

DEPREME DAYANIKLI ASANSÖRLER VE MANUEL KABİN-İÇİ KURTARMA SİSTEMİ

K. Ferhat Çelik

Blain Hydraulics, Pfaffenstrasse 1, 74078 Heilbronn, Germany, Tel:+49713128210.

ferhat.celik@blain.de

ÖZET

Yapılan iyileştirmelere rağmen, geçmişte depremler, asansör sistemlerine çok ciddi hasar vermiş ve bazı durumlarda yolcuların kabinde mahsur kaldıkları raporlanmıştır. Depremler dışında, sıklıkla kabinde mahsur kalma olayları meydana gelmekte ve yolcuların kurtarılması noktasında genellikle güçlükler yaşanmaktadır. Kurtarma ünitesiyle donatılmış asansörler enerji kesilmesi sonrasında devreye girselerde, elektrik/elektronik veya mekanik sorunlar hasıl olduğunda kurtarma işlemi, manuel olarak ve genellikle deneyimli kişiler tarafından yapılmak durumundadır. Deprem gibi doğal afetler sırasında şartlar gerek mahsur kalan yolcu gerekse teknik eleman açısından daha da kritik hale gelmektedir.

Bu çalışmada asansörler, tahrik sistemleri göz önüne alınarak, sismik hareketler karşısında sağlamlık ve emniyet açısından kısaca değerlendirilmekte ve hidrolik tahrik sistemlerinde, kabinde mahsur kalan yolcular tarafından zorunlu durumlarda kullanılabilir 'manuel kabin-içi kurtarma sistemi' tanıtılmaktadır. Son bölümde, deprem tehdidi altındaki bölgelerde asansör kabininin bir acil kurtarma odası olarak kullanılması değerlendirilmektedir.

1. GİRİŞ

Asansörler, binaların en pahalı ekipmanlarından birisidir ve çok önemli bir işlevi yerine getirmektedir. Bununla beraber, deprem sırasında hasarlanmaya hassas olduğu bilinen çeşitli mekanik ve elektrik/elektronik bileşenlere de sahiplerdir. Hasarlardan doğacak ekonomik ve işletme kayıplarını bir yana bırakırsak, hastaneler gibi kritik önemi olan binalarda deprem sırasında ve özellikle sonrasında asansörlerin aktif halde bulunmaları özellikle önemli bir konudur. Bu nedenle, sismik olaylara karşı koruyucu ve önleyici tedbirler alırken, binalarda kullanılan üretim teknolojileri ve elektrik, gaz ve su hatlarıyla, asansör, yürüyen merdiven ve diğer bina ekipmanları seçimi de çok önemli hale gelmektedir.

1964 Alaska depremiyle birlikte asansör performansını arttırmaya yönelik çalışmalar başlatılmıştır. 1971 San Fernando depremi sonrasında asansör tasarım kodunda yapılan iyileştirmelere rağmen, sonrasında oluşan orta büyüklükteki depremler bile (Richter ölçeğine göre 6 to 7.1) asansörlere kabul edilemez derecede hasarlar meydana getirmiştir^[1,2,4]. Ray-karşıağırlık sistemi asansörlerin en zayıf noktası oluşturmakta ve hasarlar birinci öncelikle bu sistemlerde meydana gelmektedir^[1,2,3]. Bu nedenle, ray-karşıağırlık sisteminin dinamik karakteristiklerini iyileştirmek amacıyla akademik çalışmalar sürdürülmektedir^[1,2].

