



Roma Dönemi'nde Kentsel Üretimde Su Gücünün Kullanımı¹

Sedat AKKURNAZ², Mustafa ÇİDEM³



Araştırma Makalesi

Makale Geçmişi

Başvuru Tarihi: 11.04.2025

Kabul Tarihi: 21.05.2025

Research Article

Article History

Date of Application: 11.04.2025

Acceptance Date: 21.05.2025

Özet

İnsanın su üzerindeki kontrolünün ilerlemesiyle birlikte su sistemlerinin gelişimi etkilenmiş ve özellikle önemli ilerlemeler gösteren Roma Dönemi kentleşmesinde güçlü altyapı temellerinin oluşmasını sağlamıştır. Su, gerekli içme suyunu sağlamaktan büyük ölçekli kamusal çeşmelerde akmaya kadar antik Roma yaşamının önemli bir parçası olmuştur. Bu bağlamda, Roma su kültürü, kentleşmenin gelişmesiyle birlikte, kaynaktan kente ve oradan yaşam alanlarına dağıtımına kadar çeşitli yapılar kullanmıştır. Bu durum, çevre koşullarına en iyi şekilde uyum sağlayan ve artan kentsel su kullanımını karşılayan su iletim sistemlerinin uygulanmasına da yansımıştır. Böylece, kapsamlı iletim sistemleri inşa edilmiş ve büyük bir kentsel tedarik ağının önemli bir parçasını oluşturmuştur. Su bir kente iletildiğinde, genellikle önce kentsel alan içerisinde su dağıtımını sağlayan castellum aquae yapısına ulaşmıştır. Bu iletim sayesinde, konut, çeşme, hamam, latrina ve endüstriyel kullanım alanları gibi farklı tüketicilere su temin edilmiştir. Bu çalışmanın amacı Roma Dönemi'nde suyun kentleşme üzerindeki etkisini, kullanımını ve kent içindeki üretim faaliyetlerinin çeşitlenmesine olan etkisini ortaya koymaktır. Çünkü su, Roma Dönemi'nde kentleşmenin büyümesi ve başarısında muazzam bir etkiye sahip olmuştur. Bu noktada yaşamın temel kaynağı olmasının yanı sıra kentlerin endüstriyel gelişiminde de belirleyici bir rol oynamıştır. Bu durumun bir yansıması olarak suyun kullanımı inşaat, seramik üretimi, metalürji, tekstil, deniz ürünleri, su değirmeni, taş-mermer kesme atölyesi gibi birçok farklı endüstriyel alanda çeşitlenmiştir. Çalışma Roma Dönemi'nde suyun üretimde kullanımını inceleyerek, Roma kültürünün endüstriyel unsurlarını daha iyi anlaşılmasını hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Roma, Kent Endüstrisinde Su ve Kullanımı, Hidrolik, Değirmen, Arkeoloji.

Use of Water Power in Urban Production in the Roman Period

Abstract

With the advancement of human control over water, the development of water systems was affected and provided the formation of strong infrastructure foundations, especially in the Roman period urbanization, which showed significant progress. Water was an important part of ancient Roman life, from providing the necessary drinking water to flowing in large-scale public fountains. In this context, Roman water culture used various structures from

¹ Bu makale, "Anadolu'da Antik Dönem Su Sistemleri" adlı doktora tez çalışmasının ilgili bölümünün geliştirilmesiyle hazırlanmıştır.

Çalışmamız, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP) tarafından İTBF-23006 proje numarası ile maddi olarak desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (BAP) çok teşekkür ederiz.

² Doç. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Arkeoloji Bölümü, Klasik Arkeoloji Anabilim Dalı, Efeler, Aydın/Türkiye. Orcid No: 0000-0001-5385-6222. sakkurnaz@gmail.com.tr

³ Dr., Bağımsız Araştırmacı, Denizli/Türkiye. Orcid No: 0000-0002-0974-2428. cidem89@gmail.com.tr

the source to the city and from there to the distribution to the living spaces with the development of urbanization. This situation was reflected in the implementation of water conveyance systems that best adapted to environmental conditions and met the increasing urban water use. Thus, comprehensive conveyance systems were built and formed an important part of a large urban supply network. When water was conveyed to a city, it usually first reached the castellum aquae structure, which provided water distribution within the urban area. Thanks to this conveyance, water was supplied to a series of consumers such as fountains, latrinas, baths, residential and industrial areas. The aim of this study is to reveal the impact of water on urbanization in the Roman period, its use and its effect on the diversification of production activities within the city. Because water had a tremendous impact on the growth and success of urbanization in the Roman period. At this point, in addition to being the main source of life, it also played a decisive role in the industrial development of cities. As a reflection of this situation, the use of water has diversified in many different industrial areas such as construction, ceramic production, metallurgy, textile, seafood, water mill, stone-marble cutting workshop. The study aims to better understand the industrial elements of Roman culture by examining the use of water in production during the Roman Period.

Keywords: Rome, Water and its Use in Urban Industry, Hydraulics, Mill, Archaeology.

1. Giriş

Tüm insanların hayatta kalmak için su kullanması gerektiğinden, su doğası gereği paylaşılan, kültürler arası bir deneyimin önemli parçasını oluşturmaktadır. İnsanların günlük olarak suyla olan etkileşimi dikkate alındığında suyun toplumsal grupları fiziksel ve topografik olarak birbirine bağlama özelliği ön plana çıkmıştır (Strang, 2005: 108; Oestigaard, 2011: 38; Rogers, 2018: 2). Uygulamalara bakıldığında Hellenistik Dönem ve öncesinde insanlar suya yakın olan basit ve pratik çözümler üreterek devamlılık sağlamıştır. Küçük yerleşim yerlerinin temiz su ihtiyacı, yağmur sularının nüfusun dönemsel ihtiyacını karşılayacak düzeyde toplandığı sarnıçlar ve kuyular kullanılarak karşılanmıştır (Garbrecht - Holtorf, 1973; Garbrecht - Fahlbusch, 1975: 164-166; Brinker, 1977: 768-769; Fahlbusch, 1982: 65-67).

Roma Dönemi'nde mühendislik ustalığının en kalıcı örneklerinden biri, suyun büyük ölçekte taşınabilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır (Tölle-Kastenbein, 1990: 21-42; Crouch, 1993: 92-125; Hodge, 2002: 19-47; Wilson, 2008: 290-296). Özellikle su kemerleri, suyu doğal kaynaklardan büyük kanallara yönlendiren ve suyun hareket etmesini sağlayan büyük mühendislik başarılarıydı. Su kemerleriyle ilişkili yapılar yeraltı kanalları kadar fazla olmasa da, iletim hattı boyunca uzanan kemerlerin estetik ritmi, Romalıların doğal güçleri kontrol etme yeteneğinin ikonik bir temsili haline gelmiştir. Roma Dönemi'ndeki projelerle ilişkili bir kavram olan "kültürel devrim", servetin toplumsal prestije dönüştürülmesinde kendini göstermiştir ve bu da yeni kültür biçimlerinin ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. Gerçekten de, aşağıda tartışıldığı gibi, Roma Dönemi'nde su söz konusu olduğunda akışkan bir kültürel değişim yaşandığı görülmektedir. Roma su kültürünün unsurları imparatorluk genelinde benimsenip uygulanırken, bölgeye ve yerel toplumsal uygulamalara bağlı olarak farklılıklar içermiştir. Bu durum, su iletim sistemlerinin çevresel koşullara en iyi biçimde uyum sağlamasıyla ve artan kentsel su kullanımını karşılamak suretiyle pratikte yansımaları bulmuştur. Böylece kapsamlı iletim sistemleri inşa edilmiş ve büyük bir kentsel tedarik ağının önemli bir parçasını oluşturmuştur (Jansen, 2000: 111-120; Hodge, 2002: 273-303; Wilson, 2008: 302-304). Bir kente su girdiğinde genellikle önce castellum aquae yapısına ulaşırdı; bu yapı da suyu kentsel alanın belirli bölgelerine yönlendirilmesini sağlamıştır (Herschel, 1973: 206; Fox - McDonald, 1985: 381; Tölle-Kastenbein, 1990: 39-42; Ellis, 1996: 183; Hodge, 2002: 296-298; Grewe, 2008: 322-323; Wilson, 2008: 303; Kessener, 2013: 229-231). Söz

konusu iletim sayesinde çeşme, konut, hamam, latrina, asklepion ve endüstriyel kullanım alanları gibi farklı farklı tüketicilere tedarik sağlanmıştır.

