

# Binalarda Yeni TS 825 Isı Yönetmeliği ile Güncel Hale Gelen Isı İletkenlik Hesap Değerleri Düşük Düşey Delikli Hafif Tuğla Kullanımı (EN 771-1 LD Birim)

**Hazırlayan: Dr. Gökhan Görçiz**

(TUKDER Tuğla ve Kiremit Sanayicileri Derneği Gn.Sekreteri ve Eğitim Birimi Sorumlusu)

## **GİRİŞ:**

Tuğla günümüzden tam 15 bin yıl önce ilk olarak insan elinde şekillendiğinde insanoğlu için en sağlıklı yapı malzemesi olacağı ve binlerce yıl insanlığa hizmet edeceği elbette bilinemezdi. Oysa günümüze kadar gelen bu doğal yapıtaşı hala , sıcak yapısı ve yüksek konfor özellikleri ile, insanlığa hizmet etmeye devam etmektedir.

Tuğlanın bu güne kadar güncelliğini koruyabilmesinin en önemli nedeni yapı , şekil , üretim ve kullanım tarzı olarak sürekli değişim ve gelişim göstermesidir. Böylece bu yapı malzemesinin binaların dıştan içe ,çatıdan bacaya her bölümünde kullanılması mümkün olabilmektedir.

## **TARİHÇE:**

Tuğla ve kiremit kullanımı neredeyse insanoğlunun oluşumu kadar eskidir. Bu nedenle biz burada tarihçeyi incelerken ancak **TUĞLA ve KİREMİT Endüstrisi Tarihçesi** olarak değerlendirme yapabileceğiz.

İlk tuğla veya kiremit üretim tesisi belki de insanlar tarafından yapılan ilk evdir diyebiliriz. Bu evler özellikle nehir kıyılarında ve deltalarda yer alan yerleşim bölgelerinde , kurutulmuş kil tabletlerle , yapılacak evlerin yanında oluşturulan basit bir üretim düzeneği ile gerçekleştirilmiştir .Mezopotamya bölgesinde Dicle ve Fırat nehirleri kıyısında yapılan kazılarda bulunan pişmemiş kil tabletler MÖ 13.000 yılını göstermektedir. Yani tam olarak günümüzden 15 bin yıl öncesini.

Pişmiş tuğlanın endüstriyel anlamda ilk üretimi ise MÖ 6. YY 'da BABİL KULESİ Yapımı'na denk düşer . Tarihçiler bu kulede 85 Milyon adet tuğla kullanıldığını hesap etmişlerdir. Bu gün bu rakamda tuğlayı ancak 5-6 gelişmiş teknoloji fabrikasının 1 yıllık çalışmaları ile üretebildiğini düşünürsek , burada yapılan üretimin gerçekten de teknolojik açıdan değer taşıdığını kabul etmek gerekir. Babil kulesi işte bu nedenle TUĞLA üretimi ve endüstrisi açısından önemli bir simgedir.

Kiremiti ilk üretenlerin Korintler olduğu kabul edilir. Korintler bugün de kullanılan içbükey kiremitleri , hazırlanan tuğla hamurunu tokmakla dövüp yaygın hale getirerek ve şimdikinden daha kalın ve büyük olarak da üretmişlerdir.(M.Ö.3800)

Anadolu'da ve Avrupa'da da bu tarihsel gelişime paralel olarak ilerleyen üretim şekilleri Romalıların ilk standartları getirmeleri ve bu işin ticaretini yapmaya başlamaları ile farklı bir boyut kazanmıştır.

Daha ileri dönemlerde Anadolu'da Selçuklu ve Osmanlı mimarisinin vazgeçilmez bir parçası olan Tuğla ve Kiremit Osmanlıların standartları ile Anadolu'ya has bir mimari tarz

oluşturmuştur. Kiremitlerin daha küçük, tuğla boyutlarının ise daha büyük tutulduğu Osmanlılar döneminde ilk standartlar da uygulanmaya başlanmıştır. O dönemde standart dışı üretim veya bunların inşaatlarda kullanımı yasaklanmış, bu konuda önemli cezalar öngörülmüştür. Hatta inşaatlarda bina katları ve modelleri konusunda bile standart uygulamalar bu dönemde getirilmiştir. Anadolu'da sektörel gelişme dikkate alındığında ise ne yazık ki atölye ve açık ocak imalathaneleri dışında fabrika ve endüstriyel üretim yapan tesis Osmanlıların son dönemine kadar gerçekleşmemiştir.

Cumhuriyetin ilanından sonra yabancı girişimciler sayesinde Marmara ve Ege bölgelerinde Tuğla ve Kiremit üretim tesisleri yapılmaya başlanmış , ilerleyen dönemde yerli girişimciler sektörde gelişim sürecini yakalanmış ve önce ithal makinelerle yapılan tesisler yerini yerli makinelere bırakmıştır. Ancak bu oluşum çok geç gerçekleşmiş olup , sektörün Avrupa şartlarına göre daha az modernize olmasının en önemli nedenlerindedir.

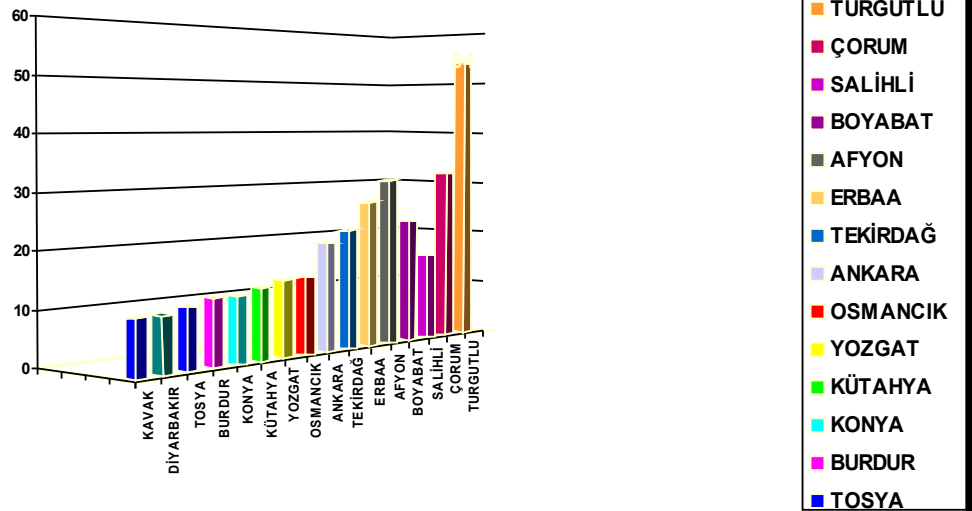
Avrupa'da ne yazık ki sektörel gelişme çok daha hızlı ilerlemiş , özellikle buharlı makinelerin bulunmasının ardından öncelikle hammadde hazırlama makinelerinde kullanılan hayvan gücü yerini buharlı motorlara bırakmıştır. 1700' lü yıllarda sektörde ilk devrim sayılan bu makineleşmenin ardından 1800' lü yıllarda helezonlu şekillendirme preslerinin gelişimi ile delikli ve daha hafif tuğla üretimi gündeme gelmiş, bu daha az hammadde ve daha az enerji ile daha fazla üretimin yapılmasını sağlamıştır. Daha sonraları Hoffman ve Tünel tip fırınların devreye girmesi ile de büyük bir atılım yaşanmış , üretimler artmış , Tuğla ve kiremit çok daha kolay üretilen ve ucuz bir yapı malzemesi haline gelmiş ve kullanımı giderek yaygınlaşmıştır.

