

# Deprem Davranışları İncelenecek Olan Yığma Yapıların Durumları Hakkında İlk İzlenimler

## Initial Impressions on Earthquake Resistance of Masonry Constructions

Özlem ÇALIŞKAN DEĞİRMENCİ<sup>1\*</sup>, Özgür EKİN<sup>2</sup>

**Özet-** Ülkemizde yerleşim alanlarının büyük bir çoğunluğu deprem bölgeleri üzerinde yer almaktadır. 1992 Erzincan depremi ile başlayan süreçte neredeyse her 2 yılda bir yıkıcı bir deprem yaşanmıştır. Bu depremler kırsal-kentsel, gelişmiş-gelişmemiş bölge farkı olmaksızın tüm ülkede ağır hasarlara ve ekonomik kayıplara sebep olmuştur. Ülkemizdeki deprem hasarlarının ve ölümlerin önemli bir kısmı da ülkemizdeki yapı stokunun büyük bölümünü oluşturan yığma yapılarda ortaya çıkmıştır. Yığma yapıların deprem güvenliklerinin belirlenmesi ülkemizin önemli bir sorunudur.

Yığma binalar kolay inşa edilebilmeleri, yöresel inşaat malzemeleri kullanılması bakımından ekonomik olmaları yanında, yapı türü olarak tarihinin betonarmeye göre daha eskilere dayanması itibarıyla, dünyanın pek çok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de özellikle kırsal kesimlerde yaygın olarak inşa edilmiştir.

Geçmişe nazaran günümüzde yapıyı giderek azalmakta olsa da yığma yapıların kullanımına hala devam edilmektedir. Yığma yapı, karkas taşıyıcılı yapıdan farklı olarak duvarları taşıyıcı olan yapılardır. Bu çalışmada Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY 2007) hükümleri dikkate alınarak yığma bir yapının deprem davranışını incelemek için basit bir ön değerlendirme sunulmuştur. Bu ön değerlendirme, yapının deprem performansını belirlemek için yeterli değildir. Ancak bu tip bir ön değerlendirmenin binanın genel durumu hakkında bir ön izlenim vereceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler-** Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007), Ön değerlendirme, Yığma yapı

**Abstract-** In Turkey, majority of the living areas is located on earthquake zones. Destructive earthquakes have occurred in every two years since the earthquake in Erzincan in 1992. These earthquakes resulted in major destruction and economical loss regardless of settlement place being in rural or urban areas. An important part of destruction that took place as a result of earthquakes was in masonry constructions which constituted a large part of the countries' construction stock. Determination of the safety of these buildings in the case of an earthquake is an important issue for our country.

Masonry constructions, like the rest of the world, are constructed especially in rural areas of country due to utilization of local material and ease of construction. The history of these buildings is older than reinforced constructions resulting in their widespread utilization.

Although a few of them remained compared to past years, masonry constructions are still in use. Load-bearing walls are utilized in masonry constructions unlike concrete buildings in which frames are employed as load-bearing elements.

In the present study a simple preliminary evaluation of a masonry construction was developed based on the provisions existed in "Regulations for the buildings to be constructed in earthquake regions 2007". It goes without saying that this evaluation was not sufficient to determine the earthquake resistance of the building and detailed analyses should be conducted. However, this evaluation is important as in our opinion a preliminary evaluation of this kind will give an insight on the situation of the building.

**Keywords-** Regulations for the Buildings to be Constructed in Earthquake Regions (2007), Preliminary evaluation, Masonry construction

<sup>1\*</sup>Sorumlu yazar iletişim: [ozlem.caliskan@bilecik.edu.tr](mailto:ozlem.caliskan@bilecik.edu.tr)

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Gülümbe Kampüsü, Bilecik

<sup>2</sup>İletişim: [ozgur.ekin@bilecik.edu.tr](mailto:ozgur.ekin@bilecik.edu.tr)

Yapı İşleri Teknik Daire Başkanlığı, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Gülümbe Kampüsü, Bilecik

## I. GİRİŞ

Ankara, İstanbul, İzmir ve Adana gibi gelişmiş büyük şehirlerimizde bulunan yığma yapıların, bu şehirlerdeki toplam yapı sayısına oranları, Devlet İstatistik Enstitüsü araştırmalarına göre, % 40-45’ler gibi önemli seviyelere ulaşmaktadır. Türkiye genelinde rakamların daha da büyüyeceği düşünülmektedir [1].

