



COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Akıllı Şehir Rehberlik Uygulamaları Projesi

DEPREM YALITIM SİSTEMLERİ

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

Tüm hakları saklıdır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın izni olmadan bu belgenin hiçbir kısmı elektronik ya da mekanik yollarla (fotokopi, kayıtların ya da bilgilerin arşivlenmesi, vs.) çoğaltılamaz.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

DEPREM YALITIM SİSTEMLERİ REHBERLİK KILAVUZU

Bu kılavuz, akıllı şehir uygulamalarından olan “Deprem Yalıtım Sistemleri” yapmak isteyen kurum ve kuruluşlara, projenin geliştirme ve uygulama aşamalarında destekleyici rehber doküman olması amacıyla hazırlanmıştır.

Kılavuzda uygulamaya yönelik bir vaka üzerinden aşamalı ve detaylı olarak açıklama yapılmıştır.

Rehberlik kılavuzu ile uygulamanın projelendirilmesine ve fizibilite çalışmalarının yapılmasına destek olunması hedeflenmektedir.

1. Uygulamanın Tanımı

Deprem Yalıtım Sistemleri projesi, binalara inşa edilmek üzere deprem yalıtım sisteminin (sismik izolasyon) yapacak yetkililere bilgilendirme amacıyla hazırlanan fizibilite çalışmasını kapsamaktadır. Proje herhangi bir depremle karşılaşılması durumunda bireylerin hayatının sekteye uğramaması için hazırlanan “Deprem Yalıtım” teknolojisinin detaylarını içermektedir.

1.1. Projenin Adı, Uygulama Yeri ve Süresi

- Deprem Yalıtım Sistemleri projesinin hazırlık aşamasında ilk olarak projenin adı belirlenir.
- Proje adı belli olduktan sonra projenin uygulama alanı, büyüklüğü ve yapısı belirlenerek projenin ne kadar sürede biteceği planlanır.
- Proje uygulamaya alınmadan önce projenin tanıtıcı özeti olan Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamındaki Proje Fişi hazırlanır.

Örnek Vaka	
Proje Adı	Deprem Yalıtım Sistemi Uygulaması Projesi
Uygulama Alanı	1000 Ha yerleşim alanı – 200.000 kişi
Proje Süresi	Uygulamanın bir yılda tamamlanması öngörülmektedir.
Akıllı Şehir Proje Fişi, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamında hazırlanmış olup doküman www.akillisehirler.gov.tr adresinde yayınlanan Akıllı Şehir Bilgi Paylaşım Portalı’ndan erişilebilmektedir.	

1.2. Proje Teknik Bileşenleri

Deprem Yalıtım Sistemleri projesinin teknik bileşenleri şu şekildedir:

- Detaylı zemin etüdü,
- Sahaya özel deprem risk verisi,
- Deprem Yalıtım Sistemi tasarım, mimari, statik, mekanik ve elektrik projeleri,
- TGUA-1 ve TGUA-5 uzman onayları,
- Yapı Sağlığı İzleme Sistemleri.

1.3. Proje Girdileri

Deprem Yalıtım Sistemleri için proje girdileri şunlardır:

- Detaylı zemin etüt raporu,
- Sahaya özel deprem risk verisi,
- Deprem yalıtım sistemi tasarım, mimari, statik, mekanik ve elektrik projeleri,
- Deprem izolatörleri (prototip ve üretim testleri sonuçları),
- Deprem izolatörleri ankraj ekipmanları (manşon, cıvata, bulon, pul, vb.),
- Deprem izolatörleri montaj işçiliği,
- Deprem izolatörleri montajı için yüksek mukavemetli grout malzemesi yerleştirilmesi,
- TGUA-1 ve TGUA-5 uzman onayları,
- Yapı Sağlığı İzleme Sistemleri,

1.4. Beklenen Çıktılar

Deprem Yalıtım Sistemleri projesi kapsamında beklenen çıktılar:

- Deprem yükü analizi
- Yapı modelleme ve simülasyon
- Yalıtım sistemi tasarımı
- Analiz sonuçları
- Teknik çizimler
- Performans testleri
- Proje raporları

1.5. Projenin performans göstergeleri

Deprem Yalıtım Sistemleri projesinin performans göstergelerinin amacı, proje performansının izlenmesi, analiz edilmesi ve değerlendirilmesi için bir çerçeve sağlamaktır. Bu göstergeler, proje yöneticilerine, yüklenicilere ve diğer ilgili taraflara projenin ilerlemesi hakkında net bir görünüm sağlar. Bu performans göstergeleri sayesinde, projenin başarısını ölçmek ve gerekli düzeltici önlemleri almak için gereken veriler elde edilir.

Deprem Yalıtım Sistemleri projesinin performans göstergeleri şunlardır:

- Deprem etkilerinin azaltılması
- Yapı davranışının iyileştirilmesi
- Yapısal hasarın azaltılması
- İnsan güvenliği sağlanması
- İşlevsel süreklilik
- Uzun ömürlülük

2. Proje Kapsamı ve Gerekçe

2.1. Proje Kapsamı

Deprem Yalıtım Sistemleri projesinin kapsamı, yapıların deprem etkilerine karşı korunmasını sağlamak amacıyla deprem yalıtım sistemlerinin tasarımı, analizi, uygulanması ve performansının değerlendirilmesini içermektedir.

Bu projenin kapsamı aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

- **Deprem Tehlike Analizi:** Proje, yapının bulunduğu bölgenin deprem tehlikesini analiz eder. Bu analiz, bölgedeki deprem kaynaklarını, yerel sismik aktiviteyi, zemin özelliklerini ve deprem etkilerini içerir. Bu bilgiler, deprem yalıtım sisteminin tasarımı ve gereksinimleri için temel oluşturur.
- **Yapı Modelleme:** Proje, yapının mevcut durumunu veya yeni bir yapının tasarımını temsil eden bir yapı modelinin oluşturulmasını içerir. Bu model, yapının geometrisini, malzeme özelliklerini ve yapısal bileşenlerini içerir. Yapı modeli, deprem yalıtım sistemi tasarımının yapılması ve analizlerin gerçekleştirilmesi için temel oluşturur.
- **Yalıtım Sistemi Tasarımı:** Proje, yapı modeli üzerinde deprem yalıtım sistemi için tasarım çalışmalarını içerir. Bu tasarım, uygun yalıtım elemanlarının (örneğin elastomerik yalıtım cihazları, sürtünmeli yalıtım cihazları) seçimi, boyutlandırılması ve yerleştirilmesini içerir. Tasarım aşamasında, deprem yükleri, yapının tepki spektrumu ve yalıtım sistemi performans kriterleri dikkate alınır.
- **Yapı Analizi:** Tasarım aşamasının ardından, yapı modeli üzerinde analizler yapılır. Bu analizler, yalıtım sisteminin deprem etkilerine karşı performansını değerlendirir. Yapı analizleri, deprem yükleri altında yapının tepkilerini (ivme, hız, yer değiştirme), yapısal güçlendirmeleri ve hasar tahminlerini içerir.
- **Uygulama ve Montaj:** Tasarım aşamasının tamamlanmasının ardından, deprem yalıtım sistemi uygulama ve montaj aşamasına geçilir. Bu aşamada, yalıtım elemanlarının doğru bir şekilde yapıya yerleştirilmesi, bağlantılarının yapılması ve montaj talimatlarının izlenmesi

gerekmektedir. Uygulama sürecinde kalite kontrol önlemleri alınır ve gerektiğinde yapısal iyileştirmeler yapılır.