## GÜNÜMÜZDE TUĞLA ÜRETİMİ:

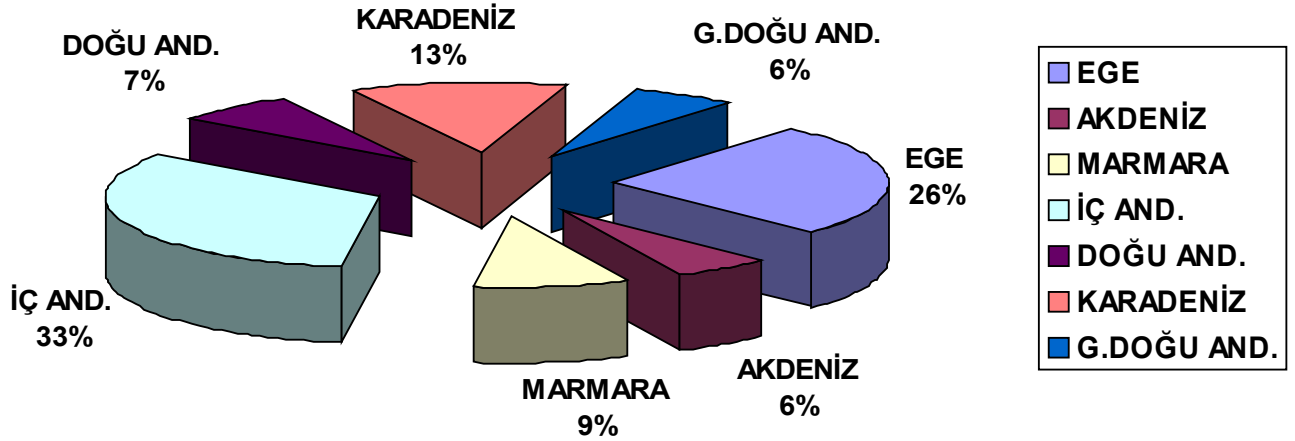
Halen ülkemizde 500 e yakın Tuğla ve Kiremit Tesisi bulunmaktadır.Bu tesislerin dağılımı coğrafik ve iklimsel yapıya ve hammadde özelliklerine göre çeşitlilik göstermesine rağmen artık ülkemizin hemen her bölgesinde üretim tesisi görmek mümkündür.

Aşağıda 10 un üzerinde fabrika bulunan bölgeler verilmiştir.

Halen tuğla üretimi yıllık bazda 3 kg lık tuğla eşdeğeri olarak 7,5 milyar adet olmaktadır. Bu yılda 1 milyon 250 bin konuta eşdeğer bir rakamdır. Bu yüksek kapasite Eski TS 825 ve Eski Deprem yönetmeliği döneminde gerçekleştirilen üretim yelpazesi içindir. Oysa



günümüzde artık yeni yönetmelikler devreye girmiş ve bu durum üretim kapasitelerini de etkilemiştir. Bölgelere göre üretim dağılımı aşağıda verilmiştir. Bu iklimsel ve coğrafik şartlara ve talebe göre değişimler göstermektedir.



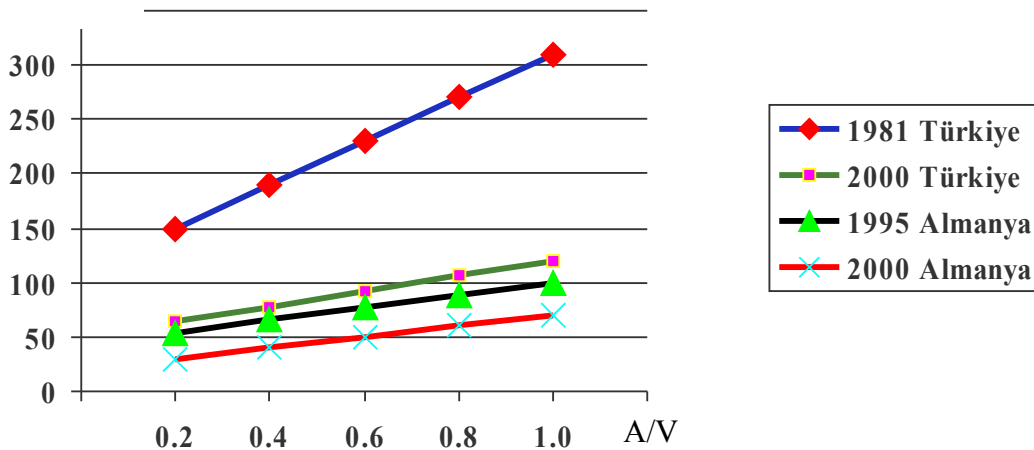
Bu sektör direkt ve en direkt yolla yaklaşık 250-300 bin istihdam yaratmakta ve ailelerle birlikte 1 milyon insana geçim sağlamaktadır.

### YENİ TS 825 ve ADAPTASYON:

14 haziran 1999 tarihinde resmi gazetede yayınlanan TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı , bu tarihten itibaren ülkemizde inşa edilen tüm ruhsatlı binalarda zorunlu standart olarak uygulanmaya başlanmıştır. Amaç ülkenin zaten kısıtlı olan imkanlarını en iyi şekilde kullanmak ve bunun için binaların konfor değerlerini yükseltmek ve ısı kayıplarını minimize etmektir. Bu standart yeni inşa edilen binaların tümü ve mevcut binaların oturma alanlarının %15 i oranında ve üzerinde yapılacak tadilatlarda , tadil edilen kısmın ısı ihtiyacı hesaplama kurallarını içermektedir.