Kırsal kesimlerde yığma türü yapıların oranı; betonarme yapıların oranı düşülerek % 80’ler seviyesine çıkmaktadır. Ülkemizde yığma yapıların sayılarının bu kadar fazla olmasına rağmen, maalesef bu yapılar mühendislik bilgisine başvurulmadan, mal sahibi ya da işçiler tarafından tecrübelerine dayanarak yapılmışlardır. Bu durum diğer ülkelerde de sorun oluştursa da, Türkiye gibi deprem riskinin fazla olduğu ülkelerde çok daha fazla sorun oluşturmaktadır. Çünkü bu şekilde inşa edilen birçok yapı depremlerde hasar görmüş ya da yıkılmış, bunun sonucunda da çok sayıda can ve mal kaybı meydana gelmiştir. Deprem bilimine göre Türkiye’de bundan sonra da yıkıcı depremler meydana gelecektir. Mevcut yığma yapıların durumunu koruduğu ve aynı şekilde yenilerinin yapıldığı sürece, gelecekte de çok sayıda can ve mal kaybının meydana gelmesi kaçınılmaz olacaktır [2].

Yığma yapı, yatay ve düşey yükleri duvarlarıyla taşıyan yapılardır. Doğal ya da yapay olarak imal edilmiş bu duvar elemanları birbirlerine bağlayıcı bir harçla sabitlenirler. Yapının inşa edildiği malzemeler yörelere göre değişkenlik gösterirler. Örneğin ormanlık bölge olan Karadeniz’de ahşap yapılar kullanılırken, Doğu Anadolu’da taş duvarlar, Güneydoğu Anadolu’da ise kerpiç duvarlar tercih edilmektedir. Bu durum yörede daha kolay bulunan yapı malzemeleriyle ilgilidir. 1970’li yıllardan sonra ülkemizde özellikle çimentonun daha fazla kullanılmaya başlanması ve imar durumuna düzen verilmesiyle birlikte betonarme yapılara doğru ciddi bir yönelme başlamıştır [3].

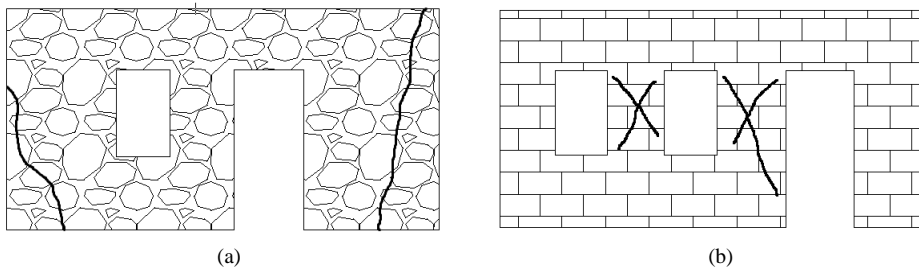
DBYBHY (2007)’nin 5. bölümü “Yığma Binalar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları” nı kapsar [4]. Bu bölümde deprem bölgelerine göre izin verilen en çok kat sayısı, taşıyıcı duvarların en küçük kalınlıkları, taşıyıcı duvar boşluklarının ne olması gerektiği, lentolar ve hatıllarla ilgili kurallar, kapı ve pencere boşlukları ve aralarında bırakılması gereken boşluk miktarları, taşıyıcı olmayan duvarlar ve çatılarla ilgili uyulması gereken kurallar verilmiştir.

## II. YIĞMA YAPIDA DEPREM DAVRANIŞI VE DEPREME DAYANIKLILIK KURALLARI

Yığma yapılarda iki tip deprem davranışı beklenir. Bunlardan birincisi “rijit” olarak nitelendirdiğimiz betonarme döşemeli yapılar, ikincisi ise “rijit olmayan” olarak nitelendirdiğimiz ahşap döşemeli ya da çatı makası ile bağlanmış duvarlara sahip olan yapılardır.

