

TATVAN KENTSEL YAPI STOĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ercan IŞIK¹, M. Hamidullah ÖZLÜK²

¹Bitlis Eren Üniversitesi, Müh.-Mim. Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, Bitlis, Türkiye

²Bitlis Eren Üniversitesi, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanı, Bitlis, Türkiye

e-posta: eisik@beu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, sismik açıdan oldukça hareketli olan Vangölü Havzasında yer alan Bitlis İli, Tatvan İlçesinin genel yapı stoğu değerlendirmesine örnek teşkil etmesi amacıyla Tatvan İlçesi, Cumhuriyet Caddesi'nde yer alan kentsel yapı stoğunun tamamının 1. kademe değerlendirmesi, sokak tarama yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle Tatvan ilçesindeki kentsel yapı stoğu değerlendirilmiş olup tehlike arz eden binalar belirlenerek, bu binaların daha detaylı bir değerlendirmeye tabi tutulmaları gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Değerlendirme yapılırken Tatvan Cumhuriyet Caddesinde bulunan betonarme, yığma ve karma binalar dikkate alınmıştır. Birinci kademe değerlendirmesinde incelenen toplam 236 adet binanın % 43'ü orta derecede riskli; % 27'si düşük riskli ve % 30'u da güvenli yapı grubunda çıkmıştır. Bu çalışma Tatvan için yapılacak olası, mevcut yapıların depremselliği çalışmalarına önemli bir kaynak olacağını düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Tatvan, kentsel yapı stoğu, sokak tarama yöntemi, Vangölü Havzası.

THE EVALUATION OF URBAN BUILDINGS STOCKS IN TATVAN DISTRICT

ABSTRACT

In this study, in order to be a sample for general existing buildings in Tatvan /Bitlis located in Lake Van Basin which is seismically quite active, the evaluation of existing buildings in Cumhuriyet Street in Tatvan has been carried out through screening method. With this method existing structures have been evaluated quickly and the buildings that have damage risk have been determined. These buildings have to be subjected to a more detailed assessment. Evaluation calculations have been done for Cumhuriyet Street. 236 existing buildings have been evaluated. %43 of these buildings will be examined in the middle priority; %27 in the low priority and %30 in the safety priority. This study will be a source for the future studies on the other existing structures of Tatvan. Due to seismic risks the reality of earthquake should not be forgotten in Tatvan.

Keywords: Tatvan, visual screening, urban building stocks, Lake Van Basin.

1. Giriş

23 Ekim 2011 tarihli Van ve daha önce yaşadığımız acı deprem tecrübelerinin ışığı altında, ülkemizde, usulüne uygun yapılmamış yapıların can ve mal kaybına sebep olduğu görülmektedir. Depremlerin büyüklüğü ve yapıların yönetmeliklerde belirtilen şartlara uygun yapılmamış olması, oluşacak zararı doğrudan etkilemektedir. Kuvvetli yer hareketlerinin oluşabileceği bölgelerdeki yapıların, deprem etkisi altındaki davranışlarını olumsuz etkileyecek özelliklerinin bilinmesi, deprem sonucunda oluşacak hasarın, risk seviyelerini azaltma yönünde daha ciddi yaklaşımların ortaya konulmasını sağlayacaktır. Dolayısıyla; bir bölgenin gelecekte belirli bir doğal afet riski altında, oluşacak can ve mal kaybının hesaplanması işlemi yapılırken, o bölgede bulunan yapı özellikleri de dikkate alınmalıdır. Yapıların deprem güvenliğinin belirlenmesindeki esas amaç, mevcut yapılarda gerekli inceleme ve hesaplarının olası bir depremden önce yapılarak, mevcut yapı stoğu hakkında verilecek kararların hızlı ve doğru verilmesini sağlamaktır.

Gelecekte meydana gelebilecek depremlerde can ve mal kaybını en aza indirmek, günümüze kadar yapılan yapılarda hasar risk seviyelerini araştırmak ve bu durumları en aza indirmek için mevcut yapı stoku üzerinde mümkün olduğunca hızlı ve doğru araştırmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Ancak incelenecek bina sayısının binlerce ve bu binaları değerlendirecek mühendislerin gerek sayısal gerekse yetkinlik olarak yetersiz olduğu düşünüldüğünde, mevcut yapı stoğunun, ayrıntılı yapısal çözümünün ekonomik ve pratik olarak mümkün olmadığı görülmektedir. Bu nedenle, mevcut binaların deprem güvenliğinin, hızlı ve doğru olarak tahmin edilmesini sağlayabilecek bazı yaklaşık yöntemlerin kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Öte yandan son yıllarda geliştirilen bazı hızlı değerlendirme yöntemleri ile geçmiş depremlerde yıkılan ve yıkılmayan örnek binaların karşılaştırmalı incelenmesi sonucu, detaylı yapısal analiz yapmadan da herhangi bir yapının depremde toptan göçüp göçmeyeceği tespit edilebilmektedir. Şüphesiz, değerlendirme neticesinde riskli çıkan binaların, yürürlükteki yapı tasarım yönetmeliklerine uygun olup olmadığı kesin bir dille söylenemez. Deprem Yönetmeliğinin 7. Bölümünde yer alan, mevcut yapıların değerlendirilmesi kısmında belirtilen detaylı yapısal analizler yapıldıktan sonra bina ile ilgili kesin karar verilmelidir.

23 Ekim 2011 Van depreminin en şiddetli hissedildiği yerleşim alanları arasında Bitlis ve ilçeleri de bulunmaktadır. Tatvan, Muş ve Van gibi çok yüksek sismik risk barındıran iki bölge arasında bulunmaktadır. Van Gölü Havzası'nda, ulusal ve uluslararası ticaret yolu (İpek Yolu) güzergahındaki Van İli'ne en kısa bağlantı yolunun parçası olan Cumhuriyet Caddesi üzerindeki mevcut kentsel yapı stoğu incelenerek değerlendirmeler yapılmıştır.

