



# YENİ NESİL DEPREM YÖNETMELİKLERİ VE DEPREM MÜHENDİSLİĞİNDE YENİ TEKNOLOJİLER

*NEW GENERATION OF SEISMIC CODES AND NEW  
TECHNOLOGIES IN EARTHQUAKE ENGINEERING*

---

**26 - 27 Şubat 2015**

*February, 26<sup>th</sup> - 27<sup>th</sup>, 2015*

CER Modern Sanatlar Merkezi - Ankara

Değerli Meslektaşımız,

İki yıl önce Prota'nın 28. Yıl dönümü münasebetiyle, ODTÜ Teknokent işbirliği ile "Deprem Yalıtımı (Sismik İzolasyon) Yöntemleri ve Uluslararası Uygulamalar" konulu bir sempozyum düzenlemiştik. Aynı zamanda bir Türk müşavirlik firmasının düzenlediği ilk bilimsel sempozyum olma özelliğini taşıyan bu etkinliğin kapanış konuşmasında, iki yıl ara ile bu girişimi tekrarlamak arzusunda olduğumuzu vurgulamıştık.

Yıllar çok hızlı geçiyor ve 30. Yılımıza geldik... Yeni bir bilimsel etkinlikte yine bir aradayız... Bu sempozyumda ana konumuz 'yeni nesil performans esaslı deprem yönetmelikleri' ve tabii ki bağlı olarak 'performans esaslı deprem mühendisliğindeki yenilikler'...Türk Akademisyen ve Mühendisleri uzun bir süredir yönetmeliklerimizi irdeliyorlar ve yapısal performansa dayalı olarak yenilenmiş bir çağdaş deprem yönetmeliğini yürürlüğe koymak için çalışıyorlar. Bunun yanı sıra çok kapsamlı bir sismik yalıtım yönetmeliği hazırlığı tüm hızıyla sürüyor. Bu yönetmeliklerin hazırlık çalışma grup liderliğini yapan akademisyenler de sempozyumda bizlerle birlikte olacaklar ve belki de yeni yönetmeliklerle ilk kez burada tanışacağız.

Tüm bu gelişmeleri sadece kendi aramızda tartışmanın yeterli olmayacağını düşünerek konuyu uluslararası platformda izleyen dünyanın önde gelen uzman Akademisyenlerini ve Mühendislerini sempozyuma davet ettik. Davetimizi memnuniyetle kabul ettiler ve iki gün boyunca uzman Türk Mühendis ve Akademisyenleri ile birlikte deprem mühendisliğinde yeni gelişmekte olan kavramların, yöntemlerin ve teknolojilerin güncel durumunun anlaşılıp uygulamalarının tartışılacağı bu ortama katkı koymak ve bilgilerini paylaşmak için bizlerle olacaklar.

Bu vesile ile sempozyumun organizasyonunda çok büyük emekleri olan Sempozyum Eş Başkanları Prof. Dr. Haluk Sucuoğlu'na ve Prof. Dr. Gian Michele Calvi'ye, davetimizi büyük bir nezaketle kabul edip sempozyuma katılarak anlamlandıran değerli kamu yöneticileri, mühendisler, bilim insanları ve katılımları ile sempozyuma değer katan katılımcılara ve organizasyonda görev alarak özveriyle çalışan tüm ekip üyelerine teşekkür ediyoruz.

Saygılarımızla,



Danyal Kubin  
Genel Müdür



Jozef Kubin  
Yönetim Kurulu Başkanı

## ÖNSÖZ

Türkiye gelişmekte olan ülkeler içerisinde deprem kayıplarının en çok yaşandığı ülkelerin başında gelmektedir. Yakın geçmişte kentsel yerleşim bölgelerini etkileyen her şiddetli deprem büyük kayıplara neden olmuştur. Diğer yandan Türkiye, 1999 depreminden bu yana özellikle inşaat sektörünün başını çektiği hızlı bir kentsel büyüme süreci yaşamaktadır. İnşaat sektöründeki büyümenin sağlıklı ve kalıcı olabilmesi için öncelikle deprem rislerinin doğru algılanması, çözümlerin uygulamaya etkin biçimde yansıtılması gereklidir.

Deprem mühendisliği araştırmalarında Türkiye'nin dünyadaki yeri, deprem kayıplarındaki yeri ile tutarlı bir durumda değildir. Bu durum ülkedeki bilgi birikiminin henüz uygulamaya yeterince yansımadağını göstermektedir. Deprem konusu üniversitelerin inşaat mühendisliği ve yer bilimleri bölümlerinin en yoğun araştırma alanlarının başında gelmektedir. Ulusal deprem yönetmeliği her zaman dünyadaki çağdaş gelişmeleri yansıtmaktadır. İnşaat sektörü yurt içi ve yurt dışında en azından konvansiyonel yapımda artık önemli bir güce ve kapasiteye ulaşmıştır. Tüm bu avantajların ülkenin deprem performansına yeterli biçimde yansımamış olması tartışılmalıdır. Bu noktada müşavirlik sektörünün deprem mühendisliği alanındaki bilimsel gelişmeleri yeterince izleyememesi, yapım sektörünün ise yeni deprem teknolojilerini öğrenme, geliştirme ve uygulamadan uzak kalması üzerinde durulmaya değer hususlar olarak değerlendirilmelidir. Ancak burada önemli bir gerçeğin de altını çizmek gerekir. Ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde uluslararası yatırımlarla yapılan büyük mühendislik projelerinde kritik önemdeki müşavirlik ve yapım hizmetleri finansmanı sağlayan ülkelerin firmalarınca üstlenilmekte, ulusal firmalar ise daha standart işlerin alt yüklenicisi rolünü üstlenmektedir. Bu durum bilgi ve beceri birikiminin oluşmasını engellemektedir.

Bu sempozyumun temel amacı deprem mühendisliğinde yeni gelişmekte olan kavramların, yöntemlerin ve teknolojilerin güncel durumunun anlaşılıp uygulamalarının tartışılacağı bir ortamı sağlamaktır. Çağdaş deprem mühendisliğinde artık tek hedef can kayıplarının önlenmesi değildir. Ekonomik kayıpların en aza indirgenmesi ve sosyal yaşamın kısa sürede normale dönmesi için bazı önemli yapıların depremden hemen sonra işlevsel kalması, bazı yapıların ise makul bir sürede deprem öncesi işlevine kavuşması "performans esaslı deprem mühendisliği" olarak tanımlanmaktadır. Yeni nesil performans esaslı deprem yönetmelikleri bu amaçla her yapı türü için farklı deprem etkileri altında farklı performans hedefleri belirlemekte, bu hedeflere konvansiyonel yapım yöntemleri ile ulaşmanın mümkün olmadığı durumlarda ise yeni teknolojilerin önünü açmaktadır.

Ülkemizde 2015 yılında yürürlüğe girecek olan yeni deprem yönetmeliği gerek müşavirlerden, gerekse yatırımcı ve yapımcılardan çok daha üst düzeyde bir teorik bilgi birikimi ve teknolojik farkındalık talep edecektir. Bu amaçla Sempozyumun ana temaları olarak yeni nesil deprem yönetmeliklerini ve deprem teknolojilerini seçtik. Performans esaslı deprem mühendisliğinin müşavirlik ve yapım sektörü tarafından layıkıyla uygulanabilmesi için yapılması gerekenlerin Sempozyumda ayrıntılı olarak değerlendirilmesini umuyor, mühendislik camiasına böylesi nitelikli bir tartışma fırsatı ve ortamı sağladıkları için Prota Mühendislik A.Ş.'ne teşekkür ediyoruz.

Nice 30 yıllara,

Dr. Haluk Sucuoğlu ve Dr. G. Michele Calvi  
Sempozyum Eşbaşkanları

## PREFACE

*Turkey is among the most suffering countries from earthquake losses in the developing world. Recently, the 1999 Marmara and 2011 Van earthquakes caused significant losses in urban regions. On the other hand, Turkey is going through a fast urban development phase since the 1999 earthquake, accompanied with a construction boom. Understanding and managing the earthquake risks properly, and implementing the risk reduction measures effectively is a key for a stable and sustainable development.*

*Turkey's position in earthquake research is not consistent with her place in the global ranking of earthquake losses. This is a clear indication that the knowledge developed through research has not yet been reflected sufficiently into practical implementation. Earthquake science is generally a leading research field in the related departments of Turkish universities. Turkish seismic code normally recognizes and implements the recent developments in modern earthquake engineering. The construction industry in the country has reached a noticeable capacity and success both in the national and international markets. Poor performance of the Turkish building stock during recent earthquakes in spite of these advantages must be a point of crucial discussion. Perhaps the design professionals are not following the advances in earthquake engineering properly, and the construction industry is not effective in learning, developing and implementing new seismic technologies.*

*The main scope of this symposium is to provide a forum for discussing new concepts, procedures and technologies in earthquake engineering. Life safety is not the only objective in modern earthquake engineering. In order to minimize economic losses and restore normal living conditions soon after an earthquake, strategic structures should remain operational and the others should regain serviceability within a reasonable time. This is the basis of performance based earthquake engineering. New generation of seismic codes define different performance objectives for different types of buildings, under different earthquake intensities. When these performance objectives cannot be achieved by conventional construction technologies, they lead the way for new technologies and devices.*

*New generation of seismic codes demand a higher level of conceptual knowledge from designers and technological awareness from developers and contractors. Accordingly, we have selected the new generation of seismic codes and seismic technologies as the two main themes of the Symposium. We are hoping that these issues will be discussed and evaluated in sufficient depth during the Symposium for a proper understanding and implementation of performance based earthquake engineering.*

*We like to express our gratitude to Prota Inc. for providing a valuable opportunity and stage to realize these objectives, and wish them several more successful 30 years while celebrating their 30th anniversary.*

Haluk Sucuoğlu and G. Michele Calvi  
Symposium Co-coordinators

# PROGRAM

## 1. Gün

26 Şubat 2015 Perşembe

- 09:00 - 09:30 Kayıt
- 09:30 - 10:00 Açılış Konuşmaları
- 10:00 - 12:30 1. Oturum  
Oturum Başkanı: **Murat Nurlu** – Deprem Dairesi Başkanı, AFAD  
Performans Esaslı Deprem Mühendisliğinin Temel Kavramları  
**Haluk Sucuoğlu**  
Kahve Arası  
Yeni Teknolojilerin Yapıların Deprem Performansına Etkileri  
**Michele Calvi**  
İhtimal Hesaplarına Dayalı Güncellenmiş Türkiye Sismik Tehlike Haritası ve Deprem Tasarımına Etkileri  
**Sinan Akkar**
- 12:30 - 13:30 Öğle Yemeği
- 13:30 - 16:00 2. Oturum  
Oturum Başkanı: **Güney Özcebe** – Mühendislik Fakültesi Dekanı, TED Üniversitesi  
Yeni Eurocode 8'de Performans Esaslı Deprem Tasarım Felsefesi  
**Michael Fardis**  
Yeni Eurocode 8'de Performans Esaslı Hesap Yöntemleri  
**Peter Fajfar**  
Yapısal Olmayan Elemanların Deprem Performansı ve İlgili Yönetmelik Kuralları  
**Andre Filiatrault**  
Kahve Arası
- 16:00 - 17:30 Panel Yeni Nesil Deprem Yönetmelikleri  
Moderatör: **Haluk Sucuoğlu** – Orta Doğu Teknik Üniversitesi  
Katılımcılar: **Michael Fardis, Peter Fajfar, Nuray Aydınöğlü, Joseph Kubin, Farzad Naeim**
- 
- Deneyim Paylaşımları
- 10:45 - 12:45 **Constantin Christopoulos, Andre Filiatrault**
- 13:30 - 15:00 **Michele Calvi, Farzad Naeim**

# PROGRAMME

## Day 1

26 February 2015 Thursday

- 09:00 - 09:30 Registration
- 09:30 - 10:00 Opening Speeches
- 10:00 - 12:30 1<sup>st</sup> Session  
Chairman: **Murat Nurlu** – AFAD  
*Fundamental Concepts of Performance Based Earthquake Engineering*  
**Haluk Sucuoğlu**  
Coffee Break  
*Effects of New Technologies on the Seismic Performance of the Structures*  
**Michele Calvi**  
*Revised Probabilistic Seismic Hazard Map of Turkey and Its Implications in Seismic Design*  
**Sinan Akkar**
- 12:30 - 13:30 Lunch Break
- 13:30 - 16:00 2<sup>nd</sup> Session  
Chairman: **Güney Özcebe** – Dean, Faculty of Engineering, TED University  
*Next Eurocode 8 and Performance-Based Seismic Design Philosophy*  
**Michael Fardis**  
*On Performance Analysis Procedures in the Next Eurocode 8*  
**Peter Fajfar**  
*Performance-based Seismic Design of Nonstructural Building Components. The Next Frontier of Earthquake Engineering*  
**Andre Filiatrault**  
Coffee Break
- 16:00 - 17:30 Panel New Generation of Seismic Codes  
Moderator: **Haluk Sucuoğlu** – Middle East Technical University  
Participants: **Michael Fardis, Peter Fajfar, Nuray Aydınöğlü, Joseph Kubin, Farzad Naeim**
- 
- Sharing of Engineering Experience
- 10:45 - 12:45 **Constantin Christopoulos, Andre Filiatrault**
- 13:30 - 15:00 **Michele Calvi, Farzad Naeim**

27 Şubat 2015 Cuma

## 2. Gün

09:00 - 12:30

## 3. Oturum

Oturum Başkanı: **Alper İlki** – İstanbul Teknik Üniversitesi, Yapı ve Deprem Mühendisliği Laboratuvarı Eş-Sorumlusu.

Performans Esaslı Deprem Tasarımının Soy Ağacı – Günümüz, Geçmişin Yeniden Elden Geçmiş Bir Düzenlemesi midir?

**Polat Gülkan**

Depreme Dayanıklı Sünek Yapı Tasarımında Değişimler: Yeni Nesil Deprem Yönetmeliklerinde Tasarım Yaklaşımları

**Constantin Christopoulos**

Kahve Arası

ABD’de Yüksek Binaların Performans Esaslı Tasarımı  
**Farzad Naeim**

Yeni Türkiye Deprem Yönetmeliğinde Yüksek Binaların Tasarımı  
**Nuray Aydınoglu**

12:30 - 13:30

## Öğle Yemeği

13:30 - 16:00

## 4. Oturum

Oturum Başkanı: **Uğurhan Akyüz** – Mühendislik Fakültesi Dekanı, ODTÜ

ABD’de Bağımsız Kontrol Sistemi  
**Farzad Naeim**

Türk Deprem Yalıtım Yönetmeliği’nin ABD, Avrupa ve Japonya Yönetmelikleri ile Mukayesesi  
**Mustafa Erdik**

Sürtünme Esaslı Deprem Yalıtımında Etkin Maliyetli Teknolojiler  
**Michele Calvi**

Japonya’da Yeni Teknoloji Uygulamaları: Tasarım ve Yapım Arasındaki Olumlu İşbirliği  
**Masayoshi Nakashima**

Kahve Arası

16:00 - 17:30

## Panel Deprem Mühendisliğinde Yeni Teknolojiler

Moderatör: **Mustafa Erdik** – Boğaziçi Üniversitesi

Katılımcılar: **Michele Calvi, Masayoshi Nakashima, Constantin Christopoulos, Andre Filiatraut**

## Deneyim Paylaşımları

10:45 - 12:45

**Masayoshi Nakashima, Farzad Naeim**

13:30 - 15:00

**Constantin Christopoulos, Michael Fardis**

## Day 2

09:00 - 12:30

3<sup>rd</sup> Session

Chairman: **Alper İlki** – Istanbul Technical University, Co-Director of Structural and Engineering Laboratory

*Genealogy of Performance-Based Seismic Design: Is the Present A Re-Crafted Version of the Past?*

**Polat Gülkan**

*Phasing out of Conventional Ductile Seismic Design: An overview of 10 years of research toward a next generation of seismic resistant structures*

**Constantin Christopoulos**

Coffee Break

*Guideline Documents for Performance Based Seismic Design of Tall Buildings in the United States*

**Farzad Naeim**

*Design of Tall Buildings in the Next Turkish Seismic Code*

**Nuray Aydınoglu**

12:30 - 13:30

## Lunch Break

13:30 - 16:00

4<sup>th</sup> Session

Chairman: **Uğurhan Akyüz** – Dean, Faculty of Engineering, METU

*Lessons Learned from Peer Review Process for the Performance Based Seismic Design of Tall Buildings in the United States*

**Farzad Naeim**

*Turkish Code for Seismic Isolation and Comparison with US, European and Japanese Codes*

**Mustafa Erdik**

*Cost Effective Technologies for Friction-based Isolation*

**Michele Calvi**

*Applications of New Technologies in Japan – Positive Collaboration between Design and Construction*

**Masayoshi Nakashima**

Coffee Break

16:00 - 17:30

## Panel New Technologies in Earthquake Engineering

Moderator: **Mustafa Erdik** – Bosphorus University

Participants: **Michele Calvi, Constantin Christopoulos, Masayoshi Nakashima, Andre Filiatraut**

## Sharing of Engineering Experience

10:45 - 12:45

**Masayoshi Nakashima, Farzad Naeim**

13:30 - 15:00

**Constantin Christopoulos, Michael Fardis**

27 February 2015 Friday



## Sinan Akkar

Prof. Sinan Akkar, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği bölümünde öğretim üyesidir.

Başlıca uzmanlık alanları arasında, yer hareketi tahmin modellerinin geliştirilmesi (YHTM), kuvvetli yer hareketi veri tabanlarının derlenmesi, depreme dayanıklı tasarım için deplasman temelli performans tahkiki ve kayıt seçme ve ölçeklendirme yöntemlerinin geliştirilmesi çalışmaları yer almaktadır.

Sinan Akkar, Batı Balkan Ülkeleri için Sismik Tehlike Haritalarının Harmonizasyonu (BSHAP) projesinde NATO Proje Koordinatörü görevini yürütmüş, Avrupa Sismik Tehlikesinin Harmonizasyonu (SHARE) projesi kapsamında ise yer hareketi modelleme grubunda yer almıştır. Sinan Akkar, Orta Doğu Deprem Modelleme (EMME) projesi çerçevesinde yer hareketi tahmin denklemleri iş paketinin yürütücülüğünü yapmıştır. Bu projenin yanı sıra Deprem Risk Değerlendirmesi ve Zarar Azaltılması için Avrupa Araştırma Altyapıları Ağı (NERA) projesinin Kuvvetli Yer Hareketi Şebekeleri Arasında İşbirliği ve Kuvvetli Yer Hareketi Kullanıcıları adlı iş paketinde de yürütücülük görevini yerine getirmiştir.

