

## VAN YERLEŞKESİNİN DEPREM TEHLİKESİ VE OLASI BİR DEPREMİN SONUÇLARI

**Ali ÖZVAN<sup>1</sup>, İsmail AKKAYA<sup>2</sup>, Mucip TAPAN<sup>3</sup>, M. Alper ŞENGÜL<sup>4</sup>**  
[aozvan@yyu.edu.tr](mailto:aozvan@yyu.edu.tr), [iakkaya79@hotmail.com](mailto:iakkaya79@hotmail.com), [mtapan@syr.edu](mailto:mtapan@syr.edu), [alpalpin@yyu.edu.tr](mailto:alpalpin@yyu.edu.tr)

**Öz:** Özellikle son yıllarda ülkemizde yaşanan depremler ve bunun neticesinde meydana gelen can ve mal kayıpları, deprem ve yarattığı etkiler konusuna dikkatleri bir kez daha çekmiştir. Van ili ve yakın çevresi geçmişte meydana gelen depremler ve büyüyen yapısıyla deprem ve zemin etkileşimi açısından incelenmeye değer bir konumdadır. Depremlerde can ve mal kaybına neden olan en önemli etkenlerden biri zemin özelliğidir. Bu amaç doğrultusunda, Van ilinin, geçmiş dönemlerde bir çok deprem geçirdiği göz önünde bulundurulurken, yerleşkenin, zemin özellikleri sondajlar, laboratuvar deneyleri ve sismik kırılma yöntemleriyle belirlenmiş, aletsel ve tarihsel depremler analiz edilerek deprem dönüşüm periyotları hesaplanmış ve mevcut yapıların olası bir depremde nasıl davranacağı ve yüksek magnitudlü bir depremin Van ili yerleşim alanında nasıl sonuçlar doğuracağı araştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Van, Deprem, Riskli Alanlar.

### Giriş

Türkiye’de üç büyük levhanın (Afrika, Arap ve Avrasya levhaları) göreceli hareketleri sonucu, zaman içerisinde yıkıcı depremler meydana gelmektedir. Arap Levhası’nın, Avrasya Levhası’nın altına dalarken kenet oluşturduğu Bitlis Bindirme Kuşağı’nın hemen kuzeyinde bulunan Van Gölü havzası, aynı zamanda Kuzey Anadolu Fayı’nın Doğu Anadolu Fayı’yla kesiştiği Karlıova Eklemleri ile Zagros Fay Zonu arasında yer alır. Önemli sismik aktivite gösteren Çaldıran Fayı’nın da içinde yer aldığı bir geçiş fay zonu üzerinde bulunması Van Gölü havzasının depremselliğine ayrı bir önem kazandırmaktadır. Bölgede tarihsel ve aletsel dönemdeki kayıtlardan 6.0 – 6.5 büyüklüğünde depremlerin olduğu görülmektedir. Bu depremlerin 30 – 35 yıllık aralıklarla tekrar etme olasılıkları yüksek olduğu ve bölgedeki birçok fay için bu sürenin dolmuş olması önemli bir tehlike unsuru olarak görülmektedir.

Van ili yerleşim alanı Kuvaterner yaşlı göl, akarsu ve karasal çökellerin tekrarlanmasından oluşan gevşek özellikteki kum, çakıl, mil ve kil ardalanmasından oluşmaktadır. Yapılan yerinde deneyler toprak zeminin gevşek özellikte, yeraltı suyu seviyesinin yüzeye yakın ve Van ovasını oluşturan gevşek özellikteki zeminin sismik hızlarının düşük olduğunu göstermektedir.

Tüm bu değişirgeler (parameters) ve yapılan analizler incelendiğinde; Van ili yerleşim alanının, sıvılaşma riski taşıdığı, olası bir depremde Van ovası üzerindeki yapıların depremi zemin özelliğinden dolayı daha uzun süre hissedeceği, Van ovasındaki yapıların birçoğunun standartlara uygun yapılmadığı ve bunun can ve mal kaybına kaybını arttıracığı belirlenmiştir. Bu nedenle, Van ili yerleşkesi için tamamı kaya zeminden oluşan, sıfır deprem ve sel tehlikesi taşıyan Erdemkent sahası yeni yerleşim alanı olarak önerilmektedir.

### Kullanılan Yöntem

#### *Kullanılan Veriler*

Van ilinde depremselliği belirlemek amacıyla, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KOERI), Amerikan Jeoloji Dairesi (USGS) ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi (DAD)’nin aletsel ölçümleri ve tarihsel verilerinden faydalanılmıştır. Zeminin jeoteknik özelliklerini belirlemek amacıyla, DSİ 17. Bölge Müdürlüğü ve Köy Hizmetleri 9. Bölge Müdürlüğü’nün su sondaj verileri ile Van ilinde serbest çalışmakta olan jeoteknik büroların jeoteknik amaçlı sondaj verilerinden faydalanılmıştır. Zemine ait sismik veriler, Yüzüncü Yıl Üniversitesi bünyesinde bulunan 24 kanallı sismik cihaz ile sağlanmıştır.