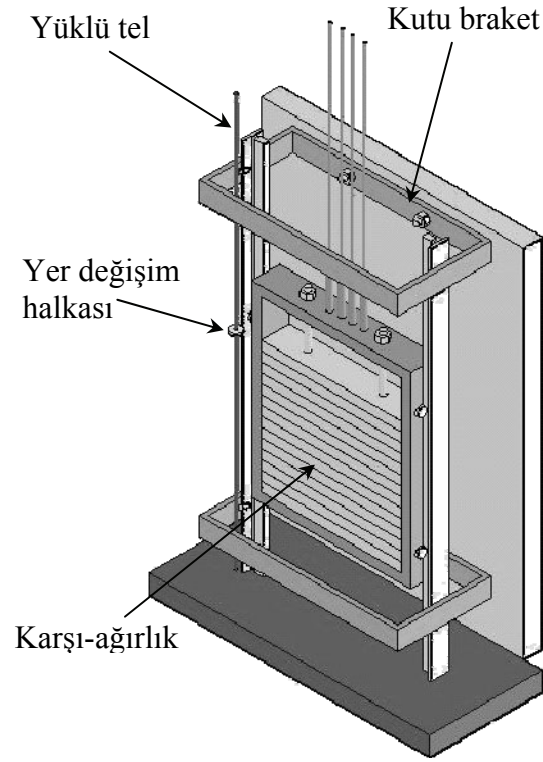
Karşı-ağırlığın raydan çıkararak kabinle çarpışması: En yaygın tehlikelerden birisidir. Karşı-ağırlığın raydan çıkmasını önlemek ve raydan çıkma halinde karşı-ağırlığın salınımını kısıtlamak amacıyla kutu braketler kullanılabilir. Bir güvenlik önlemi olarak, karşı-ağırlığın raydan çıkması durumunda asansörü durduracak olan bir algılayıcının sisteme monte edilmesi önerilmektedir^[1,2,5] (Şekil 2).

Ray braketlerinin kopması veya hasarlanması: Ray braketleri, bu braketin bağlantı elemanları ve bina kirişleri/duvarları gibi destekleyici unsurlar yatay kuvvetlere mukavemet edebilmelidir. İki kılavuz rayını birbirine bağlamak için ara braketlerin kullanılması, tekerlekli patenlerin yerlerinden çıkma ihtimalini azaltır ve sistemin dayanımını artırır. Deprem sırasında yer değişim miktarları büyük olduğundan, kendi içinde yer değişimine olanak sağlayan izolasyon braketlerinin kullanılması sistemin daha iyi korunmasını sağlayabilir. Ayrıca braketlere, ray-karşıağırlık sisteminde olduğu gibi eksenden sapma halinde tetiklenen bir algılayıcı da takılabilir^[5].

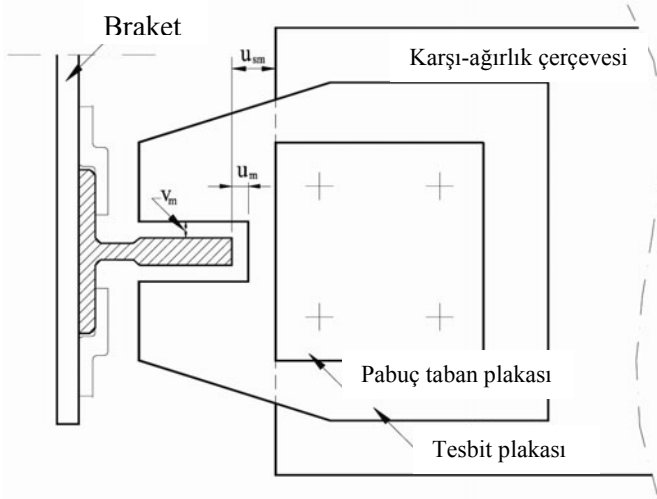
Makina ve ekipmanların hareket etmesi ve hasarlanma: Deprem sırasında karşı-ağırlığın yerinden çıktığı durum en sık olarak, asansör kabini hareket halinde olmasa bile, karşı-ağırlığın asansör boşluğu içerisinde yüksek konumda olduğu zaman meydana geldiği görülmüştür^[2]. Bu durumun nedeni, deprem sırasında üst katların alt katlara nazaran daha büyük genlikte sallanmasıdır. Bu yüzden tahrik ünitesinin ve ekipmanın binanın üstüne yerleştirildiği durumda kurulum daha fazla risk taşımaktadır. Bu gibi kurulumlarda, montaj sırasında ilave önlemler alınması gereklidir.

Tekerlekli patenlerin kopması veya gevşemesi: Tekerlekli patenlerde büyük deformasyon olmasını ve ayrıca tekerlekli patenlerin veya pabuçların kılavuz raylardan çıkmasını önlemek için patenlerin altına tespit plakaları yerleştirilmesi istenmektedir^[3,5] (Şekil 3).

Tespit cıvatalarının kuyu duvarlarından ayrılması: Yatay etkiyen 1g'lik bir kuvvete karşı gerekli mukavemeti sağlayacak cıvata bağlantıları ve destekleri gereklidir^[5]. Makinenin raylar üzerine veya asansör boşluğu içerisinde asılı durumda olması, emniyeti sağlayacak tespit yapılmasına yönelik çabaları arttıracaktır.