Sinan Akkar, "Sismik Yer Hareketi Değerlendirmesi (SIGMA)" projesinde en son Avrupa kuvvetli yer hareketi veri tabanının (RESOURCE) derlemesini yapan grubu koordine etmiştir. Bu projelerin yanı sıra, PEGASOS Refinement (PRF) ve Southwest United States (SWUS) projelerinin yer hareketi karakterizasyonu bileşenlerinde görevler almıştır. Bu uluslararası katılımlarına ek olarak (TUBITAK-105G016) Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Veri tabanı projesinin koordinatörlüğünü yürütmüş ve halen "Türkiye Sismik Tehlike Haritasının Revizyonu (UDAP-Ç-13-06)" projesini koordine etmektedir.

Sinan Akkar'ın SCI tarafından taranan uluslararası hakemli dergilerde yayımlanmış 50'ye yakın makalesi bulunmaktadır.

*Boğaziçi University – Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Çengelköy İstanbul*  
Sinan Akkar is a professor of earthquake engineering at the Earthquake Engineering Department of Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Boğaziçi University İstanbul.

*His major fields of expertise are development of ground-motion predictive models (GMPEs), compilation of strong-motion databases, development of methodologies for ground motion record selection, scaling and displacement-based performance assessment procedures in earthquake resistant design. Sinan Akkar was the NATO project director of the Harmonization of Seismic Hazard Maps for the Western Balkan Countries (BSHAP) project and was a team member in the ground-motion modeling task of the Seismic Hazard Harmonization in Europe (SHARE) project. He led the ground-motion prediction equations work package in the Earthquake Modelling of the Middle East (EMME) project. He also led the Networking Accelerometric Networks and strong-motion data users work package in the Network of European Research Infrastructures for Earthquake Risk Assessment and Mitigation (NERA) project.*

*Sinan Akkar was responsible for compiling the most recent pan-European ground-motion database (RESOURCE) as part of Seismic Ground Motion Assessment (SIGMA) project. He participated as a resource expert and proponent in the ground-motion characterization tasks of PEGASOS Refinement Project (PRF) and Southwest United States (SWUS) Project. Apart from his involvements in the above international projects, Sinan Akkar coordinated the National Strong-Motion Database (TUBITAK-105G016) project and he is currently coordinating the Revision of Turkish Seismic Hazard Maps (UDAP-C-13-06) project.*

*Prof. Akkar is co-authored a total of 50 papers in peer-reviewed international journals (covered by SCI) and his current H-index is 18.*

## İhtimal Hesaplarına Dayalı Güncellenmiş Türkiye Sismik Tehlike Haritası ve Deprem Tasarımına Etkileri

**Sinan Akkar**

İhtimal hesaplarına dayalı Türkiye sismik tehlike haritası, Türkiye Afet Acil Yönetim Başkanlığı (AFAD) ve Türkiye Doğal Afet Sigortaları Kurumu (DASK) tarafından desteklenen bir proje ile güncellenmiştir. Proje, Boğaziçi Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve Sakarya Üniversitesi öğretim üyeleri ile beraber AFAD ve Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) mensuplarının katılımlarıyla gerçekleştirilmiştir. Projenin ana ürünleri olan ve 50 yılda %70, %50, %10 ve %2 aşılma ihtimalleri için pik yer ivmesi ile beraber  $T=0.2s$  ve  $T = 1.0s$  spektral ivme dağılımlarını gösteren sismik tehlike haritaları, revizyonu devam eden Türk deprem yönetmeliği tarafından değerlendirilecektir.

Bu sunum, söz konusu projeden elde edilen sismik tehlike sonuçlarını, ülkemiz mühendislik pratiğinde depreme karşı tasarım hesaplarında kullanılmakta olan tasarım spektrumları ile karşılaştıracaktır. Yapılan karşılaştırmalar farklı sönümlenme seviyelerinin spektral genliklere olan etkilerini ve senaryo uyumlu düşey spektral genliklerin elde edilmesinde kullanılan düşey/yatay spektral genlik rasyolarını da dikkate alacaktır. Aynı zamanda yakın mesafe deprem etkilerinin tasarıma, spektrum genliklerine olan etkisi ve bu etkinin olabildiğince basit bir şekilde tasarım spektrumuna aksettirilmesi konusu da sunumun içinde yer alacaktır.

Yukarıda bahsedilen başlıklar özellikle temel yalıtımlı yapıların ve yüksek binaların tasarımları için deprem sistemlerinin belirlenmesi açısından önemlidir.

## Revised Probabilistic Seismic Hazard Map of Turkey and Its Implications in Seismic Design

**Sinan Akkar**

*The probabilistic seismic hazard map of Turkey has been revised recently with the grants provided by the Turkish Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD) and Turkish Natural Catastrophe Insurance Pool (TCIP). The project is conducted under the collaboration of several universities (Boğaziçi University, Çukurova University, Middle East Technical University and Sakarya University) and state institutions (AFAD and General Directorate of Mineral Research and Exploration). The major deliverables of the project (hazard maps of peak ground acceleration as well as pseudo-acceleration spectral ordinates at 0.2s and 1.0s for exceedance probabilities of 70%, 50%, 10% and 2% in 50 years) will be evaluated for the Turkish seismic design provisions.*

*This presentation compares the hazard results of this project and its implications in design with those that are still in force in Turkish engineering practice. The comparisons also account for the influence of various damping levels on spectral amplitudes as well as vertical-to-horizontal spectral ratios that are used in estimating scenario consistent vertical pseudo-acceleration spectrum. The effect of near-fault directivity for sites close to active faults and practical engineering approaches for incorporating such effects to design spectrum are discussed as part of the presentation.*

*The topics of discussion are of particular use for designing base isolated structures and tall buildings.*



## Mehmet Nuray Aydınoğlu

Prof. Dr. Aydınoğlu 1965 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) İnşaat Fakültesi'nden Yüksek Mühendis olarak mezun olmuştur. Bir süre yapısal tasarım mühendisliği yaptıktan sonra 1972'de İTÜ'de başladığı doktora çalışmalarını "depremde yapı-zemin etkileşimi" konusundaki tezi ile 1977 yılında tamamlamıştır. 1979-1981 arasında ABD'de Pennsylvania

eyaletindeki Lehigh Üniversitesi'nde doktora sonrası çalışmalar yapmış ve 1981'de doçentlik unvanını almıştır. 1982-1992 arasında Sezai Türkes Feyzi Akkaya (STFA) grubunda mühendislik yönetimine ilişkin görevlerde bulunduktan sonra akademik hayata geri dönerek 1992 yılında Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda göreve başlamıştır. Yaş sınırı nedeni ile 2010 yılında emekliye ayrılmış olmasına rağmen halen aynı enstitüde eğitim ve araştırma faaliyetlerini sürdürmektedir.

Prof. Aydınoğlu binaların, köprülerin ve diğer mühendislik yapılarının deprem etkisi altında analizi ve tasarımı konularında ve özellikle son 15 yılda "performansa göre tasarım" alanında yoğun araştırma, eğitim ve uygulama faaliyetlerinde bulunmuş ve 32 yüksek lisans tezi ile 5 doktora tezi yönetmiştir. Prof. Aydınoğlu 1997 ve 2007 Türkiye Deprem Yönetmeliklerinin hazırlanmasında öncül rol üstlenmiştir. Halen yürütülmekte olan yeni yönetmelik çalışmalarına da aktif olarak katkıda bulunmaktadır. Ayrıca son yıllarda Türkiye Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına ilişkin Deprem Yönetmeliğini (2007), İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği taslağını (2008), Dubai Emirliği Deprem Yönetmeliği taslağını (2009) ve Oman Sultanlığı Deprem Yönetmeliği taslağını (2012) hazırlamıştır.

Prof. Aydınoğlu, uygulamada çalışan mühendislerin deprem mühendisliği ve özel olarak deprem yönetmeliği uygulamaları alanında meslek içi eğitimi ile ilgili olarak son yirmi yılda yoğun çalışmalar yapmış, Türkiye'nin her yanında konferanslar, seminerler vermiştir. Yine bu süre içinde hemen her türlü mühendislik yapısının (Binalar, köprüler, liman yapıları, endüstri ve enerji yapıları vb.) deprem etkisi altında tasarımı, değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi alanlarında yoğun danışmanlık faaliyetleri yürütmüştür. Son yıllarda danışmanlık faaliyetlerini özellikle yüksek binaların deprem tasarımı alanında yoğunlaştırmıştır. Ayrıca depremde hasar görülebilirlik, kentsel deprem kayıpları, kentsel deprem master planları (İstanbul 2004, Bolu 2006) alanlarındaki çalışmalara aktif olarak katkıda bulunmuştur.

Prof. Aydınoğlu 2003 yılından bu yana Avrupa Deprem Mühendisliği Birliği (EAEE) yayın organı olan "Bulletin of Earthquake Engineering" (BEE) yayın kurulu üyeliğini ve Ocak 2014'ten itibaren yardımcı editörlüğünü, ayrıca 2004 yılından bu yana "Uluslararası Deprem Mühendisliği Birliği" (IAEE) yayın organı olan "Earthquake Engineering and Structural Dynamics" (EESD) yayın kurulu üyeliğini yapmaktadır. Uluslararası dergilerde ve konferans kitaplarında yayınlanmış 50'den fazla makalesi, kitap bölümü ve iki kitabı bulunmaktadır.

Prof. Aydınoğlu, 2005'te "Deprem Şurası", 2000-2007 arasında "Ulusal Deprem Konseyi" ve 2009-2010'da AFAD "Deprem Danışma Kurulu", 2013-2014'te "10. Beş yıllık Kalkınma Planı Afetler İhtisas Komisyonu" üyesi olarak görev yapmış, bu kurulların hazırladığı "ulusal strateji" raporlarına aktif olarak katkıda bulunmuştur. Avrupa Deprem Mühendisliği Birliği'nin çalışma grupları WG1: "Future directions for Eurocode 8" ve WG11: "Seismic Design, Assessment and Retrofit of Bridges" üyesidir.

*Prof. Dr. Aydınoğlu received his Diploma Engineering degree in Civil Engineering from Istanbul Technical University (ITU) in 1965. Following a brief career as a structural design engineer, he started PhD studies in ITU in 1972 and received his degree in 1977 with a thesis on "seismic soil-structure interaction". He worked as a visiting researcher in Lehigh University, Pennsylvania, USA in 1979-1981. On his return, he was promoted to Associate Professorship in 1981. In 1982-1992 he worked as an engineering manager in Sezai Türkes Feyzi Akkaya (STFA) Group. He returned to academia in 1992 by joining Boğaziçi University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, Department of Earthquake Engineering. He was retired in 2010 due to age limit, yet continues teaching and research activities in the same Institute.*

*Prof. Aydınoğlu has conducted an extensive research and contributed to the training and practical implementation of seismic analysis and design, and particularly in the last 15 years "performance-based design" of buildings, bridges as well as other engineering structures. In this period, he conducted 32 master and 5 PhD theses.*

*Prof. Aydınoğlu played a leading role in the preparation 1997 and 2007 Turkish Seismic Codes and he continues to actively participate in the preparation of the new Code as well. In addition, in recent years he prepared "Seismic Code for Marine, Railways and Airport Structures" (2007), draft version of "Istanbul Seismic Design Code for Tall Buildings" (2008) and as well as draft seismic design codes of Emirate of Dubai (2009) and Sultanate of Oman (2012).*

*Prof. Aydınoğlu has extensively contributed in the past twenty years to the professional training of practicing engineers on seismic code applications and gave conferences and seminars in several cities throughout Turkey. During the same period, he also provided professional consultancy services on seismic design, assessment and retrofit of variety of structures such as buildings, bridges, harbours, industrial and energy facilities, etc. In recent years, he concentrated consultancy services particularly on seismic design of tall buildings. Furthermore he actively participated in the studies on seismic vulnerability, urban seismic loss and earthquake master plans (Istanbul 2004, Bolu 2006).*

*Prof. Aydınoğlu serves as an editorial board member of Bulletin of Earthquake Engineering – BEE (official journal of European Association of Earthquake Engineering – EAEE) since 2003 and as of January 2014, he was appointed as an associate editor. He is also editorial board member of Earthquake Engineering and Structural Dynamics - EESD (official journal of International Association of Earthquake Engineering – IAEE) since 2004. He is the author of more than 50 papers, published in international journals and conference proceedings, several book chapters and two books.*

*Prof. Aydınoğlu served as a member of "National Earthquake Convention" (2005), "National Earthquake Council" (2000-2007), "Earthquake Advisory Council" (2009-2010) and "Special Commission on Disasters of 10th 5-year National Development Plan" (2013-014) and actively contributed to the preparation of their strategic plans. Currently, he is the member of European Association of Earthquake Engineering (EAEE) Working Groups WG1: Future directions for Eurocode 8 ve WG11: Seismic Design, Assessment, and Retrofit of Bridges.*



## Yeni Türkiye Deprem Yönetmeliğinde Yüksek Binaların Tasarımı

**M. Nuray Aydınoğlu**

2015 yılının ikinci yarısında ilgili kişi ve kurumların görüşlerine sunulması öngörülen yeni Türkiye Deprem Yönetmeliği'nde, yüksek binaların deprem etkisi altında tasarımına ilişkin özel kuralları içeren bağımsız bir bölüm yer alacaktır.

Halen kullanılmakta olan dayanıma göre tasarım yaklaşımının yüksek binalar için yetersiz olduğunun anlaşılması, bu tür binaların deprem tasarımı için özel kuralların gerekli olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Performansa göre tasarım'ın ilk olarak yüksek binaların deprem tasarımına uygulanabilecek derecede olgunlaştığı konusunda son on yıl içinde deprem mühendisliği camiasında giderek kabul gören bir görüş birliği sağlanmıştır.

Yüksek binalar için hazırlanan modern tasarım dokümanlarının hemen tümü (TBI 2010, SFDBI 2014, LATBSDC 2014), bir ön tasarım aşamasını izleyen iki performans değerlendirmesi aşamasını esas almaktadır. İki aşamalı performans değerlendirmesi, dönüş periyodu 43 yıl olan ve servis depremi olarak adlandırılan depremin etkisi altında servis durumu (kullanılabilirlik) performans değerlendirmesi ile dönüş periyodu 2475 yıl olan ve öngörülen en büyük deprem olarak adlandırılan depremin etkisi altında göçmeden korunma performans değerlendirmesi'ni kapsamaktadır.

Ön tasarım, yüksek bina tasarımının kritik bir aşamasıdır. Bu aşamada yüksek bina taşıyıcı sisteminin boyutları ve donatıları, doğrusal analizle ve onu tamamlayan kapasite tasarımı ilkeleri uygulaması ile belirlenir. Yeni Türkiye Deprem Yönetmeliği, ön tasarımı yüksek bina tasarım sürecinde formal bir aşama olarak tanımlanmaktadır. Bu aşamada, minimum taban kesme kuvveti koşulu da dahil olmak üzere standart dayanıma göre tasarım'ın reçete türü kuralları uygulanmaktadır. Bu anlamda yeni yönetmelik formal olarak, San Francisco uygulamasındaki (SFDBI 2014) yönetmelik esaslı değerlendirme aşamasına benzer şekilde, bir ön tasarımı da içeren üç aşamalı bir tasarım yaklaşımı uygulamaktadır. Buna karşılık diğer modern tasarım dokümanları (TBI 2010, LATBSDC 2014), formal anlamda ön tasarımı bir tasarım aşaması olarak tanımlamamakta ve reçete türü kuralları tamamen dışlayan iki aşamalı reçetesiz tasarım yaklaşımı ile yetinmektedirler.

Ön tasarım aşamasında temel problem, bu aşamada doğrusal analiz ve kapasite tasarımı ilkelerinin uygulanması dışında tasarımcının hiçbir güvenilir tasarım aracına sahip olmamasıdır. Bu şekilde yapılan bir ön tasarım, öngörülebilir en büyük deprem altında kabul edilebilir bir non-lineer davranış için tasarımcıya yeterli güvence sağlayamayabilir. Diğer deyişle, ön tasarımı yapılmış bir taşıyıcı sistemin non-lineer performans değerlendirmesi sonucunda revize edilmesi gerekebilir. Bu anlamda göçmeden korunma performans değerlendirmesi, sadece bir değerlendirme aşaması olarak değil, aynı zamanda bir tasarım geliştirme aşaması olarak da göz önüne alınmalıdır. Bu doğrultuda, yeni yönetmelik yüksek bina tasarım aşamalarını (a) Ön tasarım aşaması, (b) göçmeden korunma performans değerlendirmesi aşaması ve (c) servis durumu (kullanılabilirlik) performans değerlendirmesi aşaması olarak tanımlamaktadır. Bu yaklaşım, servis durumu değerlendirmesi aşamasını ön tasarım aşaması olarak gören ve bunu izleyen aşamada göçmeden korunma performans değerlendirmesi yapılmasını öngören tasarım yaklaşımına (TBI 2010, LATBSDC 2014) tamamen terstir.

## Design of Tall Buildings in the New Turkish Seismic Design Code

**M. Nuray Aydınoğlu**

A chapter devoted to the special provisions for seismic design of tall buildings will be included in the new Turkish Seismic Design Code, which is planned to be opened to public inquiry in the second half of 2015.

The need for special provisions for tall building seismic design has stemmed from the observation that the current seismic design methodology based on strength-based design is insufficient and in effect inappropriate for tall buildings. During the last decade a consensus has gradually evolved in earthquake engineering community in that performance-based seismic design methodology has matured enough to the level that it could have its first major application in seismic design of new tall buildings.

Contemporary tall building seismic design guidelines / consensus documents (TBI 2010, SFDBI 2014, LATBSDC 2014) are all based on the same design methodology, starting with a preliminary design stage followed by two performance evaluation stages. The two-stage performance evaluation includes a serviceability evaluation stage under the so-called service earthquake and a collapse level evaluation stage under the so-called maximum credible earthquake, corresponding to 43 and 2475 year return periods, respectively.

Preliminary design represents the critical phase of the tall building design where tall building structural system is proportioned and reinforced on the basis of linear analyses complemented with the application of capacity design principles. The new Turkish Code treats the preliminary design stage as a formal stage of the tall building design process where prescriptive provisions including minimum base-shear requirement of the standard strength-based design provisions are applied. Thus, the new Turkish Code formally applies a three-stage procedure including such a preliminary design stage, which is similar to the code level evaluation stage of the San Francisco practice (SFDBI 2014). On the contrary, other contemporary design guidelines (TBI 2010, LATBSDC 2014), do not formally define the preliminary design as a design stage and suffice with a two-stage non-prescriptive scheme by completely eliminating the prescriptive code provisions.