Standartta diğer ülkelerde de kullanılan , akıllı ve kazanımları da kapsamına almış hesaplama sistemleri kullanılmıştır. Yeni sistem ile her yıl yeni yapılan binalar için yakıt tasarrufu açısından 300 milyon usd lik kazanç sağlanacaktır.

Q= kWh/m<sup>2</sup>



Yukarıda görülen grafikte duvar ısı kayıpları ( $Q=kWh/m^2$ ) bakımından eski ve yeni yönetmelikler arasındaki fark açıkça görülmektedir. Yeni yönetmelikle biz kayıplarımızı azaltmaya çalışırken Almanya çok daha düşük değerler hedeflemektedir. Harcanan enerji ile tüketilen yakıtın ne kadar daha dünyamıza yeteceği ne yazık ki tam olarak bilinmemektedir. Bu yeryüzünde yaşayan tüm canlılar ve dünyamız adına bir ideal , Ülke milli değerleri ve kısıtlı kaynakların en iyi şekilde kullanımı açısından da ana amaçtır.

Tüm bu sebeplerle ülkemiz ekonomisinde önemli ölçüde kazanım sağlayacak bu yönetmelik inşaat sektörünün tüm temsilcilerince en uygun şekilde ve hızla mevcut sisteme adapte edilmeli ve kaybedecek vaktin olmadığı bilinmelidir.

Uygulamalar sırasında en çok dikkat edilecek konu ise; binalarda yapım sırasında sorun yaratmayacak, uygulama kolaylığı sağlayacak , ekonomik ve ömrü olduğunca fazla olacak ürünlerin seçilebilmesidir. Aynı özellikleri ve aynı yalıtım değerlerini sağlayabilen ürünler arasında daima bu faktörler değerlendirilerek seçim yapılmalıdır.

### **Tuğla Sanayicisi Görevinin Bilincindedir:**

Günümüzde yurt içi hammadde kaynakları değerlendirilerek, yerli makinelerle üretimleri yapılan malzemeler gitgide azalmaktadır. Her geçen gün az gelişmişlikten , araştırma eksikliğinden kaynaklanan bağımlı üretim kıskaçı ülkemizin kaynaklarını biraz daha eritmektedir. Hatta tarımda ve hayvancılıkta bile dışa bağımlı hale geldiğimiz acı bir gerçektir. İşte bu durumdan sıyrılmamızın tek yolu çok çalışmak , verimli ve daha üretken olabilmekten geçer. Ülkece milli değerlerimizi korumak her ferдин başlıca görevi olmalıdır.

Bu durumda ülkemizin belki de tek yalın üretimini yapan Tuğla sanayicisi dışa bağımlı olmaksızın , her türlü imkanını zorlayarak , bu malzemenin ülkemizin başta olması için çaba göstermektedir. Bu çaba elbette ki özellikle günümüz şartlarında takdire layıktır. Eğer bu sanayi dalı yeterince yaygın olmasa idi bu ürünler bile ithal edilebilir evlerimiz için kullanılan yapı malzemeleri arasına bir ithal kalem daha eklenebilirdi.

Bu gün üretilen kil ürünler dediğimiz tuğla ve kiremit yurtdışı kalitesine ve çeşidine ulaşmıştır. Yurt dışında 4-5 kat daha pahalı üretilebilen ve satılan bu malzemeler ülkemizde en ucuz en elverişli yapı malzemesi konumundadır. Tuğla sanayicisi ülkemiz değerleri açısından kendisine düşen görevi ülke çapında örgütlenerek çok daha çabuk yerine getirmenin kıvancını taşımaktadır. Ülkemiz Tuğla ve Kiremit sanayicisi TUKDER ve yaptığı araştırmalar sayesinde yeni ısı yönetmeliği adına söz konusu yönetmeliğin ilk ele alındığı günden bu yana hem yönetmeliğin hazırlanması , hem de uygulanması safhasında üzerine düşen görevi yapmış ve bu sayede yeni koşullara çok çabuk adapte olabilmıştır.

### **Ekonomik , Uygun ve Sağlıklı Çözümler:**

Günümüzde en önemli konulardan biri de insana daha sağlıklı daha konforlu bir yaşam sunabilmektir. İşte bu nedenle günümüzün hemen tamamının kapalı mekanlarda ev ve iş yerlerimizde geçtiği düşünülürse bu ortamların en uygun ve sağlıklı koşulları sunması gerekmektedir. Bu koşulların sunulması için ise doğal , zarar vermeyen yapı malzemelerinin kullanılması zorunludur. İnsan kendini çevreleyen ve yaşam mekanizmalarına etki eden her ortamdan etkilenir. Önemli olan olumlu etkilerin fazla olmasıdır. İnsan metabolizması ancak bu şekilde sağlıklı olmayı sürdürebilir. Yapay ve sağlıksız ortamlar arttıkça etkilenen vücut mekanizmaları sonuçta ruhsal ve bedensel hastalıklara olan direncin azalmasına ve sağlığın bozulmasına neden olur.

## İÇ MEKAN KONFOR PARAMETRELERİ

İnsanları denenmemiş , sağlıksız yapı malzemeleri ile çevrelerken bir taraftan da onlara sağlıksız ve konforsuz ortamlar yaratmamalıyız. Bu ortamların elbette ki insan vücudunu en az etkileyecek nem ve ısı değişim değerlerini taşıması ve regülasyon mekanizmalarının en iyi şekilde işlemesi gerekmektedir. Bina içi ani nem ve ısı artışları , ısıma ile algılanan ortam değerlerinde olumsuz sapmalara neden olacak ve böylece vücut mekanizmaları olumsuz etkilenecektir.

Dış ortamda oluşan ani sıcaklık yükselme ve alçalmaları insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratır.İnsanın kendisini iklimsel konforda hissetmesi için yaşanan kapalı mekanlarda seçilen malzemelerin binaya en sıcak devrede en az ısı kazandırırken , en soğuk zamanlarda ise en az ısı kaybettirmesi gerekir.Bu mekanizmayı tanımlayabilmek için ısı iletkenliği,ısı geçirenlik direnci,yüzeysel ısı iletim direnci,ısı geçirme katsayısı gibi ısıl katsayılar kullanılır.Duvarların ısınma ve soğuma davranışları ise ortam konforunu belirleyen ısı yalıtımının yanı sıra , ısı depolama yeteneği,ısıma ve soğuma davranışlarıyla ısıl ataletine bağlıdır. Bir yapı elemanının depolayabileceği ısı miktarı,bu elemanın özgül ısısına,kuru birim hacim ağırlığına ve etkin sıcaklık farkına bağlıdır.

