



Maden Tetkik ve Arama Dergisi

http://dergi.mta.gov.tr



Arkeosismoloji: Antik yerleşimlerde deprem izleri çalışmaları; Dünya'dan Türkiye'ye odaklanan kronolojik bir değerlendirme

Archaeoseismology: Earthquake traces studies in ancient settlements; a chronological evaluation from the World focusing on Türkiye

Ökmen SÜMER^{a,b*} ve Volkan KARABACAK^c

^a Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği, İzmir, Türkiye

^b Dokuz Eylül Üniversitesi, Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, Buca, İzmir, Türkiye

^c Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler:

Arkeosismoloji,
Arkeosismolog, Eski
insan yapıları, Kronolojik
gelişim, Anadolu.

ÖZ

Arkeosismoloji eski dönemlerde meydana gelen yıkıcı depremlerin eski insan yapılarındaki izlerini araştıran ve bu verilerden yola çıkarak gelecekte meydana gelebilecek depremlerin olası etkileri üzerinde çıkarımlar yapan bilim dalıdır. Antik dönem depremlerinin etkilerini birçok yazar çeşitli dönemlerde kaleme alsa da, Dünya'daki ilk modern arkeosismoloji çalışmaları, Türkiye ile paralel bir şekilde 19. yy sonlarından itibaren başlayarak hız kazanır. Bu anlamda, Mezolitik sonundan itibaren çok çeşitli kültür katmanlarına ev sahipliği yapmış Anadolu (Küçük Asya) coğrafyası, modern arkeosismolojik çalışmalar için bir açık hava araştırma laboratuvarı niteliğindedir. Bu çalışma, arkeosismoloji disiplininin tarihsel geçmişini kronolojik olarak Dünya'daki ve Anadolu'daki çalışmalar perspektifinde özetleyen, arkeosismolojinin geleceği ile ilgili öneriler sunan ve yeni nesil arkeosismologlar için literatür özeti niteliğinde bir başvuru eseridir.

Geliş Tarihi: 14.07.2023

Kabul Tarihi: 11.03.2024

Keywords:

Archaeoseismology,
Archaeoseismologist,
Ancient human
structures, Chronological
development, Anatolia.

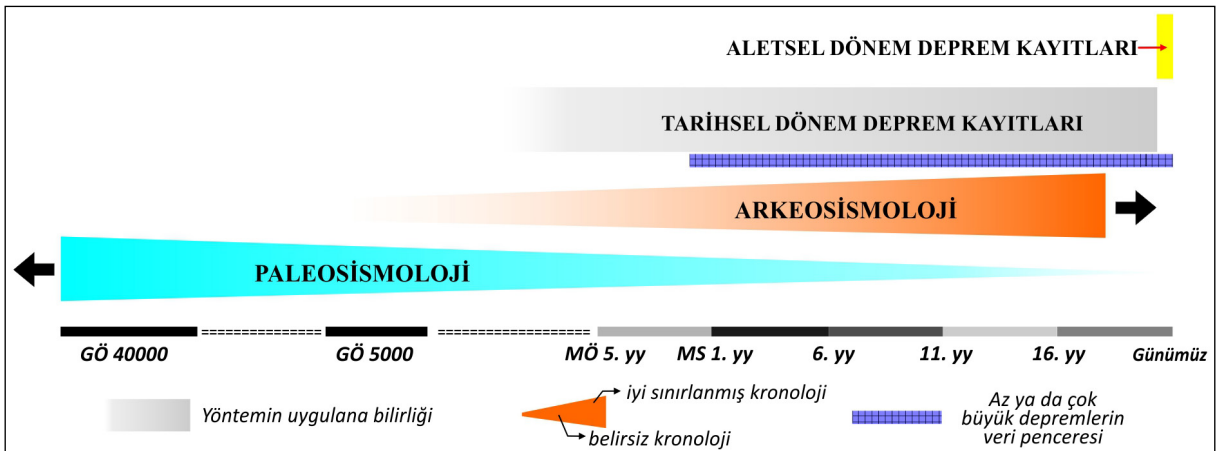
ABSTRACT

Archaeoseismology is a field of science that investigates the remains of ancient human structures of destructive earthquakes that occurred in their ancient history and in this respect makes inferences on the possible effects of earthquakes whose origins will be may occurred in the future. Although many authors wrote the effects of ancient earthquakes in various periods, the first modern archaeoseismology studies in the world gain momentum starting from the end of the 19th century at the same time with Türkiye. In this understanding, the geography of Anatolia (Asia Minor), which has hosted a wide variety of cultural layers since its Mesolithic end, is an open-air research laboratory for modern archaeoseismological studies. This study is a reference work that summarizes the historical past of the discipline of archaeoseismology chronologically in the perspective of studies on Earth and Anatolia, presents suggestions about the future of archaeoseismology and is a literature summary for the new generation of archaeoseismologists.

1. Arkeosismolojiye Genel Bir Bakış

İnsanoğlu, yerleşik yaşama geçişte, doğa tarafından kendine bahşedilen nimetleri içerisinde barındıran topoğrafik, jeolojik ve hidrojeolojik olarak yerleşime elverişli alanları tercih etmiştir. Bu anlamda, deniz kıyılarındaki yerleşimler ayrı tutulduğunda, güvenlik için arkasını yüksek bir topoğrafyaya yaslayan, önünde tarıma elverişli düzlükler içeren, su kaynaklarına yakın ve tercihen termal özellikte bol su çıkışları bulunan alanlar vazgeçilmez olmuştur. Aynı zamanda kara içerisinden deniz kıyılarına ulaşımı kolaylaştıran koridorlar oldukça yoğun yerleşimlere de ev sahipliği etmiştir. Yer bilimi bakış açısı ile bu alanlar çoğunlukla fayların şekillendirdiği veya dolaylı olarak etkilediği alanlara karşılık gelmektedir. İnsanoğlu geçmişte olduğu gibi günümüzde de faylar tarafından yaşama daha elverişli hale getirilmiş alanlarda yerleşimlerini kurmaktadır. Tıpkı günümüzde olduğu gibi, antik yerleşimler de meydana gelmiş olan depremlerden etkilenmişlerdir. Bu etkilenmeler, depremler sırasında, oluşan yüzey kırıkları üzerinde yer alan yapıların doğrudan kesilmesi şeklinde sismotektonik ve/veya daha uzakta/yakında yer alan yapıların şiddetli yersarsıntıları ile sismogravitasyonel olarak Dramis ve Blumetti (2005)'in basit sınıflamasına göre iki ana tipte hasar görmeleri ile gerçekleşmektedir. Bu anlamda tarihsel veya tarih öncesi dönemlerde meydana gelen hasar yapıcı birçok büyük deprem, faylar üzerinde veya yakınında yer alan antik dönem yapılarını etkileyerek bunlarda yıkımlara, ötelenmelere neden olmuş ve antik yerleşimlerin

tarihlerinde önemli izler bırakmıştır. Bu depremlere ait izler aşınma ve çökme süreçleri sonrasında önemli ölçüde kaybolurken, antik yapılardaki deprem izleri günümüze kadar taşınabilmektedir. Antik yapılarda korunmuş bu deprem izleri, o bölgenin depremselliği ve ilişkili olabilecek fayların karakteristik özelliklerinin anlaşılmasında eşsiz ve önemli bir veri kaynağıdır. İşte bu tarihsel ve tarih öncesi depremlerin arkeolojik yapılardaki izleri ile ilgilenen bilim dalına arkeosismoloji denilmektedir (Stewart ve Hancock, 1994). Etimolojik kökeni bakımından "Arkeosismoloji" eski Yunanca *ἀρχαῖος* (arkhaios) "eski/ancient", *σεισμός* (seismós) "deprem/ earthquake" ve *λογία* (logía) "üzerinde düşünme çalışma/ scientific study of" kelimelerinin birleşmesi ile anlam bütünlüğü olarak "eski depremler üzerinde bilimsel çalışmalar şeklinde" açınanmaktadır. Galadini vd. (2006), arkeosismolojiyi, paleosismolojinin zaman penceresinde bir aralık olarak tanımlarken, yöntemsel olarak uygulama anlamında arkeolojik, jeolojik ve tarihleme gibi birçok farklı yöntem ve veriyle kontrolünün sağlanması açısından daha güvenli bir bilimsel dal olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda, paleosismolojik, arkeosismolojik, tarihsel ve aletsel sismolojik kayıtlarının uygulanma aralıkları ve kronolojik verimlikleri Şekil 1'de özetlenmektedir. Arkeosismoloji, arkeolojik yapılarda korunmuş deprem izlerini ve türlerini kolayca ortaya koyarken, yapıların yapılış ve yenilenme tarihleri bilindiğinde hasarlara neden olan olaylar da tarihlendirilebilmektedir (Stiros ve Jones, 1996). Arkeosismoloji öncelikle, bir arkeolojik alanda ilgili



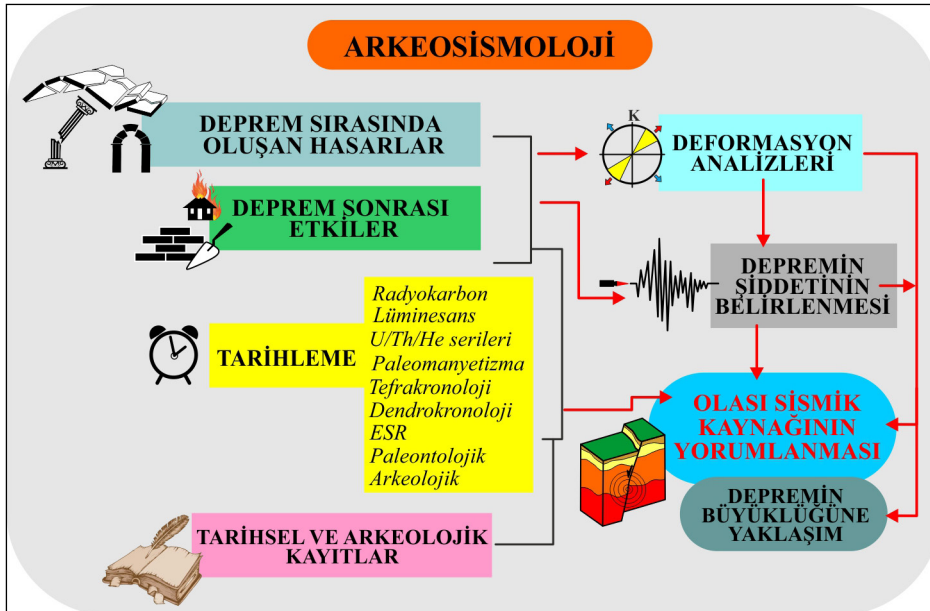
Şekil 1- Anadolu'da paleosismolojik, arkeosismolojik, tarihsel ve aletsel dönem sismolojik kayıtların uygulanma aralıkları ve verimlikleri (Galadini vd., 2006'dan az miktarda değiştirilmiş ve renklendirilmiştir).

arkeolojik dönem içinde meydana gelmiş deprem sırasında ve sonrasında oluşan hasarları/etkileri sistematik bir şekilde belgeler, tarihsel ve arkeolojik kaynaklardaki deprem kayıtları ile ilişkilendirmeye çalışır. Bu sırada depremden kaynaklanan deformasyon öğelerini birçok farklı mutlak tarihleme yöntemi kullanarak yaşlandırmaya yönelir. Yüzey kırığının kestiği yapılarındaki incelemelerle, faylanma tipi ve ötelenme miktarını net olarak saptar. Aynı zamanda bu yapıların yapılış, onarım ve/veya terk edilmiş tarihleri bilindiğinde, meydana gelen depremi bir zaman aralığı içerisine kısıtlar. Burada unutulmaması ve çok dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, gözlenen hasarların ya da deformasyonların akla gelebilecek tüm alternatif nedenleri ile ele alınması ve değerlendirilmesinin gerektiğidir. Bunun yanında deprem sırasında oluşan hasarlardan yola çıkarak depremin şiddetini ve oradan belirli yaklaşımlarla büyüklüğünü, hasar dağılımlarının deformasyon analizini yaparak da sismik kaynağın belirlenmesini hedefler (Şekil 2). Böylelikle arkeosismolojik çalışmalardan yararlanılarak, özellikle yerleşik insan yaşamının ortaya çıkışından günümüze kadar olan dönemde meydana gelmiş tarih öncesi ve tarihsel depremler hakkında bilgi edinilmesine imkân sağlanır. Bu gibi bilgiler, o bölgedeki fayların gelecekte üretebileceği yıkıcı depremler ile ilgili, deprem risk

analizlerinde de kullanılabilir; deprem büyüklüğü, etki alanı ve deprem tekrarlanma periyodu gibi parametrelerin veri setlerinin oluşturulmasına katkı sağlamaktadır. Dolayısıyla, arkeosismoloji sadece kendi başına tarihsel ve tarih öncesi depremler ile ilgili bir bilim dalı olmayıp, günümüz ve gelecekte oluşacak depremlerin daha iyi anlaşılmasına da ışık tutan bir bilimsel disiplindir.

2. Dünya'daki İlk Arkeosismolojik Gözlemler ve Modern Bilimsel Çalışmaların Kronolojik Gelişimi

Deprem olgusunun özellikle insanoğlu hafızasında bir doğa olayı şeklinde yorumlanmasının ilk emekleme aşamaları yaklaşık Arkaik dönem sonundan (MÖ 5. yy) itibaren gerçekleşir. Samos'lu Pythagoras, depremlerin yarattığı deformasyonları ve etkileri gözlemleyerek aktardığı bilinen ilk kişidir (Sümer vd., 2018). Antik dönemlerde Herodotus'un ~ BC 430 kaleme aldığı 9 kitaptan oluşan The Historia'nın 4., 5., 6., 7., ve 8. kitaplarının farklı bölümlerinde özellikle Skyth ülkesinde, Aigina, Delos ve Thessalia'da oluşan depremleri not eder (Godley, 1928; 1930 ve 1938 çevirileri). Strabon'un MS 1. yy başlarında kaleme aldığı 17 ciltlik dev eser Coğrafya'nın 1., 7., 8., 12., 13., 14., ve 15. Kitapları, Anadolu (Küçük Asya), Yunan ana karaları ile Ege adalardaki depremleri

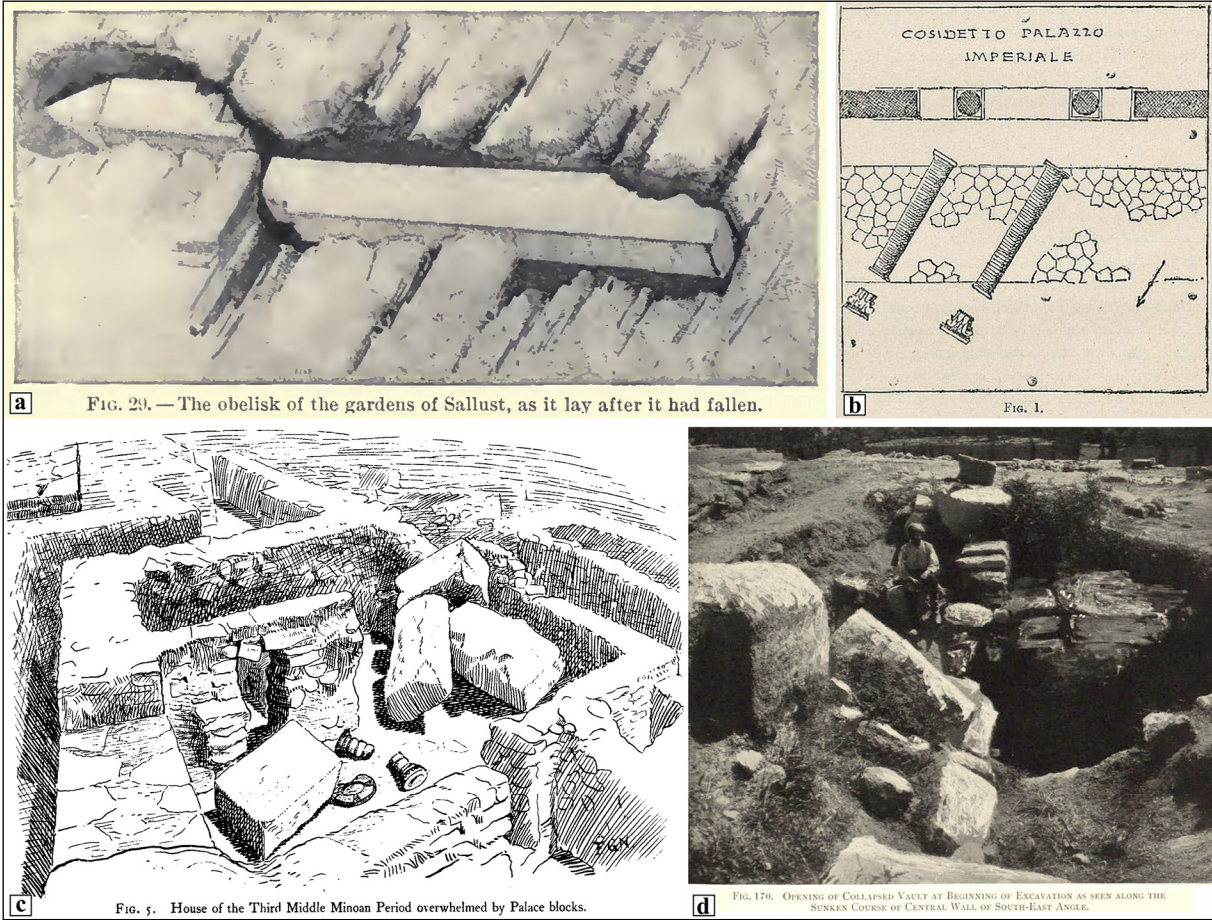


Şekil 2- Arkeosismolojik verilerin kullanımı ve uygulanan yöntemlerin adımlarına ait basit bir akış şeması (Galadini vd., 2006; Giner-Robles vd., 2009; 2012 ve 2018'den birleştirilmiş ve modifiye edilmiştir).

anlattığı bölümler içerir (Jones, 1917; 1924; 1927; 1928; 1929 ve 1930 çevirileri). Özellikle 1. kitabın 3. bölümünün 17. paragrafında Democles'in sözlerinden alıntılanarak Lydia ve Ionia'da hatta Troya'ya kadar kuzeyde de uzun zaman önce depremler gerçekleştiğini belirtir. Bu yaklaşım, benzer bölgelerin depremlerden tekrarlanan periyotlarla etkilendiğinin farkındalığının göstergesi olması açısından önemlidir. Gaius Cornelius Tacitus Annales (Yıllıklar) isimli eserinde (Church ve Brodrigg, 1906 çevirisi), Batı Anadolu'da bugün MS 17 depremi olarak bildiğimiz olayın Sardis başta olmak üzere 13 antik kentte yarattığı hasarların dönemin Roma İmparatoru Tiberius Caesar Augustus tarafından yapılan yardımlarla nasıl tekrar inşa edildiği aktarılır. Gaius Plinius Secundus'un 37 ciltlik dev eseri The Natural History'nin (Doğa Tarihi) birçok bölümünde depremlerin oluşum nedenleri ve etkileri ile ilgili yaklaşımlar ve deprem yapı ilişkilerinin basit tarifleri bulunur. Hatta özellikle 2. kitabının 84. bölümü (Bostock ve Riley, 1855 çevirisi) kemerli yapıların ya da taşıyıcı duvarların birbirleri ile açılmalı ilişkilerinin depreme dayanıklılığı arttırdığı yönünde ve zemin deprem etkileşimi çerçevesinde deprem mühendisliği açısından ilk değerlendirmeler sayılabilecek yaklaşımları içerir. Yunan gezgin ve coğrafyacı Pausanias'ın yaklaşık MS 2. yy ortalarında yazdığı kitabı Yunanistan'ın Tarifi'nde (Description of Greece) Achaia provensini anlattığı 7. kitabının 24. bölümü (Jones, 1933 çevirisi) ise oldukça ilginçtir. Yazar burada depremleri tiplerine ve oluş şekillerine göre ikiye ayırırken, bu tiplerin binalarda ve mimari yapılarda farklı hasarlar ve deformasyonlar yarattığını belirtmektedir.

