



T.C. SAKARYA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
AFET YÖNETİM UYGULAMA ve ARAŞTIRMA MERKEZİ

2 Mart 2017 Samsat (Adıyaman) Depremi Ön Değerlendirme Raporu

Preliminary Report on The March 2, 2017 Samsat (Adıyaman) Earthquake

RAPOR NO: 2017-2

Y. Doç. Dr. Zeki ÖZCAN

Y. Doç. Dr. Necati MERT

Doç. Dr. Aşkın ÖZOCAK

Prof. Dr. Murat UTKUCU

Doç. Dr. Emrah DOĞAN

SAKARYA

Nisan 2017

ÖNSÖZ

Yurdumuzun %95'i deprem riski altında, nüfusumuz da %90 bu bölgelerde yaşamaktadır. Dünyanın en aktif faylarından olan Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı ile birlikte Anadolu plakasını batıya doğru her yıl 2 cm hareket ettirmektedir. Tarihte önemli depremler üretmiş olan bu faylar ve bağlantılı ikincil faylardaki kırılmalar bölgede yer alan yerleşimleri sosyo-ekonomik olarak etkilemiş ve büyük kayıplara neden olmuştur. Ülkemizin en önemli baraj/hidroelektrik santrallerinin de bulunduğu Fırat Nehri'nin Doğu Anadolu fayı tarafından kesilmesi önemli bir risk oluşturmaktadır.

Adıyaman ili Samsat İlçesinde, 2 Mart 2017 tarihinde, saat 14.07'de, 5.5 büyüklüğünde bir deprem ve devamında 4 büyüklüğüne varan artçı depremler meydana gelmiştir. Maddi hasara yol açan depremlerde can kaybı yaşanmamıştır.

Meydana gelen depremlerin yapılar üzerindeki etkilerini incelemek üzere **Sakarya Üniversitesi, Afet Yönetim Uygulama ve Araştırma Merkezi**'nin organizasyonu ile Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden Merkez Müdür Yardımcısı Doç. Dr. Emrah Doğan, Deprem İhtisas Grubu başkanı Yrd. Doç. Dr. Zeki Özcan, üyeler Doç. Dr. Aşkın Özocak ve Yrd. Doç. Dr. Necati Mert 9-10 Mart tarihlerinde bölgeye bir teknik çalışma ziyaretinde bulunmuşlardır.

Ortaya çıkan bu raporda, yazarların sahada yaptıkları gözlemler, hasar belirleme, hasar değerlendirme ve elde edilen kazanımlar, öneriler ile birlikte yer bilimlerini açısından değerlendirmeleri de sunulmuştur.

Yazarlar, benzer afetlerin yaşanmaması dileği ile depremden etkilenen yöre halkına geçmiş olsun dilerler.



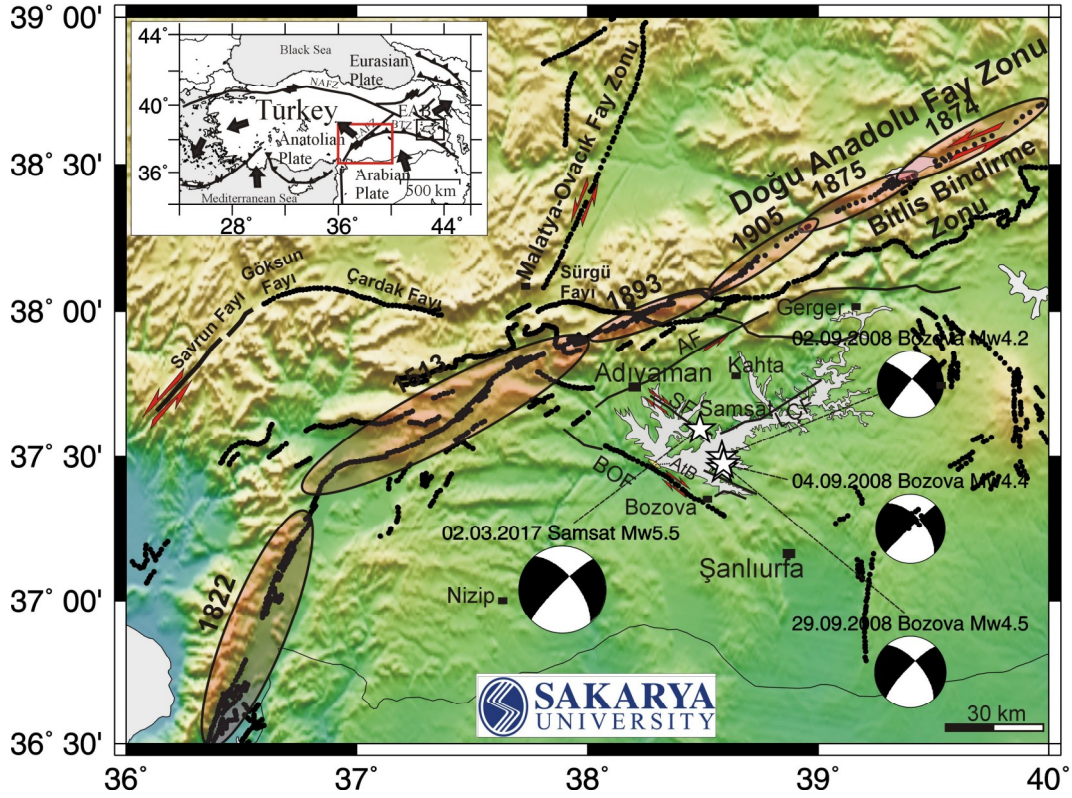
1. Giriş

Yerleşim alanlarının ve önemli ve stratejik mühendislik yapılarının diri fay hatlarına yakınlığı önemli risklere neden olmaktadır. Bu diri fay hatları boyunca meydana gelen yıkıcı potansiyele sahip depremler önemli yıkımlara ve ekonomik kayıplara yol açabilmektedir. Türkiye gibi yapı stokunun depreme dayanıksız olduğu ülkelerde depremlerden etkilenme ve hasar/yıkım maalesef büyüklüğü $5 < M < 6.0$ depremler için bile söz konusu olabilmekte ve sıklıkla deprem afetleri oluşabilmektedir. 2 Mart 2017 tarihinde, Adıyaman ili Samsat ilçesini etkileyen ve ikincil bir fay üzerinde meydana gelen ve büyüklüğü $M_w=5.5$ olan deprem bu durumun en son örneğini oluşturmaktadır. Bu rapor, 2 Mart 2017 Samsat depreminin yer bilimleri ve inşaat mühendisliği açısından bir ön değerlendirmesini içermektedir. İnşaat mühendisliği açısından yapılan değerlendirmeler saha gözlemlerini içermekte olup bu bağlamda önemli görülen dersleri ve önerileri de kapsamaktadır.

2. Sismotektonik Yapı

Türkiye'nin önemli iki deprem kuşağını oluşturan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) güneydeki Afrika ve Arap Levhaları'nın yakınsamasından kaynaklı Anadolu Levhasının batı-güneybatıya doğru olan hareketini karşılamaktadır (McClusky vd., 2000; Reilinger vd. 2006) (Şekil 1). Arap levhasının yakınsaması genel olarak Bitlis Bindirme Zonu (BBZ) olarak bilinen bir deformasyon hattı boyunca gerçekleşmesine rağmen batıda DAFZ, BBZ'nu kesmekte ve Arap ve Anadolu levhaları arasındaki sınırı oluşturmaktadır (Lyberis vd. 1992).

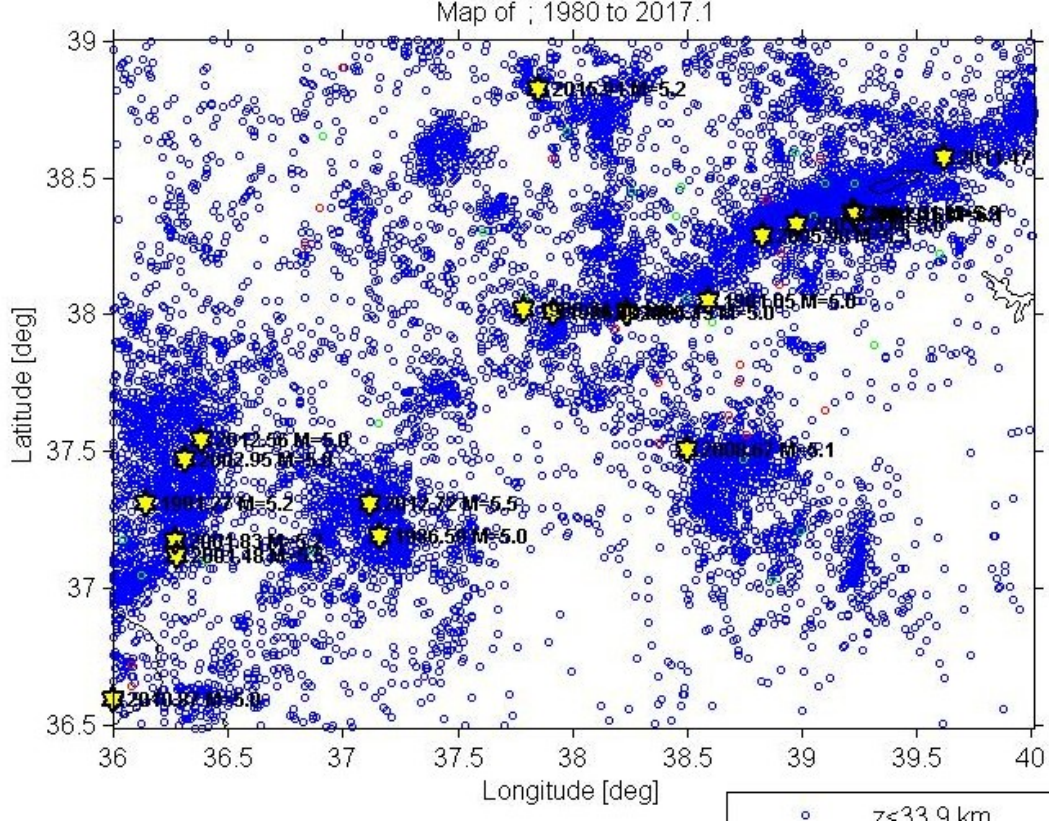
Yaklaşık 580 km uzunluğundaki DAFZ, sol-yanal doğrultu atımlı bir fay zonudur (Arpat ve Şaroğlu 1972; Arpat ve Şaroğlu 1975; Barka ve Kadinsky-Cade 1988; Duman ve Emre 2013) (Şekil 1). DAFZ, KAFZ ile birleştiği Karlıova Üçlü Eklemlerinden İskenderun Körfezi civarına kadar uzanmakta, Kahramanmaraş kuzeyinde iki kola ayrılmakta ve Hatay civarında Ölüdeniz Fay Zonu (ÖDFZ) ile birleşmektedir (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Şaroğlu vd., 1992; Duman ve Emre 2013). GPS çalışmaları DAFZ üzerinde yaklaşık 9 mm/yıllık bir kayma hızına işaret etmektedir (McClusky vd., 2000; Reilinger vd. 2006).