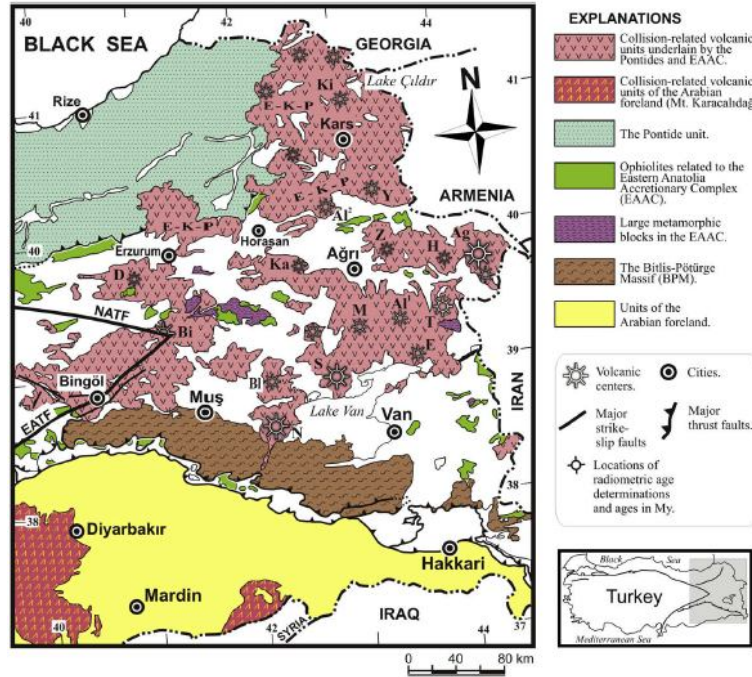
2. Materyal ve Metot

2.1. Yerel Jeoloji

Yerel jeolojik zemin koşullarının sismik hareketlerin karakterlerini doğrudan etkilediği ve değiştirdiği, bu zeminler üzerindeki mevcut yapılar üzerinde hasara sebep olabileceği bilinen bir gerçektir (Borcherd, 1990). Bitlis İli'nin de içinde bulunduğu Van Gölü Havzası, jeolojik terminolojide Bitlis Kenet Kuşağı olarak adlandırılan, Doğu Toroslar'a göreceyle çöken tektonik kontrollü bir havzada yer almaktadır (Şekil 1) (Özkaymak, 2003).

Tatvan ilçesi, Vangölü'nün batı kıyısında kurulmuştur. İlçenin zemini, kuaterner yaşlı kil tabakalarından oluşmuştur. Göl kenarına doğru kum ve kumlu kil yer almaktadır. Sahanın güneyinde yükselen tepeler şist ve kristalize kireçtaşlarından oluşmuştur. Eski Tatvan mahallesinin zemini, bozmuş volkanik tüfler, toprak ve molozla örtülüdür. Tersane ve İskele yanında bulunan sivri tepede kristalize kireçtaşları görülmektedir. İlçe zemini tamamen dolgu ve gevşek yapıda bulunması nedeniyle bilhassa göl kenarına doğru uzanan alçak sahalarda depremsellik açısından duyarlı değildir (Tabban, 2000).

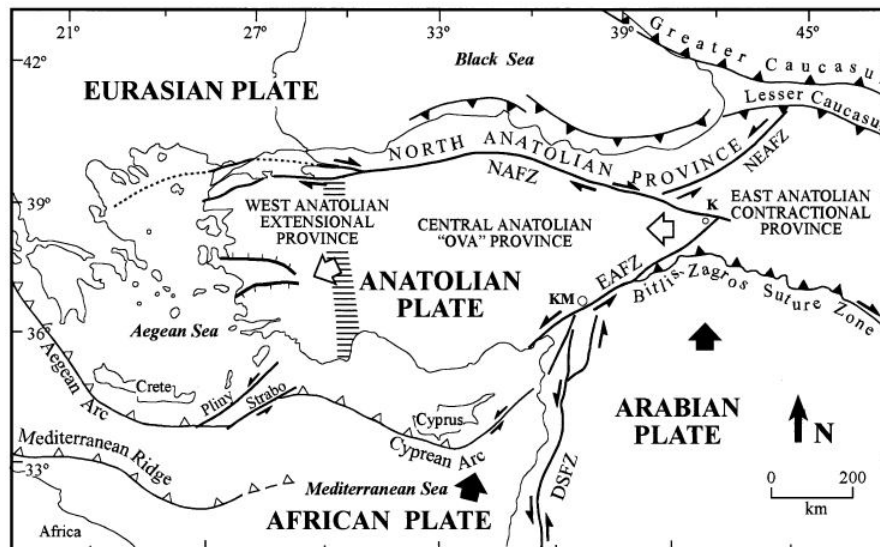
Bitlis ve çevresi jeolojik zaman içinde önemli tektonik olaylarla bugüne kadar gelmiştir. Bu tektonik olayların nedeni Anadolu levhası ile Arabistan levhalarının karşılıklı hareketlerinin Üst Kratese'den günümüze kadar olan etkileri sonucudur. Bazalt, andezit ve piroklastikler Vangölü çevresinde geniş yer almaktadır. Volkanik ürünler Oligosenden Genç çağa kadar oluşmuşlardır. En önemli kıvrımlanma olayı Arap ve Anadolu levhalarının Orta-Üst Miyosen Döneminde çarpışmaları sonucunda oluşmaya başlamıştır. Bölgenin büyük kısmını Nemrut'un püskürttüğü lav ve tüfler oluşturmaktadır. Bölgede en yaşlı formasyon permian kalkerleri ile örtülü Bitlis masifidir. Güneyde Nemrut'un tuf ve lavları doğrudan doğruya Bitlis masifinin üzerine gelmektedir. Yöredeki metamorfik kayaç çakıllarından oluşmuş alüvyon oluşturmaktadır. Metamorfik karakterli bu birim üzerinde toprak örtü gözlenmektedir (Kara, 2005).



Şekil 1. Van Gölü Havzasının jeolojik haritası, N–Nemrut Dağı, S–Süphan Dağı (Litt, 2009)

