15 KATLI MALATYA HASTANESİ SİSMİK İZOLATÖRLÜ YAPISAL TASARIMI

M. Hacıemiroğlu[1], A. Ekinci[1], Y. Z. Gündoğdu[1] ve M. Erdik[2]

[1] *İnşaat Yük. Müh, Miyamoto International, İstanbul*
[2] *Prof. Emeritus Dr. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul*
Email: istanbul@miyamotointernational.com

ÖZET:

Yalıtım sistemleri, uzayan yapı periyoduna bağlı olarak spektral ivmeleri azaltmak suretiyle kat ivmelerini azaltırken, üst yapının rijit-blok davranışı sayesinde göreli kat deplasmanlarını da önemli ölçüde azaltırlar. Ancak uygulanacakları binaların karakterine bağlı olarak seçilmesi uygun olan izolatör tipi, yüksek katlı yapılar için ayrıca önem arz etmektedir. Bu çalışmada Malatya ilinde yapılan 300 yatak kapasiteli, betonarme taşıyıcı sistemli ve yalıtımlı olarak tasarlanmış Kadın Doğum ve Çocuk Hastanesi LRB (Elastomer Yalıtım Birimi) ve FPS (Eğri Yüzeyli Sürtünmeli Yalıtım Birimi) tipi izolatörlerle analiz edilmiş ve tasarım sonuçları incelenmiştir. Tasarım kapsamında sahaya özgü deprem tehlike analizleri, yalıtım sistemi tasarımı ve üst yapı tasarımı yapılmıştır. Bu aşamada yapının kendisi için doğrusal ve izolatörler için doğrusal olmayan bir model oluşturulmuş ve zaman tanım aralığında çözümleme yapılmıştır. Hastane binası tek blok olup 15 katlı ve 67 metre yüksekliğindedir. Tasarımda kullanılan toplam izolatör sayısı 246 adettir. Düşey yükler altında eksenel yük seviyelerinde önemli farklılıkların bulunduğu izolatörlerde LRB çözümü için bina kütle merkezi ile yalıtım kotu rijitlik merkezini mümkün mertebe çakıştırmak amacıyla farklı yatay efektif rijitliğe sahip yalıtım birimi tipleri belirlenmiştir. Özellikle yapının üst katlarında göreli kat ötelemeleri ve kat ivmeleri LRB ve FPS çözümlerinde farklı sonuçlar vermiştir.

ANAHTAR KELİMELER: İzolatör, LRB, FPS, Elastomer Yalıtım Birimi, Eğri Yüzeyli Sürtünmeli Yalıtım Birimi

STRUCTURAL DESIGN OF BASE ISOLATED 15-STORY MALATYA HOSPITAL

ABSTRACT:

Seismic isolation technique are beneficial to reduce floor accelerations and relative floor displacements by reducing spectral accelerations and providing rigid-body behavior of the superstructure. However, the type of base isolator should be determined in accordance with structural characteristics of building. The determination of type of base isolators might be more critical issue for high-rise building compared to mid-rise building. This study presents a comparative investigation of the design of a reinforced concrete hospital building with two different type of isolators (Lead Rubber Bearing and Friction Pendulum Isolator). Target building is a 300 bed capacity maternity and pediatric hospital which has planned to be built in Malatya, Turkey. Within the scope of the design, site-specific seismic hazard analysis, seismic isolation system design and superstructure design were carried out. NLTHA (Nonlinear Time History Analysis) were performed considering nonlinear behavior of base isolators. However, the superstructure is assumed to be remain elastic. The building consists a single block with a height of 67 meters and 15 stories and 246 isolators were used in design. For the LRB solution due to the

significant differences in axial load levels, the isolators were arranged so that the center of mass and rigidity are collocated based on their resulting horizontal effective stiffness. In addition, it is observed that there is significant difference in inter-story drifts and floor accelerations for LRB and FPS solutions.

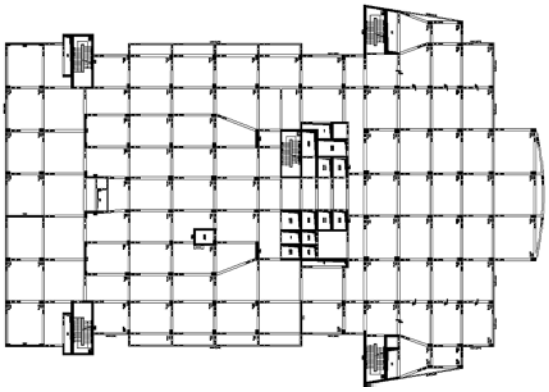
KEYWORDS: Isolator, LTB, FPS, Lead Rubber Bearing, Friction Pendulum System