Şekil 1. Türkiye'nin önemli tektonik unsurlarını (küçük harita) ve 2 Mart 2017 Samsat depremi episantrı civarında Doğu Anadolu Fay Zonu diğer ikincil fayların uzanımını ve tarihi yıkıcı depremlerin etki alanlarını (kırmızı elipsler elipsler ve güncel ve 2008 Bozova deprem silsilesinin episantrlarını gösteren harita. Siyah-beyaz toplar deprem odak mekanizmalarını göstermektedir. Ambraseys (1989), Şaroğlu vd. (1992), Nalbant vd. (2002), Emre vd. (2012), Karadoğan ve Tombul (2013), Çolak vd. (2012) ve Kılıç ve Utkucu (2012)'den derlenmiştir. AF: Adıyaman Fayı, SF: Samsat Fayı, BOF: Bozova Fayı, LÇF: Lice-Çermik Fayı

Şekil 1'de gösterilen inceleme alanında bir çok ikincil fay da yer almaktadır. Bu faylar, Malatya-Ovacık fay zonu, Sürgü Fayı, Adıyaman Fayı, Lice-Çermik Faylarıdır (MTA 2012; Çolak vd. 2012; Koç ve Kaymakçı 2013; Karadoğan ve Tombul 2013).

DAFZ, 19. yüzyılda önemli bir büyük deprem etkinliği ile göze çarpmasına rağmen 20. yüzyıl içinde deprem etkinliği açısından göreceli olarak sessiz bir dönem geçirmiştir (Şekil 1) (Ambraseys, 1989; Nalbant vd., 2002; Nalbant vd. 2005). 19. yüzyılda 1822 ($M_s=7.5$), 1874 ($M_s=7.1$) ve 1875 ($M_s=6.7$) depremleri ve 20. yüzyılda ise 1905 Malatya ($M_s=6.8$), 22 Mayıs 1971 Bingöl ($M_w=6.7$) ve 2003 Bingöl ($M_w=6.4$) depremleri meydana gelen önemli yıkıcı depremlerdir. Bununla birlikte Şekil 2'den de görüleceği üzere 1980 sonrası önemli bir küçük deprem etkinliği mevcuttur. Görüldüğü üzere depremselliğin en önemli kaynağı DAFZ ve kollarıdır. Bu raporun konusunu oluşturan 2017 Samsat depremi civarında, Bozova Fayı civarında önemli bir deprem aktivitesi 2008 yılında yaşanmıştır.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü kataloğunda yer alan 1980 sonrası depremlerin çalışma alanı içindeki episantr dağılımları. $M > 4.9$ depremler sarı yıldızlar gösterilmiştir.

3. Adiyaman Civarının Jeoloji ve Jeomorfolojisi

3.1. Morfoloji

Adiyaman ili genelde % 10 dereceden az eğimli bir alan üzerine kurulmuştur. Yer yer de %10-25 arası ve %25'den daha fazla eğimli alanlara rastlanılmaktadır. İlerdeki birçok akarsu genellikle kuzeyden güneye doğru ve paralel olarak akarlar. Suları düzensiz olup derin yataklıdır. Adiyaman havzası, Suriye-Arabistan düzlüklerine (platformuna) bakan ve Türkiye'nin en güneyindeki tektonik-orojenik üniteyi oluşturan "Kenar Kıvrımları Kuşağı" üzerinde yer almaktadır. Kuvaterner'de meydana gelen doğal ortam değişikliklerinin şiddetle yaşandığı bir coğrafi konuma sahip olan havza, bir geçiş ve bindirme zonu üzerinde bulunmasından dolayı çok çeşitli yer şekillerini barındırmaktadır. Sahada kıta-kıta çarpışmasının sonucu olarak kıvrımlı, kırıklı ve şaryajlı yapılar, havza tabanındaki istiflenmeye bağlı olarak yatay ve bu yapıların genç tektonizmanın etkisinde kalması sonucu değişik yükseltilerde aşınım yüzeyleri ve sekiler, monoklinal yapı şekilleri ortaya çıkmıştır.



Şekil 3. Adiyaman bölgesi morfolojisinden bir kesit, Kahta çayı

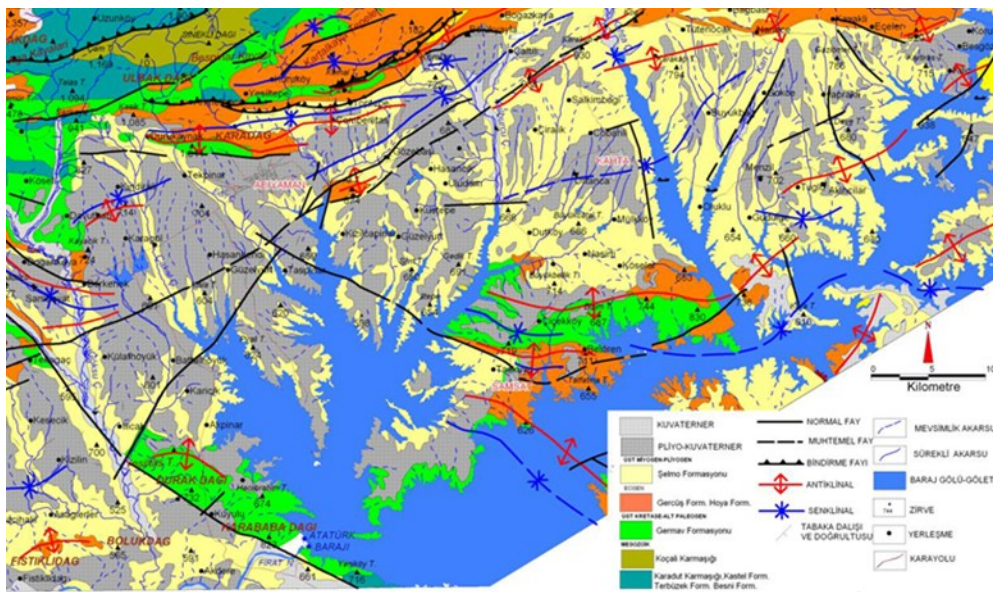
Eosen'den beri sürekli aşınım birikim ve aktif tektonizma denetiminde biçimlenen havzada sürekli değişen ve üst üste gelişen bir senklinal havza modeli ortaya oluşmuştur. Havza tabanıyla belirgin bir eğim kırıklığı ile ayrılan Güneydoğu Toroslari Fırat Nehrine (bugünkü Atatürk Baraj Gölüne) kavuşan akarsular tarafından yoğun olarak yarılmıştır. Aşındırılan malzemele havza tabanındaki senklinalleri doldurmuştur. Akarsu aşındırmasının havza tabanında da devam etmesi ve yoğun sedimantasyon, genç çökellerin deformasyona uğraması, havzada aktif tektonizmanın devam ettiğini göstermektedir. Neojen döneminde birikmiş tortullar Fırat nehri'nin kuzey kollarından olan Kahta Çayı, Ziyaret Çayı ve Göksu Çayı tarafından yoğun şekilde aşındırılmış parçalanmıştır.. Alanın tektonik yapılarında aktif tektonizma (bindirme yapıları, şaryajlar, doğrultu ve düşey atımlı faylar vs.) oldukça belirgindir. Bölgenin jeomorfolojisi yapısal ve fluvial süreçlerin denetiminde biçimlenmiştir. Örneğin Samsat çevresinde yüksek sekilerine ait vadi tabanlarının genişliği 10 km' yi bulmuş, Fırat Irmağı bu ova görünüşlü tabanlarda büyük menderesler çizerek akmıştır. Samsat çevresinde Fırat nehir tabanı 3-4 km' lik bir genişliğe sahiptir. Havzada Fırat vadisinin en çok genişlediği yer bu kesimdir. Bu genişleme Samsat tarihi yerleşmesinin fonksiyonu üzerinde de önemli rol oynamıştır. Çünkü geniş bir coğrafyayı kateden Fırat nehrinin çok geniş bir örgülü yatağından dolayı geçit veren tek yeri burasıdır. Bundan dolayı Samsat yerleşmesi tarih boyunca Mezopotamya ile Anadolu arasında bir kavşak-geçit görevi görmüştür (Karadoğan ve Tonbul, 2013).

3.2. Jeoloji

Adıyaman ili, Kuzeyde yer alan son derece kıvrımlı Toros sıra dağları ile güneyde ise Gaziantep ve Şanlıurfa illerinin son derece düz alanları arasında yer alır. Tektonik intikal kuşağında bulunan Adıyaman ilinde, fazla kıvrımlara az ama geniş düzlüklere kuzey hariç çok rastlanır.

Adıyaman ili % 10' dan az eğimlidir. Yer yer de % 10 – 25 arası ve % 25' den daha fazla eğimli alanlara rastlanılmaktadır. Temel zemini olarak Germav Formasyonu ve Midyat kireçtaşının gözlendiği alanlarda eğimler % 10 – 25 arasındadır.

