

Research Article

Yapı Sistemlerinin Hesabında Matris Yöntemleri

Hasibullah AHMADZAI¹

Geliş / Received: 11/12/2021

Revize / Revised: 30/01/2022

Kabul / Accepted: 05/02/2022

ÖZET

Günümüzde tüm yapı sistemlerinde özellikle deprem dayanımının artırılmasına yönelik geliştirilen birçok teknolojik yöntem, Sismik izolasyon teknolojisinin önde gelen isimleridir. Yara adına, bu araştırma ile iki tip deprem ve betonarme bina incelenmiştir. Bu çalışma ile kurşun kauçuk ve sönümlü kauçuk destekli iç taban yöntemleri incelenmiştir. Tüm yüksek binalarda sismik olaylardan kaynaklanan titreşimin ve bunların enerji absorpsiyonunun kontrolü için periyot değerleri ile sismik tepkiler arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Sönümleme seviyelerine ve sertliklerine ulaşmak için piyasada farklı tasarım ve farklı ekipmanlara sahip farklı tip damperler kurulmaktadır. Sönümleme seviyelerine ve sertliklerine ulaşmak için piyasada genellikle farklı tasarımlarda ve farklı ekipmanlarla iki taşıyıcı şeyin arasına takılan sürtünme, verim, viskoelastik gibi farklı damper türleri kurulmaktadır. Çok yeni binada, son zamanlarda giydirme duvar içeren alanlara yerleştirildiler. Etkin bir sönümleme sistemi ile bir binada daha fazla güvenlik ve konfor sağlanacağı gibi toplam maliyetten sağlanan tasarruf ile daha ekonomik olarak değerlendirilecektir.

ANAHTAR KELİMELER: - Sismik İzolasyon Teknolojisi, Betonarme, Vibrasyonlu, Damper, Etkif Sönümleme Sistemi

¹ Hasibullah AHMADZAI İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul Aydın Üniversitesi, İSTANBUL

*Corresponding author: ha3ibullah@gmail.com

Matrix Methods In Calculation Of Building Systems

ABSTRACT

Nowadays, in all construction systems specially for increasing earthquake resistency there are have been developed many technological methods that Seismic isolation technology of the prominents. For wound sake, two types of seismi and reinforced concrete buildings have been studied through this reasearch. Lead rubber and damped rubber supported insole methods have been investigated through this study. For controlling of the vibration arosen from seismic events in all tall building and their energy absortion, there has been done a comparison between period values and seismic responses. Different types of dampers in different design and with different equipments are being founded in the markets for reaching to the damping levels and their hardness. Different types of dampers like friction, effeciency, viscoelastic that are usally installed among two load-bearing things in different design and with different equipments are being founded in the markets for reaching to the damping levels and their hardnesses. In the very new building they are recently installed in the areas containing curtain walls. Through an effective damping system there will be more safety and comfortable as well as it will be considered more economical with saving that is raised from total cost in a building.