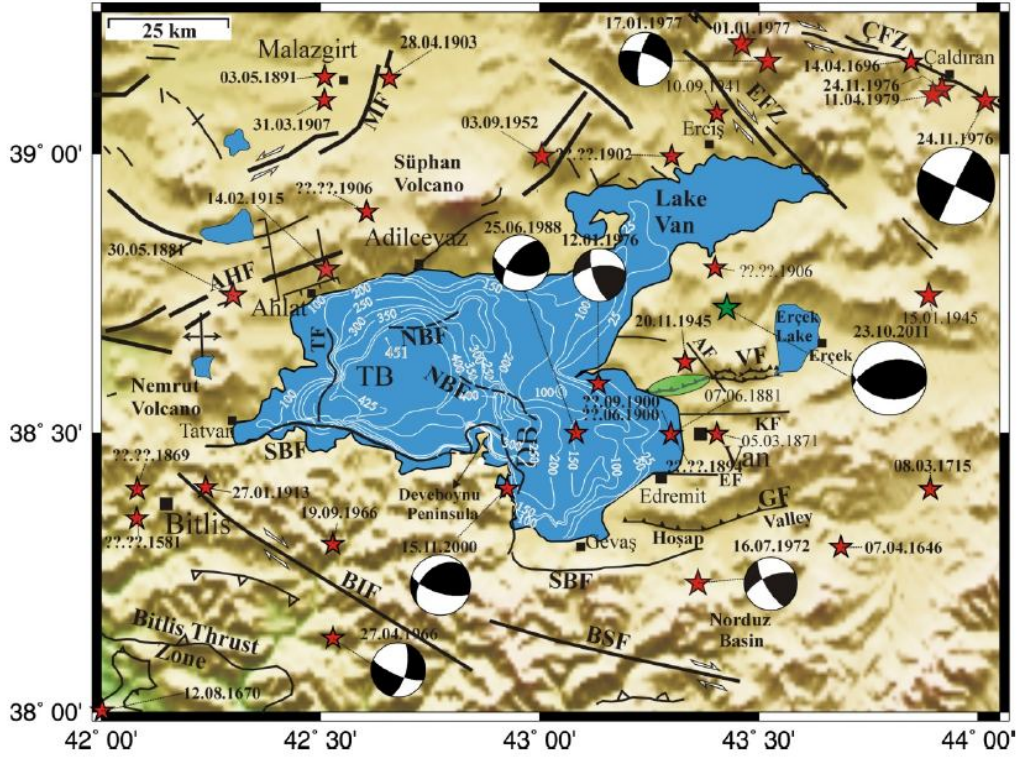
2.2. Tektonik Yapı

Van Gölü, Doğu Anadolu'da oldukça şiddetli deformasyonlara uğramış bir tektonik yapı içersindedir. Türkiye'de güncel sismik aktivitenin yoğun olarak yaşadığı bölgelerden biri de Doğu Anadolu Bölgesidir. Doğu Anadolu Bölgesinin genel tektonik yapısı ağırlıklı olarak Bitlis Bindirme Zonu olarak bilinen deformasyon zonu boyunca Arap levhası ile Anadolu levhasının çarpışması ile kuzeye doğru hareketi ile kontrol edilmektedir Çarpışma Karlıova Üçlü Birleşim noktasında birleşen sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı ve sol yönlü Doğu Anadolu Fayı ile yönetilmektedir (Şekil 2). Bunun yanı sıra Karlıova Üçlü birleşim noktasının doğusunda bu çarpışma sebebi ile çoğunlukla KB-GD doğrultulu sağ yönlü, KD-GB doğrultulu sol yönlü faylar bölgenin baskın elemanlarıdır. D-B doğrultulu Muş – Van Gölü ve Pasinler rampa havzaları Doğu Anadolu Bölgesinin göze çarpan diğer tektonik elemanlarıdır (Şengör et al., 1985; Barka and Kadinsky-Cade, 1988; McClusky et al., 2000; Reilinger et al., 2006, Bozkurt, 2001;Utkucu, 2006). Bitlis Bindirme Zonu, Güneydoğu Türkiye'den İran'daki Zagros dağlarına kadar uzanan, kıta-kıta ve kıta-okyanus çarpışma sınırı olarak tarif edilecek bir komplekstir (Homke 2007; Bonnin et al, 1996;Piper et al 2008; Stern et al 2008; Lyberis et al 1992). Karlıova üçlü birleşim noktasının doğusunda kalan K-G yönlü sıkışma tektonik rejimi ile karakterize edilmektedir (Şekil 2).



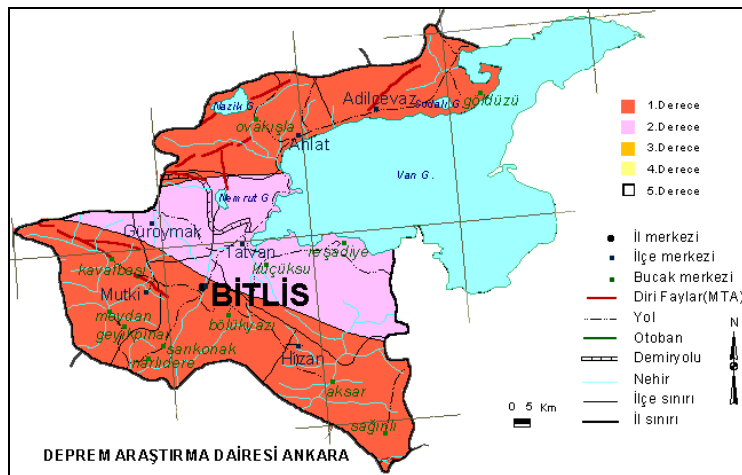
Şekil 2. Türkiye'nin önemli tektonik yapıları (Bozkurt 2001)

Kuzey ve Doğu Anadolu Fay zonlarına paralel sağ, sol yönlü doğrultu atımlı faylar bölgenin baskın tektonik unsurlarıdır. Bu tektonik unsurlardan bazıları Tatvan Fayı, Van Gölü Güney Sınır Fayı, Van Gölü Kuzey Sınır Fayı, Malazgirt Fayı, Erciş Fay Zonu, Nemrut Açılma Çatlağı, Kavakbaşı Fayı, Süphan Fayı, Ahlat Segmenti, Kuzey Doğu Bitlis Bindirme Fayı, Güney Doğu Bitlis Bindirme Fayı, Muş Bindirmesi, Çaldıran Fayı, Başkale Fay Kuşağı, Van Sismik Boşluğu, Ağrı Fayı, Bulanık Fayı, Varto Fay Zonu ve Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonu'dur (Işık, 2012). Bu faylar sismik olarak aktif durumda olup birçok depreme kaynak oluşturmaktadırlar (Şekil 3).



Şekil 3. Van Gölü Havzasının önemli tektonik yapıları (Utkucu, 2013)

Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'nda Tatvan şehir merkezi 2. Derecede tehlikeli deprem kuşağı içinde yer almaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Bitlis ili deprem haritası (Bayındırlık, 1996)

2.3. Metodoloji

Yerleşim bölgelerini etkileyecek depremlerde, deprem zararlarının azaltılması için öncelikle mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesi gereklidir. Özellikle yıkılma veya ağır hasar

görme riski yüksek olan binaların güçlendirilmesi, eğer güçlendirme işlemi ekonomik olarak verimli değilse yıkılarak yeniden yapılması, depremde en etkili zarar azaltma yöntemidir (Sucuoğlu, 2007). Son yıllarda, deprem bilincinin artması, gerek şahıs gerekse kurumsal bazda yapı sahiplerinin muhtemel bir depremde yapılarının sergileyeceği performansını bilmek istemeleri sonucunu doğurmuştur. Türk Deprem Yönetmeliği (TDY 2007)'nin Yedinci Bölüm'ü bu ihtiyaca cevap verecek niteliktedir.

