

Deprem Bölgelerinde Hafif Kagir Duvar Malzemelerinin Kullanılmasının Önemi*

Dr.-Ing. Detleff SCHERMER

Araştırma Mühendisi, Beton ve Yığma Yapılar Enstitüsü, Münih Teknik Üniversitesi, Almanya
schermer@mb.bv.tum.de

*UIA 2005 22. Dünya Mimarlık Kongresi kapsamında TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi Afet Komitesi tarafından düzenlenen “**Deprem Bekleyen Tarihi Kentlerde Mimarlık**” konulu uluslararası Panel – Forum’da sunulan bildirinin çevirisidir.

1. Giriş

Bu güne dek yaşanan depremler göstermiştir ki depreme karşı güvenli yapı tasarımı konusunda en fazla dikkat edilmesi gereken alan konut yapımıdır. Düşük deprem riski taşıyan alanlarda bir kaç özel koşula uymak yeterli olurken, deprem riskinin fazla olduğu bölgelerde konunun profesyonel bir biçimde ele alınması, sarfedilen çabaların başarıya ulaşması için gereklidir.

Yapı malzemesi seçimi yapıyı bir çok bakımdan etkiler:

- deprem bölgelerindeki uygulamalar için uygunluk / yapısal gerekler.
- yapı fiziği (ısı yalıtımı, nem, ses yalıtımı)
- yatırım maliyeti
- dayanıklılık ve efektif kullanım süresi – maliyet
- ileride yapı üzerinde değişiklik yapılması ihtimali

Bu gözle bakıldığında zaman kagir yapılar en avantajlı yapılardır. Almanya’da konut inşaatlarının %80’inden fazlası yığma kagir yapıdır. Bu amaçla ince harç tabakası (tutkal) ile örülen boyutsal toleransları çok düşük kagir malzemeler ya da 62,4 cm x 74,9 cm ebatlara kadar olabilen büyük kagir malzemeler gibi çok çeşitli kagir duvar sistemleri kullanılmaktadır. Bu tip yapılarda çatılar genellikle betonarme döşeme olarak yapılmaktadır.

2. Duvarın Mekanik Özellikleri

Duvarın en önemli mekanik özelliği yüksek basınç dayanımıdır. Deprem direnci bakımından, deprem kuvvetlerinin yatay etkimesinden dolayı kesme dayanımı da belirleyicidir. Taşıma gücü kapasitesi ve deprem yüklerine direnç söz konusu olduğunda bu iki özelliğin birleşimi çok önemlidir.

Münih Teknik Üniversitesinde yığma yapıların deprem yükleri simülasyonları altında davranışının incelendiği araştırmalar gerçekleştirilmiş (www.mb.bv.tum.de), teorik ve deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Kesme duvarları ile döşeme plakları arasındaki etkileşimin incelenmesinde sub-strüktür tekniği ile pseudo-dinamik test yöntemi kullanılmıştır.

Kagir duvarlarda, çeşitli kagir yapı malzemeleri ile harç kombinasyonları denenmiştir. Bu deneylerin sonuçları yeni Alman Standardı DIN 4149'a (Nisan 2005) dahil edilmiştir. Buna örnek olarak donatısız kagir duvarların enkesitinde narinliğe bağlı davranış faktörü 1,5'ten 2,0'ye kadar verilebilir.

3. Tasarım Standartları

Ulusal mevzuatın temeli, bazı önemli yapılar için depreme dayanıklı tasarım kurallarının belirlendiği **Avrupa Standardı Eurocode 8: Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı**'dir.

3.1 Genel Tasarım Yaklaşımı

Güvenlik kontrolü için genel tasarım yaklaşımı, **"Yapı Analizi"**dir. Yapıya etki eden kesme yükleri kesme duvarlarına etkiyen normal kuvvetlerle birlikte çalıştığı için, bu değerler bulunur ve Eurocode 6'ya göre taşıma gücü kapasitesi ile mukayese edilir. Dinamik araştırmalar için genellikle çok emek sarfetmek gerektiği için, sık sık güvenli tarafta kalacak şekilde basitleştirilmiş kurallar kullanılmaktadır.