İşte öncelikle bu nedenlerle bina iç kısımlarında ve insanın günlük aktivitelerini sürdürdüğü bölümlerde bu şartları en uygun ve sağlıklı şekilde sağlayabilen **tuğla** 'nın kullanımı ön plana çıkmaktadır.

Dünya Sağlık Organizasyonu WHO ya göre sağlık, yalnız hasta olup olmamakla değil, aynı zamanda kişinin fiziksel, psikolojik ve sosyal rahatlığıyla da tanımlanmaktadır. Kullanılan yapı malzemesinin cinsinden, evlerin mimarisine, binanın hangi sosyal çevrede bulunduğu kadar bir dizi etkenin 'rahatlık' üzerinde oynadığı rol, farklı mesleki disiplinler tarafından incelenerek, fiziksel aynı zamanda psikolojik rahatlığı en çok ev ortamının etkilediği sonucuna varılmıştır . Duvar malzemesi ile sağlık arasındaki bağı belirgin bir şekilde dile getiren biyolog ve tıp doktoru **Palm** ikinci dünya savaşı sırasında hastalarını hem betonarme hem de tuğladan yapılan binalarda tedavi ederek, tuğlanın sağladığı solunum ortamının hastanın iyileşme sürecini hızlandırdığını kanıtlamıştır. Her mimarın ve yapı mühendisinin yakından tanıdığı küf, mantar vb. mikro organizmaların yalıtım malzemelerinde oluşum mekanizmasını araştıran **Gistl** insan sağlığında yapı biyolojisine verilmesi gereken önem üzerinde titizlikle durmaktadır.

Bu bölümde tuğla ve kiremidin mikro yapısı üzerinde durularak, seramik yapı malzemelerini diğerlerinden ayıran özellikler açıklanmaya çalışılacaktır.

### Tuğla ve Kiremit Hammaddesi

Tuğla ve kiremit üretiminde kullanılan hammaddenin mineralojik yapısı diğer seramik malzemelerinde olduğu gibi monotip değildir. Genelde bir kaç farklı yapıda kil mineralini bir arada bulunduran hammaddenin içinde kuvars, sodyum/potasyum feldspat, dolomit, kireç taşı, gotit, hematit, ve pirit/markasit gibi mineraller yer alarak yapıya heterojenlik kazandırır. Böylesi bir hammadde tane boyutu ayarlanıp su ile plastifize edildikten, yani seramik hamuru hazırlandıktan sonra şekillendirilir, belirli bir ortamda kurutulur ve nihayet fırınlarda pişirilir. Elde edilecek seramik malzemesinin

niteliği bu safhalara bağlıdır. Her bir safhanın kendine göre bir özelliği, hassasiyeti vardır. Bu bakımdan seramikten malzeme üretimi beceri ve titizlik ister. Burada retim trendinin her bölümünü ayrı ayrı inceleme durumunda değiliz. Fakat seramik bünyenin oluşumunu ve son ürünün özelliklerini etkileyen faktörlerden biri olarak gözeneklerin (veya porların) zerinde biraz durmamız gerekiyor.

### **Tuğla ve Kiremit bünyesinde gözenek oluşumu**

Tüm yapı malzemelerinde gözenekler havanın ve nemin diffzyonunu ayarlar. Tuğla ve kiremit bünyesinin sinterleşmesinde önemli bir rol oynayan gözenekler iki aşamada oluşurlar:

#### **• Birincil gözeneklerin oluşumu**

- Organik maddelerin oksidasyonunda (ekzotermik reaksiyon) 200 – 400 derece C
- Kil minerallerinin kristal suyu kaybı esnasında (endotermik reaksiyon) 600 derece C
- Karbonatlı minerallerin bozunmasında (endotermik reaksiyon) 800 – 900 derece C

#### **• İkincil gözeneklerin oluşumu**

- Erime fazının başlamasında 600 – 1.000 derece C

#### **• İkincil gözeneklerin oluşumunu etkileyen faktörler:**

- Cam fazının viskozitesi
- Fırın atmosferinin kimyasal bileşimi
- Isıtma ve soğutma hızı
- Yeni oluşan kristallerin morfolojisi

### **Gaz betonda gözeneklerin oluşumu:**

Gaz beton gibi hidrotermal metodla elde edilen yapı malzemelerinde gözeneklerin oluşumu daha farklıdır. Burada Kireçtaşı, kum, portland imentosu ve su karışımına % 0. 05 – 0.1 oranında Alüminyum tozu ilave edilir. Alüminyum tozunun su ile reaksiyonu sonucu hidrojen gazı açığa çıkararak çok sayıda gözenekli bir yapı ortaya çıkar.

### **Gözenekler ile yapı fiziği arasındaki bağlantı:**

Meydana gelen açık ve kapalı gözeneklerin geometrik yapıları ve dağılımları ile kapiler sistemlerin uzunluğu tuğlada ve diğer yapı malzemelerinde aşağıda sıralanan fiziksel büyüklükleri etkiler:

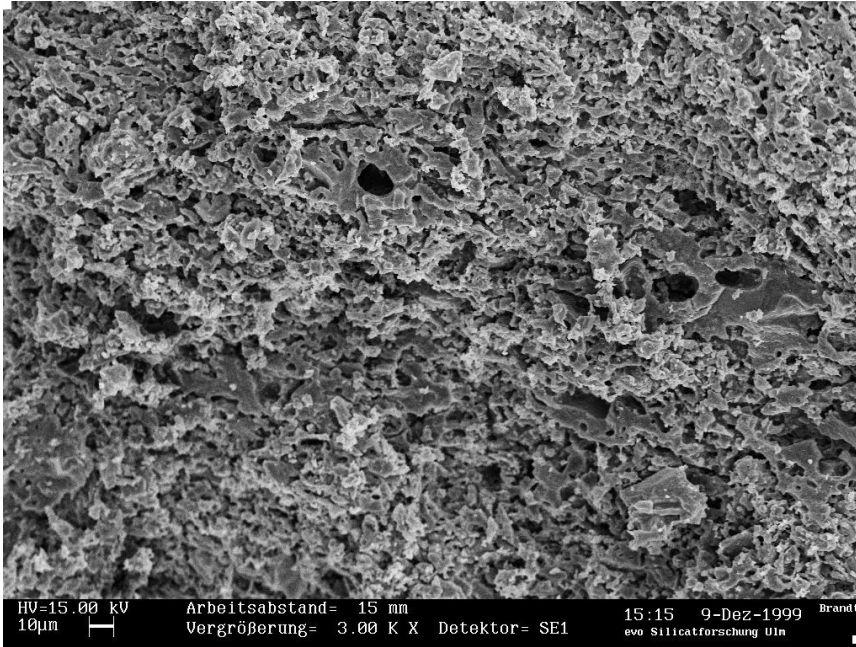
- Buhar geçirgenlik direnci
- Isı geçirgenlik direnci
- Isı iletkenliği katsayısı
- Isı yayınım hızı
- Isı depolama katsayısı
- Basınç dayanımı
- Isısal genleşme katsayısı