Çalışma kapsamında Roma Dönemi'nde kentlerin tasarımı, yapıların şekillendirilmesi ve planlama gibi unsurlar önemli örnekler kullanılarak değerlendirilmiştir. Kent içerisinde suyun tüketim ve kullanım alanlarının çeşitliliği hakkında anlatımlarda bulunulmuştur. Tüketim yapılarına bakıldığında sadece vatandaşların su kullanımı için değil, aynı zamanda estetik ve üretim unsuru olarak da inşa edilmiş oldukları dikkat çekmektedir. Bu anlamda su yapılarına bakıldığında suyun kente girişinden, kent içerisindeki dağıtımına kadar olan süreç bütünsel bir plan kapsamında yapılmıştır. Bu açıdan su yapılarının konumları ve birbirleriyle olan ilişkileri kentsel dokunun anlaşılmasını sağlamaktadır.

Çalışmamızda, Roma Dönemi'nde su teknolojisinin rolü ve suyun kaynaktan kente aktarılması ve kent içinde kullanımı gibi konular gelişen teknik ve teknolojilerin sağladığı gelişmeler ışığında incelenmiştir. Bu bağlamda su teknolojisine bağlı olarak ortaya çıkan su tüketim yapıları özgün örnekler ışığında kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Yaptığımız çalışmanın tarihsel kapsamı, kentsel su tüketiminin yoğunlaştığı Roma Dönemi olarak belirlenmiştir. Bu konuda tarihsel değerlendirmeler yapılmasına olanak veren arkeolojik veriler ve bulgular örnek olarak kullanılmıştır. Suyun kullanımı ve etkileri vurgulanmıştır. Bu doğrultuda su yapılarının zaman içinde nasıl değiştiği belirlenmeye çalışılmış, değişimin mimari boyutları mevcut örneklerle ele alınmış ve bu değişimi etkileyen faktörler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Böylece, özgün özelliklere sahip su sistemlerinin tüm kullanım özellikleri bir arada değerlendirilmiş ve bu alanda yapılan diğer çalışmalara bütünsel olarak yaklaşılmış, literatüre toplu bir bakış açısıyla katkı sağlanmıştır.

2. Kentleşmede Su Yönetimi

İnsanoğlu, ihtiyaçlarını karşılamak ve kendisi için güvenli bir çevre oluşturmak için uzun yıllar doğayla mücadele etmiştir. Başlangıçta doğanın sağladığı barınaklarda ve su kaynaklarına yakın yerlerde yaşarken, daha sonra gösterdiği teknik gelişmelerle kendi konfor alanı için çözümler üretmeye başlamıştır. Bu durum aynı zamanda insan türünün değişen doğa koşullarını kendi ihtiyaçlarına göre uyarlama çabalarının önemli bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak günümüzde su mühendisliği ve yönetimi uygulamalarındaki başarılar, farklı coğrafi koşullarda yaşayan çeşitli medeniyetlerin teknolojilerine dayanmaktadır. Teknolojik gelişmeler, medeniyetleri yıkıcı doğa olaylarına karşı daha dirençli hale getirmek ve yaşam standartlarını iyileştirmek için doğal kaynakları verimli kullanma zorunluluğundan doğmuştur. İnsanın su üzerindeki kontrolü, su sistemlerinin gelişmesini ve günümüz kentleşmesinde önemli bir unsur olan suya dayalı altyapının temellerinin oluşmasını sağlamıştır (Eschebach, 1983: 92; Owens, 2000: 24; Kretzschmer, 2010: 63-70, 94). Bu nedenle yerleşim alanlarındaki su sistemleri yaşamsal öneme sahip olan ve görsel estetikleriyle etkileyici mimari özellikler barındıran önemli yapılardan oluşmaktadır.

Roma Dönemi'nde düzenli kentleşme süreci ile birlikte kamu ve özel kullanım alanlarındaki yapılaşmalar su kültüründe de geniş kapsamlı olarak kendini göstermiştir. Dolayısıyla, Roma Dönemi'ndeki su teknolojisi Hellenistik Dönem'e göre daha kapsamlı görünse de, bu niteliksel

bir değişimden ziyade niceliksel bir değişimin sonucudur. Roma Dönemi'nde kullanılan teknolojinin çoğu temel bir bilgi birikimi üzerine geliştirilmişti, ancak imparatorluk döneminde çok daha kapsamlı bir şekilde kullanılmasıyla ön plana çıkmıştır. Roma yönetimi bölgede tartışmasız güç haline geldiğinde, kentler uzak mesafedeki bir kaynaktan su sağlayan su kemerleriyle donatılmıştır (De Montauzan, 1909: 220; Callebat, 1973: 172; Özbay, 2018: 26) (**Şekil 1**).

Roma Dönemi'ndeki mühendislerin inşa ettiği su dağıtım hatları, Hellenistik Dönemdekilere göre çok daha kapsamlı olarak ilerlemiştir (Hodge, 1983: 174-175; Weiss, 2011: 34). MÖ 4. yüzyılda uzun mesafeli su kemerlerinin geliştirilmesiyle kentlere kaliteli, sürekli ve güvenilir su temini sağlanmıştır (Hodge, 2000b: 95-99; 2002; Wikander, 2000c: 653; Landels, 2004: 33-25). Roma Dönemi öncesi birçok kent, uzun süre kaynaklara, nehirlere, sarnıçlara ve kuyulara bağımlı kalmıştır (Hodge, 2000a: 22-28; 2002: 51-58). Ancak kentsel su dağıtımını ve yönetimindeki üç önemli gelişme sayesinde önemli ilerlemeler sağlanmıştır. İlk olarak, su boruları ve kanalizasyon boruları daha düzenli şekilde döşenerek sokakları takip etmiştir. Bu durum giderek sayısı artan ızgara planlı şehirlerde işleri kolaylaştıran bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır (Eschebach, 1983: 92; Owens, 2000: 24; Kretzschmer, 2010: 63-70, 94). İkincisi, daha fazla özel konutun kendi su kaynağıyla donatılması olmuştur. Son olarak ise kentsel altyapının denetiminden özel yargıçların giderek daha fazla sorumlu olmaya başlamasıdır (Bruun, 2000: 565-567; Lewis, 2000: 640). Kentleşmedeki temel gelişimler sonrası kente su getirildiğinde, başlangıçta büyük rezervuarlarda depolanmış ve buradan çeşitli yerleşim alanlarına dağıtılmıştır (Hodge, 2002; 2000d: 39-65; Jansen, 2000: 111; Peleg, 2006: 343-347). Pişmiş toprak, kurşun veya taştan yapılmış borular aracılığıyla (Frontin. *Aq.* I.37-64; Forbes, 1955: 162; Hodge, 1981: 486; Hodge, 2002: 110-113, 308; Landels, 2004: 47-49), halka açık çeşmelere, hamamlara, özel konutlara ve kentteki su ile çalışan endüstriyel kullanım alanlarına suyun iletimi sağlanmıştır (Bruun, 2000: 565-567; Jansen, 2000: 111-122; Lewis, 2000: 640).

Roma Dönemi kentsel su dağıtım sistemine dair en ayrıntılı kanıtlar, benzersiz bir şekilde korunmuş Pompeii kentinde görülmektedir (Jansen, 2000: 111-122). Roma Dönemi'nde yerleşim alanları giderek genişlemeye başlamış, artan kentsel nüfusla beraber kentin yönetilmesine yönelik bir kültür ortaya çıkmıştır (Nielsen, 1993: 20-23; Hodge, 2002: 332; Wikander, 2000c: 652-653; Landels, 2004: 51; Kretzschmer, 2010: 95; Akkurnaz, 2017: 147-153). Bu durum su sistemlerinin gelişmesini tetiklemiştir; kentler sadece yakınlardaki su kaynaklarına bağımlı kalmamış, önemli harcamalar yaparak suyolları da inşa etmişlerdir (Hodge, 2002: 130). Kentlerin su ihtiyacı sadece suyolları ile sağlanmıyordu, çok sayıda sarnıçtan ve özel kuyudan da bol miktarda su kullanımı yapılmıştır. Aslında, paralel ve bağımsız olarak çalışan, çeşitli amaçları yerine getiren birden fazla su sistemi bir arada kente hizmet etmiştir. Su yolları inşa ederek uzak kaynaktan su getirilmiş ve kuyular da bir tür yardımcı veya tamamlayıcı olarak kullanılmıştır. Bir anlamda, kuyular temel hizmetler sağlarken, uzun mesafeli su taşıma sistemleri bir lüks olmuştur. Bir kentin ilk zamanlarında, içme suyu, halkın bireysel sorumluluğundaydı, kimi zaman yerel su kaynakları yardımcı olabilse de, insanlar su içmeyi genellikle evlerindeki sarnıçlara depoladıkları sular veya bahçelerindeki kuyular ile karşılamışlardır. Bu normalde temel insan ihtiyaçları için yeterli

olabilecek suyu sağlıyordu; ama kent nüfusunun artması ve kent içi kullanımın fazlaşmasıyla birlikte su ihtiyacına olan talep artmıştır. Böylece su iletim yolları kullanılarak uzak mesafelerdeki su kaynaklarından su temin edilmiştir (Jansen, 2000: 111-125; Hodge, 2002: 273-303; Wilson, 2008: 302-304; Akkurnaz, 2017: 147-153; Çidem, 2022: 149-172). İnşa edilen castellum aquae yapıları sayesinde, yerleşime getirilen sular kent içindeki yapılara dağıtılmıştır (Tölle-Kastenbein, 1990: 143; Ellis, 1996: 183; Mays, 2010: 121-122; Kretschmer, 2010: 94-99) (**Şekil 2**). Su, çıkış bölümündeki borular yardımıyla kentteki çeşmeler, hamamlar, özel konutlar ve endüstriyel kompleksler gibi çeşitli yapılara iletilmiştir (**Şekil 3**). İletilen suyun birim alandaki miktarı farklı boyutlardaki *calix* çaplarıyla tespit edilmiştir. Bu iletim boruları Roma İmparatorluğu'nun batısında genellikle kurşun borular ile yapılırken, doğusunda ise pişmiş toprak künkler daha yaygındır (Herschel, 1973: 206; Fox - McDonald, 1985: 381; Hodge, 2002: 296-298; Wilson, 2008: 303; Kessener, 2013: 229-231).

