



## Makale

# Yalvaç Pisidia Antiocheia Kentinde Kullanılan Tuğla ve Bağlayıcı Malzemelerin Kimyasal, Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması

\*Şemsetin KILINÇARSLAN, \*Celalettin BAŞYİĞİT, \*\*Hakan AKTAŞ, \*Osman ÇANKIRAN, \*M.Nuri ÜRGÜP,  
\*İsmail UZUN

\* Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Isparta  
\*\* Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Isparta

## ÖZET

Bu çalışmada Isparta İli Yalvaç İlçesinde bulunan tarihi Pisidia Antiocheia kentinde kullanılan tuğla ve bağlayıcı malzemelerin kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Yalvaç Pisidia Antiocheia mimarisinde birçok yapı malzemesi ve yapım tekniklerinin birlikte kullanıldığı gözlemlenmektedir. Tuğlalar; duvar malzemesi olarak ve örtü malzemesi olarak kullanılmıştır. Yapılan deney sonuçlarına göre, benzeri tarihi yapılar ile karşılaştırıldığında, Yalvaç Pisidia Antiocheia kentinde kullanılan tuğla ve bağlayıcı malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin üstün özelliklerde olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yalvaç, Pisidia Antiocheia, Tuğla, Bağlayıcı Malzeme

## GİRİŞ

Geleneksel yapı malzemesi olarak kullanılan harç ve tuğlalar oldukça erken tarihlerden beri yapıyı meydana getiren esas malzemelerdir. Bilinen en erken örneklere MÖ 3500'lerde Anadolu'nun yakın çevresinde Mısır ve Mezopotamya'da rastlanmaktadır. Eski eserlerde kullanılan harç ve sıvalar, bina yapım sırasındaki ve sonrasındaki işlevleriyle, günümüz yapılarında olduğu gibi tarihi yapılarda da en önemli elemanlardır [Levick, 1967, Taşlıalan, 1998].

Yöremizde tarihi bir öneme sahip olan ve Yalvaç ilçesi sınırları içinde bulunan Pisidia Antiocheia antik kentinde de geleneksel yapı malzemesi olan tuğla ve bağlayıcı malzemelerin yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. Bugüne kadar antik kentte geleneksel malzemeler olarak kullanılan tuğla ve bağlayıcı malzemelerin literatüre geçecek nitelikte incelenmediği tespit edilmiştir. Bu nedenle, bu malzemeler ve özellikleri henüz yeterince tanınmamakta; bilinenler de çağdaş malzeme kaynaklarıyla geleneksel malzemelerin ilişkisini tespit etmekte yetersiz kalmaktadır. Bu konuda yapılacak çalışmalar, malzeme bilgisi ve antik kent tarihi açısından sözü edilen bilgi eksikliğini gidermenin yanı sıra, onarım çalışmalarında kullanılacak yeni malzemelerin üretiminde de bir temel oluşturacaktır.

Yalvaç Pisidia Antiocheia mimarisinde değişik yapı malzemesi ve yapım tekniklerinin birlikte kullanıldığı gözlenmektedir. Tuğla; yapılarda, duvar malzemesi olarak ve örtü malzemesi olarak kullanılmıştır. İçi harçlı moloz taş dolgu, dışı kaba yonu veya kesme taştan oluşan duvar sisteminin yanı sıra tuğlanın taşla almaşık olarak kullanımı yapım yöntemindeki bu çeşitliliği oluşturmaktadır. Batı Roma tuğla duvar örgü tekniği olan; tuğlaların duvarlarda taş örtü üstünde belli yükseklikte iki veya üç sıra

halinde duvarı boydan boya kaplayacak şekilde hatıl gibi kullanımı, incelenen yapılarda çok yaygın olarak görölmektedir. Örtü malzemesi olarak kullanılan tuğlalar, genellikle yer döşemesi olarak kullanılmıştır. Yer döşemesi olarak Yalvaç Pisidia Antiocheia mimarisinde tuğlalar, sütunlu cadde üzerinde bulunan dükkânlarda, Roma hamamında, Nyphaeum' de sıkça kullanılmıştır [Kahya 1992]. Bu çalışmada Yalvaç Pisidia Antiocheia antik kentinde yoğun olarak kullanılan tuğlanın ve bağlayıcı malzemelerin kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerinin tespit edilerek literatüre kazandırılması amaçlanmıştır.