Yaşanan depremlerde bu yapı durumlarına bakıldığında rijit yapılarda göze çarpan ilk hasar durumunun pencere ve kapı boşlukları arasındaki dolu duvarlarda meydana gelen çapraz hasar çatlakları olduğu tespit edilmiştir. Rijit olmayan duvarlarda ise hasar ilk önce yapı köşelerinde ayrışmalar biçiminde başlamaktadır (Şekil1) [5].

İncelenecek binalar için risk tespitine röleve ile başlanır. Çok katlı yapılar için göz önüne alınacak kat kritik kat olarak adlandırılır. Kritik kat, rijitliği en az olan kattır. Rölevede bina kat sayısı, kat yükseklikleri, taşıyıcı elemanların koordinat ve çeşitleri, aksel açıklıklar, hatıllar, kapı ve pencere boşlukları gibi bilgiler bulunmalıdır. Elde edilen bilgilerin kapsamına göre de hesaplarda bilgi düzeyi katsayıları kullanılır (Tablo 1). Yığma yapılar için asgari bilgi düzeyi katsayısı kullanılır [5].



Şekil 1. (a) Rijit olmayan kagir yapıda deprem çatlakları

(b) Rijit kagir yapıda deprem çatlakları

Tablo 1. Binalar İçin bilgi düzeyi katsayıları

| Bilgi Düzeyi          | Bilgi Düzeyi Katsayısı |
|-----------------------|------------------------|
| Asgari Bilgi Düzeyi   | 0.9                    |
| Kapsamlı Bilgi Düzeyi | 1.0                    |

Yığma yapıların deprem davranışlarına etki eden parametrelerden önemli olanları aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

- a. **Kat Sayısı:** Yığma binalarda izin verilen azami katsayısı birinci derece deprem bölgelerinde 2 kat, ikinci ve üçüncü derece deprem bölgelerinde 3 kat ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise 4 kata kadardır. Eğer yapıya çatı katı da eklenecekse bu kat bina brüt temel alanının % 25'inden büyük olamaz. Eğer bu oran aşılmışsa tam kat olarak değerlendirilir.
- b. **Bodrum:** Kısmi bodrum yapmaktan kaçınılmalıdır. Eğer bodrum kat yapılmışsa bodrum kat yüksekliği 2.40 m'den fazla olmamalıdır. Bodrum kat için kullanılacak malzemenin taş olarak tercih edilmesi bir avantajdır.
- c. **Kat Yükseklikleri:** Döşeme üstünden döşeme üstüne kat yüksekliği kerpiç binalarda en fazla 2.70 m, normal kâgir binalarda ise 3.0 m'yi geçmemelidir.
- d. **Malzeme:** Taşıyıcı duvarlarda kullanılacak malzemeler, özellikleri TS-2510 ve TS EN 771-1 standartlarına uygun özelliklerde olmalıdır. TS-4377 (TS EN 771-1) standardında belirtilmiş olan malzemeler dolgu duvar amaçlı olduğundan hiçbir zaman yığma yapılarda taşıyıcı olarak kullanılamazlar. Doğal taş taşıyıcı duvarlar, yığma binaların yalnızca bodrum ve zemin katlarında yapılabilir.
- e. **Bina Düzeni:** Binanın taşıyıcı duvarları olabildiğince simetrik olmalıdır ve üst katlarda devam eden duvarlar mutlaka üst üste gelmelidir. Ayrıca planda x-x ve y-y yönlerinde uzanan taşıyıcı duvarların ayrı ayrı toplam uzunluğunun (L) brüt kat alanına (A) oranı, DBYBHY (2007)'de verilen bina önem katsayısının (I) 0.20'sinden az olmaması gerekmektedir ( $L/A > 0,20 * I$ ).
- f. **Duvar Kalınlıkları ve Yatay Hatıllar:** Yığma yapılarda olması gereken asgari taşıyıcı duvar kalınlıkları DBYBHY (2007)'e göre Tablo 2'de verilmiştir. Eğer yapı kerpiç ise taşıyıcı duvar kalınlığı asgari dış duvarlarda 1.5 kerpiç, iç duvarlarda ise 1 kerpiç boyu kadar olmalıdır. Taşıyıcı duvarlar üzerine yapılan yatay hatıllar ise en az duvar kalınlığında ve asgari 20 cm yüksekliğinde olmalıdır.