Deprem performansı, belirli bir deprem etkisi altında bir binada oluşabilecek hasarların düzeyi ve dağılımına bağlı olarak belirlenen yapı güvenliği olarak tanımlanmaktadır (Sucuoğlu, 2006; Sucuoğlu 2007). Ülkemizde yaşanan depremler mevcut yapı stoğunun çok az bir kısmının deprem performansının yeterli düzeyde olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda yeterli deprem performansı sağlanmış gibi görünen yapılarda, aslında bu performansların istenen düzeyi sağlamadığı görülmektedir. Olası depremlerde can ve mal kayıplarının asgariye indirgenmesi için mevcut yapı stoğunun, deprem performansının bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Ancak mevcut yapı stoğunun çok fazla olması, yapıların detaylı kesin yapısal değerlendirme sürecini zaman ve maliyet açısından ekonomik kılmamaktadır. Dolayısıyla mevcut yapı stoğu üzerinde hızlı ve doğru değerlendirme yöntemlerini kullanmak bir çözüm olarak görülmektedir.

Bu çalışmada yapı stoğunda yapılan hızlı tarama yöntemlerinden biri olan Sucuoğlu vd. (2003) tarafından mevcut yapılar için geliştirilen sokak tarama yöntemi kullanılmıştır. Sokak taraması yöntemi ile elde edilen veriler ışığında coğrafi konumu, dolayısıyla yerel zemin özellikleri ve faya olan uzaklığı bilinen yapıların, hangi hız bölgesinde yer aldığı da belirlenmiş olmaktadır. İncelenen her binanın kat sayısı, üzerinde bulunduğu hız bölgesi için artı puan verilmekte ve her olumsuzluk parametresi için belli değerler göz önüne alınarak eksi puan verilerek puanlar azaltılmaktadır.

Bu yöntemde betonarme yapı ile ilgili dikkate alınan parametreler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- Kat adedi,
- Yumuşak kat,
- Ağır çıkmlar,
- Görünen yapı kalitesi,
- Kısa kolon,
- Çarpışma etkisi,
- Topoğrafik etki (tepe/yamaç etki).

Bu parametrelerden olan kat adedi olarak temel üzerinde bulunan katların toplam sayısı dikkate alınmıştır. Kademeli yapılarda, en fazla kat adedine sahip olan kısım değerlendirmeye alınmıştır.

Yapıdaki herhangi bir katın, rijitliğinin ve dayanımının diğer katlara oranla belirgin şekilde az olması, yumuşak kat kavramını meydana getirmektedir. Binaların giriş katlarında genellikle mağaza, restoran, banka vb. tesis olması, ticari kaygılar nedeni ile geniş alan yaratmak için dolgu bölme duvarları bulunmamaktadır. Dolgu bölme duvarları olmayan binalardaki giriş katları, yanal ötelenmeler bakımından, üst katlara nazaran relatif olarak önemli ölçüde zayıf kalmaktadır (Tezcan, 2007).

Sokak tarama yönteminde gözlemlenecek parametrelerden biri de ağır çıkmalardır. Ağır çıkmlar çok katlı betonarme binalarda, çerçeve sisteminin dışında düzenlenen geniş balkonlar veya çıkmalardan dolayı düzensizlik oluşturmaktadır. Balkonların ağır parapetlerle çevrilmesi halinde kütle merkezi yukarı kaymakta ve deprem etkisini arttırmaktadır. Ülkemizde çok yaygın olarak kullanılan giriş katın üstündeki ağır çıkmlar hem binada kütle düzensizliğine hem de dış cephe kolonları arasındaki kiriş akslarının ötelenmesi yolu ile çerçeve süreksizliği oluşturmaktadır (Bal, 2007).

Herhangi bir binanın yapımındaki işçilik ve malzeme kalitesi ile bakımına gösterilen özen incelenecek olan binanın görünen yapı kalitesini ortaya koymaktadır. Yapıda kalite kavramını geniş bir yelpazede ele almak mümkündür ancak iyi eğitilmiş bir gözlemci incelediği binanın görünen kalitesini iyi, orta ve kötü olarak sınıflayabilir (Deprem Şurası, 2004).

Betonarme çerçevelerin yarım yükseklikte bölme duvarlarla doldurulması, bant pencere oluşturulması, merdiven sahanlıklarında ara kirişler kullanılması kısa kolon oluşumunun başlıca nedenleridir (Deprem Şurası, 2004).

Çarpışma etkisi bitişik şekilde inşa edilmiş yapılar için geçerli olacak bir parametredir. Eğer bitişik durumdaki yapıların kat adetleri farklı ise ve bunun yanı sıra döşeme seviyeleri de farklı ise çarpışma etkisi ortaya çıkmaktadır. Sadece döşeme seviyesinin de farklı olması da çarpışma etkisi oluşturmaya yeterli olmaktadır (Özcebe, 2004).

Binanın belirgin olarak bir tepe üstünde olması veya yüksek eğimli (30° den fazla) bir yamaçta bulunması, maruz kalacağı veya kaldığı deprem etkilerini bir miktar arttırmaktadır. Sokaktan kolayca gözlemlenebilen bu durum yapı deprem puanı hesaplanırken dikkate alınmalıdır (Özcebe, 2004).

Sokak taraması yöntemi kullanılırken yukarıda tarif edilen olumsuzluk parametreleri ile ilgili katsayılar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Betonarme Binalar Sokak Tarama Yönteminde Kullanılan Olumsuzluk Parametreleri (Sucuoğlu vd.)

| Olumsuzluk Parametreleri | Parametre Katsayıları | | |
|--------------------------|-----------------------|----------|----------|
| | Yumuşak Kat | Yok → 0 | Var → 1 |
| Ağır Çıkma | Yok → 0 | Var → 1 | |
| Görünen Yapı Kalitesi | İyi → 0 | Orta → 1 | Kötü → 2 |
| Kısa Kolon | Yok → 0 | Var → 1 | |
| Çarpışma Etkisi | Yok → 0 | Var → 1 | |
| Tepe/yamaç Etkisi | Yok → 0 | Var → 1 | |

Bu yöntemde ayrıca yığma ve karma yapılar ile ilgili parametreler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

- Kat adedi,
- Görünen yapı kalitesi,
- Duvar boşluk oranı,
- Duvar boşluk düzeni,
- Çarpışma etkisi.

Yığma ve karma binaların görünen kalitesi ile hasar riski arasındaki ilişkinin, betonarme binalardaki duruma benzer olacağı düşünülmektedir (Deprem Şurası, 2004).