#### *Bölgenin Depremselliği*

<sup>1</sup> Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van / TÜRKİYE

<sup>2</sup> Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara / TÜRKİYE

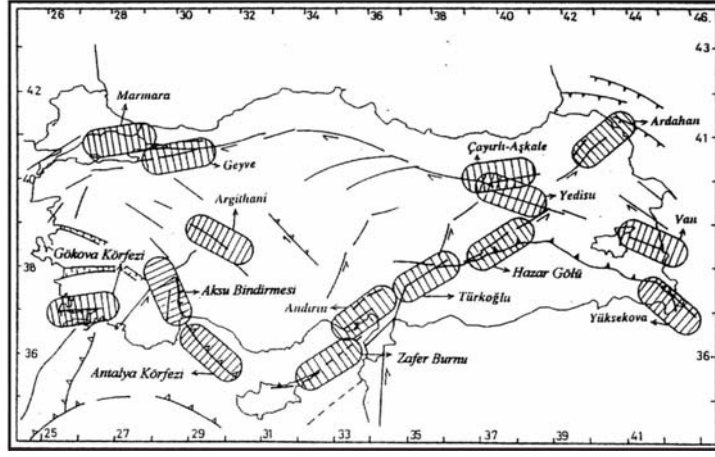
<sup>3</sup> Syracuse University, Department of Civil and Environmental Engineering, Syracuse/USA

<sup>4</sup> Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sivil Savunma Koordinatörlüğü, Van / TÜRKİYE

# DEPREM SEMPOZYUMU KOCAELI 2005

13-15 MART 2005

Türkiye’de üç büyük levhanın göreceli hareketleri sonucu, zaman içerisinde yıkıcı depremler meydana gelmektedir. Arap Levhası’nın, Avrasya Levhası’nın altına dalarken kenet oluşturduğu Bitlis Bindirme Kuşağı’nın hemen kuzeyinde bulunan Van Gölü havzası, aynı zamanda Kuzey Anadolu Fayı’nın Doğu Anadolu Fayı’yla kesiştiği Karlıova Eklemleri ile Zagros Fay Zonu arasında yer alır. Önemli sismik aktivite gösteren Çaldıran Fayı’nın da içinde yer aldığı bir geçiş fay zonu üzerinde bulunması Van Gölü havzasının deprenselliğine ayrı bir önem kazandırmaktadır. Bu nedenle doğal afet olarak deprem olgusu, bölge için ayrı bir önem taşımaktadır. Van Gölü’nün kuzeydoğusundaki Çaldıran Fayı 1976’da 7.3 büyüklüğünde bir deprem üreterek kırılmıştır. Çaldıran depreminin, Van ili de dahil olmak üzere, bölgeyi etkilediği gayet iyi bilinmektedir. Bölgede Çaldıran depreminden sonra 5.7 ve 4 büyüklüğünde depremler süregelmiştir. Bölgede en son yıkıcı depremin 1976 Çaldıran depremi olduğu anımsanacak olursa, aradan geçen 28 yıllık sürenin önemli bir enerji birikimine olanak tanıdığı söylenebilir. Bu ise, aynı bölgedeki diri fayların yakın zaman içinde tekrar kırılma olasılığının yüksek olduğunu, bölgedeki birçok aktif fay için dönüşüm periyodu sürelerinin dolmuş olma olasılığının yüksek olduğuna işaret etmektedir. 1996 yılında Demirtaş ve Yılmaz tarafından yayınlanan “Türkiye ve yakın civarında yer alan olası sismik boşlukların diri faylara göre dağılımı”nı gösteren haritada Van gölü Havzasında kırılmayı bekleyen aktif fayların varlığını göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Türkiye ve yakın civarında yer alan olası sismik boşlukların diri faylara göre dağılımları (Demirtaş ve Yılmaz, 1996)

Bu çalışmada, ilk olarak bölgenin deprenselliğinin belirlenmesi amacıyla literatür çalışmaları yapılarak bölgenin deprenselliği ve deprem dönüşüm periyotları, magnitüdün fonksiyonu olarak depremlerin oluş frekansları incelenmiş, depremlerin magnitüdü ile oluş sayıları ilk olarak Gutenberg ve Richter (1954) tarafından verilen  $\log N = a - b.M$  bağıntısından yararlanılarak hesaplanmış, ayrıca depremlerin belirli zaman dilimleri içerisinde tekrar olma tehlikesi ve ortalama oluş sayıları belirlenmiş ve bilinen depremlerin tekrarlama aralıkları belirlenmiştir (Şekil 2, Tablo 1).