- **Performans Değerlendirmesi:** Yalıtım sistemi uygulandıktan sonra, yapı üzerinde performans testleri ve değerlendirmeleri gerçekleştirilir. Bu testler, deprem yalıtım sisteminin beklenen performansı gösterip göstermediğini belirlemek için yapılır. Performans değerlendirme, yapıya gelen deprem etkilerinin azalması, yapısal hasarın azalması ve insan güvenliğinin sağlanması gibi faktörleri içerir.
- **Proje Raporlama:** Proje sürecinin tamamlanmasının ardından, proje raporları hazırlanır. Bu raporlar, yapılan çalışmaları, analizleri, tasarımları, uygulamaları ve performans değerlendirmelerini içerir. Raporlar, proje sonuçlarını ve önerileri detaylandırır ve ilgili taraflara sunulur.

2.2. Proje Gerekçesi

Deprem yalıtım sistemlerinin kurulmasının temel gerekçesi, yapıların deprem etkilerine karşı daha güvenli hale getirilmesidir. Bu sistem, yapıların deprem sırasında titreşimleri absorbe etmesini sağlayarak yapısal hasarın ve insan kayıplarının azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Deprem yalıtım sistemlerinin amacı, yapıların deprem enerjisini yatay hareketlere dönüştürerek, yapıların esnekliklerini artırır ve sismik yükleri dağıtarak yapıyı daha dayanıklı hale getirmektedir. Bu şekilde, deprem yalıtım sistemleri, yaşam güvenliği, yapısal bütünlük ve ekonomik kaynakların korunması gibi önemli avantajlar sunmaktadır. Ayrıca, mevcut yapıların güçlendirilmesi veya yeni yapıların tasarımında kullanılabilir, böylece mevcut yapı stoku deprem tehlikesine karşı daha dirençli hale getirilebilir.

Amaçlar:

- Deprem sebebiyle alınan tüm hasarları minimuma indirmek
- Deprem sonrasında ekonomik kayıpları ortadan kaldırmak
- Deprem sırasındaki hasarın sıfır olmasından dolayı güçlendirme ve yeniden yapım gerçekleşmeyeceğinden sıfır karbon salınımı ile ekolojik dengeyi korumak
- Vatandaşların güvenliğini sağlayarak toplumun huzur içinde yaşamını sürdürebilmesini sağlamaktır.

Hedefler:

- Deprem sonrası yapılarda yapısal ve yapısal olmayan hasarları önlemek
- Deprem sonrası kesintisiz olarak yaşamın olağan seyrinde devam etmesi sayesinde deprem sonrasındaki psikolojik ve sosyolojik olumsuzlukların önüne geçmek

- Deprem sonrası eğitimin ve sağlık hizmetlerinin kesintisiz devamını sağlamak
- Deprem sırasında yapıların içindekileri de korumak
- Deprem sonrası maddi ve manevi devlet yardımlarının gerekmeyeceği şekilde, alınan hasarları minimize edecek bir sistemle yapıları güçlendirmektir.

2.3. Mevcut Durum

Proje konusu ile ilgili dünyada mevcut durumun tespiti

- Deprem yalıtım sistemleri uygulamalarına yönelik dünyadaki güncel trendler incelenir.
- Bu trendlere bağlı güncel teknoloji, yazılım, otomasyon, ekipman, yapı, ürün vs. incelenir.

Proje konusu ile ilgili Türkiye’de mevcut durumun tespiti

- Türkiye’deki mevcut deprem yalıtım sistemi uygulamaları incelenir.
- Proje için gerek duyulan alanlarda hizmet alınabilecek firmalar belirlenir.

Daha önce yapılan çalışmaların başarı-başarısızlık durumlarının tespiti

Deprem yalıtım sistemi tasarımının doğru yapılması, yalıtım elemanlarının doğru seçimi, boyutlandırılması ve yerleştirilmesi başarının önemli bir faktördür. Yetersiz veya hatalı bir tasarım, yalıtım sisteminin performansını olumsuz etkileyebilir. Aynı zamanda yalıtım sisteminde kullanılan malzemelerin kalitesi büyük önem taşır. Yüksek kaliteli malzemelerin kullanılması, sistem performansının güvenilirliğini artırırken düşük kaliteli malzemelerin kullanılması ise performansı olumsuz etkileyebilir.

Deprem Yalıtım Sistemleri projeleri planlarken yapılacak ön çalışmaların doğruluğu ve hassaslığı büyük önem taşımaktadır. Sistemin yapıya uygun bir şekilde entegre edilmesi gerekli olduğu için yapının geometrisi, taşıma kapasitesi, zemin koşulları ve diğer özellikler göz önünde bulundurulmalıdır. Yalıtım sisteminin yapının özelliklerine uygun olmaması, yapılacak performans testlerinin sonucunda olumsuzluk oluşturabilir. Sistemin doğru bir şekilde uygulanması, başarılı bir proje için kritik öneme sahiptir. Uygulama sürecinde hatalar, bağlantı zayıflıkları veya düşük kaliteli işçilik, yalıtım sistemi performansını olumsuz etkileyebilir.

Projelendirme aşamasında yapılan analizlerin doğru ve güvenilir olması önemlidir. Deprem yükü analizi, yapısal analizler, performans değerlendirmeleri gibi analizlerin doğru bir şekilde yapılması, yalıtım sisteminin etkinliğini ve başarısını belirler. Ayrıca, projenin başarısı düzenli bakım ve izleme faaliyetlerine de bağlıdır. Yalıtım sisteminin düzenli olarak bakımının yapılmaması veya izleme faaliyetlerinin ihmal edilmesi, performansın zamanla düşmesine ve başarısızlığa neden olabilir.