Şekil 2. Karşı-ağırlık için kutu braketlerin ve elektriksel dedektörün tatbiki^[1].



Şekil 3. Tespit plakası^[2].

2- Kolay ve emniyetli kurtarma yöntemi: Depreme dayanıklı asansörden beklenen ikinci özellik; kolay ve emniyetli bir kurtarma yöntemine sahip olmasıdır. Kabinde mahsur kalmaları önlemek için depremin ilk dalgalarını (P dalgaları) algılayıp asansörü karşı-ağırlıktan uzaklaştıracak şekilde bir sonraki kata getiren ve eğer daha tehlikeli şok dalgalarının (S dalgaları) gelmesi halinde asansörün enerjisini kesen sismik anahtar kullanımı tavsiye edilmektedir^[3,7]. İki dalga arasındaki süre yaklaşık 7-30s arasındadır. Depremin ana

merkezinin bina kompleksine çok yakın olması veya sistemin yanlış cevabı nedenleriyle, kontrollü enerji kesiminin yapılamadığı ve yolcuların kabinde mahsur kaldığı durumlar olabilecektir.

3. DEPREME DAYANIKLI ASANSÖR

Asansör sistemlerinde depreme karşı yapılan iyileştirmelere rağmen, hasarların ekseriyetinin karşı-ağırlığının varlığından kaynaklandığı görülmüştür^[2,5,6]. Ray-karşıağırlık sisteminin sismik performansını geliştirmek için araştırmacıların incelediği çeşitli koruma sistemleri mevcuttur. Bu konuda basit yaklaşımlardan biri, sönümleyiciler kullanarak sistemin titreşim sönümleme performansını arttırmaktır, ancak bu tasarım, gereken mekanizmaların montajı için yeterli alan bulunmadığından uygulama sorunları getirir. Diğer bir yöntem ise ağırlıkların üst kısmını, titreşimi absorbe edecek sönümleyicilere dönüştürmektir. Pasif olarak ayarlı olan bu sönümleyicinin etkinliği, sönümlemede kullanılan karşı-ağırlık ve bunun şasisi arasına bir aktüatör monte ederek sistemi, aktif olarak kullanmak suretiyle artırılabilir^[2].

Karşı-ağırlık nedeniyle oluşacak hasarları önlemek için yukarıda bahsedilen koruyucu yöntemler uygulanabilir. Ancak bu yöntemler maliyeti artırırlar, karşı-ağırlığa bağlı riskleri ortadan kaldırmayı garanti etmezler ve karşı-ağırlığı olmayan sistemlerin sunduğu avantajlar ile kıyaslanamazlar.

Sonuç olarak karşı-ağırlığı bulunmayan asansörler, yeni tasarım zorunluluklarının birçoğuna gereksinim duymayacaktır. Bu ise depreme daha dayanıklı, daha ekonomik ve daha emniyetli asansör çözümlerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Dolayısıyla, depreme dayanıklı asansör sistemleri araştırılırken önceliğin karşı-ağırlığı olmayan sistemlere verilmesi uygun olacaktır.

Genel olarak hidrolik asansörlerin karşı-ağırlığı yoktur ve bu asansörler, özellikle deprem riski taşıyan bölgelerde daha emniyetli bir seçenek olduklarını kanıtlamışlardır. 2001 Şubat ayında meydana gelen Seattle depremi esnasında, halatlı asansörlerin %11'inde değişen oranlarda hasar meydana gelirken bu oran hidrolik asansörlerde %1

ile sınırlı kaldığı hatırlanırsa, deprem tehlikesi altındaki bölgelerde, halatlı asansör kullanımından doğacak riskler hakkında tekrar düşünülmelidir.

Deprem bölgelerinde, hidrolik asansör kullanılması uygun olmayan yüksek yapılarda alternatif asansör tipi konvansiyonel halatlı asansörler olmalıdır. Alçak-katlı asansör pazarına enerji verimliliği yüksek asansör olarak tanıtılan makine dairesiz asansörler (MDA), sismik bölgeler için en az uygun asansör tipidir. Bunun nedeni MDA'lerin sadece karşı-ağırlık içermesi değil, aynı zamanda tahrik ünitesinin asansör kuyusuna ve genellikle de kuyu tavanına güvenilirliği tartışılır bir şekilde yerleştirilmiş olmasıdır. Binanın üst kısımlarında oluşan daha yüksek atalet kuvvetleri ve daha büyük yer değişimleri, MDA sisteminin iyileştirilmesi için yapılması gereken çalışmaları ve maliyeti arttıracak, yüksek güvenilirlik ve emniyet şartlarından ödün verilecektir.

