

Güneydoğu Türkiye’de Arkeoloji ve Barajlar: Mevcut Belgelemeyi İyileştirmek İçin Su Tutma Sonrası Hasar Değerlendirme Uygulanması ve Kültürel Mirası Koruma Stratejileri

Prof. Dr. Nicolò MARCHETTI

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0040-5115>

Bologna Üniversitesi, Tarih ve Kültür Bölümü, Bologna - İTALYA

Prof. Dr. Gabriele BITELLI

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6118-6000>

Bologna Üniversitesi, İnşaat, Kimya, Çevre ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Bologna - İTALYA

Dr. Francesca FRANCI

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9925-4075>

Bologna Üniversitesi, İnşaat, Kimya, Çevre ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Bologna - İTALYA

Dr. Öğr. Üyesi Atıla TÜRKER

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3893-4135>

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Samsun - TÜRKİYE

Dr. Federico ZAINA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1525-1462>

Bologna Üniversitesi, Tarih ve Kültür Bölümü, Bologna - İTALYA

Makale Geçmişi

Geliş: 13.03.2020

Kabul: 15.09.2020

On-line Yayın: 30.09.2020

Anahtar Kelimeler

Barajlar

Türkiye

Arkeolojik Sitler

Kültürel Miras

Landsat Görüntüleri

Politikalar

Araştırma Makalesi

DOI:

<http://dx.doi.org/10.29228/JASSS.42128>

Öz

Barajların inşaatı ve kültürel miras üzerindeki etkileri, iklim değişikliği ve dar odaklı kalkınma politikaları zamanla giderek büyüyen bir sorundur. Biz burada Türkiye'nin güneydoğusundaki Orta Fırat Vadisi'nde üç büyük barajın (Atatürk, Birecik ve Karkamış) temsil ettiği örnek bir olayı analiz ediyoruz. Barajların arkeolojik alanlar üzerindeki etkisini ölçmek için "Su Tutma Sonrası Hasar Değerlendirmesi" (SSHD) uyguladık. SSHD'miz, Landsat uydusu görüntülerinin çoklu-geçici modelinin çapraz korelasyonunu kullanarak coğrafi olarak mekânsal konumlarının belirlenmesi ve survey ile kazılardan elde edilen arkeolojik verilerin analizinden oluşur: Özellikle önemli kültürel peyzajın kaybına ilişkin eşi görülmemiş ayrıntılı bir gözden geçirme sağlar ve aynı zamanda su tutma öncesi arkeolojik araştırmaların ve kazıların sınırlı doğruluğunu vurgular. Son olarak, yitip giden ve barajlar tarafından tehdit edilen kültürel peyzajları hedefleyen arkeolojik kurtarma projelerinin gelecekteki tasarımlarını geliştirmek için etkili bir yöntem, kritik bir araç ve daha iyi belgelenmiş bir kültürel miras arşivine hızlı ulaşılabilme önerileri sunuyoruz. Özellikle, mevcut mirasın kültürel mirasın tanımlanması, belgelenmesi ve korunmasıyla ilgili yönergeler sağlayan özel çalışma protokolleri ve mevcut mevzuatların güçlendirilmesi ihtiyacının olduğunu görüyoruz. Bu protokoller devlet tarafından desteklenmeli ve Dünya Bankası, Uluslararası Para Fonu, Asya Kalkınma Bankası veya Amerika Kalkınma Bankası gibi barajların inşaatında yer alan organlar tarafından uygulanmalıdır. Tüm çalışmanın kalitesini izlemek için Türk hükümeti, teklif aşamasından son protokolün tamamlanmasına kadar çeşitli projeleri izlemek amacıyla miras alanında uluslararası uzmanlardan oluşan bir komisyon oluşturmalıdır.

Atıf Bilgisi / Reference Information

Marchetti, N.; Bitelli, G.; Franci, F.; Türker, A. ve Zaina, F. (2020). Güneydoğu Türkiye’de Arkeoloji ve Barajlar: Mevcut Belgelemeyi İyileştirmek İçin Su Tutma Sonrası Hasar Değerlendirme Uygulanması ve Kültürel Mirası Koruma Stratejileri. *Jass Studies-The Journal of Academic Social Science Studies*, Number: 81, Autumn, p. 491-504.

Archaeology and Dams in South-Eastern Turkey: Applying Post-Flooding Damage Assessment to Improve Current Documentation and Safeguarding Strategies on Cultural Heritage

Prof. Dr. Nicolò MARCHETTI

Department of History and Cultures, University of Bologna, Bologna -ITALY

Prof. Dr. Gabriele BITELLI

University of Bologna, Department of Civil, Chemical, Environmental and Materials Engineering, Bologna - ITALY

Dr. Francesca FRANCI

University of Bologna, Department of Civil, Chemical, Environmental and Materials Engineering, Bologna - ITALY

Asst. Prof. Dr. Atila TÜRKER

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Archaeology, Samsun – TURKEY

Dr. Federico ZAINA

University of Bologna, Department of History and Cultures, Bologna - ITALY

Article History

Submitted: 13.03.2020

Accepted: 15.09.2020

Published Online: 30.09.2020

Key Words

Dams

Turkey

Archaeological Sites

Cultural Heritage

Landsat Imagery

Policies

Research Article

DOI:

<http://dx.doi.org/10.29228/JASSS.42128>

Abstract

The construction of dams and their impact on cultural heritage are an ever-expanding problem, the more so in times of climate change and narrowly focused development policies. We analyze here a case study represented by three major reservoirs in the Middle Euphrates valley in southeastern Turkey (Atatürk, Birecik and Karkamış). We applied Post-Flooding Damage Assessment (PFDA) to evaluate the impact of dams on archaeological sites. Our PFDA consists of the analysis of cross-correlation of multi-temporal Landsat imagery, geographical spatial datasets and archaeological data from surveys and excavations: it provides an unprecedented, detailed overview of the loss of especially significant cultural landscapes, and also highlights the limited accuracy of pre-flooding archaeological surveys and excavations. Finally, we suggest an efficient methodology, a critical tool and recommendations for improving future designs of rescue archaeological projects targeting endangered cultural landscapes, with an immediately achievable target of a better-documented cultural heritage threatened by dams. In particular, we see a need to strengthen the existing legislation with specific working protocols providing guidelines on the identification, documentation and safeguard of the cultural heritage. These protocols must be supported by the state, which in turn must require their implementation by the bodies involved in the construction of the dams, such as the World Bank, the International Monetary Fund, the Asian Development Bank or the Inter-American Development Bank. In order to monitor the quality of whole work, the Turkish government should create a commission of international experts in the field of heritage with the purpose of monitoring the various projects from the proposal phase to completion of the last protocol.

1. GİRİŞ

Kalkınmanın, genellikle doğal ve kültürel mirasın da dâhil olduğu tarihi peyzajların yok edilmesine sebep olduğu bilinen bir gerçektir. Özellikle baraj ve su ile ilgili büyük altyapı tesisi gibi inşaatlar, günümüzde arkeolojik alanları ve anıtları etkileyen önemli tehditlerden birini temsil etmektedir (Marchetti, Curci, Gatto, Mühl, Nicolini and Zaina 2019; Zaina, 2019). Bugün, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkeleri (bundan sonra ODKA) Mısır, Etiyopya, İran, Irak, Sudan ve Türkiye’de planlanan veya inşaa edilen günümüzün en büyük baraj projelerine tanıklık edilmektedir.