Deprem Yalıtım Sistemleri projesinin başarılı olması, ilgili yönetmeliklere ve standartlara uygunlukla da ilişkilidir. Yönetmeliklere ve standartlara uygun olarak tasarlanmış ve uygulanmış bir yalıtım sistemi, güvenilirlik ve performans açısından daha başarılı olma eğilimindedir. Benzer şekilde projenin başarısı, yeterli finansal kaynakların sağlanmasıyla da ilişkilidir. Projenin gerektirdiği malzemeler, ekipmanlar, uzmanlık ve çalışma saatleri gibi unsurların yeterli miktarda ve kalitede temin edilebilmesi önemlidir.

Bu faktörler, Deprem Yalıtım Sistemleri projesinin başarısını etkileyebilen önemli unsurlardır. Proje yönetimi, kalite kontrol önlemleri, doğru seçimler ve sürekli değerlendirme ve iyileştirme süreçleri başarılı bir proje gerçekleştirilmesine katkıda bulunabilir.

Literatür Araştırması

Literatür araştırması kısmı, bu projeyi uygulayacak kurum ve kuruluşlara mevcut durum hakkında bilgi vermek ve konu hakkında fikir sahibi olmalarını sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

Ülkemizin coğrafi özellikleri göz önünde bulundurulduğunda yüzölçümünün %96'sı deprem tehlikesine açık, %42'si ise birinci derece deprem bölgesindedir. Bütün bu riskler bir arada bulundurulduğunda Türkiye'de depreme dirençli bir kent planlama anlayışının benimsenmesine büyük bir ihtiyaç duyulmaktadır [1]. 2020-2023 Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı'nda, Afet ve Acil Durum Yönetimi karşılaşılabilecek zararların önlem alınarak azaltılması, afet ve acil durumlara hazır olunmasının sağlanması, bir olay ya da durum gerçekleştiğinde müdahalede bulunulması, afet ve acil durum verisinin akıllı bir şekilde analiz edilmesi ve normal yaşama dönüş süreci gibi uygulamaları kapsayan sistemler bütünü olarak tanımlanmaktadır. Eylem planında tanımlanan bazı eylemlerde akıllı şehirlerde yapılması gereken güncelleme çalışmaları ile 15.9 numaralı eylemde "Afet ve Acil Durum Yönetimi Bileşenin Olgunluğu Artırılacaktır", 15.11 numaralı eylemde ise "Bilgi ve İletişim Teknolojileri Bileşenin Olgunluğu Artırılacaktır" eylemleri desteklenmekte ve afet yönetimi konusunda birçok yeni uygulamanın geliştirilmesi ve standartların getirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu eylemler ışığında akıllı şehirlerde oluşan ve geliştirilmesi sürdürülen sayısal sistemler, verileri ve bilgi/iletişim tekniklerini kullanarak afet yönetiminde akıllı teknolojilerden faydalanarak yaygınlaştırılabilir, sürdürülebilir ve kolaylıkla uygulanabilir hale gelmesini sağlayacaktır. Böylece afetler sonrasında oluşabilecek zararları azaltma konusunda merkezi yönetim ve yerel yönetimlere yeni olanaklar ve fırsatlar sunacaktır.[2]

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından hazırlanmış olan 2012-2023 Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planına göre, ülkemizin afetlere ve doğal ya da beşerî tüm tehlikelere karşı dirençli olmamasının hızlı ve denetimsiz kentleşme, nüfus artışı, sanayileşme gibi pek çok sebebi bulunmaktadır [3]. Ülkemiz deprem kuşağında yer aldığından ve bahsedilen hem kentsel hem de doğal baskılardan dolayı yıllar içinde etkisi fazlasıyla büyük olan depremlere maruz kalmıştır. 7.2 büyüklüğündeki 1939

Erzincan depremi, 7.4 büyüklüğündeki 1999 Marmara depremi, 7.4 büyüklüğündeki Kahramanmaraş Pazarcık depremi bunların en büyük can ve mal kaybına sebep olanlarıdır [4][5].

6 Şubat Kahramanmaraş Pazarcık depreminden sonra Dünya Bankası tarafından yayınlanmış olan Hızlı Hasar Değerlendirme Raporu'nda depremin sebep olduğu fiziksel yıkımın yaklaşık olarak 34,2 milyon dolar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, deprem sebebiyle oluşan hasarların iyileştirilmesi, onarılması ve yeniden inşası için de gereken maliyetin bu hasarların maliyetinden 2 kat daha fazla olacağı raporda belirtilmiştir [6].

Deprem yalıtım sistemlerinin kullanılarak depremlerde en az hasar alındığı çok fazla örnek bulunmaktadır. 1994 yılında ABD'nin Kaliforniya eyaletinin Northridge bölgesinde gerçekleşen depremde, pek çok konut ciddi hasarlar almışken, Güney Kaliforniya Hastanesi (USC Hospital) yalıtım sistemlerine sahip olduğundan, depremden hemen sonra bile hizmet vermeye devam edebilmiştir. Yine aynı bölgede bulunan ve herhangi bir yalıtıma sahip olmayan bir başka hastane olan Olive View Hastanesinde ise alınan yapısal olmayan çok büyük hasarlar alınmıştır. Bu hasarlar sonucu hastane 6 ay hizmet verememiştir. Bir başka örnek olarak 1995 yılında Japonya Kobe'de, 2011 yılında Japonya Tohoku ve Yeni Zelanda Christchurch'te gerçekleşen depremlerde de deprem yalıtımı olan yapılarda pek çok bina hasar almadan depremi atlatabilmiştir. Günümüz teknolojilerinin elverdiği imkanlarla deprem yalıtımı olan birçok binada "Yapı Sağlığı İzlem Sistemi" olmaktadır. Bu sistem ivmeölçerler ve deplasmanlarla zemindeki izolatörlerin ivmesi ile zemindeki ivmeyi ölçüp, ne kadarının azaltılabildiğini hesaplamaktadır. Böylelikle kurulumu sağlanmış olan bu teknolojik uygulamaların ne kadar başarı olup olmadıkları ölçülebilmektedir [7]. Özetle, akıllı şehir uygulamalarından deprem yalıtım sistemleri kritik önem taşımaktadır. Deprem yalıtım sistemlerinin tercih edilme sıklığı arttığında karşılaşılabilecek maddi manevi tüm hasarlar büyük oranda önlenecektir.

Türkiye'de sağlık hizmetlerinin çok daha modern koşullarda sunulmasına imkân sağlayacak yeni sağlık tesislerinin yapımını gerçekleştiren Sağlık Bakanlığı'na bağlı Sağlık Yatırımları Genel Müdürlüğü, riskli bölgelerde hastanelere deprem yalıtım sistemi olan deprem izolatörleri yerleştirmektedir. Hastane yapımına dair ulusal ve uluslararası tüm güncel gelişme ve yenilikler takip edilerek deprem riski yüksek bölgelerde bu sistemi kullanmaktadır [8].