Depremler binaların elektrik, gaz ve su hatlarına zarar verebilir ve patlama, yangın ve su baskını gibi tehlikeli durumlara neden olabilirler. Bu tehlikeler ve beklenen artçı sallantılar insan kayıplarını daha da arttırabilir. Bu nedenle yolcuların zaman geçirmeksizin kurtarıma zorunluluğu doğabilir. Bu gibi durumlarda yolcuları kurtarmak için itfaiyenin veya sorumlu personelin gelmesini beklemek gerçekçi olmayacaktır. Bu nedenle kabinde mahsur kalmış yolcuların kolaylıkla ve emniyetli bir şekilde kurtarılabilme şartı depreme dayanıklı asansörler için gerekli bir koşuldur.

Hidrolik asansörler, kurtarma operasyonları kolay ve emniyetli, kendilerine özgü tasarımları ve doğrudan temelden desteklenmeleri nedenleriyle arızaya karşı güvenilirlikleri yüksek olan asansörlerdir. Bodrum veya giriş kat seviyesinde rahatlıkla oluşturulabilen makina odası, binanın üst katlarına çıkmaya gerek duymadan, kurtarma işleminin kolaylıkla normal olarak bilgilendirilmiş bina fertleri tarafından bir kaç dakika içinde, güvenle yapılmasına olanak tanır.

Konvansiyonel halatlı ve MDA'lerde kurtarma operasyonları genellikle binanın üst katlarından gerçekleştirilmek durumundadır. Her iki tip asansör sistemi için de deneyimli elemana ihtiyaç vardır. Özellikle MDA'lerde kurtarma operasyonlarının güvenilirliği ağırlıklı olarak akü ile beslenen kurtarma sistemlerine dayanır çünkü, bunların manuel kurtarma sistemlerinin kullanılması komplikedir ve her farklı MDA sistemi, kabinde kalan insanların kurtarılması için farklı bir deneyim gerektirmektedir. MDA sistemlerde kabinin kuyu içinde hareket ettirilemediği durumlarda, asansör makinesine ulaşmak güç olduğundan güvenli olmayan yöntemler denenmek durumunda kalınabilir. Bu yüzden kurtarma işlemleri esnasında ciddi kazaların meydana gelmesi muhtemeldir. Ayrıca, depremi yaşamış, psikolojik olarak etkilenmiş ve müsait şartlara sahip olmayan insanlardan, başkaları için kurtarma işlemi yapmalarını beklemek mantıklı ve güvenli olmayacaktır.

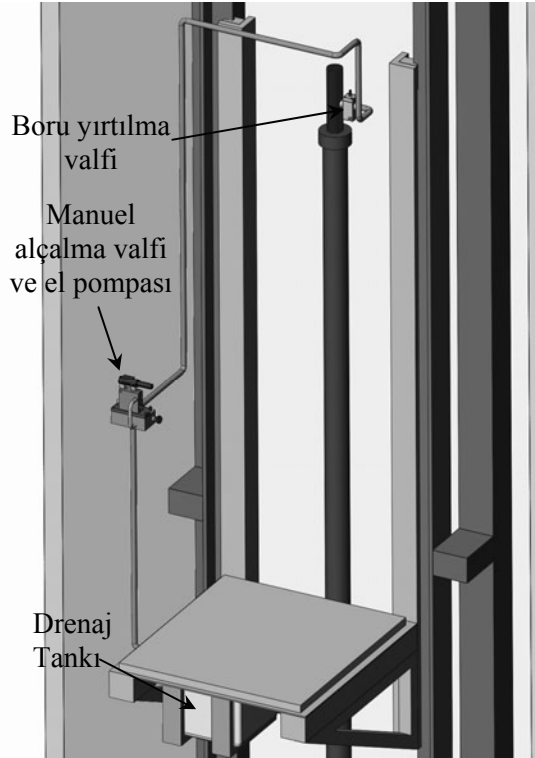
4. MANUEL KABİN-İÇİ KURTARMA SİSTEMİ

Konu deprem olduğunda, sarsıntı esnasında ve sonrasında insan psikolojisinin değerlendirilmesi de önem arz etmektedir. Bu durumlarda baskın duygu doğal olarak korku olmakta ve insanlar binalardan uzaklaşma refleksi göstermektedir. Bu gibi durumlarda, kabinde kalan yolcular kendilerine yardım edebilecek yegane kişiler durumuna düşebilirler. Bu yüzden tehlikeli durumlarda, kabinde mahsur kalmış yolcular