1. GİRİŞ

Sağlık Bakanlığı'nın taban yalıtımlı hastanelerle ilgili genelgesine göre ihaleye yönelik olarak hazırlanacak hastane binaları projeleri taban yalıtımında kullanılacak izolatörlerin, farklı tiplere (Kurşun çekirdekli elastomer yalıtım birimi, eğri yüzeyli sürtünmeli yalıtım birimi) uygun (projede radikal değişikliklere neden olmayacak şekilde) jenerik olarak tasarlanması ve projelendirilmesi tercih edilmektedir. Jenerik tasarımda bölgenin deprem tehlikesi, zemin koşulları ve tasarım performans hedefleri dikkate alınarak Sağlık Bakanlığı yönergesindeki minimum tasarım sınır şartlarının (maksimum taban kesme oranı, maksimum kat ivmelenmeleri vb.) veya daha üstünün sağlanması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda izolatör sağlayıcılarının ürün katologları ile uyumlu yalıtımlı bina tasarım periyodu, efektif sönüm oranı ve tasarım ivmesi hedefi belirlenmiştir.

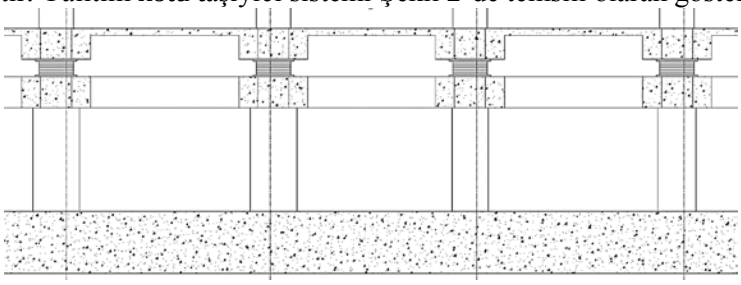
2. YAPISAL MODELLEME

Tasarımda yalıtım kotunda toplamda 246 adet taban izolatörü kullanılması öngörülmüştür. Gerçekleştirilen geoteknik/jeofizik çalışma ile sahaya ait zemin katmanları belirlenmiş ve sismik kırılma ve MASW ölçümleri ile ortalama kayma dalgası hızı (Vs30) elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında Türk Deprem Yönetmeliği ve NEHRP'e göre zemin sınıflaması yapılmış ve temellerin oturtulacağı zemin seviyesine göre emniyetli taşıma gücü belirlenmiştir. Geoteknik ve jeofiziksel bilgiler Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü ile paylaşılarak sahaya özgü deprem tehlike analizi yaptırılmış ve DBE (Design Basis Earthquake) MCE (Maximum Considered Earthquake) spektrumları elde edilmiştir. İzolatör eksenel yüklerini belirleyebilmek için 3 boyutlu yapısal model hazırlanmış ve düşey yük analizi yapılmıştır. Eksenel yük ve hedef periyot/taban kesme kuvveti ile uyumlu olarak toplam izolatör etkin rijitliği hesaplanmış ve yalıtımlı yapı modeli kurularak bu model üzerinde lineer olmayan artımsal itme analizi (pushover) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca lineer olmayan zaman tanım alanında çözümler yapılarak iki yönlü yerdeğiştirmeler elde edilmiştir. Kurşun çekirdekli Elastomer Yalıtım Birimi (LRB) kullanılarak yapılan çözüm için (G+0,3Q) yüklemesi altında eksenel yük seviyelerinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Bina kütle merkezi ile yalıtım kotu rijitlik merkezini mümkün mertebe çakıştırmak amacıyla farklı yatay efektif rijitliğe sahip izolatör tipleri belirlenmiştir. Söz konusu düzenlemenin jenerik tasarım aşamasında belirlenmesi bir zorunluluk olmasa da analizlerin izolatör seçimi sonrası yapılacak detaylı tasarımla mümkün mertebe uyum içinde yürütülmesi kapsamında yalıtım birimlerinde bu tarz bir tipleştirme yapılması uygun bulunmuştur. Malatya Hastanesi ön projelendirme aşamasında, doğrusal olmayan zaman tanım alanında analizler gerçekleştirilerek maksimum deplasman değerlerinin geçerliliği ve tasarım depreminde öngörülen taban kesme kuvveti değerlerinin geçerliliği teyit edilmiştir. Ek olarak izolatörlerin basınç rijitliklerine göre göreli olarak çok düşük mertebede olan çekme rijitlikleri ön tasarımda göz önüne alınmıştır. Hastane binası, 15 katlı olup radye temel üzeri toplam yüksekliği 67 metredir. Binanın oturum alanı yaklaşık 8,500 m^2' dir. Kat alanları üst katlarda kademeli olarak azalan binanın en üst kotunda (çatı kotunda) helikopter pisti bulunmaktadır.