Roma Dönemi'nde, artan kentleşme ve önemli su kemerlerine sahip bu mega yerleşimlerin kaynaklarının artması, şehrin hemen her yerine ulaşan su dağıtım ağları oluşturmuştur. Artan makineleşme ve özellikle suyun gücü başta olmak üzere, yeni güç kaynaklarının kullanılmasıyla verimlilik daha da artmıştır (Forbes, 1955: 98-99; Wikander, 2000c: 650-651; Hodge, 2002: 74; Landels, 2004: 17-19). Greko-Romen su teknolojisi başlangıçta Anadolu ve Mısır'daki gelişmelerden esinlenmiştir. Klasik Dönem'den itibaren bu alandaki ilerleme Akdeniz'e doğru bir genişleme olarak devam etmiştir (Biswas, 1970: 39-41; Hodge, 2000b: 95-99; 2000c: 30-32; Wikander, 2000c: 653; Weiss, 2011: 34; Özbay, 2018: 13-24). Bunlara örnek olarak, Hellenistik Dönem'de doğuda su kaldırma araçlarıyla geliştirilen su gücünün kullanımı ve MS 1. yüzyılda imparatorluğun her yerine yayılan su değirmenlerinin kullanımı gösterilebilir (Bennett-Elton, 1899; Curwen, 1944: 130-146; Forbes, 1955: 89; Moritz, 1958: 15-16; Wikander, 2000a: 397-398; Landels, 2004: 19). Söz konusu yenilikler gelişen yapılaşmayla birlikte inşaat, seramik, metalürji, tekstil, deniz ürünleri ve taş-mermer kesim atölyeleri gibi farklı birçok alanda su gücünün çeşitli endüstriyel amaçlara uygulanmasında kendini göstermiştir (Wikander, 2000b: 401-410; 2000d: 650). Roma Dönemi'nde su teknolojisindeki gelişmeler genel olarak hem ölçek hem de verimlilikteki artışlarla karakterize edilebilmektedir. Nüfus arttıkça kentleşme olgusu ile birlikte hamam, latrina, çeşme ve endüstriyel su kullanımının yoğun olduğu binaların sayısı artmış, su tüketimi yoğunlaşmıştır.

Kent olgusundaki teknolojik gelişmelerin incelemesi, su mühendisliğinde değişiklikleri çok genel bir düzeyde ele almaktadır. Teknolojilerin geliştirildiği ve benimsendiği gerçek süreçler inanılmaz derecede karmaşıktır ve olumlu sonuçlar ortaya koymuştur. Her bir kentin teknolojik yörüngesi, kendi doğal kaynaklarına, zenginliğine, teknolojik uzmanlığına ve siyasi bağlantılarına bağlı olmuştur. Ayrıca, kentlerin gelişim sürecini teknolojik gelişmelerle paralel olarak incelemek, teknolojik yenilikleri ve değişim sürecinin aşamalarını anlamamızı sağlayacaktır. Zira su kültürü monolitik değildir ve yerel kaygılara kolayca uyum sağlayabilirken, yerel halkların suyun sağladığı sayısız faydadan yararlanmasına da olanak tanımıştır.

3. Suyun Endüstriyel Kullanımı

Antik Dönem kentlerinde suyun yerleşime ulaşması sonrasında konutlar dışında birçok farklı endüstriyel alanda kullanımı söz konusu olmuştur. Özellikle Roma Dönemi'nde kentleşme ve artan nüfus farklı iş kollarının gelişmesine olanak tanımıştır. Bu özellikle MS 1. yüzyılda, Roma toplumunda yeni tip lüks mallar üretme ve zevk deneyimlemek için yeni ortamlar inşa etme arzusuyla bir tüketim kültürünün geliştiğini göstermektedir. Kent sakinleri özel düzenlemelere çok ihtiyaç duymadan, kentsel dağıtım şebekesini veya ayrı bir su iletim hattını kullanılarak atölyelerinde faaliyet göstermişlerdir (Frontin. *Aq.* II. 94, 98; Forbes, 1955: 81-89). Söz konusu kullanım alanları arasında inşaat, seramik üretimi, metalürji, su değirmenleri, tekstil, deniz ürünleri, taş-mermer kesme atölyeleri gibi alanlar yer almıştır.

Suyun endüstriyel kullanımına dair ilk değerlendirme inşaat sektöründeki kullanımı olmuştur. Bu alandaki inşa faaliyetlerinde *opus caementicium* ve *opus signinum* olarak adlandırılan harç karışımları kullanılmıştır. Zira inşaat harçları, su geçirmez astarlar, mozaik tabanları ve boya süreci gibi kullanım alanları için suya ihtiyaç duyulmuştur (Hodge, 1991: 94; Wilson, 2000: 133-134; Yılmaz, 2021: 167). Ancak inşaat alanları, doğaları gereği geçici işlerdir ve inşa halindeki binaların tamamlanmasıyla silinmeyen çok az arkeolojik iz bırakırlar. Bu nedenle, bu endüstri için su temini hakkında çok az bilgiye sahibiz, ancak antik dünyada çoğu durumda suyun nehir, kuyu, sarnıç veya çeşme gibi noktalardan elle veya hayvanlarla çekilip taşındığı ve harç için kullanıldığı muhtemeldir.

Endüstri alanında suyun kullanıldığı diğer bir alan seramik üretimidir. Burada, kilin hazırlanmasında önemli miktarda su gerekmektedir. Bu süreçte kil, su eklenerek işlenebilir hale getirilir, ancak önce kırılarak ve iyice ve düzgün bir şekilde su nüfuz etmesini sağlamak için kurumaya yayılarak “eskitilmesi” gerekmektedir. Sonrasında ise kil bir çukurda veya su dolu bir küvette karıştırıldığında kilin süspansiyona girmesi için yeterli su eklenerek, ya bir kürekle ya da çömlekçinin küvette bacakları ve elleriyle karıştırmasıyla saflaştırılıp işlemeye uygun hale getirilmektedir. Kaba kil parçacıkları ya elenerek ya da çökmesine izin verilerek çıkarılır. Kil hazırlandıktan sonra işlenmek için yeterli koşula ulaşması için suyun buharlaştığı kurutma yataklarında veya sık çukurlarda kurutma işlemi yapılmıştır. Hazırlık aşaması, yıkama, dekorasyon ve boya işlemleri gibi farklı süreçler için artan miktarlarda su gerekli olmuştur (Cockle, 1981: 89-93; Wilson, 2000: 128-129). Bu konuda Filistin Oboda'da MS 1. yüzyıldan kalma bir Nebati atölyesinde önemli arkeolojik veriler tespit edilmiştir. Söz konusu atölye alanında kil içeren bir kil karıştırma çukuru tespit edilmiştir. Roma Dönemi'ndeki bu tür üretim alanları suyu genellikle kuyu ve sarnıç gibi yapılardan temin ederek üretimlerini gerçekleştirmişlerdir (Negev, 1974: 11. Wilson, 2000: 128-129).

Metalürjik işlemlerde su kullanımına bakıldığında ise dökümhane atölyelerinde demirciler aletleri soğutmak veya söndürmek için su kullanımı gerçekleşmiştir. Demirciler uygulamada ateşli metali soğuk suya daldırarak hızla soğuturlar, bu da demirin çok daha sert ama kırılgan bir ürünle sonuçlanmasına neden olmaktadır. Kırılganlığın daha sonra temperleme (tekrar ısıtma) ile azaltılması sağlanmıştır (Forbes, 1964: 272-273; White, 1984: 125-126). Timgad'daki bir Roma bronz dökümhanesinde, su kullanımına işaret eden bir taş havuz

bulunmuştur, ancak suyun nasıl tedarik edildiğine dair hiçbir ayrıntı mevcut değildir (Ballu, 1911: 23; Wilson, 2000: 142-143). Yalnız atölyedeki işleyişe bakıldığında suyun kullanımının önem arz ettiği bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır.