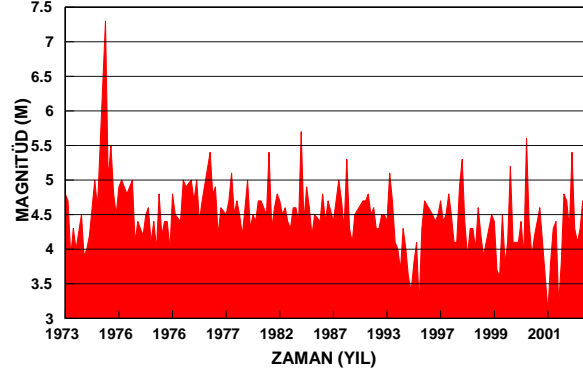
Magnitüdün fonksiyonu olarak depremlerin oluş frekansı incelendiğinde, genellikle doğrusal bir ilişki gözlenir. Depremlerin magnitüdü ile oluş sayıları arasında ilk defa Gutenberg ve Richter (1954) tarafından verilen;

$$\log N = a - b.M$$

bağıntısı, bir bölgenin deprem etkinliğini yansıtmak için kullanılan en önemli bağıntılardan biridir. Burada  $N$ , magnitüdü  $M$  ve daha büyük depremlerin birikimli (kümülatif) sayısını göstermektedir,  $M$  magnitüd değerini ifade etmektedir. Sabit katsayılar ise  $a$  ve  $b$  değerleridir. Katsayı  $a$ , gözlem süresine, çalışılan alanın büyüklüğüne ve sismik aktivitenin seviyesine bağlıdır. Katsayı  $b$ , sismotektonik parametredir ve deprem oluşumunun fiziği ile ilgilidir ve daha karardır. Hesaplanan  $b$  değeri kullanılan verilere, yöntemlere, depremlerin normal ve kümülatif frekanslarına bağlı olarak değişmektedir. Düşük bir  $b$  değeri yüksek bir gerilmeyle, büyük bir  $b$  değeri düşük bir gerilme ile ilgilidir. Artçı sarsıntılar büyük  $b$  değeri gösterirler. Çünkü mevcut tektonik gerilme ana şok ile boşalmıştır. Bu  $a$  ve  $b$  katsayıları ‘En Küçük Kareler’ yöntemiyle belirlenebilir.

Hesaplamalarda aletsel dönemde oluşan  $M \geq 4$  olan depremler kullanılmış, magnitüd adımlaması  $\Delta M=0.1$  alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu, bölge için

$\log N = 4.03 - 0.54M$  olarak bulunmuştur.

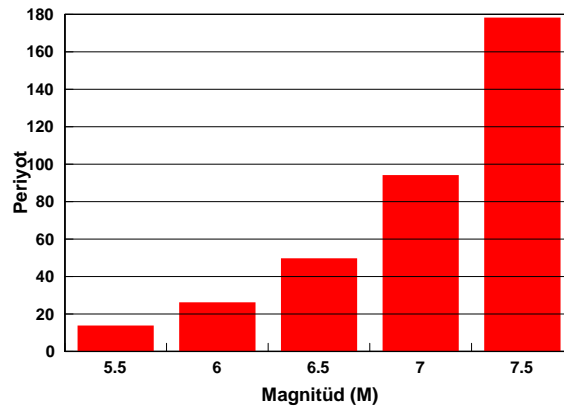


Şekil 2. 1973-2004 yılları arasındaki deprem magnitüdlerinin yıllara göre dağılımları (USGS)

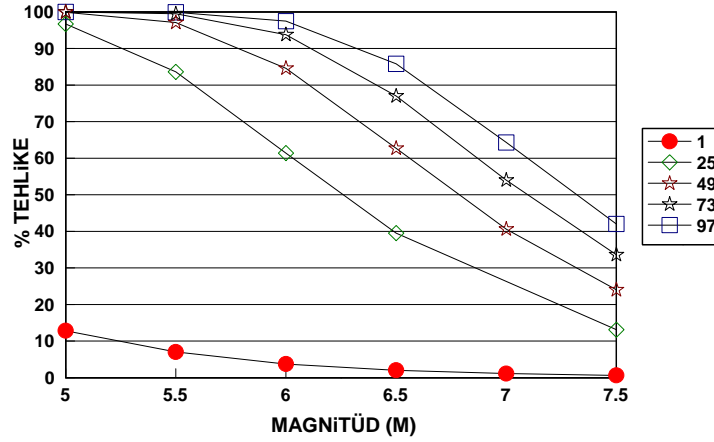
Tablo 1. Van ili için depremlerin tekrarlılıkları ve sismik tehlike (Deprem Araştırma Dairesi-1989)