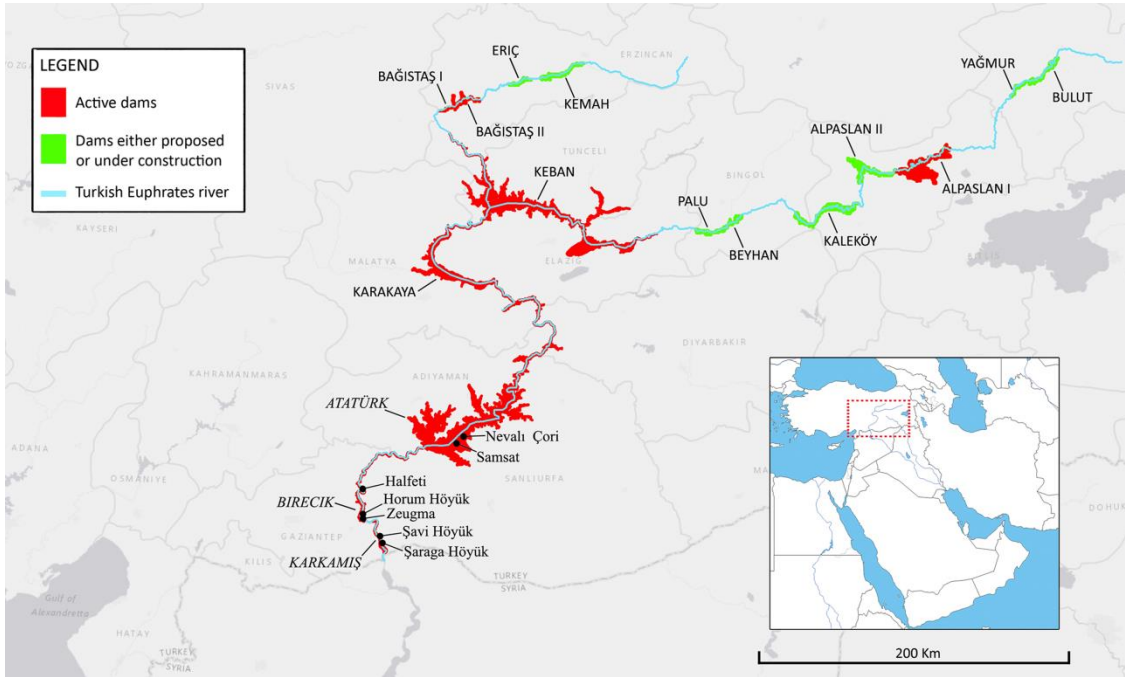
Bu barajların olumsuz etkisi günümüzde daha belirgin hale gelmekte, bu konudaki farkındalık dünya çapında artmaktadır. Akademik yayınlar, sosyal medya, gazeteler ve sivil toplum (<https://blueheart.patagonia.com/intl/en/>) sayesinde bilginin yayılması, barajların getirdiği zararlara ilişkin eleştiriler konusundaki uzlaşmayı sürekli arttırmaktadır. ODKA ülkelerinde barajların ve rezervuarlarının inşası, esas olarak nüfusun yer değiştirmesi, çevresel etki ve jeopolitik konulara odaklanan akademik dünyada çok sayıda çalışmanın ortaya çıkmasına neden olmuştur (Akyürek, 2005; Dissard, 2011; Gammal, Salem, and El Gammal 2010). Bu çalışmalar ve çok sayıdaki sivil hareketler, Dünya Bankası (World Bank, 2014) gibi uluslararası kurumların da dâhil olduğu fon organlarının ve Türk devletinin yaptığı gibi (Komurcu, 2002; Shoup, 2006), bireysel hükümetler tarafından baraj yapımından kaynaklanan hasarları azaltma politikalarının iyileştirilmesine katkıda bulunmuştur.

Bunlara karşın, baraj inşaatlarının neden olduğu kültürel mirasa yönelik tehditle ilgili tartışmalar sosyal, politik ve bilimsel gündemde çok az ilgi görmektedir. Son zamanlarda tartışıldığı üzere (Marchetti vd. 2019), tehdit altında bulunan mirasa ilişkin akademik, kurumsal ve popüler düzeylerde farkındalık ve koruma girişimleri, genellikle, çok bilinen alanlar ve anıtların, Türkiye’deki Samsat (Atatürk Barajı) (Serdaroğlu, 1975; Özdoğan, 1977), Zeugma ve Halfeti (her ikisi de Birecik Barajı Gölü’nde) (Algaze, Breuninger and Knudstad, 1994) veya Hasankeyf (Ilısu Barajı) (Tuna, Öztürk, ve Velibeyoğlu 2001; Tuna and Doonan, 2004; Tuna, Halgh ve Velibeyoğlu, 2011), Mısır’daki Philae ve Abu Simbel tapınaklarında (her ikisi de Aswan Barajı suları altında) (Adams, 1977; Dezzi Bardeschi, 2002) olduğu gibi, barajlar tarafından tehdit edilmesiyle ortaya çıkmıştır. Üstelik barajlar doldurulduktan sonra etkisini analiz etmeye çalışan az sayıdaki çalışmalardan sadece birkaçı nicel veriler (Hafsaas-Tsakos, 2011; Shoup, 2006) sunmuş ve tartışılmış (Marchetti vd. 2019; Zaina, 2019), bundan dolayı da tehdit veya yıkım derecesini doğru tahmin etmek zorlaşmıştır. Sonuç olarak, günümüzde kültürel mirasın tahrip edilmesi Dünya Baraj Komisyonu (2000) gibi uluslararası kurumlar tarafından bir sorun olarak kabul edilse de, mevcut ulusal (Türkiye için bkz. Akyürek, 2005; Komurcu, 2002) ve uluslararası düzenlemeler (Brand and Hassan, 2000; World Bank, 1986; 2006; World Bank/UNESCO, 2011; 2017) hâlâ çok sınırlı ve genellikle belirsizdir; bu, etkinliklerini tatmin edici olmaktan çok uzak tutmaktadır (Komurcu, 2002; Dünya Bankası, Uluslararası Para Fonu, Asya Kalkınma Bankası ve Amerika Kalkınma Bankası).

ODKA ülkelerinde yok olmakta olan mirası belgelemek ve korumak için hem kamu hem de özel kuruluşlar tarafından uygulamaya konan mevcut stratejiler için su tutma öncesi risk analizi yanı sıra survey gibi arkeolojik araştırmalar ve seçilen alanlarda yapılan arkeolojik kazılar, bazı durumlarda ise yerinde koruma veya yerini değiştirme gibi çeşitli (ve değişken doğrulukta) saha faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte henüz paylaşılan bir protokol yoktur ve çoğu durumda yukarıda belirtilen faaliyetlerin sadece bir kısmı gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak, şimdiye kadar doldurulduktan sonra ortaya çıkan rezervuarın etkisini analiz eden su tutma sonrası kapsamlı bir hasar değerlendirilmesi de sonuçlandırılmamıştır. Bu tür ödevler, su tutma öncesi faaliyetlerin verimliliği için, özellikle de değerli geri bildirimler sunması bakımından çok yararlıdır. Bu nedenle ODKA barajlarının neden olduğu zararların gerçek kapsamı hala belirsizliğini korumaktadır. Bu esaslara dayanarak ve su altında kalan arkeolojik alanları göz önüne alarak -bu çalışmada vurgulandığı üzere-,

sahaların belgelenmesi ve korunması için su tutma öncesi yöntemlerin yeterli bir şekilde uygulanmadığını ve sonuçlarının sadece parçalar halinde yayınlandığını ve aslında verilen hasar derecesi hakkında kapsamlı bir anlayışın ortaya konmadığını söyleyebiliriz. Bu varsayımı doğrulamak, arkeolojik alanlar ve anıtlar üzerinde mevcut su tutma öncesi belgeleme stratejilerinin etkinlik derecesini belirlemek için "Su Tutma Sonrası Hasar Değerlendirmesini" (bundan sonra SSHD) geliştirdik.