Regarding the preliminary design stage, the problem lies in the fact that the designer has no reliable analysis tools at this stage other than linear response analysis and application of capacity design principles, which in fact may not provide a guarantee for an acceptable nonlinear response under the maximum credible earthquake. It means that the preliminarily designed structural system may need to be revised according to the results of the nonlinear performance evaluation. In other words, collapse level evaluation stage should not be considered only as an evaluation stage, but at the same time a design improvement stage. Accordingly, the new Turkish Code defines the order of design stages as (a) preliminary design stage, (b) collapse level evaluation (design improvement) stage and (c) serviceability evaluation stage. This is contrary to the design approach implied in TBI (2010) and LATBSDC (2014), which treat the serviceability evaluation stage as a preliminary design stage followed by collapse level evaluation stage.



## Gian Michele Calvi

Dr. Gian Michele Calvi, "University Institute for Advanced Studies (IUSS)", Pavia'da "Centre for Research and Graduate Studies in Earthquake Engineering and Engineering Seismology" merkezinin yöneticisi ve yapısal tasarım dalında profesördür. Yüksek lisansını University of California, Berkeley'de, doktorasını Politecnico di Milano'da yapmıştır. Cujo Üniversitesi'nde (UC), Mendoza, Arjantin'den Onur Doktorasını almıştır.

Profesör Calvi, Eucentre Foundation'ın ve "School in Understanding and Managing the Extremes" in (bugünkü UME, ROSE School olarak başlamıştır) kurucusu ve yöneticisidir. Ayrıca GEM Vakfı'nın yönetim kurulu üyesi ve International Association of "Earthquake Engineering" in (IAEE)" yönetim kurulu üyesidir.

İki önemli kitabın ("Seismic design and retrofit of bridges" with M.J.N. Priestley and F. Seible, 1996 ve "Displacement-Based Seismic Design of Structures" with M.J.N. Priestley and M.J. Kowalsky, 2007) ve 300'den fazla yayının sahibidir. Journal of Earthquake Engineering'in eş editör ve journal "Progettazione Sismica" (IUSS Press)'in baş editörüdür. 20'den fazla uluslararası konferansa çağrılı konuşmacı olarak davet edilmiştir.

G. M. Calvi'nin binalar ve köprüler ile ilgili dünya çapında çeşitli Mühendislik projelerinde yer aldığını belirtmekte yarar vardır. Bunlar arasında, 250 m yüksekliğinde ayakları ile 3 km uzunluğunda Rion Antirion köprüsü, Almaty, Kazakistan'da iki adet 236 m yüksekliğinde bina, Şili'de bir asma köprü, Hong Kong'da yeni hükümet binası, Guayaquil, Ecuador'da 160 m yüksekliğinde ayaklarıyla ve kablolarla asılı ana köprüsüyle 12 km uzunluğunda bir viyadük sayılabilir.

Kendisi, arasında Rion-Antirion asma köprüsünün (Yunanistan'da, 2883 m), Türkiye'deki 119 m açıklıklı Bolu Viyadüğü'nün ve L'Aquila depremi (2009) sonrasında altı ayda tamamlanan 185 binanın 7,000'i aşkın izolator ile yalıtımının tasarımını gerçekleştirmiştir.

*Dr. Gian Michele Calvi is a professor of Structural Design and Director of the Centre for Research and Graduate Studies in Earthquake Engineering and Engineering Seismology at the University Institute for Advanced Studies (IUSS), Pavia. He received a Master of Science from the University of California, Berkeley, a PhD from the Politecnico di Milano and an Honorary Doctorate from the University of Cujo, Mendoza, Argentina.*

*Professor Calvi is founder and president of the Eucentre Foundation and founder and director of the School in Understanding and Managing the Extremes (today UME started as the ROSE School); he is also a member of the Board of Directors of the GEM Foundation and of the one of the Directors of the International Association of Earthquake Engineering.*

*He is author of more than 300 publications and of two major books: Seismic design and retrofit of bridges (with M.J.N. Priestley and F. Seible, 1996) and Displacement-Based Seismic Design of Structures (with M.J.N. Priestley and M.J. Kowalsky, 2007). He is invited as keynote lecturer to more than 20 international conferences.*

*From a professional point of view, it seems relevant to mention that Calvi has been involved in several world class engineering projects, related to buildings and bridges. Among them it is worth mentioning the 3 km long Rion Antirion Bridge with 250 m tall piers, two 236 m tall tower buildings in Almaty, Kazakhstan, a suspension bridge in Chile, the new government building in Hong Kong, a 12 km long viaduct with a central cable-stayed bridge with 160 m tall piers in Guayaquil, Ecuador.*

*He has been designer, consultant or checker for hundreds of structural projects, among which the Rion-Antirion cable stayed bridge (2883 m, in Greece), the Bolu viaduct (119 spans, in Turkey) and the new housing system after L'Aquila earthquake (2009), with 185 buildings seismically isolated with more than 7,000 devices, completed in about six months.*

## Sürtünme Esaslı Deprem Yalıtımında Etkin Maliyetli Teknolojiler

Gian Michele Calvi

Sunum, sismik yalıtım kavramının ve teknolojisinin tarihsel gelişimini özetleyerek başlayacak, pratikteki uygulamalardaki başarısını tartışacak ve özellikle sürtünme esaslı yalıtım teknolojisinin çeşitli alternatifleri üzerinde yoğunlaşacaktır.

Son otuz yılda, düşük sürtünme katsayısına sahip, küresel yüzeyde kayma prensibine dayalı cihazlar yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Bilindiği üzere bu cihazlar aktif kesme kuvvetinin taşıdığı eksenel yük ile sürtünme katsayısının çarpımını aşması kadar bloke duruma olacaktır ve eksenel kuvvet ( $W$ ) ile eğrilik yarıçapına ( $r$ ) bağlı olarak hesaplanan rijitlik değerleri ( $K$ ) ile karakterize edilmektedir ve  $K = W/r$  ile hesaplanmaktadır.

Bu ikinci rijitlik artık deplasmanları içerdiği için önemli olarak kabul edilir, ancak iki olumsuz yönü vardır; her döngüde enerji kaybı (bu daha düşük eşdeğer sönüm ve daha büyük deplasman talebi anlamına gelmektedir) ve artan kesme kapasitesi (daha fazla kesme talebi ve yapısal olmayan elemanlarda hasar ile yalıtılmış yapıyı tasarlamak demektir).

Sonuç olarak karşımıza iki soru çıkmaktadır:

- Artık deplasmanı sınırlamak gerçekten de önemli mi?
- Deplasmanları sınırlamak için alternatif yöntemler olası ve uygulanabilir mi?

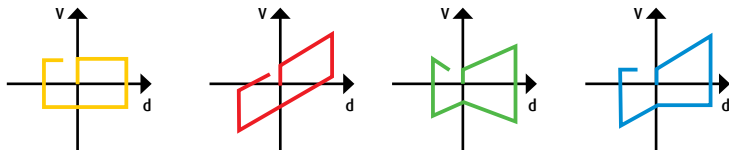
Bunlar ve diğer benzer sorular teknolojiadaki gelişmeler ve güvenilirlik ile ilgilidir:

- Sürtünme katsayısı olarak nominal bir değer tanımı ne kadar güvenilirdir?
- Ani kayma etkisi ne kadar önemlidir? Önlenbilir mi?
- Değişken hızlarda ve farklı eksenel yükler altında sürtünme katsayıları ne kadar güvenilirdir?
- Yüzeylerin eğrilik yarıçapı ve sürtünme katsayısı ne kadar hassas hesaplanabilir?

Bazı bulgulara dayalı olarak, alttaki şekillerde görülenlere benzer döngüler elde etmenin pratik ve teorik açıdan mümkün olduğunu göstermek amacıyla örnekler incelenecek ve alternatif teknolojik çözümler önerilecektir.

Buradaki gibi şekiller deplasman talebinde, artık deplasmanda ve kesme tasarımında farkedilebilir farklılıkların olabileceğini göstermektedir. Bu bakış açıları geniş çaplı sayısal inceleme sonuçları göz önünde bulundurularak detaylı bir şekilde analiz edilecektir. Bu sonuçlar, bahsedilen çalışmanın bir parçası olarak geliştirilmiş olan bilgisayar programı kullanılarak elde edilmiştir. Sayısal simülasyonlar için deplasman spektrumu uyumlu bir dizi yer hareketi kayıtları veri olarak seçilmiştir.

Çıkarılan sonuçlar, deprenselliğe, hedef performansa, ve bina kullanımına bağlı olarak, en uygun maliyetli çözümleri geliştirmeye ve uygulamaya yönelik problemlere çözüm olacaktır.



## Cost-Effective Technologies for Friction-Based Isolation

Gian Michele Calvi

The presentation will start with a critical review of the historical development of base isolation concepts and techniques, discussing the reasons of an undeniable success in practical applications and focusing specifically on various alternatives friction-based technology.

In the last thirty years, devices based on sliding on curved surfaces, characterized by low friction coefficients, have become quite popular. It is well known that such devices are essentially blocked until the acting shear is larger than the vertical force multiplied by the friction coefficient and are then characterized by a stiffness value ( $K$ ) that depends on borne weight ( $W$ ) and radius of curvature ( $r$ ), as:

$K = W/r$ . This second stiffness is considered fundamental to contain the residual displacement, but it implies two negative aspects, i.e.: the reduction of the energy dissipated per cycle (which implies a lower equivalent damping and a larger displacement demand) and the increased shear capacity (which implies designing the isolated structure for larger shear demand and more extensive non-structural damage).

Consequently, two main questions arise:

- Is it really fundamental to limit the residual displacement?
- Are alternative ways of limiting this displacement conceivable and applicable?

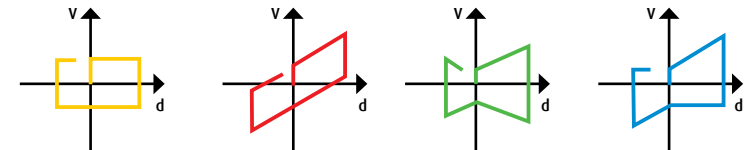
These and other relevant questions are related to technology advancement and reliability:

- How reliable is the definition of a nominal value for the friction coefficient?
- How relevant is the effect of stick slip? Can it be eliminated?
- How dependable is the friction coefficient at variable velocities and vertical forces?
- How accurately can friction coefficient and radius of curvature of the surfaces be varied?

These subjects will be examined and, based on some evidence, alternative technological solutions will be proposed, showing that it is theoretically and practically possible to obtain cycles of the kinds shown in the figure below.

Such cycle shapes imply noticeable variation in displacement demand, residual displacement and design shear. These aspects will be emphasized and critically analyzed referring to the results of an extensive numerical investigation. The results were obtained using a computer program that was developed as part of the present study. A series of displacement spectrum compatible ground motions were selected as input for the numerical simulations.

The driven conclusions will address the problem of developing and applying the most cost-effective solutions, depending on seismicity, use of the building and target performances.





## Constantin Christopoulos

Dr. Constantin Christopoulos, Toronto Üniversitesi (UT) İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde profesördür. 100'den fazla teknik makale, bütün dünyada yüksek lisans programlarında kullanılan iki ana ders kitabı yazarı ve aynı zamanda birçok uluslararası patentin müşterek mucididir.

Constantin Christopoulos, CSA-S16 Kanada Çelik Kodu Komitesi ortak üyesidir. Kendisi sismik izolatörlerin uygulanması ve yapılarda yardımcı sönümleme cihazları kullanılması konularında birçok yüksek düzeyli danışmanlık projesinde yer almıştır. Ayrıca, uluslararası topluluklara ileri deprem mühendisliği konularında sayısız sunum yapmış ve konferanslar vermiştir.

Toronto Üniversitesi'nde geçen on yıl boyunca yapmış olduğu araştırmalarda, kendinden merkezli çaprazlar ve çerçeveler, viskoelastik plastik cihazların rüzgâr ve deprem altında yeterli rijitliğe sahip olmayan yapılar üzerinde etkileri üzerinde çalışmıştır.

Kendi çalışmaları aynı zamanda gerçek yapılar üzerinde titreşim azaltma ve depreme dayanıklı teknolojilerin üzerinde yoğunlaşmıştır. Toronto Üniversitesi'nde yapmış olduğu çalışmalar ile ana firmalardan ayrılarak novel teknolojinin uygulanması konularında dünyada lider olan Cast Connex ve Kinetica adlı iki firmanın kurulmasına öncülük etmiştir.

Toronto Üniversitesi Yapı Test Merkezi yöneticisi ve İnşaat Mühendisliği profesörü, Kanada Depreme Dayanıklı Altyapı Araştırma Merkezi başkanı ve aynı zamanda Kanada İnşaat Mühendisleri Bülteni yardımcı editörüdür.

*Dr. Constantin Christopoulos is a Professor in the Department of Civil Engineering at the University of Toronto. He is the author of more than 100 technical papers, of two major textbooks that are used in graduate courses throughout the world, and the co-inventor on several international patents.*

*Constantin Christopoulos is an associate member of the CSA-S16 Canadian Steel Code Committee. He involved in a number of high-profile consulting projects on the implementation of seismic isolation and supplemental damping devices in structures and has presented numerous lectures on advanced seismic engineering with an emphasis on high-performance systems in the international community. Over the past decade his research at the University of Toronto has pioneered the development and implementation of advanced resilient seismic-resistant systems such as self-centering braces and frames, rocking structures as well as viscoelastic and viscoelastic plastic devices for both wind and seismic protection of high-rise buildings.*

*His work has also resulted in the transfer of novel vibration mitigation and seismic resistant technologies into real structures. The research that he has led at the University of Toronto has resulted in the creation of two spinoff companies Cast Connex (<http://www.castconnex.com>) and Kinetica (<http://kineticadynamics.com>) who are leading the commercialization and implementation of these novel technologies worldwide.*

*He is the director of University of Toronto Structural Testing Facilities, Professor of Department of Civil Engineering, University of Toronto and Canada Research Chair in Seismic Resilience of Infrastructure and Associate Editor of Canadian Journal of Civil Engineering.*

## Konvansiyonel Sünek Sismik Tasarım Döneminin Sonu: Yeni Nesil Depreme Dayanıklı Yapılar İçin 10 Yıllık Araştırmaya Genel Bir Bakış

**Constantin Christopoulos**

Son yıllarda herhangi bir tasarım depremi altında, can güvenliği performans seviyesinde sismik güvenliği sağlayan uygun maliyetli tasarımlara ulaşmak amacıyla yönelik olarak geliştirilen modern sismik tasarım kodları, sünek yapı sistemlerinin kullanılmasına öncülük etmektedir. Performans esaslı tasarım yöntemlerinin geliştirilmesi, yapı mühendislerinin sismik tasarımları uygularken teorik olarak artan sismik risk seviyelerine göre, çoklu performans seviyelerine ulaşma hedeflerini mümkün kılmıştır. Fakat pratikte, depreme dirençli yapılara ilişkin sismik tasarım kodları, şiddetli inelastik hareketlere maruz kalan ana yapı elementleri ve kalıcılık bakımından halen soru işaretleri içermektedir.

Kendiliğinden merkezlenen depremlere dayanıklı sistemler oluşturmak için yapılan son çalışmalar, tasarlanan deprem seviyesindeki bir deprem sonrası düşük düzeyli yapısal hasarlı ya da yapısal hasarsız ve böyle bir vakadan hemen sonra onarılabilir ya da tamamıyla işlevsel hale getirilebilir düzeyde dayanıklı binalar tasarlamayı amaçlamaktadır. Bu sunumda kendiliğinden merkezlenen depreme dayanıklı yapıların araştırmasının genel açıklaması anlatılmaktadır. Öncelikle, Kuzey Amerika'da sıkça bulunan sünek çelik yapıların performansı, beklenen nihai durumları üzerine vurgu yapılarak tartışılacaktır. Ardından en son geçerli deprem hükümlerine göre tasarlanan yapıların çoğunun büyük çaplı kalıcı ötelenme göstermeleri nedeniyle tasarım depreminden sonra kullanılamaz hale geldiğini ortaya koyan bir "sünek sistem elastik ötesi davranış karakterizasyonu" yapılacaktır. Daha sonra çelik yapılar için, tasarım deprem seviyesindeki deprem sonrasında küçük çaplı hasarlar ile hızlı ve efektif onarım hedeflerine ulaşmak adına birkaç yenilikçi sistem sunulacaktır. Bu sistemler, yeni ve mevcut hasarlı yapıların rehabilitasyonu için kullanılabilmesi gibi, temelde ankastre olmayan veya ankastre olmayan bölümleri olan yapılar için de kullanılabilir. Bu yeni sistemlere, değiştirilebilir doğrusal olmayan bağlantıları olan çelik yapıların tasarımı, yeni kendinden merkezlenen moment aktaran çerçeveler ile kendinden merkezlenen destekleyici sistemler dâhildir. Sunumda son olarak, Kuzey Amerika'daki bu sistemlerin kodlama aşamaları ve tasarım stratejileri tartışılacaktır.

## Phasing out of Conventional Ductile Seismic Design: An Overview of 10 Years of Research Toward a Next Generation of Seismic Resistant Structures

**Constantin Christopoulos**

Modern seismic design codes have promoted the concept of ductile structural systems over the past few decades to achieve cost-effective designs that ensure a significantly enhanced level of seismic safety, primarily by ensuring the life safety performance level under a design level earthquake. The development of performance-based design methodologies has further enabled structural engineers to carry out seismic designs with the goal, in theory, of achieving multiple performance levels for increasing levels of seismic hazard. In practice however, most seismic design codes for traditional seismic resistant systems result in structures that experience severe inelastic action in primary structural elements and in a residual global deformed state that put into question the use of the structure following a design level seismic event.

The more recent development of self-centering seismic resistant systems is aimed at achieving more resilient structures that sustain little or no structural damage after a design level earthquake and can be repaired and made fully operational quickly following such an event. An overview of the research into the development of self-centering seismic resistant structures is presented. First, the performance of the most ductile steel structures that are widely used in North America is discussed with an emphasis on their expected final state. A characterization of the residual response of such ductile systems is then presented which indicates that most structures designed according to the latest seismic provisions would likely be unusable after a design level earthquake because of excessive residual drifts. A number of innovative systems for steel structures that are aimed at achieving the goal of having very limited damage, as well as rapid and effective repair following design level earthquakes are then presented. These include the design of steel structures with replaceable nonlinear links, new self-centering moment resisting frames, self-centering bracing systems for new structures and for the upgrade of existing deficient structures, as well as rocking structures with single or multiple rocking sections. Finally, design strategies and the road to codification of these systems in North America are briefly discussed.