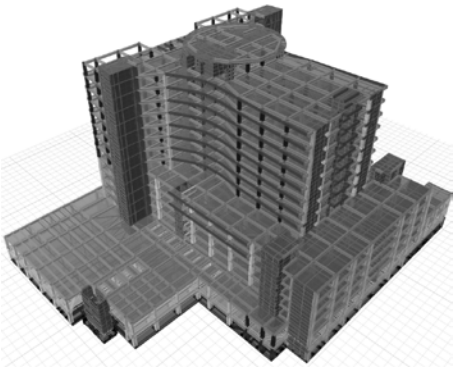


Şekil 1. Örnek kat planı

Bina yalıtım katı, izolatör üstü kirişli plak, izolatör altı kirişli çerçeve sistem ile tasarlanmıştır. Yalıtım birimlerinin altında bulunan kolonlarının üst düğüm noktaları kirişler ile bağlanarak kolonların üstten mafsallı davranışından kaçınılmıştır. Yalıtım kotu taşıyıcı sistemi Şekil 2'de temsili olarak gösterilmiştir.



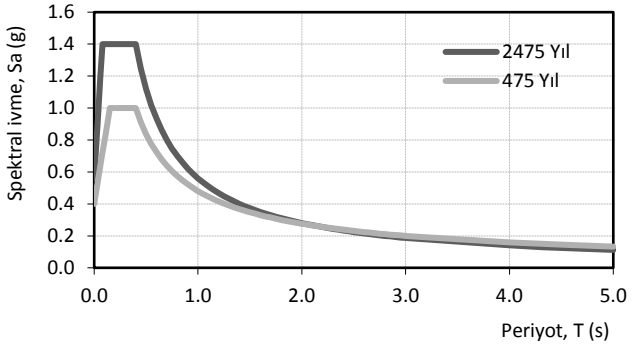
Şekil 2. Yalıtım Kotu Kısmi Kesiti



Şekil 3. 3 Boyutlu Bilgisayar Modeli Görünüşü

Deprem yalıtımlı olarak projelendirilmesi ve inşa edilmesi öngörülen Malatya Hastanesi için "Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı" tarafından deprem tehlike analizi hazırlanarak tasarım bazlı deprem yer hareketleri kayıtları ve sahaya özgü deprem spektrumu belirlenmiştir (Erdik v.d, 2015). Çalışma kapsamında olasılıksal (zaman bağımlı ve zaman bağımsız) ve istatistiksel yöntemlerle deprem tehlike analizi yapılmıştır. Çalışma neticesinde istatistiksel yöntemlerle deprem tehlikesi sonuçları, ASCE 7-10 (2010) şartnamesi MCE yer hareketi (2475 yıllık yinelenme periyodu) sınırlamalarına bağlı kalınarak yapılmıştır. İstatistiksel deprem yer hareketi spektrum değerlendirmeleri ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelikte (DBYBHY, 2007) 475 yıllık deprem yinelenme periyodu için dikkate alınan minimum tasarım spektrumu değerleri göz önüne alınmıştır. Yapılan inceleme kapsamında Şekil 4'de NEHRP C sınıfı zemin (yere-özgü) için belirlenen, 475 ve

2475 yıllık ortalama yinelenme süresine tekabül eden spektral parametrelerin Malatya Hastanesi deprem yalıtım sisteminin tasarımında yeterli bir güvenirliği sağlayacağı kanısına varılmaktadır.



Şekil 4. 50 Yılda %10/%2 (DBE-MCE) Deprem Düzeyleri %5 Sönümlü İvme Spektrumu (NERHP/C ve Z2/B Grubu Zemin)

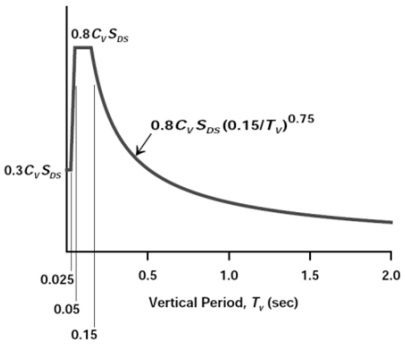
Düşey deprem etkisi için ASCE7-10 şartnamesinde verilen kombinasyonlar aşağıda verilmektedir.

$$(1.2 + 0.2S_{DS})D + QE + L + 0.2S \quad (1)$$

$$(0.9 - 0.2S_{DS})D + QE \quad (2)$$

D: Ölü Yükler, QE: Yatay kuvvetler, L: Hareketli Yükler, S: Kar Yükleri, S_{DS}: Kısa periyot bölgesinde tasarım ivme değeri

Yalıtım birimlerine etkiyen maksimum ve minimum eksenel yüklerin belirlenmesinde yukarıda verilen kombinasyonlarda S_{DS} ifadesi S_{MS} ile değiştirilerek göz önüne alınması gerekliliği belirtilmektedir. Düşey ivme spektrumu yatay ivme spektrumları kullanılarak elde edilmekte olup spektrum ordinatları, FEMA 750 Bölüm 3'de açıklandığı üzere, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi elde edilmektedir.