Güneydoğu Toroslar kuşağının kuzey kenarında yer alan inceleme alanında Mesozoyik'ten günümüze kadar olan jeolojik zaman aralığında oluşmuş mağmatik, metamorfik ve sedimenter kayalardan meydana gelmiş çeşitli birimler bulunmaktadır. Söz konusu jeolojik birimlerden en yaşlı olanlarını dağlık alandaki bindirme kuşağında ve yer yer havza tabanında aflore olan Mesozoyik birimleri oluşturmaktadır. Pliyo-Kuvaterner depolarının aşındırıldığı veya faylı alanlarda Eosen kalkerleri antiklinal yapıları olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun dışında taban arazi ise tamamen Pliyo-Kuvaterner dolgularından meydana gelmektedir. En genç oluşuklar ise vadi tabanı ve seki sistemlerinde görülen Kuvaterner alüvyonlarıdır (Şekil 4). Üst miyosen Yaşlı Tortulların kapladığı alanlarda eğimler genelde % 25 den fazladır. Eğimin % 25 den fazla alanlar, kaya düşme ve heyelana maruz alanlar olarak belirlenmiştir. Bu alanlarda eğimin % 10 dan daha az olduğu yerlerde, temel zemini açısından herhangi bir olumsuzluk içermemektedir.



Şekil 4. Adıyaman civarı jeolojisi (Karadoğan ve Tonbul, 2013)

Pliyo-Kuvaterner yaşlı tortul örtüsünün kapladığı alanlar genelde % 10 dan az eğimlidir. Eğimin % 25'den fazla olduğu bir kısım alanda akma, kaya düşmesi ve heyelan oluşmaktadır. Bu alanlar dışında temel zemini ve topoğrafik eğim açısından olumsuzluk görülmektedir.

Alüvyon ise temel zemini özelliğindedir. Ancak kaya düşmesi ve heyelana maruz yamaçları olan vadi tabanında (Eğri Çay vadisi) kalmaktadır. İl merkezi ve çevresi orta engebeli bir topoğrafya ya sahiptir. Genelde % 10' dan daha az eğimlerden oluşan bir alan üzerine kurulmuştur.

Bölgedeki stratigrafik birimlerin 'Otokton' ve 'Allokton' olmak üzere iki bölümde toplamak mümkündür (Öztürk, 2016).

Otokton Birimler

A-Kireçtaşı (Kretase)

Üst Kretase kireç taşları etüt alanının kuzeyinde, genelde aşınan antiklinallerin eksene yakın kısımlarında, bazen de faylara yakın yerlerde doğu-batı yönünde uzanan mostraları, Kerkişin - Büyük kırıklı-Palan köyleri civarlarında görülür. Alt Maestrihtiyen'deki yerçekimi kaymalarıyla ön ülke çukurluğuna yerleşen karmaşık seri üzerine bir kesikliğe mütakip çökelmiştir. Alt seviyeleri yeşilimsi gri renkli, dağılğan, yuvarlak polijenik (yeşiltaşı, çört ve kireçtaşı) çakıllı, yer yer kumlu, orta ve zayıf boylanmış, az kireç hamurlu, gözenekli, piritli, kalın tabakalı konglomeralardan oluşmaktadır. Üst kısımları ise kirli krem ve gri renkli, kırılğan, kalın tabakalı, yer yer çakıllı, mikro ve makro fosilli (Siderolites, Orbitoides, Miliolidea, Globigerina, Rudist) kireçtaşları, arazide uzun mesafeler boyunca uzanan kornişler meydana getirirler.

B-Marn(Paleosen)

Bölgenin kuzeyi ve güneyinde geniş mostralar halinde yer almakta olan Paleosen Marn'ları kireçtaşı fasiyesindedir. Üst kısımları açık gri, beyazımsı kırmızı renkli, tebeşirli, ince ve orta tabakalı, kırılğan olup silisleşme mevcuttur. Alt seviyeleri ise açık kahve, sarı renkli, orta sertlikte kumtaşı, marn ve kumlu kireçtaşları ile temsil olunur. Derin deniz fasiyesinde oluşan çökeller, düşük yükselteli az meyilli sırtlar meydana getirirler. Globigerina, Orbitoides Sp., Eponides Sp., Gumbelina gibi fosiller saptanmıştır. Taban kantağı Üst Kretase kireçtaşları ile diskordanslı, tavan kantağı ise Eosen karbonatlı seviyeleri ile konkordans olduğu gibi derince bir aşınmaya müteakip Miyosen-Pliyosen karasal klastiklerle de örtüldüğü yerler vardır.

C-Kireçtaşı (Eosen)

Orta Eosen yaşlı kireçtaşları, bölgenin kuzey ve kuzeydoğusunda oldukça yaygın mostra göstermiştir. Orta Eosen kireçtaşlarının taban seviyelerinde kuzeyde taban konglomeraları, güney ve güneydoğuya doğru ise marn ve marnlı kireçtaşları bulunur. Paleosen marnları üzerine kısa bir kesiklikten sonra regresif olarak çökelen kırmızı renkli ve yumuşak şeyl, kil, kaba konglomera ve kumtaşlarından oluşan Alt Eosen'e tekabül eden taban seviyeleri havzanın sahil şeritine yakın olan kuzey kesimlerinde (Sermikan Köyü) mostraları görülmektedir. Değişik kalınlık gösteren bu birimin kalınlığı 50-250 m arasında olup küçük yerler oluştururlar. Bu taban seviyeler güney ve güneydoğuya doğru kahve, kırmızı renkli, yer yer tebeşirli marn ve marnlı kireçtaşlarına dönüşür. İnceleme alanının kuzey ve kuzeydoğusunda Karadağ, Kuyucak nahiyesi ve Kömür köyü civarında geniş mostraları görülen Orta Eosen kireçtaşları ak beyaz, kirli beyaz renkli, köşeli kırıklı, erime boşluklu, çatlaklı, fosilli, alt ve üst seviyeleri çörtlüdür. Orta Eosen kireçtaşları taban kantağı Alt Eosen birimleri ile uyumlu olup, tavanda ise Miyosen yaşlı karasal klastikler uyumsuz olarak yer aldığı gibi, herhangi bir birimle örtülmeksizin yaygın mostraları bulunur. Kuzey kesimlerde karmaşık seri üzerinde diskordan olarak görüldüğü yerler de vardır. Kalınlığı inceleme alanından batıdan doğuya doğru artmakta olup 50-250 m arasında değişir. Arazide alt seviyelerini teşkil eden yumuşak kısımlar meyilli sırtlar halinde, sert kireçtaşlarından oluşan seviyeleri ise yüksek topoğrafya ve derin yerler oluştururlar.

D-Karasal Klastikler (Miyosen-Pliyosen)

Adıyaman ovasında oldukça geniş mostraları görülen Orta ve Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal klastikler, doğu batı uzantılı, Orta Eosen kireçtaşı platosunda Orta-Üst Miyosen-Pliyosen'de oluşan çukur alanları doldurmuştur. Alt seviyeler açık gri renkli, beyaz, karbonatlı, polijenik elemanlı şeyl ve kumtaşlarından, üst seviyeleri ise şarabi gri, kirli sarı renkli mil taşı, kumtaşı ve konglomera ardalanmasından oluşur.

Adıyaman ovasını dolduran, ince ve kaba klastiklerden oluşan bu birim arazide tatlı meyilli tepeler şeklinde görülür. Akarsu vadileri kenarlarında ise konglomeralardan oluşan sert kısımları teşkil eder. Karasal fasiyeste oluşan bu birimin kalınlığı inceleme alanının kuzey ve batısında ince (40-150 m), ova ortaları ve doğu kesimlerinde ise 750 m'ye kadar varan kalınlıktadır. Taban kantağı inceleme alanının doğusunda Eosen kireçtaşları batı ve güneybatı kesimlerinde ise Paleosen yaşlı marnlar ile diskordanslıdır.

Allokton Birimler - Karmaşık Seri (Of)

Üst Jura-Alt Kretase yaşlı karmaşık serinin inceleme alanının kuzeyinde oldukça geniş ve yaygın mostraları bulunur. Genel olarak ofiyolitler, sedimanter kayalar ve volkaniklerden meydana gelen karmaşık bir birimdir. Ofiyolitler bu birimin tabanını teşkil eder. Yer yer serpantinleşme görülmekte olup, granüllü bir dokuya sahiptir. Ofiyolitlerin üzerinde volkaniklerle aralanmalı olarak uzun mesafelerde devam eden, yer yer mercekler ve bantlar halinde pembemsi, billurlu, iri kalsit kristalli, silisli kireçtaşları, gri renkli mikritik kireçtaşları ile kırmızı renkli Radyolaritlerle aralanan silisli, manganlı sert şeyler bulunur. Üst seviyelerini ise koyu kahve ve gri renkli aglomera ve yastık lavlarından oluşan volkanikler yer almaktadır. Arazide kireçtaşı Radyolarit gibi sert litolojiler 10-15 m kalınlığında kornişler ve yarlar oluştururlar.

Adıyaman Ovası ve çevresi Arap ve Anadolu levhalarının dalma-batma zonundadır. Arabistan levhası üzerinde Kambriyen'den Kampaniyen'e kadar sürekli bir çökel istif mevcuttur. Üst Jura Alt Kretase'de Arap levhası ile Toros levhası arasında bulunan okyanus tabanına, karmaşık seri içerisinde yer alan ofiyolitik kayalar oluşturulan ultrabazik magma yerleşmiştir. Toros ve Arabistan levhaları arasında dalma-batma hareketinin başlamasıyla Turoniyen'den sonra yükselen jeosenklinal çökelleri ve ofiyolitik kayalar etkin çekim tektoniği sonunda Arabistan levhasının ön ülke çukurluğunu doldurmuşlar, bu nedenle ofiyolitik kayalar genelde bugünkü haliyle en üstte yer almıştır. Alt Maestrihtiyen'de çökme durduktan sonra kuzeye doğru olan eğilme nedeniyle havza eksenini biraz daha güneye kayarak yeni bir çökme ortamı oluşmuştur. Bu havzanın kenarında taban konglomeralarıyla başlayan Üst Kretase (Maestrihtiyen) kireçtaşları, havza ortalarına doğru ise doğrudan karmaşık seri üzerinde görülür. Üst Kretase kireçtaşları üzerine kısa bir kesikliğe müteakip Paleosen marnları çökelmiştir. Bölgenin kuzeybatısında yer alan sahil şeridine yakın olan kesimlerinde ise bahis konusu marnlar diskordans olarak karmaşık seri üzerine gelir. Paleosen sonunda regresyon nedeni ile taban konglomeralarıyla başlayan Eosen kireçtaşları çökelmiştir.