- Su emme kabiliyeti
- Dona karşı dayanıklılık

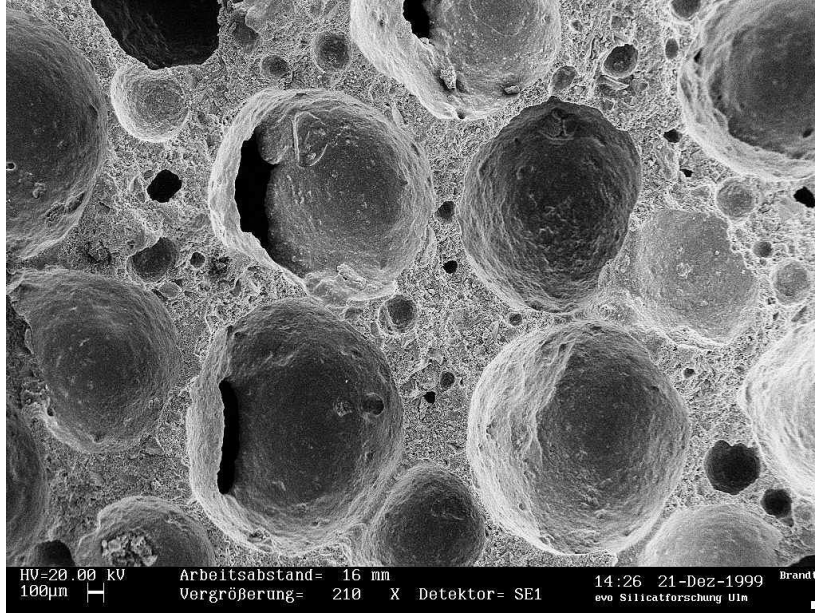
Farklı bazlardaki yapı malzemelerinin farklı özellik göstermeleri doğalarının gereğidir

Yukarıda sıralanan fiziksel büyüklüklerin ölçümleri sonucu ortaya çıkan sonuçlar yapı malzemesinin doğasına uygunluk arz edecektir. 850 – 1000° C ye kadar pişirilen, yani belirli bir ısısal süreci geride bırakan seramik bünyesinin su absorpsiyon kabiliyeti ile gaz betonun su absorpsiyon kabiliyetlerinin farklı olacağı açıktır. Birincisinde gözeneklilik söz konusu olsa bile, sinterleşme sonucu bir pekişmenin, sıklaşmanın meydana gelmesi beklenen bir olaydır. X-ray analiziyle, bir tuğla veya kiremitin pişirilmesiyle ortaya çıkan veya hiç değişmeden kalan fazlar, Kuvars, Feldspat, (Kimyasal bileşime göre) Diopsit, Volastonit, Gehlenit ve amorf Silika olarak sıralanabilir. Bu minerallerden hiç birinin havanın nemini bünyesine çekme kabiliyeti yoktur. Dışarıda, açık hava şartlarında bırakılan bir tuğla kapilarite yoluyla açık gözeneklerine %2 ile %8 arasında suyu emebilir. Tuğlanın orjinalitesi ise bu emdiği suyu yine geriye verebilmesindedir. Bundan dolayıdır ki, tuğla nefes alabilen bir malzemedir. Palm'ın ifadesiyle „insanın 3. Derisidir“Burada kastedilen 1. Deri, insanın kendi derisi, 2. Deri giysisi, 3. Deri ise evidir.

**Resim 1** de bir tuğla kesit yüzeyinin taramalı elektron mikroskobunda 3000 kere büyütülmüş mikro yapısı görülmektedir.



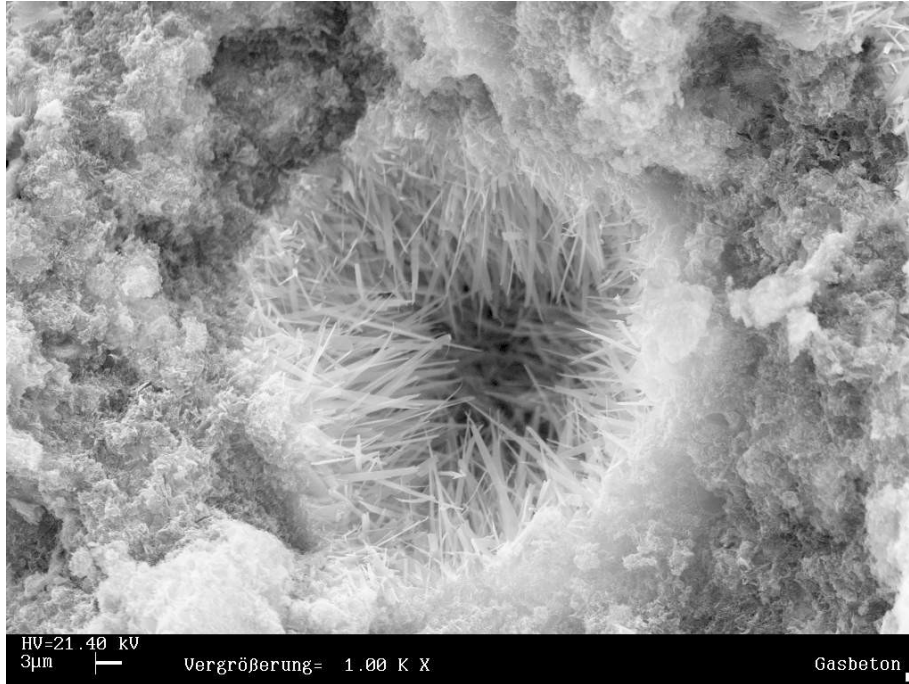
Resim:1 (Tuğla mikroyapısı 3000 kez büyütme)



Resim:2 (Gazbeton Mikroyapısı: 210 kez büyütme.)