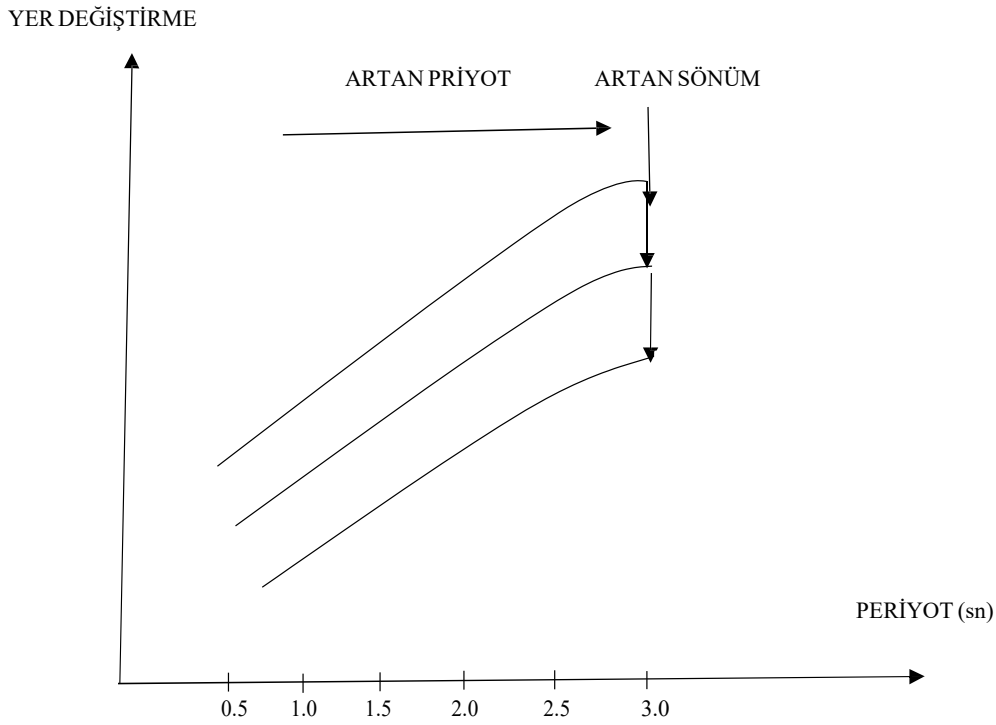
KEYWORDS: - *Seismic Isolation Technology, Reinforced Concrete, Vibration Arosen, Dampers, Effective Damping System*

1. GİRİŞ

Sismik izolasyon uygulaması: yapı mühendislerince kullanılan geleneksel yaklaşımlara kıyasla depreme dayanıklı yapı tasarlamak üzere köklü ve radikal bir yaklaşımdır. Sismik izolasyon yapının depreme dayanma kapasitesini arttırmaktan daha ziyade yapının depreme karşı tepkisine azaltma esasına dayanan bir tür depreme dayanıklı yapı tasarımı yaklaşımıdır. Sismik izolasyon sistemlerini uygulamak mühendisin düşük fiyatlı yapı sistemleri kullanarak orta ve büyük şiddetli depremlerde hem binanın taşıyıcı sisteminde hem de bina içindeki eşyalarda meydana gelebilecek hasarı sınırlandırmasını sağlar [1]. Bu teknolojinin düzgün ve doğru bir şekilde uygulanması, yapıların şiddetli depremler sırasında rijit davranış göstermesine ve zorlanmanın elastik sınırlar içinde kalmasına yol açmaktadır. Bir binaya depreme karşı üstün bir dayanım kazandırmakla sorumlu olan yapı mühendisinin karşılaştığı temel ikilem, görelî kat ötelemesini ve kat ivmelerini minimize etmektir. Yapıyı daha rijit hale getirerek, görelî kat ötelemeleri sınırlandırılabilir. Ancak bu yöntem, yer hareketi etkisinin büyümesine ve hassas eşyalara zarar gelmesine neden olabilecek yüksek kat ivmelerinin meydana gelmesine yol açacaktır. Kat ivmeleri ise, yapı sistemini daha esnek hale getirerek azaltılabilir. Fakat bu kez de büyük görelî kat ötelemeleri meydana gelecektir. Görelî kat ötelemesini ve kat ivmelerini eş zamanlı olarak azaltmanın tek uygulanabilir yolu, sismik izolasyon yöntemini kullanmaktır. Sismik izolasyon sistemi gerekli esnekliği, izolasyon seviyesinde toplanan yer değiştirmeler vasıtası ile sağlamaktadır. Sismik izolasyon kavramı oldukça basittir. Sismik izolasyon sistemi yapı ile temeli arasına düşük yatay rijitliği olan izolatörleri monte ederek yapıyı, deprem hareketinin yatay bileşenlerinden ayırmaktadır. Bu yöntem, uygulandığı yapıya hem ankastre mesnetli sistemin frekansından hem de yer hareketinin hâkim frekanslarından çok daha küçük olan bir asal frekans vermektedir. Sismik izolasyonlu yapının birinci dinamik modu sırasında yer değiştirme sadece izolasyon sisteminde olur. Üstyapı nerede ise tamamen rijit davranış gösterir. Bahsedilen tüm bu özelliklerinden ötürü sismik izolasyon sistemlerinin, özellikle içerisinde hassas cihazları barındıran ve bir ülkenin siyasal ya da ekonomik yapısı için kritik öneme sahip binalarda; deprem sonrasında işlevini sürdürmesi gereken ve kullanılabilir durumda kalması gereken binalarda (hastane, iletişim merkezleri gibi) kullanılması kaçınılmazdır [1].

