

# ISI YALITIM ÖZELLİKLERİ İYİLEŞTİRİLMİŞ YAPI TUĞLALARININ GELİŞTİRİLMESİNDE KAĞIT ÜRETİM ATIKLARININ KULLANILMASI ETKİLERİ

Sedat AKKURT  
Mücahit SÜTÇÜ  
Kadir BAŞOĞLU

## ÖZET

Bu çalışmada, kağıt üretimi atıklarının düşey delikli izolasyon tuğla bünyesinde değerlendirilmesiyle yararlı bir endüstriyel ürüne dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Bu atıklar yüksek miktarda kalsiyum karbonat ve selüloz liflerden oluşmaktadır ve sahada depolanmaktadır. Henüz ekonomik bir yöntemle değerlendirilememektedir. Bu atıkların killi tuğla hammaddesine ilave edilmesi durumunda gözenekli, hafif ve kabul edilir-mekanik dayanıma sahip olan tuğlalar geliştirilmiştir. Üretilen atık katkılı deliksiz tuğlaların ısı iletim katsayıları ( $<0.4W/mK$ ) aynı kompozisyonlu katkısız tuğlanınki ( $0.8W/mK$ ) ile karşılaştırıldığında %50'ye kadar varan oranlarda düşmüştür. Düşey delikli izolasyon tuğla bünyesinde bu atıkların kullanılması durumunda ise ısı iletim katsayısının daha da düşük değerlere azaldığı görülmüştür ( $0.158W/mK$ ). Bu ürünler içerdikleri mikrogözenekler sayesinde binalarda ısı kayıplarını azaltmak için yalıtım amaçlı izotuğla olarak kullanılabilir. Bunun yanında düşey delikli tuğlalarda perde tasarımının da ısı yalıtımına önemli katkıları bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Tuğla, ısı yalıtımı, kağıt üretimi atığı

## ABSTRACT

In this study, a useful industrial product was produced by incorporation of paper processing residues in vertically perforated insulation brick body. These residues are mainly composed of large amounts of calcium carbonate and cellulose fibers and are stockpiled. They are not yet evaluated by any economical means. When these residues are added into clayey earth raw material, a porous lightweight brick with acceptable mechanical properties are developed. Solid brick with without any paper recycling residue had  $0.8W/mK$  of thermal conductivity while that of the brick with the added residue had  $0.4W/mK$  meaning that up to 50%improvement was realized. When this material is used in making vertically perforated brick, it was observed that reductions down to  $0.158W/mK$  was possible. These products can be used for thermal insulation in buildings as insulation bricks due to their microporosities. In addition, the design of perforations in brick can also help further improve the thermal conductivities of brick.

**Keywords:** Brick, thermal conductivity, paper processing residue

## 1. GİRİŞ

Enerji tasarrufu, ekonomik, stratejik ve çevresel nedenlerle günümüzde fazlasıyla önem kazanmıştır. Toplam tüketilen enerjinin Türkiye'de %32'si, AB'de ise %40'ı binalarda tüketilmektedir, bunun da

yaklaşık yarısı duvarlardan geçen ısı yoluyla gerçekleşmektedir [1]. Bu yüzden bina duvarlarının yalıtılması, enerji tasarrufu imkanı sağlaması nedeniyle, yeni araştırmalara açık bir konudur (EN832). Geleneksel olarak duvarlarda tuğla, bims blok, gazbeton, ahşap gibi malzemeler kullanılmaktadır. Bunların içinde tuğla önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemizde yaklaşık 360 tuğla üretim tesisi vardır ve bunlar toplam 16 milyon ton yıllık üretim kapasitesine sahiptir [2]. Bu tesisler eski teknoloji ile çalışmakta ve toplam tuğla maliyeti içinde işçilik %45, enerji %30 ve hammadde ise %10'luk bir yer tutmaktadır.

İçi dolu tuğlanın ısı iletim katsayısı değeri yaklaşık 0.8W/mK'dir. Tuğlanın hafifletilmesi bu değerini düşürülmesine yarar. Tuğlanın geleneksel üretim yöntemi, düşük maliyet avantajı sağlaması nedeniyle, ekstrüzyondur. Hammadde sahasından yaklaşık %12 nem ile üretim hattına getirilen killi toprak öncelikle taşlarından ayıklanır, uygun su miktarı verilerek ezilir ve vakum altında ekstrüzyon yöntemiyle kalıptan çıkarılarak şekillendirilir. Bu yöntem, ürün içinde boş hacim yaratmak için ideal bir şekillendirme yöntemidir ve bu yüzden tuğlanın hacim ağırlığını azaltmak için düşey delikler bırakılır. Düşey delikler arasında bulunan perdeler tuğlaya yeteri kadar mukavemet verir. Delikli yapı, tuğlanın ısı yalıtımı özelliklerine yardımcı olur. Düşey delikli tuğla, binaların dış cephelerinde yaygın olarak kullanılır. İçeriği tamamen doğal kil olan bu malzeme 800-900°C arasında fırında pişirilerek yeterli mekanik dayanıma sahip bir seramik ürüne dönüşmektedir. Kimyasal olarak ağırlıklı silis, alüminyum, demir gibi elementlerden oluşan bu malzeme oksit olmasından dolayı ısı iletim katsayısı düşüktür, kimyasal olarak kararlıdır ve bozulmaz [3].