Argümanlarımızı ve yöntemimizi sınamak için günümüzde büyük ölçüde Türk Fırat Vadisi'nin çok az kilometresinde bozulmadan bırakılmış olan Bağıştaş I, Bağıştaş II, Alpaslan I, Beyhan, Keban, Karakaya, Atatürk, Birecik ve Karkamış havzalarını seçtik (Şekil 1). SSHD'miz için Atatürk, Birecik ve Karkamış barajları hem coğrafi hem de arkeolojik veri kümeleri sayesinde sağlam bir niceliksel dizin oluşturmamızı sağlayan bilgi toplamada öncelikli olmuştur. Arkeolojik veriler, barajların arkeolojik alanlar üzerindeki etkisine ışık tutması için Landsat uydu görüntülerinin çoklu-geçici çapraz korelasyonunu sayesinde kronolojik değişimini gösterdi. Daha sonra ortaya çıkan verileri, yani arkeolojik alanları ve anıtları belgelemek için uygulanan yöntemi, geri bildirim sağlaması için kullandık. Bunların sonucunda belgelemeyi geliştirmek ve stratejileri korumak için tavsiyeler öneriyoruz. Araştırmamızın sunduğu kanıtlar, kalkınma projeleri tarafından ortaya konan mirasa yönelik tehlike ve bunun sonucunda ortaya çıkan uygun belgeleme protokollerine duyulan ihtiyaç konusunda farkındalığın artmasına katkıda bulunacaktır. Bir yandan etkilenen bölgelerdeki arkeolojik kanıtların gelecekteki değerlendirmelerinde bir uyarı unsuru, diğer yandan politika yapımcılar için ek bir kritik ve pratik bir araç olarak hizmet edebilir.



Şekil 1: Metinde bahsedilen Türk Fıratı'ndaki tüm barajları gösteren harita: Analiz edilen üç çalışma örneği italik gösterilmiştir.

2. UZAKTAN ALGILAMA VE CBS YOLUYLA BARAJLARIN ARKEOLOJİK MİRAS ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN BELGELENMESİ

Sinoptik görünümü ve tekrarlanabilirliği sayesinde uzaktan uydu algılaması küresel, bölgesel ve

yerel ölçekte çevresel değişiklikleri izlemek için güçlü ve etkili bir yol sunar (Ban, 2017; Kuenzer, Dech and Wagner, 2015). Bugün hem doğal hem de beşerî nedenlerin bir sonucu olarak dünya yüzeyinin geniş alanlarında meydana gelen değişiklikleri takip etmek, yorumlamak ve böylece karar vericilerin daha iyi peyzaj yönetimi sağlamalarını desteklemek için en uygun araç olabilir. Değişiklikler deprem, sel, heyelan, tsunami, kasırga vb felaketler gibi (Dong and Shan, 2013; Franci, Boccardo, Mandanici, Roveri and & Bitelli, 2016) ani veya arazi kullanımı, kentleşme ve toprak yalıtımı, altyapı geliştirme, ormansızlaşma, çölleşme, yükselen deniz seviyeleri, eriyen buzullar ve iklim değişikliği fenomenlerinde olduğu gibi (yıllara veya on yıllara yayılmış) (Casciere, Franci and Bitelli, 2014; Franci, Mandanici and & Bitelli, 2015; Zanchetta and Bitelli, 2017) kademeli olabilir.

Optik ve radar sensörleriyle donatılmış çok sayıda dünya gözlem uydusu, son on yılda farklı özelliklere sahip çok sayıda çoklu-geçici model verisi sağlamaya başladı. Mekânsal, radyometrik, spektral ve zamansal çözünürlüğün sürekli iyileştirilmesi, artan uygulama spektrumu için görüntü zaman serisini işlemeye olan ilgiyi önemli ölçüde arttırmıştır.

Otomatik veya yarı otomatik sınıflandırma teknikleri sayesinde çok boyutlu görüntülerden bölgesel çalışmalar için uygun bir ölçekte arazi örtüsünün tematik bir temsilini elde etmek mümkündür. Uygun şekilde coğrafi referans verildiğinde, orijinal görüntüler veya türetilmiş tematik haritalarla bir CBS ortamında gerçekleştirilen değişim analizi prosedürü için bir temel sağlayabilir. CBS, farklı içeriklere sahip değişik katmanları üst üste bindirerek, zaman içinde meydana gelen olaylar ile fenomenler arasındaki ilişkilerin uzamsal bir değerlendirmesini sağlar.

Uzaktan algılama çok çeşitli multidisipliner uygulamalar bulmuştur. Bunlar arasında arkeolojideki kullanımı, giderek daha ilginç ve umut verici hale geliyor (Cerra, Plank, Lysandrou and Tian, 2016; Lasaponara and Masini, 2012). Uzaktan algılamanın arkeolojik araştırmalara uygulanması arasında bazen erişilemeyen geniş alanların haritalanması ve belgelenmesi, yeni alanların keşfi, arkeolojik özelliklerinin tanımlanması, saha izleme ve koruma ile jeofizik araştırmaların bütünleşmesi yer almaktadır (Giardino, 2011).

Bu yazıda, bu teknolojiyi Türkiye'nin güneydoğusundaki su rezervuarları tarafından birkaç on yıl boyunca su basmış olan Orta Fırat Vadisi'nde, barajların gelişmesiyle arkeolojik alanların yok edilmesi arasındaki ilişkiyi araştırmak için bir araç olarak kullanıyoruz.

2.1. Çalışma Alanı ve Önceki Arkeolojik Alan Çalışmaları

1970'lerin sonundan bu yana, Türk hükümeti tarafından GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) imar planı bağlamında teşvik edilen ekonomik kalkınma stratejileri, daha önce düşük gelirli olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde önemli gelişmeler sağlamıştır (Altınbilek and Tortajada, 2012; GAP-RDA, 1997). Bu, bölgenin ana nehirleri ve bazı kolları boyunca barajlar ve su rezervuarları ağı da dâhil olmak üzere, çeşitli orta ve uzun vadeli eylemlerde sonuç elde edilmesini sağlamış, özellikle tarım arazileri ve enerji üretiminde bir artış olması durumunu meydana getirmiştir (Biswas and Tortajada, 1997). Bununla birlikte bölgenin doğal ve kültürel peyzajı üzerinde de projelerin çarpıcı bir etkisi olmuştur. En somut etkiler arasında köyleri sular altında kalmasıyla binlerce insanın taşınması, doğal çevrenin büyük ölçüde değiştirilmesi ve yüzlerce arkeolojik alanın suyla dolup taşması vardır.