Sağlık Bakanlığı daha önce yayınladığı genelge kapsamında; hastane proje ve inşaatlarında deprem yalıtımına yönelik düzenlemeler ve tasarım kriterleri getirmiştir. Buna göre; 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde gerçekleştirilen 100 yatak ve üzeri hastane inşaatlarında, uygulanması bakanlık genelgesiyle zorunlu tutulan sismik izolatörler yer almaktadır. Sismik izolasyon, yapının dayanım kapasitesini artırmak yerine binaya gelen sismik enerjiyi sönmüleyerek ya da binaların periyodunu uzatarak deprem yüklerini azaltma esasına dayanan bir tasarım yaklaşımı olarak tanımlanabilir.

Deprem sırasında ve sonrasında verilmesi gereken sağlık hizmeti göz önünde bulundurulduğunda, sağlık tesisleri için deprem izolatörleri hayati rol oynamaktadır [8].

2020 yılının ocak ayında Elâzığ'da yaşanan depremde zemininde 872 adet sismik izolatör bulunan Elâzığ Fethi Sekin Şehir Hastanesi, deprem anında tüm operasyonel faaliyetlerine devam etmiş, hasar almamıştır. Yine geçtiğimiz yıl Ekim ayında, Seferihisar merkezli İzmir'i etkileyen, can kayıplarının yaşandığı 6,6 büyüklüğündeki depremde 1.031 adet sismik izolatör yerleştirilen inşaatı devam eden Bayraklı Şehir Hastanesi de bir hasar görmemiştir [8].

Projenin bağlantılı olduğu başlıca alanlar şunlardır:

- Akıllı şehircilik
- Sismoloji
- Yapı dinamiği
- Yapısal analiz
- Malzeme mühendisliği
- Yapısal modelleme ve simülasyon
- Zemin mekaniği ve geoteknik mühendislik
- Yapı malzeme testleri

2.4. İhtiyaç Analizi

Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan verilerin incelenmesi

Deprem yalıtım sistemleri, deprem sırasında yapıların daha güvenli olmasını sağlamaktadır. Yapıların deprem etkilerini absorbe etmesi ve titreşimleri dağıtması sayesinde, yapısal hasarın azaltılması ve can kayıplarının önlenmesi hedeflenmektedir. Bu şekilde, insanların yaşam güvenliği ve korunması en önemli ihtiyaçlardan biridir. Yapıların deprem etkilerine karşı dayanıklılığını artırmaktadır. Yapıların titreşimleri emerek ve dağıtarak yapısal bütünlüğün korunmasına yardımcı olmaktadır. Bu sayede, yapıların çökme riski azalır ve uzun vadeli yapısal stabilite sağlanır. Aynı zamanda bu sistemler, yapıların depremde zarar görmesini engelleyerek mal ve mülk güvenliğini sağlamaktadır. Deprem etkilerini azaltarak, yapısal hasarın önlenmesi ve yapıların tamir veya yeniden inşa maliyetlerinin azalması hedeflenir. Bu da ekonomik kaynakların korunması ve mülk değerlerinin korunması anlamına gelmektedir.

Yapıların deprem sonrası hızla kullanılabilir hale gelmesini sağlamaktadır. Yapıların depremde hasar görmemesi veya hasarın sınırlı olması durumunda, işyerleri, hastaneler, okullar ve diğer önemli tesisler gibi süreklilik gerektiren yerlerin faaliyetleri sürdürülebilir. Bu da toplumun normal yaşam düzeninin devam etmesini sağlamaktadır. Deprem yalıtım sistemleri, yapıların deprem etkilerine karşı

dayanıklılığını artırarak uzun vadeli ekonomik verimlilik sağlamaktadır. Hasar ve onarım maliyetlerinin azalması, yapıların ömrünün uzaması, sigorta maliyetlerinin düşmesi ve iş kayıplarının azalması gibi faktörler, ekonomik açıdan avantajlı bir durumu temsil etmektedir.

Özetle, deprem yalıtım sistemleri, bu ihtiyaçları karşılayarak deprem etkilerine karşı yapıları koruyup, insanların güvenliğini sağlamakta, ekonomik kaynakları korumakta ve sürekliliği sağlamaktadır.

Proje ile ilgili beklentiler ve paydaşlara sağlanan faydalar ile çözüm getirilen problem ve sıkıntıların tespiti

- Projenin, tedarik sürecindeki aracı kurumlardan kaynaklanan fiyat değişimine etkisinin analiz edilmesi
- Deprem yalıtım sistemi teknolojilerinin yaygın kullanımı için gereksinimlerin belirlenmesi
- Deprem yalıtım sistemi teknolojilerinin uygulanacağı bölgelerde yaşanacak uygulama zorluklarının belirlenmesi

Projenin başarılı olmasını sağlayacak güçlü yönlerin ve başarısızlığa neden olabilecek zayıf yönlerin tespiti

- **Güçlü Yönler**
 - Yapıların titreşimleri absorbe etmesini ve enerjiyi dağıtmasını sağlamasıyla hasarın azalmasına katkıda bulunmaktadır.
 - Yapıların depreme karşı daha dayanıklı ve esnek olmasını sağlamaktadır.
 - Yapıların titreşimleri emerek ve dağıtarak, yapısal deformasyonların ve hasarın kontrol altında tutulmasını sağlamaktadır.
 - Yapıların çökme riskini azaltır ve yapıların daha uzun süre kullanılabilir olmanı sağlamaktadır.
 - Yapıların depremde alacağı hasarı azalttığından, deprem sonrası hızlı onarımı kolaylaştırır.
 - Yapıların deprem etkilerine karşı daha dirençli hale gelmesi, yapısal hasarın azalması ve onarım maliyetlerinin düşmesi ile uzun vadede ekonomik avantajlar yaratmaktadır.
- **Zayıf Yönler**
 - Sistemin tasarımı, sisteme gerekli malzemelerin seçimi, montajı ve testi sebebiyle ek maliyet gerektirebilir.
 - Mevcut yapıların uyumluluğu ve adapte edilebilirlikleri bazen zorluklar yaratabilir. Bazı yapılar, yalıtım sistemlerinin uygulanması için modifikasyonlara ihtiyaç duyabilir ve bu da ek zorluklar ve maliyetler getirebilir.

- Sistemin düzenli bakım ve kontrolleri, periyodik denetimleri, gerekirse onarımları belirli bir maliyet gerektirmektedir.
- Sistemin etkin bir şekilde kullanılabilmesi için eğitimli personel ve bilinçli kullanıcılar gereklidir.
- Sistemlerin doğru şekilde tasarlanması ve uygulanması için nitelikli ve deneyimli mühendislerin katkısı önemlidir. Karmaşık tasarım süreçleri ve analiz yöntemleri, bazı projelerde zorluklar ve gecikmelere neden olabilir.