## Mustafa Erdik

Prof. Dr. Mustafa Erdik, Boğaziçi Üniversitesinde Deprem Mühendisliği Profesörü olarak görev yapmaktadır. 1970 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nden İnşaat Mühendisi olarak mezun olduktan sonra 1972 ve 1975 yıllarında ABD Rice Üniversitesi'nde Master ve Doktora çalışmalarını tamamlamıştır.

Yapmış olduğu görevler arasında ODTÜ Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi Müdürlüğü, UNESCO Alp-Himalaya Bölgesi Depremselliği Projesi Yöneticiliği, United States Geological Survey kurumunda misafir araştırmacılık, Uluslararası Deprem Mühendisliği Birliği Direktörlüğü, Birleşmiş Milletler Uluslararası Afet zararlarının Azaltılması On Yılı Yönetim Kurulu Üyeliği ve ABD Princeton Üniversitesinde Misafir Öğretim Üyeliği bulunmaktadır.

300'ü aşkın teknik makale ve 6 adet kitabın yazarı veya ortak yazarıdır.

Almış olduğu ödüller arasında TÜBİTAK Bilim Teşvik Ödülü, NATO Zirvesi Bilim Ödülü, Birleşmiş Milletler Afetlerin Önlenmesi Ödülü ve SSA-EERI-COSMOS Bruce Bolt Madalyası bulunmaktadır.

Prof. Erdik, halen Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Müdürü olarak görev yapmaktadır.

*Mustafa Erdik is a Professor of Earthquake Engineering Boğaziçi University, Turkey. Dr. Erdik received a B.S. degree (1970) from Middle East Technical University, and the degrees of M.S. (1972) and Ph.D. (1975) from Rice University in Houston, Texas.*

*He has worked with UN organizations and several international foundations around the world on earthquake engineering problems. He is a member of the editorial board of several journals on earthquake engineering and serves in the executive board of professional societies on earthquake related subjects.*

*He has authored and co-authored about 300 scientific publications including 6 books.*

*In 1999 he was elected as the laureate of United Nation's Sasakawa Disaster Prevention Award, in 2004 he has received the NATO Science for Peace – Summit Prize and in 2013 he was awarded the Bruce Bolt Medal by SSA, EERI and COSMOS.*

*His current research interest is on strong ground motion characterization earthquake hazard and risk assessment.*

*Currently, he serves as the Director of, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute in Bogazici University in Istanbul, Turkey.*

## Türk Deprem Yalıtım Yönetmeliği'nin Birleşik Devletler, Avrupa ve Japon Deprem Yalıtım Yönetmelikleri ile Mukayesesi

Mustafa Erdik

Türk Deprem Dayanımlı Tasarım Yönetmeliği'nin 2015 revizyonunda bina tipi yapılarda sismik yalıtım sistemlerinin tasarımı için bir bölüm ayrılmıştır. Yönetmelik, esasen Eurocode 8 ve ASCE-7-10'un İtalyan versiyonu temel alınarak hazırlanmıştır. İzolatör eleman karakteristikleri için, bazı istisnalar yapılmak suretiyle Avrupa Standartları EN 1337-3:2005 (Yapısal Yalıtım Birimi – Elastomer Yalıtım Birimi) ve EN 15129: 2009 kodları kullanılmıştır.

Yeni deprem yalıtım yönetmeliğinde, tasarım seviyeleri, bağıntılı performans hedefleri ve kriterleri, analiz ve tasarım metodolojileri, yalıtıcı birimlerin test edilmesi ile önemli diğer hususlarda oldukça açıklayıcı bilgiler yer almaktadır. Deprem yalıtımlı binaların geleneksel kuvvet-esaslı konvansiyonel yöntemlerle analizi, tek- ve çoklu-mod eşdeğer doğrusal yöntemler ile zaman tanım alanı analiz yöntemlerinin kullanılması ile yapılmaktadır.

Kuvvet esaslı prosedür, deprem nedenli dayanım talebinin ilk elastik doğal periyotta tanımlanan elastik ivme davranış spektrumunun bir fonksiyonu olduğu düşüncesinden hareket eder. Yalıtım sisteminin histeretik (ardıl izlemli) özelliği; ilgili elastik olmayan tasarım spektrumlarına bağlı olmak kaydıyla elastik talebin azaltılmasına izin vermektedir. Yapısal yer değiştirmeler, sadece tasarım sürecinin sonunda genellikle servis gerekliliklerinin limit hasar durumunda karşılanabilirliği bakımından kontrol edilmektedir.

Tek modlu (doğrusal statik) yöntemde, deprem yalıtım tasarımı için referans değerlere izin verilir. Bunlar beklenen bir yer değiştirmede bulunan etkin veya sekant rijitlik değerlerinden birine eşit rijitlikteki doğrusal elastik elemanlardan oluşan yalıtıcıların davranışlarının temsili prensibine dayanır. Yalıtım sistemindeki enerji kaybının etkisi, beher çevrime karşılık kaybedilen enerji miktarı üzerinden doğrusal viskoz elemanlara eşdeğer yalıtıcılarla temsil edildiği kabulüyle dikkate alınır. Sönümlü elastik SDOF sistemi için pik yalıtım sistem yer değiştirmesi, üst yapının rijit olduğu kabul edilerek saptanır. Yalıtım sisteminin pik yer değiştirmedeki sekant rijitlik ve etkin sönüm bağımlılığı, iterasyon yapılarak hesaplanır. Daha sonra tepki kapasitesi; ölçeklendirilmiş bir faktör aracılığıyla azaltılmış %5-sönümlü spektrum değerleri kullanılarak hesaplanır. Temel kesme kuvveti, yalıtım sisteminin tasarım yer değiştirmesi ile aynı yer değiştirme seviyesindeki maksimum rijidite değerinin çarpımından elde edilir. Üst yapının tasarımı için, bu temel kesme kuvveti, sadece aşırı dayanımı dikkate alan R faktörüne bölünecektir.

Yalıtıcıların doğrusal olmayan gösterimleri ile birleştirilmiş davranış zaman analiz metodu en doğru analiz yöntemidir. Bir yalıtıcı sistemin doğrusal olmayan histeretik davranışı ile hareketin çift yönlülüğü ve gerilme hızı, düşey yük bağımlılığı gibi etmenler doğrusal olmayan zaman tanım alanı analizlerinde açıklıkla modellenir. Yalıtım sistemlerinin histeretik özelliklerine ait (basit terimlerle etkin rijitlik ve sönüm oranı) üst ve alt sınır değerleri tasarım süreci kapsamında belirlenmelidir. Alt ve üst yapı yapıya ait taşıyıcı elemanlardaki sismik etkilerin hesaplanmasında üst sınır değerler dikkate alınmalıdır. Alt sınır değerler ise, yalıtım sisteminin maksimum yer değiştirmesinin hesabında dikkate alınmalıdır.

Yalıtım sistemi ve alt- ve üst yapı tasarımı, aynı zamanda doğrusal olmayan analiz metodu ile yük ve esneklik talep kapasitesi bakımından doğrulanmalıdır.

Sunumda ayrıca Türk Deprem Yalıtım Yönetmeliği'nin, ABD (ASCE 7-10), Avrupa (Eurocode 8, EC8) ve Japon (Bina Standartları Yasası) yönetmelik mevzuatları ile performans kriterleri, tasarım gereklilikleri, tasarım denetim süreçleri ve yalıtıcı birimlerin test edilmesi ve onay süreçleri bakımından karşılaştırması yapılmıştır.

## Turkish Code for Seismic Isolation and Comparison with US, European and Japanese Codes

Mustafa Erdik

The 2015 revision of the Earthquake Resistant Design Code in Turkey will encompass a chapter on the design seismic isolation systems for building type structures. The code is essentially based on the Italian version of Eurocode 8 and ASCE-7-10. For the isolator element characteristics; European Standards EN 1337-3:2005 (Structural Bearings - Elastomeric Bearings) and EN 15129: 2009 (Antiseismic Devices) are specified with some exceptions.

A brief explanation of the new seismic isolation code in terms of design levels, associated performance targets and criteria, methodologies of analysis and design, testing of the isolator units and other issues of importance are provided. The traditional force-base conventional methods of analysis of seismically isolated buildings consist of single- and multi-mode equivalent linear methods and the response history analysis methods are employed.

The Force Based procedure is based on the notion that the seismically induced strength demand is a function of the elastic acceleration response spectrum defined at the initial elastic natural period. The hysteretic characteristics of the isolation system allow for the reduction of the elastic demand in accordance with the associated inelastic design spectra. Structural displacements are only checked at the end of the design process, usually to satisfy service requirements at the damage limit state.

The single mode method of analysis (linear static) provides the reference values for the seismic isolation design. It is based on representing the behavior of isolators by linear elastic elements with stiffness equal to the effective or secant stiffness of the element at the expected displacement. The effect of energy dissipation of the isolation system is accounted for representing the isolators as equivalent linear viscous elements on the basis of the energy dissipated per cycle at the expected displacement. The peak isolation system displacement is determined for a damped elastic SDOF system, with the superstructure assumed rigid. The dependence of the secant stiffness and effective damping of the isolation system on peak displacement is accounted for through iterations. The response is then calculated using reduced 5%-damped spectral values through scaling with a factor. The base shear is computed by the multiplication of the design displacement of the isolation system and its maximum stiffness at the same displacement. For the design of the superstructure, this base shear is divided by an R factor that accounts only for over strength.

The response history analysis method incorporating nonlinear representations of the isolators is the most accurate method of analysis. The nonlinear hysteretic behavior of the isolating system and its dependence on strain rate, vertical load and bi-directionality of motion should be explicitly modeled in nonlinear time-history analysis. The upper and lower bound values of the hysteretic characteristics (in simplified terms, the effective stiffness and the damping ratio) of the isolation system should be accounted for in the design process. The upper bound values should be taken into consideration in calculation of the seismic effects in the structural members of the sub- and superstructure. The lower bound values should be taken into consideration in the calculation of the maximum displacement of the isolation system.

The isolation system and the super- and substructure design also need to be verified for the force and ductility demands through a nonlinear analysis.

A comparison of the Turkish Code with the US (ASCE 7-10), the European (Eurocode 8, EC8) and the Japanese (Building Standard Law) codes is conducted on performance criteria, design essentials, design review process, testing and the approval of isolator units.



## Peter Fajfar

Peter Fajfar, Ljubljana Üniversitesi (UJ) İnşaat ve Jeodezi bölümünde Yapı ve Deprem Mühendisliği profesörüdür. Doktorasını 1974 yılında Ljubljana Üniversitesi'nden almıştır. 1985-87 yılları arasında bu fakültede dekanlık yapmıştır. Misafir araştırma görevlisi olarak, Bochum, Almanya (1972/73), Berkeley, Amerika (1980) ve Tokushima, Japonya ve misafir

profesör olarak Technion, Hayfa, İsrail (1989), McMaster Üniversitesi (MU), Hamilton, Kanada (1994), Stanford Üniversitesi (SU), Amerika (1995), Bristol Üniversitesi (UB), İngiltere (2006), ve Cantenbury Üniversitesi, Christchurch (UCC), Yeni Zelanda (2009)'da görev almıştır. "Yugoslav Deprem Mühendisliği Derneği (YAE)" başkanlığı (1984-88), "Slovenya Deprem Mühendisliği Derneği (SAE)" kurucu başkanlığı (1988-90), ile "Avrupa Deprem Mühendisliği Birliği (EAEE)" (2002-2010) ve "Uluslararası Deprem Mühendisliği Derneği (IAEE)" yönetim kurulu üyeliği görevlerini üstlenmiştir (2004-2012).

P. Fajfar ilk ders kitabını Sloven dilinde "Yapı Dinamikleri" adı altında yazmıştır. Aynı zamanda eski Yugoslavya'nın ilk kapsamlı Deprem Mühendisliği monografinin ve Eurocode 8 Beton Binaların Sismik Tasarımının (CRC Baskı, 2015) yardımcı yazarlığını yapmıştır. Araştırma sonuçlarını, genelde uluslararası literatürde 300'den fazla rapor ile yayınlamıştır. Stanford Üniversitesi işbirliği ile 3 uluslararası seminer (1992, 1997, 2004) düzenlemiştir ve uluslararası editörlerin monograflarının yayınlamasında yazı işleri müdürü yardımcılığı görevini üstlenmiştir.

P. Fajfar, Deprem Mühendisliği Uluslararası Bülteni ile Yapı Dinamiği Dergisinin (Wiley,2003) 3 editöründen birisidir. Kendisi 12 uluslararası bültenin yazı kurulu üyesidir. Teknik komite TC250/SC8'de aktif olarak görev almaktadır. Bu teknik komite depreme dayanıklı yapı tasarımının Avrupa Standartlarında geliştirilmesi yönünde çalışmalar yapmaktadır ve aynı zamanda Eurocode 8'in uygulandığı ilk ülke olan Slovenya'da, uygulama süreci standartlarının lideridir.

Tasarımcı, danışman ve eleştirmen olarak, P. Fajfar 100'den fazla sanayi tasarım projelerinde yer almıştır. Bu projelerin çoğunda binaların statik ve dinamik analizleri ile inşaat yapılarının sismik risk analizleri konularında çalışmıştır. Ayrıca, çok katlı binalar için de bir elastik analiz programı geliştirmiştir.

P. Fajfar "Slovenya Bilim ve Sanat Akademisi (SASA)", "Slovenya Mühendislik Akademisi (SAE)" ve "Avrupa Bilim Akademisi (EAS)" üyesidir. Birçok ulusal ve uluslararası ödüller kazanmıştır. Bu ödüllerden birisi 1994 yılında aldığı Slovenya Cumhuriyeti inşaat mühendisliği için bilimsel çalışmalar (Slovenya'daki en yüksek bilimsel onur) ödülüdür. 2010 yılında "Avrupa Deprem Mühendisliği Birliği (EAEE)" onursal üyesi olmuştur.

P. Fajfar'ın ana araştırma alanları Deprem Mühendisliği ve Yapı Dinamiğidir. Öncelikle, çok katlı binaların elastik analizlerini incelemiştir ve bu çalışmalarının sonucu olarak EAVEK programı geliştirilmiştir. Bu program Slovenya'da ve eski Yugoslavya'da 30 yıl boyunca binaların tasarımı için vazgeçilmez bir araç olmuştur. Daha sonra, araştırmalarını binaların ve köprülerin doğrusal olmayan sismik analizleri, esnek olmayan davranış spektrumu, sismik yüklerin belirlenmesi ve depreme dayanıklı yapı tasarımı ve bu konuların şartname ve yönetmeliklerde kullanılması konularında yapmıştır.

*Peter Fajfar is a Professor of Structural and Earthquake Engineering at the Faculty of Civil and Geodetic Eng. (FGG), University of Ljubljana. He got Ph.D. degree in 1974 from the University of Ljubljana. In the period 1985 – 1987, he was Dean of the Faculty. He was visiting researcher at the universities in Bochum, Germany (1972/73), Berkeley, USA (1980) and Tokushima, Japan (1993), and Visiting Professor at Technion, Haifa, Israel (1989), McMaster University, Hamilton, Canada (1994), Stanford University, USA (1995), University of Bristol, UK (2006), and University of Canterbury, Christchurch, New Zealand (2009). He was the president of the Yugoslav Association of Earthquake Engineering (1984-88) and the founding President of the Slovenian Association of Earthquake Engineering (1988-90), a member of the Executive Committees of the European Association of Earthquake Engineering (2002-2010) and of the International Association of Earthquake Engineering (2004-2012).*

*P. Fajfar wrote the first Slovenian textbook on the Dynamics of Structures, co-authored the first comprehensive monograph on Earthquake Engineering in the former Yugoslavia, and is a co-author of the book Seismic Design of Concrete Buildings to Eurocode 8 (CRC Press, 2015). He published his research findings in over 300 papers, mostly in international literature. In collaboration with the Stanford University, he organized and led three international workshops (1992, 1997 and 2004) and was the co-editor of proceedings (monographs) published by international publishers.*

*P. Fajfar is one of three editors of the international journal Earthquake Engineering and Structural Dynamics (Wiley, from 2003) with the highest impact factor in the field of Earthquake Engineering. He is or was a member of editorial boards of 12 international journals. He has been active in the Technical committee TC250/SC8 responsible for the development of the European standard for design of structures for earthquake resistance Eurocode 8, and is the leader of the implementation process of the standard in Slovenia, which was the first country where Eurocode 8 was implemented.*

*As designer, consultant and reviewer, P. Fajfar has participated in more than 100 design projects for industry, which have mainly dealt with static and dynamic analysis of buildings and civil engineering structures and with seismic hazard analysis. He developed a program for elastic analysis of multi-storey buildings.*

*P. Fajfar is a member of Slovenian Academy of Sciences and Arts, of the Slovenian Academy of Engineering, and of the European Academy of Sciences (Belgium). He received several national and international awards, among them the Award of the Republic of Slovenia for scientific work in civil engineering (the highest scientific honor in Slovenia) in 1994. He became an honorary member of the European Association of Earthquake Engineering in 2010.*

*The main research fields of P. Fajfar are Earthquake Engineering and Structural Dynamics. First, he investigated elastic analysis of multi-storey buildings. As a result of this work the program EAVEK was developed, which was for three decades an indispensable tool for the design of buildings in Slovenia and former Yugoslavia. Later he expanded his research to nonlinear seismic analysis of building structures and bridges, inelastic response spectra, the determination of seismic loads, the methodologies for earthquake resistant design and their use in the regulations and standards, and to probabilistic methods.*



## Yeni Eurocode 8'de Performans Esaslı Hesap Yöntemleri

Peter Fajfar

Binaların sismik performans tahkikleri için yapı sismik talebin, yapı kapasitesi ile karşılaştırılması gereklidir. Yapısal değerlendirilmenin amacına bağlı olarak farklı seviyelerde kompleksite içeren yöntemler mevcuttur. Yapıların performansının değerlendirilebilmesi için kabul edilebilir bir yöntem olarak farklı malzemelere sahip yapılara uygulanabilen doğrusal olmayan artımsal itme yöntemleri ele alınabilir. Eğer ivme-yer değiştirme grafiğiyle (AD) gösterilirse, bu yöntemler kapasite talep ilişkisi ve rijitlik, dayanım, deformasyon ve süneklik gibi yapısal tepkiyi belirleyen parametreler arasındaki ilişkilerin daha kolay anlaşılmasını sağlamaktadır. Her ne kadar artımsal itme metodu yaklaşımı uygulama aşamasında görülen bazı basitleştirmeler ve kısıtlamalar içerse de, yapısal tepki ile ilgili önemli bilgiler de sağlamaktadır. Doğrusal olmayan zaman-tanım alanı yöntemi ile karşılaştırıldığında, artımsal itme yöntemi çok daha basittir ve çoğunlukla yapıların en kritik elemanlarını tespit edebilmektedir. Artımsal itme analizi için gerekli veriler de çok daha basittir. İvme kayıtları yerine ortalama spektrumlar kullanılır. Yapı elemanlarının detaylı histeretik davranışları bilgilerine gerek yoktur. Sönüm modellerine de gerek yoktur. Yazılımların toplam çalışma süreleri de zaman-tanım alanı yöntemlerine göre çok daha kısadır ve elde edilen sonuçların yorumlanması da çok daha kolaydır.