Bu makalede ele alınan üç baraj (Atatürk, Birecik ve Karkamış), Türkiye'nin güneydoğusunda Adıyaman, Şanlıurfa ve Gaziantep'in idari illerinde Fırat nehri boyunca yer almaktadır (Tablo 1).

Baraj Adı	Başlangıç-Bitiş	Baraj Yüksekliği	Rezervuar Büyüklüğü	Rezervuar Hacmi	Enerji Üretimi	Sulanan Alan
Atatürk	1983-1992	169 m	817 Km ²	48,700 hm ³	8,900 GWh	872,385 ha
Birecik	1985-2000	63 m	56 Km ²	1,220 hm ³	2,518 GWh	92,700 ha
Karkamış	1996-2000	21 m	28 Km ²	157 hm ³	652 GWh	-

Tablo 1: Bu yazıda ele alınan üç Türk barajına ilişkin teknik veriler (DSİ 2014).

2.1.1. Atatürk Barajı

Atatürk Barajı Fırat Nehri üzerinde, Adıyaman ve Şanlıurfa illeri arasındaki sınırda yer almaktadır. İnşaatı 1983 yılında başlamış ve 1990 yılında tamamlanmış olup, baraj gölünün doldurulmasıyla Türkiye'nin üçüncü büyük gölünü oluşturarak 1992 yılında hizmete girmiştir (DSİ, 2009; GAP-RDA, 1997). Bilinen faydalarının yanı sıra Atatürk Barajı, Fırat Nehri Vadisi'nin yaklaşık 170 km'lik uzunluğu boyunca yerel nüfus, çevre ve kültürel miras üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Açka vd. 2013: 102; Bismar, 2002; Tortajada, 2000).

Gelecekte, Atatürk Barajı tarafından tehdit edilecek olan arkeolojik alanları belgelemek için 1975-1977 yılları arasında ODTÜ Keban Proje ekibi DSİ ile işbirliği içinde Aşağı Fırat Havzası Arkeolojik Yüzey Araştırması'nı (AFHAYA) (Serdaroğlu, 1975; Özdoğan, 1977) üstlendi. Potansiyel rezervuar alanlarında intensive survey, tesadüfi buluntu ve görsel arama da dâhil olmak üzere, farklı araştırma yöntemleri uygulanmıştır (Özdoğan, 1977). Ayrıca, üniversiteler ve araştırma merkezlerini içeren uzun vadeli bir uluslararası kurtarma kazısı programı 17 sitte yürütülmüştür. Sonuç olarak Atatürk rezervuar alanı, Neolitik dönemden itibaren Osmanlı dönemine kadar yüzyılları kronolojik olarak kapsayan zengin bir tarihi ve arkeolojik peyzajı ortaya çıkarmıştır.

2.1.2. Birecik Barajı

Birecik Barajı, Atatürk Barajı'nın yaklaşık 100 km akış aşağısında ve modern Birecik şehrinin 8 km batısında yer almaktadır. Fırat Projesi kapsamında GAP'ın sınırında 1985'te başlanmış, 2000 yılında tamamlanmış, su tutulması Aralık 1999'u bulmuştur.

Potansiyel rezervuar alanının tehdit altındaki kültürel mirasını belgelemek ve korumak için çeşitli eylemler gerçekleştirilmiştir. Birecik Barajı'nın su basacağı arkeolojik alanları ve anıtları tam olarak değerlendirmek ve belgelemek için ilk girişimler, 1980'lerin sonlarından itibaren "Tigris-Euphrates Archaeological Reconnaissance Project" tarafından gerçekleştirildi (TEARP) (Algaze vd. 1994). TEARP ekibi tarafından kuru dereler boyunca intensive ve su basacak alanın geri kalanında extensive olmak üzere iki survey yöntemi uygulanmıştır (Algaze vd. 1994). Ayrıca Birecik Barajı'nın sular altında bırakacağı dört bölgede 1987'den 2000'e kadar kurtarma kazısı yapılmıştır. Baraj alanındaki belgelenen alanlar kronolojik olarak en az Erken Tunç Çağı'ndan (MÖ 3100-2000) Osmanlı dönemine kadar genişlemiştir. Bölgenin kültürel mirasını korumaya yönelik daha fazla girişim 1990'ların sonunda GAP ekibi tarafından yerel yetkililer, üniversiteler ve uluslararası kurumlarla işbirliği içinde gerçekleştirilmiştir (Akyürek, 2005).

2.1.3. Karkamış Barajı

Karkamış Barajı, Gaziantep ve Şanlıurfa illeri arasındaki sınır boyunca Birecik Barajı'nın 32 km güneyinde yer almaktadır. İnşaatı 1996 yılında başladı ve GAP'ın sınırındaki Fırat Projesi kapsamında 2000 yılında tamamlandı (Akyürek, 2005). Fırat Vadisi'nin bu kısmı boyunca yayılan arkeolojik siteler rezervuar tarafından ya hasar görecekti ya da suya gömülecekti (Algaze vd. 1994). Birecik Barajı'nda olduğu gibi, TEARP ekibi tarafından kuru dereler boyunca intensive ve su basacak alanın geri kalanında extensive olmak üzere iki survey yöntemi uygulanmıştır (Algaze vd. 1994). GAP projesi tarafından yürütülen diğer araştırmalar, 1998-2005 yılları arasında Karkamış Baraj Gölü alanındaki kurtarma kazı projelerini içermektedir (Tuna and Doonan, 2011; Tuna vd. 2001; 2004). Barajın sular altında kaldığı yerler arasında Tunç ve Demir Çağı yerleşimleri bulunmaktadır.

2.2. Amaç ve Yöntem

Araştırmamız üç temel soruya yanıt aramıştır:

1. Baraj inşaatının kültürel miras üzerinde nasıl bir etkisi oldu?
2. Tehlikedeki arkeolojik alanların ve anıtların belgelenmesi ve korunması için ulusal veya uluslararası arkeologlar ve kurumsal organlar tarafından hangi stratejiler geliştirilmiş ve uygulanmıştır? Mevcut yöntemlerin aksaklıkları nelerdir?

3. Yok olmakta olan bir kültürel miras unsuruyla ilgili belgelemeyi geliştirmek ve yöntemleri korumak için hangi ilişkiler önerilebilir?

Bu soruları yanıtlamak için, örnekleme çalışmasına uygulanan aşağıdaki adımlardan oluşan bir Su Tutma Sonrası Hasar Değerlendirmesi (SSHD) geliştirdik:

1. Arkeolojik veri toplama, siti konumlandırma, veri tabanı oluşturma, veri kalitesi ve miktarının değerlendirilmesi;

2. Coğrafi veri toplama ve görüntü işleme;

3. Çapraz korelasyonlu çoklu-geçici analizi.