## ÇALIŞMA ALANI

Antiocheia'nın Isparta İli'ne bağlı Yalvaç İlçesi'nin yaklaşık 1 km. kuzeyinde ve Sultan Dağları'nın güney yamaçları boyunca uzanan verimli arazide kurulmuş bir Pisidia kentidir. I.A. Richmond ve R.G. Collingwood'un tahminlerine göre kent merkezindeki nüfus 7.500-10.000 civarında idi. B.Levick ise üç binin üzerinde emekli askerin bulunduğunu ileri sürmektedir. Ancak, Antiocheia'nın geniş sınırları içerisinde 30-40 bin civarında bir nüfusun yaşadığını söyleyebiliriz. Antiocheia, M.S. 3. yüzyılın hemen sonunda kurulan genişletilmiş Pisidia eyaletinin metropolisi olmuştur. Kilise kayıtlarından anladığımıza göre, kent Bizans Devrinde de önemini korumuştur [Taşlıalan, 1999]. İ.S. 713'de Araplar'ın istilasına uğrayan kent yakılıp yıkılmıştır. Kazılar sonucu ele geçen kalıntı izleri ve bulgular bu olayı ve tarihi kanıtlamaktadır. Kentin tarihi 13.yüzyıla dek izlenebilmektedir. Ancak, bu yüzyılın ikinci yarısından itibaren halkın bir kısmının o zamanın verimli toprakları olan Yalvaç'a göçtüğü, diğer bir kısmının ise başka eyaletlere taşındığı görölmektedir [Rundell, 1934]. Antiocheia, deniz seviyesinden 1236 m. yükseklikte; Sultan Dağları'nın bir kolu üzerinde kuzey-güney yönünde uzanan Anthios Vadisi'ne hâkim bir tepe üzerindedir. 120 m. yüksekliğindeki bu tepenin doğu, güney ve kuzey yamaçları sarp olduğundan kente ancak batıdan kolaylıkla ulaşılabilmektedir [Robinson, 1961].

Akropolün yüzeyi düz olmayıp doğu-batı, kuzey ve güneyde bir takım tepeler, başka bir ifade ile yedi tepe vardır. Yapıların birçoğu bu tepelerin yamaçlarında ve küçük vadiler içinde toplanmıştır. Arazinin doğal durumundan azami yararlanarak Antiocheia'da ızgara şehir planının ustaca uygulanması ilgi çekicidir. Antik kentin ayakta kalmış yapıları pek azdır. Bunlar genellikle temel kalıntılar halindedir. Sur dâhilinde, birbirine dik olarak; güneyden kuzeye ve doğudan batıya doğru birer eksen çizilerek, planlama bu eksnelere göre yapılmıştır. Güneyden kuzeye giden caddeye Decumanus Maximus ve doğudan batıya giden ana caddeye ise Cardo Maximus adı verilmiştir (Şekil-1). Şehir planında esas itibari ile ana caddelere dik açılarla açılan dar, fakat düz sokakların mevcut olduğunu görmekteyiz.



Şekil 1. Sütunlu Cadde

Kentin iki ana meydanı şehrin doğusunda ve odak merkezinde idi. Bunlardan birincisi Augustus Tapınağı önündeki aynı adla anılan meydan, ikincisi bu meydanın batısında yer alan Tiberius alanıdır. Bu iki meydan arasında enlemesine yerleştirilen Propylon yer almaktadır. Diğer üçüncü bir meydan ise, Nymphaeumun önünde bulunmaktadır. Kentin kuzeyinde, Roma hamamı-palaestra ve Nymphaeum (Anıtsal Çeşme) yer alır. Doğudaki tepenin yamaçlarında Augustus Tapınağı ve alanı, Propylon, Tiberus alanı; onun batısında ise sütunlu cadde yer almaktadır. Sütunlu caddenin kuzeybatısında Bouleuterion, bunun güneybatısında ise tiyatro bulunmaktadır. Tiyatronun kuzeyinde küçük kilise vardır. Kentin merkezi etrafında ve arazinin elverişli yerlerinde evler serpiştirilmiş durumdadır. Şehrin batısında Anadolu'nun en eski kiliselerinden birinin (St. Paul) kalıntıları günümüze kadar ulaşmıştır [Taşlıhan, 1988] (Şekil-2).