Artımsal itme yöntemleri modern yönetmeliklerde ve rehber dokümanlarda yer almaktadır. Ancak, yöntemin adımları kendi içerisinde detaylı olarak tanımlanmış olmasına rağmen yapıların sismik değerlendirme süreci yönetmeliklerde kesin olarak düzenlenmemiştir.

Artımsal itme yöntemlerinden bir tanesi de N2 yöntemidir. Yeni binalardaki deprem dayanımı ile ilgili olan Eurocode 8-Part 1 ile Binaları deprem tahkikleri ve güçlendirmeleriyle ilgili olan Eurocode-Part 3'e bağlı olarak gerçekleştirilen bir yöntemdir. Doğrusal olmayan artımsal itme analizi kullanımı şart değildir. Fakat pratikte mevcut yapıların tahkiki için göz önüne alınmalıdır. N2 metodu taleplerin belirlenmesi için yardımcı bir araçtır. Yapı kapasitesi Eurocode-Part 3'de belirtilen formüller kullanılarak belirlenebilir. Yapı düzeyinde kapasiteler düzenlenmemiştir.

Yakın zamanda Eurocode 8'in 1. ve 3. Bölümleri üzerinde güncelleme ve geliştirme çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışmaların 2020'de tamamlanması beklenmektedir. Önemli bir değişiklik planlanmamıştır. Bunun yerine adım adım güncelleme çalışması tercih edilmektedir. Bunların yanında mevcut doğrusal olmayan yöntemleri genişleterek bütün tasarım ve değerlendirme süreçlerinin yönetmeliklere eklenmesi planlanmaktadır. Diğerlerine ilaveten, buradaki eksik olan istemlerde yüksek modların etkisinin ve yapı düzeyinde kapasitenin belirlenmesidir. İlk problemin çözümü için kabul edilebilir pratik bir yöntem de Eurocode 8 ve diğer yönetmeliklerde bulunan iki basit prosedürü kapsayan N2 yöntemi'nin kısa zaman önce önerilen genişletmesidir. Bunlar, basit tek modlu statik itme analizi yöntemi ve davranış spektrumu yöntemleridir. İkinci problemin çözümü için bir yaklaşım da, ilk önemli yapısal elemanın akması durumunda yapının tümünün yetersiz olacağı varsayımdır.

## On Performance Analysis Procedures In the Next Eurocode 8

Peter Fajfar

*For the assessment of the seismic performance of buildings it is necessary to compare the seismic demand with the capacity of the structure. Procedures having different levels of complexity are available, depending on the aim of the assessment. A rational practical tool for the seismic assessment of individual structures represents nonlinear pushover-based methods which can be applied for different structural systems from different materials. If presented graphically in the acceleration - displacement (AD) format, they help to better understand the basic relations between seismic demand and capacity, and between the main structural parameters determining the structural response, i.e. stiffness, strength, deformation, and ductility. In spite of many simplifications and limitations which are involved in pushover-based approaches and which have to be observed in applications, these methods can provide a lot of important information about the structural response. Compared to nonlinear response-history analysis, pushover-based methods represent a much simpler and much more transparent tool, which, in most cases, is able to detect the most critical parts of a structure. The input data for a pushover-based analysis are much simpler. An average spectrum is used instead of a number of accelerograms. Detailed data on the hysteretic behavior of the structural elements are not needed. There are no problems with the modeling of damping. The amount of computation time is only a fraction of that required for a nonlinear response-history analysis and the use of the analysis results is straightforward.*

*The pushover-based procedures have been adopted in modern seismic guidelines and codes. However, although many of the individual steps of the procedures have been well established, the whole process of seismic assessment of structures has not yet been precisely regulated in seismic codes.*

*One of the pushover-based procedures is the N2 method. The basic version of this method has been implemented in Eurocode 8 - Part 1, which deals with the design of new buildings for earthquake resistance, and in Part 3, which deals with assessment and retrofitting of buildings. The use of the non-linear pushover analysis is not mandatory. However, in practice, it is difficult to avoid it for assessment of existing buildings. The N2 method provides a tool for determination of demand. The capacity at the level of structural members can be determined by empirical formulas provided in Part 3. The determination of the capacity at the structural level is not regulated.*

*Recently, work on revision, update and extension on Parts 1 and 3 of Eurocode 8 has started. The adoption of the new revisions of the documents is envisaged around 2020. No major changes are planned. Rather, a step-by-step evolution is preferred. Inter alia, it is planned to codify the whole nonlinear design and assessment approach by extending the current procedures. The missing pieces are, among others, the influence of higher modes on the demand, both plan and elevation, and the determination of the capacity at the structural level. A viable practical option for the first problem is the recently proposed extension of the N2 method which envelopes the results of two basic procedures already included in Eurocode 8 and in other codes and guidelines, i.e. the basic single-mode pushover analysis and the elastic modal response spectrum analysis. For the second problem, a possibility is to assume that the structure fails when the first important structural element fails.*



## Michael N. Fardis

Michael Fardis Patras Üniversitesi (Yunanistan) İnşaat Mühendisliği Bölümünde profesör ve Yapı Mekaniği Laboratuvarında yöneticidir. Yüksek Lisans derecesini İnşaat Mühendisliği (1977) ve Nükleer Mühendislik (1978) dallarında yapmış ve doktoraasını Yapı Mühendisliği dalında (1979) Massachusetts Institute of Technology'den (MIT) almıştır. MIT'de İnşaat Mühendisliği Bölümünde Yardımcı Doçent olarak görev yapmıştır (1979-1983). 2007-2008 döneminde Eş Başkan, 2009-2010 döneminde Başkan olarak görev yaptığı International Federation for Structural Concrete (fib) kurumunun son dönem Başkanı ve ayrıca International Association of Earthquake Engineering'in (IAEE) yönetim kurulu üyesidir. Halen CEN/TC250: "Structural Eurocodes" (2013-2016) Başkan Yardımcısı olarak görev yapmaktadır.

Eurocode 8: "Design of Structures for Earthquake Resistance" (1999-2005) CEN Alt-komisyonunda başkan olarak Avrupa Standartları'nın (EC) altı bölümünün geliştirilmesini yönetmiştir.

Halen "Bulletin of Earthquake Engineering" dergisinin yardımcı editörüdür ve ayrıca "Engineering & Structural Dynamics", "Structural Concrete", "Bulletin of Earthquake Engineering", "Journal of Earthquake Engineering ve Advances in Concrete Construction" uluslararası dergilerinin yayın kurulu üyesidir.. 2010 Washington fib 2009 Londra "Concrete: 21st Century Superhero – Building a Sustainable Future" isimli fib sempozyumunda Bilim Kurulu Başkanlığı, 2003 Atina "Concrete Structures in Seismic Regions" isimli fib sempozyumunda Organizasyon Komitesi Başkanlığı yapmıştır.

Ayrıca, "Seismic Design, Assessment & Retrofitting of Concrete Buildings" (Springer 2009) kitabının yazarı, "Seismic Design of Concrete Buildings per Eurocode 8" (Taylor & Francis, CRC Press, 2015), "Designers' Guide to EN1998-1 and EN1998-5: Eurocode 8-Seismic actions, buildings, foundations & retaining structures" (T.Telford 2005) kitaplarının baş yazarıdır. Kendisi, "Designers' Guide to EN1998-2: Eurocode 8-Bridges" (ICE Publishing, 2012) kitabının yazarlarından birisi ve uluslararası kitaplarda yer alan 25 adet kitap bölümünün yazarı veya eş-yazarıdır. Ayrıca üç kitabın editörüdür (Springer, 2010-11). Michael Fardis'in uluslararası dergilerde ve konferanslarda yayınlanmış 260'ı aşkın makalesi mevcuttur ve 1993'te Wason Medal of ACI ödülünü kazanmıştır.

Kendisi bunlara ek olarak, Avrupa Topluluğu "Seismic Performance Assessment & Rehabilitation - SPEAR" (2001-05 tarihleri arasında ve 1.344.442 € bütçeli), "Advanced Centre of Excellence in Structural & Earthquake Engineering – ACES" (2008-12 tarihleri arasında ve 1.100.000 € bütçeli) ve "Seismic Engineering Research Infrastructures for European Synergies – SERIES" (2009-13 tarihleri arasında ve 8.700.000 € bütçeli ) adlı araştırma projelerinin koordinasyonunda görev üstlenmiştir.

*Professor of concrete structures at the Civil Engineering Department of the University of Patras, Greece and director of its Structures Laboratory. He holds MSc degrees in Civil Engineering (1977) and Nuclear Engineering (1978) and a PhD in Structural Engineering (1979), all from the Massachusetts Institute of Technology (MIT), where he taught at the Civil Engineering Department until 1983 to the rank of Associate Professor. He is Honorary President of the International Federation for Structural Concrete (fib), after serving as President of fib in 2009-10, Deputy President in 2007-08 and Presidium Member from 2002 to 2012. He is currently Vice Chairman of CEN/TC250: "Structural Eurocodes" (2013-2016) and one of the Directors of the International Association of Earthquake Engineering (IAEE).*

*As Chairman of the CEN sub-committee CEN/TC250/SC8 for Eurocode 8, "Design of Structures for Earthquake Resistance" (1999-2005), he led the development of its six parts as the first generation European Standards for seismic design.*

*He is currently Associate Editor of "Bulletin of Earthquake Engineering" and Editorial Board Member of "Earthquake Engineering & Structural Dynamics", "Earthquake Spectra", "Journal of Earthquake Engineering", "Structural Concrete" and "Earthquakes and Structures". He was Chairman of the Scientific Committee of the 3rd fib Congress in Washington DC (2010) and of the fib Symposium "Concrete: 21st Century Superhero – Building a Sustainable Future" in London (2009) and of the Organizing Committee of the fib Symposium "Concrete Structures in Seismic Regions" in Athens, May 2003.*

*He has authored "Seismic Design, Assessment and Retrofitting of Concrete Buildings" (Springer, 2009, under translation by China Architecture & Buildings Press), is the lead author of "Seismic Design of Concrete Buildings per Eurocode 8" (Taylor & Francis, CRC Press, 2015) and of "Designers' Guide to EN1998-1 and EN1998-5: Eurocode 8-Seismic actions, buildings, foundations & retaining structures" (ICE Publishing 2005, 2011, published also in Italian by EPC Editore, 2011, in Greek by Kleidarithmos, 2011 and in Russian by M-CY, 2013). He is co-author of "Designers' Guide to EN1998-2: Eurocode 8-Bridges" (ICE Publishing 2012) and author or co-author of 25 Chapters in international books. He is the editor or co-editor of four books published by Springer from 2010 to 2013. He has over 200 papers in international journals or conference proceedings (among them, 25 invited lectures). He received the 1993 Wason Medal of the American Concrete Institute for the best paper in materials.*

*He co-ordinated the European Community's research projects "Seismic Performance Assessment & Rehabilitation - SPEAR" (2001-05, 1,344,442 €), "Advanced Centre of Excellence in Structural & Earthquake Engineering – ACES" (2008-12, 1,100,000 €) and "Seismic Engineering Research Infrastructures for European Synergies – SERIES" (2009-13, 8,700,000 €).*

## Yeni Eurocode 8'de Performans Esaslı Deprem Tasarım Felsefesi

M. N. Fardis

Avrupa Deprem Mühendisliği 1990'dan bu yana, Avrupa sismik tasarım standardı Eurocode 8'in geliştirilmesi konusuna odaklanmıştır. 1985 yılında, 1978 CEB/FIP Model Standardına yapılan "Sismik Ek"; hem 1990'lara doğru çıkarılan Eurocode 8'in ön-standard versiyonunun hem de 10 yıl sonra çıkarılacak Avrupa Standardının (EN) esasını teşkil etmiştir. Söz konusu bu sismik yönetmelik ve standartlarda, sismik tasarımın kuvvet-esasına göre Can Güvenliği ve Hasar Sınırlandırılması gibi iki temel Sınır Durum için hesaplama öngörülür. Can Güvenliği için %5 sönümlü elastik spektrum değerine uygulanacak azaltma faktörü, Süneklilik Sınıfı (Düşük, Orta veya Yüksek) seçimine bağlıdır; zaman içinde uygun azaltma faktörüne sahip süneklilik faktörleri elde etmek amacıyla yönelik ayrıntılı kurallar oluşturulmuştur.

2004 EN-Eurocode 8, elastik olmayan sismik davranışın kontrolünde kılcal çatlakların önlenmesi ve temel in elastik durumunu koruması bakımından en üst iki sınıf kapasite tasarımını kullanır. Bu eşdeğer yatay kuvvet metodu ile modal davranış spektrum analizini destekler ve yeni binaların kapasiteye karşı deformasyon talebinin doğrudan kontrol edilmesi suretiyle tasarlanmasına ve doğrusal olmayan analize izin verir. Binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesine yönelik olarak ise 2005 EN-Eurocode 8'de doğrusal olmayan analizlerle yapılan kapsamlı bir performans -ve yer değiştirme- esaslı yaklaşım öngörülmüştür. Burada sismik yer değiştirme taleplerinin gerçekçi biçimde tahmin edilebilmesi için, gerek deformasyon açısından yapısal elemanların doğrulanması amacıyla plastik mafsalların eğilme -veya kayma- kontrollü deformasyon kapasitesi bakımından önemli ifadeler yer almaktadır. EN-Eurocode 8'in bir sonraki revizyonunda, bu yaklaşım yeni binaların tasarımı için de uyarlanabilir.

İkinci yeni nesil EN-Eurocode 8 hazırlık çalışmalarının fazları şöyledir: 2020 Avrupa Standartları takımını tamamlamak üzere, teknik çalışmalar 2015'de başlayacaktır. Bu yeni yazımda, öncelikle üzerinde durulan hususlar pratikte kullanım kolaylığı, basitleştirme ve konsolidasyondur. Bir başka deyişle amaçlanan, genişleme ve dönüşme yerine derinleşme ve evrimdir. Teknik bakımdan bu temel anlayışa muhalif olarak Eurocode 8 evrimine aşağıdaki 5 husus eklenmesi öngörülür:

1. Literatürdeki en gelişmiş modellere göre sismik tehlikenin uyumu,
2. EN-Eurocode 8 de bulunan Performans -ve yer değiştirme- esaslı tasarım yaklaşımının deformasyon kapasitelerinin ölçülmesine ve doğrusal olmayan analizlere vurgu yapılarak derinleştirilmesi,
3. Mevcut köprülerin değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi,
4. Hâlihazırda standart kapsamında olmayan yapı tipleri (alüminyum yapılar, kirişsiz döşeme sistemleri, rezerve sünekliliğe sahip binalar) veya daha fazla önem gerektiren yapılar (kâgir veya ahşap yapılar),
5. Hasar kontrolünü sağlamak üzere binalarda bulunan yığıma iç dolgularla veya bina kaplamalarının tasarımı veya kontrolü.

1. madde için Avrupa Toppluluğu projesi SHARE kapsamında geliştirilen modeller ve prosedürlere başvurulacaktır. 2. Madde için Yapısal Beton Uluslararası Federasyonu fib ve ECCS'den (İnşaat Çeliği İşleri Avrupa Konvansiyonu) tarafından geçtiğimiz günlerde geliştirilen önerilerden destek alınabilir. 3. Madde için yeni nesil Eurocode kapsamında - özellikle her tip yapı için her tür eyleme karşı değerlendirme ve güçlendirmesine vurgu yapmak suretiyle yaratılan sinerjiden yararlanılabilir. 4. Maddede, Avrupa'nın ihtiyaç ve öncelikleri olan konularda mevcut bilgi ve birikimle hizmet edilecektir. 5. Maddede ise, ihtiyaç duyulan hususlar ile mevcut State of the Art in bunlara ne önerebileceği tartışılacaktır.

## Next Eurocode 8 and Performance-Based Seismic Design Philosophy

M. N. Fardis

*Since the 1990s, European Earthquake Engineering has focused on the development of a European Standard for seismic design, Eurocode 8. The 1985 "Seismic Annex" to the CEB/FIP Model Code 1978 was the basis for the pre-Standard version of Eurocode 8 in the early 1990s and of the European Standard (EN) one decade later. Seismic design in all these codes is force-based and for two Limit States: Life Safety and Damage Limitation. The reduction factor applied to the 5%-damped elastic spectrum for Life Safety depends on the choice of Ductility Class: Low, Medium or High; prescriptive detailing rules are employed in order to achieve local ductility factors commensurate to the reduction factor.*

*The EN-Eurocode 8 of 2004 uses for the two upper Classes capacity design to control the inelastic seismic response, prevent brittle failures and keep the foundation elastic; it promotes modal response spectrum analysis over the equivalent lateral force method and allows design of new buildings with nonlinear analysis and direct verification of flexural deformation demands against the capacities. For the evaluation and retrofitting of buildings, the EN-Eurocode 8 of 2005 adopted a full-fledged performance- and displacement-based approach with nonlinear analysis (sometimes simplified into linear with the 5%-damped spectrum for the deformations and equilibrium for the forces); it gives expressions for the flexure- or shear-controlled rotation capacity of plastic hinges for the purposes of direct verification of members in terms of deformations, as well as for the secant-to-yield-point stiffness of members to be used in the analysis, linear or nonlinear, in order to realistically estimate the seismic deformation demands. In the forthcoming revision of EN-Eurocode 8 the same approach may also be adopted for the design of new structures.*

*The stage has been set for the preparation of the second generation of EN-Eurocodes: the technical work will start in 2015, with the aim to complete the new suite of European Standards by 2020. The overriding consideration for the next generation of EN-Eurocodes is improvement of ease of use in practice, simplification and consolidation, in other words deepening and evolution, rather than expansion and revolution. Against this backdrop from the technical point of view, five arrows are emerging in the evolution of Eurocode 8:*

1. Harmonization of the seismic hazard according to State-of-the-Art models;
2. Deepening of the performance- and displacement-based design approach presently in EN-Eurocode 8, with emphasis on the quantification of deformation capacities and on nonlinear analysis;
3. Assessment and retrofitting of existing bridges;
4. Building types which are not covered presently (aluminium buildings, flat slab concrete frames, buildings with supplemental energy dissipation) or deserve more attention (e.g., masonry or timber construction);
5. Verification or design of masonry infills or veneers in buildings for better damage control.