Bunun için yayınlardan ve çevrimiçi mekânsal veri kümelerinden arkeolojik bilgileri topladık (Tablo 2) ve sonra bunları bir CBS ortamına entegre ettik. Daha spesifik olarak, arkeolojik alanların konumlarını, boyutlarını ve toplam üç baraj bölgesindeki survey alanlarının sayılarını belirlemek için AFHAYA ve TEARP projelerinin yayınları ile Türkiye TAY CBS çevrimiçi projesinden (<http://www.tayproject.org/gistr.html>, 2020) mekânsal verileri kullandık. LEBS ve TEARP yayınları tarafından sağlanan mekânsal olmayan bilgileri içeren bir özellik tablosuna her arkeolojik alanı izafe ettik. Daha sonra survey alanları jeolojisini referans aldık ve bunları survey yapanlar tarafından kullanılan araştırma yöntemine göre aşağıdaki gibi kategorilere ayırdık: 1) Belirli aralıklarla ve mesafelerde yürüyerek yapılan araştırmaları gösteren intensive survey; 2) Araştırılan, yani araştırma ekibinin arkeolojik kanıtlar için en umut verici alanlar hakkında yerel halktan bilgi edinmesi ve buna göre daha sonra belirtilen yerlerin ziyaret edilmesi; 3) Uzaktan araştırılmış ancak gerçekte araştırma yapmadan belgelenen alanları ve siteleri dâhil eden arama.

Adı	Araştırma Tipi	Veri Tipi	Kaynak
AFHAYA ve diğerleri	Arkeolojik	Atatürk baraj alanının arkeolojik alanları hakkında topografik haritalar ve ayrıntılı bilgi	(Serdaroğlu 1975; Özdoğan 1977)
TEARP ve diğerleri	Arkeolojik	Birecik ve Karkamış baraj alanının arkeolojik alanları hakkında topografik haritalar ve ayrıntılı bilgi	(Algaze ve diğ., 1994)
TAY CBS	Arkeolojik	Arkeolojik alanların coğrafi referans noktaları	http://www.tayproject.org
DSİ	Coğrafi	Barajlar hakkında bilgi	http://en.dsi.gov.tr/
Tarım Orman	Coğrafi	Türk hidrolojisi ve barajları üzerine coğrafi referanslı şekil dosyaları	http://geodata.tarimorman.gov.tr/index.html?lang=en
FAO	Coğrafi	Yakın Doğu barajlarının coğrafi referans noktaları	http://www.fao.org/nr/water/aquastat/dams/index.stm
Landsat	Coğrafi	Üç barajın çok yönlü uydu görüntüleri (1984-2016)	https://earthexplorer.usgs.gov/

Tablo 2: Bu araştırma için kullanılan arkeolojik ve coğrafi kaynaklar.

Coğrafi veriler, farklı türde açık erişimli mekânsal veri kümelerinin yanı sıra coğrafi referanslı uydu görüntülerini de içeriyordu. Bunlar için Devlet Su İşleri DSİ'nin (<http://www.dsi.gov.tr/>) resmi web sitesi ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) Su Sıcaklığı Regülatörü Projesi

(<http://www.fao.org/aquastat/en/>) öncelikle ele alınmıştır. Bu veriler nehir akışları, coğrafi referanslı konumu ve mevcut baraj rezervuarlarının genişletilmesi ve ayrıca yapım aşamasında olan potansiyel barajların veya barajların varsayımsal rezervuar alanını içermektedir (Tablo 2). Landsat'ın zamansal analizlerinden oluşan uydu görüntüleri sayesinde baraj inşaatı öncesi ve sonrası için üç rezervuar alanının çoklu-geçici analizleri, United States Geological Survey/Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırması'ndan (USGS) (<https://www.usgs.gov/>) elde edilmiştir.

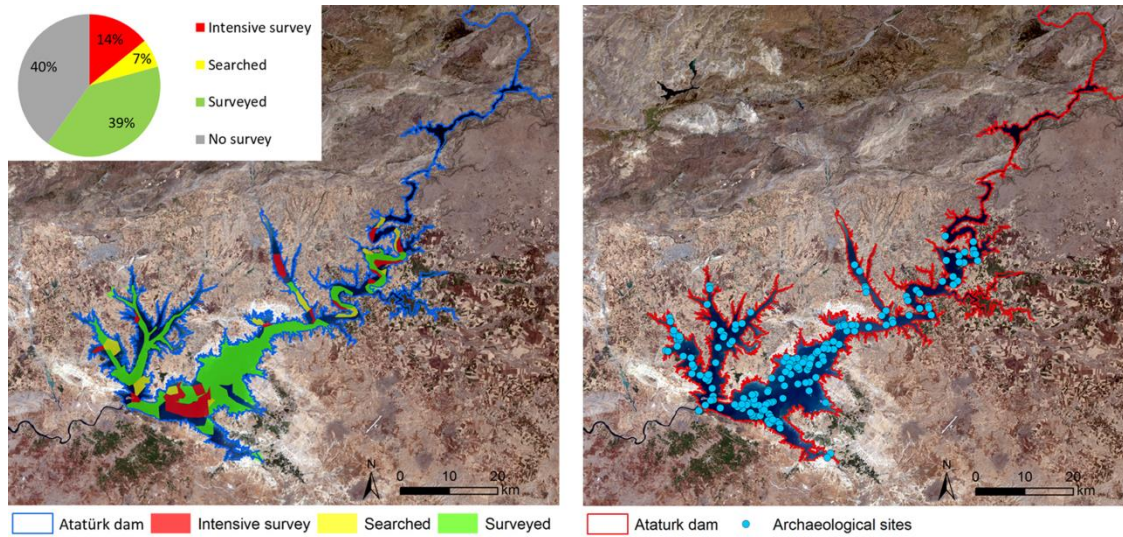
Daha sonra, baraj inşaatı ve rezervuar alanının artması nedeniyle sahaların aşamalı hasar görmesini veya batırılmasını tespit etmek için her rezervuarın su yüzeylerini temsil eden çoklu-geçici verilerini arkeolojik araştırmaların verileriyle entegre ettik. Ortaya çıkan resim, baraj altyapılarının inşasıyla tamamen su basmış, (su erozyonuna maruz kalıyor olmasına rağmen) kısmen hasar görmüş ve hatta yok edilmiş siteler arasında ayırım yapılmasını da mümkün kılmıştır.

2.3. Sonuçlar ve Tartışma

SSHD analizi, konum ve boyutları dâhil olmak üzere ayrıntılı bir mekânsal bilgi kümesi içeren coğrafi bir alan veri kümesi oluşturmamızı sağladı. Her baraj için sonuçlar aşağıdaki bölümlerde sunulmaktadır.

2.3.1. Atatürk Barajı

Atatürk Baraj Gölü'nün ortalama alanına -yaklaşık 817 km²- dayanarak, %14'ü yoğun olmak üzere sadece %39'unda survey yapıldığını ve bunlardan %7'sinin araştırıldığını, %40'ının ise araştırılmadan bırakıldığını hesapladık. Atatürk Barajı'nın suları altında kalması beklenen bölgedeki araştırma projeleriyle belirlenen 338 alandan 191'i (%56) yükselen sulardan etkilenmiştir (Şekil 2). Alanların büyük bir kısmı (187 veya %98) tamamen suya batık iken, sadece üç sit (%1,5) kısmen sular altında kalmış olup, mevcut rezervuar suyu kademeli olarak erozyona maruz kalmıştır; baraj altyapılarının inşası sırasında ise tek bir saha (%0,5) tahrip edilmiştir. Sonuç olarak, yükselen sulardan yaklaşık 288.04 ha arkeolojik alan etkilenmiştir.