Magnitüd (M)	% Sismik Tehlike					Kaç Yılda Bir Olur (Periyodu) Q(M)
	Süre (Yıl)					
	1	25	49	73	97	
5.0	12.8	96.5	99.9	100.0	100.0	7.2
5.5	7.02	83.4	97.3	99.7	99.9	13.6
6.0	3.7	61.5	84.3	93.4	97.7	26.3
6.5	2.1	39.6	62.8	77.3	85.6	49.5
7.0	1.1	23.5	40.8	54.0	64.4	94.3
7.5	0.6	13.2	24.2	33.4	42.2	178.6

Van ili ve yakın çevresine 5.5 ve 7.5 magnitüdüleri arasında olabilecek depremlerin olma olasılıkları, dönemsellikleri ve farklı dönemler için sismik tehlikeleri belirlenmiştir. Bölgede meydana gelen tarihsel depremler de göstermektedir ki, 4.0 ve 5.5 magnitüdüleri arasındaki depremler bu bölgede en büyük olasılıkla gerçekleşebilecek büyüklükteki depremlerdir. Bu depremlerin tekrarlanma periyotları 4 – 7 yıl arasında değişmektedir (Şekil 3, Şekil 4). Tarihsel süreçte özellikle Nemrut volkanının bulunduğu bölgede 1441, 1881 yıllarında 7.0 magnitüdüne denk gelen depremlerin de meydana geldiği bilinmektedir. Bu depremlerin Van ili ve yakın çevresinde de hasara neden olduğu tarihsel kayıtlarda belirtilmektedir.



Şekil 3. Van ilinde büyüklüğü 5.5-7.5 arasında olan depremlerin olma olasılığı ve dönemselliği

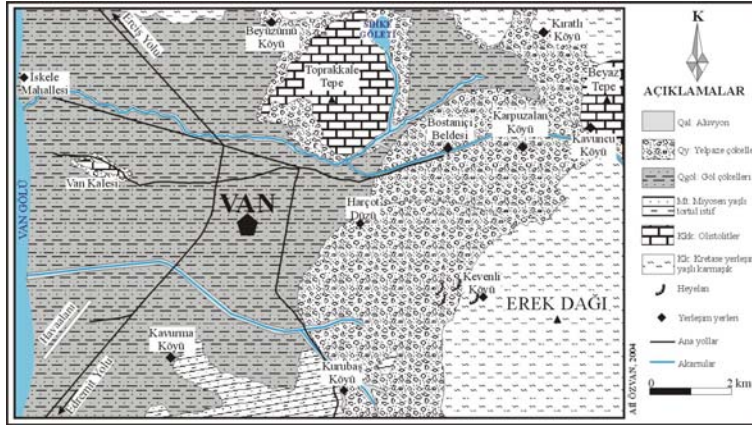


Şekil 4. Van ili için 1,25,49,73 ve 97 yıl için belirlenen % sismik tehlike (Akkaya vd., 2002'den alınmıştır)

### İnceleme Alanının Zemin Özellikleri

Van yerleşkesinin zemin özellikleri, su sondajları, jeoteknik sondajlar ve sismik kırılma yöntemi ile belirlenmiştir. Bu çalışmada kamu kurumları ve özel jeoteknik firmalarının önceki yıllarda yapmış olduğu sondajlar derlenmiş ve veriler değerlendirilmiştir. Bu verilerle Van ili yerleşkesinin yeraltı su seviyesi ve SPT (Standart Penetrasyon Testi) dağılımı incelenmiştir. Ayrıca bu verileri desteklemek amacıyla özellikle Van ili yerleşim alanı ve çevresindeki zeminlerin sismik kırılma yöntemi uygulanarak zeminin  $V_p$  ve  $V_s$  dalga hızları belirlenmiştir.