Şekil 2. Küçük Kilisenin kalıntıları

Kentin kuzeybatı surları temel seviyesinde, güneybatı ve güney surları ise kısmen ayakta durmaktadır. Şehrin ana kapısı olan batı kapısı iki yanda surlarla birleşmektedir. Kentin ikinci kapısı güneydedir. Daha dar olan kuzey kapısı ise hamamla bağlantılıdır (Şekil-3).



Şekil 3. Roma Hamamının iç görünümü

## MATERYAL VE METOD

Deneysel çalışmalar dört kısımda toplanabilir. Bunların ilk kısmını, Yalvaç Pisidia Antiocheia kentinde gerçekleştirilen çalışmalar ve buralarda yapılan tahribatsız test teknikleri oluşturmaktadır. Tahribatsız test tekniği olarak Schmidt çekici cihazı kullanılmıştır. Yalvaç Pisidia Antiocheia antik kentinde halen ayakta kalan yapıların değişik bölgelerinden antik kent dokusuna zarar vermeyecek şekilde çeşitli duvar ve örtü amacıyla kullanılan tuğla örnekleri, tuğlaları birbirine bağlamada kullanılan bağlayıcı harç örnekleri alınmıştır.

Bu alınan örnekler üzerinde Süleyman Demirel Üniversitesi'nin Laboratuvar olanakları kullanılarak; kimyasal, fiziksel ve mekanik testlere tabi tutulmuşlardır. Kimyasal deneyler Üniversitemiz Merkezi Araştırma Laboratuvarında Atomik absorpsiyon cihazı kullanılarak tuğla ve bağlayıcı maddelerin yapımında kullanılan bileşiklerin  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$  ve  $CaO$  bileşenleri yüzde olarak saptanmıştır. Alınan numunelerin fiziksel özelliklerini saptamak için ise Üniversitemizin Uygulamalı Jeoloji Laboratuvarı kullanılmıştır. Alınan tuğla örnekleri çekiçli kırıcı aleti kullanılarak 4 mm. altına getirilmiş, elde edilen malzemenin kuru birim hacim ağırlığı, özgül ağırlığı, ağırlıkça ve hacimce su emme yüzdeleri ve porozite değerleri elde edilmiştir. Tuğla örneğinin basınç dayanımını elde etmek için tuğla örnekleri 6x6x6 cm. lik küpler halinde kestirilerek basınç aleti ile dayanımları ölçülmüştür. Fiziksel ve Mekanik özelliklerini tespit etmek amacıyla yapılan deneyler en az üç defa tekrarlanmış ve ortalama değerleri verilmiştir. Çalışmada Perkin-Elmer marka Atomik Absorpsiyon cihazı ile % 95 güven aralığında ölçüm yapılmıştır. Tuğla ve harç numuneleri üzerinde yapılarak elde edilen kimyasal bileşimleri analiz sonuçları Çizelge 1'de ve tuğlaların fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 2 ve Çizelge 3'de verilmiştir. Ayrıca, deney sonuçları daha önce yapılan bir çalışma ile [Kahya 1992] kronolojik zaman ile karşılaştırılarak Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan tuğla ve harç numunelerin kimyasal bileşimleri