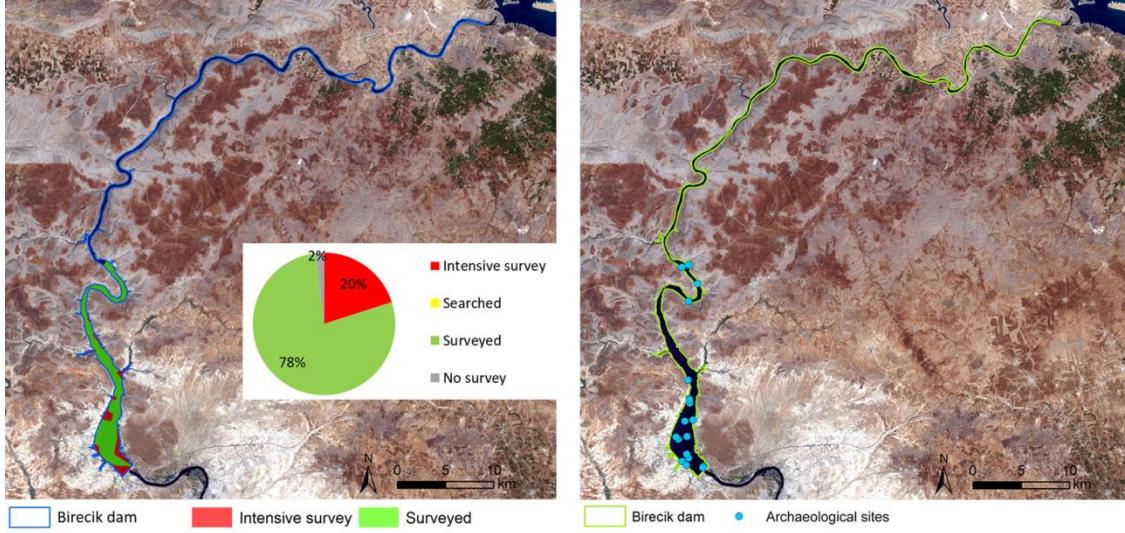


Şekil 2: Atatürk Barajı. Survey alanı yöntemi, kapsanan alan (solda) ve su tutmadan etkilenen arkeolojik alanlar (sağda).

2.3.2. Birecik Barajı

Birecik Barajı rezervuar alanının yaklaşık %20'si intensive survey olmak %74'ü araştırılmış,

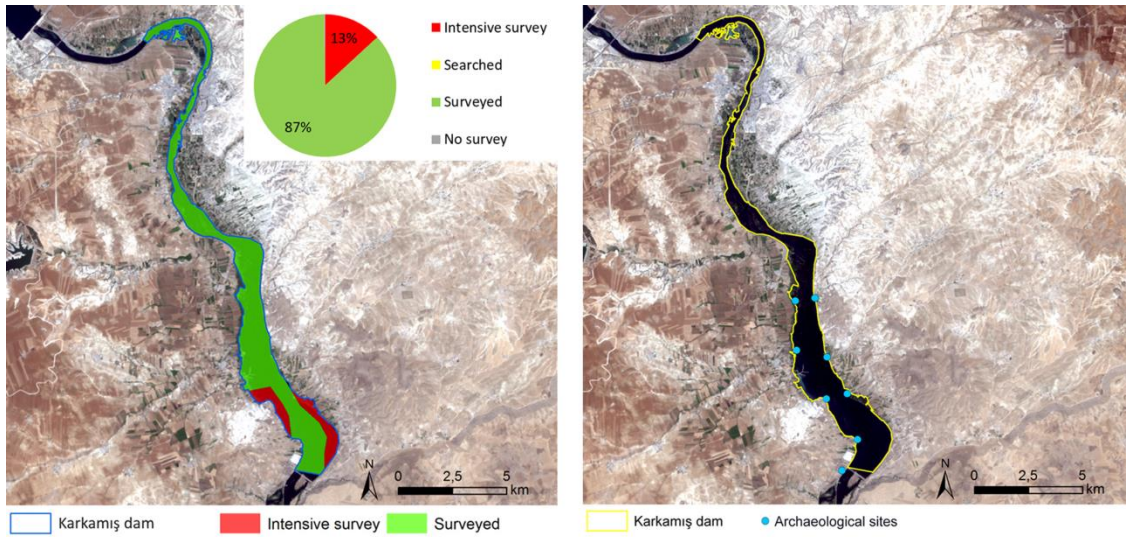
%2'si araştırılmamıştır (Şekil 3). SSHD analizi, TEARP tarafından tespit edilen 35 sitten 19'unun (yaklaşık % 53) dolan barajdan etkilendiğini ortaya koymuştur. Atatürk Barajı'nda olduğu gibi, alanların yaklaşık %90'ı (17'si) tamamen sular altında kalırken, diğer iki alan (%10) kısmen sular altında kalmıştır ve mevcut baraj tarafından kademeli olarak erozyona uğramaktadır.



Şekil 3: Birecik Barajı. Survey alanı yöntemi, kapsanan alan (solda) ve su tutmadan etkilenen arkeolojik alanlar (sağda).

2.3.3. Karkamış Barajı

TEARP projesi tarafından, Karkamış Barajı toplam alanının %13'ünde intensive survey yapılmış ve %87'si araştırılmıştır (Şekil 4). Analizimiz, sekiz alanın (toplam kaydedilen alan sayısının %16'sı) baraj sularından tamamen veya kısmen etkilendiğini ve kabaca 13.42 ha arkeolojik arazinin kaybolduğunu gösterdi. Karkamış Barajı'nın çapraz korelasyon analizi, çoğu sitin sadece kısmen hasar gördüğünü (6'sı veya %75), sadece bir tanesinin tamamen su altında kaldığını (%12,5) ve diğerinin baraj altyapı inşaatı esnasında yok edildiğini göstermiştir.



Şekil 4: Karkamış Barajı. Survey alanı yöntemi, kapsanan alan (solda) ve su tutmadan etkilenen arkeolojik alanlar (sağda).

2.4. Türkiye'nin Ulusal ve Uluslararası Mevcut Mevzuatı

Yukarıdaki girişte öngörüldüğü üzere, bir yanda uluslararası düzeyde öznellik sorunları, öte yanda baraj gibi büyük altyapıların inşaatı için mirasın önemini açıklığa kavuşturma belirsizliği varsa, kültürel mirasın korunması için Türkiye'deki mevcut mevzuat genel öneriler sunar (Brandt and Hassan, 2000; Komurcu, 2002). Bu açıdan ana referanslar, Türk Anayasası ve Türk hükümetinin kültürel mirası korumak için imzaladığı çeşitli uluslararası anlaşmalardır.

Türkiye'de bu miras, Anayasa'nın 63. maddesinde ve daha sonra 3386. Sayılı kanunla değişik 2863. Sayılı "Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunuyla" daha ayrıntılı olarak tanımlanmış ve korunmuştur (Komurcu, 2002).