Ofislerde kullandığımız klasik beyaz A4 kağıdın içinde yaklaşık %25 ince kalsit tozu vardır, kalan malzeme ise selülöz lifidir. Selülöz lifi pahalı bir hammadde olup çoğunlukla ithal edilmektedir. Beyaz kağıdın hurdası, yeniden dönüşüm sırasında, çözünerek içindeki kalsit miktarı azaltılarak temizlik kağıdına dönüşmektedir. Kalsit miktarının azaltılması basit bir eleme yöntemiyle gerçekleştirilir. Hareketli rulo elek üzerinde yıkanan kağıt malzemesi içinde bulunan, yaklaşık 5mikrometre boyutlarındaki, kalsit tanecikleri yıkama sırasında elek altına geçerek elek üstünde kalsitçe fakir ve selülözce zengin bir malzeme bırakmaktadır. Elek üstü malzeme selülözce zengin olduğu için temizlik kağıdı üretiminde kullanılır. İçindeki kalsit dolgu malzemesi miktarının azalması sayesinde kağıdın su emme özelliği bu tür ürünlerde artmaktadır. Elek altı malzeme ise değersiz bir atık olup arıtma tanklarına gönderilip, oradan da bir sahaya gönderilerek depolanmaktadır. Bu atığın yaklaşık %65'i su ve %35'i selülöz, kalsit ve kilden oluşmaktadır. İçindeki yüksek su miktarı yüzünden atığın taşınması pahalıya malolmaktadır. Ülkemizde kağıt üretim aşamalarında önemli miktarlarda atık çamur ortaya çıkmakta ve bu çamurlar yüksek kalorifik değerinden dolayı çeşitli fabrikalarda yakıt girdisi olarak kullanılmakta yada atık alanlarında depolanmaktadır. Bu atık zaman içinde kurumakta ve hafif selülöz lifleri rüzgarla savrulmaktadır. Kimyasal kompozisyonu ve içerdiği su miktarı ile tuğla imalatında katkı maddesi olarak kullanıma potansiyeli göstermektedir.

Buna benzer atıkların tuğla bünyesine katılarak yararlı bir malzemeye dönüştürülmesi literatürde başka araştırmacılar tarafından amaçlanmıştır [3–6]. Son zamanlarda, kağıt çamurunun seramik bünyelerde kullanılarak düşük yoğunluklu ürünlerin geliştirilmesi üzerine araştırmalar yapılmaktadır [4–8]. Ancak geri dönüşüm kağıt ile imalat yapan kağıt üreticilerinin atıkları üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, kağıt atık çamuru Levent Kağıt A.Ş. (İzmir)'den, tuğla hammaddesi ise Turgutlu'da hammadde sahasından temin edilmiştir. Öncelikle başlangıç malzemeleri kurutma ve ufalama işlemlerinden geçirilmiştir. Malzemelerin kristal yapı (Panalytical X-Pert, XRD), kimyasal (Spectro IQ-2, XRF) ve ısıl analizleri (Perkin Elmer, TG-DTA) ile tuğla hammaddesinin tane boyut dağılımı analizi (Sedigraf 5000) yapılmıştır.

Üç farklı deneysel yaklaşım bu çalışmada kullanılmıştır. Bunlardan birincisi granül hazırlayıp kuru basma ile tuğla üretimi olup ikincisi ise elle basarak numune hazırlamayı içermektedir. Üçüncü yöntem ise ekstrüzyon (vakum pres) ile numunelerin şekillendirilmesini kapsamaktadır. Bu yöntem, yapılan

sanayi ölçekli üretimle aynıdır. İlk iki yaklaşıma dair deneysel sonuçlar başka yerlerde daha önce yayınlanmıştı[9,10]. Bu çalışmada ise sadece laboratuvar tipi ekstruder ile şekillendirilen numunenin sonuçları verilmiştir.