Günümüz anlayışındaki modern arkeosismolojik çalışmaların temelleri ise 19. yy ikinci yarısından itibaren başlar. De Rossi (1874) Roma yakınlarındaki S. Petronilla Bazilikası'nın bir antik depremle yıkıldığına dair veriler sunarken, depremin yarattığı deformasyona ait yönlerin orta ve güney İtalya'daki büyük volkanik kırılmalar/çatlaklar ile Tiber ve Almone vadilerinin eksenlerine paralellik gösterdiğini belirtir. Özellikle Tiber Nehri'nin Roma içindeki KD-GB uzanımının arkeolojik yapıdaki deformasyonlarla benzer ve uyumlu olduğunu ifade eder. Belki de bu çalışma, bir arkeolojik yapıdaki eski bir depremin sismik kaynağının belirlenmesine yönelik

morfolojik verileri irdeleyen modern anlamdaki ilk arkeosismolojik çalışma olarak nitelenebilir. Lanciani (1899) "The Destruction of ancient Rome" isimli eserinde duvarların ve bazı mimari yapıların aynı yöne doğru sistematik olarak yıkıldığını ve bunun bir depremden kaynaklandığını belirtirken, Sallust Bahçeleri'nin dikilitaşı'nın sarsıntı sırasında yıkıldığını ve kazı sırasında olduğu gibi bulunduğu dikkat çekerken, bu durumu belgeleyen bir çizimi de eserine ekler (Şekil 3a). Bu şekil belki de bir antik depremin arkeolojik bir kazı alanı içinde belgelendiği ilk görsel olur. Benzer şekilde Lanciani (1918) 1871'deki son kazı sezonunda imparatorluk sarayının arka girişinin nehir kıyısına bakan kısmında iki granit sütunun kaidelerinden ayrılarak birbirlerine paralel ve K-KD yönüne doğru devrilmiş olarak bulunmasına ait verileri bir çizim şeklinde sunar (Şekil 3b). Bu şematik çizim bugün modern arkeosismolojide de sıklıkla kullandığımız ve en iyi bilinen verilerden biri olan sistematik olarak hızalanmış sütun devrilmelerine ait ilk görsellerden biridir. Evans (1922) Knossos'da yaptığı arkeolojik kazılarda, ilk kez Minoan Sarayı (Palace) duvarına ait blokların 20 feet (yaklaşık 7 metre) uzağına savrulmuş bazıları 1 tona ulaşan bloklar olduğunu ve bunun sadece büyük bir depremle oluşabileceği ile ilgili yaklaşımda bulunur ve bu durum F.G. Newton tarafından çizilerek belgelenir (Şekil 3c). Sonrasında Arthur Evans 26 Haziran 1926'da kazı evinin bodrumunda yatakta bir okuma yaparken depremin binaya etkisini deneyimlemiş ve depremin yıkıcı gücünü ve binaya olan etkisini anlayarak Knossos Sarayı'ndaki yıkımın bir depremle oluşabileceğinin daha fazla farkına vardığını ifade etmiştir (Evans, 1928). Bu olay neticesinde Evans kitabında, Girit'i etkileyen 1508 ve 1856 tarihsel depremleri ile 1921 sarsıntılarının aynı merkezli olabileceğiyle ilgili yaklaşımlarda bulunduğu ve depremlerin Minoan Kültürü üzerindeki etkilerine değindiği bir bölüm hazırlamıştır (Evans, 1928). Bu kitap bölümü arkeosismolojik anlamda tarihsel dönem depremleri ile güncel bir depremin birlikte değerlendirilerek yorumlandığı ilk yaklaşım olur. Bu olaylar arkeolojik kazılarını yönettiği Knossos'a deprem olgusu açısından daha fazla eğilmesine olanak sağlarken yeni kazı buluntularında olası deprem izine ait verilerin ilk kez bir fotoğrafla belgelenmesine vesile olur (Şekil 3d).



Şekil 3- Dünya'daki arkeosismolojik araştırmalara öncülük etmiş bazı önemli bilimsel çalışmalarda sunulmuş görseller. a) Rodolfo Lanciani'nin antik Roma'daki yıkımı ele aldığı çalışmasında Sallust Bahçeleri'deki devrilen dikilitaşın çizimi ve b) İmparatorluk Sarayı'nın aynı yöne doğru sistematik devrilen sütunların gösterimi. Arthur Evans'ın Knossos'da gözlemlediği deprem verilerine ait çizim c) ve fotoğraf d).

19. yy ikinci yarısı ve 20. yy. başlarında artan kazı çalışmaları ile arkeolojik alanlarda eski depremlerin izlerinin farkındalığı ivmelenmeye başlar (örn. Schliemann, 1880 ve 1884; Butler, 1922 ve 1925). 1940'lardan itibaren; Dinsmoor (1941) ve Kunze ve Weber (1948) ile birlikte arkeolojik alanlardaki yapılarda gözlenen deprem izleri daha net ve numerik bir şekilde tanımlanırken ilk kez "Arkeolojik Deprem (*Archaeological Earthquake*)" şeklinde bir terminolojik yaklaşım geliştirilir. Fransız arkeolog Claude Frédéric Armand Schaeffer'in 1948 yılında yayınladığı "Stratigraphie comparée et chronologie de l'Asie Occidentale" kitabı arkeolojik alanlardaki deprem izlerinin hem kronolojik hem de bölgesel korelasyonla karşılaştırılması açısından bir milat olur. Schaeffer özellikle baskın olarak Ugarit kentlerinde yoğunlaşan bu muhteşem kitabın değerlendirme bölümünde, Filistin, Suriye, Pers, Kafkasya, Kıbrıs,

Ege ve Anadolu'daki farklı arkeolojik alanların ayrı ayrı kronolojileri içinde yıkım verilerini irdelerken August Heinrich Sieberg'in 1932 yılında yayımladığı *Erdbebengeographie*'deki ilgili eşşiddet haritaları üzerine antik kentleri işaretleyerek, çıkarımlarda bulunur. Bu eser, günümüzde de Bronz (Tunç) gibi bazı arkeolojik dönemlerin bitişi ile ilgili katastrofik doğa olaylarını öneren yayınlara (örn Drews, 1993; Nur ve Cline, 2000; Bachhuber ve Roberts, 2009) öncülük eden ilk çalışma niteliği de taşımaktadır. Özellikle 1950'lerden itibaren tarihsel deprem kataloglarının yaygınlaşması ve bu verilerin arkeolojik alanlarda izlerinin aranmaya başladığı bir döneme girilir. Bu dönemde eski depremlerin arkeolojik alanlarda belirlenmesi ve her olağan olmayan durumun depremlerle belirli ve doğru bilimsel metotlar uygulanmadan ilişkilendirilmesi büyük tartışmalara yol açar. Charles Richter'in 1958'de "Eski deprem

hesapları bize pek yardımcı olmuyor; eksiktirler ve iyi bir hikayeden en iyi şekilde yararlanmak için doğruluk genellikle feda edilir (*Ancient accounts of earthquakes do not help us much; they are incomplete, and accuracy is usually sacrificed to make the most of a good story*)” ifadesi kendi dönemi için kısmen geçerli görünse de aslında modern arkeosismolojiye ne kadar gereksinimimiz olduğunun da bir belgesi niteliğindedir.

1970’lerin sonuna doğru Karcz ve Kafri (1978) günümüzde de kullandığımız mantık ve metotlar çerçevesinde ilk kez kendi içinde tutarlı ve şüpheli arkeosismolojik verileri sorgulayıp karşılaştıran ve bu yönde genel bir ana akış çerçevesi öneren bir çalışma yürütür. Bu gelişmelerin ışığında 1980’lerin sonu ve 90’ların başı modern arkeosismolojinin doğuşu olarak tanımlanabilir. Stiros (1988) arkeolojik verilerin de aktif tektonik çalışmalarında ne kadar etkili ve önemli bir rol oynadığını ortaya koyan çalışmasını yayımlar. Böylelikle güncel depremlerin anlaşılması için eski deprem izlerinin önemi, çok daha açık ve net bir şekilde ortaya konmuş olur. Ayrıca yine 1988 yılında 4 ciltte basılmış “The Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites Preservation and Protection” serileri yayınlanırken, 3. ciltin “Earthquakes, vibrations and other hazards in relation to the study and the protection of monuments and historical sites (Marinos ve Koukis 1988)” başlıklı 19 makale içeren 4. bölümü gerek eski depremlerin, gerekse günümüz depremlerinin antik yapılara verdiği hasarların mühendislik ve korunmaları adına alınacak önemlerin belirlenmesi açısından bir mihenk taşı olur. Bu noktada ilk kez arkeolojik yapıların deprem ve yerbilimleri mühendisliği açısından değerlendirilmesinin önü açılır. Yine aynı yıl eş zamanlı olarak 1988’de Japon jeomorfolog ve arkeolog Akira Sangawa arkeolojik alanlardaki sınırlama yapılarını (aslında günümüzde bilinen anlamları ile sismitleri) eski depremlerin belirlenmesinde bir araç olarak kullanımının önemini vurgulayan ve İngilizce karşılığı “Declaration of earthquake archaeology” başlıklı Japonca bir yayın yapar. 1993’deki yine Japonca olan yayını ise “地震考古学” “Deprem arkeolojisi / Earthquake archaeology” başlığını taşımakla kalmayıp, güney Japonya’daki tarihsel ve aletsel dönem depremlerle arkeolojik kentlerdeki

deformasyon verilerini birleştirerek, depremlerin tekrarlama periyodu ile ilgili yaklaşım gösterilmesi açısından bir ilişki kurmaya çalışır. 1991’de Atina’da düzenlenen uluslararası konferansta ilk kez günümüzde kullanıldığı şekilde “Arkeosismoloji” terminolojisi kullanılır ve Stiros ve Jones (1996)’ın ön sözlerinde aktardıkları biçimde “*the study of ancient earthquakes from the complementary standpoints of their social, cultural, historical and physical effect*” şeklinde tarif edilir. 90’lı yılların ortasına doğru 1996’da, British School at Athens, Fitch Laboratory tarafından basımı yapılan ve editörlüğünü Stathis Stiros ve Richard Jones’ın yaptığı temellerinin yeni yeni filizlendiği arkeosismoloji disiplini geliştirmeye yönelik ilk ortak çalışmaların birleştirildiği ve ilk kez günümüzde kullandığımız şekilde “Archeoseismology” başlığı altında bir özel sayı kitap şeklinde yayınlanır. Bu özel sayı birçok bilim insanı için modern arkeosismolojinin tanınması ve yaygınlaşması için bir basamak olur. Bu noktada da, yine 1990’larda ortaya çıkan ve 21. yüzyılın ilk on yılında gelişen Kantitatif Arkeosismoloji dalı da, gözlemlenen hasar özelliklerine dayalı olarak yer hareketi parametrelerini ölçmek için mühendislik sismolojisi tekniklerini kullanmaya başlar (Papastamatiou ve Psycharis, 1996; Alexandris vd., 2004). 2000’li yıllar arkeosismolojik çalışmalarda bir artma ve hızlanma dönemini temsil eder. İlk kez Türkiye’de İzmit’te gömülü bir Osmanlı dönemi su kanalında Ferry vd. (2004), Sagalassos’da Similox-Tohon vd. (2004), Tolbiacum Almanya’da Hinzen (2005), Sardis’te Drahor (2006), Hierapolis’te Negri ve Leucci (2006) ve sonrasında İspanya’da Baelo Claudia’da Silva vd. (2009) ile sığ jeofizik verileri arkeosismoloji disiplini kullanılmaya başlar. Sintubin vd. (2007) ile International Geoscience Programme (IGCP-567) kapsamında “Archaeoseismology along the Alpine-Himalayan seismic zone” başlıklı bir proje geliştirilir. 20 ülkeden 50’yi aşkın bilim insanının katılımı olan bu projeye uluslararası anlamda ve bölgesel ölçekte ilk bilimsel projenin adımları atılmış olur. Bu proje ile yapılan çalışmalar meyvesini verir ve 2009 yılının Eylül ayında Cádiz/Spain’de düzenlenen INQUA-IGCP 576 çalıştayında günümüz modern arkeosismolojisinin temellerini atan çalışmalar yayınlanır. Örneğin Karabacak vd. (2007)’de aktif fay kolları tarafından kesilen antik su yapıları ve yollardaki yer değiştirme

ölçümlerinde LİDAR sistemini ilk kez kullanmasının ardından; Yerli vd. (2009) ve Schreiber vd. (2009) gibi çalışmalar LİDAR'ı arkeolojik alanlardaki mimari yapı deformasyonlarının numerik olarak modellenmesi için kullanır. Hinzen vd. (2009) arkeosismolojik çalışmalarda kullanılacak kantitatif (nicel) yöntemlere ait şematik bir akış şeması önerir. Caputo vd. (2011) ise çalışmalarında bu şemayı uygulamış ve sentetik sismogramları kullanmıştır. Sintubin vd. (2009) arkeosismolojinin günümüzdeki ve gelecekteki farklı disiplinlerdeki odaklanmasının eğilimlerine dikkat çeker. Giner-Robles vd. (2009) kendilerinden önce farklı arkeolojik alanlarda ve çalışmalarda görülmüş deformasyon yapılarına, kinematik analiz perspektifinden bir bakış açısı getirerek olası sismolojik kaynağı belirlemeye yönelik bir yöntem önerir. Son olarak Rodríguez-Pascua vd. (2009), Michetti vd. (2007)'nin 2003'ten itibaren geliştirmeye başladığı INQUA ESI 07'sini (Environmental Seismic Intensity – 2007) temel alarak, Arkeolojik Deprem Etkileri (ADE) / Earthquake Archaeological Effects (EAE) isimli kapsamlı bir sınıflama geliştirir. Bu sınıflamaya sonrasında Rodríguez-Pascua vd. (2013) tarafından Grünthal (1998)'in önerdiği The European Macroseismic Scale (EMS-98)'de eklenerek geliştirir. Giner-Robles vd. (2018) sınıflamanın post sismik kısmını revize eder. Tüm bu gelişmeler ışığında günümüzde kullandığımız Arkeolojik Deprem Etkileri (ADE) sınıflaması en güncel halini almış olur (Şekil 4). Benzer konuda, klasik anıt ve binalarda kullanılan kemerler, deprem yer hareketinin etkilerinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir gösterge olduğu için Hinzen vd. (2016) kemerlerin hasarını değerlendirmek için 3 katagori altında Kemer Hasar Derecesi/Arch Damage Grade (AGD) kavramını önerir. Schweppe vd. (2017) hassas durumundaki arkeolojik yapılar için aşılmayan yer hareketlerinin tahminin de Güvensiz Dengeli Arkeolojik Yapılar/Precariously Balanced Archaeological Structures (PBAS) kavramını tanıtır. Schweppe vd. (2021) ise, arkeolojik bir yapıda oluşan hasara dayanarak, depremin dinamik kaynak parametrelerini tahmin eden ilk çalışma olur. Dünya'daki bu son gelişmeler, arkeosismolojinin; arkeoloji, jeoloji, jeofizik, mimarlık, inşaat mühendisliği, deprem mühendisliği ve hatta sosyoloji alanındaki bazı disiplinlerin ortak kesişim kümesinde yer aldığını göstermektedir.

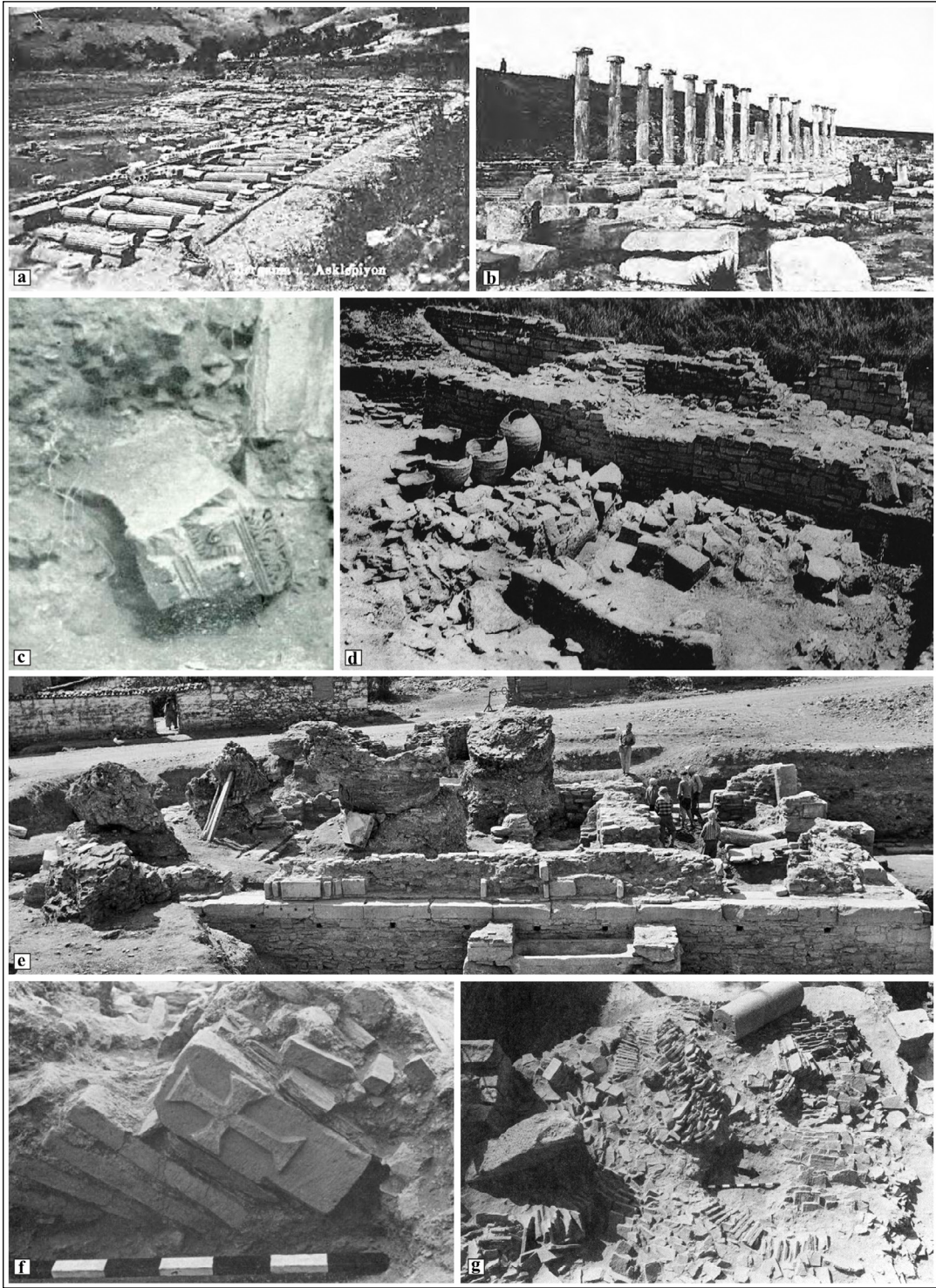
3. Anadolu Coğrafyası'nın Arkeosismoloji Kronolojisi ve Potansiyeli

Bir coğrafyada antik yapı envanterinin potansiyeli, o bölgede yerleşik yaşama geçiş tarihçesi ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin Kuzey Amerika'da birkaç yüzyıl ile tanımlanan yerleşik yaşamı, Anadolu'da Mezolitik sonuna (~ 11000 yıl) kadar geriye gitmektedir. Bu anlamda, özellikle Türkiye'nin de bulunduğu coğrafik alan kronolojik olarak daha eskiye giden yerleşik yaşam kaydı ile görece yoğun antik yapı envanterine sahiptir (örneğin; Akdeniz kıyıları, Ege adaları, Anadolu, Levant ve Mezopotamya vb.). Bunun yanında Türkiye ve özellikle Anadolu, jeolojik olarak deprem aktivitesi çok yüksek aktif faylarla şekillenmiş ve halen şekillenmeye devam eden Dünya'daki en önemli alanlardan biridir. Bu iki ana unsurun bir araya gelmesi, Türkiye'yi arkeosismolojik veri zenginliği açısından benzersiz bir konuma sokmaktadır. Bu noktada Türkiye'de özellikle 19. yy. ikinci yarısından sonra başlayan ve hızla artan arkeolojik çalışmaların da etkisi büyüktür. Sistemik arkeolojik araştırmaların 1950'lerden sonra hız kazanmasıyla yeni veri setlerinin oluşması, arkeosismolojinin Türkiye'de olgunlaşmasına ve gelişmesine katkı sağlamıştır. Bu doğrultuda, ülkemizdeki günümüz modern arkeosismoloji çalışmalarına kaynaklık eden önemli çalışmalardan kesitler ve gelişmeler aşağıda kronolojik bir yaklaşımla özetlenmiştir.