Su kullanımının üretimde kullanıldığı diğer bir alan ise tekstil olmuştur. Üretim aşamasındaki keten gibi ürünler daha rahat işlem görebilmesi için birkaç hafta suya batırılırdı (Plin. *Nat.* XIX. 3.16-18) ve böylece nemliyen eğirmek daha kolay hale getirilmiştir. Ayrıca Roma Dönemi'nde Pompeii'de çok sayıda çamaşır yıkama atölyesi bilinmektedir; bunlarda bezi ezmek için birçok küçük küvet ve sonrasında durulamak için çamaşır yıkama tesisleri suyu yoğun olarak kullanmıştır. Zira Pompeii'de su temini kentsel boru şebekesinden iletilmiş olup atölyeler ayrıca önemli giderlerle donatılmıştır (Maiuri, 1931: 546-576; Wilson, 2000: 143) (**Şekil 3**). Roma'da, bu işletmelerin kamu çeşmelerinden taşıma su alması ya da su kemerlerinden su sağlaması için yasal düzenlemeler yapılmıştır (Frontin. *Aq.* I.91-94).

Suyun endüstriyel kullanımına bir örnek de, sahil kentlerinde deniz ürünlerinin tesislerde muhafaza edilmesi olmuştur. Bu amaçla kullanılan yapı örneklerinden biri Parion antik kenti Yamaç Hamamı bitişiğinde yer alan *Murex* Havuzu'dur (Yılmaz, 2021: 164-165. Havuzun kullanımı için ayrıca bkz. Karali, 1999: 219-247; Bursa, 2007: 39-42; Kron, 2008: 206, 211-213; Keleş-Yılmaz, 2021: 545-546). Tarih olarak MS 1.-3. yüzyıla verilen havuza pişmiş toprak künkler ve döküm tekniğiyle yapılmış olan bronz musluk ile su sağlanmıştır (Yılmaz, 2021: 164-165) (**Şekil 4**). Kıyıya yakın yerleşim yerlerinde, bu havuzlar sayesinde deniz ürünlerinin tüketime kadar bekletilebilmesine olanak sağlanmıştır. Konutlarda olduğu gibi pişmiş toprak künk ve musluklar vasıtasıyla su iletimi yapılmıştır.

Roma Dönemi'nde suyun endüstriyel kullanımına ilişkin önemli bir kullanım da su değirmenleri olmuştur. Su değirmenlerinin MÖ 1. yüzyıldan itibaren yoğun kullanıldığına dair bilgiler mevcuttur (Forbes, 1955: 88; White, 1970: 198-199; 1984: 82-83; Wikander, 1979; Simms, 1983: 635-643; Landels, 2004: 17; Çidem, 2024: 215-216) ve bu yapıların kullanımına dair antik kaynaklar da bilgi vermektedir (Vitr. *de Arch.* X. 5; Plin. *Nat.* XVII. 27; Strab. XII. 3. 30). Antik Dönem'deki önemli hidrolik sistemlerinden olan su değirmenleri, su çarkının konumuna göre yatay ve dikey olmak üzere iki ana tipte gelişmiştir (Bennett-Elton, 1899; Forbes, 1955: 91; White, 1970: 196-201; Pace, 1983: 111; Wikander, 2000a: 371-400; Landels, 2004: 18-24). Suyun yatay konumdaki bir dizi kanada vurmasıyla dönen yatay değirmenler en basit ve verimsiz su değirmeni türüdür. Hem basitliği hem de verimsizliği, bıçakların dikey bir milin alt ucuna monte edilmiş olmasından kaynaklanır, üst ucunun da değirmen taşını taşıması ve döndürmesi verimsizliğe sebep olmuştur. Yapıyı basitleştiren her hangi bir dişli sistemi bulunmamaktadır. Bir mekanizma olmasa da, değirmen taşı, alttaki su çarkıyla aynı hızda dönüyordu. Bu durum yavaş olmasından dolayı verimli öğütme için dezavantaj oluşturmıştır (Wikander, 2000a: 371-400; Hodge, 2002: 253-254).

Dikey su çarkı ile çalışan değirmenler ise çarkın dönüşüne göre ayrılmakta, alttan ya da üstten çevirmeli olarak farklılaşmaktadır (**Şekil 5**). Günümüzde yaygın olarak bilinen su çarkı şekli olan dikey çarktan en büyük farkı, yatay bir shaft üzerine monte edilmiş olması ve tahrik kuvvetinin dişliler vasıtasıyla dik açıyla üst değirmen taşına iletilmesidir (Curwen, 1944: 130-

146; Forbes, 1955: 93; Moritz, 1958: 15-16; Reynolds, 1983: 41; Landels, 2004: 21-22). Ayrıca, dişliler Roma değirmenlerinde dönüş hızını beş kat artırmanın uygun bir yolu olmuştur. Dikey su çarkı, diğer ucuna dikey bir dişli çark takılı yatay bir çark şaftını döndürmüştür (**Şekil 6**). Dikey su çarkları iki tiptir: Bir kanal veya akarsuya yerleştirilen ve aşağıdan gelen su gücüyle döndürülen tip ve yukarıdan döndürülen, kanatların çarkın üzerinden bir oluk şeklinde akarak dönmesiyle oluşturulan tip olarak karşımıza çıkmaktadır.

Alt dönüş tipi ayrıca yapımı en kolay olanıdır, çünkü herhangi bir özel hidrolik düzenleme gerektirmez, ancak güçlü ve hızlı bir akış gerektirir. Özellikle yıl boyunca akarsuların akışında değişiklikler olduğu için bir kanala yerleştirilerek daha fazla kullanılmıştır. Uygulamanın dezavantajları her durumda düşük verimliliğe yol açmıştır. Kıta Yunanistan'da Atina Agorası'nda yer alan Roma su değirmeni güzel bir örnektir (**Şekil 7**). Söz konusu yapı Hadrianus su yolunun bir kolu tarafından beslenmiştir. Değirmen çarkının çapı 3.24 m'dir. Altan gelen su gücüyle döndürülerek kullanılmaktadır (Forbes, 1955: 98-99; Reynolds, 1983: 44-45; Landels, 2004: 17-19; Mays, 2010: 134-135).

Üst bölümden çevirmeli çark sistemi, çarkın üzerindeki ahşap bir oluk vasıtasıyla iletilen suyla çalıştırılmıştır. Hem suyun ağırlığı hem de itme kuvveti tekerleğin dönmesine neden olmuştur. Özellikle mevsim koşullarına bağlı olarak su akışının sık sık değiştiği bölgelerde, suyun bir kanal yardımıyla yapıya iletilmesi, tekerlek üzerindeki kanatların döndürülmesi ve yer çekimi kuvvetinden faydalanılması suretiyle uygulanan bir yöntemdir. Çalışma mekanizmasının oldukça işlevsel olması, birden fazla çarkla kullanılmasını sağlamıştır. Fransa'nın güneyindeki Barbegal yerleşimi, uygulamanın en iyi örneğidir (**Şekil 8**). MS 2. yüzyıla tarihlenen yapının su iletimi 9 km mesafeden sağlanmış ve iki paralel değirmen sırası inşa edilerek oluşturulmuştur. Her bir hatta 8 değirmen evi ve toplam 16 çark bulunmakta olup, yamaç üzerine inşa edildiği için suyun yukarıdan çevrilmesi için kullanılmıştır. Böylece yamaç üzerine inşa edilmesiyle su hızının yavaşlaması ortadan kaldırılmış ve hız kazanması sağlanmıştır (Forbes, 1955: 94; Rakob, 1979: 66; Fleming, 1983: 68; Sellin, 1983: 91-109; Schiøler -Wikander, 1983: 47-64; Spain, 1984: 143-180; Hodge, 1990: 106-111; 2002: 257).

Antik Dönem'deki su değirmenlerinin sayısı genel olarak düşünüldüğünden çok daha fazla olmalıdır. Türlerini ve tiplerini dağılım ve yoğunluk olarak söylemek mümkün değildir, ancak en azından bazıları için yapılmış özel su iletim hatları olduğu bilinmekte ve kırsaldaki su hatlarının çoğu bu değirmenlere hizmet etmiş olmalıdır. Bunlar değirmenleri besleyen münferit su iletim hatları yanında, değirmenlere mevcut kentsel su iletim hatları tarafından da su sağlanmıştır (Forbes, 1955: 161; Cohen-Drabkin, 1958: 326-329; Brumbaugh, 1966; Sellin, 1983: 98, 108; Hodge, 2002: 256; Landels, 2004: 171-178; Çidem, 2024: 216-217).