3.2 Eurocode 8-1'e Göre Basit Kagir Yapılar

Konut yapıları inşaatında kat sayısı genellikle dört ya da dörtten azdır. Bu nedenle AB standardı güvenlik kontrolü amacıyla, kat sayısına ve zemin ivmesi $a_g \times S$ [m/s^2]ne bağlı olarak belirlenen minimum kesmeye maruz duvar alanına bakılmasına müsaade eder.

Tablo 1: "Eurocode 8-1, Tablo 9,3: İzin verilen Zemin üzerinde izin verilen kat sayısı ve minimum kesme duvarı alanları"na göre, basit kagir yapılar için uyulması gerekli değerler.

Zemin ivmesi $a_g \cdot S$		$\leq 0,07$ k.g	$\leq 0,10$ k.g	$\leq 0,15$ k.g	$\leq 0,20$ k.g
Yapı tipi	Kat sayısı (n)**	Yatay kesmeye maruz duvarların her bir yönde kesit alanının toplamı, kat başına toplam döşeme alanının yüzdesi olarak ($p_{A,min}$)			
Donatısız kagir yapı	1	2,0%	2,0%	3,5%	n/a
	2	2,0%	2,5%	5,0%	n/a
	3	3,0%	5,0%	n/a	n/a
	4	5,0%	n/a*	n/a	n/a
Kuşatılmış kagir yapı	2	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%
	3	2,0%	3,0%	4,0%	n/a
	4	4,0%	5,0%	n/a	n/a
	5	6,0%	n/a	n/a	n/a
Donatılı kagir yapı	2	2,0%	2,0%	2,0%	3,5%
	3	2,0%	2,0%	3,0%	5,0%
	4	3,0%	4,0%	5,0%	n/a
	5	4,0%	5,0%	n/a	n/a

* n/a uygun değil anlamına gelmektedir.

** Tam katların üzerindeki çatı katları, kat sayılarına dahil edilmemiştir.

Yapının planına bağlı isteklere ek olarak, kesmeye maruz duvarların simetrik olması, dűsey yűklerin en az % 75'inin kesme duvarları tarafından karşılanması ve kesme duvarlarının minimum uzunluğu gibi gerekler de yerine getirilmeli ve karşılanmalıdır.

4. Yapı Kűtlesi

Deprem dinamik bir yűktűr. Gerilim, zemin ivmesi ve rezonans sonucu oluřan atalet kuvvetleri etkisiyle oluřur. Normal kuvvetlerin etkisiyle tasarlanan yapılar oldukça yűksek yűk tařıma kapasitesi rezervine sahip oldukları için (genellikle kađir duvarların gerçek basıncı dayanımı mevcut yűkten dolayı oluřan gerçek gerilmenin ű katıdır) dűsey ivme etkisi gűz ardı edilebilir. Asıl gerilme yatay yűklerden dolayı oluřur.

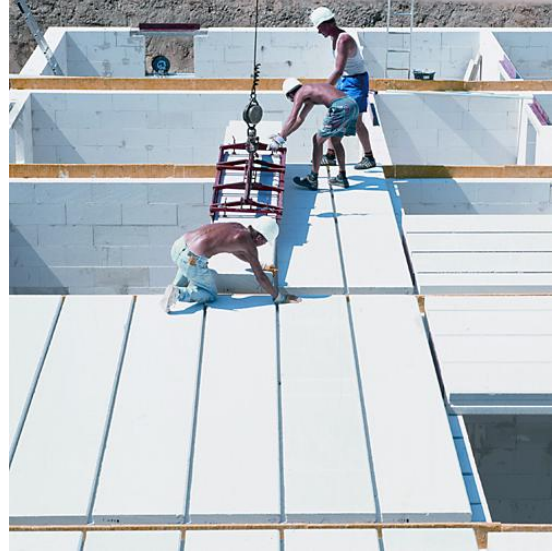
4.1 Hareketli Yűk

Tasarım sismik etkisinin atalet etkisi, yapının hareketli yűk kűtlesinin de hesaba katılmasıyla deđerlendirilmelidir. Mevcut hareketli yűk ve yapı arasında, en fazla, rijit olmayan bađlantılar olabileceđi için, Eurocode 8'e gűre konut yapılarında maksimum (karakteristik) hareketli yűkűn yalnız belli bir oranı hesaba katılır.

