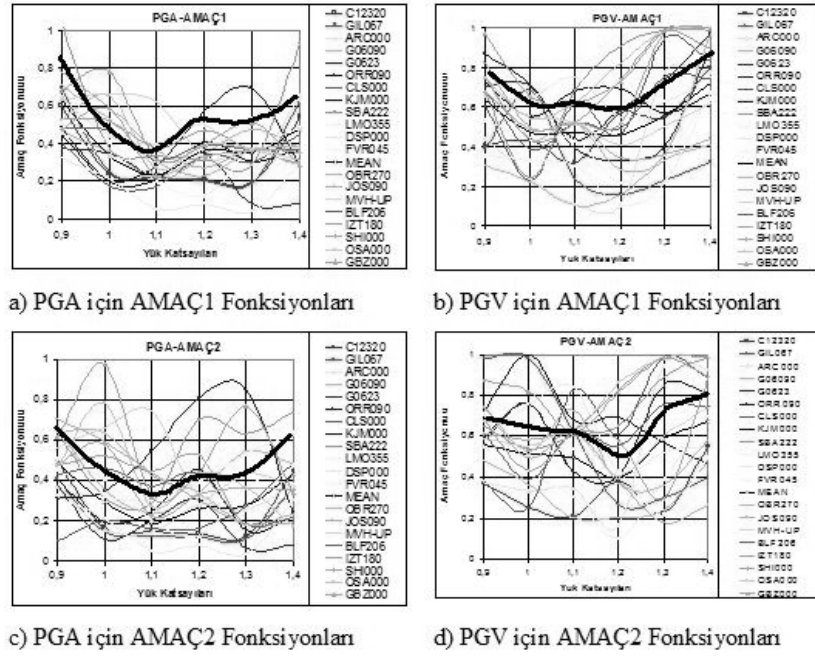


i) OSA000 deprem verisi için optimizasyon

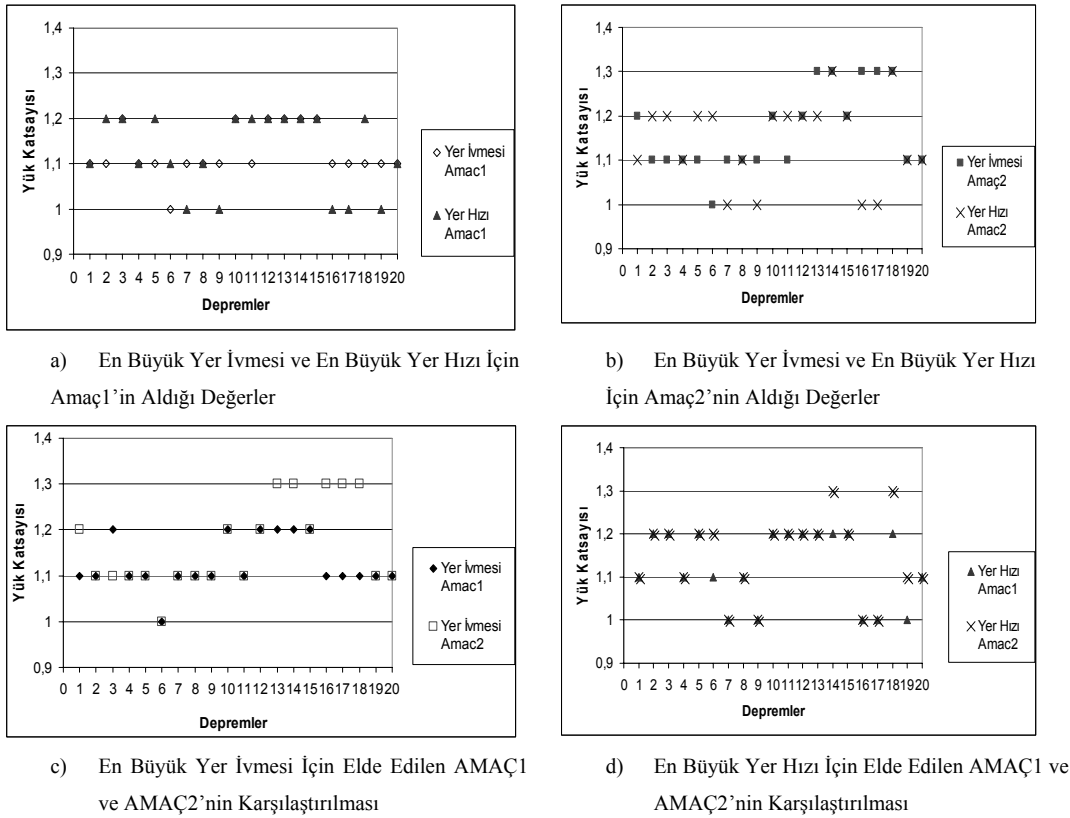


j) GBZ000 deprem verisi için optimizasyon

Şekil 4 (b). En Büyük Yer Hızı İle Optimizasyon.



Şekil 5. PGA ve PGV Parametrelerine Göre Belirlenen Amaç Fonksiyonlarının Tüm Deprem Verileri İçin Gösterilmesi.



No	Deprem	No	Deprem	No	Deprem	No	Deprem
1	Parkfield	6	Northridge	11	N. Palm Springs	16	Northridge
2	Morgan Hill	7	Loma Prieta	12	N. Palm Springs	17	Kocaeli
3	Kocaeli	8	Kobe	13	Whittier Narrows	18	Kobe
4	Morgan Hill	9	Santa Barbara	14	Landers	19	Kobe
5	Coyota Lake	10	Livemore	15	Palm Springs	20	Kocaeli

Şekil 6. En Büyük Yer İvmesi ve En Büyük Yer Hızı İçin Genel Karşılaştırma.

Tablo 1. Analizlerde Kullanılan Deprem Verileri

No	Data	Tarih	Adı	Büyükük (M_w)	PGV (cm/s)	PGA (g)	R (km)	Zemin Tipi	Tipi
1	<u>Parkfield</u>	28/06/1966	C12320	5.6	6.8	0.0633	14.7	B	Yanal Atımlı
2	<u>Morgan Hill</u>	24/04/1984	GIL067	6.2	3.6	0.1144	16.2	B	Yanal Atımlı
3	<u>Kocaeli</u>	17/08/1999	ARC000	7.4	17.7	0.2188	17	B	Yanal Atımlı
4	<u>Morgan Hill</u>	24/04/1984	G06090	6.2	36.7	0.2920	11.8	B	Yanal Atımlı