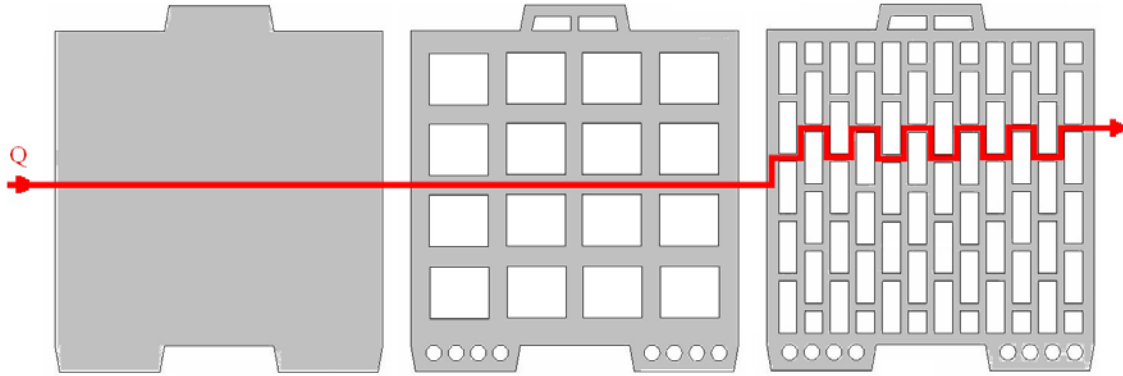
### Numunelerin Hazırlanması:

Turgutlu'da bulunan Yüksel Toprak Sanayii A.Ş.'nin hammadde sahasından alınan %12 rutubet içeren toprak, fabrika üretim hattında taş ayıklama ve valslerde ezme işlemlerinin ardından nemlendirilerek vakum presten geçirilip tuğla formuna getirilirler. Buradan alınan ve %18 su içeren dikdörtgen kesitli çamur numune İYTE laboratuvarlarına getirilerek mini laboratuvar tipi ekstruderle (Şahin Makine, Menemen) şekillendirilmiştir. Çamur numunesi kağıt atığı ile uygun su miktarında (ağırlıkça %0-20 oranında kağıt atığı ilavesi ile) laboratuvar tipi mini ekstruderden birkaç defa geçirilerek karıştırılmışlar ve nihayetinde 60mm çapında ve 80mm boyunda silindirik numuneler ekstruderden başarıyla çıkarılmışlardır. Daha sonra etüvde kurutulmuş numuneler laboratuvar tipi elektrik kutu fırında 60dakika boyunca 950°C'de pişirilmiştir.

### Tuğlanın Isı İletim Katsayısının Yazılım ile Hesaplanması

Düşey delikli izolasyon tuğlası imalatı sırasında gözetilen önemli bir parametre perde tasarımının şaşırtmalı olarak gerçekleştirilmesidir. Şekil 1'de ısı iletim yolunu maksimize eden tasarım klasik kare tasarıma ve içi dolu tuğlaya kıyasla gösterilmektedir. Isı iletim katsayısı değerinin düşürülmesi için ısı yolunun olabildiğince uzatılması gereklidir.

Bu amaçla Belçika menşeli Physibel firması tarafından yazılmış olan Trisco yazılımı kullanılarak uygun iki değişik tasarım yapılmıştır (Physibel, Belçika). Buna göre endüstriyel boyutta üretilen 1500kg/m<sup>3</sup> yoğunluğundaki tuğlalarda ısı iletim katsayısı değerleri 0.158W/mK'e proje kapsamında başarıyla indirilmiştir.



Şekil 1. İzolasyon Tuğlası İçinde Isı Yolu. Şaşırtmalı Perde Tasarımının Isı Yolu Uzatmadaki Faydası Sağdaki Şekilde Açıkça Gözükmektedir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

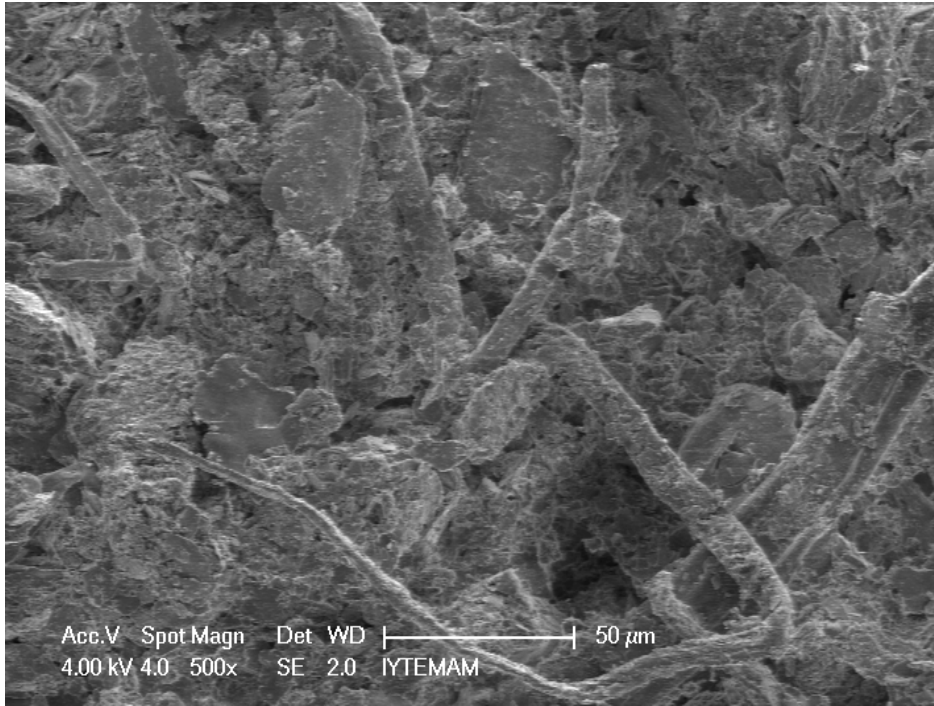
Hammadde kimyasal kompozisyonu Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre hammadde beklendiği gibi ağırlıklı bir alüminosilikat kompozisyonuna sahip olup %8.8 oranında demir içermektedir. Hammadde olarak kullanılan killi topraktan 10mmx10mmx20mm ebatlarında numuneler hazırlanarak dilatometrede ısıl genleşme davranışı incelenmiştir. Yaklaşık %1-2 arasında büzülme 1000°C'ye ısıtma sonrasında gözlenmiştir. 900°C sıcaklıkta ısıtma sonucunda ise büzülme neredeyse sıfır olarak gözlenmiştir.