için kendilerini kurtarmaya yönelik bir yöntemin geliştirilmesi, belkide asansörlerden beklenen bir sonraki gelişme olarak değerlendirilebilir. Böyle bir sistemde aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- Sistem son derece güvenli olmalıdır.
- Kullanımı son derece kolay olmalıdır.
- Fiziksel engelli insanlar ve çocuklar tarafından da kolaylıkla kullanılabilir.
- Hem yukarı hem aşağı yönde çalıştırılabilir.
- Enerji kesilmesi olasılığı nedeniyle, sistemin çalışması mekanik olarak sağlanmalıdır.

Yukarıda belirtilen amaçları hedefleyerek, Şekil 4'te gösterilen kuramsal tasarımdan da



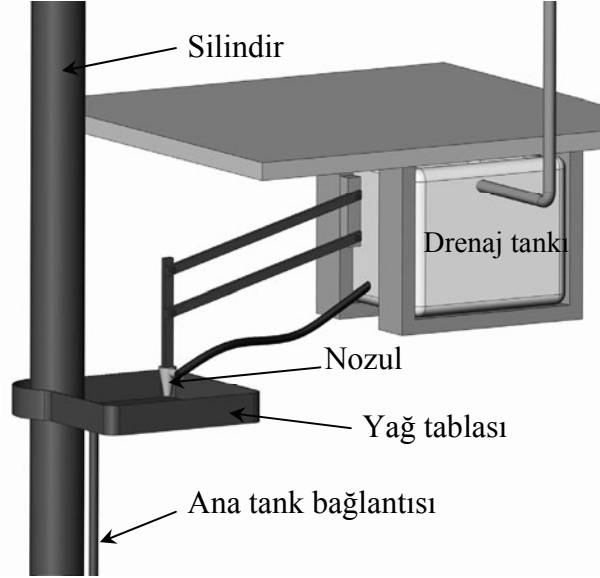
Şekil 4. Manuel kabin içi kurtarma sistemi için hidrolik

anlaşılacağı üzere, hidrolik asansörler için manuel bir 'kabin-içi kurtarma' sistemi öngörülmüştür. Bu sistem pratikte hem direkt hem indirekt sistemlere uygulanabilir. Deprem riski taşıyan alanlarda binaların alçak olacağı beklendiğinden, buralarda direkt sistemlerin uygulanmasının daha uygun olacağı düşünülebilir. Ayrıca, direkt hidrolik sistemler kasnak-halat düzeneğine ve mekanik fren mekanizmasına ihtiyaç duymamakta ve böylece tasarımı kolaylaştırmakta, güvenilirliği ve emniyeti daha da yükseltmektedir. Enerji kesilmesi ile devreye girecek, 6 ila 12 saate kadar aydınlatma yapabilen ve diğer emniyet sistemlerinden bağımsız bir lambanın kabin içine kullanılması, hem kurtarma operasyonu hemde yolcu psikolojisi için gereklidir.