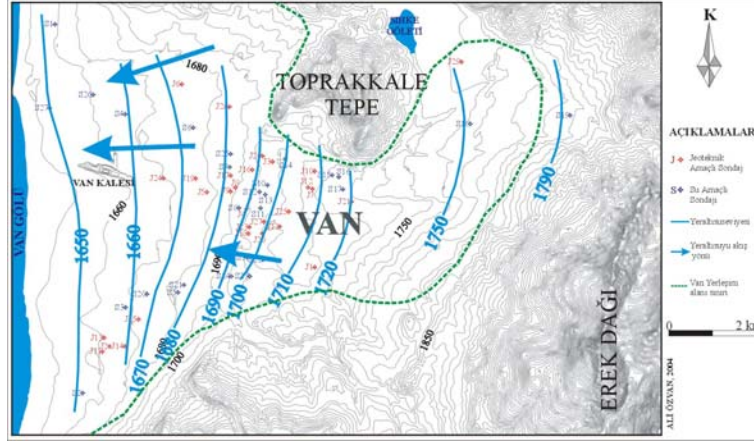
Van ili yerleşim alanı Kuvaterner yaşlı göl, akarsu ve karasal çökeller üzerinde kuruludur (Şekil 5). Tutturulmamış tanelerden oluşan bu çökeller akifer niteliğinde olup Van yerleşim alanının merkez kısımlarında 45m kalınlığa kadar çıkmaktadır. Yerleşim alanında açılmış olan su amaçlı kuyulardan ölçülen statik su seviyeleri, yeraltı su seviyesini özellikle göle yaklaştıkça (1646 m) yüzeye yaklaştığını, yerleşim alanının merkezinde ise ortalama yüzeyden 12m derinlikte olduğunu göstermektedir (Şekil 6).



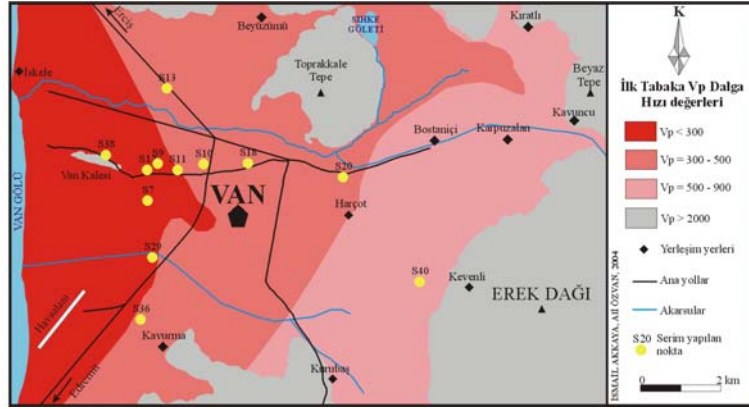
Şekil 5. Van ili yerleşim alanının jeoloji haritası.

Yerleşim alanında zeminin jeoteknik özelliklerini belirlemek amacıyla 29 adet jeoteknik amaçlı sondaj verisinden elde edilen SPT  $N_{60}$  değerleri üzerinde gerekli düzeltmeler yaparak  $N_{60}$  değerlerinin yerleşim alanındaki dağılımını incelemiştir. SPT  $N_{60}$  değerlerinin 3.00-3.45 m arasında 20 ile 46, 6.00-6.45 m arasında 18-40, 9.00-9.45 m arasında ise 14-28 darbe değerine karşılık geldiğini ve zeminin orta sıkılıkta olduğunu belirlemiştir.

Van yerleşim alanında yapılan sismik çalışmada ise 12 noktada yapılan sismik kırılma yöntemiyle  $V_p$  (Sıkışma Dalga Hızları) belirlenmiştir. Yerleşim alanının üzerine kurulu olduğu Kuvaterner yaşlı birimler üzerindeki  $V_p$  dalga hızları 1. tabaka için 182 m/sn ile 551 m/sn, 2. tabaka için ise 384 m/sn ile 1024 m/sn arasında bulunmuştur (Şekil 7). Zeminin dalga hızlarının düşük olması meydana gelecek bir depremin daha fazla hissedileceğini göstermektedir.



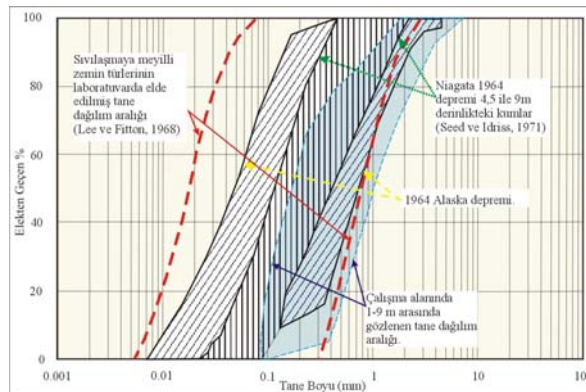
Şekil 6. Van ili yerleşim alanının yeraltısuyu seviyesi eş kontur haritası.



Şekil 7. Van ili yerleşkesinde sismik çalışmalar sonucu elde edilen ilk tabaka Vp dalga hızı haritası.