**Tablo 1.** Başlangıç Malzemelerinin XRF ile Yapılan Kimyasal Analizi Sonuçları (%) [9,10].

Malzemeler	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CuO	KK*
Kağıt işlem atığı	4.14	6.42	32.91	1.54	0.12	0.28	0.09	0.25	53.8
Tuğla hammaddesi	22.4	56.7	2.2	6.2	2.6	8.8	0.82	0.26	8.4

\*KK: Kızdırma kaybı

Kuru numunelerin mikroyapısını gözlemek amacıyla içinde kağıt atığı bulunan bir numune kurutma sonrası kırılarak elektron mikroskopunda incelendi. Kırık yüzeyinde kil, kuvarz ve kalsit tanelerinin içinde gömülü vaziyette selülöz lifleri gözlemlendi (Şekil 2). Kağıt atığı içeren (%0-30) numunelerin kuruma davranışlarının anlaşılmasına yönelik yapılan ilk deneylerde içinde atık bulunan numunelerin endüstriyel kurutma sonrası laboratuvarında etüvde kurutulmaları sonucu ortalama %2.1 daha su kaybı yaşadıkları tespit edildi. Aynı oran kağıtsız örneklerde ortalama %5.5 olarak gözlemlendi. Buna göre kağıt atığı içeren numunelerin biraz daha kolay kurduğu gözlemlendi. Numunelerde ortalama ilk denemede %9.8, ikinci denemede %7.9 hafifleme gözlemlendi. Bu numunelerde %20'nin üzerinde su emme tespit edildi.



**Şekil 2.** Kurutulmuş Kağıt İçeren Numunenin Kırık Yüzeyinden Alınan SEM (Taramalı Elektron Mikroskopu) Görüntüsü. Selülöz Lifleri 20mikrometre Çapında ve Homojen Dağılmış Şekilde Görülmektedir.[9]

Kağıt endüstrisinden sağlanan atık çamur (Şekil 3) büyük oranda organik madde ve kalsiyum karbonat içermektedir. Az miktarda kil de bulunmaktadır.