4.1- DİREKT HİDROLİK SİSTEME UYGULAMA

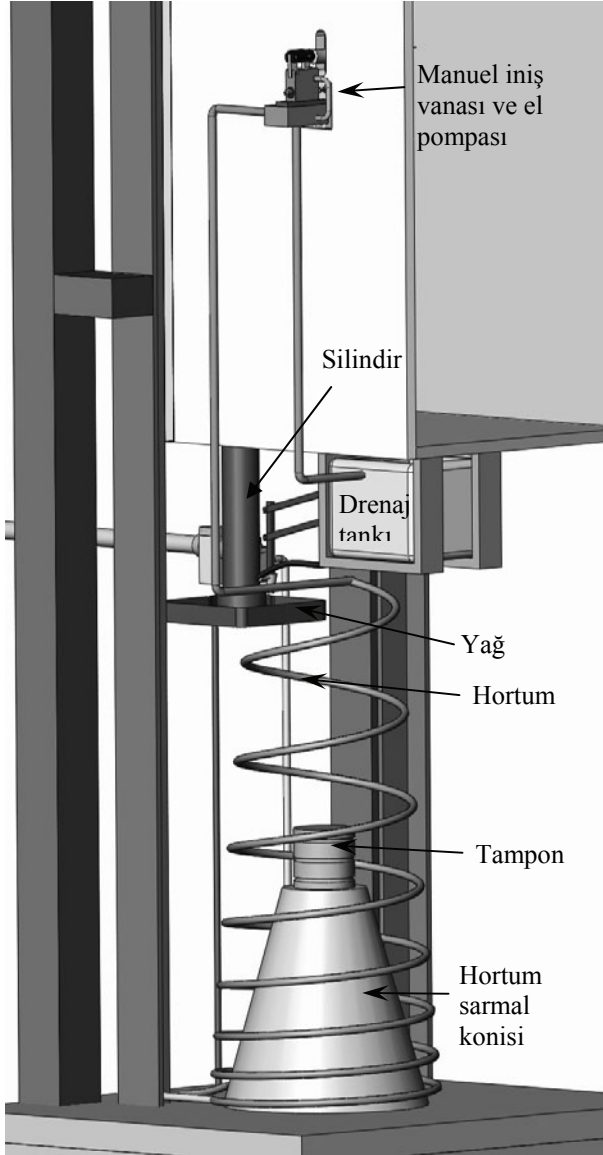
Manuel kabin içi kurtarma sistemi, kabin duvarına monte edilmiş olan bir alçalma valfinden ve bir el pompasından meydana gelmektedir. Tasarlanan bu sistemde pistonun, dolu malzemedeki değil, borudan üretilmesi öngörülmüştür. Silindir hattındaki hidrolik akışkana erişim, manuel alçalma valfi ve pistonun üst kısmı arasında döşenen bir boru bağlantısıyla yapılmaktadır. Borunun yırtılması durumunda karşı, piston üzerine ayrıca yaklaşık 15 cm/s hızda kapanmaya ayarlı bir boru-yırtılma valfi yerleştirilmiştir. Acil bir durumda kabinde mahsur kalan yolcular, kabin içerisinde bulunan kurtarma sisteminin emniyet camını kırarak manuel alçalma vanasını (kendi kendine kapanır özellikte) çevirerek kabini alt kat seviyesine 5-7 cm/s'lik sabit bir hızla indirebilirler. Bu durum Şekil 5'te gösterilmektedir. Bu sayede hidrolik silindir içerisindeki hidrolik akışkan, kabinin altında bulunan ufak bir drenaj tankına boşalacaktır. Alternatif olarak, eğer asansör daha yüksek bir kata çıkarılmak istenirse çekiç, el pompası için bir manivela kolu olarak kullanılabilir. Yaklaşık olarak, 40 bar'lık basınçta 18kgf'lık bir pompalama kuvveti gerektirir ki, bu da kolaylıkla ufak bir çocuk tarafından dahi uygulanabilir. Drenaj

tankındaki akışkan düzeyi yeterli seviyede tutularak kabinin en az bir kat yükseltilebilmesine olanak sağlanır. Asansör zemin kat seviyesine geldiğinde drenaj tankındaki fazla miktardaki akışkan otomatik olarak ana hidrolik güç ünitesine bağlı olan bir tablaya boşalacaktır. Bu işlem, Şekil 6'da gösterildiği gibi temasla açılan bir nozul kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Kat seviyesinde kapıların açılmaması durumunda, çekicinin üst tarafındaki sivri kısmla kapı arası sürgülenererek, kapıların zorlanarak açılması öngörülmüştür.