Ulusal düzeyde, barajların yönetiminde yer alan ana organ, DSİ aracılığıyla Türk hükümetidir. En son raporuna göre (2018) DSİ kuruluşundan bu yana arkeolojik alanların ve anıtların (ilki Keban ve AFHAYA Projesi) korunması için altı proje tamamlanmışken, sekiz proje daha devam etmektedir. Her ne kadar bu faaliyetler övgüye değer olsa da, düşük sayıda yürütülmeleri ve uzun zaman aralığı, DSİ'nin bu kabulü kısmen ve yarım yamalak taahhüt ettiğini göstermektedir.

Türkiye, Uluslararası düzeyde birçok UNESCO (1968; 1970; 1972) anlaşmasını onaylamıştır. Ayrıca, Avrupa Birliği (1992) tarafından yapılan bazı anlaşmalara da taraf olmuştur. Anayasa'nın 90. Maddesi uyarınca Türk hükümeti tarafından imzalanan tüm uluslararası sözleşme ve anlaşmaların ulusal düzeyde yasal değeri vardır (Komurcu, 2002). Kültürel miras kavramını tanımlayan mevcut yasaları ve bu çalışmanın sonuçları ile arkeolojik alanların sel ve yıkım açısından korunması ihtiyacını çapraz ilişkilendirerek, Türkiye'de iki tür sorunun var olduğu gözlenebilir: (1) yasalar sistematik olarak uygulanmamaktadır; (2) kültürel mirasın korunması için hiçbir pratik eylem ileri sürülmemiştir.

3. SONUÇ

SSHD sonuçları, bu çalışmada dikkate alınan barajların havzalarındaki arkeolojik alanlar üzerindeki dramatik etkisini göstermektedir. Özellikle, barajlardan etkilenen alanların büyük çoğunluğuna (%94) tamamen su basmıştır. Türk ve yabancı arkeologlar ile kurumsal organların yok olmakta olan arkeolojik alanları ve anıtları belgelemek ve korumak için uyguladığı stratejiler, bu

alanların ve anıtların yalnızca bir kısmını hedeflemiştir.

Sitleri belgeleme ve koruma yöntemleri düzensiz olarak uygulandığından, oluşacak rezervuar alanlarının büyük kısmını keşfetmemiş ve su dolmuş alanlarının %89'u kazılmadan bırakılmıştır. Koordinasyon eksikliği, kültürel mirasın korunmasına duyulan ilgi azlığı, su altında kalacak alanların beklenti kapsamındaki eksikliği ve verimsiz çalışma yönteminde gözlenen tuzak noktalar, bunlardan bazılarıdır.

Bu durum, kültürel mirasın tartışılan diğer ana konularla (çevre, insanların yerlerinden edilmesi vb. gibi) aynı düzeye yerleştirilmesi ihtiyacını doğrulamaktadır. Miras statüsündeki bu gelişmeyi arkeologlar, konservatörler, kültürel miras uzmanları ve yerel topluluklar gibi paydaşları içeren daha bilinçli bir planlama takip etmelidir.

Bu çalışmada, çalışma protokolleri oluşturularak araştırma kalitesi, mevzuat, politikalar ve finansman için olası öneriler sunuyoruz. Özellikle, mevcut mirasın kültürel mirasın tanımlanması, belgelenmesi ve korunmasıyla ilgili yönergeler sağlayan özel çalışma protokolleri ve mevcut mevzuatların güçlendirilmesi ihtiyacının olduğunu görüyoruz. Bu protokoller devlet tarafından desteklenmeli ve Dünya Bankası, Uluslararası Para Fonu, Asya Kalkınma Bankası veya Amerika Kalkınma Bankası gibi barajların inşasında yer alan organlar tarafından uygulanmalıdır. Biz, bunlar için üç eylem aşamasına karşılık gelen üç protokol oluşturulmasını öneriyoruz:

1. "İnşaat Öncesi Risk Değerlendirmesi" (İÖRD) olarak tanımlanan arkeolojik bulguların ön analizi;

2. "Su Tutma Öncesi Arkeolojik Kurtarma Programı" (SÖAKP) olarak tanımlanan barajın inşası sırasında yürütülen arkeolojik faaliyetler;

3. "Su Tutma Sonrası Hasar Değerlendirmesi" (SSHD) olarak tanımlanan baraj sonrası ortaya çıkan etkiyi ve SÖAKP faaliyetlerini iyileştirmek için olası eylemlerin analizi.

Tüm çalışmanın kalitesini izlemek için Türk hükümeti, teklif aşamasından son protokolün tamamlanmasına kadar çeşitli projeleri izlemek amacıyla miras alanında uluslararası uzmanlardan oluşan bir komisyon oluşturmalıdır.

Finansmanla ilgili olarak, daha önceki çalışmalar, sadece toplam baraj inşaatı maliyetlerinin sabit bir yüzdesini ödemeyi gerektiren mevzuatların çıkarılmasını veya politikaları, arkeolojik kurtarma faaliyetleri için tahsis etmeyi önerdi (Brandt and Hassan, 2000; Komurcu, 2002; Marchetti vd. 2019; World Bank, 1999). Barajı toplam maliyetinin %2'si ile %5'i arasında değişen bir miktarını İÖRD, SÖAKP ve SSHD uygulanmasına ayrılması gerektiğini biz açık bir şekilde öneriyoruz.

KAYNAKÇA

- Adams, W.Y. (1977). *Nubia Corridor to Africa*. London: Allen Lane.
- Akça, E., Fujikura, R. & Sabbağ, Ç. (2013). "Atatürk dam resettlement process: increased disparity resulting from insufficient financial compensation", *International Journal of Water Resources Development* 29: 101–108. <http://dx.doi.org/10.1080/07900627.2012.738497>
- Akyürek, G. (2005). *Impact of Atatürk Dam on Social and Environmental Aspects of the Southeastern Anatolia Project*. Unpublished MA dissertation. Ankara: Middle East Technical University.
- Algaze, G., Breuninger, R. & Knudstad, J. (1994). "The Tigris-Euphrates archaeological reconnaissance project: final report of the Birecik and Carchemish dam survey areas", *Anatolica*, 20: 1–97.
- Altınbilek, D., Tortajada, C. (2012). "The Atatürk Dam in the Context of the Southeastern Anatolia (GAP) Project", (Eds. C. Tortajada, D. Altınbilek/ A. Biswas), *Impacts of Large Dams: A Global Assessment*, Springer, Berlin: 171–199. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-23571-9_3
- Ban, Y. (2017). "Multitemporal remote sensing: current status, trends and challenges", *Multitemporal Remote Sensing Methods and Applications*, 20: 1-18.