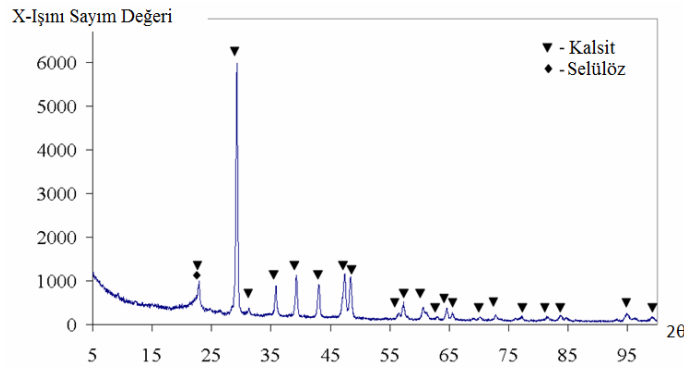


**Şekil 3.** Geri Dönüştürülmüş Kağıt İşlem Atıkları[9].

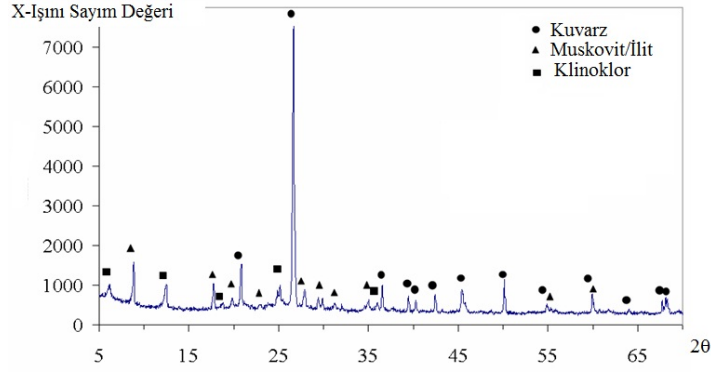
Şekil 4'te başlangıç malzemelerinin XRD analizi sonuçları verilmiştir. Buna göre kağıt işlem atığı selüloz ve kalsitten, tuğla hammaddesi ise büyük oranda kuvarz ile muscovit/illit ve klorit minerallerinden oluşmaktadır. Tuğla hammaddesinin ortalama tane boyutu 20 mikron civarındadır.

Kağıt işlem atığının ısıl genişleme davranışı (Şekil 5) incelenmiş ve 1000°C'ye ısıtılması sonucunda toplam %54'lük bir ağırlık kaybı gözlenmiştir. 250°C'ye kadar fiziksel suyun buharlaşmasından dolayı %4, 250-350°C arasında hızlı ve 350-550°C arasında yavaş olmak üzere %28 ağırlık kaybı gerçekleşmiştir. Bu durum organik maddelerin yanması ve kimyasal suyun buharlaşması olarak açıklanabilir. 600°C'den sonra karbonatların parçalanmasından dolayı %22'lik bir ağırlık kaybı daha gözlenmiştir.

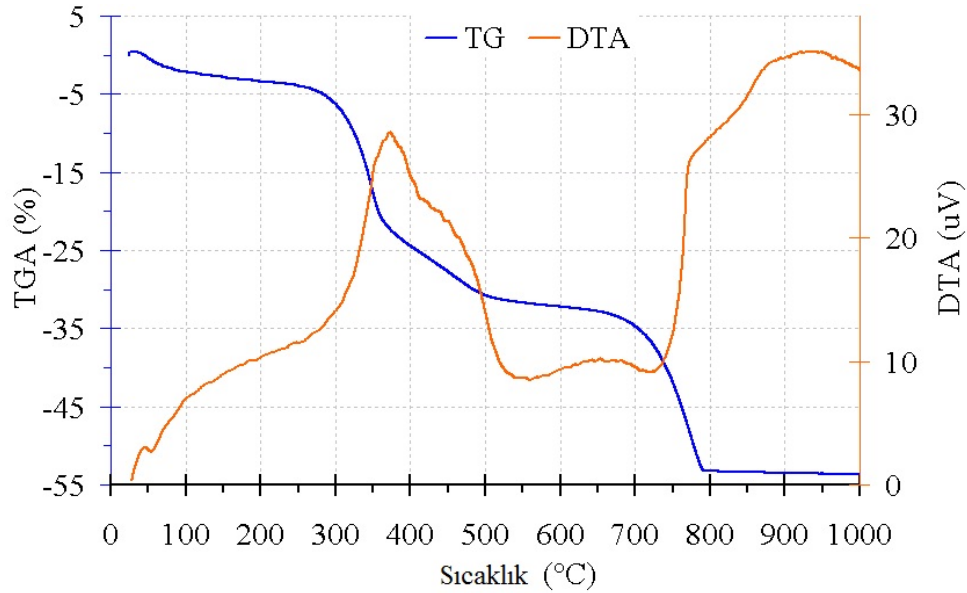
Tablo 2'de killi toprağa %0–30 kağıt ilavesi durumunda pişme davranışları gösterilmiştir. Yağlı olarak adlandırılan hammadde daha koyu renkli, daha plastik ve yüksek kil oranına sahiptir. Milli hammaddeler ise nispeten daha yüksek kum içermekte ve kuvarz miktarı yüksektir. Numunelerin su emme değerleri %21 ile %41 arasında kağıt ilavesi arttıkça artan oranda değişmektedir. %20'nin üzerinde kağıt atığı içeren numunelerde eğilme dayanımında pişme sıcaklığının 950°C'den 1000°C'ye artmasıyla bir azalma gözlenmiştir.



(a)



Şekil 4. Başlangıç Malzemelerinin XRD Grafikleri. (a) Kağıt İşlem Atığı, (b) Tuğla Hammaddesi [9].



Şekil 5. Kağıt İşlem Atıklarının TG-DTA Eğrileri [9].

Bunun yanında değişik oranlarda katılan polistiren sayesinde ilave hafifleme deneyleri yapıldı. 950 ve 1000°C sıcaklıkta laboratuvarında pişirilen bu numunelerin su emme ve küçülme değerleri aşağıda Çizelge 2'de verilmiştir.