Türkiye'de ilk arkeolojik kazı çalışmalarına Ekim 1856'da Halicarnassus'da başlansa da, bir antik kentteki ilk basit deprem gözlemlerine Troya'daki kazıları yürüten Heinrich Schliemann'ın kazı raporlarında rastlanılmaktadır. Schliemann (1880) Hissarlık kuzey yamacındaki açma içinde Helenistik dönem yıkıntılarının altında ve yaklaşık 10 metre derinlikte bir evin duvarına ait blokların dağınık bulunuşuyla ilgili şiddetli bir deprem vurgusu yapar. Schliemann (1884)'te ise Hissarlık güney bölümünde açtıkları 110 metre uzunluğunda ve 3 metre genişliğindeki hendek geometrisindeki açmada Chorint tipi mermer başlıklı siyenitik sütunların 30 cm bir moloz üzerinde KB'ye doğru uzanarak düştüğünü not etmiş, bu verilerin geç dönem bir depremle ilişkili olabileceği vurgusunu yapmıştır. Hatta 1884 kazı raporunun dip notlarında belirttiği ve Mr. Calvert'in kendisini Pliny'nin Tiberius dönemine denk gelen Asiya'daki depremlerle ilgili

bilgilendirdiği yönündeki uyarıları oldukça dikkat çekicidir. Princeton Üniversitesi'nden Howard Crosby Butler'ın Sardis kazılarında Artemis Tapınağı'ndaki tamiratlara işaret eden gözlemleri ile tapınağı antik dönemlerde bitirme girişimlerinin duraksaması MS 17 ve daha eski olası depremlerle ilişkilendirilmiştir (Butler, 1922). Özellikle 1922 kazı raporunun ek jeoloji bölümünü kaleme alan William Warfield ise Akropol'deki kütle hareketleri ve Paktolos'daki sedimentolojik gözlemlerine dayanarak Sardis'i etkilemiş depremlerin olasılığından bahsetmektedir. Bu bölüm, Türkiye'de hatta Dünya'da bir arkeolojik kazı raporuna katkı olarak jeolojik gözlemleri de içermesi açısından, jeoarkeolojik ve arkeosismolojik yaklaşımların basit temellerinin atılması anlamında kronolojik bir öneme sahiptir. Salomon-Calvi (1940) Türkiye'deki Zلزهههههههههههه Mütellik Etüdler başlıklı raporun 1939 Dikili - Bergama depremine ait 2. bölümünde, Asklepion Mabedi'nin sütunların eski bir depremde nasıl aynı yöne doğru yıkıldığını arşiv fotoğrafıyla sunarken depremden çok kısa bir süre önce restore edilerek tekrar dikilen sütunların depremden etkilenmediğini (Şekil 5a ve b) belirtir, eski depremin de çok kuvvetli olması gerektiğine dikkat çekmektedir. Bu çalışma, bir arkeolojik kentteki tarihsel ve aletsel dönemlerdeki farklı iki depremin aynı mimari yapı üzerindeki etkilerinin yan yana belgelendiği ilk örneğini temsil etmesi açısından oldukça önemlidir. Duyuran (1945) İzmir Agora'da 1944 yılı kazılarında Bazilika'nın zemin katında açığa çıkan sekizinci kemerin güney ayağı üzerinde bulunan büyük sütunun GD'den KB istikametinde gelişmiş bir deprem tarafından yıkıldığını belirtirmiş, fakat depremin tarihlenmesi için daha fazla veriye ihtiyaç olduğuna dikkat çekmiştir. İzmir Müzesi Müdürü Rüstem Duyuran bu çalışmasıyla Türkiye'deki bir arkeolojik alanda yapılan kazılarla ortaya çıkarılmış eski bir deprem verisini fotoğraflarla (Şekil 5c) belgeleyen ilk kişi olur. Naumann ve Kantar (1950) sonrasında daha detaylı bir rapor yayınlayarak, depremden sonra yapılan eserler ve Agora'nın yeniden inşasındaki devşirme malzemeler, plan değişiklikleri ve farklı mimari yapılar üzerindeki üstün körü hızlı tamiratları belirli bir kronolojiye oturtarak bu depremin MÖ 178 depremi olma olasılığını değerlendirirler. Carl William Blegen Troya'daki 1932 – 1938 kazı dönemlerindeki belirlediği deprem verilerini 1951-

1958 kazı raporlarında sunar. Özellikle Troya VI tabakasının verilerini sunduğu Blegen vd. (1953)'ün ön sözünde de vurguladığı deprem verilerini, kazı raporunda ayrı ayrı başlıklar altında ele alırken verileri birleştirerek “Deprem tabakası (*Earthquake stratum*)” şeklinde bir arkeolojik seviye ayırırken bu depremin MÖ 13. yy ortasında gerçekleşme olasılığı olduğunu belirtir. Ayrıca bu deprem verilerine ait fotoğrafları da raporun 2. bölümünde listeler (Şekil 5d). 1960'lar arkeosismolojik veri zenginliği açısından farklı dönem depremlerin izlerini barındıran ve Türkiye'deki önemli arkeosismoloji laboratuvarlarından biri olan Sardis'den (Modern Sart) gelmeye başlar. Bu antik kentte veri üretiminin duraksamasının en önemli nedeni 1922'den sonra 1958'e kadar kazılara ara verilmesi gösterilebilir. Harvard Üniversitesi Arkeoloji Profesörü George M. A. Hanfmann başkanlığında başlayan kazılarda Hanfmann (1961) MS 17'depremi dışında olası bir erken 7. yy depremi şüphesine değinirken, özellikle 1962 – 1972 kazı dönemlerinde kentin farklı alanlarından topladığı deprem verilerinin fotoğraflarını kazı arşivinde toplar (Şekil 5e-f) ve çoğunu Hanfmann (1963)'de yayınlar. Bütün verileri Hanfmann ve Mierse (1983)'de toplayarak Sardis'i etkilemiş MS 17, erken 7. yy, 12. yy, 16. ve/veya 17. yy depremlerini kronolojik olarak sıralar. Sardis özelinde yeni deprem verileri 1980'lerde Crawford H. Greenewalt başkanlığındaki kazılarda da raporlanır (Şekil 5g). Aynı dönemde Hierapolis'teki (Modern Pamukkale) arkeolojik kazılarda da deprem verileri kaydedilmiş olsa da, bu veriler çok sonra arşivlerden çıkarılıp D'Andria vd. (2008) tarafından değerlendirilir (Şekil 6a). 1970'lerin başında Nicholas Ambraseys tarafından “Value of Historical Records of Earthquakes” başlıklı Nature makalesi yayınlanır Ambraseys (1971). Batı Anadolu özellikle Gediz Nehri ve çevresindeki MS 17 ve İstanbul'u etkileyen tarihsel deprem kayıtlarıyla, aletsel dönem depremlerinin ilişkisine değinen bölgesel ölçekli bu çalışma ile, antik kayıtlara deprem olgusu içinde bakmanın dışında ilgili alandaki yapısal öğeleri de içine katarak bir bakış açısı getirmenin önemi vurgulanmış olur. Bu yayının aslında günümüz arkeosismolojik bakış açısını filizlendiren ve gereken doğru açığa yön veren çalışma olur. Daha önce birçok antik kentte çalışmaları bulunan ve arkeolojik alanlardaki deprem etkilerini İzmir Agora'sında bizzat çalışmış Eski Anadolu Mimarlığı konusunda uzman



Şekil 5- Wilhelm Salomon-Calvi'nin Bergama'daki Asklepieion Mabedi'ne ait sunduğu sırasıyla eski ve yeni fotoğraflar a ve b), c) Rüstem Duyuran'nın İzmir Agora'sında fotoğrafladığı devrilen sütun ve sütun başı, d) Carl William Blegen'in Troya VI tabakasında gözlediği ve savunma duvarındaki deprem verilerine ait sunduğu fotoğraflardan biri. Sardis kazı raporlarında ve arşivinde sunulmuş deprem bulgularına ait fotoğraflar; e) MS 11.-12. yy tarihlenen Bizans Dönemi E Kilise'sindeki büyük yıkım, bu fotoğraf 1962 yılı kazı arşivinde bulunmakla beraber Buchwald ve McClanan (2015)'de aynen olası MS 1595 depremi verisi için kullanılmıştır. f) 1970 kazı dönemine ait ve Hanfmann ve Thomas (1971)'deki kazı raporunda sunulmuş Sütunlu Caddenin büyük tuğla kemerindeki Haçlı mermer kilit taşının kiremitvari devrilme şekli. g) 1979 ve 1980 kazı dönemlerinde belgelenen ve Greenewald vd. (1983)'de sunulmuş Mermer Yolun güney sütun dizisinde yıkılmış tuğlalar ve yazılı sütunlu anıt.



Şekil 6- a) D'Andria (2008)'de sunulmuş ve Hierapolis'teki 1963 kazılarında çekilmiş Frontino Kapısı'na uzanan Plateia'da (kent meydanı) 7. yy depreminde meydana gelmiş deformasyonları gösteren fotoğraf. Rudolf Naumann'ın Aizanoi antik kentinde 28 Mart 1970 Gediz Depremi sonrası oluşan hasarları belgelediği çalışmasındaki bazı fotoğraflar; b) Zeus Tapınağı sütunlarındaki sistematik sıralı devrilmeler, c) Tiyatro caveasındaki deformasyonlar ve yere gömülü olan büyük mermer bloklardaki yanıl yer değiştirmeler.

Rudolf Naumann 1970 Gediz depremi sonrasında alana intikal ederek hem modern hem de Aizanoi antik kentindeki (Modern Çavdarhisar) mimari yapılarındaki hasarları rapor ederken, modern yapıların antik yapılardan daha fazla etkilendiğini vurgular. Çalışmasında Tiyatro, Zeus Tapınağı, Hamam ve bazı taban döşemelerdeki deformasyonları fotoğraflarla belgeler (Şekil 6b ve c). Naumann (1971), bir aletsel dönem depreminin antik kentteki etkisinin bu detayda çalışıldığı Dünya'daki ilk örneklerden biridir.

Ünal (1977) Hitit tabletlerinden ve literatürdeki verilerden yola çıkarak MÖ 2000 – MÖ 1000 arasında meydana gelmiş 3 depreme değinir. Bunlar yazara göre kronolojik sırayla; (1) MÖ 1365'te, I. Suppiluliuma zamanında Ugarit'te, (2) MÖ 1290'da, yani Urhi-Teîmb'un son saltanat yılında Samuha'da ve (3) III. Hattuşili devrinin sonu veya IV. Tuthalya devrinin başında (~ MÖ 1250) Ninive'de meydana

gelmiş olması muhtemel olaylardır. 1980'lerin başında George Rapp Troya'nın Arkeolojik Jeolojisi'ni (bugün kullandığımız anlamda Jeoarkeolojisinin) raporlandığı monografıta, Troya'daki depremleri ele aldığı ve bir arkeolojik alandaki deprem verilerini derleyen ilk bölüm olarak dikkat çeken eserini yayımlar (Rapp, 1982). Bu bölümde, yazar Carl William Blegen ve John Manuel Cook'un verilerinden yola çıkarak Troya'da özellikle VI tabakadaki çeşitli yıkımları listelerken güncel deprem verilerini de bölge ve arkeolojik alandaki yıkım için sentezler. Yazar ayrıca Karcaz ve Kafri (1978)'deki çatıyı da vurgulayarak, arkeolojik alanlardaki yapısal hasarların tanımlanması için 5 maddelik bir analitik metodolojik çatı öneri getirir. Yazar bölümünde son olarak, Troya IVh seviyesindeki büyük yıkım için en geçerli hipotezin, alttaki pekleşmemiş malzemelerde deprem sırasındaki yer hareketlerinden kaynaklanan temel göçmelerinin

yattığına inandığını belirtir. Stefan Karwiese Efes'te yaptığı çalışmalarda, özellikle Teras evlerdeki mimari yapı deformasyonlarını Gallienus dönemine ait nümismatik verilerini kullanarak MS 3. yy'ın 3. çeyreğinde gerçekleşmiş olabileceğini, bu olayın tarihsel deprem kataloglardaki MS 262 depremi ile ilişkili olabileceğini yorumlar (Karwiese, 1985). Araştırmacı ayrıca, Efes'te aynı döneme denk gelen Got saldırısının olasılıklarını değerlendirirken, Agora'nın doğu stoası gibi kentteki farklı yapıların deprem sonrası kullanımlarındaki değişikliklere de değinir. Marc Waelkens başkanlığındaki Sagalassos (Modern Ağlasun) kazı ekibi 1989 yılına ait kazı sonuçları raporunda (Waelkens vd., 1990) Apollo Klarios Tapınağı'nda olası deprem sonrası restorasyonları, Roma Hamamı üzerindeki eklemeyi ve Helenistik su kemerlerindeki deformasyonları raporlar. Sonrasında Waelkens (1993)'de bu depreme arkeolojik buluntulardan yola çıkarak MS 138/139 ya da 139/140 şeklinde bir önerme yapar. 1990'lı yılların ortası Dünya'daki gelişmeleri de takiben Türkiye arkeosismolojisi için de bir sıçrama noktası olur. Erhan Altunel'in doktora tezinin 6. bölümü (Altunel, 1994) Türkiye'deki, modern arkeosimoloji çalışmalarının ilk örneğini temsil eder. Jeolojik, jeomorfolojik, yapısal öğelerinin kent mimarisindeki deformasyonlarla harmanlandığı bu bölümde, Hierapolis antik kentinin mimari yapılarındaki deformasyon öğeleri, ilk kez kent planı içinde gösterilerek, kentin içinden geçen KKB uzanımlı sol yanal bileşenli oblik atımlı kırık da haritalanır. Bu noktada bu kırık hattının bölgenin genel yapısal jeolojik ana süreksizlikleriyle de uyumlu olduğu belirtilir. Çalışmada bu depremin tarihi ile ilgili net bir görüş olamamakla birlikte, literatürde sıklıkla belirtilen MS 60 depremi ile ilişkili olabileceği görüşü önerilir. Bu çalışmanın diğer bir önemi ise, "Arkeosismoloji/*Archaeoseismology*" teriminin Türkiye'deki bir çalışmada ilk kez kullanılmasıdır. Bu çalışmanın ardından, Hierapolis'e arkeosismolojik olarak ilgi artar ve kronolojik sırasıyla Altunel ve Barka (1996); Hancock ve Altunel (1997); Hancock vd. (2000) gibi çalışmalar üretilir. Bu çalışmalarda, tarihsel deprem kataloglarındaki veriler ve farklı arkeolojik dönemlere ait mimari yapılarındaki deformasyonlar yorumlanarak, kentin MS 60, olası MS 4. yy, MS 7. yy ya da MS 14. yy gibi birden fazla

deprem geçmişi olabileceği vurgulanır. Benzer dönem içinde, arkeolojik mimari yapıları 1980'li yılların sonlarından itibaren deprem mühendisliği açısından ele alan Engin Karaesmen ve Erhan Karaesmen tarafından 1997'deki 4. Ulusal Deprem Mühendisleri Konferansı'nın kitapçığında "Arkeosismoloji ile ilgili bazı kavramların irdelenmesi" başlıklı 7 sayfalık genişletilmiş bir özet yayınlanır (Karaesmen ve Karaesmen, 1997). Bu çalışmanın sonuç bölümünde arkeolojik alanların korunmasında deprem olgusunun önemsenmediği ve mimari yapıların korunmalarına ait önlemlerin deprem mühendisliği açısından ele alınması gerektiği vurgusu yapılır. 1990'ların sonundan itibaren modern arkeosismolojik çalışmalar farklı antik kentlerde uygulanırken, bu çalışmaların ağırlıklı olarak Batı Anadolu Genişleme Bölgesi içinde yer alan Helenistik ve Roma kentlerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Altunel (1998) Büyük Menderes Graben Sistemi'nin kuzeybatı ucunda yer alan Priene antik kentindeki kutsal salon, cadde, agora ve Athena Tapınağı'ndaki deformasyonlar ile bazı yanal ötelenmeleri işaret ederek, kent içinde KD-GB uzanımlı bir hasar koridoru haritalar. Araştırmacı bu hasarların kentin MS 12. yy ve sonrası deprem veya depremlerle oluşabileceğini belirtir. 2000'li yılların başında 2 adet arkeosimoloji tabanlı Tübitak projesi yürütülür (Altunel, 2000 ve Altunel vd., 2001). Bunların ilki Büyük Menderes Graben Sistemi içindeki Priene ve Milet antik kentlerinden, ikincisi ise Gediz ve Küçük Menderes graben sistemleri içindeki Efes, Sardis ve Philadelphia antik kentlerinden kısıtlı veriler içermektedir. Bu projelerin arkeosimolojik veri zenginliği açısından fakir kalmasının en büyük nedeni, projeleri yürüten ekibinin içinde arkeoloji kökenli araştırmacı bulunmaması gösterilebilir. Bu noktada, arkeosimolojinin multidisipliner bir bilimsel çalışma olduğu bir kez daha kendini göstermiş olur. Waelkens vd. (2000) 1989 yılından itibaren Sagalassos kazılarında topladıkları değişik verilerden yola çıkarak, kent için ayrı ve sadece arkeosimolojiye özel bir eser üretir. Bu yayınında, kütüphane zemini ve tiyatro başta olmak üzere kentin Helenistik'ten Bizans'a tarihlenen çeşitli dönemlere ait mimari yapılarındaki deformasyon desenlerine dikkat çekerken kentte kronolojik olarak MS 1. yy ikinci yarısı, MS 3. yy ortaları, MS 6. yy ilk çeyreği ve MS 7. yy ortalarında gerçekleşme olasılığı