5	<u>Coyota Lake</u>	06/08/1979	G06230	5.8	49.2	0.4339	3.1	B	Yanal Atımlı
6	<u>Northridge</u>	17/01/1994	ORR090	6.7	52.1	0.5683	22.6	B	Ters Eğik Atımlı
7	<u>Loma Prieta</u>	18/10/1989	CLS000	7.1	55.2	0.6437	5.1	B	Ters Oblik Atımlı
8	<u>Kobe</u>	16/01/1995	KJM000	6.9	81.3	0.8213	6.9	B	Yanal Atımlı
9	<u>Santa Barbara</u>	13/08/1978	SBA222	7.2	16.3	0.203	14.0	B	Ters Oblik Atımlı
10	<u>Livemore</u>	27/01/1980	LMO355	7.4	9.8	0.252	8.0	B	Yanal Atımlı
11	<u>N. Palm Springs</u>	08/07/1986	DSP000	6.0	33.8	0.331	8.2	B	Ters Oblik Atımlı
12	<u>N. Palm Springs</u>	08/07/1986	FVR045	6.0	41.2	0.129	13.0	B	Ters Oblik Atımlı
13	<u>Whittier Narrows</u>	04/10/1987	OBR270	6.3	38.9	0.374	11.2	B	Ters Oblik Atımlı
14	<u>Landers</u>	28/06/1992	JOS090	4.2	42.3	0.284	8.9	B	Yanal Atımlı
15	<u>Palm Springs</u>	08/07/1986	MVH-UP	5.8	34.9	0.395	7.1	B	Ters Oblik Atımlı
16	<u>Northridge</u>	17/01/1994	BLF206	6.7	50	0.179	22	D	Ters Eğik Atımlı
17	<u>Kocaeli</u>	17/08/1999	IZT180	7.4	16.7	0.152	17	A	Yanal Atımlı
18	<u>Kobe</u>	16/01/1995	SHI000	6.9	80.9	0.243	7.2	D	Yanal Atımlı
19	<u>Kobe</u>	16/01/1995	OSA000	6.9	81.2	0.079	7.6	D	Yanal Atımlı
20	<u>Kocaeli</u>	17/08/1999	GBZ000	7.4	20.2	0.244	12	A	Yanal Atımlı