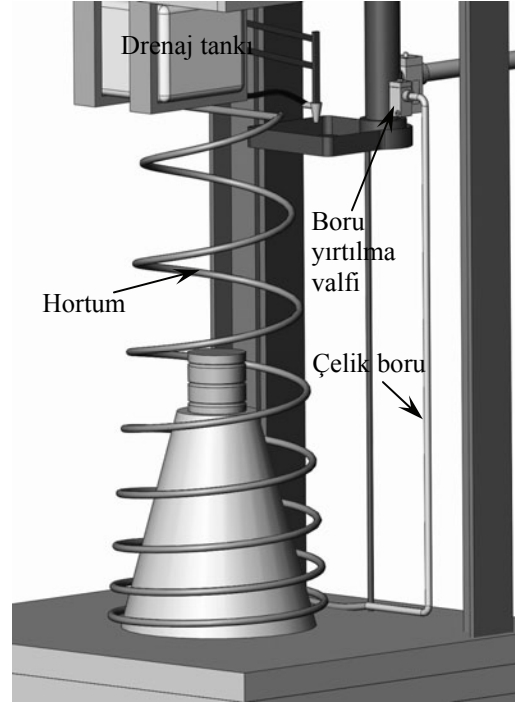
Şekil 6. Drenaj tankındaki yağın ana tanka aktarılması.

4.2- ENDİREKT HİDROLİK SİSTEME UYGULAMA



Şekil 7. Endirekt hidrolik sistemlerde kabin-içi kurtarma sistemi.

kolayca sarmal halinde kuyu tabanına yığılmasına olanak verecek bir koni Şekil 7 ve Şekil 8 de gösterilmiştir. Yukarı hareket sırasında hortumun kabine bağlı olarak yukarı çekilmesi, iniş esnasında ise kuyu dibindeki koni etrafında kendi ağırlığıyla halkalar şeklinde yığılması düşünülmüştür. Ayrıca, hortumu düzenli aralıklarla elastik lastik bantlarla bağlayarak kabinin aşağı hareketi halinde hortumların spiral olarak yığılması kolaylaştırılabilir.



Şekil 8. Endirekt sistemde boru yırtılma valfi bağlantısı.

Endirekt sistemdeki tasarım da büyük ölçüde direkt sisteme benzer. Farklı olan, silindir üzerinde yerleştirilen küçük bir boru-yırtılma valfi ve manuel alçalma vanası arasındaki bağlantının, kabinin en üst kata çıkmasına müsade edecek şekilde yeterince uzun bir hortum kullanılarak yapılmasıdır. Küçük boru yırtılma valfi 15cm/s hızda kapanacak şekilde ayarlanıp silindir üzerine, ana boru-yırtılma valfinin yanına bağlanmıştır. Uzun hortumun kuyu içinde dolaşmasını önleyecek ve

5. ASANSÖR KABİNİNİN KURTARMA ODASI OLARAK KULLANILMASI

Zayıf veya küçük bir sarsıntıda ağır hasar alma ihtimali taşıyan bir bina, pratikte asansörlerin sismik cevabına yönelik araştırmanın kapsamına alınmaz. Ancak, tamamen de ihmal edilemez. Şekil 9’de gösterilen resimler şu soruyu gündeme getirmektedir; ”Eğer insanlar bu depremler esnasında asansör kabinini kullansalardı hayatta kalabilirler miydi?”



Şekil 9- Deprem sonrası asansör kuyusu kalıntıları

Asansörlerin yangın esnasında yüksek binalarda bir tahliye sistemi olarak kullanılması planlanırken, aynı zamanda depremlerde de kullanılabilirlikleri tartışılmalıdır. Depreme karşı güvenli bir asansör inşa edilirken, bunun aynı zamanda bir kurtarma odası olarak da kullanılmasına olanak sağlayacak şekilde dayanıklılığı artırılabilir. Bu işlem, belkide depreme karşı dayanıklı asansörlere yönelik çalışmalar içerisinde tavsiye edilen destek çerçevesinin uygulanmasıyla gerçekleştirilebilir^[3] (Şekil 10). Böyle bir sistemde asansör rayları ve asansör boşluğu kapıları, sismik izolatörlerle birlikte taşıyıcı bir çerçeveye desteklenir. Bu destek çerçevesinin üst ve alt asansör boşluğu arsına tespit edilmesiyle, çerçevenin bir deprem esnasında yatay yer değiştirmeye bağlı olarak kavis alması durumunda asansörün, bu destek çerçevesi içerisinde yukarı aşağı hareket etmesi sağlanır^[3]. Böyle bir destek çerçevesinin inşa edilmesi, deprem esnasında sadece asansör hareketinin