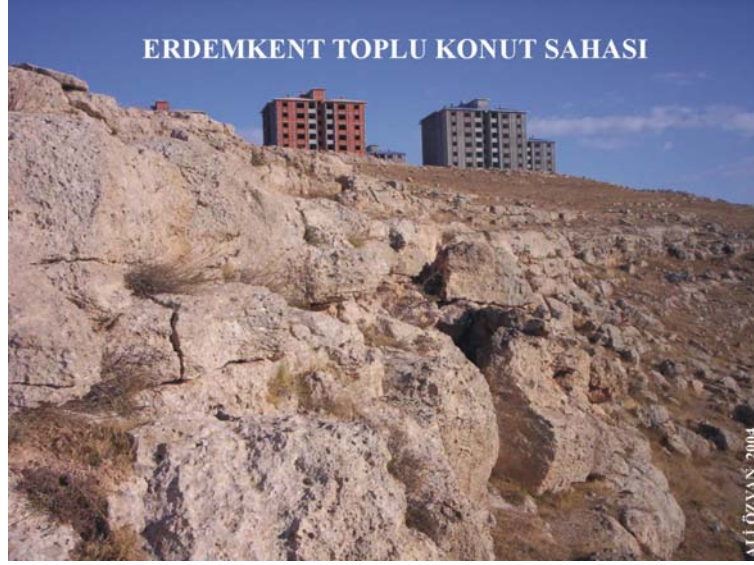
İnceleme alanında Özvan vd., 2002, yaptıkları çalışmada yerleşim alanını oluşturan Kuvaterner yaşlı tutturulmamış birimlerde yeraltısuyu seviyesinin varlığı ve bölgenin depremselliği ışığında sıvılaşma potansiyelini araştırmışlardır. Van yerleşim alanında özellikle Van Gölüne yaklaştıkça sıvılaşma riskinin arttığı ve yüksek sıvılaşma riski bulunduğu belirlenmiştir.

İnceleme alanında jeoteknik sondajlardan ve araştırma çukurlarından alınan örnekler üzerinde yapılan tane boyu değerlerinin geçmiş depremlerde sıvılaşan zeminlere ait tane boyu değerleri ile karşılaştırıldığı belirlenmiştir (Şekil 8). Yeraltısuyu seviyesinin de yüzeye yakın olması Van ili yerleşim alanında sıvılaşma riskinin mümkün olduğunu göstermektedir.



Şekil 8. Van ili yerleşim alanındaki birimlerin tane boyu dağılımı ve sıvılaşan zeminlerle ilişkisi (Sıvılaşan zeminlerin tane boyu dağılımı Tezcan vd, 2004'den alınmıştır).

Yerleşim alanındaki sıvılaşma riski ve bölgenin depremselliği göz önüne alındığında Van ili yerleşim alanının zemin özellikleri yönünden riskli olduğu ve olası yüksek magnitüdü bir depremde zemin özellikleri bakımından büyük hasarlar ve can kayıplarının meydana gelebileceği belirlenmiştir. Yılmaz vd, 2004 de, Van yerleşim alanı için mevcut yerleşkenin güneyinde bulunan ERDEMKENT sahasını önermişlerdir. Erdemkent sahası; taşıma gücü, deprem ve sel sorunu olmayan yüksek dayanım gücüne sahip Traverten kayalarından oluşmaktadır. Bu alanın tamamı yaklaşık 120 bin dönüm olup mera vasfındadır. Bu alan gelişmekte olan Van ili için çağdaş kent planlarının yapılabileceği bir konuma da sahiptir (Şekil 9).



Şekil 9. Erdemkent sahasından bir görünüm (Bakış yönü kuzeydoğu'ya doğru).

### *İnceleme Alanındaki Yapıların Deprem Karşısındaki Davranışları*

Van'da meydana gelebilecek olası bir depremin Van yerleşimi üzerindeki etkileri, FEMA-154 hızlı değerlendirme sistematığı dahilinde araştırılarak, önerilen sistematik çerçevesinde, elde edilen sonuçlara ilişkin bulgular ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

FEMA-154 [Federal Emergency Management Agency, 1988] hızlı tarama yöntemi, yapıların gözlemlenmesiyle, deprem güvenliğinin değerlendirilmesi ve daha ayrıntılı yöntemlere ihtiyaç olup olmadığının belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Yöntemin uygulanması sırasında yapının fotoğrafları, kullanım amacı, taşıyıcı sistem türü ve mimari özelliklerinin bulunduğu bir veri toplama formu kullanılmaktadır. Bu yöntemin uygulanması sonucunda hazırlanan veri toplama formunda her yapı için bir değerlendirme puanı hesaplanmakta ve bu puanın binanın meydana gelebilecek bir depremde hasar görme riskini temsil ettiği kabul edilmektedir. Puan yükseldikçe, bina dayanımının da arttığı öngörülmektedir. Yöntemin ana odağı, depremde şiddetli hasar görebilecek yapıların ön taramasıdır. Yöntemin uygulanması esnasında taşıyıcı sistemle ilgili herhangi bir mühendislik hesabı yapılmamaktadır. Değerlendirme, sadece toplanan bilgilerin puan ölçeği dahilinde sayısallaştırılmasını içermektedir. Çalışma sonrası elde edilen bulgular daha önce meydana gelen depremlerde yapıların deprem performansları ve zemin özelliklerinin bu performans üzerindeki etkileri ile karşılaştırılmıştır.