Tablo 2. Analizlerde Kullanılan Çerçeve Tipi Binaların Özellikleri

Yapı Tipi	Kat Sayısı	Period (sn)	Kolon (Boyut -Donatı)		Kiriş (Boyut - Donatı)	f_c (kN/cm ²)	f_y (kN/cm ²)
Az Kath Yapılar	2	0.40	30*30 As = 20.10cm ²		25*55 As = 13.26 cm ²	42	2.0
	4	0.51	İlk İki Kat 50*50 As=45.20 cm ²	Son İki Kat 40*40 As = 30.40cm ²	25*55 As = 13.26 cm ²	42	2.0
	6	0.71	İlk Dört Kat 50*50 As=45.20 cm ²	Son İki Kat 40*40 As = 30.40cm ²	İlk Dört Kat 30*60 As=45.00 cm ² Son İki Kat 25*55 As = 13.26 cm ²	42	2.0
Orta Kath Yapılar	8	0.90	İlk Beş Kat 60*60 As = 75.00 cm ²	Son Üç Kat 50*50 As=45.20 cm ²	30*60 As=45.00 cm ²	42	2.0
	10	1.04	İlk Yedi Kat 70*70 As = 102.00 cm ²	Son Üç Kat 60*60 As = 75.00 cm ²	30*60 As=45.00 cm ²	42	2.0
	12	1.10	70*70 As=102.00 cm ²		30*60 As=45.00 cm ²	42	2.0
Çok Kath Yapılar	14	1.18	İlk 10 Kat 80*80 As = 145.00 cm ²	Son Dört Kat 70*70 As=102.00 cm ²	30*60 As=45.00 cm ²	42	2.0
	16	1.25	İlk On Kat 100*100 As=180.40 cm ²	Son Altı Kat 80*80 As=100.15 cm ²	30*60 As=45.00 cm ²	42	2.0
	18	1.34	İlk Oniki Kat 120*120 As= 210.00cm ²	Son Altı Kat 100*100 As= 180.45 cm ²	35*65 As=62.00 cm ²	42	2.0

Tablo 3. Örnek Çerçeve Tipi Binaların Sınıflandırımı

Bina Tipi	Kat Sayısı
Az Katlı	2-4-6
Orta Katlı	8-10-12
Çok Katlı	14-16-18

Tablo 4. Seçilen Deprem Verilerine Göre Elde Edilen Optimum Yük Katsayıları

No	Deprem	PGV	PGA	PGA A1	PGA A2	PGV A1	PGV A2
1	C12320	6,8	0,063	1,1	1,2	1,1	1,1
2	GIL067	3,6	0,114	1,1	1,1	1,2	1,2
3	ARC000	17,7	0,218	1,2	1,1	1,2	1,2
4	G06090	36,7	0,292	1,1	1,1	1,1	1,1
5	G0623	49,2	0,433	1,1	1,1	1,2	1,2
6	ORR090	52,1	0,568	1	1	1,1	1,2
7	CLS000	55,2	0,6437	1,1	1,1	1	1
8	KJM000	79,3	0,82	1,1	1,1	1,1	1,1
9	SBA22	16,3	0,203	1,1	1,1	1	1
10	LMO355	9,8	0,252	1,2	1,2	1,2	1,2
11	DSP000	33,8	0,331	1,1	1,1	1,2	1,2
12	FVR045	41,2	0,129	1,2	1,2	1,2	1,2
13	OBR270	38,9	0,374	1,2	1,3	1,2	1,2
14	JOS090	42,3	0,374	1,2	1,3	1,2	1,3
15	MVH-UP	34,9	0,395	1,2	1,2	1,2	1,2
16	BLF206	50	0,179	1,1	1,3	1	1
17	IZT180	16,7	0,152	1,1	1,3	1	1
18	SHI000	80,9	0,243	1,1	1,3	1,2	1,3
19	OSA000	81,2	0,079	1,1	1,1	1	1,1
20	GBZ000	20,02	0,244	1,1	1,1	1,1	1,1
ORTALAMA				1,125	1,165	1,125	1,145