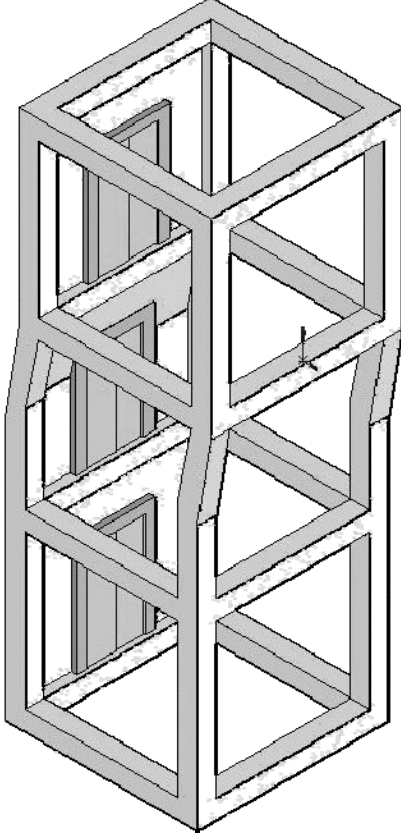
güvenliğini sağlamakla kalmaz aynı zamanda zayıf ve eski binaları çökmeye karşı koruyabilir. Böyle bir tasarımda asansör kabini ayrıca düşen objelere karşı da takviye edilmelidir.

Deprem riski taşıyan alanlarda, temel olarak alçak binaların inşa edileceği gerçeği ışığında, kabin-içi kurtarma sistemleriyle birlikte kurtarma odası olarak kullanılacak en uygun asansör tipinin hidrolik asansörler oldukları söylenebilir.

6. SONUÇLAR

Deprem dolayısıyla oluşan hasarların birçoğu ray-karşıağırlık sistemlerinden kaynaklanmaktadır. Ray-karşıağırlık sisteminin sismik olaylar karşısında dayanımını arttırmak için ilave tasarım ve güvenlik tedbirlerine ihtiyaç vardır. Depreme dayanıklı

asansör sistemlerinde önceliğin karşı-ağırlığı olmayan sistemlere verilmesi daha uygundur.



Şekil 10. Destek çerçevesi^[3].
İleride daha ayrıntılı olarak ele alınması gerekli bir konu ise; depremler sırasında asansör kabinin bir kaçış odası olarak kullanılmasıdır.

Karşı-ağırlık kullanmayan hidrolik asansörler, bina temelinden desteklenirler ve depremlere karşı daha dayanıklıdır. Bu asansörler sismik bölgeler için en ekonomik ve emniyetli tercihi oluşturdukları gibi, kurtarma işlemleri daha basittir ve uzman personel gerektirmezler.

MDA'lerin, anormal koşulların meydana gelmediği, sadece ideal çalışma koşullarına uygun olduğu söylenebilir. Bu tip asansörlerin sismik bölgelerde kurulması açıkça riskleride beraberinde getirecektir. MDA'ler depremler sırasında sadece daha fazla yaşamsal risk oluşturmakla kalmaz, aynı zamanda asansör kuyusu içerisinde asılı motor tertibatından ve karşı-ağırlıktan ötürü daha fazla hasar ve onarıma neden olur.

'Manuel kabin-içi kurtarma sistemi', acil kurtarma işleminin gerekli olduğu veya yardım gelme umudunun düşük olduğu durumlarda kabinde kalan yolcular tarafından kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu sistem, hidrolik asansörlere emniyet açısından ek bir katma değer sağlamaktadır.

7. KAYNAKLAR

- 1- F. Segal, A. Rutenberg and R. Levy, 'Earthquake Response of Structure-Elevator Systems', J. Of Structural Engineering, June 1996, p. 607.
- 2- M. P. Singh, L. E. Suarez and Rildova, 'Seismic Response of Rail-Counterweight Systems in Elevators', Earthquake Engng Struct. Dyn.2002, 31, p.281-303.
- 3- M. Özkirim & E. Imrak, 'Countermeasures for Elevators in the Seismic Risk Zone of Istanbul', Proceedings of Elevcon 2004, p.183.
- 4- Galen Ducth, 'Earthquakes and Elevators', Elevator World, May 2004, pp.85.
- 5- Rildova, 'Seismic performance of Rail-counterweight system of Elevator in Buildings', Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, PhD thesis, 2004.
- 6- F. Celik, 'Elevator Safety in Seismic Regions', Asansör Dünyası, March-April 2005.
- 7- L. Asvestipoulos & L. Baliktsis, 'Earthquake resistant elevator', Proceedings of Elevcon 2006, p.10.