Üst Sistem		Seri	Formasyon	Kaya Türü	Açıklama	
SENOZOYİK	KUVATERNER	Holosen	Güncel bataklık çökelleri Alüvyal yelpaze, binikim konisi Yamaç molozu		Siyah gri renkli bîhü köklü silt, kil Çakıl, kum Köşeli çakıl blokları kum, silt, kil	
		Pleyistosen	Eski-yeni Alüvyon		Gri-açık gri çakıl, kum	
			Pazarlık Topoluşağı		Gri siyah bazalt-aglomera Çakıltaş- kumtaş- kiltaş ardalanması	
	TERSİYER	Pliyosen	Esmepuru/Döndükler		En altta 25m kalınlığında linyit, kumtaş- mam- kçt ardalanması İçsel kamalanma gösteren çakıltaş ve kumtaş, çamurtaş	
			Miyosen	Yavuzeli		Gri siyah masif bazalt Çakıltaş, kiltaş ardalanması
		Şelmo			Beyaz ve gri renkli alg ve foraminiferli resifal özellikli kçt	
		Karaisalı			Türlüdk şeyl, kumlu kçt	
	Oligosen	Midyat Grubu	Lice		Krem- bey renkli bd çörlü bd fosilli sert kırılğan kçt	
			Gaziantep		Krem- gri renkli kçt, tebeşirli kireçtaş, fosilli kçt	
		Orta Eosen	Ahrdağ		Killi kçt kalsitürlü ile ardalanmalı	
			Hoya		Açık gri-beyaz fosilli kçt, diatomik kçt ve didomit	
		Alt Eosen	Gercüş		Kırmızımsı yeşilimsi çakıltaş, kumtaş, çamurtaş ve kireçtaş ardalanması	
	Paleosen Alt	Sınak Grubu	Üst- Orta	Belveren		Tabanda çakıltaş, hakim litojji kireçtaşdır
			Maestihthyen	Haydarlı		İnce tabakalı kili kçt
				Germav		Kumtaş arabantı şeyl ve mam ardalanmalı kili kçt
	MESOZOYİK	KRETASE	Maestihthyen	Kastel Nesası		Ardalanmalı çakıltaş, kumtaş, mam, kçt Çakıltaş, kalker çimentolu kumtaş
				Karadut Karmaşığı		Mam ara katlı kçt, kırmızı şeyller, kumtaş ve volkanifer kçt ve serpantin blokları Tektonik dokanak
			Kampaniyen	Kocalı Karmaşığı		Serpantin, peridotit, gabro, volkanik kaya, kumtaş, şeyl, kili kçt, çörlü kçt, den dışarı oluştuk bir karmaşık Tektonik dokanak
Sayındere					Griimsi çörlü kireçtaş, kili kireçtaş	
Maestihthyen			Sınak Grubu	Fırat		

Şekil 5. Adıyaman Civarı Genelleştirilmiş Stratigrafik Kolon Kesiti (Öztürk, 2016)

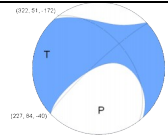
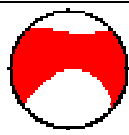
Bölgede Üst Eosen-Oligosen’de bir kesiklik söz konusu olup, Eosen kireçtaşı platosunda oluşan çukur alanları Orta ve Üst Miyosen’de diskordans olarak karasal klastikler doldurmuştur. Bölgedeki formasyonların taban ve tavan kontakları arasındaki değişiklikler çökelme havzasında yer yer bölgesel kesikliklerin nasıl olduğunu gösterir.

Arabistan ve Anadolu levhaları arasında Jura’dan başlayan ve Alt Kretase’de Valenjiyen’den itibaren ise dalma ve batma rejimi başlayan havzada, Alpin orojenik hareketleri başlamış olup, Miyosen sonuna kadar etkisini sürdürmüştür. Bu nedenle Kuvaterner dışındaki tüm birimler tektonizmadan etkilenerek inceleme alanında doğu-batı uzanımlı antiklinaller, senklinaller, faylar, tali faylar ve bindirmeler oluşmuştur (Öztürk, 2016).

4. 2 Mart 2017 Samsat (Adıyaman) Depremi ($M_w=5.6$)

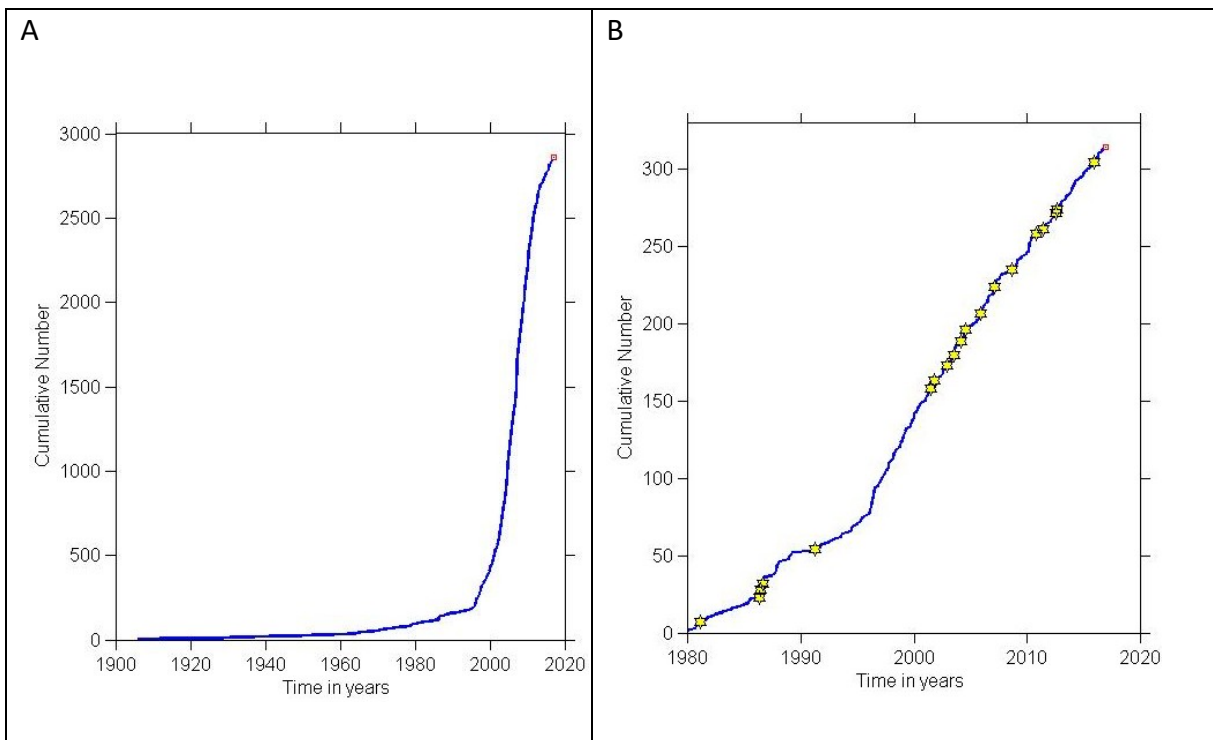
2017 Samsat depremi için ulusal ve uluslararası sismoloji merkezleri tarafından bulunmuş odak ve kaynak parametreleri Tablo 1’de listelenmiştir. Deprem episantrı Samsat ilçesi yakınından geçen Samsat Fayı (Karadoğan ve Tombul, 2013) üzerine düşmektedir (Şekil 1). KB-GD uzanımlı bu fay sağ yanıl doğrultu atımlı karakterli ve Bozova fayına paralel uzanan bir faydır. Depremın kaynak mekanizma çözümleri de benzer faylanma tipine işaret etmektedir (Tablo 1, Şekil 1). Bu fay MTA’nın yenilenmiş diri fay haritasında yer almamaktadır.

Tablo 1. 2 Mart 2017 Samsat (Adıyaman) depremi odak ve kaynak parametreleri. (AFD 2017).

	AFAD ¹	USGS NEIC	Harvard GCMT
Oluş Zamanı	11:07	11:07:27	
Enlem (°)	37.595	37.580	
Boylam (°)	38.486	38.440	
Derinlik/Centroid derinliği (km)	9.7	10.0/13.5	15.5
Centroid time		11	11:07:29.0
Doğrultu (°)		322	320
Eğim (°)		51-172	63-170
Rake (°)			
M_0 ($\times 10^{24}$ dyne/cm)		2.93	3.08
M_w	5.5	5.6	5.6
			

5. Geri Plan Depremsellik Analizi

Geri plan depremsellik analizi için Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) deprem kataloğu ve ZMAP adlı paket bilgisayar yazılımı (Wiemer, 2001) kullanılmıştır. 1900 yılından bu yana oluşan depremleri içeren katalogun çalışma için seçilen alana (Şekil 2) ait kısmının ön analizinde tüm depremler için katalogun 2000 yılı sonrası depremler için homojen olduğu görülmüştür (Şekil 6a). Katalogun, $M \geq 3.8$ depremler için 1980 sonrası yaklaşık homojen olduğu belirlenerek katalog üzerinde arındırma işlemi (declustering) uygulanmıştır. 1980 sonrası $M \geq 3.8$ için arındırılmış katalog için kümülatif deprem sayıları Şekil 6b'de gösterilmiştir.



Şekil 6. (a) 1900 yılı sonrası tüm büyüklükteki depremler için deprem kümülatif sayılarının zamanla değişimi. (b) 1980 sonrası $M \geq 3.8$ depremler için arındırılmış katalogdaki kümülatif deprem sayılarının zamanla değişimi. Sarı yıldızlar $M > 4.9$ depremlerine işaret etmektedir.