Tablo 2. Kullanılacak malzemeye göre taşıyıcı duvar kalınlıkları

| Deprem Bölgesi | İzin Verilen Katlar | Doğal Taş (mm) | Beton (mm) | Tuğla ve Gazbeton | Diğerleri (mm) |
|----------------|---------------------|----------------|------------|-------------------|----------------|
| 1, 2, 3 ve 4   | Bodrum kat          | 500            | 250        | 1                 | 200            |
|                | Zemin kat           | 500            | -          | 1                 | 200            |
| 1, 2, 3 ve 4   | Bodrum kat          | 500            | 250        | 1.5               | 300            |
|                | Zemin kat           | 500            | -          | 1                 | 200            |
|                | Birinci kat         | -              | -          | 1                 | 200            |
|                | Bodrum kat          | 500            | 250        | 1.5               | 300            |
| 2, 3 ve 4      | Zemin kat           | 500            | -          | 1.5               | 300            |
|                | Birinci kat         | -              | -          | 1                 | 200            |
|                | İkinci kat          | -              | -          | 1                 | 200            |
|                | Bodrum kat          | 500            | 250        | 1.5               | 300            |
| 4              | Zemin kat           | 500            | -          | 1.5               | 300            |
|                | Birinci kat         | -              | -          | 1.5               | 300            |
|                | İkinci kat          | -              | -          | 1                 | 200            |
|                | Üçüncü kat          | -              | -          | 1                 | 200            |

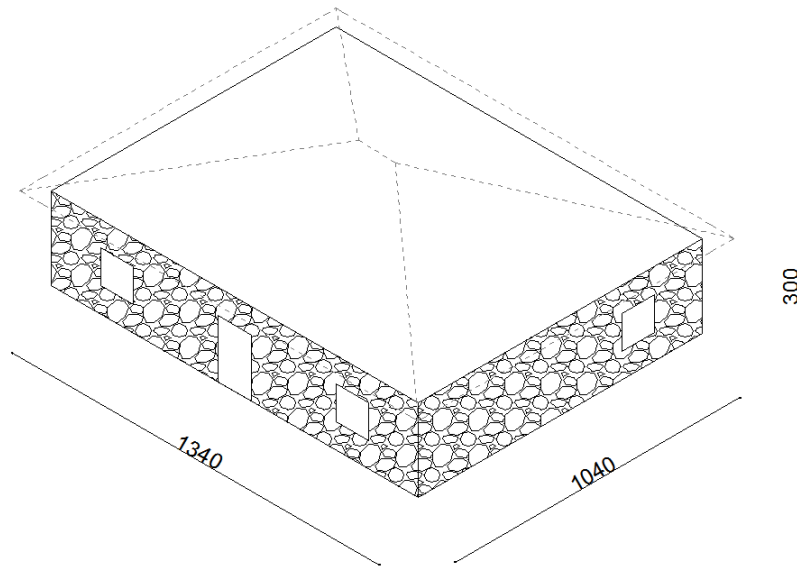
- g. **Destek Duvarları ve Düşey Hatıllar:** Yığma yapılarda taşıyıcı duvarlar birbirlerine dik olarak saplanırlar. Bu taşıyıcı duvarların sağlıklı bir şekilde görevini yapabilmesi için, dik olarak saplanan diğer taşıyıcı duvar uzunlukları birinci derece deprem bölgesinde 5.50 m'yi, diğer deprem bölgelerinde ise 7.50 m'yi geçmemelidir. Kerpiç yapılarda bu mesafe azami 4.50 m olmalıdır. Eğer yapıda en büyük desteklenmemiş duvar boyu koşulunun sağlanamaması durumunda bina köşelerinde ve söz konusu duvarda planda eksenden eksene aralıkları 4.0 m 'yi geçmeyen betonarme düşey hatıllar yapılacaktır. Ancak bu tür betonarme düşey hatıllarla desteklenen duvarların toplam uzunluğu 16.0 m'yi geçmemelidir.
- h. **Taşıyıcı Duvarlardaki Boşluklar:** Yığma yapılarda bina köşesine en yakın pencere ya da kapı ile bina köşesi arasında bırakılacak dolu duvar parçasının plandaki uzunluğu birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde en az 1.50 m, diğer bölgelerde de en az 1.0 m olmalıdır. Kerpiç duvarlı binalarda bütün deprem bölgelerinde bu uzunluk 1.0 m'den az olmamalıdır. Her bir kapı ve pencere boşluğunun plandaki uzunluğu 3.0 m'den daha büyük olamaz. Yığma yapılar incelenirken iki boşluk arasında kalan dolu duvar parçasının plandaki uzunluğuna da dikkat etmek gerekir. Bu mesafeler birinci ve ikinci derece deprem bölgelerindeki yapılarda ve tüm kerpiç yapılarda 1.0 m'den, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerindeki yapılarda ise 0.80 m'den az olmamalıdır. Eğer boşluğa yakın mesafede kenetli duvar mevcut ise duvar ile boşluk arası en az 0.50 m olmalıdır. Duvarlarda düşey betonarme hatıllar varsa bu mesafe daha da az olabilir. Ayrıca iki mesnetlenmemiş duvar arasında kalan boşluk uzunluklarının toplamı, bu mesnetlenmemiş duvar uzunluğunun % 40'ını geçmemesi gerekmektedir.