2.5. Talep Analizi

Proje ile üretilecek ürünlere ve/veya sunulacak hizmetlere yönelik mevcut talebin tespiti

Genellikle betonarme-karkas yapılar ülkemizde en çok tercih edilen konut yapım tekniğidir. Donatı yeterliliği, beton kalitesi, beton yerleşim iççiliği, pas payı konularındaki herhangi bir eksiklik ya da yanlış hesaplama sonucu yapılan bir hata beton döküldükten sonra anlaşılmamaktadır. Hataları ortaya çıkaran tek durum yapının bir depremle karşılaşması durumudur. Betonarme yapılar depremin şiddetini kirişlere aktararak yapı üzerindeki baskıyı azaltır. Kirişler depremin ortaya çıkarmış olduğu enerjiyi yutar ve böylelikle kolonlara gönderilen basınç azalır. Böylelikle yapının ve temel taşıyıcı elemanları olan kolonların en az hasar alması sağlanmaktadır. Tüm bunlara rağmen depremlerde genellikle hasar alınır fakat esas öncelik bireylerin can güvenliğini sağlamaktır. Betonarme yapılar çelik yapılardan farklı olarak endüstriyel olmadığından, depremle karşılaşılması durumunda depremin enerjisini yaklaşık olarak dörtte bir ile beşte bir oranları aralığında azaltarak alınan hasarı minimuma indirmektedir. Yıkılan yapıların moloz tasfiyesi oluşturması ile ekosisteme CO₂ salınır. Salınan bu CO₂ miktarı deprem yalıtım sistemleri ile engellenmektedir.

Deprem yalıtımı sistemlerinin kitlesel kullanımı söz konusu olduğunda uzman iş gücü eksikliği yaşanabilir. Bahsedilen uzmanlar, deprem yalıtımı tasarımı alanında kendini geliştirmiş inşaat mühendisleri ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş TGUA-5 deprem yalıtımı uzmanlarını kapsamaktadır. Ayrıca deprem yalıtım sistemlerinin elemanları yerel üreticiler tarafından kısıtlı sayıda üretildiğinden, gerekli malzemeler çoğunlukla ithal edilmektedir. Bu durum tedarik sıkıntısına yol açmaktadır. Dolayısıyla bu konuda üretim yapacak yerel üreticilere daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu sistemlerin kurulması için talebi belirleyen temel etkenler ve göstergeler aşağıdaki gibidir:

- Bölgesel deprem tehlikesi
- Yapı tipi ve özelliği
- Yapısal hasar ve güçlendirme ihtiyacı

- Yönetmelik ve standartlar
- Bilinç ve farkındalık
- Finansal kaymaklar

Talebin gelecekteki gelişim potansiyeli ve talep için gelecek öngörülerin tespiti

- Geleceğe yönelik nüfus, ekonomi ve teknoloji öngörülerini dikkate alınarak hesaplamalar yapılır.

3. Teknik Analiz ve Alternatif Teknolojilerin Değerlendirilmesi

Fiziki/Mekânsal Büyüklük

- Fiziki/mekânsal büyüklük projenin gerçekleşeceği binanın büyüklüğüne, tipine ve kullanım amacına bağlıdır.

Kapasitenin Belirlenmesi

Deprem Yalıtım Sistemleri projesi için kapasitenin belirlenmesindeki kriterler aşağıda verilmiştir:

- Projenin uygulanacağı yapının tipinin ve büyüklüğünün iyi analiz edilmesi
- Yapının kullanım amacı ve toplumsal olarak önemini belirlenmesi (Okul, hastane gibi kamusal alanlar daha büyük kapasiteler gerektirirken ticari, konut gibi daha az kişinin kullandığı yapıların kapasitesi daha düşüktür.)
- Projenin gerçekleştirileceği bölgenin deprem riskinin belirlenmesi
- Proje için ayrılan kaynakların ve bütçenin iyi tasarlanması

Yapısal Proje Gereksinimleri

Deprem Yalıtım Sistemleri projesi için yapısal proje gereksinimleri şunlardır:

- Yapısal analiz ve tasarım
- Yapının dayanıklılığı ve güçlendirme gereksinimleri
- Deprem yalıtım sistemlerinin seçimi
- Montaj ve uygulama detayları
- Test ve denetimler
- Teknik bilgilendirme ve standartlara uygunluk

Yukarıda belirtilenlere ek olarak Deprem Yalıtım Sistemleri, teknik adıyla "Pasif Kontrol Sistemleri" deprem yalıtım birimleri (deprem izolatörleri) ile deprem sönümleyicilerden (sismik damper) oluşmaktadır. Bu sistemin üst yapısına alternatif bir teknoloji olarak sönümleyiciler de yerleştirilebilir. Sismik izolatörler temel ile yapı arasına yerleştirilip, deprem kuvvetini azaltıp üst yapıya gönderme prensibiyle çalışmaktadır. Sismik sönümleyiciler, üst yapının çerçevelerine yerleştirilir, böylelikle

depremin kuvveti yapıya geçerek deprem kuvveti sönümleyiciler aracılığıyla azaltılır. Yapı şartnamelerine göre hazırlanan depreme dayanıklı geleneksel yapılarda düktil tasarım yöntemi izlendiğinden, hasar alma olasılığı daha yüksektir. Özetle, deprem izolatörleri kullanılarak inşa edilen yapıların depreme dayanıklılık çözümleri daha konforlu olmaktadır.

Deprem izolatörleri kauçuk ve sarkaç olmak üzere iki çeşitten oluşmaktadır. Her iki sistemin de kendine göre olumlu yanları ve eksiklikleri bulunmaktadır. Kauçuk deprem izolatörleri, hava almadığından su, toz ve nemden etkilenmez. Bununla beraber hareketli parçalar barındırmadığından dolayı büyük bir olasılıkla bakım gerektirmemektedir. Bakım gerektiren tek parçası üst yapıya ve alt yapıya bağlantı çelik yük plakalarının korozyondan korunmasının denetlenmesi konusudur. Öte yandan sürtünmeli sarkaç tipi izolatörlerin içlerine alacağı toz, su veya nemden kaynaklı sorunlar yaşanmaması için düzenli bakımlarının yıllık olarak yapılması gerekmektedir. Bu maliyetler diğer masraflara kıyasla yüksek fiyatlı gider kalemleri değildir. Bunun dışında total maliyetin yanında önemsenecek miktarda herhangi bir bakım maliyeti gerektirmemektedir.