Van ilinde, FEMA-154 hızlı değerlendirme sistematığına göre analiz edilen yapıların kalitesi son derece düşük bulunmaktadır. Özellikle betonarme yapıların, yaygın olarak kullanılan yığma yapılara nazaran, daha zayıf yapısal özellikler sergilediği görülmektedir. Şehir merkezinde olası bir yüksek magnitüdü depremde gerçekleşebilecek yıkımların incelenen diğer bölgelere göre (İmarsız ve kaçak iç bölge, İmarsız göle yakın bölge), çok daha yüksek olacağı tahmin edilmektedir (Tapan, 2003). Yapı fonksiyonları irdelendiğinde deprem sonrası kriz merkezi olabilecek kamu idari yapılarının ve hastane yapılarının dayanımı konusunda ciddi kuşular bulunmaktadır. Kamu yapıları, diğer yapı tipleri içerisinde en zayıf olarak belirlenmiştir (Tapan, 2003).

FEMA-154, düşük kaliteli yapıların rehabilitasyonunu önermektedir. Ancak, Van ili dahilinde yapı kalitesinin çok düşük oluşu ve zemin özelliklerinin kötü olması sebebiyle sistematik bir yeniden yapım faaliyeti gerektireceği belirlenmiştir.

## *Olası Depremin Yaratacağı Can ve Mal Kayıpları*

Van ili ve yakın çevresinde meydana gelebilecek yıkımlı bir depremde ilk olarak hasar görebilecek yapı tipleri betonarme binalar olarak öngörülmüştür. Yerleşim merkezi dahilinde 8 kat yüksekliğe kadar ulaşabilen betonarme binaların zemin özellikleri de göz önünde bulundurulduğunda içerdiği nüfus bakımından kayıpların fazla olmasına olanak sağlayacağı düşünülmelidir.

Bölgede meydana gelmesi daha sık olasılıklarda olan 4.0 ve 5.7 magnitüdüleri arasındaki depremlerin ancak çok kötü yapılarda ciddi hasarlar vermesi beklenmelidir. Bunun haricindeki tüm hasarlar yapısal olmayan hasarlar şeklinde gerçekleşecektir. Bu hasarlar başta yaralanmalar olmak üzere nadiren de olsa ölümlü olayların olmasına neden olabilir. Van ilinin zemin ve yapı kalitesi düşünüldüğünde zeminin özelliklerine bağlı olarak depremlerin etkilerinin kat kat artacağı, bunun da hasar ve kayıp miktarlarının beklenenden fazla olmasına neden olabileceği beklenmektedir. Ekonomik kayıpların sıkça görüldüğü orta büyüklükteki depremlerde kırsal alanda ve gecekondulaşmanın yoğun olduğu alanlardaki yığma yapılar ile hayvan barınaklarındaki ciddi hasarlar ölümlere neden olabilmektedir. Ekonomik kayıpların sıkça görüldüğü orta büyüklükteki depremlerde kırsal alanda hayvan barınaklarındaki ciddi hasarlar ölümlere neden olabilmektedir. Hakkari bölgesinde 25 Ocak 2005 tarihinde meydana gelen 5.5 büyüklüğündeki depremde Sütlüce mezrasında hayvan barınaklarının ciddi yapısal hasarlar alarak çok sayıda küçükbaş hayvanın telef olmasına neden olduğu gözlemlenmiştir. Buna benzer olaylar benzer büyüklükteki depremlerde Van bölgesi için de beklenmelidir.

## **Sonuçlar**

Bölge aktif tektonizmanın etkisi altında olup aletsel ve tarihsel dönemde birçok yıkıcı deprem kaydedilmiştir.

Tarihsel ve aletsel dönemde bölgede oluşan depremlerde yıkımlar sadece gevşek, suya doymun, sıvılaşma riskinin fazla olduğu bölgelerde gerçekleşmiştir. 1945 Erciş Depreminde, Kocapınar kasabasının ova kısmı, 1976 Çaldıran-Muradiye depreminde halen bataklık konumundaki Çaldıran ovası, Muradiye ovası hasarlarda ve ölümlü enkazların gelişmesinde etkili olmuştur.

Van ilinde yapıların buldukları bölgelerdeki zemin, gevşek özellikteki çakıl, kum, mil araldanmasından oluşmaktadır. Yeraltısuyunun yüzeye yakın olması ve bahsedilen zemin özelliklerinden dolayı zeminin sıvılaşma riski bulunmaktadır.