- i. **Çatılar:** Yığma yapılara da tıpkı betonarme yapılardaki gibi çeşitli çatı tipleri uygulanabilir. Dikkat edilmesi gereken şartlar birinci ve ikinci derece deprem bölgelerine toprak dam yapılmaması, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise toprak damın örtü kalınlığının 0.15 m'yi geçmemesidir. Eğer çatı seçeneği kalkanlı beşik çatı şeklinde kullanılmışsa kalkanın hatıl üzerine denk getirilmesine dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu tip çatılarda kalkan duvar yüksekliği 2.0 m'den fazla ise hatıllarla güçlendirilmelidir. [4, 6].

Yığma binalarda her iki doğrultu için de ayrı ayrı olarak kritik katlardaki taşıyıcı duvarların kesme dayanımları ve deprem anında oluşan kesme kuvvetleri hesaplanır. Dayanımı yetersiz olan duvarların kat kesme kuvvetine etkisi % 50'nin üstünde olması bu binayı riskli bina sınıfına sokar.

### III. ÖRNEK İNCELEME

DBYBHY (2007) ve Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar kapsamında sunulan yöntem ile Şekil 2'de verilmiş olan yığma yapı incelenmiştir. İncelenen bu yapı asgari bilgi düzeyi kapsamında olduğundan rölevesi çıkartılmış ve DBYBHY (2007) hususları dikkate alınarak bu yapı hakkında bir ön değerlendirme sunulmuştur.



Şekil 2. Ön değerlendirme yapılacak yığma binanın görünüşü (ölçüler cm)