2. SİSMİK TABAN İZOLASYONU

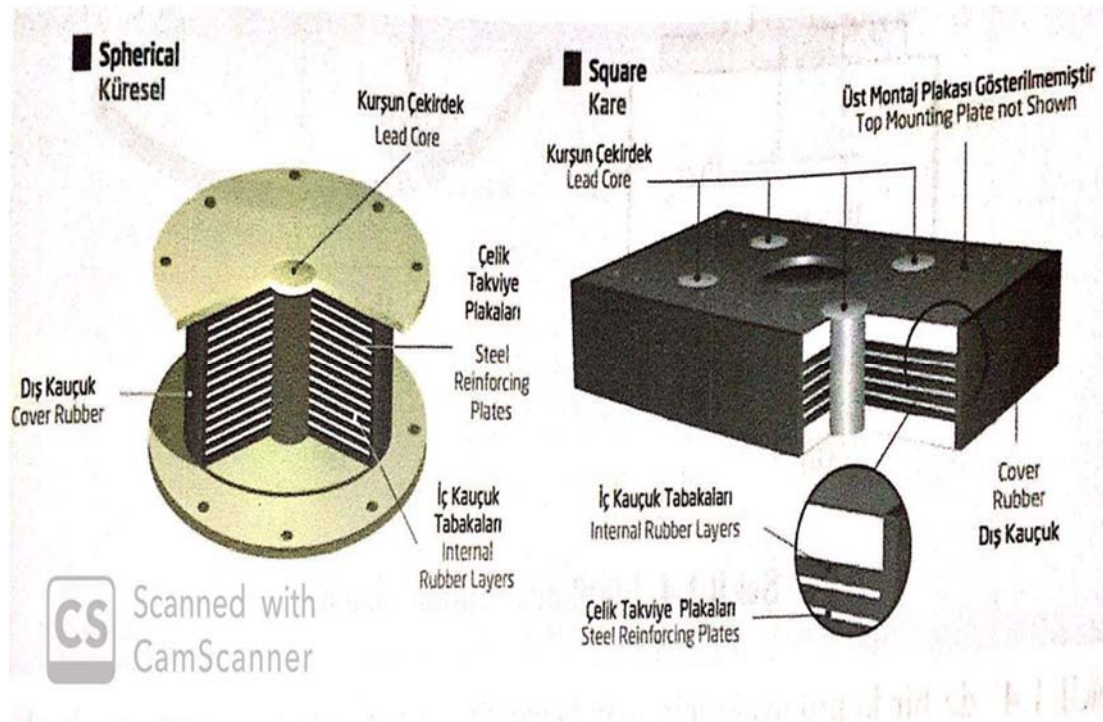
İnşaat teknolojisinin depreme dayanıklı yapı tasarımında kullanılacak yeni yapı kontrol sistemleri aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılabilir. Pasif kontrol sistemleri, dışarıdan herhangi bir enerjiye ihtiyaç duymadan çalışmaktadırlar. Değişken dinamik etkilere adaptasyon kabiliyeti olmayan bu sistemler çalışma prensipleri ve malzeme özellikleri itibarı ile farklılıklar göstermektedir. Bu sistemler taban izolasyon sistemleri ve enerji yutabilen sistemler olarak ikiye ayrılabilir. Bu çalışmada taban izolasyon sistemlerinden kurşun çekirdekli kauçuk mesnet sistemi ve yüksek sönümlü kauçuk mesnet sistem dikkate alınacağından, bu bölümde elastomerik tabanlı yataklar olarak da adlandırılan bu sistemlerden bahsedilecektir. Taban izolasyon sistemlerinin çalışma prensibi üst yapı ile temel arasında yanallı rijitliği düşük elemanlar koyarak deprem nedeniyle olue deplasmanların temel ile üst yapı arasında olmasını sağlamak ve Şekil 1’de görüldüğü gibi binaya ankastre temelli durumundaki periyodundan ve deprem hareketinden daha büyük bir periyod vermektir. Rijit bir sistemde periyot artışı etkiyen ivmelerin azalmasına neden olmaktadır [2].