Suyun endüstriyel kullanımına ilişkin bir başka örnek de taş-mermer atölyelerinde kullanılmasıdır. Taşın elle kesilmesi işlemi MÖ 13. yüzyıla kadar uzanmaktadır (Bruno, 2002: 188; Kessener, 2010: 283). İlk dönemlerde el gücü ile kesme işlemlerinde tuf taşı dişli ahşap testeresi ile kesilirken (Vitr. *de Arch.* II.7.1; Plin. *Nat.* XXXVI. 44); sert taşlar için dişsiz kesici tercih edilmiştir. Kesicinin ileri-geri hareket ettirilmesiyle küçük çizgi atıldıktan sonra su ve kum karışımı bu alana dökülerek harekete devam edilir. Böylece kesme işlemi kum ve

su yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Plin. *Nat.* XXXVI. 9). Özellikle MS 1. yüzyılda yapılarda mermer kaplamaların yaygın olarak kullanılmaya başlanması, ihtiyacın seri üretimle karşılanmasını zorunlu hale getirmiştir (Mangartz, 2010: 1; Kessener, 2010: 284). Konuya ilişkin, Hierapolis kuzey nekropolünde bulunan ve MS 3. yüzyıla tarihlenen bir lahitin kapağındaki kabartma, su gücüyle çalışan bir taş testere atölyesinin teknik tasarımını göstermektedir (Kessener, 2010: 285; Ritti vd. 2007: 138-163) (**Şekil 9**). Sistemdeki su çarkı bağlantı mili ve krank sistemiyle donatılmıştır. Böylece su çarkının dönme hareketi, mermer levhaların seri üretimine olanak sağlayan bir harekete dönüştürülmüştür.

Ephesos da MS 6.-7. yüzyıla tarihlenen, çok sayıda kesicinin bulunduğu bir taş-mermer kesme atölyesi açığa çıkarılmıştır. Bülbül Dağı yamaçlarındaki yapı sıralarının en alt odasında yer almaktadır. Oda 2.2x0.6 m genişliğindedir. Zeminde bir su kanalı ve alanın her iki yanında yaklaşık 12 m yüksekliğinde iki dikdörtgen mermer blok bulunmaktadır. Alanın çeşitli noktalarında kesme izleri olan parçalar tespit edilmiştir (**Şekil 10**). Burada kullanılan mekanizmaların hepsi olasılıkla ahşaptan yapılmıştır. Bu nedenle de su çarkı ve diğer mekanizmalara dair hiçbir kanıt kalmamıştır. Mevcut veriler ışığında, atölye bölümüne bir kanal aracılığıyla su verildiği ve kesme işleminin tahta bir çark yardımıyla yapıldığı anlaşılmaktadır. Testere bıçaklarının nasıl monte edildiği ve taş blokları levhalar şeklinde kesmek için nasıl yönlendirildiği bilim insanları arasında tartışma konusu olmaya devam etse de, burada endüstriyel bir kullanım olduğu gerçeği mevcut verilerle desteklenmektedir (Warnecke, 1997: 33-38; Schiøler, 2005: 34-35; Mangartz, 2006: 582; Kessener, 2010: 287-288).

4. Değerlendirme ve Sonuç

Endüstriyel alanlarda su kullanımına ilişkin örneklerle bakıldığında, örneklerin çoğunun Roma Dönemi'ne dayanması dikkat çekicidir; özel konutların gelişimi ve evlere su taşıyan dağıtım ağlarının ortaya çıkışı göz önüne alındığında bu anlaşılabilir bir durumdur. Su teknolojilerinin yayılması, büyük kent merkezleri yeterli ve güvenilir bir su kaynağı olmadan sürdürülemez olduğundan, kentlerin konumlarından bağımsız olarak imparatorluk genelinde büyümesine olanak sağlamıştır. Antik Dönem'deki teknolojik gelişmelerin incelenmesi, bunların değişimlerini çok genel bir düzeyde ele alır; teknolojilerin geliştirildiği ve benimsendiği gerçek süreçler, zaman alan deneyimsel tecrübeler olarak düşünülmelidir. Çünkü su, bağlamından bağımsız olarak, toplumsal kimlik duygusunu yaratmaya, beslemeye ve güçlendirmeye yardımcı olur.

Endüstriyel kullanım söz konusu olduğunda suyun farklı sektörlerde yoğun olarak kullanıldığı ve çeşitliliğin fazla olduğu sonucu ortaya çıkar. Kentleşmenin gelişmesi nüfus artışına paraleldir. Bu durum tekstil ürünleri, seramik üretimi ve metalurji alanlarının çeşitlenmesine katkıda bulunmuştur. Parion gibi kıyı yerleşimlerinde deniz ürünleri üzerine atölyeler yer alırken, Ephesos gibi büyük kentlerde farklı sektörlerdeki atölyelerde su kullanılarak taş-mermer kesildiği, su kaynaklarının bol olduğu yerlerde değirmenlerin yer aldığı saptanmıştır. Hierapolis'te bulunan MS 3. yüzyıla ait lahit kapağı kabartmasında da görüleceği üzere, su gücüyle çalışan taş testere atölyesinin ikonografik olarak betimlenmesi, sistemin kanallı su ile

işletildiğini ve dolayısıyla şehre suyun borularla verildiğini göstermesi açısından önemlidir. Kabartmadaki uygulamaya benzer bir atölye Ephesos'ta bulunmaktadır. Ephesos'u süslemek için önemli miktarda mermer kullanılmıştır, ayrıca kentin bu taşı imparatorluğun her yerine ihraç etmiş olabileceği düşünülmektedir.

Roma mühendisliğinin becerisini ve başarısını gösteren en önemli kalıntıların başında su ile ilişkili yapılar gelir, görkemli su kemerleri ve şehir içi şebekeler hemen hemen her kentte karşımıza çıkar. Suyun endüstriyel ölçekte kullanımına dair örnekler ise, su kullanımına ilişkin teknolojik gelişmelerin Roma Dönemi'nde üretime ve ekonomiye büyük katkısı sağladığını göstermektedir. Zira su, zanaat üretimi ve endüstriyel faaliyetlerde temel bir rol oynamıştır. Özel mühendislik becerisi gerektiren su hatları ve su binaları inşa etmek son derece maliyetli işlerdi. Bu konuda kentler kendi içinde çözüm bulsa da, bazen Roma'dan gelen finansmanla mümkün olmuştur. Kentlerdeki yasal düzenlemeler sayesinde, suyun adil kullanımı ve işyerlerinin rekabetçi dengesi korunmuş, su ücretlerinin toplanmasıyla da su yapılarının ve hatlarının bakımı ve onarımına finansal kaynaklar sağlanmıştır. Ayrıca, suyun tenimin, kullanımı ve tahliyesi gibi konuları incelemek, Roma Dönemi kentlerindeki kültürel, sosyal, politik ve ekonomik yönleri daha iyi anlamak için önemli bir araştırma yoludur.

KAYNAKÇA

Antik Kaynaklar

Frontin. *Aq.*(=Frontinus, *De Aqueductu Urbis Romae*) Metin ve Çeviri: *Frontinus, Stratagems. Aqueducts of Rome*, with an English Translation by C. E. Bennett, The Loeb Classical Library, London, 1925.

Plin. *Nat.* (= G. Plinius Secundus “Yaşlı”, *Naturalis Historia*) Metin ve Çeviri: *Pliny Natural History*, H. R. Rackham, W. H. S. Jones, D. E. Eichholz I-X, Maa. Loeb Classical Library 330. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1938-1971.

Strab. (=Strabon, *Geographika*) Metin ve Çeviri: *Geography, Volume V: Books 10-12*. English translation by Horace Leonard Jones. London, 1928, (The Loeb Classical Library).

Vitr. *de Arch.*(=Vitruvius, *De Architectura*) Metin ve Çeviri: *On Architecture, Volume II: Books 6-10*, Translated by F. Granger, Loeb Classical Library 280, Harvard University Press, Cambridge 1934.

Modern Kaynaklar

Akkurnaz, S. (2017). Antik Dönemde Kentleşme Olgusu ve Suyun Rolü. Çamur, D., Topbaş, M., İter, H., (Eds.). 2. *Uluslararası Su ve Sağlık Kongresi* içinde (147-153). Antalya.

Ballu, A. (1911). *Les Ruines de Timgad: Sept Annees de Decouvertes 1903-1910*. Paris.

Bennett, R. – Elton, J. (1899). *History of Corn Milling 2*. London.

Biswas, A. K. (1970). *History of Hydrology*, New York: American Elsevier Publishing Co.

Brumbaugh, R. S. (1966). *Ancient Greek gadgets and machines*. New York.