bulunan en az 4 deprem olasılığı raporlanır. Akyüz ve Altunel (2001) Güneybatı Anadolu için önemli bir yapısal süreksizlik olan Fethiye – Burdur Fay Zonu'nun orta bölümünde konumlu Kibyra (Cibyra) antik kentinde (Modern Gölhisar), özellikle Roma Stadyumu'nun güney kanadında bulunan deformasyonu ve kentteki diğer bazı mimari yapı hasarlarını tarihsel deprem kataloğu ile değerlendirerek kentin olası MS 417 depreminden etkilendiğini belirtir. Bu depreme ait yüzey kırığınının kent sınırlarındaki Kibyra Fay Zonu'ndan kaynaklandığına işaret eder. Altunel vd. (2003) Datça Yarımadası'nın batı ucundaki Knidos antik kentinde yaptıkları arkeosismolojik gözlemlerde, Afrodit Tapınağı ve Demeter Kutsal Alanı başta olmak üzere kentteki farklı dönemlere ait mimari yapılarıdaki defromasyonları faylanma evrelerine ayırarak, ilk depremin Helenistik dönemde MÖ 2. - 3. yy arasında olması gerektiğini, ikinci depremin ise yüzey faylanması geliştiren Knidos Fayı üzerinde MS 459 depremiyle ilişkili olabileceğini vurgulamışlardır. Şimşek ve Ceylan (2003) Laodikeia antik kentinde yaptıkları arkeolojik çalışmalardan elde ettikleri verileri tarihsel kayıtlardaki MÖ 27, MS 47, MS 60, MS 3. yy sonu 4. yy başı ve MS 494 gibi depremler ile ilişkilendirmişlerdir. Takip eden dönemde; 2003'den 2006'ya kadar çalışmaların Sagalassos özelinde benzer ekiplerce üretilen Sintubin vd. (2003); Similox-Tohon vd. (2004); Similox-Tohon vd. (2005); Similox-Tohon vd. (2006) gibi çalışmalarla yoğunlaştığı görülmektedir. Arkeolojik kronoloji kullanılarak tarihlenen ve benzer şekilde 6. ve 7. yy arasına sıkıştırılan depremlere işaret bu çalışmalardan, Similox-Tohon vd. (2004 ve 2005) ise ilk kez sığ jeofizik ve hendek tabanlı paleosismolojik çalışmalarının birarada arkeosismolojide uygulanması açısından önemlidir. Dönemin Sardis Kazı Başkanı Crawford H. Greenewalt 2000'li yılların başından itibaren yoğunlaştığı Alan 55'deki deprem bulgularını ve 10 cm genişliğinde ve 2.5 metre derinliğe uzanan bir kırığın varlığına Greenewalt (2003; 2006 ve 2007)'da işaret ederken bu alanı etkilemiş depremi arkeolojik buluntuları değerlendirerek olası 7. yy ve/veya sonrası bir olayla ilişkilendirir. Drahor (2006) aynı alanda yaptığı sığ jeofizik çalışmalardan elde ettiği sonuçları verdiği yayınında arkeologlara atıf vererek yine aynı kırığın varlığına işaret eder.

Karabacak (2007) ise bu noktada Türkiye özelinde gerek jeolojik, jeofizik ve LİADAR kullanımı, gerekse hendek tabanlı paleosismolojik verilerinin tarihsel deprem kataloğu verileriyle birleştirilerek kullanıldığı bir doktora çalışması üretir. Bu çalışma, Türkiye'de, Batı Anadolu dışındaki bir lokasyonda yapılan ilk arkeosismolojik çalışma olması ve hemen hemen günümüzde modern arkeosismoloji çalışmalarında kullanılan tüm yöntemlerin bütünlük olarak kullanılması dolayısıyla da bir dönüm noktası olur. Sintubin ve Stewart (2008) Sagalassos'ta kendilerinden önce yapılmış çalışmaların verilerini, arkeosismolojik bir mantık ağacı çerçevesinde tekrar değerlendirerek, uygulamada Arkeosismik Kalite Faktörü (AKF) şeklinde yeni bir ölçüm metodu önerirken, bu yaklaşımda Sagalassos'taki deprem hipotezinin bazı zayıflık ve belirsizlikler içerdiğini ve yeniden değerlendirilmesi gerektiğini belirtirler. Bu çalışmanın diğer bir önemi ise kendilerinden önce arkeosismolojik çalışmalar için metodolojik aşamalı şemalar öneren tüm çalışmaların temelleri üzerine çok daha uyumlu, verimli yeni ve gelişmiş bir metodolojik şema önermeleridir. 2000'li yılların sonlarından itibaren farklı arkeolojik kent ve tektonik bölgelerde çalışmalar ivme kazanır. Bu çalışmalardan bazıları; Hierapolis'de Birinci (2006) ve Piccardi (2007), Rhodiapolis'de Akan (2009) ve Akan vd. (2012), Ölü Deniz Fay Zonu kuzey ucunda Altunel vd. (2009), Termessos'da Çetin-Yarıtaş (2009), Priene ve Ramazanpaşa Köprüsü'nde Yönlü vd. (2010), Kibyra'da Karabacak (2011); Pınara'da Hinzen vd. (2010, 2013a ve b) ve Yerli vd. (2010 ve 2011) olarak gösterilebilir. Burada Hinzen vd. (2010)'nin Pınara'daki çalışması ise, diğer çalışmalardan yer hareketi simülasyonları kullanılarak deformasyon analizi temelli bir arkeosismolojik çalışma olması açısından ayrıdır. Perinçek (2010) ve Bony vd. (2012) İstanbul Yenikapı'nın kuzeyindeki Theodosius Limanı'nın kalıntıları içinde Bizans dönemine ait bir gemi batığı ve tsunami verilerinden yararlanarak bir arkeosismolojik yaklaşım gerçekleştirerek, bu olayın MS 557 depremi ile ilişkili olduğunu yorumlarlar. Bu yayınlar, sualtı verilerinin bir arkeosismolojik araştırmada kullanıldığı Türkiye'deki ilk çalışmalar olurlar. Yönlü (2012), Doğu Anadolu Fay Zonu güney batı ucunda; Anavarza, Kastabala, Toprakkale, Ayas, Magarsos'daki arkeosismolojik gözlemlerini, hendek tabanlı

paleosismolojik verilerle harmanlayarak değerlendirmelerde bulunur. Bu çalışma Doğu Anadolu Fay Zonu özelinde arkeosismolojik çalışmaların gerçekleştirildiği ilk çalışma olur. Karabacak vd. (2013) ise Kibyra antik kentinde deprem etkisi ile yıkılan antik dönem yapılarının altında kalan eski toprak ve seramik parçalarını Optik Uyarılmalı Lüminesans/*Optically Stimulated Luminescence* (OSL) tekniği ile tarihlemiş ve kentte hasara neden olan depremin yaklaşık MS 10. – 11. yy da meydana geldiğini ortaya koymuştur. Bu çalışma hendek tabanlı paleosismoloji çalışmalarında da kullanılmaya başlanan OSL yönteminin bir arkeosismoloji çalışmasında kullanılmasının ilk örneği olur. Passchier vd. (2013) farklı bir bakış açısıyla, Efes'e bağlanan antik su kanalları üzerinde gözlemledikleri deformasyonları İçme Tepe Fayı'ndan kaynaklanan bir depreme bağlayarak, kanal üzerindeki düşey yöndeki ötelenmenin zamanlaması için gerek arkeolojik veriler gerekse kanal içindeki yıllık laminalı karbonat sedimentasyon hızına dayanarak bir yaklaşım gösterirler. Araştırmacılar bu deformasyonun MS 2. yy ikinci yarısı olasılıklı MS 178 depremi ile ilişkili olabileceğini değerlendirirler. Aydan ve Kumsar (2015), Batı Anadolu'da deprem geçmişi bulunan arkeolojik alanlara yakın bölgelerde, güncel depremlerde kaydedilmiş ivme ve sıvılaşma potansiyeli gibi jeoteknik verileri birlikte değerlendirerek MS 17 depremi için bir yaklaşım gösterirler. Benjelloun vd. (2015) ise Antakya'daki Antioch su kanallarının deformasyonu sonrasında yapılan onarımların tarihlemesine odaklanan bir çalışma gerçekleştirir. Bu çalışma tarihleme metodu anlamında, yaş sonuçları çok zayıf olsa da, radyokarbon verisi dışında arkeomanyetizma verilerinin Anadolu'da ilk kez kullanıldığı çalışma olur. 2010'ların ortasından itibaren ise günümüze doğru yapılan çalışmalarda ve alanlarda da bir çeşitlilik görülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları; Stratonikeia'da Söğüt (2014), Sardis'te Buchwald ve McClanan (2015), Cahill (2016, 2019), Hallmannsecker (2020), Sümer vd. (2022), Pergamon'da Bachmann vd. (2017) ve Pirson (2017), Hierapolis ve Laodikya'da Kumsar vd. (2016), Lagina'da Karabacak (2016), Nicaea'da Benjelloun (2017) ve Benjelloun vd. (2018), Ege Bölgesi ve Yunanistan'ın kapsıyan geniş bir alandaki bazı antik

kentlerdeki verileri sunan Stewart ve Piccardi (2017), Myra'da Softa vd. (2018), Efes'te Altunel ve Pınar (2021)'dir. Aynı zaman penceresinde Batı Anadolu (Ege ve Akdeniz bölgelerindeki klasik antik kentler) dışında yapılan çalışmalar ise Hattuşa ve Şapinuwa gibi Hitit kentlerindeki deformasyonları belgeleyen Drahor vd. (2016, 2017 ve 2023) ve Sümer vd. (2019, 2021) ile Bathonea'daki arkeosismolojik verileri tarihsel deprem verileriyle birlikte değerlendiren Barış vd. (2021)'dir. Günümüze en yakın gerçekleştirilmiş çalışmalardan biri olan Benjelloun vd. (2021) ise Kuzey Anadolu Fay Zonu orta kolu etki alanındaki İznik sınırlarındaki Nicaea antik kentindeki savunma duvarları, kuleler ve diğer farklı mimari yapılarıdaki deformasyonları belgeleyen ve Türkiye özelinde deformasyon yapılarını ilk kez Arkeolojik Deprem Etkileri (ADE)(EAEs-98 / *Earthquake Archaeological Effects-98*) kapsamında değerlendirilmesi açısından farklılaşır.

Yukarıda kısaca özetlenen ve Türkiye sınırlarında gerçekleştirilmiş arkeosismolojik çalışmalar, antik yerleşimlerin konumu, buldukları baskın arkeolojik provenansları ve aktif faylar ile olan ilişkilerinin daha iyi değerlendirilmesi açısından, bir çizelge (Çizelge 1) ve ilgili harita özelinde (Şekil 7) ilk kez bir araya getirilmiştir. Okuyucular, bu çalışmaların arkeosismolojik perspektifteki ayrıntılarına ise kronolojik sırayla hazırlanmış ve bu çalışmanın ekinde sunulmuş (Ek - 1) vasıtasıyla ulaşabilirler. Bunun yanında, Türkiye özelinde yapılmış arkeosismoloji çalışmalarının kilometre taşı niteliğinde olanlarının ön plana çıkarıldığı, bir zaman çizelgesi görseli de Şekil 8'de sunulmuştur.

4. Geleceğe Yönelik Yaklaşımlar ve Öneriler

Bu makale arkeosismolojik çalışmaların günümüze kadarki gelişimine kronolojik bir yaklaşım gösterirken, büyük oranda Türkiye özelinde gerçekleştirilmiş çalışmaların bir envanterini sunmaya odaklanmıştır. Bununla birlikte literatürde ilk kez bir arada katologlanan bu çalışmalar, arkeosismolojik çalışmaların eleştirel bir değerlendirmesine katkı sunabilecek nitelikte birtakım çıkarımlar yapma şansı sunmuştur.

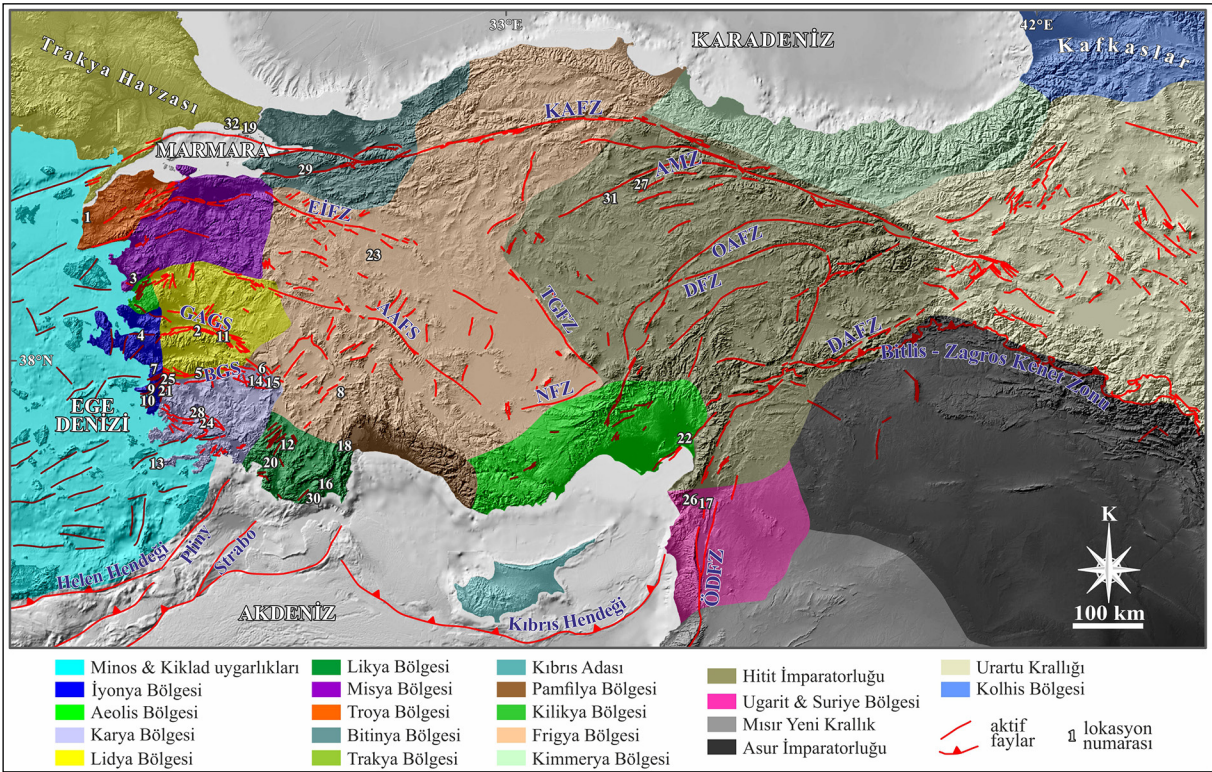
Bir bölgedeki arkeolojik potansiyel, o bölgenin sismotektoniği açısından yeni bir pencere açar.

Çizelge 1- Türkiye’de gerçekleştirilmiş ve bu çalışmada değinilen arkeosismoloji çalışmalarının dağılımı. Lütfen lokasyon numaralarının arkeolojik tektonik ve coğrafik dağılımının takibini Şekil 7’den, Referans numaralarının takibini ise Ek-1’de sunulmuş çizelgenin No* sütunundan yapınız.

Lokasyon Numaraları (LN)	Arkeolojik Kent / Alan / Şehir	Referanslar	Toplam Çalışma Sayısı
1	Troya, Çanakkale	1, 5, 6, 12, 51	8
2	Sardis, Manisa	2, 7, 23, 26, 56, 58, 59, 69, 73	15
3	Pergamon, Asklepion, İzmir	3, 63	3
4	Smyrna Agorası, İzmir	4	2
5	Tralleis, Aydın	9	1
6	Hierapolis, Denizli	9, 15-18, 21, 32, 35, 60, 65	11
7	Efes, İzmir	13, 23, 54, 56, 65, 71	6
8	Sagalassos, Burdur	14, 22, 27, 30, 31, 33, 36	8
9	Priene, Aydın	19, 20, 44	3
10	Milet, Aydın	20	1
11	Philadelphia, Manisa	23	1
12	Kibyra, Burdur	24, 45, 53	3
13	Knidos, Muğla	25	1
14	Laodikya, Denizli	28, 60	2
15	Colossae, Denizli	35	1
16	Rhodiapolis, Antalya	37	2
17	Amik Ovası Sıçantarla tepe ve antik yol, Antakya	34, 38	2
18	Termessos, Antalya	39	1
19	Yenikapı, İstanbul	41, 50	2
20	Pınara, Muğla	42, 43, 46, 52	5
21	Ramazanpaşa Köprüsü, Priene, Aydın	44	1
22	Anavarza, Kastabala, Toprakkale, Ayas, Magarsos	48	1
23	Seyitömer Höyüğü, Kütahya	49	1
24	Stratonikeia, Muğla	55	1
25	Magnesia, Aydın	56	1
26	Antioch su kanalları, Antakya	57	1
27	Şapinuwa, Çorum	61	2
28	Lagina, Stratonikeia, Muğla	62	3
29	Nicaea, İznik	64, 66, 72	3
30	Myra, Antalya	67	1
31	Hattuşa, Çorum	68, 74	3
32	Bathonea, İstanbul	70	1

Aletsel depremlerden daha eskiye, bir bölgenin sismotektoniği anlamında en önemli anahtar veri paleosismolojik çalışmalar ve analitik tarihleme yöntemleri ile sağlanabilmektedir. Arkeolojik potansiyele sahip alanlar ise çoğu zaman analitik yöntemlere ihtiyaç olmaksızın, tarihi kayıtları bize sunmaktadır. Çok daha küçük bütçeler ve gözlemsel analizler, paleosismolojinin aksine günümüze yaklaştıkça çözünürlüğü artan (bkz. Şekil 1)

sismotektonik veriye ulaşmamızı sağlamaktadır. Örneğin güneybatı Anadolu’da paleosismolojik verilerin sınırlı olmasından dolayı Fethiye-Burdur Fay Zonu boyunca yetersiz kalan sismotektonik kayıtlar, bu zon boyunca yerleşmiş, Sagalassos, Kibyra, Pınara gibi antik kentlerden gelen verilerle bu boşluğu doldurmuştur. Bu doğrultuda, bu çalışma kapsamında oluşturulan envanterin bizlere gösterdiği en önemli çıktılardan biri de, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ),