Şekil 5. FEMA 750 düşey ivme spektrumu ordinatları

Spektrum plato bölgesi zemin sınıfından bağımsız olarak 0.05~0.15 s aralığında verilmektedir. 0.15 s sonrasında ise düşey periyoda bağlı olarak parabolik değişim göstermektedir. Yukarıda açıklanan prosedürler kullanılarak Malatya Hastanesi için elde edilen düşey ivme spektrumları elde edilmiştir. Düşük düşey periyotlar için verilen 0,3g değeri $0{,}2S_{DS}$ (0,2g) değerinden daha elverişsiz olmaktadır. Bundan dolayı, üst yapı düşey kombinasyonlarında 0,3g değeri kullanılmıştır.

Yalıtım birimlerine gelen maksimum eksenel yükler ise düşey deprem kayıtlarının da dahil olduğu 3 eksenli lineer olmayan zaman tanım alanında analiz yöntemi ile belirlenmiştir. MCE yatay yük kombinasyonları R=1 ve

sahaya özgü MCE spektrumu kullanılarak oluşturulmuş ve maksimum deplasman için kullanılmıştır. Kombinasyonun matematiksel olarak elde edilmesi DBE yatay yük kombinasyonları ile aynıdır.

3. TABAN YALITIMI ÖZELLİKLERİ

Deprem yalıtımlı model, elde edilen eksenel yük taleplerine göre, Sağlık Bakanlığı Genelgesi'nde belirtilen asgari şartlar dikkate alınarak oluşturulmuştur. Hedeflenen taban kesme oranını sağlamak için yalıtım sistemi toplam rijitliği belirlenmiş ve hedef deplasmanlar tespit edilmiştir. Tablo 1 bu hedefleri özetlemektedir.

Tablo 1. Yalıtım Sistemi Hedefleri

	Yerdeğiştirme (MCE)		**Sönüm**		**Taban Kesme Oranı**
Yön	**D_{CM} (m)**	**D_{TM} (m)**	**DBE**	**MCE**	**DBE**
X	~0.30	~0.40	~25%	~25%	0.12 (R=1.0)
Y	~0.30	~0.40	~25%	~25%	0.12 (R=1.0)

Şekil 4'de görüleceği üzere uzun periyodlarda DBE ve MCE spektrum değerleri birbirine yaklaşmaktadır, bu nedenle yapı davranışı ve sönüm değerleri DBE ve MCE'de benzemektedir.

İkinci aşamada, kurşun çekirdekli elastomer yalıtım birimi kullanılarak gerçekleştirilen çözümde elde edilen ortalama etkin rijitlik, kullanılacak yalıtım birimi sayısı, lokasyonu ve düşey yüklerin dağılım değerleri dikkate alınarak izolatörlerin rijitlik merkezi ile bina geometrik merkezi büyük oranda eşleştirilmeye çalışılmıştır. Eğri yüzeyli sürtünmeli yalıtım birimi kullanılarak gerçekleştirilen çözümde benzer bir eşleştirme çalışmasına ihtiyaç yoktur, eğri yüzeyli sürtünmeli yalıtım sistemli yapı tasarımında, izolatörler üzerindeki eksenel yüke göre kendi doğal rijitliği ile rijitlik merkezi ile bina geometrik merkezini eşleştirebilmektedir.

Deprem yalıtım sisteminin diğer önemli avantajı ise yüksek deplasman kapasiteleri nedeniyle nispeten yüksek sönüm oluşturabilmeleridir. Başlangıçta hedef olarak seçilen sönüm oranı, gerçekleştirilen Lineer Olmayan Zaman Tanım Alanı Analizi (NLTHA) sonucu edilinen histerezis eğrileri ile kontrol edilebilmektedir.

Tablo 1'e uygun olarak bina çevresinde 90cm sismik boşluk bırakılmıştır. Yalıtım kotu üzerindeki yapısal elemanların tasarımı R=1.5 alınarak %8 taban kesme kuvveti oranına göre gerçekleştirilmiştir. Sağlık Bakanlığı jenerik tasarım kriterleri dikkate alınarak ön tasarımda doğrusal olmayan analizler yapılmıştır. Bu analizlerde, yalıtım birimlerinin düşey ve yatay doğrusal olmayan özellikleri göz önüne alınmıştır. Bilgisayar modelinde, öngörülen sönüm oranı (DBE için %25, MCE için %25) ile indirgenen sahaya özgü spektrumdan elde edilen spektral ivme kullanılmıştır. Seçilen efektif sönüm oranına göre spektrum azaltma katsayısı ASCE 07-10 Tablo 17-5-1'e göre belirlenmiştir. Analizlerde taban izolatörlü yapıların tasarımı için yapı önem katsayısı I=1.0 alınmıştır.