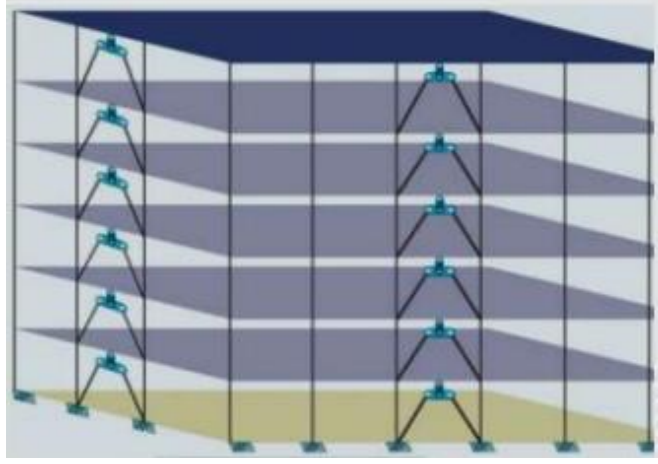
Şekil 1. Deprem izolatörü örneği [9]



Şekil 2. Sürtülmeli sarkaç sisteminin çalışma prensibi [10]



Şekil 3. Sismik damper örneği [11]



Şekil 4. Sismik damperlerin temsili bir yapıda konumlandırılması [12]

Son olarak yukarıda bahsedilen bakım maliyetlerinin yanında, sürtünme esaslı sarkaç izolatörlerin üst yapıya ve alt yapıya bağlantı çelik yük plakalarının korozyon koruması da periyodik olarak yapılmalıdır. Deniz kenarları gibi asidik ortamlarda bulunan sürtünme esaslı sarkaç izolatörlerin düzenli aralıklarla temizliğine dikkat edilmelidir. Tüm bu bahsedilen bakımlara dikkat edildiği takdirde, her iki izolatör çeşidi de yapı ömürlerinden fazla servis ömrüne sahip olacaktır.

Yazılım ve Donanım Gereksinimleri

Deprem Yalıtım Sistemi projesi için yazılım ve donanım gereksinimleri şunlardır:

- Yapısal analiz yazılımı
- Tasarım yazılımı
- Modelleme ve simülasyon yazılımları
- Sensörler ve ölçüm cihazları
- Kontrol ve ayar cihazları
- Veri iletişim ve işleme cihazları

Alternatif teknolojiler nelerdir? Karşılaştırma yapınız.

Deprem yalıtım sistemi için aşağıda alternatif olarak kullanılan bazı teknolojiler bulunmaktadır:

- **Sönümlenme Sistemleri:** Yapıların deprem sırasında oluşan titreşimleri emerek enerjiyi absorbe eder. Yapılarda yaygın olarak kullanılan sönümlenme sistemleri arasında viskozite sönümlenme cihazları, sürtünme sönümlenme cihazları ve sıvı-katı karışım sönümlenme cihazları bulunur.
- **Yapısal Güçlendirme:** Mevcut yapıların deprem direncini artırmak için kullanılan bir alternatif teknolojidir. Bu yöntemde, yapının temelleri, kolonları, perdesi ve diğer strüktürel elemanları güçlendirilir ve deprem etkilerine karşı daha dayanıklı hale getirilir.

- **Base Isolation (Taban Yalıtımı):** Yapıyı temelden ayıran elastomerik veya sıvı yalıtım cihazları kullanarak deprem etkilerini azaltmayı amaçlar. Bu teknoloji, yapıyı deprem etkilerinden yalıtarak titreşimlerin binaya iletilmesini engeller.
- **Yüksek Mukavemetli Malzemeler:** Yapıların deprem etkilerine karşı daha dayanıklı hale getirilmesinde kullanılır. Örneğin, yüksek dayanımlı beton, çelik veya kompozit malzemeler, yapıların daha sağlam ve esnek olmasını sağlar.
- **Aktif Kontrol Sistemleri:** Yapıların titreşimlerini azaltmak veya kontrol etmek için geri besleme döngüleri ve sensörler kullanır. Bu sistemler, yapısal tepkileri sürekli olarak izler ve gerekli ayarlamaları yaparak deprem etkilerini sınırlar.

Bu alternatif teknolojiler, deprem yalıtım sistemleriyle birlikte veya ayrı olarak kullanılabilir. Projenin gereksinimleri, bütçe, yapı tipi ve diğer faktörler, hangi teknolojinin tercih edileceğini belirlemede etkili olacaktır.

Teknoloji seçiminin dayandığı kriterler nelerdir? Açıklayınız.

- 1) Teknoloji yeni mi?
- 2) Teknoloji yerli mi?
- 3) Teknoloji yerli değilse yerlileştirilebilir mi?
- 4) Bina ve İşletme İhtiyaçları
- 5) Esneklik
- 6) Ölçeklendirme kolaylığı
- 7) Teknik uyum
- 8) Entegrasyon kolaylığı

Teknik tasarım süreçlerini (süreç tasarımı, makine-donanım, inşaat işleri, arazi düzenleme, yerleşim düzeni vb.) açıklayınız.

Bir yapının deprem yalıtımının yapılması süreci aşağıdaki adımlardan oluşur:

- Zemin etüdünün yapılması
- Sahaya özel deprem verisinin tespit edilmesi
- Deprem yalıtımı detaylarına dikkat ederek mimari projenin yapılması
- Statik projenin yapılması
- Deprem yalıtım sisteminin tasarımı
- Deprem yalıtım birimleri için ihaleye çıkılması

- Yapının modeline ihaleyi kazanan deprem izolatörleri üreticisinin verilerinin girilmesi ve nihai çözüme karar verilmesi
- İzolatör verilerinin prototip testler ile doğrulanması
- Tüm izolatörlerin aynı kalitede olup olmadığının tespitinin üretim testleri ile yapılması
- Deneyimli montaj ekibi tarafından izolatörlerin monte edilmesi
- Depreme yalıtımlı binanın mimari, mekanik ve elektrik detaylarının deprem sırasındaki hareketine uyumlu biçimde çözülmesi
- Yapının olası bir depremdeki davranışının Yapı Sağlığı İzleme Sistemi (ivmeölçer, deplasman ölçer, kayıt sistemi) ile izlenmesi

4. Finansal Analiz

Örnek Vaka:

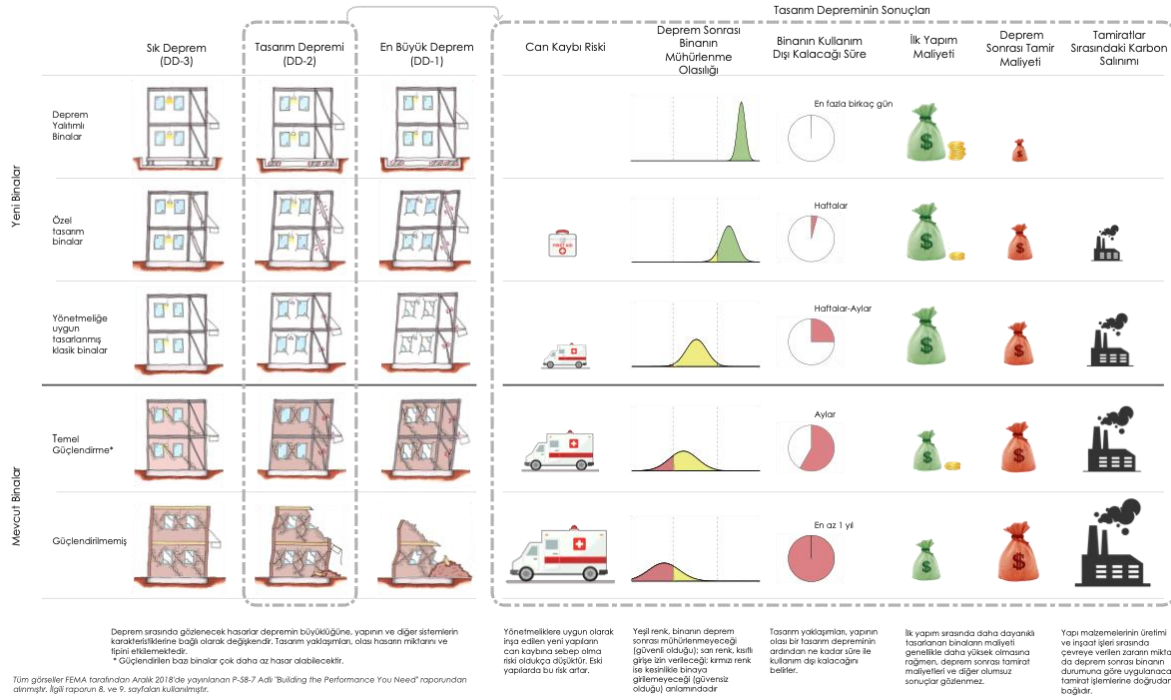
İhtiyaç analizi kapsamında 1000 hektarlık, 65.000 konut bulunan ve 200.000 kişinin yaşayacağı varsayılan proje alanında aşağıdaki konular göz önünde bulundurulmalıdır:

"Deprem Yalıtımı" teknolojisiyle, "Değer Mühendisliği" yaklaşımı kullanılarak, geleneksel betonarme yapıların maliyetiyle aynı seviyeye getirilmesi mümkündür. Ancak, projeler inşaat süreciyle birlikte yürütüldüğünde, değer mühendisliği genellikle göz ardı edilmekte ve/veya yeterli zaman ayrılmamaktadır. Deprem yalıtım sistemleri, yapıların beton ve demir kullanımında tasarruf sağlamaktadır. Böylelikle değer mühendisliği hizmetleri ve deprem izolatörlerinin maliyeti ek bir yatırım gerektirmeden karşılanabilir veya daha düşük maliyetlerle gerçekleştirilebilir. Şekil 5'te bu konuyla ilgili olarak depreme dayanıklı tasarım seçenekleri açıklanmaktadır.

Yukarıda ifade edildiği şekliyle, değer mühendisliği uygulandığında, geleneksel betonarme yapının maliyetiyle aynı düzeye gelirse, karar vericilerin karar verme sürecinde zorlanma sorunu ortadan kalkar. Aksi takdirde, yaklaşık olarak %5 ila %10 arasında ek bir maliyet söz konusu olacaktır. Eldeki veriler deprem yalıtım sisteminin tasarımının oluşturmak için yeterli olmadığı için yüzdesel bir yaklaşım yapılmıştır.

DEPREME DAYANIKLI TASARIM SEÇENEKLERİ

Binaların Tasarımı Sırasında Yapılan Tercihlerin Deprem Sonrası Sonuçları



Şekil 5. Depreme dayanıklı tasarım seçenekleri ve deprem sonrası olası sonuçları [13]

5. Ekonomik Analiz

Deprem Yalıtım Sistemlerinin ekonomik etkileri aşağıda açıklanmaktadır:

- Yapıların depremin etkilerine karşı dayanıklılıklarını artırarak, onarım maliyetlerinin düşmesini sağlar.
- Deprem sırasında yapının titreşimlerini kontrol altına alarak yapısal hasarın önüne geçmesiyle önemli ticari ya da endüstriyel işletmelerin iş sürekliliğini sağlamasına yardımcı olur.
- Sigorta şirketleri, daha güvenli yapılar için daha düşük prim oranları sunduğundan dolayı, daha güvenli yapılarda oturan yapı sahiplerinin sigorta maliyetlerinde bir düşüş sağlar.
- Deprem riskinin azalması, bölgesel ekonomik gelişmeyi destekleyebilir ve yatırım yapılabilirliği artırabilir.
- Deprem riski altındaki bölgelerdeki yapıların güçlendirilmesi, can kayıplarını ve insanların sağlık sorunlarını önemli ölçüde azaltacağından toplumun yaşam kalitesini artırır ve uzun vadeli ekonomik etkileri olumlu yönde etkiler.

6. Sosyal Etkinin Analizi

Deprem Yalıtım Sistemlerinin sosyal sonuçları şöyle özetlenebilir:

- Yapıların deprem etkilerine karşı daha dayanıklı hale gelmesini sağlayarak, insanların güvende olmasını ve can kayıplarının azalmasını sağlar.
- Uzun vadede toplumun genel güvenlik duygusunu artırır ve deprem riskine karşı daha iyi hazırlıklı olunur.
- Depreme daha dayanıklı yapılar, konutların kullanılabilirliğini artırır ve toplumun konut ihtiyaçlarını karşılamada daha etkili olur.
- Toplumun deprem riskine karşı daha dirençli olmasını sağlayarak toplumun dayanıklılığını ve sosyal yapının sürdürülebilirliğini artırır.
- Deprem riskine karşı toplumun eğitimini ve farkındalığını artırmayı hedefler.

7. Çevresel Etkinin Analizi

Deprem Yalıtım Sistemleri projesinin çevrenin korunmasına sağlayacağı faydaları aşağıda belirtilmiştir:

- Daha az yapısal hasarın oluşması, yeni yapı inşası ihtiyacını azaltır ve dolayısıyla doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunur.
- Yapıların ömrünü uzatır ve daha uzun süre kullanılabilmesini sağlayan sürdürülebilir bir yapılaşma modelini teşvik eder.
- İnşaat sektörünün çevresel etkilerini azaltır ve doğal kaynakların tükenmesini önler.
- Daha iyi yalıtım özellikleri sayesinde, enerji tüketimi azalır ve buna bağlı olarak çevreye salınan sera gazı emisyonları azalır.
- Deprem yalıtım sistemleri, yeşil bina sertifikasyonlarına da katkıda bulunabilir.