Bundan sonra, 1980 sonrası $M \geq 3.8$ depremler için arındırılmış katalogdan Gutenberg-Richter ($G-R$) ilişkisi (Gutenberg and Richter, 1944) belirlenmiştir. Bu bağıntı

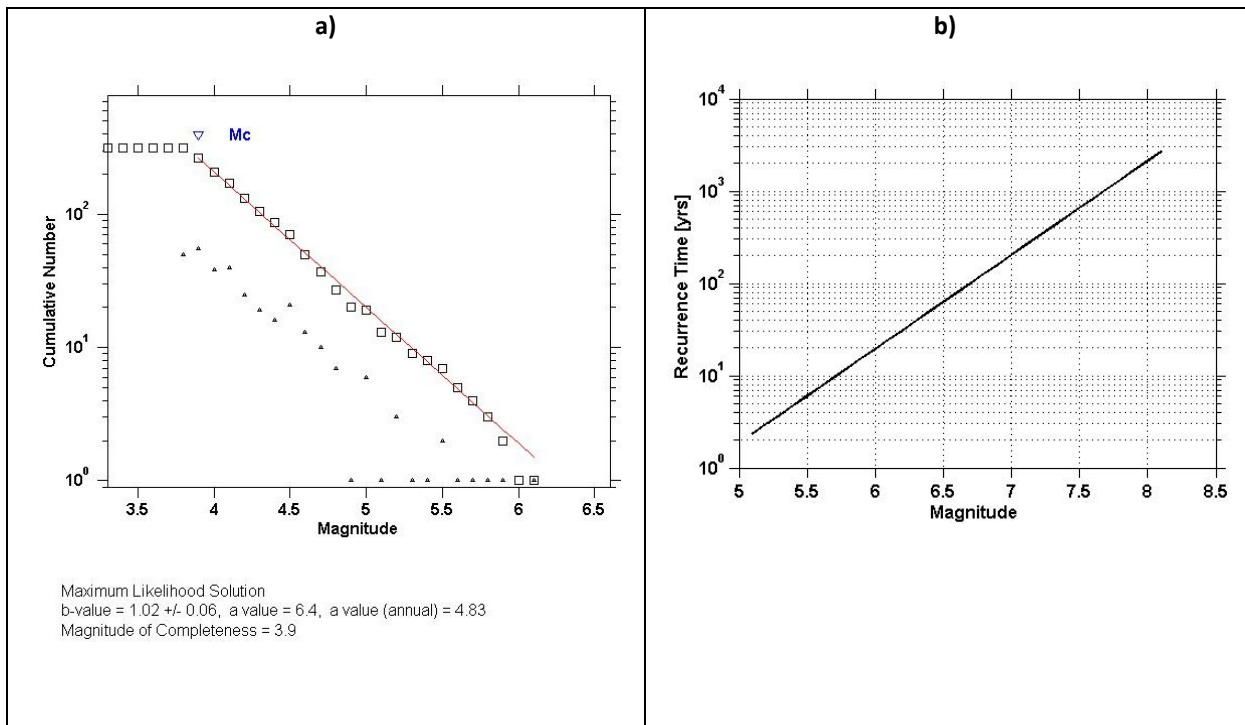
$$\text{Log } N(M) = a - bM$$

şeklinde ve depremlerin oluş sayısının deprem magnitüdü arttıkça hızlı bir şekilde azaldığını ifade eder. Burada N belli bir magnitüdden büyük deprem sayısı, M magnitüd ve a ve b 'se

sabitlerdir. $G-R$ bağıntısı geri plan depremsellikten belirlendikten sonra hedeflenen bir magnitüd (M_h) için o bölgedeki deprem tekrarlanma zamanı (T_R)

$$T_R = \frac{\Delta T}{10^{(a-bM_h)}}$$

bağıntısı ile kolayca hesaplanabilir (Wiemer and Wyss, 1997). Burada ΔT depremselik katalogunun kapsadığı zaman aralığını temsil etmektedir. $G-R$ bağıntısının belirlenmesinde En Büyük Olasılık Yöntemi (Aki, 1965) kullanılmıştır.



Şekil 7. Şekil 1’de gösterilen çalışma alanı için 1980 sonrası $M \geq 3.8$ depremler için arındırılmış katalogdaki belirlenen (a) Gutenberg-Richter ilişkisi ve (b) bu ilişkiden hesaplanan deprem tekrarlanma zamanları.

Episantr dağılımı Şekil 7’de verilen depremsellik için belirlenen $G-R$ ilişkisi Şekil 6a’da ve bu ilişki yardımıyla çalışma için hesaplanan magnitüde göre deprem tekrarlanma zamanları Şekil 6b’de verilmiştir. b değeri küresel ortalama (yani 1) değerinde bulunmuştur. Hesaplanan deprem tekrarlanma zamanları çalışma alanında $M=6.0$ büyüklüğündeki bir depremin yaklaşık 20 yılda bir, $M=6.5$ büyüklüğündeki bir depremin yaklaşık 65 yılda bir ve $M=7.0$ büyüklüğünde bir depremin yaklaşık 200 yılda bir olabileceğine istatistiksel olarak işaret etmektedir. Önümüzdeki 50 yıl içinde bu büyüklükteki depremlerin olma riski sırasıyla %55 ve %21’dir.

Yukarıda, sıralanan bu mutlak değerlerin inceleme alanındaki faylara ait depremsellik parametrelerinin bir ortalamasını yansıtmaktadır. Bununla birlikte, geçmiş depremselliğin inceleme alanında yüksek bir deprem tehlikesi olduğu söylemek yanlış olmayacaktır. Bu durum tarihsel büyük deprem etkinliğinden anlaşılabilir. DAFZ 1800 yılından bu yana Kahramanmaraş civarındaki kısmı hariç tüm uzunluğu boyunca kırılmış görülmektedir. Tarihsel kaynaklardan Kahramanmaraş civarını etkileyen son depremin 1513 depremi olabileceği çıkarılmış ve deprem gerilme modellemelerinden bu kesimde gerilme biriktiği hesaplanmıştır (Nalbant vd. 2002). Son 50 yıl içinde Türkiye'nin en önemli baraj/hidroelektrik santrallerinin yapıldığı Fırat Nehri'nin bu fay zonu tarafından kesilmesi ve yakın civarında akarak sınır ötesine geçmesi hatırlandığında önemli bir deprem riski gündeme gelmektedir. Nitekim, DAFZ'nun batıya doğru uzanan bir kolu olan Sürgü Fayı üzerinde 1986 yılında meydana gelen deprem yakında yer alan Sürgü Barajı üzerinde hasara yol açmıştır (Taymaz vd. 1991; Bayülke 1986) Bu bağlamda, özelde Adıyaman ve civarındaki genelde ise Türkiye'deki barajların deprem güvenliğinin araştırılmasının üzerinde önemle durulmalıdır. Mw=5.6 büyüklüğündeki Samsat depreminin oluşturduğu yapısal hasarlar düşünüldüğünde bu riskin ciddiyeti anlaşılabilir.

6. Geoteknik

Adıyaman İli ve Samsat İlçesi'nde yürütülen deprem sonrası gözlem ve inceleme çalışmaları sırasında deprem esnasında zemin kaynaklı herhangi bir yapı hasarına rastlanılmamıştır. Yörede yürütülmüş zemin incelemeleri üzerinde yapılan değerlendirmeler sonucunda il merkezi ve etrafında bugüne kadar yapılmış olan zemin sondajlarının genel ortalama 8-10 m derinlik boyunca gerçekleştirilmiş oldukları anlaşılmıştır. Depremin merkezi olan Samsat ilçesi ve civarında yapılmış olan bir zemin inceleme çalışmasına rastlanılmamıştır.

Bölgede yürütülmüş olan zemin inceleme çalışmaları kapsamında yaptırılmış olan sondaj çalışmalarının genelinde üstteki 20-50 cm kalınlığındaki bitkisel toprak kalınlığından sonra kesitin kuyu sonuna kadar kumlu ve çakıllı düşük-orta plastisiteli killerden oluştuğu beyan edilmektedir. Örselenmiş ve örselenmemiş numuneler üzerinde yaptırılmış olan fiziksel deney sonuçlarına göre bu killerin % 12-18 arasında doğal su muhtevalarına, % 29-48 arasında likit limit değerlerine ve % 17-26 arasında plastik limit değerlerine sahip oldukları rapor edilmektedir. Bu durumda söz konusu killerin plastisite indisi değerleri %11-26 arasında kalmaktadır. USCS zemin sınıflandırma sistemine göre CL olarak sınıflandırılan yöre killerinin TS

1500/2000'e göre ise CL ve CI simgeleri alacağı anlaşılmaktadır. 8-10 m derinliği boyunca gerçekleştirilen zemin sondajlarında genellikle YASS'ne rastlanılmamış olduğu beyan edilmekte olup kil tabakalarının sıvılık indisi değerleri kıvam limiti deney sonuçlarına bakıldığında bu durumda genellikle negatif büyüklüklere sahip olduklarından yarı katı-katı kıvamda oldukları söylenebilir.

Bölgede genellikle 1-2 m gömme derinliğine sahip tekil ve yayılı temel altındaki zemin tabakalarında hakim zemin sınıfının CL-CI olması ve yer altı su seviyesine rastlanılmaması nedeniyle sıvılaştırma potansiyeline sahip zemin tabakalarının varlığı söz konusu değildir. Zaten deprem sonrası incelemelerde de zemin sıvılaşmasına dair herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır.

Zemin sondajları esnasında kuyu başına genellikle bir veya iki adet SPT (Standart Penetrasyon Testi) deneyinin gerçekleştirildiği anlaşılmaktadır. Rapor edilen darbe sayıları genellikle yirmili ve otuzlu değerlere sahiptir. Bölgede hazırlanmış olan zemin inceleme raporlarının hemen hepsinde zemin sınıfı C grubu olarak önerilmiş olup darbe sayılarına bakıldığında durumun muhafazakar tarafta kaldığı söylenebilir. Ayrıca örselenmemiş numuneler üzerinde kısıtlı sayıda gerçekleştirilmiş olan üç eksenli hücre kesme deney sonuçlarına göre söz konusu kil tabakalarının drenajsız kayma direnci değerinin 60 kPa ve üzerinde ölçüldüğü anlaşılmaktadır. Bu durumda bölgedeki yapıların yüzeysel temellerinin taşıma gücü değerlerinin 100 kPa değerinin altında kalmayacağı ortaya çıkmaktadır. Bu da 2-6 arasında ortalama kat sayısına sahip yapılar için yeterli gözükmektedir. Bunun yanında özellikle Samsat bölgesinde 20-30 yaşındaki bazı az katlı betonarme yapıların temelleri ile üst yapı arasında herhangi bir donatı geçişi olmaması bu kesimde deformasyonlara sebep olmuştur.