4. YAPISAL ANALİZLER

4.1 Yapısal Elemanların Modellenmesi

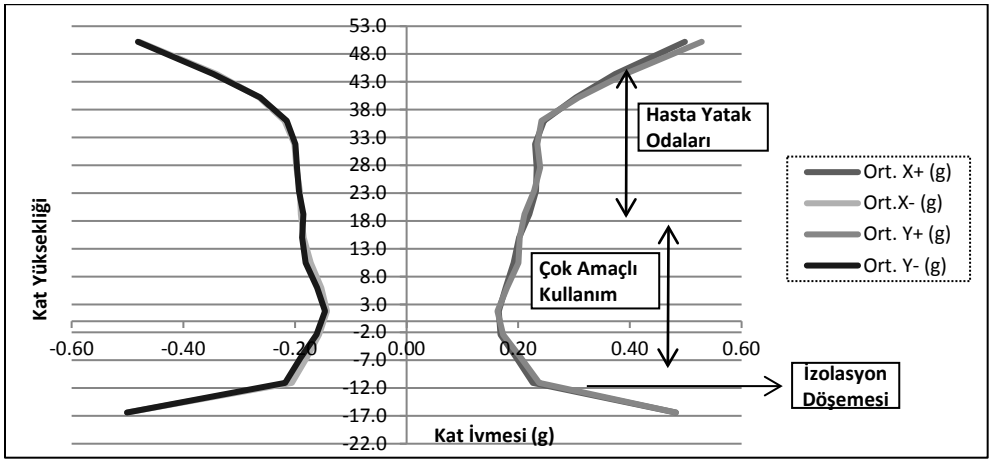
Yapının bilgisayar modelinde kolon ve kirişler çubuk eleman, döşeme ve perdeler kabuk (shell) eleman olarak modellenmiştir. Yalıtım birimleri ise doğrusal olmayan düşey ve yatay rijitlikler kullanılarak bağlantı (link) elemanı olarak modellenmiştir. Bağlantı elemanın tanımlanmasında öngörülen izolatör boyutlarına göre kayma deformasyonu noktası belirtilerek yalıtım katına gelen kesme kuvvetinden oluşan ekstra momentlerin bağlantı elemanın alt (temel) ve üst noktasına (yalıtım kotu) eşit olarak dağıtılması sağlanmıştır. Yalıtım kotunun nihai analizleri SAFE bilgisayar yazılımı ile yapılmıştır. ETABS yazılımından aktarılan modele, eksenel yükler ve yatay yer değiştirmeler baz alınarak hesaplanan P-delta momentleri harici olarak etkitilmiştir.

4.2 Doğrusal Olmayan İtme Analizi

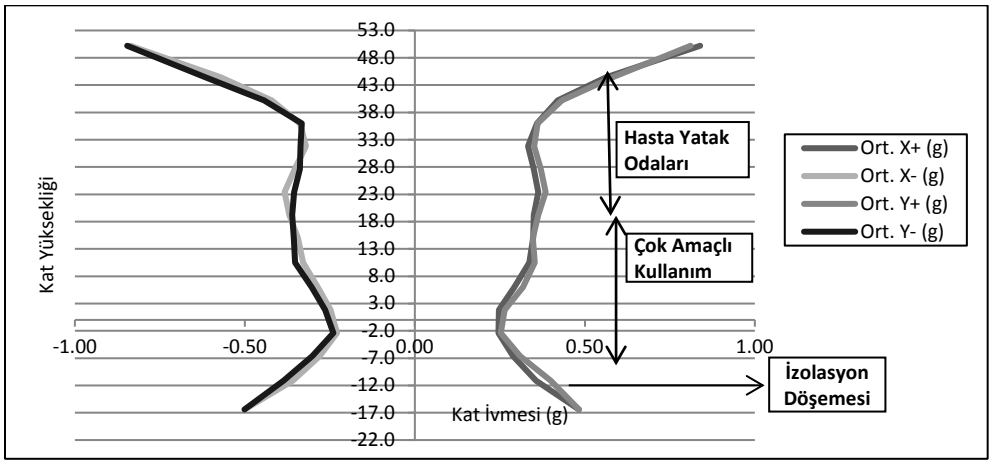
Yalıtım birimi elemanlarının doğrusal olmayan özelliklerinin yapısal tasarımda dikkate alınabilmesi için doğrusal olmayan itme analizi yapılmıştır. Bu analizlerle, doğrusal olmayan davranışın betonarme izolasyon döşemesi, kaide ve temellere olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu yöntemle, yalıtım birimlerinin yatay kuvvet-yatay deplasman ilişkisi doğrudan elde edilebilmiştir. İzolatörlerdeki eksenel basınç ve çekme durumundaki farklı rijitlik ve yük deplasman davranışı dikkate alınabilmiş ve bu farklı etki nedeniyle yalıtım kotu döşemesinde oluşabilecek ilave zorlar doğrudan tasarımda dikkate alınmıştır. Düşey yüklerden oluşan P-delta etkilerine ek olarak, yatay yükler nedeniyle link elemanları üzerindeki ilave eksenel çekme-basınç yüklerinden oluşan P-delta momentleri doğrudan elde edilmiştir. Bu kuvvetler link elemanlar üzerindeki alt ve üst uçlarına uygun oranlarda dağıtılmıştır. Bu sayede P-delta yüklemesi için ilave bir dış yükleme yapılmasına gerek duyulmamıştır.