Şekil 1: Periyottaki artışla artan deplasmanların sönümle azaltılması [2]

3. KURŞUN ÇEKİRDEKLİ LASTİK İZOLATÖR

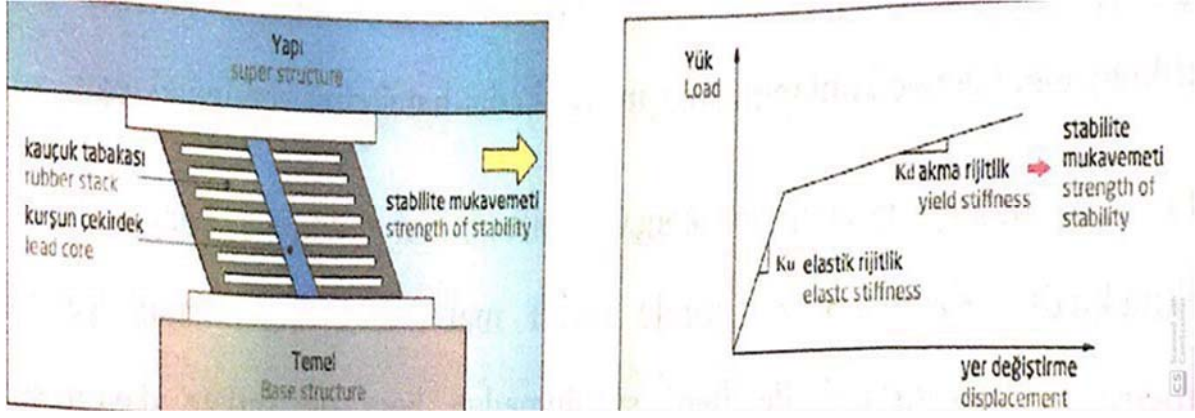
Kurşun çekirdekli izolator modeli, 1975 yılında Yeni Zelanda'da geliştirilmiş olup, Japonya ve ABD'de yaygın olarak kullanılmaktadır. Model olarak düşük sönümlü kauçuk mesnetlere benzemektedirler. Farkı ortasında bulunan kurşun çekirdektir. (Şekil 2) Bu çekirdek kauçuğun yüksek kayma deformasyonunu engellemektedir. Kurşun çekirdeğin boyutları, başlangıç rijitliğine, yükün büyüklüğüne göre sistemin ihtiyaç duyduğu şekilde belirlenmektedir. Uygulamalarda düşük sönümlü doğal kauçuk mesnet ile kurşun çekirdekli mesnetlerin beraber kullanılmasına çok sık rastlanmaktadır. Bu tür uygulamalarda kurşun çekirdekli izolatörler iç kısımlara sönümleyici ve dış kısımlara da doğal kauçuk izolatörler dengeleyici olarak yerleştirilmektedir [3].



Şekil 2: kurşun çekirdekli izolatör [3]

4. SÜRTÜNMELİ SARKAÇ İZOLATÖRLER

Sürtünmeli sarkaç sistemler, konkav küresel bir kaygan tava (pot) yüzey parçası içinde kayar bir bilyeden oluşan çok yönlü kayar çelik mesnetler (Şekil 3) çelik malzemeler arasında meydana gelen bir sürtünme ile deprem enerjisini sönümlenmektedir. Bu yöntemde izolatörün rijitliği ve yapının titreşim periyodu, sürtünen eğrisel yüzeylere verilen eğimlerle kontrol edilebilmektedir [4].



Şekil 3: Sürtülmeli sarkaç sistem [4]

Şekil 3'te bir köprü ayağı için uygulanan sürtülmeli sarkaç sistemi örnek olarak gösterilmektedir. Deprem hareketi sırasında bilye kaygan tava üzerinde kayarak kütlelerin yükselmesine neden olmaktadır. Üst yapının yavaşça yükselmesi kinetik enerjiyi potansiyel enerjiye dönüştürmektedir. Sistem dinamik hareket ortadan kalktıktan sonra denge konumuna ulaşmaya kadar hareketini yenilmektedir [4].