Sokak tarama yönteminde dikkat edilecek parametrelerden biri yapının cephelerinde bulunan duvar boşluk oranıdır. Kapı ve pencere boşluklarının en fazla olduğu cephe, muhtemelen sokağa bakan giriş cephesi olmaktadır. Bu cephedeki boşlukların toplam cephe yüzeyine oranı az, orta veya çok olarak sınıflandırılacaktır. Eğer zemin kattaki boşlukların uzunluğu cephe uzunluğunun 1/3'ünden az ise boşluk oranı az, 1/3 ve 2/3 arasında ise orta, 2/3'ünden fazla ise boşluk oranı çok olarak tanımlanmaktadır. Bu değerler göz kararı ile seçilmelidir (Deprem Şurası, 2004).

Yığma ve karma yapıların değerlendirmesinde dikkate alınacak parametrelerden biri de duvar boşluk düzenidir. İki ve daha fazla katlı yığma ve karma binalarda duvar boşluklarının (kapı, pencere) üst üste gelmesi düzenli bir durumdur. Boşlukların şaşırtmalı olması, deprem yüklerinin dolu duvar parçalarına eşit olmayan şekilde dağılımına neden olur ve hasar riskini artırır. Üst üste katlardaki boşlukların izdüşümünün tamamen birbirinin dışında olması düzensiz durumdur. Aradaki durumlar ise az düzenli olarak tanımlanmıştır. Bu işlem sokaktan görülen duvarlar için söz konusudur (Deprem Şurası, 2004).

Yığma ve karma binaların çarpışma etkisi ile hasar riski arasındaki ilişkinin, betonarme binalardaki duruma benzer olacağı düşünülmektedir (Deprem Şurası, 2004).

Yığma ve karma yapılar için sokak taraması yöntemi kullanılırken yukarıda tarif edilen olumsuzluk parametreleri ile ilgili katsayılar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Yığma Yapılar için Sokak Tarama Yönteminde Kullanılan Olumsuzluk Parametreleri (Deprem Şurası, 2004)

| Olumsuzluk Parametreleri | Parametre Katsayıları | | |
|--------------------------|-----------------------|----------------|--------------|
| | | | |
| Kat adedi (Bodrum dahil) | | | |
| Duvar Boşluk Oranı | Az → 0 | Orta → 1 | Çok → 2 |
| Görünen Yapı Kalitesi | İyi → 0 | Orta → 1 | Kötü → 2 |
| Duvar Boşluk Düzeni | Düzenli → 0 | Az Düzenli → 1 | Düzensiz → 2 |
| Çarpışma Etkisi | Yok → 0 | Var → 1 | |

Yapıların deprem esnasında uğradıkları sarsıntının şiddeti en çok yapının faya olan uzaklığı ile üzerinde bulunduğu yerel zeminin mekanik özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle deprem risk haritaları mikro bölge ölçeğinde hazırlanırken bu iki parametreyi de içerecek biçimde yapılmaktadır. Yapısal hasarların büyük oranda maksimum yer hızına (PGV-Peak Ground Velocity) bağlı olduğu göz önüne alınarak uygulamanın sadeleşmesi amacıyla 3 farklı maksimum yer hızı (PGV) kademesi saptanmış ve buna bağlı olarak 3 farklı tehlike bölgesi belirlenmiştir (Deprem Şurası, 2004).

Bunlar:

Hız Bölgesi I : 60<PGV<80 cm/s

Hız Bölgesi II : 40<PGV<60 cm/s

Hız Bölgesi III : 20<PGV<40 cm/s olarak değerlendirilmiştir.

İncelenecek her bir binaya üzerinde bulunduğu hız bölgesine göre bir artı puan verilmekte ve her olumsuzluk parametresi için Tablo 3 ve Tablo 4'te verilen değerler göz önünde bulundurularak bu puan azaltılmakta ve binanın nihai deprem puanına ulaşılmaktadır.

Tablo 3. Betonarme binalarda kat sayısına bağlı olarak önerilen hız bölgesi ve olumsuzluk parametresi puanları (Deprem Şurası, 2004)

| Kat Adedi | Hız Bölgesi III | Yumuşak Kat | Ağır Çıkma | Görünen Kalite | Kısa Kolon | Çarpışma Etkisi | Tepe/Yamaç etkisi |
|-----------|-----------------|-------------|------------|----------------|------------|-----------------|-------------------|
| 1-2 | 150 | 0 | 0 | -10 | -5 | 0 | 0 |
| 3 | 140 | -10 | -5 | -10 | -5 | -2 | 0 |
| 4 | 120 | -15 | -10 | -10 | -5 | -3 | -2 |
| 5 | 100 | -20 | -10 | -10 | -5 | -3 | -2 |
| 7 | 90 | -20 | -10 | -10 | -5 | -3 | -2 |

Tablo 4. Yığma ve karma binalarda kat sayısına bağlı olarak önerilen hız bölgesi ve olumsuzluk parametresi puanları (Deprem Şurası, 2004)

| Kat Adedi | Hız Bölgesi III | Görünen Kalite | Duvar Boşluk Oranı | Çarpışma Etkisi | Duvar Boşluk Düzeni |
|-----------|-----------------|----------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| 1-2 | 150 | -10 | -5 | 0 | -2 |
| 3 | 125 | -10 | -5 | -3 | -5 |
| 4 | 110 | -10 | -5 | -5 | -5 |
| 5 | 70 | -10 | -5 | -5 | -5 |

Bu tablolar ışığında bina deprem puanı (BDP) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilmektedir.

$$\text{Bina Deprem Puanı} = (\text{hız bölgesi puanı}) - \sum_{i=1}^4 (\text{olumsuzluk parametresi}) * (\text{olumsuzluk puanı})$$

Buna göre binaların deprem önceliğinin belirlenmesinde aşağıda verilen deprem puanı sınır değerleri kullanılmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Deprem Puanlarına Göre Binaların Risk Grupları

| Bina deprem puan aralıkları | $BDP \leq 30$ | $30 < BDP \leq 60$ | $60 < BDP \leq 100$ | $100 < BDP$ |
|-----------------------------|---------------|----------------------|---------------------|-------------|
| Bina deprem güvenilirliği | Yüksek riskli | Orta derecede riskli | Düşük riskli | Güvenli |