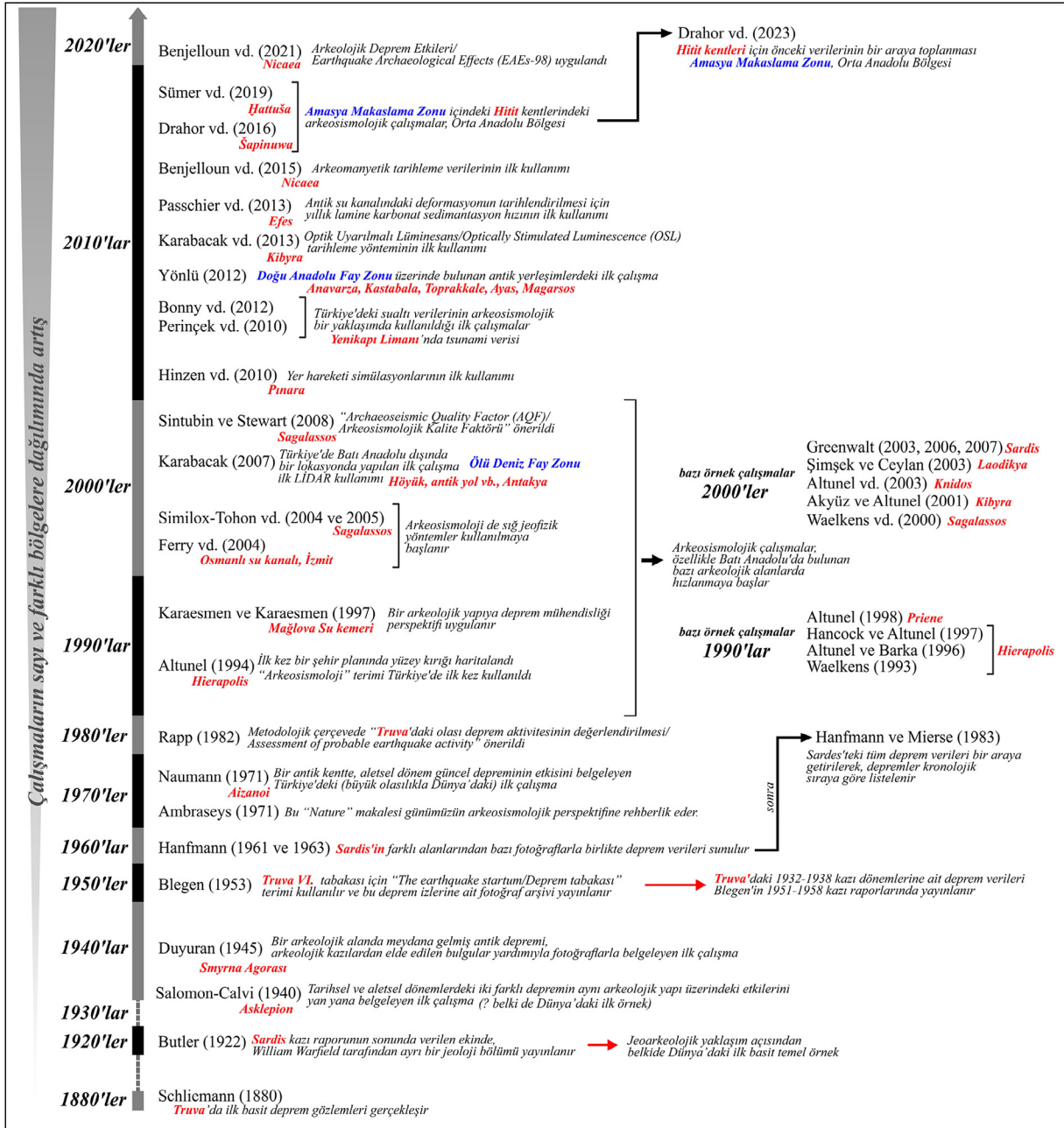


Şekil 7- Türkiye ve çevresinin aktif fay zonları ile baskın arkeolojik bölgelerinin birlikte gösterildiği ilk kez bu çalışmaya özel hazırlanmış bütünlük Arkeotektonik Haritası (Arkeolojik bölgelerin yaklaşık sınırları (Shepherd, 1923; Freeman, 1996; Sabin vd., 2007; Morris ve Scheidel, 2009; Picón ve Hemingway, 2016; Schachner, 2019'daki veriler kullanılarak birleştirilmiştir). Aktif tektonik hatlar ise Şengör vd. (1985); Koçyiğit (2003), Emre vd. (2018), Pavlides vd. (2014) ve Sümer vd. (2019)'dan derlenmiştir. Lokasyon numaraları için lütfen Çizelge 1'in ilk sütunundan yararlanınız. AAFS: Afyon Akşehir Fay Sistemi; AMZ: Amasya Makaslama Zonu; BGS: Büyük Menderes Graben Sistemi; DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu; DFZ: Deliler Fay Zonu; EIFZ: Eskişehir İnönü Fay Zonu; GAGS: Gediz Alaşehir Graben Sistemi, KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu; NFZ: Niğde Fay Zonu. OAFZ: Orta Anadolu Fay Zonu; ÖDFZ: Ölü Deniz Fay Zonu; TGFZ: Tuzgözü Fay Zonu.

Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) ve Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ) gibi Anadolu'nun en önemli diri fay zonları üzerinde ve çevresindeki antik yerleşimlerde yapılan arkeosismolojik çalışmaların azlığıdır. Bu noktada bu ana yapısal hatlar çevresindeki farklı arkeolojik dönemlere tarihlenen yerleşimlerde mutlaka arkeosismolojik çalışmaların genişletilmesi gerektiği açıktır.

Arkeosismolojik araştırmalar sismik tehlike değerlendirmesine de veri sağlamaktadır. Yalnızca deprem ile ilişkili deformasyonların tarihlenmesi değil, deformasyon miktarlarının hassas ölçümü de gelecekte oluşabilecek depremlere ait hassas bir projeksiyon şansı sunarlar. Bu noktada, depremin sismik kaynağı, bu kaynağın arkeolojik alan ya da yapı ile olan ilişkisi, ilgili alanın zemin yapı etkileşimi ile depremin şiddeti ve büyüklüğü ile ilgili çıkarımlar gelecekte yapılacak sismik tehlike

analizleri için çok önemli veri setlerinin oluşmasına kaynaklık eder. Kibyra, Lagina ve Hierapolis antik kentlerinden gelen veriler bu açıdan başarılı örnekler arasında sayılabilir. Dünya'da ve Türkiye'de ilk basit arkeosismolojik verinin üretilmesinin üzerinden yaklaşık 150 yıl ve ilk modern arkeosismolojik çalışmaların başlangıcından ise yaklaşık 30 yıl geçmiş olmasına rağmen, bu bilim dalında sayısal veri üretiminin hala emekleme aşamasında olduğu görülmektedir. Günümüz teknolojilerinin (lazer ve spektral görüntüleme teknikleri, sığ jeofiziksel yöntemleri, arkeomühendislik/arkeomimari, mutlak tarihleme yöntemleri, yapıların dinamik davranışlarını incelemek adına kullanılan sonlu ve ayrık eleman modelleri, mühendislik sismolojisi yöntemleri, vb.) arkeosismolojik perspektifte daha fazla kullanılması gerektiği de açıktır. Bu noktadaki bilimsel çalışmaların hız kazanması, disiplinler



Şekil 8- Türkiye'de gerçekleşmiş öne çıkan ve ilkleri temsil eden arkeosismoloji çalışmalarının kronolojik zaman çizelgesi.

arası işbirlikleri ve projelerin üretilmesiyle mümkün görünmektedir. Diğer yandan arkeosimolojinin gelişiminin önündeki en büyük engellerden biri de arkeolojik alanlarda kazı ve araştırmalar sırasında açığa çıkan sismogravitasyonel ve/veya sismotektonik deformasyon yapılarının hatalı yorumlanması/ anlaşılabilmesi ve çoğunlukla sistematik kazılar ve onarımlar ile izlerinin silinmesidir. Bu doğrultuda bu verilerin kaçırılmaması ve doğru bir şekilde değerlendirilmesi, yorumlanması adına mutlaka

sistematik kazılarda arkeosismoloji konusunda uzman kişiler ile birlikte çalışılması gerekliliğidir. Bütün yukarıda özetlenen bilgiler ışığında, arkeosimolojinin gerek aktif tektonik çalışmalar, gerek arkeolojik araştırmalar, gerekse deprem mühendisliği ve deprem risk analizleri gibi alanlara veri setleri üreten bir alan olduğu görülmektedir. Türkiye özelinde Anadolu (eski adıyla Asia Minor), bu bilim dalının Dünya'da uygulanabileceği alanlar arasında, jeolojik ve arkeolojik konumu itibarıyla eşsiz bir potansiyele

sahiptir. Fakat hali hazırda bu bilimsel disiplinin gerek yerbilimciler ve arkeologlar gerekse arkeolojik mimari ve mühendisliğinde uzman bilim insanları tarafından az bilinmesi, yetişmiş bilim insanı sayısını oldukça düşüren en önemli etmen olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte geçmiş depremler ve onların toplum üzerindeki etkilerinin araştırılması ve anlaşılması, gerek entelektüel benliğimiz ve gerekse kaçınılmaz gerçeğimiz olan depremle yaşam olgusunun algılanması açısından paha biçilemez bir değer olarak ta önümüzde duran bir gerçektir. Bu durum ancak, toplumun bilinçlendirilmesi ve kamusal yollarla alınabilecek önlemler çerçevesindeki uygulamalarla azaltılabilir görünmektedir.

Arkeosismolojinin deprem jeolojisine entegrasyonu konusunda öğrenilen en önemli ders, deprem kayıtlarına ilişkin bu yöntemin sağladığı avantaj ve dezavantajların, diğer paleosismolojik yöntemlerle çakışmaması, tam tersine destekler nitelikte boşlukları dolduran bir özellik taşımasıdır. Bu çalışmada oluşturulan envantere bakıldığında, Türkiye’de yapılan arkeosismolojik araştırmaların tektonik anlamda daha çok Batı Anadolu Genişleme Bölgesi’nde ve tarihsel dönem kayıtlarının daha verimli olduğu dönemleri içeren Helenistik – Roma kentlerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu doğrultuda, daha eski dönemlerdeki (Neolitik, Tunç ve Demir çağları vb.) arkeolojik alanlarda, kentlerde ve uygarlıklardaki deprem verilerinin, Yunanistan anakarası ve Girit’te Bronz Çağı’na ait depremlerin araştırıldığı Hinzen vd. (2018)’de sunulmuş HERACLES projesine benzer şekilde, modern arkeosismolojik çalışmalarla araştırılması gerekmektedir. Özellikle Anadolu’daki büyük ölçekli aktif fay zonlarına (örn. KAFZ, DAFZ, ÖDFZ, AMZ, vb.) yakın arkeolojik alanlar bu noktada daha dikkatli araştırılmalı ve arkeosismolojik araştırmalar ülkenin başka önemli alanlarında da artırılmalıdır. Diğer yandan bugün modern Arkeosismolojik çalışmalarda kullandığımız Arkeolojik Deprem Etkileri (ADE)/ *Earthquake Archaeological Effects (EAE)* sınıflaması daha çok Helenistik - Roma ve sonrası mimari yapılarına adapte edilmiştir. Buna benzer sınıflamaların Anadolu coğrafyasında, özellikle yoğun olarak Orta ve Doğu Anadolu’da yayılım gösteren monumental mimari taş yapılara sahip örneğin Hitit ve/veya Urartu

gibi uygarlıklara da applike edilerek uygulamaya geçirilmesi arkeosismolojik perspektifte oldukça önemli bir gereklilik olarak göze çarpmaktadır.

Katkı Belirtme

Bu yayını üretirken bazı kaynakların erişimine doğrudan veya dolaylı yoldan katkı sağlayan Doç. Dr. Mustafa Avcıoğlu, Doç. Dr. Barış Semiz, Dr. Asil Yaman, Prof. Dr. Ertuğ Öner, Prof. Dr. Murat Altuğ Erberik, Prof. Dr. Ayşegül Askan Gündoğan, Agora kazı başkanı Prof. Dr. Akın Ersoy, Troya kazı başkanı Prof. Dr. Rüstem Aslan, Hattuşa kazı başkanı Prof. Dr. Andreas Schachner, Alman Arkeoloji Enstitüsü İstanbul direktörü ve Pergamon kazı başkanı Prof. Dr. Felix Pirson ve Prof. Dr. İlhan Kayan’a teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca, Sardis antik kenti kazı başkanı Prof. Dr. Nick Chaill nezdinde tüm Sart Amerikan Hafriyat Heyeti’ne kazı arşivine ulaşım ve destekleri için teşekkür ederiz. Türkiye’de Arkeojeofizik çalışmalarına yön vermiş ve ülkenin hemen hemen tüm arkeolojik alanlarında bilimsel çalışmaları bulunan Prof. Dr. Mahmut Göktuğ Drahor’a makalenin geleceğe yönelik yaklaşımlar ve öneriler bölümünde verdiği değerli katkılardan dolayı teşekkürlerimizi bir borç biliriz. Son olarak, değerli yorumları ve faydalı eleştirileriyle makaleyi büyük ölçüde geliştiren Prof. Dr. Klaus Hinzen ve Prof. Dr. Manuel Sintubin ile diğer katkı sunan hakeme içtenlikle teşekkür ederiz.

Değinilen Belgeler

- Akan, G. 2009. Rhodiapolis antik kenti ve dolayının jeoarkeolojisi ve depremselliği. Ms Thesis, Akdeniz University, 296, Antalya (yayımlanmamış).
- Akan, G., Karaman, E., Köse, O. 2012. Traces of the historical earthquakes in the Rhodiapolis ancient city (Kumluca, Antalya). 65th Geological Congress of Turkey 2-6 April 2012, Ankara, 46-47.
- Akyüz, S. H., Altunel, E. 2001. Geological and archaeological evidence for post-Roman earthquake surface faulting at Cibyra, SW Turkey. *Geodinamica Acta* 14(1-3), 95-101.
- Alexandris, A., Protopapa, E., Psycharis, I. 2004. Collapse mechanisms of masonry buildings derived by the distinct element method. In: *Proceedings of the 13th world conference on earthquake engineering*, vol. 59, 60.

- Altınok, S., Karabacak, V., Yalçiner, C. Ç., Bilgen, A. N., Altunel, E., Kıyak, N. G. 2012. Kütahya Fay Zonu'nun Holosen aktivitesi. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 55(1), 1-17.
- Altunel, E. 1994. Active tectonics and the evolution of Quaternary travertines at Pamukkale, western Turkey. PhD Thesis, University of Bristol, 236, Bristol (yayımlanmamış).
- Altunel, E. 1998. Evidence for damaging historical earthquakes at Priene, Western Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 7, 25-35.
- Altunel, E. 2000. Büyük Menderes Grabeninde tarihsel depremlere ait yüzey kırıklarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi. TÜBİTAK projesi No:YDABÇAG-372, Ocak 2000, 50.
- Altunel, E., Barka, A. 1996. Hierapolis'teki arkeosismik hasarların değerlendirilmesi. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 39(2), 65-74.
- Altunel, E., Pınar, A. 2021. Tectonic implications of the Mw 6.8, 30 October 2020 Kuşadası Gulf earthquake in the frame of active faults of Western Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 30(4), 436-448.
- Altunel, E., Barka, A., Akyüz, S. 2001. Gediz ve Küçük Menderes grabenlerindeki antik kentlerde tarihsel deprem hasarlarının araştırılması ve incelemesi. TÜBİTAK projesi No:YDABÇAG-199-Y098, Temmuz 2001, 41.
- Altunel, E., Meghraoui, M., Karabacak, V., Akyüz, S. H., Ferry, M., Yalçiner, Ç., Munschy, M. 2009. Archaeological sites (tell and road) offset by the Dead Sea Fault in the Amik Basin, southern Turkey. *Geophysical Journal International* 179(3), 1313-1329.
- Altunel, E., Stewart, I. S., Piccardi, L., Barka, A. A. 2003. Earthquake faulting at ancient Cnidus, SW Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 12, 137-151.
- Ambraseys, N. N. 1971. Value of historical records of earthquakes. *Nature* 232(5310), 375-379.
- Aydan, Ö., Kumsar, H. 2015. Assessment of the earthquake potential of the west Aegean region of Turkey based on seismicity, tectonics, crustal deformation and geo-archaeological evidence and its geotechnical aspects. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 74, 1037-1055.
- Bachmann, M., Radt, W., Schwarting, A. 2017. Die Stadtgrabung, Teil 5, Bau Z Architektur und Wanddekor. De Gruyter, 339.
- Bachhuber, C., Roberts, R. G. 2009. Forces of transformation: the end of the Bronze Age in the Mediterranean. Oxbow Books, Oxford, 227.
- Barış, Ş., Aydıngün, Ş., Kaya, H., Gazioglu, C. 2021. Archeological Traces of Sixth Century Earthquakes in İstanbul Küçükçekmece Lake Basin (Bathonea) Excavations. *International Journal of Environment and Geoinformatics* 8(3), 386-396.
- Bean, G. E. 1971. Turkey beyond the Maeander: an archaeological guide. Ernest Benn Limited, London, 267.
- Benjelloun, Y. 2017. The middle strand of the North Anatolian fault in Iznik region: insights from geomorphology and archeoseismology. Phd Thesis, Université Grenoble Alpes, 303, Grenoble.
- Benjelloun, Y., de Sigoyer, J., Carlut, J., Hubert-Ferrari, A., Dessales, H., Pamir, H., Karabacak, V. 2015. Characterization of building materials from the aqueduct of Antioch-on-the-Orontes (Turkey). *Comptes Rendus Geoscience* 347(4), 170-180.
- Benjelloun, Y., de Sigoyer, J., Dessales, H., Garambois, S., Şahin, M. 2018. Construction history of the aqueduct of Nicaea (Iznik, NW Turkey) and its on-fault deformation viewed from archaeological and geophysical investigations. *Journal of Archaeological Science: Reports* 21, 389-400.
- Benjelloun, Y., de Sigoyer, J., Dessales, H., Baillet, L., Guéguen, P., Sahin, M. 2021. Historical earthquake scenarios for the middle strand of the North Anatolian Fault deduced from archaeo-damage inventory and building deformation modeling. *Seismological Research Letters* 92(1), 583-598.
- Birinci, B. M. 2006. Hierapolis antik şehrinin arkeosismolojik açıdan incelenmesi. Ms. Thesis, Eskişehir Osmangazi University, 59, Eskişehir.
- Blegen, C. W., Caskey, J. L., Rawson, M. 1951. Troy. The third, fourth, and fifth settlements. Volume II. Part 1: Text; Part 2: Plates. Princeton University Press, London, Part 1: 326p., Part 2: 315 plates.
- Blegen, C. W., Caskey, J. L., Rawson, M. 1953. Troy. The sixth settlement. Volume III. Part 1: Text; Part 2: Plates. Princeton University Press, London, Part 1: 418p., Part 2: 512 plates.
- Bony, G., Marriner, N., Morhange, C., Kaniewski, D., Perinçek, D. 2012. A high-energy deposit in the Byzantine harbour of Yenikapı, İstanbul (Turkey). *Quaternary International* 266, 117-130.
- Bostock, J., Riley, H. T. 1855. The Natural History of Pliny. Translated, with copious notes and illustrations. Vol. I, cover (Books 1-5), Henry G. Bohn, London, 523.
- Buchwald, H., McClanan, A. L. 2015. Churches EA and E at Sardis. *Archaeological Exploration of Sardis*