Depremin, Van ovasının gevşek birimlerden oluşması nedeniyle yerleşim alanında daha uzun süre hissedileceği, genlik büyümesine neden olacağı belirlenmiştir.

FEMA-154 hızlı değerlendirme sistematığına göre analiz edilen Van ili yerleşim alanındaki yapıların yapı kalitesi son derece düşük bulunmuştur. Şehrin ana merkezinde yıkımların daha fazla olacağı, deprem sonrası kriz merkezi olabilecek kamu binalarının diğer yapı tipleri içerisinde en zayıf olduğu ve Van ili genelinde beton kalitesinin C16 sınırını aşmadığı, deprem sonrasında tahmin edilen yaralı sayısını barındıracak hastane yatak kapasitesinin bulunmadığı yapı kalitesi ve yapı durumu açısından belirlenmiştir.

Van ovasındaki yerleşim, zemin özellikleri olarak çok daha elverişli olan Erdemkent alanına doğru kaydırılmalıdır. Böylece ova içerisindeki büyüme durdurularak ovalar asıl amacı olan tarıma terk edileceği gibi, depremin neden olacağı can ve mal kaybı da uygun zeminde uygun yapı tekniği yöntemiyle önlenilecektir.

## **KAYNAKLAR**

1. AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 1971.
2. AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 1998.
3. AKKAYA, İ., ÖZKAYMAK, Ç., KÖSE, O., 2002. Van ve Çevresinin Depremselliği. Doğu Anadolu Jeoloji Çalıştayı, Bildiri Özleri Kitabı, 02-06 Eylül 2002, Yüzüncü Yıl Üniversitesi – Van, s. 226-227.
4. APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL, ATC-21 Rapid Visual Screening Of Buildings For Potential Seismic Hazards:A Handbook, California, 1988.
5. BAĞCI, G, 2000. Deprem öncesi sismisite Kuzey Anadolu Fayı'nın Batı Kesiminin Depremselliği (Tarihsel ve Aletsel Dönem) ve Risk, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi Raporu, 12-38.

# DEPREM SEMPOZYUMU KOCAELİ 2005

6. BARKA, A. and KADINSKY-CADE, K., 1988. Strike – slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics, United States of America*, vol. 7, pp. 663-684.
7. BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI AFET İŞLERİ GENEL MD. DEPREM ARAŞTIRMA DAİRESİ, web sitesi:www.deprem.gov.tr, (2003).
8. ÇİFTÇİ, Y., SELÇUK, L., ÖZVAN, A., AKKAYA, İ., ŞENGÜL, M. A., ARAS, B., 2004. Seismic risk analysis for the settlements in the basin of Lake Van, 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Vol.2, p:964-966, 14-20 April 2004, Thessaloniki, Greece.
9. ERCAN, A., 2001, Kıran (afet) Bölgelerinde Yer Araştırma Yöntemleri.
10. FEMA-154, Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., 1988.
11. GENÇOĞLU, S., İNAN, E., GÜLER, H., 1990. Türkiye'nin Deprem Tehlikesi,TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Yayını, Ankara.
12. KOÇYİĞİT, A., YILMAZ, A., ADAMIÁ, S., KULOSHVİLİ, S., 2000. Neotectonics of East Anotolian Plateau (Turkey) and Lesser Caucasus: implication for transition from thrusting to strike-slip fault. *Geodinamica Acta*, 14, 177-195.
13. ÖZVAN, A., KAPLAN, C., ÇİFTÇİ, Y., 2002. Van İli Yerleşim Alanının Sıvılaşma Potansiyeli, 55. Jeoloji Kurultayı, s233-234, 11-15 Mart 2002, Ankara.
14. ÖZVAN, A., 2004. Van ili yerleşim Alanının Mühendislik Jeolojisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Van.
15. TAPAN M., 2003. Deprem Etkilerinin Yerleşim Birimleri Üzerindeki Etkilerinin Tahmini-Van Örneği. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Gebze, Kocaeli.
16. TEZCAN, S.S., ÖZDEMİR, Z., 2004. Liquefaction Risk Analyses and Mapping Techniques, Higher Education Research Foundation, İstanbul, 2004.
17. YILMAZER, İ., ŞENOL, M., ÖZVAN, A., BİÇEK, C., 2004. Van Toplu Konut Sahalarının Jeoteknik Değerlendirilmesi, 57. Jeoloji Kurultayı, 2004. s 177-178, 8-12 Mart 2004, Ankara.
18. YILMAZER, Ö., YILMAZER, İ., ÖZVAN, A.,BİÇEK, C., 2004. Why the earthquake disasters occur only in fertile soil grounds?: Turkey, , 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Vol.2, p:964-966, 14-20 April 2004, Thessaloniki, Greece.