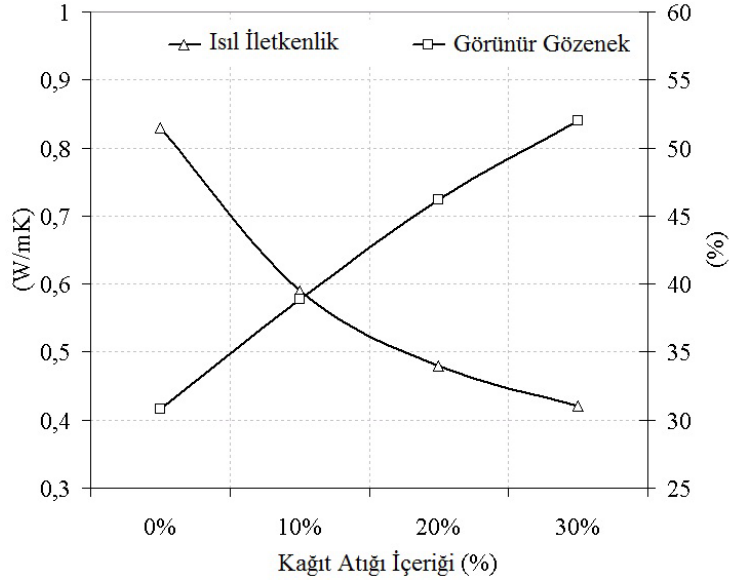
Tablo 2. Kağıt İlavesi ve Sıcaklığın Tuğlanın Fiziksel Özelliklere Etkisi [9].

% Karışimli numuneler	Sıcaklık °C	% Su Emme	Kuruma küçülmesi	Pişme küçülmesi	Eğilme Dayanımı (kg/cm <sup>2</sup> )
% 9 Kağıtlı	950	28.9	4.5	7.06	21.27
	1000	22.1		5.03	40.39
% 16 Kağıtlı	950	25.6	5	5.81	30.09
	1000	21.1		3.98	31.48
% 23 Kağıtlı	950	29.9	6	5.99	34.55
	1000	31.9		5.5	-
%30 Kağıtlı	950	41.4	7.2	6.9	31.12
	1000	40.9		6.6	-

Aynı numunelere ayrıca polistiren de hacimce %15'e kadar ilave yapıp denemeler yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda üretilen pişmiş tuğla numunelerinde su emme %45, toplam lineer küçülme %4.9 ve eğme dayanımı da  $29\text{kg/cm}^2$ 'ye kadar değişen veriler toplanmıştır.

Atık miktarındaki artışla birlikte basma dayanımları düşmüş, fakat %20'ye kadar atık içeren numunelerin basma dayanımı değerleri standart değerlerin (TS EN 771-1) hala üzerindedir. %30 atık içeren numunelerin dayanım değerleri standartta belirtilen sınır değerlerdedir.

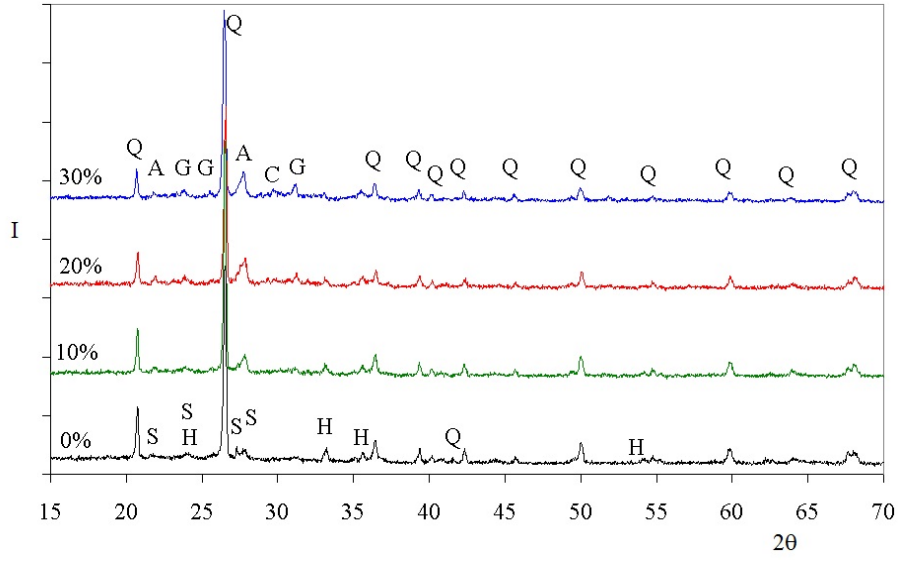
Şekil 6 numunelerdeki gözenek ile ısı iletimi arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Şekil 6'da verildiği gibi %50'ye kadar ısı iletiminde azalma söz konusudur ki, bu ısı yalıtımı uygulamaları için cesaret verici bir durumdur. Tuğla numunelerinin ısı iletimleri onların yoğunluk ve gözenekleri ile çok yakından ilişkilidir.