Deprem tehlikesinin belirlenmesi amacıyla PGA olarak kısaltılan en büyük yatay yer ivmesi genellikle tek belirleyici olarak kullanılmaktadır. Bu değer kullanılmasıdaki nedenlerden en önemlisi deprem şartnamelerinde yer alan tasarım spektrum eğrilerinin PGA veya PGA ile ilişkilendirilebilen değerler ile ölçeklendirilmesidir. Daha önce yapılan probabilistik deprem riski belirleme çalışmalarında PGA değerinin bulunması amaçlanmış ve bu nedenle ampirik azalım ilişkileri ortaya konmuştur. Türkiye'deki deprem riski belirleme çalışmalarında da bu parametreler ampirik azalım ilişkilerini belirlemek amacıyla kullanılmış ancak yeterince sağlıklı sonuçlar elde edilememiştir. California bölgesi için geliştirilmiş Boore ve diğ. (1997), Campbell (1997) ve Sadıgh ve diğ. (1997) çalışmaları ampirik azalım ilişkilerinin belirlenmesinde ölçülen değerlere oldukça yakın sonuçlar verdiği için genellikle yapılan çalışmalarda esas alınmıştır. Ülkemizde özellikle Kocaeli depreminden sonra elde edilen azalım ilişkileri, bu azalım ilişkilerinin oldukça altında deprem riski belirlediği için bu çalışmada Campbell tarafından geliştirilen azalım ilişkileri esas alınmıştır. Bu amaçla Campbell tarafından 1997 yılında önerilen, 2000 yılında düzeltilen aşağıdaki çizelgeden faydalanılacaktır.

Tablo 6. Campbell önermeleri (zemin özelliği, deprem magnitudu ve yapının faya olan uzaklığına bağlı olarak verilen PGV/PGA Değerleri)

| Kayalık ve Sert Zemin | | | | | |
|-----------------------|------------------|-----|-------|-----|-------|
| PGV(cm/s)/PGA(g) | Deprem Magnitudü | | | | |
| Faya Olan Uzaklık | M=7.4 | M=7 | M=6.5 | M=6 | M=5.5 |
| $r_{seis} = 10$ km | 68 | 66 | 60 | 52 | 43 |
| $r_{seis} = 15$ km | 70 | 69 | 60 | 50 | 41 |
| $r_{seis} = 20$ km | 73 | 68 | 60 | 51 | 44 |
| $r_{seis} = 25$ km | 74 | 70 | 61 | 52 | 46 |
| $r_{seis} = 30$ km | 78 | 70 | 64 | 55 | 45 |
| Yumuşak Zemin | | | | | |
| PGV(cm/s)/PGA(g) | Deprem Magnitudü | | | | |
| Faya Olan Uzaklık | M=7.4 | M=7 | M=6.5 | M=6 | M=5.5 |
| $r_{seis} = 10$ km | 118 | 110 | 103 | 88 | 74 |
| $r_{seis} = 15$ km | 122 | 116 | 100 | 88 | 72 |
| $r_{seis} = 20$ km | 123 | 116 | 105 | 94 | 80 |
| $r_{seis} = 25$ km | 128 | 115 | 108 | 88 | 73 |
| $r_{seis} = 30$ km | 128 | 118 | 115 | 92 | 70 |

Burada ihtiyaç duyulan değer PGV olup, Tatvan ilçe merkezi 2.derece deprem bölgesi kuşağında yer aldığı için $PGA=0.3$ g alınarak PGV değerleri dolayısı ile binalara ait hız bölgesini belirleme imkanı bulunmaktadır. Ancak bunu yapmadan önce bir takım varsayımlar yapmak ve bir deprem senaryosu oluşturmak gerekmektedir (Erdoğan, 2007).

Bu varsayımlar:

i) Binaların tümü yumuşak zemin üzerinde inşa edilmiştir.

ii) Tatvan'da meydana gelecek depremin magnitudü $M=7$ olacaktır.

iii) Binaların depremi yaratan faya olan ortalama uzaklıkları $r_{seis}=30$ km'dir.

Bu varsayımlardan hareketle ve Tablo 5'ten faydalanılarak $PGV(\text{cm/s})/PGA(g)$ değeri 118 olarak belirlenmiştir. Buradan $PGV(\text{cm/s})/PGA(g)=118$ için $PGA(g)=0.3$ alınarak $PGV(\text{cm/s})/0.3=118$ için $PGV=118 \times 0.3=35.40$ cm/s olarak belirlenir. Bu durumda incelenen bütün binaların Hız Bölgesi III ($20 < PGV < 40$ cm/s) içerisinde yer aldığı sonucuna ulaşılır. Bu bilgiler ışığında binaların deprem güvenilirlikleri yönünden değerlendirilmesi yapılmıştır.

3. I. Kademe Değerlendirilmesi

Tatvan ilçesi Cumhuriyet Caddesinde bulunan mevcut yapılar için sokak tarama işlemi yapılırken bütün yapılar dikkate alınmıştır. Tatvan ilçesi Cumhuriyet Caddesinde 134'ü betonarme, 102'si de yığma ve karma olmak üzere toplam 236 adet bina I. kademe değerlendirmeye tabi tutulmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. Çalışma alanındaki yapılardan örnekler

İncelenen binaların % 43'ü yığma ve karma, % 57'si ise betonarme olarak inşa edilmiştir. I. Kademe Sokak Taramasında dikkate alınan parametrelerin bu çalışmada incelenen yapıların ne kadarlık bir kısmında hangi miktarda etken olduğu Tablo 7 ve Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Betonarme binalarda sokak taraması sonucu gözlemlenen olumsuzluk parametrelerinin dağılımı

| PARAMETRE | | MİKTARI |
|-----------------------|------|---------|
| KISA KOLON | VAR | 84 |
| | YOK | 50 |
| AĞIR ÇIKMALAR | VAR | 111 |
| | YOK | 23 |
| YUMUŞAK KAT | VAR | 92 |
| | YOK | 42 |
| ÇARPIŞMA ETKİSİ | VAR | 117 |
| | YOK | 17 |
| GÖRÜNEN YAPI KALİTESİ | İYİ | 54 |
| | ORTA | 39 |
| | KÖTÜ | 41 |

Tablo 8. Yiğma ve karma yapılarda sokak taraması sonucu gözlemlenen olumsuzluk parametrelerinin dağılımı

| PARAMETRE | | MİKTARI |
|-----------------------|------------|---------|
| KAT ADEDİ | 1 | 31 |
| | 2 | 39 |
| | 3 | 30 |
| | 4 VE ÜZERİ | 2 |
| DUVAR BOŞLUK ORANI | AZ | 0 |
| | ORTA | 4 |
| | ÇOK | 98 |
| DUVAR BOŞLUK DÜZENİ | DÜZENLİ | 32 |
| | AZ DÜZENLİ | 40 |
| | DÜZENSİZ | 30 |
| ÇARPIŞMA ETKİSİ | VAR | 96 |
| | YOK | 6 |
| GÖRÜNEN YAPI KALİTESİ | İYİ | 8 |
| | ORTA | 37 |
| | KÖTÜ | 57 |