- Report 6. Harvard University Press, Cambridge, 341.
- Butler, H. C. 1922. Sardis. Publications of the American Society for the excavations of Sardis. Vol. I, The Excavations, Part 1, 1910-1914. Late E. J. Brill Ltd, Leyden, 213.
- Butler, H. C. 1925. Sardis. Publications of the American Society for the excavations of Sardis. Vol. II, Architecture, The Temple of Artemis, Part 1, Late E. J. Brill Ltd, Leyden, 146.
- Cahill, N. 2016. Sardis 2014. 37. Kazı sonuçları toplantısı 3. cilt 11-15 Mayıs 2015, Erzurum, 147-164.
- Cahill, N. 2019. Sardis, 2017. 40. Kazı sonuçları toplantısı 3. cilt 07-11 Mayıs 2018, Çanakkale, 97-116.
- Caputo, R., Hinzen, K. G., Liberatore, D., Schreiber, S., Helly, B., Tziafalias, A. 2011. Quantitative archaeoseismological investigation of the Great Theatre of Larissa, Greece. *Bulletin of Earthquake Engineering* 9, 347-366.
- Church A. J., Brodribb, W. J. 1906. *Annals of Tacitus*. Translated into English with notes and maps. Macmillan and Co., New York, 436.
- Çetin-Yarıtaş, H. E. 2009. Termessos antik kenti ve dolayının jeolojisi arkeosismolojisi ve depremselliği. Ms Thesis, Akdeniz University, 112, Antalya.
- D'Andria, F., Scardozzi, G., Spanò, A. 2008. Hierapolis di Frigia. II, Atlante di hierapolis di Frigia. Ege Yayınları, 156.
- De Rossi, M. S. 1874. La antica basilica di S. Petronilla presso Roma testè discoperta crollata per terremoto. *Bullettino Del Vulcanismo Italiano* 1, 62-65.
- Dinsmoor, W. B. 1941. An archaeological earthquake at Olympia. *American Journal of Archaeology* 45(3), 399-427.
- Drahor, M. G. 2006. Integrated geophysical studies in the upper part of Sardis archaeological site, Turkey. *Journal of Applied Geophysics* 59(3), 205-223.
- Drahor, M. G., Berge, A. M., Ongar, A., Ortan, A. 2016. Hittit başkenti Şapinuva'da arkeosismoloji çalışmaları. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu* 20. Çalıştay 13-15 Ekim 2016, Denizli, 21.
- Drahor, M. G., Sümer, Ö., Ongar, A., Ortan, B., Berge, M. A., Süel, A., Ayyıldız, S. 2017. Şapinuva Arkeolojik Alanında 2017 Yılında Yapılan Arkeosismolojik Gözlemler. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu* 21. Çalıştay 26-28 Ekim 2017, Afyonkarahisar, 44.
- Drahor, M. G., Sümer, Ö., Berge, M. A., Öztürk, C., Ongar, A., Süel, A., Schachner, A. 2023. Integrated Geoscience Investigations in Hittite Imperial Sites Affected by Earthquakes. El-Qady, G. M., Margottini, C. (Eds.). *Sustainable Conservation of UNESCO and Other Heritage Sites Through Proactive Geosciences*. Cham, Springer International Publishing. Springer, 463-499.
- Dramis, F., Blumetti, A. M. 2005. Some considerations concerning seismic geomorphology and paleoseismology. *Tectonophysics* 408(1-4), 177-191.
- Drews, R. 1993. *The end of the Bronze Age: Changes in warfare and the catastrophe ca. 1200 B.C.* Princeton University Press, New Jersey, 243.
- Duyuran, R. 1945. İzmir'de Namazgâh'ta 1944 yılında yapılan kazıya ait kısa rapor. *Belleten* 9(35), 405-416.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Şaroğlu, F., Olgun, Ş., Elmacı, H., Çan, T. 2018. Active fault database of Turkey. *Bulletin of Earthquake Engineering* 16, 3229-3275.
- Evans, A. 1922. *New Discoveries at Knossos*. The Antiquaries Journal 2(4), 319-329.
- Evans, A. 1928. *The Palace of Minos a comparative account of the successive stages of the early Cretan Civilization as illustrated by the discoveries at Knossos*. Vol. 2, Part 1. Macmillan and Co., Lim. London, 390.
- Ferrero, D. de B. 1997. Excavations and Restorations in Hierapolis During 1995. 18. Kazı sonuçları toplantısı 2. cilt 27-31 Mayıs 1996, Ankara, 85-99.
- Ferry, M., Meghraoui, M., Girard, J. F., Rockwell, T. K., Kozaci, O., Akyuz, S., Barka, A. 2004. Ground-penetrating radar investigations along the North Anatolian fault near Izmit, Turkey: Constraints on the right-lateral movement and slip history. *Geology* 32(1), 85-88.
- Freeman, C. 1996. *Mısır, Yunan ve Roma Antik Akdeniz Uygarlıkları (Suat Kemal Anı çevirisi)*, Dost Kitapevi 2003, Ankara, 699.
- Galadini, F., Hinzen, K. G., Stiros, S. 2006. Archaeoseismology: methodological issues and procedure. *Journal of Seismology* 10, 395-414.
- Giner-Robles, J. L., Rodríguez-Pascua, M. A., Pérez-López, R., Silva, P. G., Bardají, T., Grütznér, C., Reicherter, K. 2009. Structural analysis of earthquake archaeological effects (EAE): Baelo Claudia examples (Cádiz, South Spain). *Field Training Course Notebook, 1st INQUA-IGCP-567 International Workshop on Earthquake Archaeology and Palaeoseismology Vol. 2*, Instituto Geológico y Minero de España.
- Giner-Robles, J. L., Pérez-López, R., Silva-Barroso, P., Rodríguez-Pascua, M. Á., Bardají-Azcárate, T.,

- Lario-Gómez, J., Garduño-Monroy, V. H. 2012. La arqueosismología como ciencia emergente. *Seguridad y Medio Ambiente* 128, 20-34.
- Giner-Robles, J. L., Rodríguez-Pascua, M. A., Silva, P. G., Pérez-López, R. 2018. Efectos sísmicos en yacimientos arqueológicos: catalogación y cuantificación arqueosismológica. *Boletín Geológico y Minero* 129(1/2), 451-467.
- Godley, A. D. 1928. Herodotus with an English translation. Vol. 2, cover (Books III - IV), William Heinemann, London, 415.
- Godley, A. D. 1930. Herodotus with an English translation. Vol. 4, cover (Books VIII - IX), William Heinemann, London, 399.
- Godley, A. D. 1938. Herodotus with an English translation. Vol. 3, cover (Books V - VII), William Heinemann, London, 569.
- Greenewalt, C. H. 2003. Sardis: Archaeological research and conservation projects in 2001. 24. Kazı sonuçları toplantısı 2. cilt 27-31 Mayıs 2002, Ankara, 149-158.
- Greenewalt, C. H. 2006. Sardis: Archaeological research and conservation projects in 2004. 27. Kazı sonuçları toplantısı 2. cilt 30 Mayıs-3 Haziran 2005, Antalya, 175-186.
- Greenewalt, C. H. 2007. Sardis: Archaeological research and conservation projects in 2005. 28. Kazı sonuçları toplantısı 2. cilt 29 Mayıs-2 Haziran 2006, Çanakkale, 743-756.
- Greenewalt, C. H., Ramage, A., Sullivan, D. G., Nayir, K., Tulga, A. 1983. The Sardis campaigns of 1979 and 1980. *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 249(1), 1-44.
- Grünthal, G. 1998. European macroseismic scale 1998 (EMS-98). Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Musée National d'Histoire Naturelle, Section Astrophysique et Géophysique, Luxembourg, 99.
- Hallmannsecker, M. 2020. The Ionian koinon and the koinon of the 13 cities at Sardis. *Chiron* 50, 1-27.
- Hancock, P. L., Altunel, E. 1997. Faulted archaeological relics at Hierapolis (Pamukkale), Turkey. *Journal of Geodynamics* 24(1-4), 21-36.
- Hancock, P. L., Chalmers, R. M. L., Altunel, E., Çakir, Z., Becher-Hancock, A. 2000. Creation and destruction of travertine monumental stone by earthquake faulting at Hierapolis, Turkey. Geological Society, London, Special Publications 171(1), 1-14.
- Hanfmann, G. M. 1961. The Third Campaign at Sardis (1960). *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 162(1), 8-49.
- Hanfmann, G. M. 1963. The fifth campaign at Sardis (1962). *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 170(1), 1-65.
- Hanfmann, G. M., Mierse, W. E. 1983. Sardis from prehistoric to Roman times: Results of the Archaeological Exploration of Sardis 1958-1975. Harvard University Press, London, 466.
- Hanfmann, G. M., Thomas, R. S. 1971. The Thirteenth Campaign at Sardis (1970). *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 203(1), 5-22.
- Hinzen, K. G. 2005. The use of engineering seismological models to interpret archaeoseismological findings in Tolbiacum, Germany: a case study. *Bulletin of the Seismological Society of America* 95(2), 521-539.
- Hinzen, K. G., Fleischer, C., Reamer, S. K., Schreiber, S., Schütte, S., Yerli, B. 2009. Quantitative methods in archaeoseismology. *Archaeoseismology and Palaeoseismology in the Alpine-Himalayan Collisional Zone*, 1st INQUA-IGCP-567 International Workshop on Earthquake Archaeology and Palaeoseismology 7-13 September 2009, Baelo Claudia (Cádiz, Spain), 50-51.
- Hinzen, K. G., Schreiber, S., Yerli, B. 2010. The Lycian sarcophagus of Arttumpara, Pınara, Turkey: Testing seismogenic and anthropogenic damage scenarios. *Bulletin of the Seismological Society of America* 100(6), 3148-3164.
- Hinzen, K. G., Schreiber, S., Rosellen, S. 2013a. A high resolution laser scanning model of the Roman theater in Pınara, Turkey—comparison to previous measurements and search for the causes of damage. *Journal of Cultural Heritage* 14(5), 424-430.
- Hinzen, K. G., Kehmeier, H., Schreiber, S. 2013b. Quantitative archaeoseismological study of a Roman mausoleum in Pınara (Turkey)—testing seismogenic and rockfall damage scenarios. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 103(2A), 1008-1021.
- Hinzen, K. G., Schwellenbach, I., Schweppe, G., Marco, S. 2016. Quantifying earthquake effects on ancient arches, example: The Kalat Nimrod Fortress, Dead Sea fault zone. *Seismological Research Letters* 87(3), 751-764.
- Hinzen, K. G., Maran, J., Hinojosa-Prieto, H., Damm-Meinhardt, U., Reamer, S. K., Tzislakis, J., Kemna, K., Schweppe, G., Fleischer, C., Demakopoulou, K. 2018. Reassessing the Mycenaean earthquake hypothesis: results of the HERACLES project

- from Tiryns and Midea, Greece. *Bulletin of the Seismological Society of America* 108(3A), 1046-1070.
- Jones, H. L. 1917. *The Geography of Strabo with an English translation*. Vol. I. (cover Books I – II), William Heinemann, London, 531.
- Jones, H. L. 1924. *The Geography of Strabo with an English translation*. Vol. III. (cover Books VI – VII), William Heinemann, London, 397.
- Jones, H. L. 1927. *The Geography of Strabo with an English translation*. Vol. IV. (cover Books VIII – IX), William Heinemann, London, 465.
- Jones, H. L. 1928. *The Geography of Strabo with an English translation*. Vol. V. (cover Books X – XII), William Heinemann, London, 529.
- Jones, H. L. 1929. *The Geography of Strabo with an English translation*. Vol. VI. (cover Books XIII – XIV), William Heinemann, London, 397.
- Jones, H. L. 1930. *The Geography of Strabo with an English translation*. Vol. VII. (cover Books XV – XVI), William Heinemann, London, 373.
- Jones, W. H. S. 1933. *Pausanias. Description of Greece, with an English translation*. Vol. III. (cover Books VI – VIII), William Heinemann, London, 441.
- Karabacak, V. 2007. Ölü deniz fay zonu kuzey kesiminin kuvaterner aktivitesi. PhD Thesis, Eskişehir Osmangazi University, 286, Eskişehir.
- Karabacak, V. 2011. Geological, geomorphological and archaeoseismological observations along the Cibyra Fault and their implications for the regional tectonics of SW Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 20(4), 429-447.
- Karabacak, V. 2016. Seismic damage in the Lagina sacred area on the Mugla Fault: a key point for the understanding of the obliquely situated faults of western Anatolia. *Journal of Seismology* 20, 277-289.
- Karabacak, V., Altunel, E., Akyüz, S., Yönlü, Ö. 2007. Büyük Menderes Fay Zonu üzerinde normal faylanmaya bağlı özelliklerin “Yersel LİDAR” kullanılarak belirlenmesi. *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu (TURQUA) VI*, 16-18 Mayıs 2007, İTÜ, İstanbul.
- Karabacak, V., Yönlü, Ö., Dökü, E., Kıyak, N. G., Altunel, E., Özüdoğru, Ş., Yalçın, Ç. C., Akyüz, H. S. 2013. Analyses of seismic deformation at the Kibyra Roman stadium, Southwest Turkey. *Geoarchaeology* 28(6), 531-543.
- Karaesmen, E., Karaesmen, E. 1997. Arkeosismoloji ile ilgili bazı kavramların irdelenmesi. 4. Ulusal Deprem Mühendisleri Konferansı 17-19 Eylül 1997, 612-619.
- Karcz, I., Kafri, U. 1978. Evaluation of supposed archaeoseismic damage in Israel. *Journal of Archaeological Science* 5(3), 237-253.
- Karwiese, S. 1985. Das beben unter Gallien und Seine anhaltenden Folgen. *Lebendige Altertumswissenschaft F. Zur Vol. Des 70*, 126-131.
- Koçyiğit, A. 2003. General neotectonic characteristics and seismicity of Central Anatolia. *Turkish Association of Petroleum Geologist (TAPG) Bulletin Spec. Publ. 5*, 1-26.
- Kumsar, H., Aydan, Ö., Şimşek, C., D’Andria, F. 2016. Historical earthquakes that damaged Hierapolis and Laodikeia antique cities and their implications for earthquake potential of Denizli basin in western Turkey. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment* 75, 519-536.
- Kunze, E., Weber, H. 1948. The Olympian Stadium, the Echo Colonnade and an “Archaeological Earthquake”. *American Journal of Archaeology* 52(4), 490-496.
- Kürçer, A., Chatzipetros, A., Tutkun, S. Z., Pavlides, S., Özden, S., Syrides, G., Vouvalidis, K., Uluggerli, E., Ateş, Ö. 2012. An assessment of the earthquakes of Ancient Troy, NW Anatolia, Turkey. *Tectonics-Recent Advances*. Sharkov, E. V. (Eds.), 171-200.
- Lanciani, R. 1899. *The destruction of ancient Rome: a sketch of the history of the monuments*. The Macmillan Company. London, 279.
- Lanciani, R. 1918. Segni di terremoti negli edifizii di Roma antica. *Bullettino della Commissione Archeologica Comunale di Roma*, 3-28.
- Marinos P. G., Koukis G. C. 1988. *The Engineering Geology Of Ancient Works, Monuments And Historical Sites: Volume 3, Part 4, Earthquakes, vibrations and other hazards in relation to the study and the protection of monuments and historical sites Preservation and protection: Proceedings of an international symposium organized by the Greek National Group of IAEG, Athens, 19-23 September 1988*. Balkema. 1189-1329.
- Michetti, A. M., Esposito, E., Guerrieri, L., Porfido, S., Serva, L., Tatevossian, R., Vittori, E., Audemard, F., Azuma, T., Clague, J., Comerci, V., Gurpinar, A., Mc Calpin, J., Mohammadioun, B., Morner, N. A., Ota Y., Roghazin, E. 2007. Environmental seismic intensity scale-ESI 2007. In: *Memorie Descrittive Carta Geologica d’Italia 74*, Guerrieri L., Vittori E. (Eds.), Servizio Geologico d’Italia – Dipartimento Difesa del Suolo, APAT, Roma, 53.
- Morris, I., Scheidel, W. 2009. *The dynamics of ancient empires: State power from Assyria to Byzantium*. Oxford University Press, New York, 381.