7. Bina Türü Betonarme ve Yığıma Yapılarda Hasar Değerlendirmeleri

Bu bölümde Adıyaman İli Samsat İlçesinde ve Taşkuyu, Akdamar köylerinde, sahada yapılan hasar tespit çalışmalarından elde edilen bulgular verilmiş ve nedenleri tartışılmıştır.

Adıyaman il merkezinde deprem kaynaklı herhangi bir hasar görülmemiştir. Kahta ilçe merkezinde ve Cendere Köprüsü, Kahta Kalesi, Karakuş Tümüls'ü gibi zengin bir kültürel mirasa sahip olan Kahta vadisinde de deprem hasarına rastlanmamıştır.

Samsat ilçesi, eski Samsat yerleşiminin Atatürk baraj gölü suları altında kalacağı için bugünkü yerine 1986-1989 yılları arasında taşınarak yeniden kurulmuştur.

Samsat ilçesinde; depremden etkilenen betonarme yapı tarzında inşa edilen, kamu hizmetleri veren Samsat Kaymakamlığı, Samsat Çok Programlı Anadolu Lisesi, Samsat Anadolu İmam Hatip Ortaokulu ve Samsat Belediyesi binaları incelenmiştir.

Samsat Kaymakamlık binası ve Samsat Çok Programlı Anadolu Lisesi binası aynı mimari plana sahip, dört katlı, betonarme perde çerçevesi ve tuğla dolgu duvarlı olarak inşa edilmiş betonarme yapılardır (Şekil 8 ve 9). Yapının taşıyıcı sistemi düzgün çerçeveler ile oldukça sade olarak düzenlenmiştir. Bu yüzden kayda değer bir hasar almamıştır. Sadece bir perdenin orta bölümünde kılcal kayma çatlağı ve buna bağlı bir kirişte kısa kiriş davranışından kaynaklı kayma çatlağı belirlenmiştir (Şekil 10). Ancak Kaymakamlık ve Lisesi binalarının her ikisinde de kullanımı engelleyen yapısal olmayan hasarlar meydana gelmiştir. Bölme duvarlarında kayma çatlakları, duvar çerçeve arasında ayrılmalar ve düzlemi dışına duvar hareketleri, yaygın olarak sıva çatlakları ve sıva dökülmeleri belirlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 8. Samsat Kaymakamlık binası



Şekil 9. Samsat Çok Programlı Anadolu Lisesi



Şekil 10. Perde ile kolon arasındaki kısa kirişte kayma çatlağı



Şekil 11. Çerçeve duvar birleşimlerinde gözlenen hasarlar

Her iki binada da ahşap oturtma çatı şeklinde düzenlenen çatılarda kalkan duvarların yıkılması ile sonuçlanan hasarlar gözlenmiştir. İncelendiğinde yüksek kalkan duvarları bağlayan yatay ve düşey hatılların bulunmadığı belirlenmiştir (Şekil 12).

Her iki binanın yapımında donatı işçiliğine dikkat edilmediği, yetersiz paspayı, düzensiz donatı aralıkları ve bunlara bağlı olarak ileri seviyede korozyon olduğu tespit edilmiştir. Hem Kaymakamlık hem de Lise binalarında dış cephede düzenlenen birer perdenin uç bölgesinde sargı yapılmadığı sıva dökülmelerinden anlaşılmıştır. Kaymakamlık binasındaki perdenin sıvası ve paspayı kaldırıldığında 1.45 m uzunluğunda bir alanda hiçbir sargı bulunmadığı belirlenmiştir. (Şekil 13 ve 14).



Şekil 12. Kalkan duvar hasarları



Şekil 13. Perde uç bölgesinde sargısız alan, yetersiz paspayı ve korozyon



Şekil 14. Perde uç bölgesinde sargısız alan, yetersiz paspayı ve korozyon

Donatı düzenini ve aralıklarını belirlemek için el scannerı ile kolonlarda ve perdelerde tarama yapılmıştır. Okumalardan yatay donatı, sargı aralıklarının 120-270 mm gibi geniş bir aralıkta değiştiği belirlenmiştir (Şekil 15). Beton sınıfını belirlemek için yapılan Schmidt çekici okumalarından ise 15-40 MPa aralığında çok değişken değerler elde edilmiştir (Şekil 16). Betonarme elemanların yüzeyi ve çekirdek bölgesi incelendiğinde 40 mm boyutuna varan iri agrega/dere çakılı ile beton üretildiği görülmüştür. Yerel kaynaklar bölgede beton yapımında kum çakılın kaynağından çıktığı gibi eleme yıkama yapılmadan kullanıldığını ifade etmişlerdir.



Şekil 15. Betonarme kolonlarda el scanner ı ile donatı tespiti



Şekil 16. Betonarme kolonlarda schmidt çekici okumaları

Aynı mimari planda inşa edilmiş Kaymakamlık ve Lise binalarının cephelerinde mimari açıdan cephe kirişleri düzenlenmiştir. Şekil 17 da görülen kiriş yapının arka cephesine, ikinci kat seviyesinde, kısa konsol kirişlerin ucuna mesnetlenmiş, bina uzun cephesi boyunca uzanan 1.0 m yüksekliğinde bir kiriştir. Ancak kısa konsol kirişler ile uzun cephe kirişinin bağlantı noktalarında hatalı yapılan donatı düzenlemesinden dolayı çatlaklar oluşmuş, korozyon ilerlemiş ve deprem sırasında da çatlaklar iyice ilerleyerek ayrılmaların meydana geldiği görülmektedir (Şekil 18).



Şekil 17. Yapının arka cephesinde mimari eleman olarak düzenlenen alın kirişi



Şekil 18. Arka cephede mimari eleman olarak düzenlenen giriş üzerindeki hasarlar

Samsat Anadolu İmam Hatip Ortaokulu betonarme çerçeve taşıyıcı sistemli inşa edilmiş üç katlı betonarme bir yapıdır (Şekil 19). Bir yıl önce tamamlanarak eğitim faaliyetine başladığı yetkililer tarafından ifade edilmiştir. Yapının taşıyıcı sisteminde herhangi bir yapısal hasar gözlenmemiştir. Yapının taşıyıcı sistemi düzgün çerçeveler ile düzenlenmiştir. Beton sınıfını belirlemek için yapılan schmidt okumalarından 35-45 MPa arasında değişen basınç dayanımlarına ulaşılmıştır. Betonarme kalıp işçiliğinin de son derece özenli yapıldığı gözlenmiştir. Ancak bölme duvarlarındaki yıkılma ve dağılma gibi duvar hasarları nedeni ile okulun kullanılamaz durumda olduğu belirlenmiştir (Şekil 20 ve 21).



Şekil 19. Samsat Anadolu İmam Hatip Ortaokulu ön cepheden görünüm



Şekil 20. Anadolu İmam Hatip Ortaokulu birinci kat koridorundaki yapısal olmayan hasarlar



Şekil 21. Samsat Anadolu İmam Hatip Ortaokulunda duvar hasarları

Birbirine paralel betonarme çerçeveler ile düzenlenen taşıyıcı sistemin aksları 6-7 m aralıklarla inşa edilmiştir. Akslar arasına da yatay delikli tuğlalarla bölme duvarları düzenlenmiştir. Duvar sıvaları ve boya yapıldıktan sonra koridor duvarlarına 1.0 m yüksekliğinde 20 mm kalınlığında granit doğal taş ile yüzey kaplaması yapılmıştır. Yapıştırma işleminden önce sıvalı ve boyalı yüzeylerde çentikleme yapıldığı ve kum-çimento harcı ile yapıştırma yapıldığı görülmektedir. Granit plakaların arka yüzeylerinde yapışmayı sağlayacak kanalların olmadığı ve granit yapıştırıcısı kullanılmadığı da tespit edilmiştir. Ortaya çıkan hasarın nedeni olarak,

mesnetlenmemiş uzun duvar boyları ve yanlış işçilik ile kat koridorlarına yapılan ağır, yüzeysel kaplamanın neden olduğu değerlendirilmiştir. Deprem sırasında oluşan titreşimler ile kaplamaların tamamının duvardan ayrılarak düzlemi dışına devrildiği, duvarların hasar gördüğü ve bazı bölümlerinde boşlukların oluştuğu görülmektedir (Şekil 20 ve 21).

İncelenen bir diğer betonarme bina da Samsat Belediyesi binasıdır (Şekil 22). 1989 yılında, betonarme çerçeve taşıyıcı sistemli olarak iki katlı (bir bölümü bodrumlu) inşa edilmiş bir yapıdır. T şeklinde bir plana sahip olan yapının birinci kat dış duvarları tamamen cam kaplanmıştır. İç duvarlar yatay delikli tuğla duvar ile bölünmüştür. Belediye binası, 0.35x0.25 m kesitli kolonları, 0.25x0.50 m kesitli kirişleri ve 3.2 m kat yüksekliği ile oldukça narin bir taşıyıcı sisteme sahip olduğu söylenebilir (Şekil 22).

Belediye binasında yapılan hasar tespit çalışmasında birinci kat kolonlarının tamamına yakını üst ucundan hasar görerek mafsallaştığı tespit edilmiştir (Şekil 23). Betonarme elemanların hasar görmesinin nedenleri olarak beton dayanımındaki yetersizlik, kötü donatı işçiliği ve ağır korozyon hemen gösterilebilir (Şekil 24 ve 25).