4.3 Kat İvmelerinin Belirlenmesi

Yapı katlarında oluşan ivme değerlerinin Sağlık Bakanlığı genelgesinde verilen ivme sınırları ile uyumlu olup olmadığı kontrol edilmiştir.



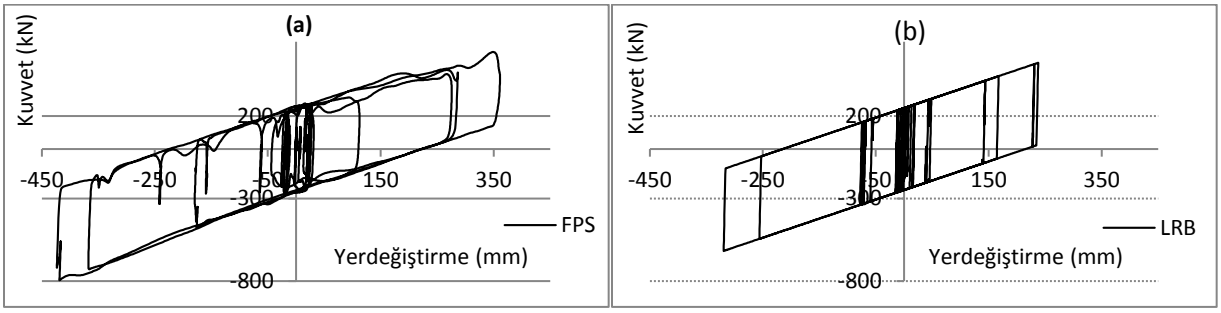
Şekil 6. Tasarım Depremleri Etkisinde Ortalama Kat İvmelenmeleri (FPS-Eğri Yüzeyli Sürtünmeli Yalıtım Çözümü)



Şekil 7. Tasarım Depremleri Etkisinde Ortalama Kat İvmelenmeleri (LRB-Elastomer Yalıtım Çözümü)

Şekil 6 ve 7'de görülebileceği üzere önemli ekipmanların bulunacağı +15.00 kotuna kadar LRB çözümlerinde kat ivmeleri 0,40g, FPS çözümlerinde ise 0,20g mertebelerinde olmaktadır. Bu değerler Şekil 6 ve 7'de takip edilebileceği üzere üst kotlara doğru artmaktadır.

Yalıtım birimi tiplerine göre kat ivmelerinde önemli mertebede fark görünmesi nedeniyle yalıtım birimlerinin histerezis eğrileri incelenmiştir. Histerezis eğrileri karşılaştırması taban kesme kuvveti değeri olarak ortalama değere en yakın sonucu veren deprem verisi için incelenmiştir.

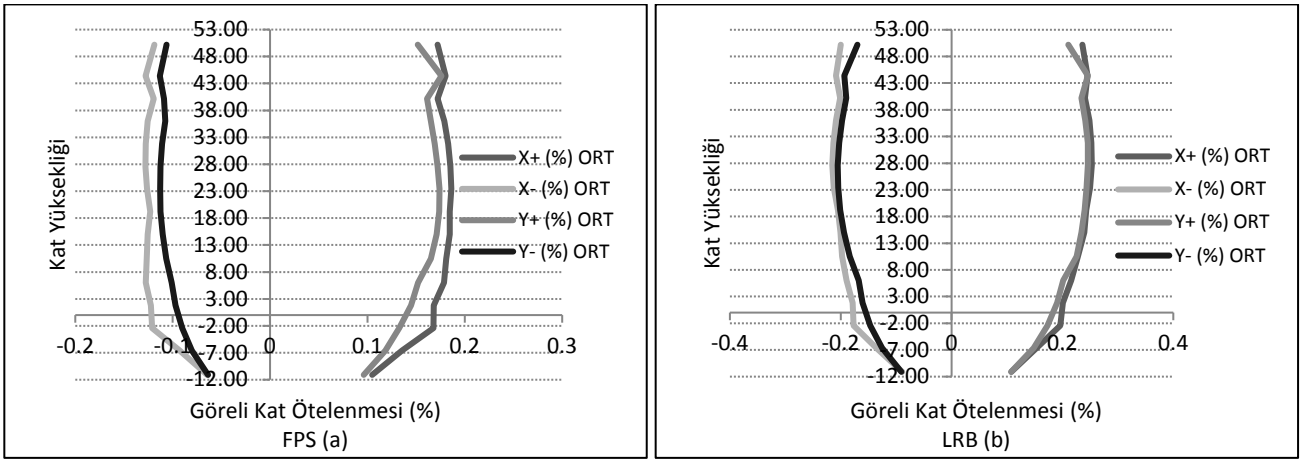


Şekil 8. Aynı yalıtım birimi için FPS (a) ve LRB (b) çözümleri için histerezis eğrileri

Şekil 8'den görülebileceği üzere FPS tipi izolatörlerin aynı deprem etkisi altında daha fazla yerdeğiştirme ve buna bağlı olarak daha enerji sönümlediği görülmektedir. LRB tipi izolatörlerin seçilmesi durumunda, periyodun daha da uzatılarak kat ivmelenmelerin azaltılması amaçlanabilir. Ancak bu durumda, maksimum yer değiştirmede (D_{TM}) izolatörlerin stabilite şartlarını sağladığına özellikle dikkat edilmelidir.