- Naumann, R. 1971. Wirkungen eines Erdbebens an den antiken Bauten in Aezani. *Archäologisches Anzeiger* 86, 214-221.
- Naumann, R., Kantar, S. 1950. Die Agora von Smyrna. Bericht über die in den Jahren 1932-1941 auf dem Friedhof Namazgâh zu İzmir von der Museumsleitung in Verbindung mit der Türkischen Geschichtskommission durchgeführten Ausgrabungen. *Kleinasien und Byzanz*, Walter de Gruyter & Co., Berlin, 69-114.
- Nagri, S., Leucci, G. 2006. Geophysical investigation of the temple of Apollo (Hierapolis, Turkey). *Journal of Archaeological Science* 33(11), 1505-1513.
- Nur, A., Cline, E. H. 2000. Poseidon's Horses: Plate tectonics and earthquake storms in the Late Bronze Age Aegean and Eastern Mediterranean. *Journal of Archaeological Science* 27(1), 43-63.
- Papastamatiou, D., Psycharis, I. 1996. Numerical simulation of the seismic response of megalithic monuments: preliminary investigations related to the Apollo temple at Vassai. In: *Archaeoseismology*, Stiros, S. C., Jones, R. E. (Eds.), Institute of Geology & Mineral Exploration and British School of Athens, Fitch Laboratory Occasional Paper 7, 225-236.
- Passchier, C. W., Wiplinger, G., Güngör, T., Kessener, P., Sürmelihiindi, G. 2013. Normal fault displacement dislocating a Roman aqueduct of Ephesos, western Turkey. *Terra Nova* 25(4), 292-297.
- Pavlidis, S., Caputo, R., Chatzipetros, A., Sboras, S., Koukouvelas, I., Michailidou, A., Papanthassiou, G., Valkaniotis, S., Zervopoulou, A., Basili, R., Tarabusi, G. 2014. Active faults of the broader Aegean region in the Greek database of seismogenic sources. The Gre.Da.S.S. Working Group, Spyros.
- Perinçek, D. 2010. Yenikapı kazı alanının son 8000 yıllık jeoarkeolojisi ve doğal afetlerin jeolojik izleri (İstanbul-Türkiye). *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* 141, 73-95.
- Piccardi, L. 2007. The AD 60 Denizli basin earthquake and the apparition of Archangel Michael at Colossae (Aegean Turkey). *Geological Society, London, Special Publications* 273(1), 95-105.
- Picón, C. A., Hemingway, S. 2016. Pergamon and the Hellenistic kingdoms of the ancient world. *Metropolitan Museum of Art, New York*, 346.
- Pirson, F. 2017. Die Siedlungsgeschichte Pergamons–Überblick und kritische Revision. *Istanbuler Mitteilungen* 67, 43-127.
- Rapp, G. 1982. Earthquakes in the Troad. *Troy the Archaeological Geology Supplementary Monograph* 4. Rapp, G. R., Gifford, J. A. (Eds.), 43-58.
- Rapp, G. 1986. Assessing archaeological evidence for seismic catastrophies. *Geoarchaeology: An International Journal* 1(4), 365-379.
- Richter, C. F. 1958. *Elementary Seismology*. W. H. Freeman and Company, London, 768.
- Rodríguez-Pascua, M. A., Pérez-López, R., Giner-Robles, J. L., Silva, P. G., Garduño-Monroy, V. H., Reicherter, K. 2009. A comprehensive classification of Earthquake Archaeological Effects (EAE) for structural strain analysis in Archaeoseismology. *Archaeoseismology and Palaeoseismology in the Alpine-Himalayan Collisional Zone*, 1st INQUA-IGCP-567 International Workshop on Earthquake Archaeology and Palaeoseismology 7-13 September 2009, Baelo Claudia (Cádiz, Spain), 114-117.
- Rodríguez-Pascua, M. A., Pérez-López, R., Giner-Robles, J. L., Silva, P. G., Garduño-Monroy, V. H., Reicherter, K. 2011. A comprehensive classification of Earthquake Archaeological Effects (EAE) in archaeoseismology: Application to ancient remains of Roman and Mesoamerican cultures. *Quaternary International* 242(1), 20-30.
- Rodríguez-Pascua, M. A., Silva, P. G., Pérez-López, R., Giner-Robles, J. L., Martín-González, F., Perucha, M. A. 2013. Preliminary intensity correlation between macroseismic scales (ESI07 and EMS98) and Earthquake Archaeological Effects (EAEs). 4th International INQUA Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archeoseismology (PATA) 9-14 October 2013, Aachen, Germany, 221-224.
- Sabin, P., van Wees, H., Whitby, M. 2007. *The Cambridge History of Greek and Roman Warfare. Volume I: Greece, the Hellenistic World and the Rise of Rome*. Cambridge University Press, Cambridge and New York, 602.
- Salomon-Calvi, W. 1940. 21-22 Eylül 1939 tarihinde vukua gelen Dikili-Bergama Zelzelesi (grabı Anadolu). *Türkiyedeki Zelzelelere Mütââllik Etüdler*, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) Yayınları, Seri B, No.5, 31-45.
- Sangawa, A. 1988. Declaration of earthquake archaeology (の宣言 地震考古学). *Journal of the Japanese Society for Scientific Studies on Cultural Property* 16,19-26. (in Japanese)
- Sangawa, A. 1993. Earthquake archaeology (地震考古学). *Journal of Geography* 107(7), 895-896. (in Japanese)
- Schachner, A. 2019. Hattuša Efsanevi Hitit İmparatorluğu'nun İzinde. *Homer Kitabevi, İstanbul*, 290.
- Schaeffer, C. F. A. 1948. *Stratigraphie comparée et chronologie de l'Asie occidentale*.(IIIe et Iie

- millénaires); Syrie, Palestine, Asie mineure, Chypre, Perse et Caucase, Oxford University Press, London, 653.
- Schliemann, H. 1880. *Ilios: The City and Country of the Trojans: the Results of Researches and Discoveries on the Site of Troy and Throughout the Troad in the Years 1871-72-73-78-79: Including an Autobiography of the Author.* John Murray London, 800.
- Schliemann, H. 1884. *Troja: Results of the Latest Researches and Discoveries on the Site of Homer's Troy and in the Heroic Tumuli and Other Sites, made in the Year 1882 and a Narrative of a Journey in the Troad in 1881.* Harper & Brothers, New York, 434.
- Schreiber, S., Hinzen, K. G., Fleischer, C. 2009. An application of 3D laser scanning in archaeology and archaeoseismology: The Medieval cesspit in the archaeological zone Cologne, Germany. *Archaeoseismology and Palaeoseismology in the Alpine-Himalayan Collisional Zone, 1st INQUA-IGCP-567 International Workshop on Earthquake Archaeology and Palaeoseismology 7-13 September 2009, Baelo Claudia (Cádiz, Spain)*, 136-138.
- Schweppe, G., Hinzen, K. G., Reamer, S. K., Fischer, M., Marco, S. 2017. The ruin of the Roman Temple of Kedesh, Israel; example of a precariously balanced archaeological structure used as a seismoscope. *Annals of Geophysics* 60(4), 0444, 1-17.
- Schweppe, G., Hinzen, K. G., Reamer, S. K., Marco, S. 2021. Reconstructing the slip velocities of the 1202 and 1759 CE earthquakes based on faulted archaeological structures at Tell Ateret, Dead Sea Fault. *Journal of Seismology* 25(4), 1021-1042.
- Shepherd, W. R. 1923. *Historical Atlas.* 3rd edition. Henry Holt and Company, New York, 20 Reference Map of Asia Minor under the Greeks and Romans.
- Sieberg, A. 1932. *Erdbebengeographie. Handbuch der Geophysik* IV(3), 688-1005.
- Silva, P. G., Reicherter, K., Grützner, C., Bardaji, T., Lario, J., Goy, J. L., Zozo, C., Becker-Heidmann, P. 2009. Surface and subsurface palaeoseismic records at the ancient Roman city of Baelo Claudia and the Bolonia Bay area, Cádiz (south Spain). *Geological Society, London, Special Publications* 316(1), 93-121.
- Similox-Tohon, D., Vanneste, K., Sintubin, M., Muechez, P., Waelkens, M. 2004. Two-dimensional resistivity imaging: a tool in archaeoseismology. An example from ancient Sagalassos (Southwest Turkey). *Archaeological Prospection* 11(1), 1-18.
- Similox-Tohon, D., Sintubin, M., Muechez, P., Vanhaverbeke, H., Verhaert, G., Waelkens, M. 2005. Identification of a historical morphogenic earthquake through trenching at ancient Sagalassos (SW Turkey). *Journal of Geodynamics* 40(2-3), 279-293.
- Similox-Tohon, D., Sintubin, M., Muechez, P., Verhaert, G., Vanneste, K., Fernandez, M., Vandycyke, S., Vanhaverbeke, H., Waelkens, M. 2006. The identification of an active fault by a multidisciplinary study at the archaeological site of Sagalassos (SW Turkey). *Tectonophysics*, 420(3-4), 371-387.
- Sintubin, M. 2009. Archaeoseismology: Past, present and future. *Archaeoseismology and Palaeoseismology in the Alpine-Himalayan Collisional Zone, 1st INQUA-IGCP-567 International Workshop on Earthquake Archaeology and Palaeoseismology 7-13 September 2009, Baelo Claudia (Cádiz, Spain)*, 143-145.
- Sintubin, M., Stewart, I. S. 2008. A logical methodology for archaeoseismology: A proof of concept at the archaeological site of Sagalassos, southwest Turkey. *Bulletin of the Seismological Society of America* 98(5), 2209-2230.
- Sintubin, M., Muechez, P., Similox-Tohon, D., Verhaert, G., Paulissen, E., Waelkens, M. A. R. C. 2003. Seismic catastrophes at the ancient city of Sagalassos (SW Turkey) and their implications for seismotectonics in the Burdur-Isparta area. *Geological Journal* 38(3-4), 359-374.
- Sintubin, M., Stewart, I., Niemi, N., Altunel, E. 2007. Earthquake Archaeology Archaeoseismology along the Alpine-Himalayan seismic zone. *International Geoscience Programme (IGCP) project proposal 567.*
- Softa, M., Turan, M., Sözbilir, H. 2018. Jeolojik, Arkeolojik ve Arkeoseismolojik Veriler Işığında Myra Antik Kenti'nde Tarihsel Depremlere Ait Deformasyon Verileri, GB Anadolu. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 61(1), 51-74.
- Söğüt, B. 2014. Stratonikeia. Turkey Through the Eyes of Classical Archaeologists, 10th Anniversary of Cooperation between Trnava University and Turkish universities, Hrnčiarik, E. (Eds.), Trnavská univerzita v Trnave, Filozofická Fakulta, Katedra klasickej archeológie Hornopotočná, Trnava, 27-37.
- Sümer, Ö., Karagöz, O., Alak, A. 2018. Fay parametreleri ve deprem büyüklüğü arasındaki ilişkiler için yeni bir program: Faultstat. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 18(3), 1089-1101.
- Sümer, Ö., Drahor, M. G., Berge, M. A., Ongar, A., Schachner, A. 2019. Geoarchaeological and

- archaeoseismological observations in Hattuša: first evidence of earthquake traces from the Hittite Capital. *Archäologischer Anzeiger* 1, 90-96.
- Sümer, Ö., Drahor, M. G., Berge, M. A., Ongar, A., Öztürk, C., Süel, A., Schachner, A., Ayyıldız, S., Gerçek, S., Aydın, M., Yağlıdere, m., Kaya, B. O. 2021. Hitit Kentlerinde Arkeosismolojik Gözlemler. XI. Uluslararası Hititoloji Kongresi 13-19 Aralık 2021, Çorum, 65.
- Sümer, Ö., Drahor, M. G., Cahill, N., Gallart Marques, F. 2022. Archaeoseismology of Sardis. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu* 25. Çalıştayı 1-2 Aralık 2022, İstanbul, 41-42.
- Stewart, I. S., Hancock, P. L. 1994. Neotectonics. Hancock, P. L. (Ed.). *Continental deformation*. University of Bristol. UK, 370-409.
- Stewart, I. S., Piccardi, L. 2017. Seismic faults and sacred sanctuaries in Aegean antiquity. *Proceedings of the Geologists' Association* 128(5-6), 711-721.
- Stiros, S. C. 1988. Archaeology—A tool to study active tectonics. *Eos* 69(50), 1633-1639.
- Stiros, S. C., Jones, R. E. 1996. *Archaeoseismology*. Institute of Geology & Mineral Exploration and British School of Athens, Fitch Laboratory Occasional Paper 7, 268.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., Şaroğlu, F. 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Türkiye as a case study. Strike-Slip deformation, basin formation, and sedimentation. Biddle, K. T., Christie-Blick, N. (Eds.). *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Tulsa, 227–264.
- Şimşek, C., Ceylan, A. 2003. Laodikeia’da tespit edilen bir deprem ve Diocletianus’a ithaf edilen bir yazıt. *Archivum Anatolicum* 6(1), 147-163.
- Tokmak, M. 2012. Earthquakes and ancient site selection in West Anatolia. PhD Thesis, Middle East Technical University, 157, Ankara.
- Ünal, A. 1977. M. Ö. II. Binyıl Anadolu’sunda Doğal Âfetler. *Belleten* 41(163), 423-446.
- Waelkens, M. 1993. Sagalassos. History and archaeology. Sagalassos I. First general report on the survey (1986–1989) and excavations (1990–1991), *Acta Archaeologica Lovaniensia Monographiae* 5, 37-82.
- Waelkens, M., Mitchell, S., Owens, E. 1990. Sagalassos 1989. *Anatolian studies* 40, 185-198.
- Waelkens, M., Sintubin, M., Muchez, P., Paulissen, E. 2000. Archaeological, geomorphological and geological evidence for a major earthquake at Sagalassos (SW Turkey) around the middle of the seventh century AD. *Geological Society, London, Special Publications* 171, 373-383.
- Yalçınar, C. Ç. 2009. Investigation of buried objects with Ground Penetrating Radar: Application to archaeoseismology and palaeoseismology in the Büyük Menderes Graben (Turkey). PhD Thesis, Eskişehir Osmangazi University, 156, Eskişehir.
- Yerli, B., Schreiber, S., Hinzen, K., ten Veen, J., Sintubin, M. 2009. Testing the hypothesis of earthquake-related damage in structures in the Lycian ancient City of Pınara, SW Turkey. *Archaeoseismology and Palaeoseismology in the Alpine-Himalayan Collisional Zone, 1st INQUA-IGCP-567 International Workshop on Earthquake Archaeology and Palaeoseismology* 7-13 September 2009, Baelo Claudia (Cádiz, Spain), 173-176.
- Yerli, B., ten Veen, J., Sintubin, M., Karabacak, V., Yalçınar, C. Ç., Altunel, E. 2010. Assessment of seismically induced damage using LIDAR: the ancient city of Pınara (SW Turkey) as a case study. *Geological Society of America Special Paper* 471, 157-170.
- Yerli, B., ten Veen, J., Sintubin, M. 2011. Testing a logic tree approach for archaeoseismology to the ancient city of Pınara (SW Turkey). *Quaternary International* 242(1), 52-64.
- Yönlü, Ö. 2012. Doğu Anadolu Fay Zonu’nun Gölbaşı (Adıyaman) ile Karataş (Adana) arasındaki kesiminin Geç Kuvaterner aktivitesi. PhD Thesis, Eskişehir Osmangazi University, 438, Eskişehir.
- Yönlü, Ö., Altunel, E., Karabacak, V., Akyüz, S., Yalçınar, Ç. 2010. Offset archaeological relics in the western part of the Büyük Menderes graben (western Turkey) and their tectonic implications. *Geological Society of America Special Papers* 471, 269-279.

EK1- Türkiye’de gerçekleştirilen önemli arkeosismolojik çalışmaların bazı parametreleri. AV: Arkeolojik veri (yazıt ve kazı), TDK: Tarihsel Deprem Kataloğu, RC: Radyokarbon, L: Lüminesans, K:Kozmojenik nüklid, U/Th: Uranyum/Toryum serileri, JV: Jeofiziksel veri, PM: Paleomanyetizma, JMV: Jeolojik ve morfolojik veri, D: Diğer veri türleri. No* çalışmaların kronolojik sırasımı gösterir. Lokasyonları lütfen Çizelge 1’deki lokasyon numaralarından takip ediniz.

No*	Kaynak	Tektonik Bölge / İlişkili Fay veya Fay Zonu	Arkeolojik Kent / Alan / Şehir	Arkeolojik Dönemi	Bulgular	Çalışma Türü / Tarihlleme	Belirlenen Depremler
1	Schliemann (1880 ve 1884)	Kuzey Anadolu Fay Zonu? Ege Denizi?	Troya, Çanakkale	Bronz ? / Roma ?	Ev duvarında yıkılmış bloklar ve Korintik siyent sütunlardaki devrilmeler	AV	Helenistik öncesi ? / Roma dönemi
2	Butler (1922 ve 1925)	Gediz-Alaşehir Graben Sistemi orta bölümü	Sardis, Manisa	Helenistik	Artemis tapınağındaki restorasyon ve kuvvettendirme izleri	AV	MS 17
3	Salomon-Calvi (1940)	Bergama Grabeni, Ege Denizi	Pergamon, Asklepion, İzmir	Roma	Asklepion’da antik dönemde meydana gelen depremin tapınak sütunlarının sistematik olarak nasıl yıkıldığını ve sonrasında yeniden dikilen sütunların 1939 depreminden nasıl etkilenmediğini belirtir.	AV, TDK	? / 1939
4	Duyuran (1945); Naumann ve Kantar (1950)	İzmir Fayı ?	Smyrna Agorası, İzmir	Erken Bizans ?	Bazilika çevresindeki açmadaki zelzele bulguları ile Agora’nın yeniden inşası için kullanılan devşirme parçalar ile özensiz restorasyonlar	AV, TDK	MS 153 ? / MS 178
5	Blegen vd. (1951 ve 1953)	Kuzey Anadolu Fay Zonu? Ege Denizi ?	Troya, Çanakkale	Bronz	Troya III, IVb, IVc, Vc ve VI tabakalarındaki bulgular	AV	MÖ 13. yy ortası
6	Schaeffer (1948)	Doğu Akdeniz Havzası	Baskın olarak Ugarit kentleri, Anadolu için Troya, Boğazköy (Hattuşa), Alacahöyük ve Tarsus	Büyük ölçüde Bronz	Özellikle Filistin, Suriye, Pers, Kafkasya, Kıbrıs, Ege ve Anadolu alanlarını ayrı ayrı kronolojisi içinde deprem verilerini değerlendirmektedir	AV	MÖ 2100 – 2200 / MÖ 1365 2 ana deprem; MÖ 1610 – 1620 Hiatus ?
7	Hanfmann (1961); Hanfmann ve Mierse (1983)	Gediz-Alaşehir Graben Sistemi orta bölümü	Sardis, Manisa	Roma ve Bizans	Sardis’teki farklı alan ve dönem yapılarındaki yangın ve deformasyonları belirleyerek basit bir olasılı kent depremi kronolojisi ortaya koyar	AV	MS 17 / 7. yy / 12. Yy / 16. ya da 17. yy
8	Ambraseys (1971)	Doğu Akdeniz Havzası	Batı Anadolu, özellikle Gediz Nehri ve çevresindeki MS 17 ve İstanbul’u etkileyen tarihsel deprem kayıtlarıyla,	atıtsel dönem depremlerinin ilişkisine değinen bölgesel ölçekli bir çalışma	MÖ 17 / İstanbul’u etkileyen depremler	TDK	
9	Bean (1971)	Büyük Menderes Grabeni ve doğu ucu	Tralleis, Hierapolis	Roma İmparatorluk	Sadece tarihsel kayıtlardan yola çıkarak	TDK	MÖ 27 ? – MS 14 Tralleis MS 60 Hierapolis
10	Naumann (1971)	Ermet – Gediz Fay Zonu	Aizanoi, Kütahya	-	Devrimsiz sütunlar ve hasar görmüş yapı duvarları	-	1970 Gediz Depremi
11	Ünal (1977)	Hittit, Hatti ve Ugarit bölgeleri ?	Ugarit, Samuğa (Kayalıpınar), Ninova	Geç Hittit	Hittit tabletlerinden ve literatürden yola çıkarak	AV	Hatti dönemi ? / MÖ 1365 / MÖ 1290
12	Rapp (1982 ve 1986)	Kuzey Anadolu Fay Zonu? Edremit Fay Zonu?	Troya, Çanakkale	Troya VI (~ MÖ 1800 -1300)	Troya VI tabakasındaki çeşitli yıkımlar	AV, TDK	MÖ 1365 ?
13	Karwiese (1985)	Küçük Menderes Graben Sistemi, Ege Denizi, Efes Fayı ?	Efes, İzmir	Roma	Teras evlerdeki 2. ev ile 6. ve 7. yerleşim birimlerindeki deformasyonların Gallienus dönemine ait nütüsmatik verileri ile farklı yapıların deprem sonrası kullanımındaki değişiklikler gibi veriler	AV, TDK	3. yy’in 3. çeyreği; MS 262 Ege Denizi depremi ?