Numune Adı	% $Fe_2O_3$	% $MgO$	% $CaO$
Bağlayıcı Malzeme A	3,32 ± 0,09	1.46 ± 0,02	23,00
Bağlayıcı Malzeme B	3,6 ± -0,09	1.44 ± 0,02	19,025
Tuğla A	3,67 ± 0,09	0.43 ± 0,01	1,75
Tuğla B	2,80 ± 0,09	0.44 ± 0,01	2,50
Künk A	6,17 ± 0,15	1.14 ± 0,02	7,50
Künk B	5,58 ± 0,18	1.01 ± 0,02	5,75
Döşeme Tuğlası A	7,43 ± 0,23	1.33 ± 0,02	13,5
Döşeme Tuğlası B	6,77 ± 0,23	1.17 ± 0,02	8,25
Sütun Tuğlası A	4,04 ± 0,14	0.83 ± 0,01	6,25
Sütun Tuğlası B	3,27 ± 0,13	0.59 ± 0,01	6,75

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan tuğlaların fiziksel özellikleri

Fiziksel Özellik	Sonuç
Gevşek Birim Ağırlığı	1.46 gr / $cm^3$
Sıkı Bir. Ağır.	1.24 gr / $cm^3$
Özgül ağırlık	2.72 gr / $cm^3$
Ağırlıkça Su Emme	% 12.55
Hacimce Su Emme	% 22.12
Porozite	% 22.12

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan tuğlaların mekanik özellikleri

Yer	Deneyin Yapıldığı	Sertlik (Schmidt) (Ortalama)	Ultrases Geçiş Hızı (mm/µsan) (Ortalama)	Basınç Dayanımı (kgf / cm <sup>2</sup> ) (Ortalama)
Sütunlu Cadde Dükkân Duvarı		39	1.92	165
Roma Hamam Duvarı		44	2.02	180
Küçük Kilise Duvarı		38	1.70	160
Nympaeum (Anıtsal Çeşme) Yer Döşemesi		33		

Çizelge 4. Deney sonuçlarının kronolojik zaman ile karşılaştırma tablosu

Yapım Dönemi / Yapım Yeri	Yalvaç Pisidia Antiocheia (M.Ö. 35)	Bizans Dönemi (İstanbul) (4.yy.) *	Bizans Dönemi (İstanbul) (10. yy.) *	Osmanlı Dönemi (İstanbul) (15. yy.) *	Osmanlı Dönemi (İstanbul) (20. yy.)*	Harman Tuğlası (Günümüz)	Endüstri Press Tuğlası (Günümüz)
Kuru Birim Hacim Ağırlık (gr / cm <sup>3</sup> )	1.80	1.63	1.76	1.81	1.88	1.58	1.87
Suya doymuş Birim Hacim Ağırlık gr /cm <sup>3</sup>	2.01	1.95	2.04	2.07	2.19	-	-
Özgül Ağırlık gr /cm <sup>3</sup>	2.72	2.72	2.69	2.73	2.19	2.77	3.11
Su Emme (Ağırlıkça) %	12.55	19.93	16.05	14.68	16.01	22.24	16.02
Su Emme (Hacimce) %	22.12	32.08	28.13	26.39	30.15	35.12	30.20
Porozite %	22.12	32.08	28.13	26.39	30.15	35.12	30.20
Sertlik (Schmidt)	40	37	38	28	44		
Ultrases Geçiş Hızı mm/µsan	1.88	2.28	2.95	2.20	1.98		
Basınç Dayanımı kgf/ cm <sup>2</sup>	168.3	180.9	206.6	117.6	42.16	51.25	410.15

- Tablo'daki bu değerler (Kahya 1992) kaynağından alınmıştır.

## SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Tuğla, Yalvaç Pisidia Antiocheia antik kentinin daha başlangıcından itibaren bir yapı malzemesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu tuğlanın elde edilmesi zahmetli ve zor olmasına rağmen duvarların dış kenarlarında işlenmesi gerekli taş malzemesi ile birlikte kullanılmıştır. Bu tuğlalar söz konusu dönemde sürekli duvarlarda ve bazı özel yapılarda örneğin eğrisel kemerlerde, örgülerde ve yer kaplamalarında kullanıldığı görülmektedir.