4.2 Sabit Yűk

Sabit yűk yapının kendi kűtlesinden kaynaklanır. Genellikle geleneksel kađir duvarlar $1,0 \text{ ton/m}^3$ ile $2,2 \text{ ton/m}^3$ arasında, betonarme dűşeme ise $2,5 \text{ ton/m}^3$ birim hacim ađırlıđına sahiptir. Bir yapının sabit yűkűnűn %90'ından fazlası, genellikle duvarların ve dűşemelerin ađırlıđından kaynaklanır. Betonarme dűşeme ve ađır kađir duvar malzemeleri gibi geleneksel yapı malzemeleri kullanımında yapı kűtlesi bűyűklűđu nedeniyle bilinen problemler oluřur.

Bazı arařtırmalar gűstermiřtir ki, yapının sabit yűkű hafif kađir duvar malzemeleri kullanılarak önemli miktarda azaltılabilir. Gazbeton gibi ađdař hafif kađir duvar malzemeleri kullanımıyla birim hacim ađırlıđı duvarlarda $0,35 \text{ ton/m}^3$ ve dűşeme plaklarında $0,40 \text{ ton/m}^3$ 'e kadar azaltılabilmektedir.



Resim 1: Prefabrik hafif yođunluklu dűşeme plakları uygulamasından bir gűrűnűm.

Resim 2: Hafif yoğunluğa sahip kagir duvar malzemelerinin konutlarda kullanımı.

4.3 Toplam Kütle

Hafif kagir duvar malzemesi kullanımı ile birlikte döşemelerde de hafif malzemeler kullanıldığı zaman, hareketli yüklerin etkisi de hesaba katılarak, yapının kütlelerinin % 50'ye kadar azaltıldığı görülmüştür. Bu azalmayla orantılı olarak sismik yükler de azalır. Orta ve yüksek deprem riski olan bölgelerde, hafif kagir yapı malzemelerinin kullanıldığı yapılarda güvenlik kontrolleri yapılabilsede bazı geleneksel kagir yapılarda nümerik olarak kontrol yapılamamaktadır.

5. Yapımsal Gereker

Yapıların depreme güvenli tasarımı konusunda yapımsal kurallar da göz önünde tutulmalıdır. Genellikle yeterli davranış özelliği sağlamak için yapının yüksekliğine bağlı olarak minimum kagir duvar uzunluğu gereklidir. Döşeme plakları yatay yükleri taşıyıcı duvarlara dağıtır. Bu nedenle katı, sert bir diyafram gibi davranmalıdır. Zayıf yapılarından dolayı ahşap döşeme sistemleri uygun değildir. Bu gibi durumlarda her kat seviyesinde duvar düzlemi üzerine bir betonarme hatıl uygulanmalıdır. Bu hatıllar sürekli ve birbirine bağlı elemanlar şeklinde olmalıdır. Son depremler üzerinde yapılan gözlemler sonucunda kalkan duvar hasarlarının çok yoğun olduğu görülmüştür. Bundan dolayı kalkan duvarlar üzerine de hatıl uygulanması zorunludur.



Resim 3: Kalkan duvar üzerine kagir birim kalıp içine donatılı hatıl uygulaması.

6. Sonuçlar

Deprem bölgelerinde yapılan yapılar için malzeme seçimi sırasında, seçilen malzemenin yapının ağırlığına etkisine bakmak gereklidir. Yapı üzerinde oluşan deprem yükleri yapının ağırlığıyla doğru orantılı olduğu için, yüksek kütleli değerler oluşacak gerilmeleri artırır. Böylece yapının deprem etkisi altında güvenilirliği azalır. Bu bölgelerde hafif kagir duvar birimleri ve yapı elemanlarının kullanımı, görece daha ağır malzemelere kıyasla yapının kütlelerini azalttığı için doğrudan yapıda deprem yükleri sonucu oluşacak gerilmeleri de azaltır.