**Şekil 6.** Tuğlaların Isı İletimleri ve Gözenekleri Arasındaki İlişki [9].

Numuneler, uygulanan donma-çözünme testini başarıyla geçmiş, test sonucunda numunelerde bozulma gözlenmemiştir.

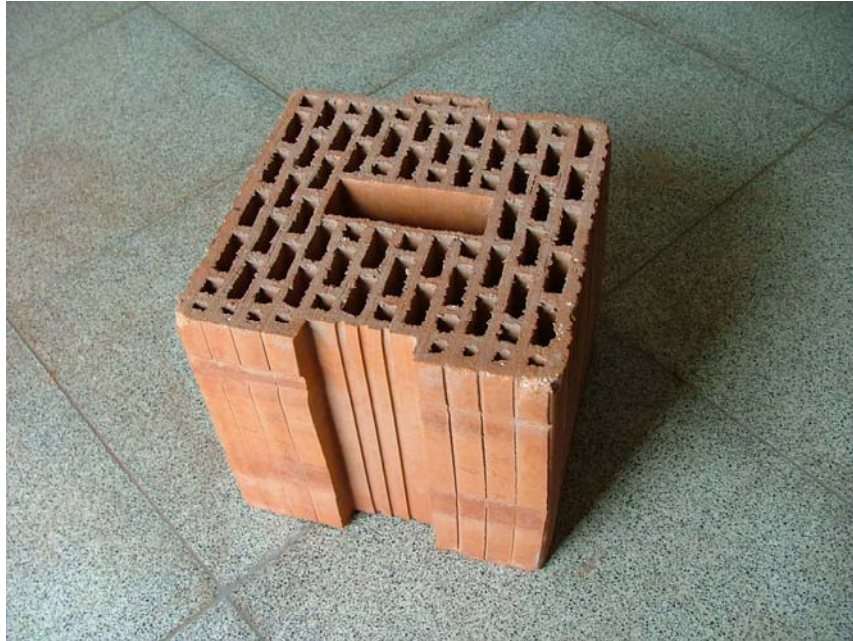
Numunelerde pişme sonrası bünyede oluşan fazlar XRD analizi ile tespit edilmiştir. Şekil 7'de verilen analiz sonuçlarına göre, tüm numuneler beklendiği gibi büyük oranda kuvarz ( $\text{SiO}_2$ ) içermektedir. Atık içermeyen numunede hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ve sanidin ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) fazları bulunmaktadır. Kağıt üretim atıklarını içeren numunelerde ise kuvarz ve hematitin yanısıra gehlenit ( $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$ ) ve anortit ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) fazlarının oluşumu gözlenmiştir. Atık miktarındaki artışa bağlı olarak anortit ve gehlenit fazlarında da bir artış olmuştur.



**Şekil 7.** Pişmiş Tuğlaların XRD Sonuçları (Q: kuvars, H: hematit, S: sanidin, A: anortit, G: gehlenit, C: hedenberjit) [9].

### Sanayi Ölçekli Denemeler

Kağıt atıkları fabrika stok sahasında killi hammadde ile %10-30 hacim oranında dozerle karıştırılarak ilk noktadan üretim hattında beslenerek yeterli homojenleştirme sağlanmıştır. Kağıt atığının içinde bulunan (%65) su, bu atığın killi hammaddeye beslenebileceği bir üst sınır ortaya çıkarmıştır. Fazla atık eklenmesi durumunda vakum presten ürün fazla sulu çıkmakta ve hatalar ortaya çıkmaktadır. En iyi sonucu %20 oranında atık ilavesinin sağladığı sanayi ölçekli denemelerde tespit edilmiştir.



**Şekil 8.** Endüstriyel Ölçekte Üretilmiş Olan Tuğla Modelinin Ürün Hali. Bu Ürünün Isı İletim Katsayısı Hesap Değeri 0.158W/mK Olarak Hesaplanmıştır [11].



## SONUÇ

Pişirilen numunelerde ilave edilen atık miktarının artmasıyla pişme küçülmesi değerleri azalmıştır. Numunelerin pişme yoğunluk değerleri atık ilavesiyle birlikte  $1.92 \text{ g/cm}^3$  den  $1.28 \text{ g/cm}^3$  e kadar düşerek yoğunlukta %33'lük bir azalma sağlanmıştır. Gözenek ve su emme oranları atık ilavesinin artmasıyla artmıştır. Numunelerin presleme yönü ve pişme sonrası oluşan gözenek geometrisi basma dayanımlarında önemli bir etkiye sahiptir. Atık ilavesindeki artışla birlikte basma dayanımları değerleri düşmüştür. Ancak, numunelerin basma dayanımları hala kabul edilen standard değerlerinden yüksektir. Isı iletim katsayıları ise %30 atık içeren numunelerde %50 oranında düşmüştür. Tüm bu sonuçlar göstermektedir ki, kağıt üretimi atık çamurları gözenek yapıcı olarak tuğla yapıları içinde kullanılarak ısı yalıtımı açısından yararlı bir ürün olarak kullanılabilir. Bu çalışmada üretilen hafif, gözenekli ve kabul edilebilir mekanik dayanıma sahip tuğlalar binalar için ısı yalıtım tuğlası olarak potansiyel uygulama alanları bulabilir.