*For arrow no. 1, recourse will be made to the models and procedures developed in the framework of European Commission project SHARE. Arrow no. 2 may draw support from recent developments and proposals by fib (the International Federation of Structural Concrete) and ECCS (the European Convention for Constructional Steelwork). Arrow no. 3 will profit from synergies with the new Eurocode-wide emphasis on assessment and retrofitting for all types of construction and against all types of actions (conspicuously absent in all first generation Eurocodes, except EN-Eurocode 8). Europe's needs and priorities concerning arrow no. 4 will be served well by the available knowledge and expertise; it is arrow no. 5, however, where the needs may outstrip what the current State-of-the-Art can offer.*



## André Filiatrault

André Filiatrault, New York State Üniversitesi'nde İnşaat, Yapı ve Çevre Mühendisliği profesörü ve "Institute for Advanced Study of Pavia, Italy (IUSS)"de tam zamanlı görevli profesördür.

Ön lisansını 1993 yılında Serbrooke Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden, yüksek lisansını (1985) ve doktorasını (1988) British Columbia Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Fakültesi'nden aldı. British Columbia Üniversitesi'nde iki yıl yardımcı profesör olarak görev aldıktan sonra 1997 yılında tam zamanlı olarak Montreal Üniversitesi'nin bir bölümü olan "Department of Civil Engineering at Ecole Polytechnique"e dahil oldu. Profesör Filiatrault San Diego California Üniversitesi'ne 1998 yılında katıldı. Bu dönemden 2003 yılına kadar yapı mühendisliği profesörü olarak çalıştı ve 2003'den 2007'ye kadar "Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER)"da genel direktör yardımcısı olarak görev aldı. 2008'den 2011'e kadar MCEER'in genel direktörlüğünü de yaptı.

Son 27 yıldır, İnşaat Mühendisliği yapılarının ve yapısal olmayan bina elemanlarının sismik testleri, analizleri ve tasarımları konularında çalışmaktadır. Kendisi ayrıca sürtünme esaslı sönümleyici sistemlerin geliştirilmesinin öncülerindedir. Son zamanlarda, yapısal olmayan bina elemanlarının gerçek-zamanlı sismik testlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla ilk defa geliştirilen büyük çaplı kat hareketleri üretebilen test ekipmanlarının tasarımı ve hizmete alınması konusunda çalışmıştır.

Profesyonel çalışmaları, araştırmaları ve eğitimleri sonucunda dört ders kitabı ve bağımsız kontrolden geçen 285 bilimsel makalesi bulunmaktadır.

1990 yılında, ahşap perde duvarların statik ve dinamik analizleri için yenilikçi sayısal modellerin geliştirilmesi için yaptıkları çalışmalar ile "Kanada İnşaat Mühendisleri Topluluğundan (CSCE)", Sir Casimir Stanislaus Gzowski ödülüne layık görülmüştür. 2002 yılında, ahşap perde duvarların döngüsel analizi için sayısal modellerin geliştirilmesi adına yaptıkları çalışmalar ile "Amerikan İnşaat Mühendisleri Topluluğundan (ASCE)", Moisseiff ödülüne layık görülmüştür. 2008 yılında, titreşim yalıtımlı Isıtma ve Havalandırma ekipmanlarının sismik performansını üzerine yapmış olduğu deneysel çalışması ile ASHRAE (eski Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Topluluğu) Transactions Paper ödülüne layık görülmüştür. Yine 2008 yılında, Filiatrault deprem mühendisliği alanında yaptığı katkılar için New York State Üniversitesi Araştırma Kurumundan, "Outstanding Researcher/Scholar" ödülüne layık görülmüştür. André Filiatrault Quebec, Kanada'da lisanslı yetkin mühendis olarak kariyerine devam etmektedir.

*André Filiatrault is a professor in the Department of Civil, Structural and Environmental Engineering at the State University of New York at Buffalo in Buffalo, NY, USA and a full-time Professor at the Institute for Advanced Study of Pavia (IUSS), Italy.*

*He received his master's (1985) and Ph.D. (1988) degrees in civil engineering from the University of British Columbia after obtaining his bachelor's degree in civil engineering from Université de Sherbrooke in 1983. After a two-year stint as an assistant professor at the University of British Columbia, he joined the Department of Civil Engineering at École Polytechnique, part of Université de Montréal, where he became a full professor in 1997. Professor Filiatrault joined the faculty at the University of California, San Diego in 1998, where he was a professor of structural engineering until 2003. From 2003 to 2007, he served as the Deputy Director of the Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER). Professor Filiatrault also served as the Director of MCEER from 2008 to 2011.*

*His research over the last 27 years has focused on the seismic testing, analysis and design of civil engineering structures and nonstructural building components. Professor has been a pioneer in the development of supplemental damping systems using friction braced connections. More recently, he led the design and commissioning of the first testing equipment able to reproduce full-scale floor motions in order to conduct real-time seismic testing of nonstructural building components.*

*The professional achievements resulting from his research and teaching activities include four textbooks and more than 285 peer-reviewed scientific publications.*

*In 1990, he received the Sir Casimir Stanislaus Gzowski Medal from the Canadian Society for Civil Engineering for the development of innovative numerical models for the static and dynamic analysis of wood shear walls. In 2002, he was awarded the Moisseiff Award from the American Society of Civil Engineers for the development of numerical models for the cyclic analysis of wood shear walls. In 2008, he received the ASHRAE (formerly the American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) Transactions Paper Award for an experimental study on the seismic performance vibration isolated HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) equipment. In 2008 also, Filiatrault received the Outstanding Researcher/Scholar Award from the Research Foundation of the State University of New York for his contributions to the field of earthquake engineering. André Filiatrault is a professionally licensed engineer in the Province of Québec, Canada.*

## Yapısal Olmayan Elemanların Deprem Performansı ve İlgili Yönetmelik Kuralları

Andre Filiatrault ve Timothy Sullivan

Deprem Mühendisliğinde performans tabanlı yöntemlerin gelişimi ve uygulanması ile yapısal olan ve olmayan elemanlar arası uyumun sağlanması hayati bir önem kazanmıştır. Deprem sonrası yapısal elemanların deprem performansının hemen kullanımı sağlansa da mimari elemanlar, mekanik ve elektrik ekipmanların bu düzeyi sağlamaması bütün yapının deprem sonrası kullanılabilirliğini etkileyecektir. Yapısal olmayan elemanların performanslardaki yetersizlikler yakın zamanlarda dünya genelinde meydana gelen depremlerde görülmektedir. Dahası, yapısal olmayan elemanlardaki hasarlar sismik olaylar sonrasında hastaneler gibi kritik yapıların işlevselliğini etkilemektedir.

Bu tür yapılarda genellikle yapısal olmayan elemanların ve ince işlerin yatırım maliyetleri yapısal elemanların ve çerçeve sistemlerinin maliyetlerine oranla çok daha fazladır. Bu bakımdan, geçmiş depremlerin birçoğunda yapısal olmayan elemanların yıkımı nedeniyle oluşan kayıpların yapısal hasarların oluşturduğu zararın çok üzerinde kayba neden olması sürpriz olmamıştır. Daha önemlisi, yapısal olmayan elemanlarda oluşabilen hasarlar güvenlik tehlikesi yaratabileceği gibi binada bulunan kişilerin binadan çıkışları veya kurtarma ekiplerinin binaya girmesini engelleyebilir. Yapısal olmayan elemanların sismik tasarımları hakkında mevcut bilgiler yapısal elemanlarınkilerle ve yapısal sistemlere göre nispeten daha kısıtlıdır. Konu hakkındaki araştırmalar oldukça yetersiz olup, mevcut olan kodlar ve yönetmelikler, deneyler ve analitik sonuçlar yerine daha önceki deneyimler, mühendislik kabulleri ve öngörüler esas alınarak oluşturulmuştur. Tasarımcılar ve Mühendisler çoğu zaman deprem sonrasında hasar nedenlerini gözlemleyerek tekrarlarına karşı önlemler almaya çalışmışlardır. Bu da, yapısal olmayan elemanların tecrübeye dayalı mevcut sismik düzenleme ve yönetmeliklerini oluşturmuştur. Bu sunum yapısal olmayan elemanların analizi ve tasarımı konusunda mevcut bilgileri özetleyerek gelecekte doldurulması gereken eksiklerin üzerinde duracaktır.

Burada, Amerikan İnşaat Mühendisleri Topluluğu (ASCE) 7-10 ile Eurocode 8'de yer alan yapısal olmayan elemanlara yönelik sismik hükümler, Federal Acil Durum Yönetimi Ajansı (FEMA)'nın yayınladığı E-74 Kılavuzunda özellikle yapısal olmayan deprem zararlarına yönelik risklerin azaltılmasına ilişkin hükümlerle birlikte tartışılacaktır. Sunumda son olarak, deprem mühendisliğinde yakın geçmiş teamüller dikkate alınacak, sismik tasarım alanındaki en son gelişmeler ve yapısal olmayan elemanlar için gerekli olan özel hususlardan edinilen deneyim ve ipuçları kullanılarak, performans esaslı sismik tasarım yönteminin yapısal olmayan elemanlar için nasıl uyarlanabileceği konusu araştırılacaktır.

## Performance-based Seismic Design of Nonstructural Building Components: The Next Frontier of Earthquake Engineering

Andre Filiatrault and Timothy Sullivan

*With the development and implementation of performance-based earthquake engineering, harmonization of performance levels between structural and nonstructural components becomes vital. Even if the structural components of a building achieve a continuous or immediate occupancy performance level after a seismic event, failure of architectural, mechanical or electrical components can lower the performance level of the entire building system. This reduction in performance caused by the vulnerability of nonstructural components has been observed during recent earthquakes worldwide. Moreover, nonstructural damage has limited the functionality of critical facilities, such as hospitals, following major seismic events.*

*The investment in nonstructural components and building contents is far greater than that of structural components and framing. Therefore, it is not surprising that in many past earthquakes, losses from damage to nonstructural components have exceeded losses from structural damage. Furthermore, the failure of nonstructural components can become a safety hazard or can hamper the safe movement of occupants evacuating buildings, or of rescue workers entering buildings. In comparison to structural components and systems, there is relatively limited information on the seismic design of nonstructural components. Basic research work in this area has been sparse, and the available codes and guidelines are usually, for the most parts, based on past experiences, engineering judgment and intuition, rather than on objective experimental and analytical results. Often, design engineers are forced to start almost from square one after each earthquake event: to observe what went wrong and to try to prevent repetitions. This is a consequence of the empirical nature of current seismic regulations and guidelines for nonstructural components. This presentation summarizes current knowledge on the seismic design and analysis of nonstructural building components, identifying major knowledge gaps that will need to be filled by future research.*

*In particular, the seismic provisions for nonstructural components included in the American Society of Civil Engineers (ASCE) 7-10 and the Eurocode 8 will be discussed along with the Federal Emergency Management Agency (FEMA) E-74 Guidelines for the reduction of the risks of nonstructural earthquake damage. Finally, considering recent trends in earthquake engineering, the presentation explores how performance-based seismic design might be conceived for nonstructural components, drawing on recent developments made in the field of seismic design and hinting at the specific considerations required for nonstructural components.*



## Polat Gülkan

Prof. Dr. Polat Gülkan, yaş haddinden dolayı emekli olduğu Mayıs 2011 tarihine kadar Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde görev yaptı. ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde en son üstlendiği sorumluluk Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi başkanlığıydı. Temmuz 2011'den itibaren Çankaya Üniversitesi'nde yeni kurulan İnşaat Mühendisliği bölüm başkanlığına atanmış bulunmaktadır.

Uzmanlık ve ilgi alanı açısından Polat Gülkan 1971 yılından bu yana deprem mühendisliği disiplinine odaklanmıştır. Türkiye'de bu alanda üniversite doçenti unvanına hak kazanan ilk kişidir. Prof. Dr. Polat Gülkan 1996-2004 döneminde merkezi Japonya'nın Tokyo şehri olan International Association for Earthquake Engineering (IAEE) yönetim kurulu üyeliği, 2004-2008 arasında ise aynı kuruluşun icradan sorumlu başkan yardımcısı görevlerini yürütmüş ve 2010-2014 döneminde bu kuruluşun başkanlığını yapmıştır. Polat Gülkan ayrıca 2005-2008 döneminde Earthquake Engineering Research Institute (EERI) yönetim kurulu üyeliği görevi yapmıştır.

ABD'nin California Eyaletinden alınmış olan "profesyonel mühendis" unvanı sahibidir. Bu ünvanla gerçekleştirdiği mesleki çalışmaları kapsamında BM, Dünya Bankası, AB Komisyonu, NATO, OECD, IAEA, TAEK Bayındırlık ve İskân Bakanlığı ve uygulayıcı firmalar gibi uluslararası veya ulusal kuruluşlar nezdinde çok sayıda müşavirlik hizmetleri bulunmaktadır. Özel ilgi alanlarından birisi olan deprem tehlikesinin tayini konusunda yürüttüğü çalışmalar sonucu 1996'dan beri ülkemizde yürürlükte olan deprem bölgeleri haritasının hazırlanmasını sağlamıştır. İlgilendiği diğer ana başlıklar afetlere karşı bölgesel planlama, şehirlerdeki risklerin tayini, bina hasar değerlendirmesi ve güçlendirmesi şeklinde özetlenebilir. TAEK adına ülkemizde nükleer teknoloji merkezlerinin yer tayininde ve deprem tehlikesi belirlenmesinde anahtar müşavirlik hizmetleri yapmıştır.

Prof. Dr. Polat Gülkan 2007'den bu yana SCI ana listesindeki inşaat mühendisliği alanında 3.744 değeri ile en yüksek "etki faktörü" ne sahip olan Earthquake Spectra dergisinin baş redaktörüdür. Kendisi ayrıca "Earthquake Engineering and Structural Dynamics", "Engineering Structures", "TÜBİTAK Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences" ile "Advances in Civil Engineering" dergilerinin yazı kurullarında görevlidir. Ayrıca "Journal of Seismology", "Journal of Earthquake Engineering", "Journal of Structural Engineering and Mechanics" ve "Journal of Seismology and Earthquake Engineering" gibi dergiler için hakemlik görevi yapmaktadır.

Profesör Gülkan 2004 yılında NATO Science Prize ve 2007 yılında ise Türkiye'deki bilim insanlarına tevdi edilebilen en yüksek paye olan TÜBİTAK Bilim Ödülüne layık görülmüştür.

*Prof. Dr. Polat Gülkan was professor in the Department of Civil Engineering, Middle East Technical University until his retirement in 2011. He last served as director of the Earthquake Engineering Research Center. He has now joined the academic ranks of Çankaya University as professor of civil engineering in the newly established Department of Civil Engineering.*

*Mr. Gülkan is an earthquake structural engineer, and has been active in many areas of global hazard mitigation from 1971. He has served on the Board of Directors of the International Association for Earthquake Engineering (IAEE) during 1996 – 2004. He was appointed for a four-year term as executive vice president of the same organization in 2004. He was then elected to the presidency of IAEE in 2008, and following a two-year period as President Elect he has served as President during the period 2010-2014. He is currently the IAEE Past-President.*

*Mr. Gülkan was on the Board of Directors of Earthquake Engineering Research Institute (EERI) for the period of 2005 to 2008. A registered professional civil engineer in California, he has been involved through many projects and consultancies with the UN, World Bank, EU Commission, NATO, OECD, IAEA, EU as well as commercial firms. His professional work has dealt also with earthquake hazard, culminating in the earthquake hazard zones map for Turkey that went into effect in 1996, spatial planning, urban hazard assessment, natural disaster insurance, structural intervention principles for buildings and nuclear safety. He has served as a consultant for site selection studies for the Turkish Atomic Energy Authority.*

*Dr. Gülkan was Editor for Earthquake Spectra during 2008-13, the leading journal in the civil and earthquake engineering field that is included in the Core List of the Science Citation Index (SCI). He is serving on the Editorial Boards of "Earthquake Engineering and Structural Dynamics", "Engineering Structures", "TÜBİTAK Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences and Advances in Civil Engineering". He has done article reviews for "Journal of Seismology", "Journal of Earthquake Engineering", "Journal of Structural Engineering and Mechanics", and "Journal of Seismology and Earthquake Engineering".*

*Professor Gülkan has been awarded the NATO Science Prize in 2004 and the Science Award of the Scientific and Technological Research Authority (TÜBİTAK) in 2007, the highest medal of professional recognition of his country.*

## Performans Esaslı Deprem Tasarımının Soy Ağacı – Günümüz, Geçmişin Yeniden Elden Geçmiş Bir Düzenlemesi midir?

M.A. Sözen<sup>1</sup>, P. Gülkan<sup>2</sup> ve A. İrfanoğlu<sup>1</sup>

Fransa'daki Beauvais Katedrali tasarım ve yapımı bakımından, yıllar içerisinde performans esaslı yapı tasarımına mükemmel bir örnek teşkil eder. Katedral'in inşası 1225 yılında gökyüzüne erişmek arzusu ile başlatılmıştır. 1284'de yapım esnasında, tonoz çatının 48 m'ye eriştiği sırada, destekleyen duvarlar çöker. Daha yükseğe gidebilmek için bir başka teşebbüste bulunulur, bu defa yeni bir çökme hadisesi daha yaşanır. Bunun üzerine, yeterli performansın elde edilememesi daha yükseğe çıkılmaması kararına yol açar.

18nci yüzyılda Roma'daki S. Pietro kilisesinin kubbesindeki çatlamanın şimdilerde "virtüel iş" diye bildiğimiz prosedüre benzer bir yol kullanılarak tamirinden sonra yapısal tasarım (Cross'un adlandırdığı gibi) artık, tecrübeye dayalı bilim ile sanatın karışımı bir "marifet" haline gelir. Bu temel ilke, bazen bilgisayarlaştırılmış doğrusal olmayan hesapların düzmece hassasiyetteki sonuçlarına kurban edilmektedir.