5. ELASTİK SÜRTÜNMELİ TABAN İZOLASYON SİSTEMİ

Bu model, yüksek sürtünme katsayısına sahip teflon kaplı tabakaların yüksek hızlarda sürtünmesi sırasında oluşan problemin, bir izolatörün birçok kayan ara yüzey kullanılması ile üstesinden gelmeyi amaçlamaktadır. Böylece en alttaki ve en üstteki hızlar, tabakalara ayrılır. Bu nedenle her tabakaya düşen hız düşük olur. Sürtünen elemanlara ek olarak, ortada düşey yük taşımayan, dengeleyici kauçuk çekirdek mevcuttur. Yapılan deneylerde kauçuk çekirdeğin, ara yüzlerdeki yer değiştirmenin homojen dağılmasını önleyemediği için kauçuk çekirdeğin merkezine bir de çelik çubuk ilavesi yapılmıştır. Bu ilave yer değiştirmeleri kayan yüzeyler arasında dağıtma işlevi görmektedir. Taban izolasyonu sisteminde kullanılan izolatör tipleri, şekilleri, büyüklükleri ve yapıldıkları malzemeler bakımından farklılık teşkil ederler. İzolatörlerin büyük çoğunluğu elastomer malzemeden yani doğal ya da sentetik kauçuktan üretilmektedir. Elastomer malzeme kalıba kolayca dökülebildiği için istenilen şeklin verilmesi bakımından oldukça avantajlıdır. Ayrıca metallere aderansı oldukça güçlüdür. Elastomerik mesnetler; düşük sönümlü doğal veya sentetik kauçuk mesnetler, kurşun çekirdekli kauçuk mesnetler ve yüksek sönümlü kauçuk mesnetler olarak üçe ayrılabilir. Depremden korunmak için ilk kauçuk mesnet 1969 yılında Yugoslavya'da Skopje şehrinde uygulanmıştır. Uygulama üç katlı betonarme bir okul binasıdır. Modern kauçuk izolatörlerin ilkel hali olan sisteme "Swiss Full Base Isolation-3D" denmiştir. İzolatörlerde tamamen doğal kauçuk bloklar kullanılmıştır. Kauçukların içerisine çelik plaklar yerleştirilmediğinden düşey yönde istenilen rijitlik elde edilememiş ayrıca bu bloklar sabit yükler altında yanlara doğru şişmiştir. Sistemin düşey yöndeki rijitliği yaklaşık olarak yatay yöndeki rijitliğine eşit olduğundan deprem esnasında yapı yatay yönde salınırken düşey yönde de sızayabilmektedir. Bu yapı tamamlandıktan günümüze kadar doğal kauçuk yataklar üzerine birçok yapı inşa edilmiştir. Ancak bunlar çelik plakalarla güçlendirilmiş, bunun sonucu olarak da düşey rijitlik artırılmış, yan salınım ise azaltılmıştır. İç çelik plaklar yatay rijitliğe nazaran çok büyük düşey rijitlik sağlamaktadırlar [5].

6. DÜŞÜK VE YÜKSEK SÖNÜMLÜ LASTİK İZOLATÖR

Düşük sönümlü olanlar % 100'e varan ve aşan kesme gerilmeleri için makaslamada lineer davranış gösterirler. Sönüm oranı % 2 ila 3 tür[6].

Avantajları:

- Üretimi basit
- Kolay Yükleme
- Yükleme oranına cevap, yükleme tarihine çok duyarlı değil, sıcaklık ve yaşlanma

Dezavantajı:

Ek sönümlenme sistemine ihtiyacımız var. Yüksek sönümlü olanlarda maksimum kesme gerilmesi =% 200 ila% 350 dir.