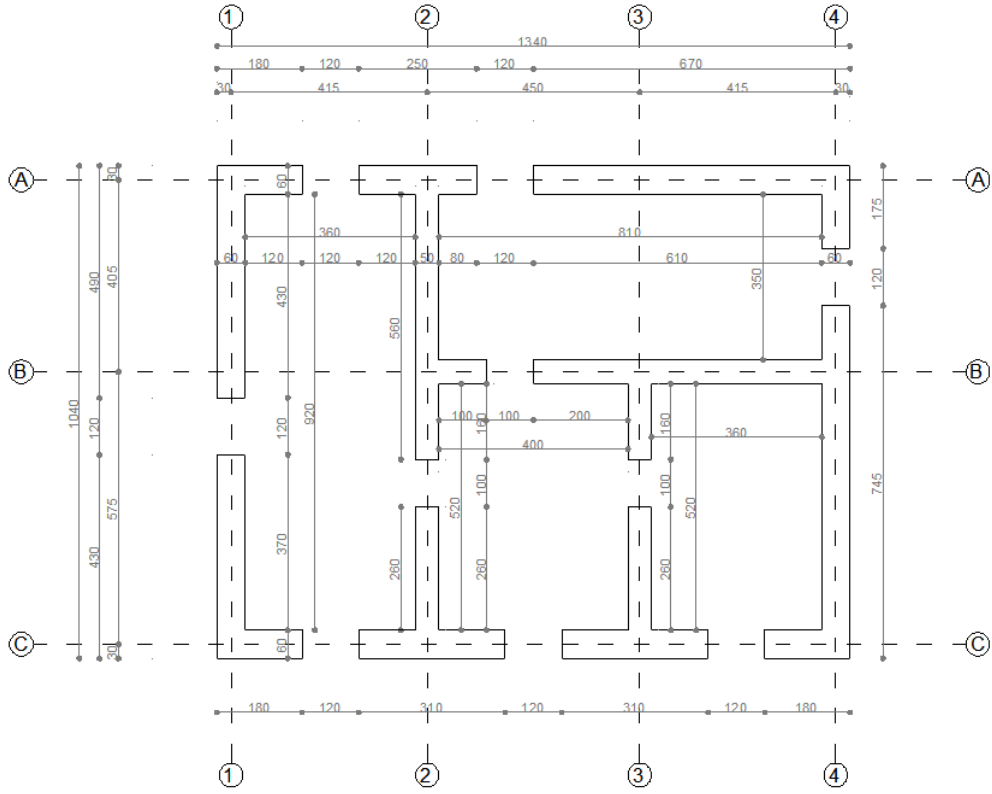
#### A. Genel Bilgiler

Rölevesi çıkarılan yığma binayla ilgili olarak Tablo 3'te verilen bina ön bilgi formu hazırlanmıştır. Binalar için ön bilgi formunda; kaçınıcı derece deprem bölgesinde olduğu, duvar malzemesi ve kalınlığı, çatı/döşeme durumu, kat yüksekliği, bina alanı, binada bodrum olup olmadığı, hasar durumu, malzeme/işçilik durumu, plan simetrisi, harç malzemesi ve binanın kullanım amacı gibi bilgiler yer almaktadır. İncelenen binanın planı Şekil 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Yığma binalar için ön bilgi formu

| Sıra | Ön Bilgi                 | Durum                                     |
|------|--------------------------|---|
| 1    | Deprem Bölgesi           | 1. Derece                                 |
| 2    | Duvar Malzemesi          | Taş Duvar                                 |
| 3    | Duvar Kalınlığı          | Dış: 0.60 m, İç: 0.50 m.                  |
| 4    | Çatı / Döşeme Durumu     | Betonarme Döşeme (12 cm), Kıрма Çatı      |
| 5    | Kat Yüksekliği           | 3.0 m.                                    |
| 6    | Plan Alanı               | 10.40 m x 13.40 m = 139.36 m <sup>2</sup> |
| 7    | Bodrum Durumu            | Yok                                       |
| 8    | Hasar Durumu             | Yok                                       |
| 9    | Malzeme / İşçilik Durumu | Orta Sınıf                                |
| 10   | Plan Simetrisi           | Düzenli                                   |
| 11   | Harç Malzemesi           | Çimento                                   |
| 12   | Kullanım Amacı           | Konut                                     |

### B. Ön Değerlendirme



Şekil 3. Ön değerlendirme yapılacak yığma binanın planı (ölçüler cm)

- İncelenen bina 1. derece deprem bölgesinde ve tek katlıdır. **Uygundur.**
- Binanın kat yüksekliği 3.0 m'dir. **Uygundur.**
- Bina kat planı simetriğe yakındır. **Uygundur.**
- Bina Düzeni ( $L/A > 0.20 \cdot I$ ) ;  
 $I = 1.0$  (Tablo 2)  
 $A = 10.40 \cdot 13.40 = 139.36 \text{ m}^2$

X-X doğrultusu için:

A-A aksı:  $1.80+2.50+6.70 = 11.00$  m.