Belediye binasındaki betonarme elemanların betonunun üretilmesinde dere malzemesinin yıkama ve eleme yapılmadan kullanıldığı, içinde çok ince siltlerle birlikte 100 mm boyutuna varan dere taşlarının bulunduğu gözlenmiştir (Şekil 23 ve 24). Bu uygulamanın da beton kalitesinin düşmesine ve hasar almasına neden olduğu gözlenmiştir. Beton dökümünden sonra bakımının da çok özenli yapılmadığı, bazı kolonlarda malzemenin elle ufalanmasından anlaşılmaktadır (Şekil 24 ve 25). Donatı işçiliği de son derece özensiz yapılmıştır. Etriye aralıklarına ve etriyelerin sabitlenmesine dikkat edilmediği, beton dökümü sırasında etriyelerin konumlarının değiştiği, yetersiz paspayından dolayı ileri derecede korozyon hasarlı elemanlar üzerinde açıkça görülmektedir (Şekil 24 ve 25).

Samsat Belediyesi hizmet binası ifade edilen kusurların hemen hemen hepsini barındırdığından ağır hasar almıştır. Samsat Belediyesi binası ilçede en çok hasar gören betonarme yapı olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 22. Samsat Belediyesi hizmet binası



Şekil 23. Belediye Binası, birinci kat kolon ucunda mafsallaşma. Yetersiz etriye aralığı, etriye ucunda açılma, beton içinde iri agregalar ve betonda dağılma açıkça görülmektedir.



Şekil 24. Belediye Binası, temel üst kotunda mafsallaşan kolon ucu. Yetersiz etriye aralığı, boyuna donatılarda eğilme ve korozyon, beton içinde 100 mm boyutuna varan iri agregalar.



Şekil 25. Belediye binası, zemin kat kolonu. Düzensiz, özensiz donatı yerleşimi, düşük beton dayanımı. Kolon betonu (!) elle ufalanabilen kum yığını şeklinde görülmektedir.

2007 TDY esaslarına göre inşa edilen Samsat İmam Hatip Ortaokulu gibi yeni kamu binalarının taşıyıcı sistemlerinin hasar görmemelerine rağmen taşıyıcı olmayan elemanlarındaki hasarlardan dolayı kullanılamaz duruma girebilecekleri gözden kaçırılmamalıdır.

İncelenen betonarme binalarda, beton kalitesinin düşüklüğü, yetersiz taşıyıcı eleman boyutları, hatalı taşıyıcı sistem planı, birleşim bölgelerinde yetersiz sargılama, yetersiz paspayı, kalitesiz ve yanlış işçilik gibi yapım tekniklerinin bilinmemesi veya uygulanmaması yurdumuzda ki önemli depremlerden sonra görülüp tespit edilenler bu depremden sonra da tekrarlanmıştır.

Yine Samsat ilçesinde; depremden etkilenen tuğla, briket, taş ve kerpiç malzeme kullanılarak yığma yapı tarzında inşa edilen, konutlar da incelenmiştir. Samsat ilçesindeki konutların çoğu eski Samsat yerleşiminin bugünkü yerine taşınması sırasında kurulan, baraj evleri olarak da isimlendirilen, yığma yapı tekniği ile tek katlı olarak inşa edilen yapılardır. Bazı konutların ahır ve samanlık eklentileri de bulunmaktadır.

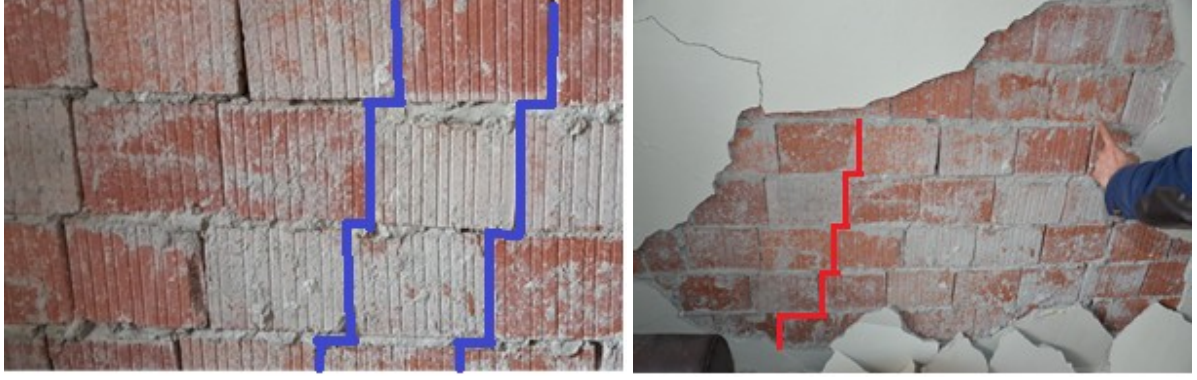
Yığma yapım tekniği ile inşa edilmiş bu tür konutların temel kirişleri, yatay ve düşey hatılları gibi betonarme elemanlarının üretiminde eleme ve yıkama yapılmadan kullanılan dere kumu/çakılı kullanıldığı gözlenmektedir. Uygun olmayan granülometri ve içerikteki malzemenin kullanılması da betonun kalitesinin düşmesine ve yapısal hasarlara neden olmuştur. Özellikle 60-70 mm ye varan iri daneli dere çakıllarının kullanıldığı düşey hatıllarda temel seviyelerinde dağılmalar gözlenmiştir. Yapım sırasında da, betonarme elemanların üretimine ve sonrasında bakımlarına özen gösterilmediği, özellikle temel kirişlerindeki düşük beton dayanımı, dağılma ve ufalanmalar gözlenmektedir. Yine bu bağlantı bölgelerinin kurallara uygun donatılmadığı, donatılarda süreksizliklerin olduğu belirlenmiştir (Şekil 26).



Şekil 26. Temel kirişi düşey hatıl birleşimi. Temel kirişinde düşük beton dayanımı ve dağılma

Baraj evleri olarak adlandırılan, yığma yapım tekniği ile tek katlı olarak inşa edilen bu konutların taşıyıcı duvarlarının yapım tekniklerine uyulmadan inşa edildiği belirlenmiştir. En dikkat çekici olanı tuğlalar arasındaki düşey derzlerde hiçbir bağlayıcının (harç) kullanılmadığı ve derz boşluklarında şaşırtmanın düzenli yapılmadığıdır (Şekil 27). Düşey doğrultudaki derz boşluklarında bağlayıcı kullanılmaması ve düzensizlikler hasar gören bütün duvarlarda gözlenmiştir (Şekil 28).

Samsat Baraj evlerinin çoğunda gözlenen hasarlardan biride kalkan duvar ve baca hasarlarıdır. Yatay ve düşey hatıl kullanılmadan inşa edilen yüksek tuğla duvarların düzlemi dışına devrildikleri sıklıkla görülmektedir (Şekil 29).



Şekil 27. Taşıyıcı duvarlarda düzensiz düşey derz aralıkları ve yapım kusurları.



Şekil 28. Taşıyıcı duvarlarda kayma hasarları. Düşey derzlerde bağlayıcı kullanılmamış.



Şekil 29. Kalkan duvar ve baca hasarları

Baraj evlerinde, zaman içinde, sosyal hayatın ve ihtiyaçların değişmesi nedeni ile oda büyütme, pencere, kapı boyutlarında ve yerlerinde değişiklikler de yapılmıştır. Özellikle, oda boyutlarını genişletmek için duvarların yerlerinin değiştirildiği, pencere boyutlarının ve yerlerinin değiştirildiği konutlarda duvar hasarları yaygın olarak görülmektedir (Şekil 30). Yığma yapı tekniğine uyulmadan ve özensiz işçilik ile yapılan bu değişiklikler yapıların önemli hasarlar almasına neden olmuştur. Çatıya yüksek parapet ve ağır betonarme döşeme ilave edilmesi de duvar hasarlarını arttıran etkenlerden olmuştur. Yapı taşıyıcı sisteminde yapılan değişikliklerin bir mühendislik hizmeti olarak değil kullanıcıların kendi imkânları ve bilgileri ile yapıldığı ifade edilmiştir. İlk yapıldığı şekli ile günümüze kadar gelen konutlarda ise hasar yok denecek kadar azdır.



Şekil 30. Yapıda pencere, kapı boyutlarının ve yerlerinin değiştirilmesi, betonarme döşeme ve parapet ilaveleri taşıyıcı duvarların hasarlarına neden olmuştur.

Özellikle yapıların dış cephesinde, pencere aralarında ki duvarlarda ve pencere kenarlarında kayma çatlakları sıklıkla gözlenmektedir (Şekil 31). Taşıyıcı duvarlarda su tesisatı yerleştirmek amacıyla açılan kanallar kesit azalmasına ve duvar hasarlarına neden olmuştur (Şekil 32)



Şekil 31. Taşıyıcı dış duvarlarda pencere kenarlarında ortaya çıkan kayma çatlakları



Şekil 32. Su tesisatı yerleştirmek amacı ile duvarda kesit azalması ve yapısal hasarlar.

Akdamar ve Taşkuyu köyleri Samsat ilçesine bağlı en yakın ve en büyük köylerdir. Bu köylerde bulunan briket, kerpiç ve taş yığma yapılarda önemli hasarlar gözlenmiştir. Çoğu 40-50 yıllık olan, ekonomik ömrünü tamamlamış kerpiç yığma yapılarda duvar çatlakları, ayrılmalar ve devrilmeler, toprak çatının çökmesi gibi ağır hasarlar meydana gelmiştir (Şekil 33).



Şekil 33. Kerpiç yapılarda gözlenen deprem hasarları ve zamana, iklim şartlarına bağlı bozulmalar.

Akdamar Köyünde, taş yığma yapı olarak inşa edilen taziye evi olarak kullanılan iki bina da ağır hasar görmüştür. Taşıyıcı duvar hasarları, büyük çatlaklar, ayrılmalar, düzlemi dışına hareket ve toptan göçme şeklinde görülmektedir (Şekil 34 ve 35). Her iki yapıda da çatı seviyesinde 0.7 m genişliğinde yatay kirişler ve 0.15 m kalınlığında betonarme döşeme düzenlenmesine rağmen, yapı köşelerinde düşey hatılların bulunmadığı, hasarların da bu bölgelerde yoğunlaştığı görülmektedir. Herhangi bir mühendislik hizmeti almadan inşa edilen bu yapılarda pencere boşlukları arası ve pencere boşluğu köşe arası mesafelerinin yetersiz olması da ağır hasar almasına neden olmuştur. Ayrıca derzler arasında kullanılan yetersiz bağlayıcılar da duvarların yıkılmasında etken olmuştur (Şekil 34 ve 35).