İtalyan mühendislik camiası, bina yapılarının depreme karşı bilimsel bir esas geliştirmeye yönelik ilhamını 1908 Messina depremi sonrası yaşanan aşırı hasardan almıştır. İşin tam olarak öyle olmadığını bilmelerine rağmen 20. Yüzyılın başındaki mühendis kadrolarının kuvvetlere dayalı hesap yaklaşımıyla daha aşına bulduklarını göz önüne alan tasarım yöntemini, düşey kuvvetlerin taleplerini hayali yatay kuvvetlerin talepleriyle bir araya getiren bir yöntem üzerine kurmuşlardır. Bu yaklaşım uluslararası mühendislik camiası tarafından hemen kabul görmüştür, çünkü şartnamelerdeki hükümlerin reçete tarzında ifade edilmesi imkânı doğmuştur. Çoğu binanın performansının kuvvet değil birinci derecede yer değiştirme ile ilgili bulunduğu idrak edilmesi için neredeyse bir yüz yılın geçmesi gerekmiştir. İzafe yer değiştirmenin ana tasarım kıstası haline gelmesiyle gözlenip ölçülebilen bu yaklaşımın tasarım kriteri olarak tanınması performansın gözle görülebilir ve ölçülebilir hale gelmesiyle öne çıkmıştır.

Bu metinde bina türü yapıların depreme dayanıklı tasarımı bakımından iki ana noktaya odaklanmış bulunuyoruz. (1) Can güvenliği ve (2) Yatırımın Korunması. Bu iki talebin günümüz "Performans Esaslı Yapı Tasarımı" ile ilişkilendirilmesi gerçekleştirilmektedir. Son yarım yüzyılda gelişip olgunlaşan PDDT yaklaşımının takip ettiği güzergâha kişisel bakışımızı sunulmakla beraber amacımız tarih yazımı değildir.

## Genealogy of Performance-Based Seismic Design: Is the Present A Re-Crafted Version of the Past?

M.A. Sözen<sup>1</sup>, P. Gülkan<sup>2</sup> and A. İrfanoğlu<sup>1</sup>

A perfect example of performance-based building design is the design and construction of the cathedral at Beauvais, France, during the years. The construction of the cathedral was initiated in 1225 with the desire of reaching the sky. In 1284, as the vaulting reached 48 m, supporting walls collapsed during construction. Another effort was made to go higher but it also was terminated by another collapse. It was then decided not to go any higher because satisfactory performance was clearly elusive.

Following the repair of the cracks in St. Peter's dome in Rome in 18th century using a procedure related to what is currently called "virtual work," structural design has been (as Cross called it) a "craft", or something between science and art that is based on experience. This important linchpin is sometimes sacrificed to the false exactness provided by computerized nonlinear analysis.

It was the extreme damage from the Messina earthquake of 1908 that inspired the Italian engineering community to develop a scientific base for design of earthquake resistance of building structures. Knowing better but realizing that the engineering community of early 20th century would be more at home with force related design, they based their design procedure on mythic/imaginary lateral forces of which demands could be readily combined with requirements of gravity forces. The approach was readily accepted by the international engineering community because it permitted prescriptive provisions to be drafted for codes. It took over a century to realize that drift, and not force, was the primary driver for the earthquake performance of most buildings. Recognition of drift as a design criterion put the emphasis on performance that could be seen and measured.

In this text we intend to focus on the two main requirements of earthquake-resistant design of building structures: (1) Life Safety and (2) Protection of the Investment and relate the two demands to current concepts of "Performance-Based Building Design." While we provide a personalized vision for the way in which the PBSE framework developed and matured during the last half century, a thorough historiography is not within the scope of the text.

<sup>1</sup> School of Civil Engineering, Purdue University, W. Lafayette, IN 47907

<sup>2</sup> Department of Civil Engineering, Çankaya University, Ankara 06790

<sup>1</sup> School of Civil Engineering, Purdue University, W. Lafayette, IN 47907

<sup>2</sup> Department of Civil Engineering, Çankaya University, Ankara 06790



## Farzad Naeim

Tahran Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde lisans derecesini tamamladıktan sonra, yüksek lisans ve doktora derecelerini Güney Kaliforniya Üniversitesi'nde (USC) tamamladı.

Naeim, Kaliforniya Irvine'da faaliyet gösteren Farzad Naeim Şirketinin kurucusu ve başkanıdır. Şirketini kurmadan önce, John A. Martin & Associates (JAMA) firmasında Teknik Müdür olarak görev almıştır. Naeim, araştırma ve geliştirme projelerinde, deprem mühendisliği çalışmalarında ve özel bilgisayar uygulamalarının tasarımında çalışan uzman ekiplerine yönlendirici ve yönetici katkıda bulunmuştur. Farzad, 1984'te JAMA'nın Araştırma ve Geliştirme bölümünü kurmuştur. Bu ekiple, bugünkü yapısal tasarım gereksinimlerinin mevcut bilgisayar yazılım paketlerinin sağladığı olanakların ötesinde olduğunu görmüş ve hazırladıkları hesaplama araçları ile yapısal analiz ve depreme dayanıklı yapı tasarımı amaçlı olarak daha da geliştirmiştir.

Naeim, geliştirdiği ileri mühendislik ve bilgisayar çözümleri ve teknolojileri sayesinde önemli bir uluslararası üne kavuşmuştur. Kendisi deprem zararlarının karakteristikleri ile bunların sismik tasarım uygulamalarına etkileri üzerine yapmış olduğu çeşitli çalışmalarından ötürü "Deprem Mühendisliği Araştırma Enstitüsü (EERI)", "Federal Acil Yönetim Ajansı (FEMA)", "Kaliforniya Kuvvetli Yer Hareketi Enstrümantasyon Programı", "Applied Technology Council (ATC)", "United States Geological Survey (USGS)" gibi çok çeşitli kuruluşlardan ve programlardan hibeler almıştır. Naeim, "Deprem Mühendisliği Araştırma Enstitüsü (EERI)" Başkanı, "Birleşik Devletler Deprem Mühendisliği Simülasyon Şebekesi (NEES)" Yönetim Kurulu Kurucu Başkanı ve "10. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı" Başkanlığı gibi hizmetlerde de bulunmuştur.

Naeim, Los Angeles Yüksek Binalar Yapısal tasarım Konseyi eski başkanı ve üyesidir; EERI eski başkanı ve onur üyesidir; "Güney Kaliforniya Yapısal Mühendisler Derneği (SEASE)" eski Yönetim Kurulu üyesidir. Kendisinin "Amerikan Beton Enstitüsü (ACI)", "Amerikan İnşaat Mühendisleri Odası (ASCE)", "Amerikan Çelik İnşaat Enstitüsü (AISC)", LACBA, SCEC Danışma Konseyi, NEES Yönetim Kurulu, Caltrans Sismik Danışma Kurulu, IAEE Yönetim Kurulu gibi kuruluşlarda da üyelikleri bulunmaktadır. Naeim, Avrupa Sismik Tehlikenin Azaltılmasında İleri Çalışmalar Okulu (ROSE); UCLA Endüstri Danışma Kurulu üyeliği ile USC ve UCI kuruluşlarında okutman olarak görev aldığı gibi, Earthquake Spectra, Structural Design of Tall and Special Buildings ve the World Housing Encyclopedia dergilerinin editorial komitesinde de aktif olarak görevlidir.

Kendisinin bizzat ve yardımcı yazar olarak yazdığı 168 bilimsel makale ve yayını, dört kitabı, 48 yazılım sistemi ve 14 kitap bölümü bulunmaktadır.

*He received his master's and Ph.D. degrees in structural engineering from the University of Southern California after obtaining his bachelor's degree in civil engineering from University of Tehran.*

*Dr. Farzad Naeim is the founder and President of Farzad Naeim, Inc. in Irvine, California. Prior to founding his firm, he was the Technical Director at John A. Martin & Associates (JAMA) and its legal counsel. He regularly managed and facilitated activities of internal teams of experts in research and development activities, special seismic studies, and the design of specialized computer applications. Farzad founded JAMA's R&D Department in 1984 on the premise that today's unique structural design solutions demand more than what is provided by off-the-shelf computer software packages, with the mission to take the best technology publicly available and develop it into tailor-made computing facilities, design methodologies, analysis software, and earthquake-resistant design technologies.*

*He developed an international reputation for cutting edge engineering and computer technology, and was awarded grants by such diverse agencies as the Earthquake Engineering Research Institute (EERI), the Federal Emergency Management Agency (FEMA), the County of Los Angeles, the California Strong Motion Instrumentation Program, Applied Technology Council (ATC), and the United States Geological Survey (USGS), for studying various damage characteristics of earthquakes and their impact on seismic design practice. He has served as Editor-in-Chief of Earthquake Spectra, President of EERI, inaugural Chair of the Governance Board of the U.S. Network for Earthquake Engineering Simulation (NEES), and the Chair of the 10th U.S. National Conference on Earthquake Engineering.*

*He is affiliate of the Los Angeles Tall Buildings Structural Design Council (Past President); EERI (Past President and Honorary Member); Structural Engineers Association of Southern California (past member of Board of Directors); American Concrete Institute; American Society of Civil Engineers; American Institute of Steel Construction; LACBA; ; SCEC Advisory Council; NEES Governance Board; Caltrans Seismic Advisory Board; IAEE Board of Directors; European School for Advanced Studies in Reduction of Seismic Risk (ROSE); Past member of UCLA Industry Advisory Board; USC Lecturer and past Chair of Advisory Board; UCI Lecturer; Editorial Boards of Earthquake Spectra, Structural Design of Tall and Special Buildings, and the World Housing Encyclopedia.*

*He has authored and co-authored about 168 scientific papers and publications, four textbooks, 48 software systems and 14 book chapters.*



## A.B.D’de Yüksek Binaların Performans Esaslı Tasarımı

### Farzad Naeim

Performans Esaslı Tasarım (PBD), Amerika Birleşik Devletleri’nde deprem riskli bölgelerde yer alan yüksek binaların hesap ve tasarımında tercih edilen yöntemdir. Onlarca yüksek bina, PBD yöntemleri kullanılarak tasarlanmış ya da tasarlanıp inşa edilmiştir. Bu sunumda, bu tür yüksek binaların tasarımında esas alınan PBD uygulamalarına teşkil eden kılavuz ve yönetmelik dokümanlarına genel bir bakış açısıyla değinilecektir. Ayrıca, yüksek binaların tasarımı bakımından yönetmelik esaslı yaklaşımların eksikleri tartışılacaktır. Ardından, yüksek binaların performans esaslı tasarımına yönelik iki önemli kılavuz dokümanın hükümlerine yer verilecek ve uyumsuzlukları incelenecektir. Bunlar, 2010 yılı Pasifik Deprem Mühendisliği Araştırma Enstitüsü Yüksek Binalar İnişiyatifi (PEER-TBI) ile Los Angeles Yüksek Binalar Yapısal Tasarım Konseyi (LATBSDC) 2014 Kılavuzu ve ekleridir. Bu kılavuzların uygulama örnekleri de ayrıca sunulacaktır.

## A.B.D’de Bağımsız Kontrol Sistemi

### Farzad Naeim

Birleşik Devletler’de ayrıntılı bağımsız kontrol, yüksek binaların Performans Esaslı Tasarımının ayrılmaz parçasıdır. A.B.D’de PBD yöntemlerine göre tasarlanan ve inşa edilen birçok yüksek binanın bağımsız kontrol panel başkanı olarak konuşmacı engin deneyim sahibidir. Konuşmacı, bu deneyimi sırasında karşılaştığı ortak problemleri, bağımsız kontrol panelinin tekrar eden bu problemlere bulabildiği çözümleri, söz konusu binaların kontrolü sırasında bina sahibi, bina yetkilileri ve yapısal tasarım mühendislerinin kayıtları üzerinden dinleyicilerle paylaşacaktır. Ayrıca, sunumda uygulama yetkileri, yetki alanları ve tüm bunların etkileri bakımından bağımsız kontrol gerekliliklerinde yapılan değişiklikler tartışılacaktır.

## Guideline Documents for Performance Based Seismic Design of Tall Buildings in the United States

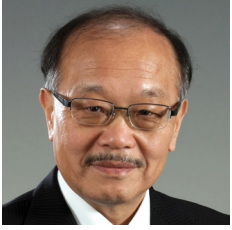
### Farzad Naeim

*Performance Based Design (PBD) is the method of choice for analysis and design of tall buildings in seismic regions of the United States. Dozens of tall buildings either have been designed and constructed or under design using PBD methodologies. This presentation provides an overview of the guideline documents, which form the basis of application of PBD for design of such tall buildings. The shortcomings of code-based prescriptive approaches for design of tall buildings are discussed. Then the provisions of the two most important guideline documents for performance based design of tall buildings, namely the Pacific Earthquake Engineering Research Center’s Tall Buildings Initiative (PEER-TBI) Guideline of 2010 and the Los Angeles Tall Buildings Structural Design Council (LATBSDC) Guideline of 2014 and its amendments are discussed and contrasted. Examples of application of these guidelines will also be presented.*

## Lessons Learned from Peer Review Process for the Performance Based Seismic Design of Tall Buildings in the United States

### Farzad Naeim

*Detailed peer review is an integral requirement for Performance Based Design (PBD) of tall buildings in the United States. Based on his vast experience as the Chair of the peer review panel for numerous tall buildings designed and constructed according to PBD procedures in the United States, the presenter will discuss common issues faced in peer review of such buildings and ways in which the owner, structural engineer of record for such buildings, the building officials, and the peer review panel can find solutions to these reoccurring problems.*



## Masayoshi Nakashima

Masayoshi Nakashima Japonya Kyoto Üniversitesi'nde (KU) profesördür ve araştırma faaliyetleri ile yapısal ve deprem mühendisliği araştırma eğitimlerinden sorumludur. Kyoto Üniversitesi'nden mezun olduktan sonra, Amerika Birleşik Devletleri'ne gitmiş ve doktora derecesini Lehigh Üniversitesi'nden almıştır. Japonya'ya döndükten sonra, Kyoto Üniversitesi'ne bağlı "Afet Önleme Araştırma Enstitüsü'ne (DPRI)" geçmeden önce; sırasıyla "İnşaat Bakanlığı Bina Araştırma Enstitüsünde (BRI)" ve Kobe Üniversitesi'nde görev yapmıştır. DPRI, 1951 yılında doğa bilimleri, mühendislik, enformatik ve sosyal bilimler gibi çeşitli uzmanlık dallarına mensup 100 den fazla fakülte üyesinin kurduğu özel bir araştırma kuruluşudur. Nakashima bu kuruluşun 2011 ve 2013 yılları arasında müdürlüğünü yapmış ve DPRI da yürütülen araştırma ve eğitim faaliyetlerine liderlik etmiştir.

Kendisinin araştırma konuları arasında, elastik olmayan çelik eleman ve çerçevelerin stabilitesi ve göçme davranışı, çelik bina yapılarının sismik analiz ve tasarımı ile deprem dayanım kapasitesinin simülasyonu amaçlı deneysel teknikler sayılabilir. Özellikle, hibrit simülasyon ve sarsma tablası testleri gibi deprem mühendisliğinde iki önemli deneysel tekniğin geliştirilmesinde öncülük yapmıştır. 2004 ve 2011 yılları arasında Nakashima, E-Savunma ve Yer Bilimleri ve "Afet Önleme Ulusal Araştırma Enstitüsü'nün (NIED)" kuruluş yöneticisi görevini yürütmüştür. E-Savunma dünyanın en büyük sarsma tablasının çalıştırıldığı bir araştırma merkezidir.

30 yılı aşkın bir süredir Nakashima ve öğrencileri, 300'den fazla teknik makale yayınlamışlar ve bunların yarısından fazlası dergi arşivlerinde yerini almıştır. Nakashima 70'den fazla lisansüstü öğrenci ile 29 doktora öğrencisine tez yöneticisi olmuştur. Kendisi ve öğrencileri tarafından yapılan araştırma çalışmaları, birçok yerel ödüle layık görülmüştür. Bunlar arasında Japon Mimarlar Enstitüsü'nün "Best Paper" Ödülü, Japon Çelik İnşaat Topluluğu'nun (JSSC) "Best Paper" Ödülü sayılabilir. Nakashima, Birleşik Devletler 'de de dört ödüle layık görülmüştür: ASCE Moisseiff Ödülü (2000), Özel Başarı Ödülü - AISC(2009), ASCE Ernest E. Howard Ödülü (2013) ile yakın zamanda gerçekleşen EERI George W. Housner Madalyası (2014). Japon Akademisi, kendisinin akademik kazanımlarını dikkate alarak, Nakashima'yı Birleşik Devletler Ulusal Akademisine eşdeğer olan "Japon Mühendislik Akademisi (EAC)" üyesi olarak seçmiştir. Kendisi ayrıca, "Japon Mühendisler Topluluğu (JFES)" üyesidir.

Kendi mesleğine katkı koymak amacıyla, Nakashima AIJ İkinci Başkanı olarak, "Deprem Mühendisliği Araştırma Enstitüsüne (EERI)" eşdeğer olan "Japon Deprem Mühendisliği Derneği (JAEE)" Yöneticiliği görevini üstlenmiştir. Halen "Uluslararası Deprem Mühendisliği Derneğinin (IAEE)" Yönetici Başkanı olarak görev yapmaktadır. Aynı zamanda, "International Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics (EESD)" dergisinin ve IAEE'nin resmi yayınının editörüdür. 2012 ISI Journal Citation Raporlarına göre EESD, Jeoloji Mühendisliği kategorisinde 32 dergi arasında 3. sırada ve İnşaat Mühendisliği kategorisinde yer alan 122 dergi arasında 15. Sırada yer almaktadır.

Masayoshi Nakashima is a Professor at Kyoto University, Japan, and has been engaged in research and education in structural and earthquake engineering research. After graduating from Kyoto University, he went to the United States and earned his Ph.D. degree from Lehigh University, PA. When he returned to Japan, he worked at the Building Research Institute (BRI) of the Ministry of Construction and then at Kobe University, before moving to the Disaster Prevention Research Institute (DPRI) of Kyoto University. DPRI, founded in 1951, is a unique research organization featured with two over one-hundred faculty members whose expertise extends from natural science, engineering, informatics, to social sciences. Between 2011 and 2013, he served as Director of DPRI and lead the research and education implemented in DPRI.

Nakashima's fields of research include inelastic, stability, and collapse behavior of steel members and frames, seismic analysis and design of steel building structures, and experimental techniques for the simulation of earthquake responses. In particular, he pioneered the realization of two very important experimental techniques in earthquake engineering: the hybrid simulation and the shaking table test. Between 2004 and 2011, Nakashima served as Inaugurating Director of E-Defense, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED). E-Defense is a research center that operates the world's largest shaking table.