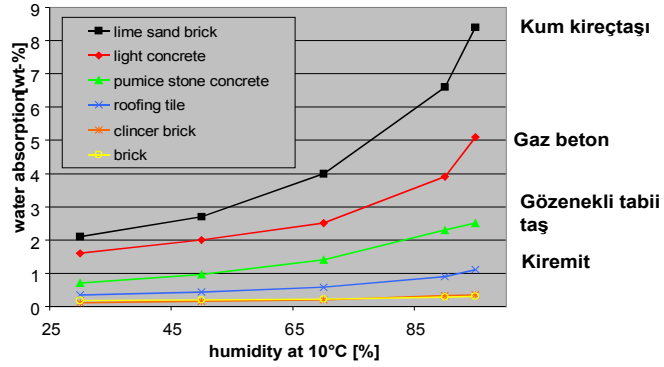
Gaz betonda, yine X-ray analizi ile belirlediğimiz Tobermorit, Xonotlit kristalleri yapılarında su molekülleri taşımaktadırlar. Fakat bu hiç bir zaman onların hidroskopik özelliğe sahip olduklarına bir delil olarak gösterilemez. **Resim 2** gaz beton kesit yüzeyinin taramalı elektron mikroskobunda 210 kez, **Resim 3** de ise 1.000 kez büyütülmüş mikro yapısı görülmektedir.

Böylesi yapı malzemelerinde su emme kabiliyetini gözenekliliğiyle açıklayabiliriz. Pek tabi ki dış ortamdan bünyeye alınan nem kurutma esnasında dışarı verilecektir. Yine diffüzyonla açıklayabileceğimiz bu mekanizmada zaman faktörünün altı çizilmelidir.



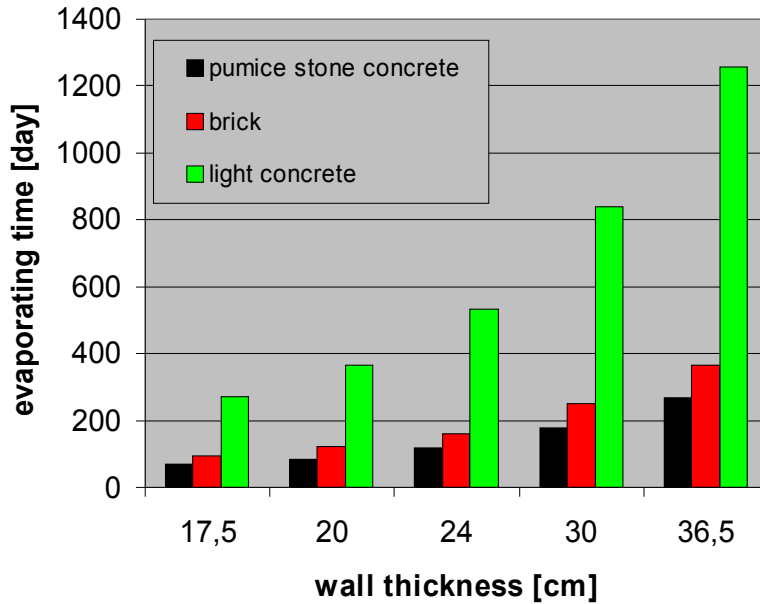
Resim:3 (Gazbeton 1000 kez büyütmede mikroyapı)





2

**Diyagram 1** deki ilişkiye bakıldığında kurutulmuş farklı yapı malzemelerinin ortamın nem oranına göre suyu emme kabiliyetini göstermektedir.



**Diyagram 2** de ise farklı yapı malzemelerinin duvar kalınlığına bağlı olarak suyu dışarı verme kabiliyetleri gösterilmektedir.

Diyagramlarda da görüldüğü gibi tuğla, eşdeğeri duvar malzemeleri ile karşılaştırıldığında su emmesi çok daha az olan ve emdiği suyu bünyesinden çok kısa zaman içinde atabilen bir yapıya sahiptir. Bu da duvar malzemeleri için aranan en önemli özelliklerden biridir. Çünkü su emme özelliği arttıkça ısı iletkenlik hesap değeri, basınç dayanımı, ısı depolama özelliği gibi ısı konfor özellikleri üzerine etki eden faktörlerde olumsuz etkiler ortaya çıkmaktadır. Tüm bu sebeplerle malzemelerin su emme özelliğinin duvarda kullanım şartlarına da uygun olması gerekir. Özellikle enerji kayıplarının önlenmesi açısından ısı iletkenlik hesap değerlerinin olumsuz etkilemesi büyük önem taşımaktadır.

Son zamanlarda üzerinde yoğunlaşan tartışmalardan biri de, ısı iletkenlik katsayısıdır. Yapı ve yalıtım malzemeleri gözenekli bir yapıya sahiptir. Bünyede ne kadar çok gözenek varsa ısı iletkenliği katsayısı da havanınkine yaklaşacaktır, yani düşük değerlere sahip olacaktır. Salt  $\lambda$  değerlerine bakılarak bir yapı malzemesinin sağlık konforu hakkında yorum getirmenin doğru olmadığı açıktır. Kaldı ki günümüzün teknolojisiyle bir tuğla hammaddesinden mikro gözenekli ısı iletkenlik hesap değeri  $\lambda = 0.11 \text{ W/mK}$  tuğla üretilebilmektedir. Şu da göz ardı edilmemelidir ki, zamanımızda malzeme bilimi oldukça büyük bir yol kat etmiştir. Önemli olan insan, sağlık, teknoloji ve malzeme arasındaki dengenin korunabilmesidir.

## ISI İLETİMİ

Yapı malzemelerinin ısıl davranışlarını incelerken ele alınan "Isı İletimi" kavramı, bu konuya yabancı olan meslek grupları arasında kavram kargaşası yaratmaktadır.

Öncelikle 2 tür ısı iletim mekanizmasından söz etmek konuya açıklık getirecektir,

- 1) Sürekli rejimde ısı iletimi,
- 2) Geçici rejimde ısı iletimi.

Isı iletiminin genel denklemi ,sürekli rejim halinde malzeme içi ısı üretiminin olmadığı ısı iletim katsayısının sabit olduğu varsayımları ile "Laplace" denklemine dönüşmektedir. Bunun da bir düzlem duvar için tek boyutlu çözümünün verdiği lineer denklem "Fourier ısı iletimi yasası" olarak isimlendirilmektedir. İç ve dış koşulların sabit olarak kabullenildiği bu hayali durumda ısı iletimi yalnızca ısı iletim katsayısına bağlı kalmaktadır.

Halbuki dış ortamdaki değişken koşulların gerçekçi etkilerini kapsayan sinüzoidal girdilerin "Geçici rejimde ısı iletimi" denkleminde yerine konmasıyla elde edilen çözüm, yaşam kalitesini belirleyen malzemenin tüm davranışlarını içeren reel değerleri ortaya koyar.