4.4 Göreli Kat Ötelemelerinin Belirlenmesi

Yapıda oluşan göreli kat ötelenmeleri değerlerinin Sağlık Bakanlığı genelgesinde verilen değerler ile uyumlu olup olmadığı kontrol edilmiştir.

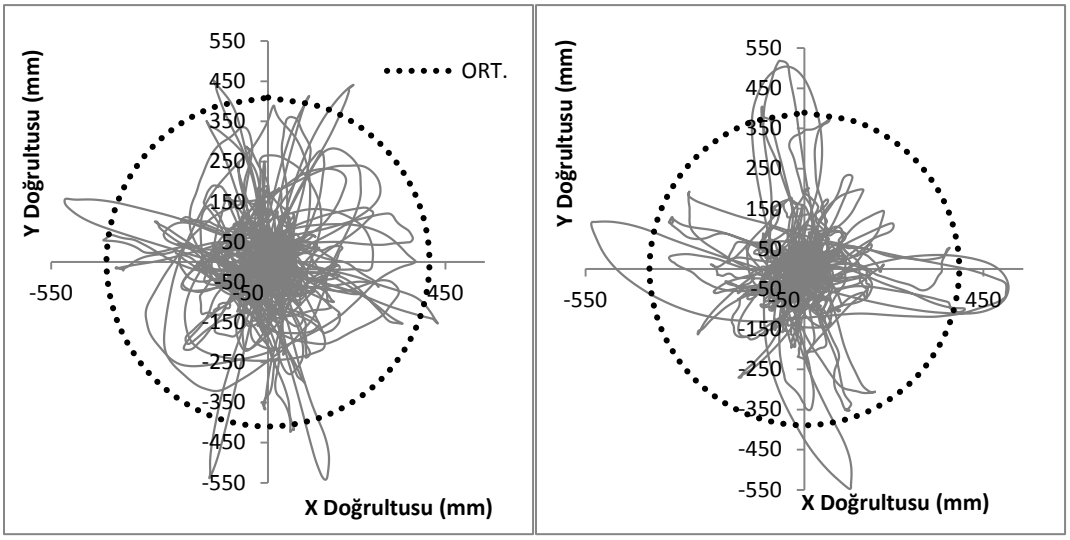


Şekil 9. Tasarım depremleri etkisinde ortalama göreli kat ötelenmeleri FPS (a) ve LRB(b)

Şekil 9'da görüleceği üzere Sağlık Bakanlığı genelgesinde belirtilen 0.005 göreli kat öteleme sınırı aşılmamaktadır. Kat ivmelerine benzer şekilde eğri yüzeyli sürtünmeli yalıtım birimlerinde göreli kat ötelemeleri daha düşük olarak elde edilmektedir.

4.5 Maksimum Yerdeğiştirmelerin Belirlenmesi

Yapıda oluşan maksimum yerdeğiştirme değerinin belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmalarda hedef periyot seviyesinde MCE ve DBE spektrum değerleri birbirine yakın olduğu görülmüştür, Şekil 4. Hedef periyot kullanılarak gerçekleştirilen tek dereceli sistem çözümlerinde spektral yerdeğiştirme 30cm mertebelerinde elde edilmiştir. Maksimum deplasman, lineer olmayan zaman tanım alanı analizlerinde 2 yönün bileşke değeri olarak 40cm mertebelerinde elde edilmiştir. Hedef periyot bölgesinde MCE ve DBE depremlerinin birbirine yakın ivme değerine sahip olması nedeniyle maksimum deplasmanın tespit edilmesinde DBE ve MCE deprem kayıtları beraber kullanılmıştır. Analitik modelde deprem hareketlerinin izlenmesi amacıyla yapı üzerindeki herhangi bir nokta seçilmiş ve tüm deprem kayıtları için izlenmiştir.