- Sönümlenme, ektrafin karbon siyahı, yağlar veya reçineler ve diğer özel dolgu maddeleri ekleyerek artmıştır.
- Sönüm oranı =%100'lük kayma süşlarında =% 10 ila 20
- Kayma modülü = 50 ila 200 psi

Etkili Sertlik ve Sönümlenme aşağıdakilere bağlıdır:

- Elastomer ve dolgu maddeleri
- Temas basıncı yükleme hızı
- Yükleme geçmişi (scragging)
- Sıcaklık

Düşük sönümlü izolatorde altta ve üstte iki adet kalın tabaka ve iki tabaka arasında birçok ince çelik levha bulunmaktadır. Kauçuk- çelik yüksek ısı ve basınç altında preslenmiştir. Üst üste tabakalar halinde yerleştirilen çelik levhalar kauçuk tabakanın şişmesini önlemektedir. Düşeyde çelik levhalar yüksek rijitlik sağlamalarına rağmen yatay rijitliğe etkileri olmamaktadır. Yatay rijitlik kauçuk tabakaların kalınlığına ve sayısına bağlıdır. Genellikle istenilen rijitlik, tabaka kalınlığı sabit tutularak kauçuk tabaka sayısının değiştirilmesiyle sağlanmaktadır. Ancak yüksekliğin artması mekanizmada burkulmaya sebep olacağından yükseklik çapın yarısıyla sınırlandırılmaktadır [7]. Malzeme davranışları kavmada oldukça doğrusaldır ve sönüm oranı kritik sönümün %2-3 oranındadır. Düşük sönümlü bu kompozit elemanların avantajları, kolay modellenebilmeleridir.

Üretimleri basittir. Mekaniksel davranışı, zamandan, hızdan bağımsızdır ve çevresel şartlardan az etkilenmektedirler. Ancak -17 derecede sertleşmeye başlar. Üst sınır ise 82 derece olarak tasarlanmıştır. Dezavantajı ise ek sönümleme sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yüksek sönümlü kauçuk yatakların dinamik özellikleri, yükleme koşullarına güçlü bir şekilde karşı hassas olma eğilimindedir. Örneğin, yüksek sönümleyici kauçuk yataklar, sıyırma işlemine tabi tutulur. Scragging, döngü sayısı arttıkça davranışı dengeleyecek şekilde hareketin ilk döngüleri sırasında davranışta bir değişikliktir (sertlik ve sönümlenme azalması). Denetlenmemiş (bakir) koşullar altındaki davranışlar, kazımalı (zorlanma geçmişine tabi) koşullarından önemli ölçüde farklı olabilir. Zaman içinde (saat veya gün), başlangıçtaki yatak özellikleri geri kazanılabilir. Düşük sönümlü kauçuk izolatörlerin ek sönümleyici ihtiyacını ortadan kaldırmak için Malezya kauçuk üreticileri birliği tarafından (MRPRA) 1982'de yüksek sönümlü doğal kauçuk izolatörler geliştirilmiştir. Sönüm, ilave edilen ekstra kaliteli karbon bloklar, yağlar, reçine gibi dolgu maddeleri ile artırılarak sönüm %100 kayma deformasyonları altında %10-20 oranında artırılmıştır. Sönümün düşük sertliğe karşı gelen (50-55 durometer) küçük değerlerinde kayma modülü 0,34 Mpa civarında olmaktadır. Bununla birlikte, sönümün yüksek katılığa karşılık gelen (70-75 durometer) büyük değerlerinde ise kayma modülü de yükselmekte ve 1,40 Mpa değerine ulaşmaktadır [8].