## DUVAR MALZEMELERİNİN ISIL ÖZELLİKLERİ

Duvar malzemelerinden beklenen , mümkün olan en yüksek ısı depolama ve en düşük ısı iletkenlik hesap değerlerine sahip olmasıdır. Bu iki özellik bir arada "Soğuma Davranışı" olarak bilinir ve malzemenin özgül ısı, kuru birim ağırlığı , kalınlığı ve ısıl iletkenliğine bağlıdır. Isıtılan mekanlarla birlikte doğal olarak onları çevreleyen yapı elemanları da ısınır. Bu yapı elemanlarının iç yüzeylerinde oluşan sıcaklık , kullanılan malzemenin "Isı nüfuz katsayısına" bağlıdır. Bu katsayı da özgül ısı, ısıl iletkenlik ve kuru birim hacim ağırlık çarpımlarının karekökü kadardır.

Duvar sıcaklığının iç mekan konforuna etkisini belirtmek için yapılan hesap sonucuna şöyle bir göz atalım;

Duvar Sıcaklığı .....+5°C

İç mekan sıcaklığı..... +28.6°C olsun.

Vücudumuz ışınma etkisiyle kendisini 8.6°C farkla + 20°C da hissedecektir.

Vücudumuzun soğuk duvara ışınım ile ısı kaybı sıcaklıkların dördüncü kuvveti ile orantılı olduğundan (Stefan-Boltzman Yasası) konfor koşulları yüzey sıcaklığıyla değişmektedir. Duvarları oluşturan tabakaların ; ısıl geçirgenlik ve ısı depolama

özelliklerinin yanı sıra ısı kaybının faz gecikmesi ve salınım frenlemesi kavramlarının birlikte ele alınması gerekmektedir. Yeni TS 825 ile bu da gerçekleşecek ve her konuda daha doğru değerler tespit edilebilecektir. Sadece binaları yalıtmanın iç mekan konforunun iyileştirilmesine yetmeyeceği bilinmelidir.Yapı elemanlarının niteliği ,dizilişi ,nem ve thermo fiziksel özelliklerinin iç mekan konforu için yapılan enerji girdileri üzerindeki etkisi de değerlendirilmelidir.

## FAZ GECİKMESİ VE SALINIM FRENLEMESİ

Dış duvar yüzeyindeki gece ve gündüz sıcaklık salınmaları , yapı malzemelerinin özelliklerine bağlı olarak belirli bir süre gecikme ve frenleme ile duvar iç yüzeyine geçer.Salınım frenlemesi , dış salınımın iç salınıma oranı olarak ifade edilmektedir. (Aplitude Damping) Isı dalgasının bir faz gecikmesi (Time Lag) ile iç ortama geçmesi ise malzemenin ısıl iletkenliği , özgül ısısı ,ısı depolama yeteneği ile ilişkilidir. Bu konuda yapılan araştırmalar , ısıl konfor için ideal bir değer olan 12 saatlik faz gecikmesinin, doku yapısı geliştirilmiş gözenekli tuğla ile elde edilebildiğini göstermektedir.

Bu durumda günün en sıcak saatinde içerisi en serin,en soğuk gecenin en serin döneminde ise en sıcak olmaktadır. Böylece bina içi pik yüklerin dengelenmesi ile ısıtma-soğutma tesisatının hacmi küçülmekte , çalışma süreleri kısalmaktadır. Yapılan bazı araştırmalarda 14 çeşit duvar sistemi ele alınmış ve elde edilen sonuçlar irdelenmiştir.Isı yalıtımının tek başına olumlu bir etkiye sahip olmadığı anlaşılmıştır.Örneğin ; ısı yalıtımı fazla olan bir duvarın ,ısı yalıtımı az olan başka bir duvardan 173 kat daha fazla ısı kaybettiği görülmüştür.

Bunun nedeni duvarda kullanılan malzemelerin ısı depolama özelliklerinin farklı olmasıdır. Isıl depolama özelliği daha iyi elemanlardan yapılmış duvarların az miktarda ısı kaybına neden oldukları , salınım frenlemesi üzerinde ise toplam ısı iletim katsayısının etkili olduğu görülmüştür.

## DIŞ DUVARLARIN ISIL KONFORA ETKİSİ

Binaların dış zarfını oluşturan malzemeler bir ısı deposu gibi davranmaktadır. Dış sıcaklık yükseldiğinde ısıyı yutmakta,düştüğünde ise geri vermektedir.Tasarım stratejisi gereği ısıl sakınımı arttırmak için duvarın ısı kazancını geciktirmek,böylece binanın klima santralının kapatılması ,mekanik havalandırma ile yetinilmesini sağlayarak enerji ihtiyacını minimize etmek gerekmektedir. Ayrıca binanın ısı dalgasına hedef olmasından birkaç saat önce ,ortam daha serinken binada ön serinletme yapmak ,klima santralının verimliliğini arttırmaktadır.Hafif,orta ve ağır duvarlarda yapılan deneylerde duvar kütesinin ısı kazancını azaltmadığı ,yalızca geciktirdiği gözlenmiştir. Özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında ağır duvarların ısıtma/soğutma yüklerini %30-40 oranında düşürdüğü gözlenmiştir. Bu durumu biz de modern konutların aynı iklim ve oturma alanı koşullarında geleneksel kalın duvarlı evlerden 6-10 kat fazla enerji tükettiklerini söyleyerek doğrulayabiliriz.

Sonuç olarak binaların zati ağırlığının artmasının olumsuz etkileri ve ısıl dengeler arasında optimum çözüm aranması gerektiği ortadadır.

## ISIL KONFOR VE TUĞLA

Günümüzde yapılan araştırmalar ,ısı iletkenlik katsayısının tek başına bir anlam taşımadığının , bunun yerine bir çok faktörün sentezi olan "Yaşam Kalitesi" kavramını ön plana geçirmektedir.