Extending over a 30-year time span, Nakashima and his students have published some three hundred technical papers, over one hundred and fifty of them in archived journals. He supervised over 70 graduate students including 29 doctoral students. Based on the research carried out by him and his students, Nakashima has earned various national awards including the Best Paper Prize of the Architectural Institute of Japan (AIJ) and the Best Paper Award of the Japan Society of Steel Construction (JSSC, equivalent to the American Society for Steel Construction (AISC)), among others. He also earned four awards in the United States: the ASCE Moisseiff Award (2000), the Special Achievement Award of AISC(2009), the ASCE Ernest E. Howard Award (2013), and most recently the EERI George W. Housner Medal (2014). Japanese academia also recognizes Nakashima's academic achievements, and elected him as the Member of the Engineering Academy of Japan (EAJ), equivalent to the National Academy of Engineering of the United States and also Fellow of the Japan Federation of Engineering Societies (JFES).

Regarding his contribution to the concerned profession, he served as Vice-President of AIJ, Vice-President of the Japanese Society for Earthquake Engineering (JAEE, equivalent to the Earthquake Engineering Research Institute (EERI)), and Director of EERI. Currently, he is Executive Vice President of International Association of Earthquake Engineering (IAEE). He also serves as Editor of International Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics (EESD), an official journal of IAEE. According to 2012 ISI Journal Citation Reports, EESD is ranked #3 out of 32 journals in the category of Geological Engineering and #15 out of 122 journals in the category of Civil Engineering.

## Tasarım Yapım İşbirliği konulu Japon- Pozitif Yeni Teknoloji Uygulamaları

### Masayoshi Nakashima

Japon inşaat sektöründe, yüzyıllardır ana yapı malzemesi olarak ahşap kullanılmıştır. Japonya ve Japon halkının geleneksel olarak, “elişi” ve “imalat” işlerine ayrı bir önem verdiğini de not etmekte yarar vardır. Japonlar, yıllardır deprem dahil birçok doğal afetten ciddi biçimde etkilendikleri için, evlerinin ve alt yapı sistemlerinin korunması konusunu en önemli sosyal ihtiyaç olarak gündemde tutmuşlardır. Bu tarihsel arka planla birlikte, Konuşmacı sempozyum amacına uygun olarak aşağıda belirtilen beş konuya değinecektir. Bu konuların tamamı, “daha güvenli ve rahat bir yaşam için yapılarda kalitenin temini” amacına yöneliktir:

Birincisi, Japonların çelik yapılara düşkünlüğü, çelik ile ahşap arasındaki benzerliklere dayanır. Japonya’da ahşap, yüzyıllardır hem evlerde hem de tapınak ve ibadet yerlerinde kullanılmıştır. Her iki malzeme de, kolon ve kiriş elemanlardan oluşan taşıyıcı çerçevelerde kullanılır ve yapısal entegrasyonun temininde bu elemanların birbirlerine nasıl bağlandıkları kilit önem arz eder. Biz Japonlar, ahşap tasarım ve uygulamamızdan edinilen yüzyıllık deneyimden en iyi şekilde yararlanarak çelik yapı inşaat teknolojilerini geliştirmek konusunda oldukça iddialyız.

İkincisi, Japonlar binalarının, evlerinin ve diğer yapıların mimarisini karakterize eden ayrıntılardan çok hoşlanırlar. Komplike çatı detayları, zarafetle işlenmiş saçaklar, iç kilitlerde kullanılan karmaşık bağlantılar özellikle tapınak ve ibadet yerlerinde sıkça kullanılmaktadır. Çağdaş Japon tasarım ve uygulamalarına miras kalan bu “detayda sevgi” ruhunu yansıtan birkaç örneği konuşmacı sizlerle paylaşacaktır.

Üçüncü olarak, Japonların özellikle “yeni gelişme” konusundaki istekliliğine dikkati çekmek isterim. Bu nedenle, yeni gelişme, yeni buluş, ve sofistike mühendislik konuları daima ilgi çekici hedeflerimiz arasında yer almış, bunun doğal sonucu olarak Japonya’da birçok yeni ürün geliştirilmiştir. Bu meyanda birkaç örnek sunumda yer almaktadır. Bu örnekler çoğunlukla çelik yapılarla ilgilidir ve yüksek dayanımlı çelik, yüksek sertlikte çelik, yangın dayanımlı çelik, ultra yüksek dayanımlı civatalar, düşük akma sınırında çelik, burkulma dayanımlı iksalar ve beton dolumlu çelik stublar gibi elemanları kapsarlar. İş olanaklarına bağlı bu teknolojik sürüm yaklaşımı ürünleri gereğinden fazla kalifiye yapar ki, Japonya’daki bu eğilim sıklıkla “Galapagosization” olarak anılır.

Dördüncü ve hepsinden önemlisi, Japonya’da tasarım ve yapım arasında sıkı işbirliği geleneğine vardır. Bazı ülkelerde tasarım ile imalat arasındaki bağıntı düşeyde kurulur. Bu ülkelerde tasarım, zincirin halkaları arasında imalatın üzerinde bir yerdedir ve sosyal açıdan bu şekilde kabul görür. Bu tür ülkelerin aksine Japonya’da, geleneksel olarak tasarım ile imalat eşit işleyen bir ortaklık gibi kabul edilir ve bu yaklaşımın imalat ürünlerinin en üst düzeyde kontrolü için gerekli olduğuna inanılır. Bu sunumda tasarımın ilk aşamalarından yapım sırasındaki ürün kalite güvencesinin teminine kadar geçen süreçte, tasarım ile yapım arasındaki işbirliğini anlatan örnekler verilecektir.

Beşinci ve sonuncu olarak, yeni teknolojilerin pratikte bina inşaatına nasıl adapte edildiğini gösteren bir Japon mekanizması tartışılacaktır. Japonya geleneksel olarak, standartlarda ve yönetmeliklerde açıkça yer almayan yeni teknolojilerin pratikte uygulanması sürecinde yaptırılan bağımsız gözlemlenimin yararını kullanır. Peer-review şeklinde yapılan bağımsız kontrol (gözlemlenme) süreci ile bunun yararları ve çekinceleri üzerinde durulacaktır.

## Applications of New Technologies in Japan – Positive Collaboration Between Design and Construction

### Masayoshi Nakashima

*In the construction of Japan, wood has been the primary material for centuries. It is also notable that Japan and Japanese traditionally show significant appreciation to “handcraft” and “manufacturing”. Another unique feature of Japan is such that Japan suffers seriously from various natural disasters including earthquakes; hence how to protect our houses and infrastructural systems against such disasters has been and will be the most critical societal need. With such historical background in mind and considering the objective of this symposium, this speaker wishes to touch upon the following five issues, all of which are closely related to “how to ensure the quality of structures for safer and more comfortable life”.*

*First, the Japanese fondness of steel structures is discussed in light of the similarities between wood and steel. Wood has been used for centuries for both individual houses and large structures such as temples and shrines. Both wood and steel commonly adopt framing systems that consist of columns and beams, and how to connect these members is the key for the assurance of structural integration. Making the best use of the centuries’ experience on wood design and construction, Japan has been very eager to develop technologies associated with steel construction.*

*Second, Japanese loves detailing, which indeed characterizes the architecture of Japanese buildings, houses, and other structures. Complicated roofing details, exquisitely crafted eaves, complex connections using interlocking, among others, have been appreciated particularly in temples and shrines. This spirit of “love for details” is inherited in the contemporary Japanese design and construction, and a few examples that demonstrate this spirit are introduced.*

*Third, Japanese eagerness to “new development” is worthy to note. It has been embedded in Japanese heart that handcraft and manufacturing and those engaged in them are the objects to respect. For this reason, new development, new invention, and sophisticated engineering are always the targets to challenge, and eventually very many new products have been developed in Japan. A few examples along this line, particularly those related to steel structures, are cited, including high-toughness steel, high-strength steel, fire-resisting steel, ultra high-strength bolts, low-yield steel, buckling restrained braces, and concrete filled steel stubs. In not a few of those developments, however, the attitude of “technology driven” (relative to “business-driven”) makes the products over-qualified, whose tendency of Japan is often called “Galapagosization”.*

*Fourth and most important, Japan has a tradition of good collaboration between design and construction (manufacturing). In some countries, the relationship between design and construction is vertical, i.e., design is placed above construction in the order of chain as well as the social recognition. Unlike those, Japan traditionally exercises equal partnership between design and construction, which has been believed to be the key for the ultimate quality control of construction products. Examples are given into the collaboration between design and construction in early stage of design and thorough efforts toward quality assurance during the construction.*

*Fifth and last, a Japanese mechanism to adopt new technologies into practice of building construction is discussed. Japan traditionally uses the benefit of peer-review, with which new technologies that are not stated explicitly in the existing codes or regulations can be adopted in practice in a more ready fashion. The outline of peer-review process is introduced, and its benefits as well as some drawbacks are noted.*



## Halûk Sucuoğlu

Prof. Sucuoğlu, Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora eğitimini ODTÜ'de tamamladı (1974, 1976, 1982). 1983-84 yıllarında UC Berkeley'de araştırmacı, 1984-86 yıllarında New York'ta proje mühendisi olarak görev yaptı. 1987 yılında ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyeliğine başladı ve 1994 yılında Profesör oldu. Aynı zamanda İtalya'nın Pavia Üniversitesi Deprem Mühendisliği programı (Rose School) öğretim üyesidir.

1995-2004 yıllarında ODTÜ Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi Başkanlığını yürüttü. AB Altıncı Çerçeve programından 2005 yılında kazandığı proje ile ülkemizde ilk kez gerçek boyutlu yapı elemanlarının gerçek deprem etkileri altında test edilmesini sağlayan deney sistemi ODTÜ'de kuruldu. Bu proje Türkiye'nin deprem konusunda AB'den yürütücü olarak aldığı en büyük bütçeli projedir. Halen ODTÜ Yapı ve Deprem Laboratuvarı yöneticisidir.

Deprem riski yüksek binaların belirlenmesine yönelik olarak geliştirdiği yöntemler İstanbul Deprem Masterplanı kapsamında 2002-2008 yıllarında 150,000 binada uygulanmıştır. Milli Eğitim Bakanlığının 2005-2007 yıllarında uyguladığı okul güçlendirme programının teknik koordinatörlüğünü yürütmüştür. 2000-2007 yıllarında Ulusal Deprem Konseyi üyeliğine seçilmiştir. Halen Türkiye Deprem Yönetmeliği Eş güdüm Komitesi üyesidir. Çeşitli uluslararası havaalanı terminalleri, deprem yalıtımlı hastaneler ve yüksek binaların deprem tasarımı projelerinin danışmanlıklarını yürütmektedir.

Prof. Dr. Sucuoğlu, Uluslararası Deprem Mühendisliği Birliği Türkiye temsilci ve Türkiye Deprem Mühendisliği Derneği Başkanı'dır. "Earthquake Spectra", "Journal of Earthquake Engineering" ve "Earthquakes and Structures" dergilerinin yayın kurulu üyesidir. Uluslararası bilimsel dergilerde ve konferanslarda yayınlanmış 200'ün üzerinde bilimsel makalesi ve uluslararası bir yayınevi tarafından yayınlanmış bir kitabı vardır. Parlar Eğitim ve Araştırma Vakfı'nın 2012 Bilim Ödülü'nü kazanmıştır.

*Prof. Sucuoğlu received BS and MS degrees in civil engineering, and PhD degree in applied mechanics from METU in 1974, 1976 and 1982, respectively. After working as a post-doc researcher at UC Berkeley in 1983-84 and as a project engineer at New York in 1984-86, he joined the METU faculty in 1986 and appointed as full professor in 1994. He is also teaching at the earthquake engineering graduate program of the Pavia University (Rose School) in Italy.*

*Dr. Sucuoğlu was the director of Earthquake Engineering Research Center at METU from 1995 to 2004. With a grant he received from EU, he developed the seismic testing laboratory at METU which is equipped with a PsD system capable of conducting full scale seismic simulation, first in Turkey. Currently, he is serving as the director of Structural and Earthquake Engineering Laboratory at METU.*

*Seismic assessment procedures developed by Dr. Sucuoğlu have been implemented to 150,000 buildings in Istanbul during 2002-2008 within the scope of Istanbul Earthquake Masterplan. He was the technical coordinator of the school retrofitting program of the Ministry of Education during 2005-2007. He is a Coordinating Committee member of the Turkish Seismic Code. He was elected as the member of National Earthquake Council from 2000 to 2007. Currently, he is also serving as the peer reviewer of several base isolated airport terminals and hospital projects including Istanbul University hospital complexes, and a 64 story tall building in Istanbul.*

*Dr. Sucuoğlu is the national delegate of Turkey at IAEE, and the president of the Earthquake Engineering Association of Turkey. He is the editorial board member of Earthquake Spectra, Journal of Earthquake Engineering and Earthquakes and Structures Journals. He published over 200 peer reviewed journal and conference papers, and a textbook on earthquake engineering for undergraduate students. He is the recipient of the Parlar Science and Education Foundation 2012 Science Award.*

## Performans Esaslı Deprem Mühendisliğinin Temel Kavramları

### Haluk Sucuoğlu

Günümüz deprem mühendisliğinde yapıların dayanım özelliklerinden ziyade deprem performansı özellikleri ön plana çıkmaya başlamıştır. Bir yapının deprem performansı, belirli bir deprem etkisi altında ne düzeyde hasar göreceği ve bu hasarın yapının güvenliğini ve kullanımını nasıl etkileyeceği ile ilişkilidir. Dolayısıyla deprem performansının belirlenmesinde deprem etkisi altında yapı elemanlarında oluşan iç kuvvetlerden çok şekil değiştirmelerin (iç deformasyonlar) hesaplanması önem kazanmaktadır. Zira yapı elemanlarında doğrusal elastik sınırlar ötesine geçen bölgelerde hesaplanan deformasyonların bu bölgelerde meydana gelen hasarlarla ilişkisini kurmak çok daha gerçekçi sonuçlar vermektedir.

Bir yapıda deprem etkisi altında eğer doğrusal elastik sınırların ötesinde doğrusal olmayan davranış meydana geliyorsa, bu yapıda eleman deformasyonlarının ve iç kuvvetlerinin gerçekçi biçimde hesaplanabilmesi için doğrusal olmayan (nonlinear) hesap yöntemlerini kullanmak gerekir. Ancak doğrusal olmayan hesap yöntemleri doğrusal elastik yöntemler kadar basit değildir. Bu nedenle doğrusal olmayan hesap yöntemleri tasarım düzeyinde değil, tasarlanmış binaların performans hesabında kullanılmaktadır.

Bu sunuşta önce yeni Türkiye Deprem Yönetmeliği'nde yer alan performans dayalı tasarım ilkeleri değerlendirilecektir. Bu kapsamda gerek yapısal sistem elemanlarının, gerekse yapısal olmayan elemanların tasarımında dikkate alınan performans ilkeleri irdelenecektir. Daha sonra performans esaslı hesap yöntemleri özetlenecektir. Bu yöntemler sırasıyla kuvvet esaslı doğrusal elastik hesap yöntemi, şekil değiştirme esaslı doğrusal elastik hesap yöntemi, doğrusal olmayan statik itme analizi yöntemleri ve doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemidir. Yönetmelik kapsamındaki hesap yöntemlerinin uygulama alanları, geçerlilik sınırları ve yapı performansını hesaplamadaki hassasiyetleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilecektir. Hesap yöntemlerinin uygulamasındaki zorluklar ve gerekli mühendislik altyapısı tartışılacaktır.

## Fundamental Concepts of Performance Based Earthquake Engineering

### Haluk Sucuoğlu

*In modern earthquake engineering, seismic performance properties are more important than the resistance properties of structures. Seismic performance of a structure is related to the expected damage level under an earthquake excitation, and how this damage relates to structural safety, life safety and use of the building. Accordingly, estimation of member deformations becomes more critical than the estimation of internal forces since the deformations in the post elastic regions of the structure are well correlated with the damage in these regions.*

*If nonlinear deformations occur in a structure under an earthquake excitation, then nonlinear analysis procedures should be employed for an accurate estimation of member deformations. However these procedures are more rigorous than the conventional linear elastic procedures. Accordingly, nonlinear procedures are not employed in the design based analysis, but they are generally used for the performance verification of more important structures.*

*The next Turkish Seismic Code places more emphasis on performance based seismic design. Fundamental issues of performance based seismic design in the next Turkish Seismic Code will be evaluated in this presentation, including the design of both structural and non-structural members and components. Then performance based analysis procedures in the next Code shall be outlined. These procedures are namely the conventional force-based linear elastic analysis, deformation-based linear elastic analysis, nonlinear static analysis including the higher mode effects and nonlinear response history analysis. Their ranges of applicability, limitations and prediction accuracies will be evaluated comparatively. Finally, difficulties in the practical implementation of these procedures and the required level of engineering knowledge will be discussed.*



**Prota Mühendislik**

Proje ve Danışmanlık Hizmetleri A.Ş.

**Prota Bilgisayar**

Mühendislik ve Danışmanlık Hizmetleri A.Ş.

**Prota Yazılım**

Bilişim ve Mühendislik Hizmetleri A.Ş.

**PROMİM Çevre Düzenleme**

Kentsel Tasarım Ltd. Şti.

**Merkez Ofis**

Turan Güneş Bulvarı, Galip Erdem Cad.

No: 27 Çankaya 06550 Ankara

Tel : 0312 490 52 25

Faks : 0312 490 52 42

**İstanbul Ofis**

Fetih Mah. Tahralı Sok. Tahralı Sitesi

Kavakyeli Plaza 7-D Blok D: 8

Ataşehir 34704 İstanbul

Tel : 0216 428 94 34

Faks : 0216 326 97 87

**İstanbul Avrupa Ofis**

Göktürk Merkez Mahallesi İstanbul Cad.

Kayın Sokak Genç Plaza No:1

Eyüp 34077 İstanbul

Tel : 0212 322 65 60-80

Faks : 0212 322 65 15

**İzmir Ofis**

Kazımdirlik Mahallesi 372/10 Sokak No:13

Bornova 35100 İzmir

Tel : 0232 373 99 75-76

Faks : 0232 373 99 77

**Eskişehir Ofis**

Vardar İş Merkezi Kat: 5 No: 40

26010 Eskişehir

Tel : 0222 231 76 14

Faks : 0222 231 76 14

**Ar-Ge Ofisi**

ODTÜ-Teknokent (Teknoloji Geliştirme Bölgesi)

Galyum Binası 1. Kat No: 20

ODTÜ 06531 Ankara

Tel : 0312 210 17 88

Faks : 0312 210 17 86

**Promim**

Güniz Sokak No: 33/14

Kavaklıdere 06700 Ankara

Tel : 0312 467 05 37

Faks : 0312 427 72 97

[www.promim.com](http://www.promim.com)