Şekil 10. 631 Numaralı Noktanın DBE ve MCE Depremi Hareket İzleri

4.6 Yalıtım Birimi Eksenel Yüklerinin Belirlenmesi

Yalıtım birimine gelen eksenel yüklerin belirlenmesinde düşey deprem etkisi hesaplara dahil edilmiştir. Maksimum izolatör eksenel yüklerinin belirlenmesi için düşey deprem kayıtları da analizlere dahil edilerek 3 bileşenli çözüm gerçekleştirilmiştir. İzolatör teknik şartnamesinde verilen eksenel yükler, elastomer yalıtım ve eğri yüzeyli sürtünmeli yalıtım sistemleri çözümlerinin zarfı (elverişsiz değer) olarak belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Jenerik tasarım ilkelerine göre yapısal analizleri yapılan yalıtımlı hastane yapısı mümkün mertebede farklı tip yalıtım birimleri tiplerine uyumlu olarak tasarlanmıştır. Gerçekleştirilen tasarımda kat öteleme oranları ve tasarım taban kesme oranı gibi değerlerin hedeflenen asgari şartları sağlaması amaçlanmıştır. Söz konusu hastane yapısı yapım ihalesine yönelik olarak tasarlanmış olup, yalıtım birimi tip ve özellikleri ile ilgili kesin bir seçim yapılmamıştır. Yapım ihalesi sonrasında proje müellifinin onay verdiği nihai yalıtım tipleri ve özelliklerinin jenerik tasarıma uygun olarak belirlenmesi ve prototip testlerinde bu değerlerin sağlandığından emin olunması gerekmektedir. Bu değerlendirme sonrasında yalıtım sistemi performansı, izolatörlerin alt ve üst limit değerlerine göre doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanı hesap yöntemi ile kontrol edilmelidir. Bu çalışma kapsamında 15 katlı Malatya hastanesi eğri yüzeyli sürtünmeli yalıtım birimleri (FPS) ve elastomer yalıtım birimleri (LRB) için ayrı ayrı çözülmüştür. Sonuçlar değerlendirildiğinde hastane gibi stratejik öneme sahip yapıların yüksek katlı olarak tasarlanması deprem etkisi altında özellikle üst katlarda yüksek ivmeler oluşmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada yalıtımlı yapı tasarımının avantajlarından biri olan kat ivmelerin

düşürülmesi ile ilgili olarak eğri yüzeyli sürtünmeli yalıtım birimleri kullanılarak yapılan tasarım ile elastomer yalıtım birimleri kullanılarak yapılan tasarım sonuçları karşılaştırılmıştır. Eğri yüzeyli sürtünmeli yalıtım birimleri kullanılarak gerçekleştirilen çözümün elastomer yalıtım birimleri kullanılarak gerçekleştirilen çözüme göre daha olumlu sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür.

6. KAYNAKLAR

ASCE 7-10 (2010), "Minimum design loads for buildings and other structures," American Society of Civil Engineers, ASCE Standard No. ASCE/SEI 7-10, Reston, VA.

ACI318-08 (2008), "Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary", American Concrete Institute.

ASD89 (1989), "Specification for Structural Steel Buildings", American Institute Steel Construction.

CSI (2012), "ETABS 9.7.2: Linear and nonlinear static and dynamic analyses and design of building systems", Computers and Structures Inc., Berkeley, CA.

CSI (2012), "SAP2000 15.0.1: Integrated Software for Structural Analysis and Design", Computers and Structures Inc., Berkeley, CA.

CSI (2012), "SAFE 12.2.0: Integrated Design of Flat Slabs, Foundation Mats and spread Footings", Computers and Structures Inc., Berkeley, CA.

DBYBHY (2007), "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik", T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı.

Deprem Yalıtımlı Yapılar ve Uygulamaları Çalıştayı (2013), "Sempozyum Sunumları", Sağlık Bakanlığı Sağlık Yatırımları Genel Müdürlüğü.

Erdik,M., M.B.Demircioğlu, K.Şeşetyan, E.Harmandar (2015), Malatya Hastanesi Deprem Tehlikesi Belirlemesi, Boğaziçi Üniversitesi-Kandilli Rasthanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü-Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı.

Eurocode 8 (2003), "Design of Structures For Earthquake Resistance Part 1: General Rules, Seismic Actions And Rules For Build.", EUROPEAN STANDARD prEN 1998-1, Doc CEN/TC250/SC8/N335, DRAFT No 6.

FEMA-450 (2003), "NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures", Federal Emergency Management Agency.

FEMA-451 (2006), "NEHRP Recommended Provisions, Design Examples", Federal Emergency Management Agency.

IBC (2012), "International Building Code, 2012", International Code Council, U.S.A.

TS500 (2000), "Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları", Türk Standartları Enstitüsü.

TS498 (1997), "Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri", Türk Standartları Enstitüsü.

Naeim, F. and Kelly, J.M. (1999), Design of Seismic Isolated Structures: From Theory to Practice, John Wiley and Sons, Inc., New York.

Sağlık Bakanlığı Genelge (2013), "Deprem Yalıtımlı Olarak İnşa Edilecek Yapılara Ait Proje ve Yapım İşlerinde Uyulması Gereken Asgari Standartlar", Sağlık Bakanlığı Sağlık Yatırımları Genel Müdürlüğü.

UBC (1997), "Uniform Building Code," International Conference of Building Officials, Whittier, CA.