B-B aksı:  $1.00+6.10 = 7.10$  m.

C-C aksı:  $1.80+3.10+3.10+1.80 = 9.80$  m.

Toplam: 27.90 m.

$L/A = 27.90 / 139.36 > 0.20$  **Uygundur.**

Y-Y doğrultusu için:

1-1 aksı:  $4.30+4.90 = 9.20$  m.

2-2 aksı:  $5.60+2.60 = 8.20$  m.

3-3 aksı:  $1.60+2.60 = 4.20$  m.

4-4 aksı:  $1.75+7.45 = 9.20$  m.

Toplam: 30.80 m.

$L/A = 30.80 / 139.36 > 0.20$  **Uygundur.**

- İncelenen yığma yapıda taşıyıcı iç duvar kalınlıkları 500 mm, dış duvar kalınlıkları da 600 mm'dir. Bu durum Tablo 3'te belirtildiği üzere taş duvar kalınlığının en az 500 mm olma şartını sağlamaktadır. **Uygundur.**
- Taşıyıcı duvarlardaki boşluklar dikkate alındığında yönetmelik şartlarını sağlamayan duvar bulunmamaktadır. **Uygundur** [4, 7, 8].

#### IV. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada yığma yapıyla ilgili olarak ilk bakışta detaylı bir analize girmeden yapılabilecek basit bir ön değerlendirme sunulmuştur. Tabii ki bir yığma yapının deprem güvenliğini belirlemek için sadece bu bilgiler yeterli değildir ancak bu tip bir ön değerlendirmenin binanın genel durumu hakkında bir ön izlenim vereceği düşünülmektedir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi 2011-02-BİL.03-03 nolu BAP projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, destekleri dolayısıyla BAP'a teşekkür ederler.

#### KAYNAKLAR

- [1] Dünya Bankası Geliştirme Programı Yığma Yapılarda Sismik Performans Geliştirme Projesi Web Sitesi. [Online]. <http://www.spim.metu.edu.tr/>,2003.
- [2] Aytekin, İ. “*Donatısız ve Sarılmış Yığma Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi*”, Yüksek Lisans Tezi Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2006.
- [3] Bayülke, N., Yığma Yapıların Deprem Davranışı ve Güvenliği, *1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, 11-14 Ekim ODTÜ, Ankara, 2011.
- [4] *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*, 2007.
- [5] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Riskli Binaların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar, EK-2, [Online] [izmimod.org.tr/docs5/28695.doc](http://izmimod.org.tr/docs5/28695.doc)
- [6] Kaplan, H., Prof. Dr., Tama, Y.S., Yrd. Doç. Dr., Yılmaz, S., Yrd. Doç. Dr., Akyol, E., Yrd. Doç. Dr., *Denizli İli Acıpayam İlçesi Kelekci Beldesi Gazi İlköğretim Okulu Yığma Binası Depremsellik İnceleme Raporu*, Mühendislik Fakültesi İnşaat ve Jeoloji Mühendisliği Bölümleri, Denizli, 2009.
- [7] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Binaların Bölgesel Risk Dağılımını Belirlemek için Kullanılabilecek Yöntemler, EK-A, <http://www.csb.gov.tr/db/nevsehir/editordosya/AFET%20RISKI%20ALTINDAKI%20ALANLARIN%20DONUSTURULMESI.pdf>

- [8] Riskli Binaların Tespit Edilmesi Hakkında Esaslar, DBYBHY (2007) ve RBTE (2013) Karşılaştırılması, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Alt Yapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü. [Online] [http://www.csb.gov.tr/db/bursaakdm/editordosya/Gun%202\\_Ders%203\\_Yigma%20Bina%20Sunum%20Cozumlu.pdf](http://www.csb.gov.tr/db/bursaakdm/editordosya/Gun%202_Ders%203_Yigma%20Bina%20Sunum%20Cozumlu.pdf)