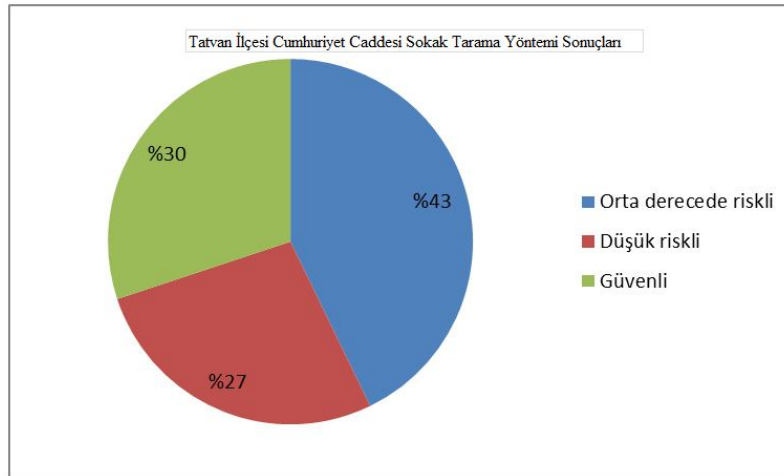
Hesaplamalar sonucu I.kademe değerlendirmede incelenen yapıların deprem sonuç puanları Tablo 9' da verilmiştir.

Tablo 9. I. kademe (sokak tarama yöntemi) değerlendirmesinde incelenen binaların deprem puanları

| Bina deprem puan aralıkları | $BDP \leq 30$ | $30 < BDP \leq 60$ | $60 < BDP \leq 100$ | $100 < BDP$ |
|------------------------------|---------------|----------------------|---------------------|-------------|
| Bina deprem güvenilirliği | Yüksek riskli | Orta derecede riskli | Düşük riskli | Güvenli |
| Yapı Sayısı (Betonarme) | 0 | 83 | 34 | 17 |
| Yapı Sayısı (Yığma ve karma) | 0 | 18 | 30 | 54 |
| Toplam Yapı Sayısı | 0 | 101 | 64 | 71 |

4. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada, sismik açıdan oldukça hareketli olan Vangölü Havzasında yer alan ve stratejik konuma sahip olan Tatvan İlçesi Cumhuriyet Caddesi üzerinde bulunan yapı stoğunun 1. kademe değerlendirmesi sokak taraması yöntemi ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme yapılırken Cumhuriyet Caddesi üzerindeki kentsel yerleşim alanını oluşturan betonarme, yığma ve karma yapılar dikkate alınmıştır. 134'ü betonarme, 102'si de yığma ve/veya karma olmak üzere toplam 236 adet bina sokak tarama yöntemi ile değerlendirilmiştir. Binalara ait nihai deprem puanları incelendiğinde; incelenen binaların % 43'ü orta derecede riskli; % 27'si düşük riskli ve % 30'u güvenli yapı grubunda çıkmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Sokak tarama yönteminde incelenen binaların deprem puanlarının dağılımı

Güvenli, orta derecede riskli, düşük riskli veya yüksek riskli çıkan binaların deprem yönetmeliğine uygun olup olmadığı kesin bir dille söylenemez. Deprem yönetmeliğinde belirtildiği gibi bu sadece 1. Kademe değerlendirmedir. Dolayısıyla kesin sonuçlar ancak kesin analiz yöntemleri sonucunda ortaya çıkacaktır.

Geçmiş depremlerde ağır çökmüş binalar, çökme bulunmayan binalara oranla daha fazla hasar görmüşlerdir. Cumhuriyet caddesinde incelenen binaların % 83'ünde ağır çökmeler bulunmaktadır. Bu da binaların deprem altındaki davranışlarını olumsuz olarak etkileyecektir.

Bitişik şekilde inşa edilmiş yapılarda, bina deprem performanslarının birbirini etkileyeceği göz ardı edilmemelidir. İncelenen yapıların 213 adedi yani % 90'ı bitişik şekilde inşa edilmiştir. Cumhuriyet Caddesinde bitişik durumdaki yapıların kat adetleri ve döşeme seviyeleri genellikle belirgin farklılıklar göstermektedir. Çalışma alanındaki binaların büyük çoğunluğunun bitişik nizamda inşa edilmiş olması, depremde çarpışma etkisinden kaynaklı hasarların çok olacağı anlamına gelmektedir.

Cumhuriyet Caddesinde bulunan yapılarda kat yükseklikleri farklılıklar göstermektedir. Caddede bulunan binaların giriş katlarının, tamamına yakınında mağaza, restoran, banka v.b. gelir getirici amaçlar nedeni ile dolgu bölme duvarlar bulunmamaktadır. Bu da yumuşak ve zayıf kat hasarlarına sıklıkla rastlanabileceği sonucunu doğuracaktır.

Tektonik olarak son derece hareketli kuşaklar içerisinde bulunan sahada yapılaşma esnasında deprensellik faktörü göz önünde bulundurulmalı ve yapıların tasarımı ile tasarımın uygulanması aşamasında yapı tasarım yönetmeliklerine hassasiyetle uyulmalıdır.

Duvar boşluk oranlarının artması yağma yapıların deprem yükleri altındaki performanslarını azaltan önemli faktörlerden biridir. İncelenen yapıların çoğunluğunda bu oran yüksek çıkmıştır. Yeni yapılacak yağma/karma yapılarda bunların düzenlenmesi de oluşabilecek hasarları azaltma yönünde ciddi bir yaklaşım olacaktır.

Belirli bir yapı stoğunu kapsayan bu çalışma genişletilerek Tatvan kentsel yerleşim alanlarının tamamında gerekli incelemeler yapılmalıdır. Tatvan'ın yapı stoğunun deprem tehlikesine karşı envanterinin incelenmesi ve değerlendirilmesi için belirlenecek stratejilere bu çalışma temel kaynak olacaktır. Bu çalışmada incelenen yapılar dahil olmak üzere ilçedeki tüm yapıların değerlendirilmesi ve öncelikle yüksek riskli yapıların belirlenmesi gerekmektedir. Mevcut deprem riskinin azaltılması yönünde tedbirler alınırken yapı envanteri çalışmasından sonra güvenli olmayan ve güçlendirilmesi ekonomik olmayan yapılar yıktırılmalıdır. Güçlendirilerek kurtarılacak yapılar gerekli mühendislik çalışması yapılarak hazırlanan projelerle güçlendirilmelidir.