KAYNAKLAR

- ABYYHY (1998), Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara, Türkiye.
- Corvera, R.B. (2000). Spectral Evaluation of Seismic Fragility of Structures, Doktora Tezi, New York Devlet Üniversitesi, Buffalo, ABD.
- Frangopol, D. M. (1996). Advances in Structural Optimization, CA, Wood Yayınları, ABD.
- Ellingwood B. ve Galambos V. (1980). Probability Based Load Criteria for American National Standard, Washington, ABD.
- Galambos, V. (1980). System Reliability and Structural Design. *J. Structural Safety*, 7.
- Hui, M. H. (1999). Reliability Based Seismic LRFD Criteria for Reinforced Concrete Frame Buildings. *Journal of Structural Engineering*. 119, 223-256.
- Korkmaz, A. (2005). Yapı Sistemlerinin Güvenilirlik Esaslı Performansa Bağlı Analizi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Mostafa, E. (2003). Seismic Fragility and Cost Benefit Analysis of Structural and Nonstructural System, Doktora Tezi, Cornell Üniversitesi, ABD.
- Orbay, A. (2002). Betonarme I, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir, Türkiye.
- Scott A. B. (2002). Recent Advances in Optimal Structural Design, California Üniversitesi, Berkeley, CA, ABD.
- TS 500 (2000), Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, T.S.E. Kurumu, Ankara, Türkiye.
- Wilson, E. ve Habibullah A. (1998) SAP 2000 Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis, Kullanım Klavuzu, CA, ABD.

narme I' ve 'Statik' adlı yayınlanmış kitapları da bulunmaktadır.



Armağan KORKMAZ, 1976 yılında İzmir'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İzmir'de tamamladı. Lisans diplomasını 1997 yılında aldı. Hemen ardından yüksek lisansını tamamladı. Amerika Birleşik Devletlerinde geliştirdiği doktora çalışmalarını Türkiye'de tamamlayarak 2005 yılında Doktora derecesini aldı. Araştırma Görevlisi olarak başladığı DEÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Anabilim dalında 2005 yılına dek görev yaptı ve ardından SDÜ'de Yrd. Doç. Dr. olarak göreve başladı. Çok sayıda yurtiçi ve yurtdışı yayınları bulunan Yrd. Doç. Dr. Armağan KORKMAZ halen Amerika Birleşik Devletlerinde doktora sonrası çalışmalarını görev aldığı uluslararası projelerde sürdürmektedir.



Attila ORBAY, 1951'de İzmir'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İzmir'de tamamladı. Lisans diplomasını 1972 yılında ODTU İnşaat Mühendisliği'nden aldı. Hemen ardından Londra Üniversitesi'nde MSc yaptı. Londra Üniversitesi'nde başladığı ve geliştirdiği doktora çalışmalarının son aşamasını DEU 'de tamamlayarak PhD derecesini aldı. Asistan olarak başladığı İzmir DEU Mimarlık Bölümü Yapı Bilgisi Anabilim dalında çeşitli akademik unvanlarda bugüne dek görev yapmış ve Profesör olarak halen burada görevini sürdürmektedir. Çok sayıda yurtiçi ve yurtdışı bildiri ve makaleleri yanı sıra 'Beto-