Şekil 34. Akdamar köyü Taziye Evi. Yapım kurallarına uyulmaması ve yetersiz bağlayıcıdan kaynaklı ağır yapısal hasarlar.



Şekil 35. Dış duvarlarda düzlemi dışına hareket ve büyük çatlaklar, briket bölme duvarlarında ayrılmalar gözlenmektedir.

Taşkuyu köy camisi de taş yığma yapı olarak inşa edilen ve ağır hasar gören bir kamu binasıdır. Moloz taşlar kullanılarak inşa edilen yapının daha sonra orta bölümüne dört adet betonarme kolon ve üzerine betonarme bir kubbe ilave edilerek büyütüldüğü ifade edilmiştir. Moloz taşlar arası bağlayıcı olarak çoğunda kil toprak bazı bölümlerinde çimento harcı gözlenmektedir. Pencere boşluklarının üzerinde ve çatı seviyesinde ahşap hatıllar bulunduğu görülmektedir. Yapının ilk halinde köşelerinde düşey hatılların bulunmaması ve daha sonra ağır bir betonarme tavan ilave edilmesi yapının ağır hasar almasına neden olmuştur (Şekil 36).



Şekil 36. Moloz taşlar ve kil toprak bağlayıcı duvarlar ve betonarme kubbe/tavan döşemesi ilave edilen, ağır hasar gören Taşkuyu Köyü camisi.

Deprem hasarlarını inceleme ekibimiz, deprem hasarlarını belirlemek için yaptığı bu saha incelemesinde en ilginç yapı ile Taşkuyu köyünde karşılaşmıştır. Konutun ilk yapım şekli tam olarak bilinmemekle birlikte zaman içinde ortaya çıkan ihtiyaçlardan dolayı yapıya farklı zamanlarda çok farklı ilavelerin yapıldığı, meydana gelen deprem sonucunda da ağır hasar, kısmi göçme meydana gelerek ömrünü tamamladığı görülmüştür (Şekil 37 ve 38). Yapının ilk halinin, temelleri moloz taş/kil toprak bağlayıcı, üst yapısının kerpiç duvarlar, çatısının ise dairesel kesitli ağaç gövdeleri ve üzerine kalın bir toprak tabakası (yerel olarak toprak dam olarak tanımlanır) ile inşa edildiği değerlendirilmiştir. Yapının mevcut durumu incelendiğinde, temellerinin boşluklu briket ile genişletildiği, kerpiç bölme duvarlarının boşluklu briket ve yatay delikli tuğla duvarlarla değiştirildiği, duvarların ve çatının beton düşey hatlarla desteklendiği, duvarların üzerine ahşap yatay hatlar ilave edildiği, ahşap tavan döşemesinin üzerindeki toprak örtünün kaldırılarak iki tabaka halinde 0.15 m kalınlığında beton kaplama yapıldığı Şekil 38 de görülmektedir. Ancak bütün bu inşa faaliyetleri yapılırken hiçbir mühendislik hizmeti alınmadan tamamen konut sahibi ve çevresindeki işgücü ile yapılmıştır. Değişiklikler yapılırken birbiri ile uyumlu malzeme seçimine ve yapı elemanlarının birbiri ile bağlantılarına hiç özen gösterilmediği açıktır.



Şekil 37. Taşkuyu köyünde karma(!) yapım tekniği ile inşa edilmiş ve ağır hasarlı/yıkık yapı



Şekil 38. Plansız ve farklı malzemeler ile yapılmış ağır hasarlı/yıkık yapı

Çalışma grubumuz, ağır hasar gören bu yapı özelinde, genel olarak da bölgede benzer davranışları ve yapım şekillerini gözlemlemiştir. Bu davranış şeklinin, bölgede yaşayanların gelir seviyeleri ve yaşam tarzları ile ilişkili olduğu değerlendirilmiştir. Gelir seviyesinin artması ile yaşam koşullarını iyileştirme isteği bütün insanlık için geçerli bir davranış şeklidir. Ancak bütün bu inşa faaliyetleri yapılırken mühendislik bilimi ve yapım tekniklerine uygun hareket gözardı edilmemelidir. Bölgede, genel olarak da ülkemizde, yeni yapım veya tadilat/güçlendirme projelerine gerek olmadığı, teknik elemanın görüşü alınmadan da faaliyetlerin yapılabileceği yani mühendislik hizmetlerinin çok gerekli olmadığı, büyük bir problem olursa mühendise danışılacağı kanaati yaygın bir davranış şeklidir. Bu davranış şekli Samsat depremi ile bir kez daha ortaya çıkmıştır. Bu yanlış ve trajik sonuçlar doğuran alışkanlıkların değiştirilmesi için çalışmak en başta meslek çalışanlarının görevidir diye düşünmekteyiz.

Samsat Depreminden sonra bölgede yaptığımız gözlemlerden çıkardığımız, bizi sevindiren sonuçlardan biri ekonomik kayıplar olmasına rağmen can kaybının yaşanmamasıdır. Buradan edindiğimiz kazanımların yeni yapılaşmalarda kullanılmasının yanında kent/köy ayırımı yapmaksızın mevcut yapı stokumuzu hızlı bir şekilde değerlendirmemiz gerektiğini de bize ders vermesidir. Küçük ve orta şiddetli depremlerin yapım hatalarını ortaya çıkaran bu özelliğinden aldığımız ders ile büyük depremlere hazırlıklı olmamız gerektiği en önemli kazanım olacaktır.

8. Teşekkür

Yazarlar, saha incelemelerini teşvik eden ve destekleyen Sakarya Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Muzaffer Elmas'a ve Mühendislik Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Orhan Torkul'a teşekkürlerini sunarlar. Yazarlar ayrıca, bölgeyi iyi bilen, yerel yetkililer ile iletişimi sağlayarak çalışmalara büyük kolaylık ve katkı sağlayan İnş. Yük. Müh. Hacı Yusuf DURMUŞ'a teşekkür ederler.

9. Kaynaklar

- AFAD 2017, Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı. 02.03.2017 Samsat-Adıyaman Depremi, Ön Bilgi Formu.
- Aki, K., 1965. Maximum likelihood estimate of b in the formula $\log N = a - bM$ and its confidence limits. Bulletin of the Earthquake Research Institute, Tokyo Univ., 43, 237-239.
- Ambraseys, N. N., 1989. Temporary seismic quiescence: SE Turkey. Geophysical Journal, 96, 311-331.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1972. Doğu Anadolu fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler. MTA Enstitüsü Dergisi, 78, 44-50.
- Barka, A., and Kadinsky-Cade, K., 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. Tectonics, 7, 663-684.
- Bayülke, N. (1986). 5 Mayıs 1986 Doğanşehir Depremi ve Sürgü Barajındaki hasarın düşündürdükleri, Türkiye Mühendislik Haberleri, Haziran 1986, sf. 7-10.
- Çolak, S., Aksoy, E. Koçyiğit, A. and İnceöz, M. (2012). The Palu-Uluova Strike-slip Basin in the East Anatolian Fault System, Turkey: Its Transition from the Paleotectonic to Neotectonic Stage, Turkish J. Earth Sc., 21, 547-570.
- Duman, T.Y. and Emre, Ö. (2013). The East Anatolian Fault: geometry, segmentation and jog characteristics. From: Robertson, A. H. F., Parlak, O. & Uñluğenc., U. C. (eds) Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region. Geological Society, London, Special Publications, 372, <http://dx.doi.org/10.1144/SP372>.
- Ekinci, M., (2011). "Adıyaman İl Çevre Durum Raporu", Adıyaman Valiliği İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü.
- Gutenberg, R. and Richter, C.F., 1944. Frequency of earthquakes in California. Bulletin of the Seismological Society of America, 34, 185-188.
- Karadoğan, S. ve Tonbul, S. (2013). Adıyaman Havzasının jeomorfolojik özellikleri, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 1(1), 182-217.
- Koç, A. and Kaymakçı, N., (2013). Kinematics of Sürgü Fault Zone (Malatya, Turkey): A remote sensing study, Journal of Geodynamics, 65, 292–307 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.jog.2012.08.001>)
- Lyberis, N., Yürür, T., Chorowicz, J., Kasapoğlu, E., and Gündoğdu, N., 1992. The East Anatolian Fault: an oblique collisional belt. Tectonophysics, 204, 1-15.
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gürkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M.N., and Veis, G., 2000. GPS constraints on plate kinematics and dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus. Journal of Geophysical Research, 105, 5695-5719.

- MTA (2012). Türkiye Yenilenmiş Diri Fay Haritası,
http://www.mta.gov.tr/v2.0/default.php?id=_yeni_diri_fay_haritalari-goruntule
- Nalbant, S.S., McCloskey, J., Steacy, S., and Barka, A., 2002. Stress accumulation and increased seismic risk in eastern Turkey. *Earth and Planetary Science Letters*, 195, 291-298.
- Öztürk, A., (2016). Zemin İnceleme Raporu, Jeoteknik Müh. İnş. Ltd. Şti.
- 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., Enren, E., Dmitrotsa, A., Filikov, S.V., Gomez, F., Al-Ghazzi, R., Karam, G., 2006. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *Journal of Geophysical Research*, 111, B05411, doi:10.1029/2005JB004051.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., and Kuşçu, İ., 1992. The East Anatolian fault zone of Turkey. *Annales Tectonicae*, Special Issue, Supplement to V. VI, 99-125.
- Taymaz, T., Eyidoğan, H., and Jackson, J, 1991. Source parameters of large earthquakes in the East Anatolian fault zone (Turkey). *Geophysical Journal International*, 106, 537-550.
- Wiemer, S., 2001. A software package to analyse seismicity: ZMAP. *Seismological Research Letters*, 72(3), 373–382.
- Wiemer, S. and Wyss, M., 1997. Mapping the frequency-magnitude distribution in asperities: an improved technique to calculate recurrence times? *Journal of Geophysical Research*, 102, 15115-15128.