- Biswas, A., Tortajada, C. (2001). "Development and large dams: a global perspective", *International Journal of Water Resources Management*, 17: 9–21.
<http://dx.doi.org/10.1080/07900620120025024>
- Brandt, S., Hassan, F. (2000). *WCD Working Papers: Dams and Cultural Heritage Management, Final Report August 2000*. Cape Town: World Commission on Dams Secretariat.
- Casciere, R., Franci, F. & Bitelli, G. (2014). "Use of Landsat imagery to detect land cover changes for monitoring soil sealing; case study: Bologna province (Italy)", (Eds. D.G. Hadjimitsis, K. Themistocleous, S. Michaelides & G. Papadavid), *Proceedings of the Second International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2014) Vol. 9229*. Paphos: The International Society for Optical Engineering. <https://doi.org/10.1117/12.2066432>
- Cerra, D., Plank, S., Lysandrou, V. & Tian, J. (2016). "Cultural heritage sites in danger: towards automatic damage detection from space", *Remote Sensing*, 8: 781-96.
- Dezzi Bardeschi, C. (2002). *Nubia Bibliography up to 2000: List of Archaeological Missions in Nubia. Prepared for UNESCO International Campaign for the Establishment of the Nubia Museum in Aswan and the National Museum of Egyptian Civilization in Cairo*. (Erişim Tarihi 13 Eylül 2020, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000150176>)
- Dissard, L. (2011). *Submerged Stories from the Sidelines of Archaeological Science: The History and Politics of the Keban Dam Rescue Project (1967-1975) in Eastern Turkey*, Unpublished PhD thesis. Berkeley: University of California.
- Dong, L., Shan, J. (2013). "A comprehensive review of earthquake-induced building damage detection with remote sensing techniques", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 84: 85–99.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.06.011>
- DSİ (2009). *Turkey Water Report 2009*. Devlet Su İşleri, Ankara.
- DSİ (2014). *Türkiye'deki Barajlar/Dams of Turkey*. Devlet Su İşleri, Ankara.
- European Union (1992). *European Convention on the Protection of Cultural and Natural Heritage*. Brussels: European Union.
- Franci, F., Boccardo, P., Mandanici, E., Roveri, E. & Bitelli, G. (2016). "Flood mapping using VHR satellite imagery: a comparison between different classification approaches", (Eds. U. Michel, K. Schulz, M. Ehlers, K.G. Nikolakopoulos & D. Civco), *Proceedings Volume 10005, Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Application VII: 1000509*. Edinburgh: The International Society for Optical Engineering.
- Franci, F., Mandanici, E. & Bitelli, G. (2015). "Remote sensing analysis for flood risk management in urban sprawl contexts", *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 6: 583–592.
<https://doi.org/10.1080/19475705.2014.913695>
- Gammal, E.A., Salem, S.M. & El Gammal, A.E.A. (2010). "Change detection studies on the world's biggest artificial lake (Lake Nasser, Egypt), Egypt", *Journal Remote Sensing Space Science*, 13: 89-99.
- GAP-RDA (1997). *The Atatürk Dam and Hydroelectric Power Plant (HEPP)*. Information Series, 3 July, 1997. Ankara: Güneydoğu Anadolu Projesi.
- Giardino, M.J. (2011). "A history of NASA remote sensing contributions to archaeology", *Journal of Archaeological Science*, 38: 2003–2009. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.09.017>
- Hafsaas-Tsakos, H. (2011). "Ethical implications of salvage archaeology and dam building: the clash between archaeologists and local people in Dar al-Manasir, Sudan", *Journal of Social Archaeology*, 11: 49-76.
- Komurcu, M. (2002). "Cultural heritage endangered by large dams and its protection under international law", *Wisconsin International Law Journal*, 20: 233-96.

- Kuenzer, C., Dech, S. & Wagner, W. (2015). "Remote sensing time series revealing land surface dynamics: status quo and the pathway ahead", (Eds. C. Kuenzer, S. Dech & W. Wagner), *Remote Sensing Time Series: Revealing Land Surface Dynamics*, Springer, Cham: 1–24.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-15967-61>
- Lasaponara, R., Masini, N. (2012). "Remote sensing in archaeology: from visual data interpretation to digital data manipulation", (Eds. R. Lasaponara, N. Masini), *Satellite Remote Sensing A New Tool for Archaeology*, Springer, Berlin: 17–63.
- Marchetti, N., Curci, A., Gatto, M.C., Mühl, S., Nicolini, S. & Zaina, F. (2019). "A multi-scalar approach for assessing the impact of dams on the cultural heritage in the Middle East and North Africa", *Journal of Cultural Heritage*, 37: 17-28. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.10.007>
- Özdoğan, M. (1977). *Lower Euphrates Basin 1977 Survey*, Middle East Technical University, Lower Euphrates Project Publications, Series I, No. 2. Istanbul: Middle East Technical University Keban and Lower Euphrates Projects.
- Serdaroglu, Ü. (1975). *Aşağı Fırat Havzasında Araştırmalar 1975 / Surveys in the Lower Euphrates Basin*. Ankara: Middle East Technical University Keban and Lower Euphrates Projects.
- Shoup, D. (2006). "Can archaeology build a dam? Sites and politics in Turkey's southeast Anatolia project", *Journal of Mediterranean Archaeology*, 19: 231-258.
<https://doi.org/10.1558/jmea.2006.v19i2.231>
- Tuna, N. & Doonan, O., Eds. (2011). *Ilisu ve Karkamış Baraj Gölleri Altında Kalacak Arkeolojik Kültür Varlıklarını Kurtarma Projesi 2002 Yılı Çalışmaları / Salvage Project of the Archaeological Heritage of the Ilisu and Carchemish Dam Reservoirs Activities in 2002*. Ankara: ODTÜ Tarihsel Çevre Araştırma ve Değerlendirme Merkezi.
- Tuna, N., Halgh, J.G. & Velibeyoğlu, J., Eds. (2004). *Ilisu ve Karkamış Baraj Gölleri Altında Kalacak Arkeolojik Kültür Varlıklarını Kurtarma Projesi 2001 Yılı Çalışmaları / Salvage Project of the Archaeological Heritage of the Ilisu and Carchemish Dam Reservoirs Activities in 2001*. Ankara: ODTÜ Tarihsel Çevre Araştırma ve Değerlendirme Merkezi.
- Tuna, N., Öztürk, N. & Velibeyoğlu, J., Eds. (2001). *Ilisu ve Karkamış Baraj Gölleri Altında Kalacak Arkeolojik ve Kültür Varlıklarını Kurtarma Projesi 1999 Yılı Çalışmaları / Salvage Project of the Archaeological Heritage of the Ilisu and Carchemish Dam Reservoirs Activities in 1999*. Ankara: ODTÜ Tarihsel Çevre Araştırma ve Değerlendirme Merkezi.
- UNESCO (1968). *Recommendation Concerning the Preservation of Cultural Property Endangered by Public or Private Works*. Paris: UNESCO.
- UNESCO (1970). *Convention on the Means of Prohibiting and Preventing the Illicit Import, Export and Transfer of Ownership of Cultural Property*. Paris: UNESCO.
- UNESCO (1972). *Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage*, UNESCO, Paris.
- World Bank (1986). *Operational Policy No. 11.03 Management of Cultural Property in Bank-financed Projects*. Washington: The World Bank.
- World Bank (1999). *Operational Policy Note No. 11.03 Management of Cultural Property in Bank-financed Projects*. Washington: The World Bank.
- World Bank (2014). *World Bank Environmental and Social Framework. Setting Standards for Sustainable Development*. Washington: The World Bank.
- Zaina, F. (2019). "A risk assessment for cultural heritage in southern Iraq. Framing drivers, threats and actions affecting archaeological sites", *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 21: 184-206. <https://doi.org/10.1080/13505033.2019.1662653>

Zanchetta, A., Bitelli, G. (2017). "A combined change detection procedure to study desertification using opensource tools", *Open Geospatial Data, Software and Standards*, 2(10): 1-12.
<https://doi.org/10.1186/s40965-017-0023-6>