8. Risk Analizi

Deprem Yalıtım Sistemleri projesinde karşılaşılabilecek önemli riskler şunlardır:

- Ülkemizdeki tasarım ve üretim konularında sınırlı kapasite sebebiyle, projenin başlama ve bitiş tarihlerine göre gereken kapasite çalışmalı ve riskler ortadan kaldırılmalıdır.
- Tasarım konusunda yetkin uzmanlarla çalışılmalı ve süreçte karşılaşılabilecek teknik problemlerin önüne geçilmelidir. Bu uzmanların TGUA-5 ve TGUA-1 uzmanlarıyla eşdeğer bilgi birikimine sahip ya da yakın derecede yetkinliğe sahip Tasarım Mühendisi, Geoteknik Mühendisi olmasına özellikle dikkat edilmelidir.
- Sistemlerin tasarımı, uygulanması ve işletilmesi karmaşık bir süreçtir. Teknik hatalar, yanlış hesaplamalar veya tasarım hataları risk oluşturabilir. Ayrıca, malzeme kalitesi, montaj süreci ve bakım işlemlerindeki hatalar da projenin başarısını etkileyebilir.

- Deprem yalıtım sistemleri, geleneksel yapı tekniklerine göre genellikle daha yüksek maliyetlidir. Bu nedenle, projenin bütçesini aşma veya finansman sorunları gibi maliyetle ilgili riskler ortaya çıkabilir. Ayrıca, maliyet tahminlerindeki hatalar veya ekstra masraflar da projenin başarısını etkileyebilir.
- Projeler, yerel yönetmeliklere ve inşaat standartlarına uygun olmalıdır. Yerel mevzuatlara uyum sağlamama veya planlama izinleri gibi hukuki ve yönetsel riskler projenin başarısını etkileyebilir. Ayrıca proje yönetimi, paydaşlar arası iletişim, sözleşme yönetimi gibi yönetsel konular da risklerin kaynağı olabilir.

9. Genel Değerlendirme ve Sonuç

Deprem Yalıtım Sistemi Projeleri, artan deprem riskleri ve yapısal dayanıklılık ihtiyaçları nedeniyle önemli bir gereksinim haline gelmiştir. Yapıların deprem etkilerine karşı daha dayanıklı hale getirilmesini sağlayarak can kaybı ve hasar riskini azaltır. Deprem Yalıtım Sistemleri, yapıların deprem sırasında enerjiyi absorbe etmesini ve titreşimleri azaltmasını sağlayarak binaların sağlamlığını artırır. Bunun sonucunda, can güvenliği ve yapıların uzun ömürlü olması sağlanır. 2020 yılı içinde meydana gelen Elâzığ ve Seferihisar merkezli İzmir depremlerinde deprem izolatörü kullanan iki şehirdeki hastanelerde hasar kaydı oluşmamıştır. Ayrıca, deprem yalıtımı projeleri çevresel, ekonomik ve sosyal faydalar sağlar. Çevrenin korunmasına katkıda bulunur, enerji verimliliğini artırır, yapısal yenileme ihtiyacını azaltır ve kaynakları daha etkin kullanır. Bununla birlikte, deprem yalıtımı projelerinde dikkat edilmesi gereken faktörler vardır. Teknik doğruluk, malzeme kalitesi, uygun tasarım ve uygulama, maliyet-etkinlik ve yönetim süreçlerinin etkin yönetimi gibi unsurlar başarı için önemlidir. Bu nedenle, deprem yalıtımı projeleri, yapıların dayanıklılığını artırarak toplumun güvenliğini sağlar, çevreye olan etkisini azaltır ve sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir adımdır.

10. Kaynakça

[1] Peker, E. & Orhan, E. (2021). Mekânsal Planlamada Deprem Riski ve İklim Krizini Birlikte Ele Almak.

Planlama Dergisi. <https://doi.org/10.14744/planlama.2021.41713>

[2] Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı “AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ UYGULAMA

REHBERLİK KILAVUZU” <https://www.akillisehirler.gov.tr>

- [3] TC Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2012). 2012-2023 ulusal deprem stratejisi ve eylem planı. In *Afad Resmî Websitesi*.
<https://deprem.afad.gov.tr/assets/udsep/UDSEP2023.pdf>
- [4] Güner, B. (2020). Türkiye'deki deprem hasarlarına dönemsel bir yaklaşım; 3 dönem 3 deprem. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 25(43). <https://doi.org/10.17295/ataunidcd.730298>
- [5] T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (n.d.). *Kahramanmaraş-Pazarcık'ta Meydana Gelen Deprem Hakkında Bilgilendirme*. <https://www.afad.gov.tr/kahramanmaras-pazarcikta-meydana-gelen-deprem-hakkinda-bilgilendirmee-merkezicerik>
- [6] World Bank Group. (2023, February 27). Dünya Bankası'nın Afet Değerlendirme Raporuna Göre Türkiye'deki Deprem Hasarının Maliyetinin 34 Milyar Doları Aşması Bekleniyor. *World Bank*.
<https://www.worldbank.org/tr/news/press-release/2023/02/27/earthquake-damage-in-turkiye-estimated-to-exceed-34-billion-world-bank-disaster-assessment-report>
- [7] TÜBİTAK- TÜSSİDE. (Nisan 2021). Esenler Belediyesi Akıllı Şehir Uygulamaları Fizibilite Projesi. Deprem Yalıtım Sistemleri Uygulaması Ön Fizibilite Raporu.
- [8] Sağlık Bakanlığı <https://sygm.saglik.gov.tr/TR-85807/hastanelerde-depreme-karsi-sismik-izolator-kalkani.html>
- [9] *Sismik izolatör nedir? Sismik izolasyon ne işe yarar?* (2023, February 15).
<https://www.cumhuriyet.com.tr/turkiye/sismik-izolator-nedir-sismik-izolasyon-ne-ise-yarar-2052136>
- [10] Kan, Ö., Kaymaz, K., Zengin, B., & Özcan, M. (2017). Türkiye'deki depreme dayanıklı yapıların sismik izolasyon tiplerinin güncelenmesi. *Bilim Ve Gençlik Dergisi*, 5(1), 82–100.
<https://www.munzur.edu.tr/birimler/dergi/Bilder/arsiv/BGD5-1/5.1.9.pdf>
- [11] *Sismik damper çeşitleri*. (n.d.). Seismodynamics. <https://sdese.com/bilgi-bankasi/sismik-damper-cesitleri/>

[12] <https://www.humbarahane.com/temeller-ve-temel-cesitleri/sismik-sonumleyiciler-damper-sistemi/>

[13] Özçamur, U. (2020). Deprem yalıtımı ve temel esasları. *İnşaat Tedarik*.

<https://www.insaattedarik.com.tr/makale/deprem-yalitimi-ve-temel-esaslari/>