EK 1 - devamı

14	Waelkens vd. (1990); Waelkens (1993)	Fethiye Burdur Fay Zonu, kuzeydoğu ucu,	Sagalassos, Burdur	Helenistik - Roma	Apollo Klarios Tapınağında olasılıklı deprem sonrası restorasyon, ? Roma Hamamı ve ? Helenistik su kemerlerindeki deformasyonlar	AV	MÖ 138-140
15	Altunel (1994)	Gediz-Alaşehir ve Büyük Menderes graben sistemlerinin doğu ucu		Roma	Kent içinden geçen aktif KB-GD hat boyunca arkeolojik yapılarda çeşitli deformasyonlar, sıcak su çıkışları ve travertenler vb.	AV, TDK, JMV	MS 60 ?
16	Altunel ve Barka (1996)	Hierapolis kırık zonu	Hierapolis, Denizli	Roma ve Bizans	Farklı dönem mimari yapılarındaki hasarlar	AV, TDK, JMV	MS 60 ve 1354 ?, 1702(1703) ?, 1717 ?
17	Ferrero (1997)	Gediz-Alaşehir ve Büyük Menderes graben sistemleri ?		Bizans	Dorik bina ve bazı Bizans yapılarının terk edilmesinden yola çıkarak	AV	7. yy başları ?
18	Hancock ve Altunel (1997)	Gediz-Alaşehir Graben Sistemi doğu ucu, Hierapolis Fay Zonu		Roma ve Bizans	Farklı dönem mimari yapılarındaki hasarlar	AV, TDK, JMV	MS 60 ve 4. yy ?, 7. yy ? ya da 14 yy ?
19	Altunel (1998)	Büyük Menderes Graben Sistemi batı bölümü	Priene, Aydın	Helenistik - Roma	Kutsal salon, cadde, agora ve Athena Tapınağı'ndaki deformasyonlar	AV, TDK, JMV	MS 12 yy ve sonrası deprem veya depremler
20	Altunel (2000)	Büyük Menderes Graben Sistemi	Priene ve Milet, Aydın	Helenistik - Roma	Milet ve Priene'deki bazı deformasyonlar	AV, TDK	~ MÖ 350 / MÖ 26-25 / MS 60
21	Hancock vd. (2000)	Hierapolis Fay Zonu	Hierapolis, Denizli	Roma ve Bizans	Farklı dönem mimari yapılarındaki hasarlar	AV, TDK, JMV	MS 60 dışında özel bir deprem zamanı verilmiyor
22	Waelkens vd. (2000)	Fethiye Burdur Fay Zonu kuzeydoğu ucu, Kırkkavak Fayı ?	Sagalassos, Burdur	Helenistik - Bizans	Neon Kütüphane zemini, Tiyyatro ve üst Agora başta olmak üzere diğer mimari yapılar	AV, JV	MS 1.yy ikinci yarısı / MS 3. yy. ortaları/ MS 6. yy. ilk çeyreği / MS 7. yy ortaları en az 4 deprem
23	Altunel vd. (2001)	Gediz ve Küçük Menderes graben sistemleri	Efes, Sardis ve Philadelphia	Baskın olarak Roma	3 antik kent için çeşitli mimari yapılarındaki deformasyonlar ve çeşitli tamiratlar	AV, JV	MS 17 / MS 4. yy ? / 1595 / 1928 / 1969
24	Akyüz ve Altunel (2001)	Burdur - Fethiye Fay Zonu, Kibyra Fay Zonu	Kibyra, Burdur	Roma ve Bizans	Stadyum ve kentteki diğer mimari yapılarındaki hasarlar	AV, TDK, JMV	MS 417
25	Altunel vd. (2003)	Dağca Yanımadası, Knidos Fayı	Knidos, Muğla	Helenistik - Bizans	Afrodite Tapınağı ve Demeter kutsal alanı başta olmak üzere kentteki farklı dönemlere ait mimari yapılarındaki deformasyonlar	AV, TDK, JMV	MÖ 2. - 3. yy arası / MS 459
26	Greenewalt (2003; 2006; 2007) Drahor (2006)	Gediz-Alaşehir Graben Sistemi orta bölümü	Sardis, Manisa	Roma ve Bizans	Alan 55'deki mimari yapıları yıkan bir olası yüzey faylanması adı izler	AV	MS 7.yy veya sonrası
27	Sintubin vd. (2003)	Fethiye Burdur Fay Zonu, kuzeydoğu ucu, Isparta-Eğirdir Fay Zonu ? / Ağlasun, dağ özü ?	Sagalassos, Burdur	Helenistik - Bizans	Alan 55'de uygulanan jeofizik yöntemler	JV	
28	Şimşek ve Ceylan (2003)	Gediz-Alaşehir ve Büyük Menderes graben sistemlerinin doğu ucu	Laodikya, Denizli	-	Kentin farklı mimari yapılarındaki hasarlar	AV, JMV	MS 6. yy başı / MS 7. yy ortası
					Tarihsel ve arkeolojik verilerden yola çıkarak bir çok depremin kenti etkilediğini vurgular	TDK, AV	MÖ 27/ MS 47/ MS 60 / 3. yy sonu 4. yy başı / MS 494

EK 1 - devamı

29	Ferry vd. (2004)	Kuzey Anadolu Fay Zonu, İzmit Segmenti	Nicaea, İzmit	Osmanlı su kanalı	Gömütlü bir Osmanlı dönemi su kanalının yer değiştirme verileri	JV	MS 1591 sonrası 3 deprem
30	Similox-Tohon vd. (2004)	Fethiye Burdur Fay Zonu kuzeydoğu ucu, Sagalassos içinden geçen reaktif aktif normal fay ?	Sagalassos, Burdur	Helenistik-Bizans	6 adet rezistivite hatı üzerindeki yorumlamalar	JV, AV, JMV	MS 7. yy ortası
31	Similox-Tohon vd. (2005)			Bizans	Hendek tabanlı arkeosimolojik veriler	AV, JMV Problemli U/Th	MS 6. ya da 7. yy depremi
32	Birinci (2006)	Pamukkale Fayı, Hierapolis Fay Zonu	Hierapolis, Denizli	Roma ve sonrası	Arkeolojik yapılar ve traverten kanallarındaki jeolojik gözlemler	AV, JMV, TDK	MS 60 / MS 494 / MS 7. yy / MS 1354
	Negri ve Leucci (2006)	Hierapolis Fay Zonu ?		Helenistik - Roma	Apollo Tapınağı altında bütünlüklü jeofiziksel yöntemlerle belirlenmiş aktif normal fay	AV, JV	Özel bir deprem belirtilmiyor
33	Similox-Tohon vd. (2006)	Fethiye Burdur Fay Zonu kuzeydoğu ucu, Tiyatro ve Nekropol fay segmentleri ?	Sagalassos, Burdur	Helenistik - Bizans	Birçok teknik kullanarak, bütün veriler birleştirilerek bir yoruma gidiliyor	AV, JMV, JV, D	~ MS 500 / 7. yy ortası veya ikinci yarısı
34	Karabacak (2007)	Ölü Deniz Fay Zonu kuzey uzanımı, Hacipaşa ve Karasu fayları	Höyük, antik yol, kale gibi yapılar, Antakya	Hitit öncesi, Hitit ve Geç Roma	Aletsel ölçüm yöntemleri (jeofizik ve jeodezik) kullanılarak höyük, antik yol, kale gibi yapılarıdaki deformasyon analizleri	AV, JMV, JV, D, RC	MS 526 / MS 859 / MS 1408 / MS 1822 / MS 1872
35	Piccardi (2007)	Hierapolis Fay Zonu	Hierapolis ve Colossae, Denizli	Roma İmparatorluk	Nymphaeum, Plutonium üzerindeki deformasyonlar, tektonik veriler ile tarihsel/mitolojik verilerin denestirilmesi	AV, TDK, JMV	MS 60
36	Sintubin ve Stewart (2008)	Fethiye Burdur Fay Zonu kuzeydoğu ucu	Sagalassos, Burdur	Helenistik - Bizans	Kenite daha önce yapılmış arkeosimoloji çalışmalarının verilerini derleyerek, uygulamada Arkeosimik Kalite Faktörü (AKF) şeklinde yeni bir ölçüm metodu öneriyorlar.		Sagalassos'taki deprem hipotezinin bazı zayıflık ve belirsizlik içerdiğini ve yeniden değerlendirilmesi gerektiğini belirtiyorlar
37	Akan (2009), Akan vd. (2012)	Rhodiapolis Fayı ?	Rhodiapolis, Antalya	Helenistik ve Roma	Çeşitli arkeolojik yapılarıdaki deformasyonlar	AV, JMV	MS 141 / MS 7. yy
38	Altunel vd. (2009)	Ölü Deniz Fay Zonu kuzey uzanımı, Hacipaşa Segmenti	Amik Ovası, Antakya	Hitit öncesi ve Hitit	Fay tarafından kesilerek ötelenen ~ MÖ 5000'e tarihlenen bir höyük yerleşimi ve ~ MÖ 2000'e tarihlenen antik yol	AV, JMV, JV, D	MS 1408 / MS 1872
39	Çetin-Yarıtaş (2009)	Termessos Fayı	Termessos, Antalya	Roma ?	Tiyatro, hamam, Korint Tapınağı vb. mimari yapılarıdaki deformasyonlar	AV, JMV	?
40	Yalçın (2009)	Büyük Menderes Graben Sistemi	Graben kuzeyindeki arkeolojik yapılar	Roma - Osmanlı	Ramazan Paşa Köprüsü, Roma yol ve duvarında ötelemeler	JV, JMV	-
41	Perinçek vd. (2010)	Kuzey Anadolu Fay Zonu	Yemikapi, İstanbul	Bizans	Tsunami ve gemi batığı bulguları	AV, JMV, RC	MS 557
42	Hinzen vd. (2010)	Fethiye Burdur Fay Zonu ?	Pınara, Muğla	Klasik Dönem	Artumpara Lahdi üzerinde deformasyon analizleri	AV, D	?
43	Yerli vd. (2010)			Klasik - Bizans	Roma Tiyatrosu üzerindeki deformasyonlar	AV, D	?
44	Yönlü vd. (2010)	Büyük Menderes Graben Sistemi batı bölümü	Ramazanpaşa Köprüsü, Priene, Aydın	Helenistik - Osmanlı	Kent içindeki farklı mimari yapılar ve Osmanlı köprüsü üzerindeki deformasyonlar	AV, JMV, D	MS 1846

EK 1 - devamı

45	Karabacak (2011)	Fethiye Burdur Fay Zonu, Kıbrya Segmenti	Kıbrya, Burdur	Helenistik – Roma-Bizans	Stadyum, Tiyatro başta olmak üzere diğer mimari yapılarıdaki deformasyonlar	AV, JMV, JV, D, TDK	MS 417 / MS 7.yy sonrası
46	Yerli vd. (2011)	Fethiye Burdur Fay Zonu	Pınara, Muğla	Klasik - Bizans	Arkeosismolojik mantık ağacı yöntem dizisini kent için test ediyorlar. Arkeosismik Kalite Faktörü (AKF) ortaya koyuyorlar. Bölgenin varsayılan düşük sismik tehlike potansiyelinin ciddi şekilde yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini vurguluyorlar		
47	Tokmak (2012)	Batı Anadolu	Çeşitli antik kentler	Aktif faylar ve depremsellik ile antik kentlerin kurulduğu lokasyonlardaki morfolojik, litolojik ve uzaklık / yoğunluk parametreleri arasındaki bağlantılar inceleniyor			
48	Yönlü (2012)	Doğu Anadolu Fay Zonu güneybatı uzanımı	Anavarza, Kastabala, Toprakale, Ayas, Magarsos	Roma	Farklı arkeolojik dönemlere ait mimari yapılarıdaki deformasyonlar	AV, JMV, JV, D, TDK, RC, L	?
49	Altınok vd. (2012)	Kütahya Fay Zonu	Seyitömer Höyüğü, Kütahya	Neolitik – Bronz	Seyitömer Höyüğü ve hendek tabanlı paleosismolojik veriler	AV, JMV, D, L	~ MÖ 6000 / ~ MÖ 1800
50	Bony vd. (2012)	Kuzey Anadolu Fay Zonu	Yenikapı, İstanbul	Bizans	Tsunami ve gemi batığı bulguları	AV, JMV, RC	MS 557
51	Kürçer vd. (2012)	Troya ve Kumkale fayları	Troya, Çanakkale	-	Hendek tabanlı paleosismolojik bulgular	RC	> MÖ 760 / MS 130 – MS 780 / MS 1000 – MS 1300; 3 ya da 2 deprem
52	Hinzen vd. (2013a,b)	Fethiye Burdur Fay Zonu ?	Pınara, Muğla	Roma	Roma tiyatrosu ve mozolesindeki deformasyonlar	AV, D	Deformasyon analizi ve depremin sayısal verileri
53	Karabacak vd. (2013)	Fethiye Burdur Fay Zonu	Kıbrya, Burdur	Roma	Stadyum ve diğer mimari yapılarıdaki deformasyonlar	AV, JMV, L	MS 10. yy – 11. yy
54	Passchier vd. (2013)	Büyük Menderes Graben Sistemi, İşme Tepe Fayı	Efes güneyi, Kuşadası	Roma İmparatorluk	Roma su kanallarında düşey yönde 3 m'yi geçen ötelenme	AV ve yıllık karbonat laminasyonu	MS 2 yy ikinci yarısı sonrası, olası 178
55	Sögüt (2014)	Muğla ve Yatağan fayları ?	Stratonikeia, Muğla	Bizans	Kent caddesinin çökmesi	AV	Cadde MS 4-5. yy'da yeniden inşa edilmiştir ?
56	Aydan ve Kumsar (2015)	Batı Anadolu Bölgesi normal fayları ?	Magnesia, Efes, Sardis, Smyrna Agora	-	Farklı kentlerdeki farklı mimari yapılarıdaki deformasyonlar	AV, TDK	MS 17 / MS 10. yy
57	Benjeloun vd. (2015)	Ölü Deniz Fay Zonu kuzey uzanımı yakınları, Antakya-Samandağ koridoru	Antioch su kanalları, Antakya	Roma	Antik su kanallarının deformasyonu ve restorasyonu	AV, D, RC, PM	?
58	Buchwald ve McClanan (2015)	Gediz-Alaşehir Graben Sistemi orta bölümü	Sardis, Manisa	Bizans	E Klisesi'nin yıkımını depreme bağlayarak, tarihsel deprem verilerindeki 1595 depremi ile ilişkilendirir	AV, TDK	MS 1595
59	Cahill (2016 ve 2019)	Gediz-Alaşehir Graben Sistemi orta bölümü	Sardis, Manisa	Roma	Antikal kemerli yapının yıkılmasını ve tak bölümünün düşemeye çarparak iz bıraktığını belirtir Alan 55'deki deformasyonlar	AV	?
60	Kumsar vd. (2016)	Pamukkale Fay Zonu ve Laodikya Fayı	Hierapolis ve Laodikya, Denizli	Roma - Bizans	KD ve GB doğrultulu yıkılmış duvar ve kolonlar ile yüzey kırığından etkilenmiş su kanalları	AV, TDK	Muhtemelen erken MS 6. yy dan sonraki bir deprem MS 7 yy başlarına ait 1 deprem
61	Drahor vd. (2016 ve 2017)	Amasya Makaslama Zonu ?	Şapinuwa, Çorum	Orta Hitit	Olasılı orta Hitit binalarında sistematik deformasyonlar	AV, JV, JMV	MÖ 14 yy sonrası deprem veya depremleri ?

EK 1 - devamı

62	Karabacak (2016)	Muğla Fayı	Lagina kutsal alanı, Stratonikeya antik kenti, Muğla	Roma – Erken Bizans	Propylon, Sunaki Stoa, Tapınak ve Şapel üzerindeki deformasyonlar	AV, JMV, RC, L	MS 4.yy hemen sonrası
63	Bachmann vd. (2017)	Batı Anadolu ve/veya Ege Denizi fayları ?	Pergamon, İzmir	Roma	Akrapol'deki Z binası Oda 4'de gözlemlendiği bazı yıkımlar	AV	MS 178 olma olasılığı belirtiliyor
	Pinson (2017)				Kentteki birçok değişiklik ve yerleşim faaliyetlerindeki dönüş		
64	Benjelloun (2017)	Kuzey Anadolu Fay Zonu, Orta Kolu	Nicaea, İznik	Helenistik - Bizans	Farklı mimari yapılarıdaki deformasyon öğeleri ve çalışmadaki farklı verilerin birleştirilmesi ve yorumlanması	AV, JMV, D, RC, K	AV: MS 3. yy / MS 13. yy / MS 15. yy ortası sonrası Tarihlenen: MS 527 – MS 787 / MS 858 – MS 1097
65	Stewart ve Piccardi (2017)	Ege Bölgesi ve Yunanistan	Efes, Hierapolis, Delphi, Knidos vb.	Bronz – Bizans	Bazı mimari yapılarıdaki çeşitli deformasyonlar	AV, JMV	Çeşitli depremlere literatürden alıntılar mevcut
66	Benjelloun vd. (2018)	Kuzey Anadolu Fay Zonu, Orta Kolu	Nicaea su kanalları, İznik	Roma - Modern	Yapılarıdaki tamiratlardan yola çıkarak yapılan yorumlamalar	AV, JMV, JV	MS 1065 ?
67	Softa vd. (2018)	Kale ve Kekova fayları ?	Myra, Antalya	Klasik - Bizans	Liman ve Tiyatro çevresindeki mimari yapılarıdaki deformasyonlar	AV, JMV, TDK	MS 141 ? / MS 240 ? / MS 344 ?
68	Sümer vd. (2019)	Amasya Makaslama Zonu ?	Haftuşa, Çorum	Erken Hitit	Buyuk Tapınakta sistemantik deformasyon izleri	AV, JMV	MÖ 16 yy sonrası deprem veya depremleri ?
69	Hallmannsecker (2020)	Batı Anadolu	Sardis, Manisa	Roma	Sardis'te bulunan bir yazıt üzerinden MS 17 depremine yaklaşım gösteriliyor	AV	MS 17
70	Barış vd. (2021)	Kuzey Anadolu Fay Zonu, Kuzey Kolu	Bathonea, Küçükçekmece Gölü, İstanbul	Geç Roma – Erken Bizans	Sarıç ve tünellerdeki deformasyonlar	AV, JV, TDK, D	MS 6. yy depremleri
71	Altunel ve Pınar (2021)	Ege Denizi Kuşadası Körfezi, ? Efes Fayı	Efes, İzmir	Roma ?	Yamaç evler, Celsius Kütüphanesi ve Domitian Tapınağı'ndaki olası deformasyonlar	AV	-
72	Benjelloun vd. (2021)	Kuzey Anadolu Fay Zonu, Orta Kolu	Nicaea, İznik	Roma - Osmanlı	Savunma duvarları, kuleler, Yeşilcamii ve farklı mimari yapılarıdaki deformasyonlar ve tamiratların tarihlendirilmesi; ayrıca bu çalışmada hasarlar (EAEs) göre değerlendirilmektedir	AV, JMV, D, RC	MS 1331 öncesi ve sonrası 3 farklı deprem olasılığı
73	Sümer vd. (2022)	Gediz-Alaşehir Graben Sistemi orta bölümü	Sardis, Manisa	Roma - Bizans	Kendi gözlemleri, literatürdeki veriler ve tarihsel deprem katalogu verilerini değerlendiren bir yaklaşım yapılar	AV, TDK	MS 17 / erken 7. yy (?) / 1595 / 1771 / 1845
74	Sümer vd. (2021) ve Drahor vd. (2023)	Amasya Makaslama Zonu ? ve / veya Kuzey Anadolu Fay Zonu ?	Haftuşa ve Şapinuwa, Çorum	Hitit	Haftuşa ve Şapinuwa kentlerindeki deformasyonları kent içindeki mimari yapıların tarihine göre görece bir yaklaşım yapılar.	AV	MÖ 15 - 14 yy sonrası deprem veya depremleri ?