Bruno, M. (2002). Considerazioni sulle cave, sui metodi di estrazione, di lavorazione e sui trasporti, in M. de Nuccio – L. Ungaro. *I marmi colorati della Roma imperiale*, (179-193).

Bruun, C. (2000). Water Legislation in the Ancient World: The Greek World. Wikander, Ö. (Ed.). *Handbook of Ancient Water Technology* içinde (557-574). Leiden: Brill.

Brinker, W. (1977). 'The Effects of the Smyrna Earthquake of 178 AD on the Water Supply of Pergamum. *Proceedings of the 17th Congress of the International Association of Hydraulic Research (IAHR)* içinde (768-769). Baden.

Bursa, P. (2007). *Antikçağ'da Anadolu'da Balık ve Balıkçılık*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Callebat, L. (1973). *Vitruve VIII*. Paris.

- Cockle, H. (1981). *Pottery Manufacture in Roman Egypt: a new papyrus*. Journal of Roman Studies 71, 87-95.
- Cohen, M. R. – Drabkin, I. E. (1958). Source Book in Greek Science. Cambridge. Mass., 326-329.
- Crouch, D. P. (1993). *Water Management in Ancient Greek Cities*. Oxford: Oxford University Press.
- Curwen, C. E. (1944). The problem of early water mills. *Antiquity* 18, 130-146.
- Çidem, M. (2022). Mastaura Antik Kenti Su Sistemleri Üzerine İlk Gözlemler. Akkurnaz, S.-Özver, A.-Kalkan, A. (Eds.). *Disiplinler Arası Çalışmalarla Mastaura Antik Kenti* içinde (149-172). İstanbul: Arkeoloji Sanat Yayınları.
- Çidem, M. (2024). *Anadolu'da Antik Dönem Su Sistemleri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- De Montauzan, G. (1909). *Les aqueducs antiques de Lyon*. Paris.
- Ellis, S. (1996). Systems of Water Control. The Evidence of Some African Castellae. Haan, N. de- Jansen, G. C. M. (Eds.). *Cura Aquarum in Campania. Proceedings of the Ninth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region / Beiträge des neunten internationalen Symposiums zur Geschichte der Wasserwirtschaft und des Wasserbaus im Mediterranen Raum. Pompeii, 1-8 October 1994 (Babesch Supp. 4)* içinde (179-183). Leiden.
- Eschebach, H. (1983). Die innerstadtsche Gebrauchwasserversorgung Dargestellt am Beispiel Pompeiis. *JEAR*, 81-132.
- Fahlbusch, H. (1982). *Vergleich Antiker Griechischer und Römischer Wasserversorgungsanlagen*. Braunschweig: Leichtweiss-Institut für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig.
- Fleming, S. (1983). Gallic waterpower: the mills of Barbegal. *Archaeology* 36.6, 68.
- Forbes, R. J. (1955). *Studies in Ancient Technology*, vol. I. Leiden: E. J. Brill.
- Forbes, R. J. (1964). *Studies in Ancient Technology*, vol. IX. Leiden: E. J. Brill.
- Fox R. W. – McDonald, A. T. (1985). *Introduction to Fluid Mechanics*. New York.
- Garbrecht, G. – Fahlbusch, H. (1975). Wasserwirtschaftliche Anlagen des antiken Pergamon: die Kaikos-Leitung. *Mitteilungen des Leichtweiss-Instituts für Wasserbau* 44.
- Garbrecht, G. – Holtorff, G. (1973). Wasserwirtschaftliche Anlagen des antiken Pergamon: die Madradag-Leitung. *Mitteilungen des Leichtweiss-Instituts für Wasserbau* 37.

- Grewe, K. (2008). Tunnels and Canals. Oleson, J. P. (Ed.). *Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World* içinde (319-336). Oxford: Oxford University Press.
- Herschel, C. (1973). *Frontinus: the two books on the water supply of Rome*. Boston: New England Water Works Association. (Eserin orijinali 1899’da yayımlandı).
- Hodge, A. T. (1981). Vitruvius, lead pipes and lead poisoning. *AJA* 85, 486-491.
- Hodge, A. T. (1983). Siphons in Roman aqueducts. *PBSR*, 51.
- Hodge, A. T. (1990). A Roman factory. *Scientific American* 262-11 , 106-111.
- Hodge, A. T. (1991). *Future Currents in Aqueduct Studies*. Cambridge: Francis Cairns Publications.
- Hodge, A. T. (2000a). Collection of Water. Wikander, Ö. (Ed.). *Handbook of Ancient Water Technology* içinde (21-28). Leiden: Brill.
- Hodge, A. T. (2000b). Purity of Water. Wikander, Ö. (Ed.). *Handbook of Ancient Water Technology* içinde (95-99). Leiden: Brill.
- Hodge, A. T. (2002). *Roman Aqueducts and Water Supply*. London: Duckworth. (Eserin orijinali 1992’de yayımlandı).
- Jansen, G. (2000). Urban Water Transport and Distribuiton. Wikander, Ö. (Ed.). *Handbook of Ancient Water Technology* içinde (103-125). Leiden: Brill.
- Karali, L. (1999). *Shells in Aegean Prehistory*. Oxford: British Archaeological Reports.
- Katsari, C.- Mitchell. S. (2008). The Roman Colonies of Greece and Asia Minor. Questions of State and Civic Identity. *Athenaum*, 96 (1), 219-247.
- Keleş, V. – Yılmaz, M. D. (2021). Fishing and the Processing of Seafood in Parion. In *Proceedings of the 19th International Congress of Classical Archaeology Cologne / Bonn, 22-26 May 2018 Archaeology and Economy in the Ancient World: Vol. 53* içinde (543-560). Heidelberg: Propylaeum, Heidelberg University Library.
- Kessener, H. P. M. (2010). Stone Sawing Machines of Roman and Early Byzantine Times in the Anatolian Mediterranean. *Adalya XIII*, 283-304.
- Kessener, H. P. M. (2013). A Pompeiian-type Water System in Modern Times. *Bulletin Antike Beschaving, Annual Papers on Mediterranean Archaeology*, 49 Supp. 24, içinde (230-240).
- Kessener, H. P. M. (2017). Roman Water Distribution and Inverted Siphons - Until Our Days. Unpublished Doctor’s Thesis, Radboud University, Nijmegen.
- Kretschmer, F. (2010). *Antik Roma’da Mimarlık ve Mühendislik*. İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları. (Eserin orijinali 2000’de yayımlandı).

- Kron, G. (2008). Animal Husbandry, Hunting, Fishing and Fish Production. Oleson J. P. (Ed.), *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World* içinde (175-222). Oxford: Oxford University Press.
- Landels, J. G. (2004). *Eski Yunan ve Roma'da Mühendislik*. Ankara: Tübitak Yayınları. (Eserin orijinali 1978'de yayımlandı).
- Lewis, M. (2000). Historical Context. The Socio-Economic Background and Effects: The Hellenistic Period. Wikander, Ö. (Ed.). *Handbook of Ancient Water Technology* içinde (631-648). Leiden: Brill.
- Maiuri, A. (1931). Pompeii: pozzi e condotture d'acqua nell'antica città. *N. Sc.*, 546-576.
- Mangartz, F. (2006). Zur Rekonstruktion de Wassergetriebene Byzantinische Steinsägemachine von Ephesos. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 36/4.
- Mangartz, F. (2010). *Die byzantinische Steinsägemaschine von Ephesos: Baubefund, Rekonstruktion, Architekturteile*. Monographien RGZM 96.
- Mays, L. W. (2010). A Brief History of Water Technology During Antiquity: Before the Romans. Mays, L. W. (Ed.). *Ancient Water Technologies* içinde (1-28). Heidelberg: Springer-Verlag.
- Moritz, L. A. (1958). *Grain-Mills and Flour in Classical Antiquity*. Oxford.
- Negev, A. (1974). *The Nabatean Potter's Workshop at Oboda* (Rei Cretariae Romanae Fautorum, Acta Supplementa, 1). Bonn.
- Nielsen, I. (1993). *Thermae et Balnea. The Architecture and cultural history of Roman Public Baths. Vols I-II*. Aarhus: Aarhus University Press.
- Oestigaard, T. (2011). Water. Insoll, T. (Ed.). *The Archaeology of Ritual and Religion* içinde 38-50. Oxford: Oxford University Press.
- Owens, E. J. (1983). The Koprologoi at Athens in the Fifth and Fourth Centuries BC. *CQ* 33, 44-50.
- Owens, E. J. (2000). *Yunan ve Roma Dünyasında Kent*. (Çev. Birsal, C.). İstanbul: Homer Kitabevi. (Eserin orijinali 1976'da yayımlandı).
- Özbay, F. (2018). *Pamphylia, Lykia, Kilikia Bölgesi Roma Dönemi Su Sistemlerinin Yapısal Özellikleri*. Ankara: Bilgin Kültür Sanat Yayınları.
- Pace, P. (1983). *Gli Acquedotti di Roma*. Rome.
- Peleg, Y. (2006). Castella are not Reservoirs. Wiplinger, G. (Ed.). *Cura Aquarum in Ephesos. Proceedings of the Twelfth International Congress on the History of Water Management and Hydraulic Engineering in the Mediterranean Region* içinde (343-347). Leuven: Peeters.