Yapılan test sonucunda hiç kağıt atığı içermeyen tuğlaya oranla %20 kağıt atığı içeren tuğlalarda %10 civarında bir hafifleme görülmüştür. Bu hafifleme ilgili ürünün içerdiği mikrogözenekler sayesinde ısı iletkenlik değerinin daha düşük olmasına ve ürünün hafiflemesine neden olmuştur. Yeni tuğla modelinin %0, %10 ve %20 kağıt atıklı modellerinden numuneler alınarak inşaat alanına götürülmüştür ve bir numune duvar örülmüştür. Çalışmada istenilen amaca başarıyla ulaşılmıştır.

## KAYNAKLAR

- [1] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the Energy performance of buildings, Official Journal of the European Union, 19 May 2010, Vol:153.
- [2] DPT, Tuğla ve kiremit sanayii alt ÖİK Raporu, 2008.
- [3] M.Kornmann, "Clay bricks and roof tiles, manufacturing and properties", Soc. Industrie Minerale , Paris (2007).
- [4] Alleman, J. E., "Beneficial Use of Sludge in Building Components", National Science Foundation Grand No. ISP-8021357, December 1983.
- [5] Dasgupta, S., Das, S. K., "Paper pulp waste-A new source of raw material for the synthesis of a porous ceramic composite", Bulletin of Material Science, Vol.25, No.5, October 2002, pp. 381-385.
- [6] Ducman, V., Kopar, T., "The influence of different waste additions to clay-product mixtures", Materials and Technology, 41 (2007) 6, 289-293.
- [7] Demir, I., Baspınar, M. S., Orhan, M., "Utilization of kraft pulp production residues in clay brick production", Building and Environment, 40 (2005) 1533-1537.
- [8] Brosnan, D., "Low density ceramics produced from paper recycling residuals", US Patent 6569797, May 27, 2003.
- [9] M.Sütçü, "The use of paper processing residues in the development of ceramics with improved: thermal insulation properties", PhD Thesis, İzmir Institute of Technology, İzmir, 2010.
- [10] Sütçü M. ve Akkurt S., "Kağıt Sanayii Atık Çamurlarının Değişik Tuğla Bünyelerinde Değerlendirilmesi", 7nci Uluslararası Katılımlı Seramik Kongresi, 26-28 Kasım 2008, Afyon.
- [11] TEYDEP 7080919 proje raporu, Tübitak, Ankara, 2010.

## ÖZGEÇMİŞ

### Sedat AKKURT

1967 Amasya doğumludur. ODTÜ Metalurji mühendisliği bölümünden 1989'da lisans, 1991'de ise yüksek lisans derecesiyle mezun olmuş. 1998 yılında Clemson üniversitesinden malzeme bilimi ve mühendisliği doktora derecesi almıştır. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde 1998–2004 yılları arasında yardımcı doçent, 2004–2009 arasında doçent ve daha sonra da profesör olarak görev

almaktadır. Seramik malzemelerin üretim, sentez ve karakterizasyonu, endüstriyel atıkların geri dönüşümü ve yalıtım malzemeleri konularında çalışmaktadır.

### **Mücahit SÜTÇÜ**

1978'de Konya'da doğmuştur. Yıldız Teknik Üniversitesi Metalurji Mühendisliğinden 2000 yılında mezun olduktan sonra İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde Malzeme Bilimi ve Mühendisliği bölümünden yüksek lisansını 2004'te ve doktorasını 2010'da tamamladı. Seramikler, refrakterler, gözenekli malzemeler bilimsel çalışma alanlarını oluşturmaktadır.

### **Kadir BAŞOĞLU**

1961 yılında Manisa'da doğmuştur. Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Bölümünden 1986 yılında lisans eğitimini tamamlamıştır. Tuğla ve kiremit sektöründe değişik fabrikalarda fabrika müdürlüğü yapmıştır. Tuğla ve Kiremit Üreticileri Derneği (TUKDER) in başkanlığını yapmakta ve Yüksel Toprak Sanayii A.Ş. genel müdürüdür. Endüstriyel atıkların geri dönüşüm, yalıtım malzemeleri ve tuğla konularında çalışmaktadır.