Ülkemizin ponza rezerv yataklarının yaklaşık % 45'i Tatvan-Ahlat bölgesinde yer almaktadır (Elmastaş, 2012). Bundan dolayı ponza kullanılarak elde edilen boşluklu briketler yapıların tamamına yakınında kullanılmıştır. Bu tür duvar malzemelerin deprem altındaki davranışlarının düşük olduğu görülmektedir. Bu da hasar risk miktarını arttıracaktır.

Kaynaklar

- Bal, İ.E., Tezcan, S.S., Gülay, G.F., "Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi İçin P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi", Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, s.661-674, 16-20 Ekim 2007.
- Barka, A. and Kadinsky-Cade, K.: Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics*, 7, 663-684, 1988.
- Bonin, J., Cara, M., Cisternas, A., "Seismic Hazard in Mediterranean Regions", *Proceedings of the Summer School Organized in Strasbourg, France, July15-August 1*, ISBN:9027727791-9789027727794, 399p., 1996
- Borcherdt, R.D., "Influence Of Local Geology In the San Fransisco Bayregion California on Ground Motions Generated 1990, by the Loma Prieta earthquake of October 17, 1989", *Proceedings of International Symposium on Safety of Urban Life and Facilities.*, Tokyo, Japan, Novamber 1-2, pp 1-35
- Bozkurt, E.(2001), " Neotectonics of Turkey -a Synthesis", *Geodinamica Acta (Paris)*14, 3-30
- Deprem Şurası (2004), T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı (Mülga), Komisyon Raporları, Temmuz 2004, Ankara, 580s.
- Elmastaş, N., "Türkiye Ekonomisi için önemi Giderek Artan Bir Maden: Pomza (Sünger Taşı)", *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 5 Sayı: 23, 2012, s.197-206
- Erdoğan, E., (2007), "Ankara' daki Mevcut Yapıların Deprenselliği", Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 141s., 2007

- Homke, S., "Timing of Shortening and Uplift of the Pusht-E Kuh Arc In the Zagros Fold-and Thrust Belt (Iran); A Combined Magnetostratigraphy and Apatite Thermochronology Analysis", Universitat de Barcelona, Facultad de Geologia, Departamento de Geodinámica y Geofísica, 213p., 2007
- Işık, E., Aydın, M.C., Bakış A., Özlük, M.H., "Bitlis ve Civarındaki Faylar ve Bölgenin Depremselliği", Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(2), s.153-169, 2012
- Kara, Ö.,(2005), "Bitlis İli, Tatvan İlçesi, Sahil Mah., İnşaat İçin Jeolojik-Jeoteknik Zemin Etüt Raporu" Kara Mühendislik, 2005, 21s.
- Litt, T., Krastel, S., Sturm, M., Kipfer, R., Örcen, S., Heumann, G., Franz, S.O., Ülgen U.B., Niessen F., "Paleovan, International Continental Scientific Drilling Program (ICDP): Site Survey Results and Perspectives", Quaternary Science Reviews 28 (2009) 1555–1567
- Lyberis, N., Yürür, T., Chrowicz, J., Kasapoğlu, E., Gündoğdu., N., "The East Anatolian Fault : An Oblique Collisional Belt", Tectonophysics 204, p.1-15., 1992
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gürkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Nadariya, M., Ouzouni, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M. N., and Veis, G.: GPS constraints on plate kinematics and dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus, J. Geophys. Res., 105, 5695–5719, 2000.
- Sucuoğlu H., "Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemi İle Belirlenmesi", 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, s. 267-284., 16-20 Ekim 2007.
- Sucuoğlu, H., (2006), "2007 Deprem Yönetmeliği Performans Esaslı Hesap Yöntemlerinin Karşılıklı Değerlendirilmesi", Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, Sayı 444-445, 2006 4/5, s. 24-36
- Özcebe G., "Deprem Güvenliğinin Saptanması İçin Yöntemler Geliştirilmesi Sonuç Raporu", TÜBİTAK İÇTAG YMAÜ 1574 Nolu Araştırma Projesi , Ankara, Ocak 2004,
- Özkaymak, Ç., Sağlam, A., Köse, O., "Van Gölü Doğusu Aktif Tektonik Özellikleri" ATAG-7 Aktif Tektonik Araştırma Grubu 7. Toplantısı Bildiri Özleri, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van , s22-23, , 01-03 Ekim 2003
- Piper J., Tatar, O., Gürsoy, H., Mesci, L., Koçbulut, F., Huang, B. "Post-Collisional Deformation of the Anatolides and Motion of the Arabian indenter : A Paleomagnetic Analysis" IOP Publishing, Donald D Harrington Symposium on the Geology of the Aegean, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 2 012011 doi:10.1088/1755-1307/2/1/012011, 2008
- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R., Ozener, H., Kadirov, F., Guliev, I., Stepanyan, R., Nadariya, M., Hahubia, G., Mahmoud, S., Sakr, K., ArRajehi, A., Paradissis, D., Al-Aydrus, A., Prilepin, M., Guseva, T., Evren, E., Dmitrotsa, A., Filikov, S. V., Gomez, F., Al-Ghazzi, R., and Karam, G.: GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions, J. Geophys. Res., 111, B05411, doi:10.1029/2005JB004051, 2006.
- Stern, R.J., Johnson, P.R., "Do variations in Arabian Plate Lithospheric Structure Control Deformation in the Arabian-Eurasian Convergence Zone?", Donald D Harrington Symposium on the Geology of the Aegean IOP Publishing, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 2, 012005 doi: 10.1088/1755 1307/2/1/012005, 7pp., 2008
- Şengör, A. M. C., Görür, N., and Saroglu, F.: Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, in: Strike-slip faulting and basin formation, edited by: Biddle, K. T. and Christie-Blick, N., Soc. Econ. Pa., 37, 227–264, 1985.
- Tabban, A., 2000 " Kentlerin Jeolojisi ve Deprem Durumu", Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No:56, 500s, Ankara

T.C., Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı 1996. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.

Tezcan, S., Yazıcı, A., Özdemir, Z., Erkal, A., "Zayıf Kat- Yumuşak Kat Düzensizliği", Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, s.339-350, 16-20 Ekim İstanbul 2007.

Türk Deprem Yönetmeliği (TDY) (2007)

Utkucu, M., (2006) " Implications for the Level Change Triggered Moderate ($M \geq 4.0$) Earthquakes in Lake Van Basin, Eastern Turkey", Journal of Seismology, 10, pp.105-117

Utkucu, M., Durmuş, H., Yalçın, H., Budakoğlu, E., Işık, E., "Coulomb static stress changes before and after the 23 October 2011 Van, eastern Turkey, earthquake ($M_W = 7.1$): implications for the earthquake hazard mitigation", Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 13, 1889-1902, 2013, doi:10.5194/nhess-13-1889-2013