- Rakob, F. (1979). Wasser als Element römischer Infrastruktur. *D U Die Kunstzeitschrift* 3, 66.
- Reynolds, T. S. (1983). *Stronger than a Hundred Men*. Baltimore / London.
- Rogers, D. K. (2018). Water Culture in Roman Society. *Ancient History*, 1(1), 1-118. Brill.
- Ritti, T. – Grewe, K. – Kessener, H. P. M. (2007). A relief of a water-powered stone saw mill on a sarcophagus at Hierapolis and its implications. *JRA* 20, 138-163.
- Schiøler, T. – Wikander, Ö. (1983). A Roman watermill in the Baths of Caracalla. *Opuscula Romana* 14(4), 47-64.
- Schiøler, Th. (2005). How to saw marble. *J. Int. Molinology* 70, 34-35.
- Sellin, R. H. J. (1983). The Large Roman water mill at Barbegal (France). *History of Technology* 8, 91-109.
- Simms, D. L. (1983). Water-driven saws, Ausonius and the authenticity of the *mosella*. *Technology and Culture* 24, 635-643.
- Spain, R. J. (1984). The second-century Romano-British watermill at Ickham, Kent. *History of Technology* 9, 143-180.
- Strang, V. (2005). Common Senses: Water, Sensory Experience, and the Generation of Meaning. *Journal of Material Culture* 10.1, 92-120.
- Tölle-Kastenbein, R. (1990). *Antike Wasserkultur*. Münih.
- Warnecke, H. (1997). Die antike Marmorsäge. Ein Werkzeugmaschine wird rekonstruiert. *Rheinisches Landesmuseum Bonn* 2.
- Weiss, C. F. (2011). *Living Fluidly: Uses and Meanings of Water in Asia Minor (2nd century BCE to 2nd century CE)*. Unpublished Doctor's Thesis, Newcastle University, Rhode Island.
- White, K. D. (1970). *Roman Farming*. London: Thames and Hudson.
- White, K. D. (1984). *Greek and Roman Technology*. London: Thames and Hudson.
- Wikander, Ö. (1979). Water-mills in Ancient Rome. *Opuscula Romana*, series 4, year 26, no. 12.
- Wikander, Ö. (2000a). The Water-mills. Wikander, Ö. (Ed.). *Handbook of Ancient Water Technology* içinde (371-400). Leiden: Brill.
- Wikander, Ö. (2000b). Industrial Applications of Water-Power. Wikander, Ö. (Ed.). *Handbook of Ancient Water Technology* içinde (401-412). Leiden: Brill.

Wikander, Ö. (2000c). Historical Context. The Socio-Economic Background and Effects: The Roman Empire. Wikander, Ö. (Ed.). *Handbook of Ancient Water Technology* içinde (649-660). Leiden: Brill.

Wilson, R. J. A. (2000). Drainage and Sanitation. Wikander, Ö. (Ed.). *Handbook of Ancient Water Technology* içinde (151-179). Leiden: Brill.

Wilson, A. I. (2008). Hydraulic Engineering and Water Supply. Oleson, J. P. (Ed.), *Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World* içinde, 285-318. Oxford: Oxford University Press.

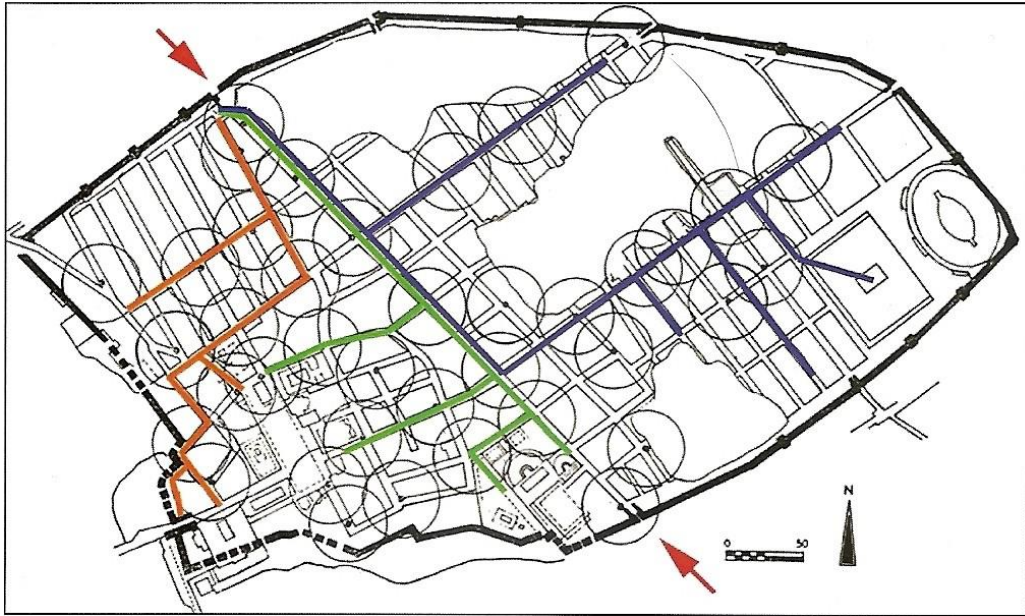
Yılmaz, M. D. (2021). *Parion Su Yolları (Temin-Dağıtım-Tahliye)*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.



Şekil 1. Ephesos Sextilius Pollio su kemeriü görünümü. <https://www.selcuk.bel.tr/pollio-su-kemeri>, (Erişim Tarihi: 08.11.2024).



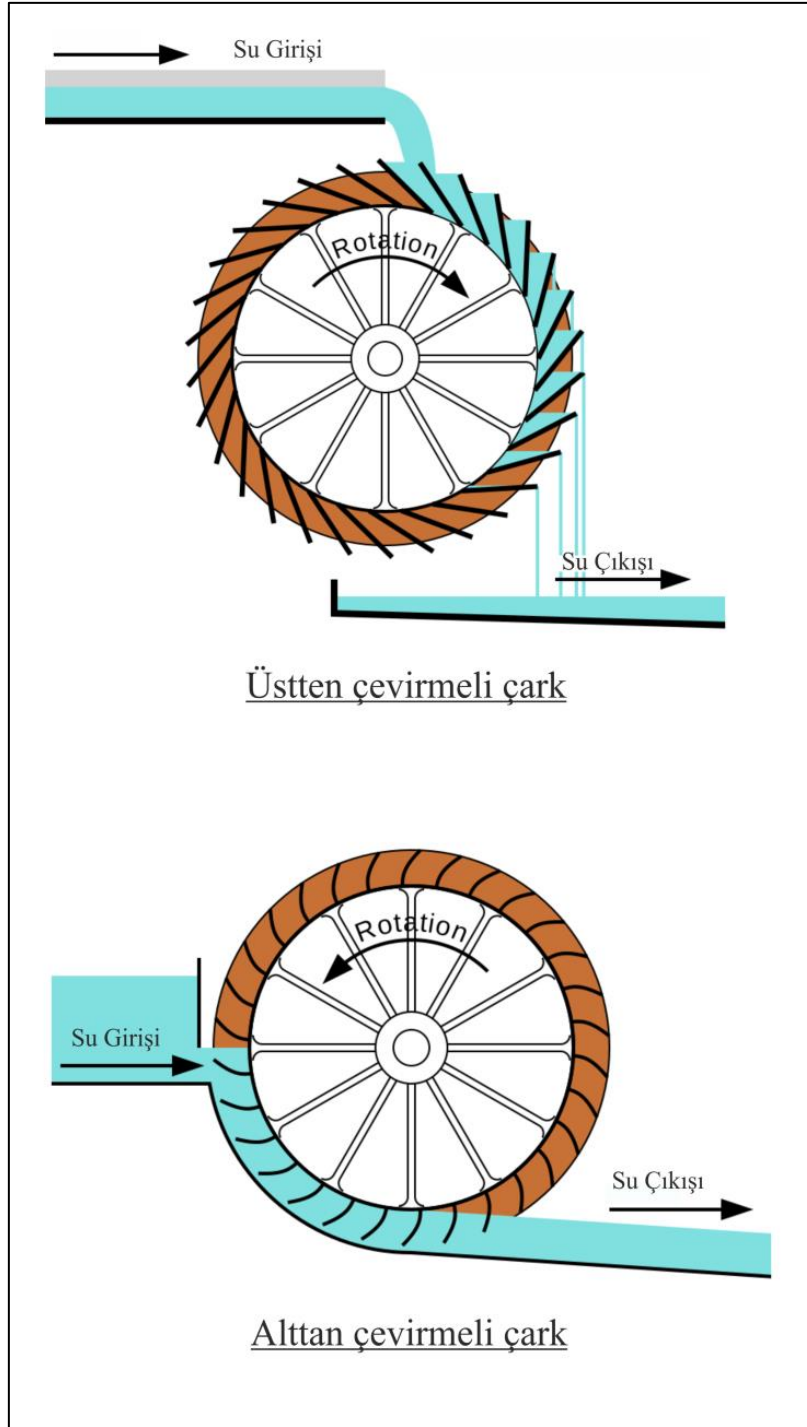
Şekil 2. Nimes castellum aquae yapısı ve su çıkışları (Kessener, 2017: 192, Fig. 271).