7. SONUÇ

Bu çalışmada dünyada son yıllarda yapılarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan sismik izolatörler dikkate alınmıştır. Böylece sismik izolatörlerin depreme dayanıklı yapı tasarımına getirebileceği yeni bakış açıları ortaya konmuştur. Bu çalışmada deprem yönetmeliğinde belirtilen düzensizliklerin bulunduğu binalarda, geleneksel taşıyıcı sistemlerle ve sismik taban izolatörlü taşıyıcı sistemlerle çözümler yapılmıştır. Böylece dikkate alınan sistemlerin sismik performans açısından karşılaştırmaları yapılarak bu kriterler ışığında en uygun sistemin önerilmesine çalışılmıştır. Bu çalışmada ayrıca, sismik izolasyon tekniğinin tarihi yapılarda uygulanmasının sistemin deprem performansını ne oranda iyileştireceği üzerinde durulmuştur. Tarihi yapılarda onarım ve güçlendirmede ana ilke, yapılacak müdahalenin minimum düzeyde tutulmasıdır. Bu bakımdan sismik taban izolasyonu yapının orijinalliğini ve dokusunu bozmaması açısından alternatif bir metottur ve bu çalışmada türünün tek örneği olan ve değeri ölçülemeyen anıt yapılarda deprem güvenliği açısından belirtilen metodun uygulanması değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular aşağıda sıralanmıştır. İzolatörlü sistemlerin mesnetlerinde ilk üç mod için deformasyon söz konusu olsa da. Yapı rijit bir davranış sergilemektedir. Bu nedenle ilk üç modun izolatör modları olduğu anlaşılmaktadır. Geri kalan modlar ise izolatör sistemi ile birlikte, daha çok yapı sisteminde deformasyona neden olmaktadır. Dolayısıyla bu modlar da yapısal mod olarak tanımlanmaktadır. Bunun yanında, yapısal modların yapıda deprem hareketinden kaynaklanacak tepki kuvvetlerine katılımı az olacağından, sismik izolatörlü sistemlerin deprem hareketi altındaki davranışlarının oldukça iyi olacağı ortaya çıkmaktadır. Böylece, izolatör sisteminin ilk modlara ait periyotlar üzerinde daha çok etkili olduğu, yüksek modlara ait periyotlar üzerindeki etkisinin ise az olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye'de sismik izolasyon teknolojisinin üretiminin sağlanabilmesi ve yaygın olarak kullanılabilmesi için sismik izolasyonla ilgili bir standart geliştirilmesi gereklidir. Sismik izolasyon amacıyla dikkate alınan kurşun kauçuk ve yüksek sönümleyici kauçuk sistemler yaklaşık olarak aynı dinamik davranışı sergilemektedir. İki sistem arasında sadece %2-5 oranında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, izolatör seçiminde maliyet ön planda tutularak seçim yapılmalıdır. Bu çalışmada düzensiz betonarme yapılarda sismik performans iyileştirmesi taban izolatörlerle sağlanmıştır. Taban

izolatörleri yerine farklı sönümleyiciler ve sürtünme esaslı taban izolatörleri kullanılarak sismik performansta olabilecek değişimler karşılaştırmalı olarak ortaya konulabilir. İleriki çalışmalarda izolatörlerin tipleri değiştirilerek sismik performans değişimleri birbiriyle karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA

1. Asena SOYLUK Slismik Taban Izolatörü Kullanımının Mimari Tasarıma Etkisi
2. Harmankaya Z.Y., Soyluk A., Tuna M.E., "Classification and the usage area of the glass material in the structures", I. International Ceramic, Glass, Porcelain Enamel, Glaze and Pigment Congress, Seres, 12-14 Ekim 2009,
3. Soyluk A., Harmankaya Z.Y., "Reinforcement of Historical Structures through Seismic Ground Isolator Technology: The Clock Towers" World Universities Congress, Çanakkale Onsekiz Mart University, 20-24 October
4. A. Yücesoy, "Sismik İzolatörler ile Depreme Dayanıklı Tasarım", Yüksek Öğretim ve Araştırma Vakfı Yayınları, 2005.
5. Julius Marko, Influence of Damping Systems On Building Structures Subject to Seismic Effects
6. Serino, G., Spizzuoco, M., Marsico, M.R. and Chandrasekaran S. (2008b). Seismic Isolation and Modeling of a Worship Structure, Fourth European Conference on Structural Control (4ECSC), 8-12 September 2008 St.Petersburg
7. Sigaher A.N. and Constantinou M.C. (2003). Scissor-jack-damper energy dissipation system, J. Earthquake Spectra, 19, pp. 133-158.
8. Soong, T.T. and Dargush, G.F. (1997). Passive Energy Dissipation Systems in Structural Engineering, John Wiley & Sons, New York