Yassı ve kare planlı olan Yalvaç Pisidia Antiocheia antik kenti tuğlaları; yaklaşık 29 x 29 x 5 cm. boyutlarındadır. Tuğla boyutlarının kenar ebatları birbirlerine yakın değerler olmasına karşın yükseklik

değerleri değişkenlik arz etmektedir. Bizans tuğlalarından daha küçük boyutlu, Osmanlı tuğlası boyutlarına yakın değerler göstermektedir. Yalvaç Pisidia Antiocheia antik kentinde kullanılan tuğlalara ait fiziksel ve mekanik deney sonuçları tablolarda verilmiştir. Yalvaç Pisidia Antiocheia antik kenti tuğlaları üretim yöntemi ile bugün üretimi devam eden harman tuğlaları ile üretim yöntemi çok farklı değildir. Günümüzde geleneksel yöntemle harman tuğlası üreten işletmelerin sayısı çok azalmıştır. Endüstriyel yöntemlerle üretilen tuğlanın daha iyi nitelikler taşıması sayesinde harman tuğlasına olan talep fabrikasyon tuğlaya yönelmiş, bu geleneksel işkolunun zamanla kaybolmasına sebep olmuştur.

Bugünkü Yalvaç ilçesinde bundan on - on beş seneye kadar üretimi devam eden tuğla ve kiremit fabrikaların mevcut olduğu bilinmektedir. Ancak ekonomik sebeplerden dolayı kapandığını öğrendiğimiz tuğla fabrikasının mevcudiyeti Yalvaç bölgesinin kil yataklarınca zengin olduğu ve tuğla üretim geleneğinin günümüze kadar devam ettiğini göstermektedir. Günümüzde harman tuğlası daha çok döşeme kaplaması, kalorifer tesisatı ve baca yapımında kullanılmaktadır.

Yalvaç Pisidia Antiocheia antik kenti tuğlaları 4. yüzyılda ki İstanbul Bizans Tuğlaları ile karşılaştırıldığında (Çizelge 4) tuğla boyutlarının küçük olmasına karşın; dayanım, birim hacim ağırlık, özgül ağırlık değerlerin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Bizans tuğla yapım tekniğinin Roma'da kullanılan teknikten ve kullanım yerlerinin aynı olmasından kaynaklanmaktadır. Yalvaç Pisidia Antiocheia antik kenti tuğlaları fabrikasyon tuğlaları ile karşılaştırdığımız zaman tamamen endüstriyel yöntemler ile üretilmiş, kil hamurunun karışımı, incelik derecesi ve homojenliği çeşitli işlemlerle üretime en uygun duruma getirilmiştir. Şekillendirilmesinden pişme ısısına kadar bütün koşullar kontrol altında tutulmuş olan fabrikasyon tuğlalarının bütün fiziksel ve mekanik özellikleriyle, kendilerinden tamamen farklı yöntem ve tekniklerle üretilmiş olan fabrika tuğlalarına yakın nitelikleri yüzyıllar önce elde ettikleri söylenebilir. Günümüze kadar ayakta kalan yapıların mevcudiyeti de bunu kanıtlamaktadır.

## KAYNAKLAR

LEVİCK, B. M. , 1967. "Roman Colonies in Southern Asia Minor French"

TAŞLIALAN, M. 1988. Pisidia Antiocheia'sı Mimari ve Heykeltıraşlık Eserleri. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 52 s.

TAŞLIALAN, M. 1997. Yalvaç Pisidia Antiocheia. Göлтаş Kültür Dizisi-3, Ankara

TAŞLIALAN, M. 1999. I. Uluslararası Pisidia Antiocheia Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 2-4 Temmuz 1997, Isparta

RUNDELL, F.V.J., 1934 "Discoveries in Asia Minor, Including a Description of Several Ancient Cities, and Especially Antioch of Pisidia" London

ROBINSON, D.M., 1961. "Anadolu'nun Tarihi Coğrafyası" Çev. M. PEKTAŞ., Robinson D.M., İstanbul

KAHYA, Y., 1992. "İstanbul Bizans Mimarisinde Kullanılan Tuğlanın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri". İTÜ Fen Bilimleri Ens. Doktora Tezi . 95 syf. İstanbul