Şekil 3. Pompeii'nin su dağıtım sistemi planı (Kessener, 2017: 24, Fig. 20).

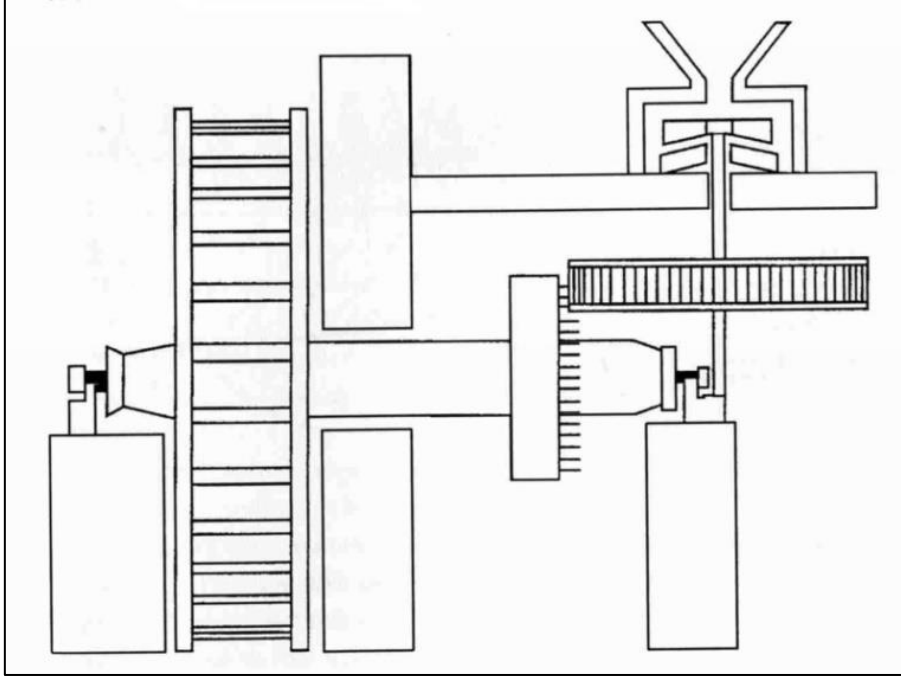


Şekil 4. Parion, murex havuzu (Yılmaz, 2021: 416, Res. 218).



Şekil 5. Su değirmeni çarkları çalışma şekli görünümü.

https://en.wikipedia.org/wiki/Water_wheel#/media/File:Overshot_waterwheel_simple.svg, (Erişim Tarihi: 14.11.2024).

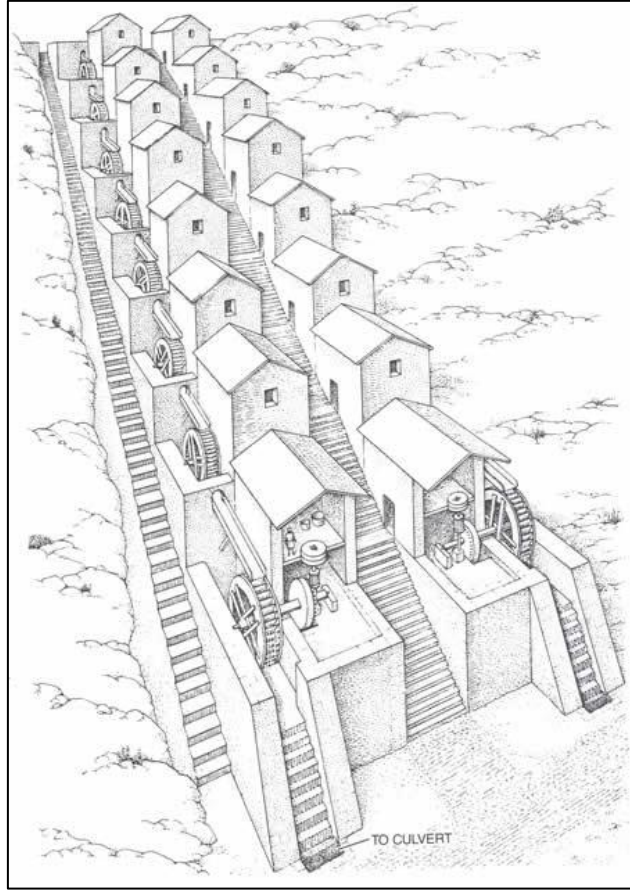


Şekil 6. Dikey su çarkına yatay şaft çarkı ile çevirmesi çizimi.

https://en.wikipedia.org/wiki/Water_wheel#/media/File:Overshot_waterwheel_simple.svg (Erişim Tarihi: 14.11.2024).



Şekil 7. Atina Agorası'nda yer alan su çarkı kanalı (Mays, 2010: 134, Fig. 7.19).

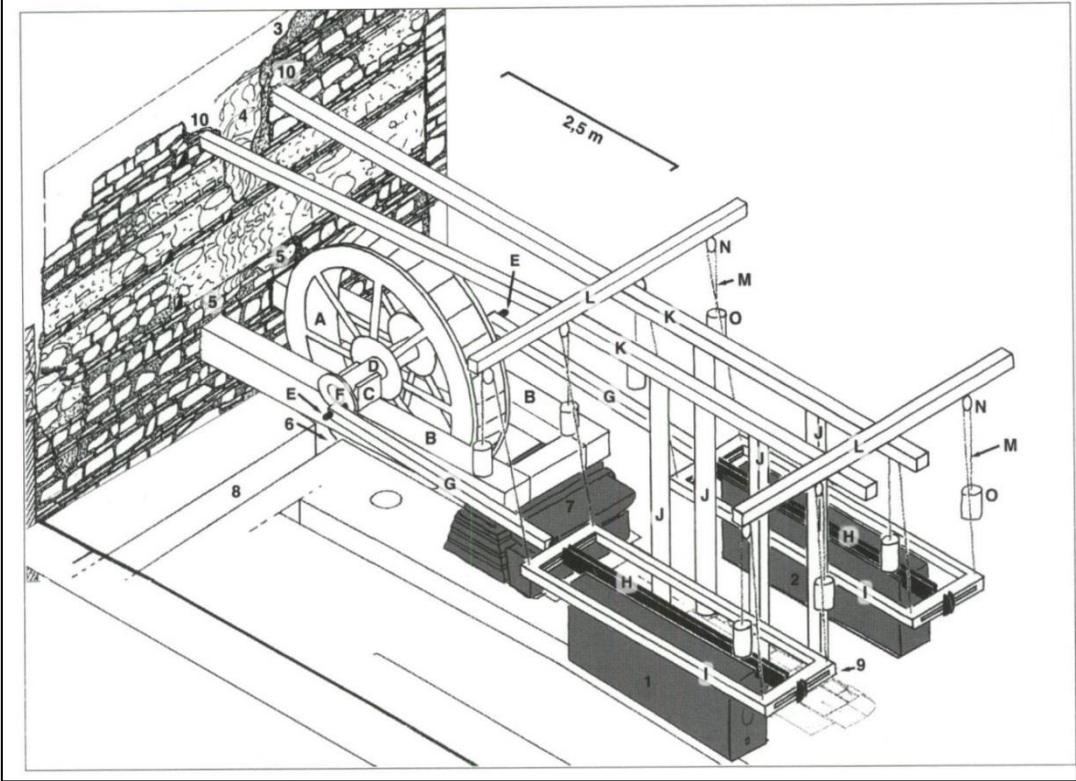


Şekil 8. Barbegal yerleşimindeki çoklu su değirmeni çizimi.

<https://deepmappingsanctuari> (Erişim Tarihi: 14.11.2024).



Şekil 9. Hierapolis'teki suyla çalışan testere kabartması görünümü (Kessener, 2010: 298, Fig. 2-a).



Şekil 10. Ephesos'taki taş-mermer kesim atölyesi görünümü ve çizimi (Kessener, 2010: 300, Fig. 7a - 8).