Bu durum;

- Dayanım süresi
- Isı İletkenlik hesap değeri
- Isı depolama özelliği
- Nem dengeleme
- Nem depolama
- Buhar geçirgenliği
- Ses yalıtımı
- Yangın dayanımı
- Ekonomiklik
- Doğallık
- Kullanım esnekliği
- Konfor değerleri
- Stabilité
- Bölgesel sağlanabilirlik
- Radyoaktivite

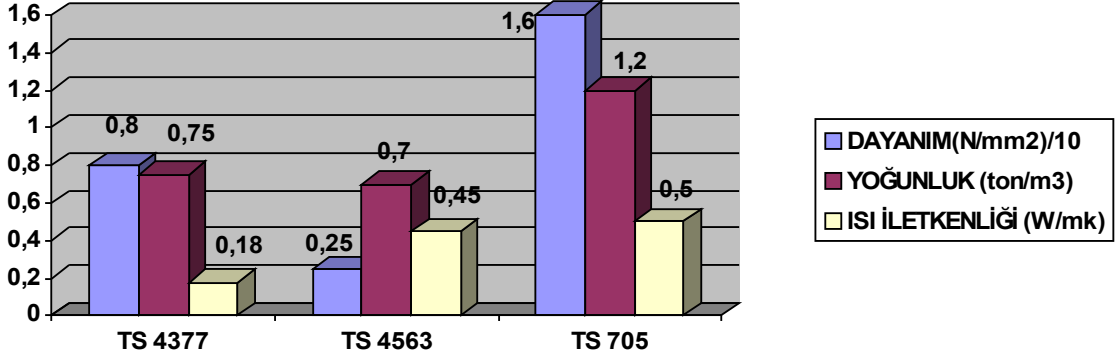
gibi parametrelerin ön planda aranmasını ve bunların tümüyle olumlu özelliklerini bir arada bulunduran malzemelerin seçilmesini gerektirmektedir.

Bu özellikleri tamamen olumlu olarak üzerinde toplayan tek malzeme ise bundan 15 bin yıl öncesinde olduğu gibi yine TUĞLA 'dır.Tuğla yine insanlığa hizmet etmeye devam edecektir.Sağlıklı ve Konforlu ortamlar ancak TUĞLA kullanılarak yaratılabilir.

## TS 4377 DÜŞEY DELİKLİ HAFİF TUĞLALAR

Tuğlanın tüm olumlu özelliklerini yine taşıyan ve bunlara ek olarak düşük ısı iletkenlik hesap değerlerine ulaşmak amacıyla yapılan araştırmalar sonucu ortaya çıkan ve Alman DIN 105-2 normunda da bulunup ülkemizde TS 4377 standardında yeniden düzenlenen düşey delikli hafif tuğlalar günümüzde ve özellikle TS 825 ısı yönetmeliğinin ön plana çıkması ile çok güncel hale gelmiştir. Bu tip tuğlaların doğal kil yapıya ek olarak dizayn değışikleri ile çok düşük ısı iletkenlik hesap değerlerini vermeleri bu tip ürünlere geçişin en önemli nedenleridir.Bu özelliklerin yanı sıra düşey delikli işlenmeleri nedeniyle yatay delikli tip tuğlalardan 3 kat daha yüksek basınç değerlerine sahip olmaları da bu ürünlerin tercih sebeplerindedir.Özellikle yurtdışında ,soğuk ve nemli iklimlere sahip bölgelerde betonarme kullanılmadan , 2,5-3 katlı binalar yığma binaların yapımı gerçekleştirilmekte ve böylece ek yalıtım giderleri minimize edilmekte ve aynı zamanda deprem güvenliği de sağlanabilmektedir.

Aşağıda verilen grafikte bu tip tuğlalar ile diğer tuğla standartlarının karşılaştırmaları verilmiştir.



Grafikte de görüldüğü gibi özellikle ısı iletkenlik hesap değerleri, basınç dayanımları ve yoğunluk açısından tüm avantajları üzerinde toplayan bu ürün grubunun tercih edilmesinin bir nedeni de işçilik ve uygulama kolaylığının olması ve tek duvar örülerek özellikle 1. VE 2. ısı bölgelerinde, bu bölgelerde istenen duvar ısı geçirgenlik değerlerini verebilmesidir. Özellikle işçiliğin inşaat maliyetleri içinde yekun oluşturduğu günümüzde, kullanım kolaylığı nedeniyle zamandan da tasarruf sağlamakta ve her yönüyle avantajlı hale gelmektedir. Bunun yanında eşdeğeri olarak değerlendirilen farklı duvar malzemeleri arasında inşaatta toplam metrekare maliyetleri açısından en az 3 kat daha ekonomiktir. Bu da ülke değerlerinin korunmasında bu tip ürünlerin sağladığı katkıya önemli bir ek olmaktadır.

#### TS 4377 W SINIFI GEÇMELİ TIP DÜŞEY DELİKLİ HAFİF TUĞLALAR

TS 4377 standardında adı geçen düşey delikli hafif tuğlalar kendi içinde de ayrıntılı olarak sınıflara ve tiplere ayrılmıştır. Bu sınıflandırmalar

- ❑ Yoğunluk
- ❑ Duvarda Kullanım Şekli
- ❑ Perde Özellikleri
- ❑ Dona Dayanımları
- ❑ Basınç Dayanımları gibi özellikler değerlendirilerek yapılır.

Buna göre yoğunluğu 1ton/m<sup>3</sup> ten – 0,7 ton/m<sup>3</sup> e kadar değişen 4 tip ürün bulunmaktadır. Ayrıca bu tip tuğlalar yoğunluklarına göre istenen minimal basınç dayanım değerlerine göre de ; 5 ve 4 N/mm<sup>2</sup> olarak 2 tipte üretilmektedir. Aşağıdaki şemada ise bu tip tuğlaların perde özelliklerine ve kullanım şekillerine göre tipleri verilmiştir.



Kullanım şekillerine göre 3 tip ,perde özelliklerine göre ise 2 sınıfa ayrılırlar. Duvarda kullanımı en kolay olan tip geçmeli (lamba zıvanalı) tiptir.Ayrıca bu tip tuğlalarda düşey derzlerde geçmelerin kilit sistemi bulunduğu için harç kullanılmamakta ve bu derzlerden ısı kayıplarını %50 azaltmaktadır. Kilit sisteminin bir özelliği de duvarın yanal deprem yüklerine karşı dayanımının maximum seviyelere çıkarılmasında büyük rol oynamasıdır.

AB ve W sınıfları arasındaki fark ise duvar eksenine paralel olan perde boşluk sayılarının W sınıfı tuğlada en çok ilkesine göre düzenlenmesidir. Standardın izin verdiği ölçüde en fazla boşluk perde sayısı kullanımını gerektirir.Örneğin 19 cm kalınlığındaki bir W sınıfı tuğlada dıştan içe duvar eksenine paralel olan perde boşluk sayısı en az 9 olmalıdır.Aşağıdaki tabloda TS 4377 standardında verilen ve duvar kalınlıklarına göre olması gereken en az perde sayıları görülmektedir.

<b>W SINIFI İZOTUĞLALARDA</b>	
<b>ANMA BOYUTUNA GÖRE</b>	
<b>EN AZ DELİK SIRA SAYISI</b>	
<b>ANMA BOYUTU (mm.)</b>	<b>DELİK SIRA SAYISI</b>
<b>115</b>	<b>5</b>
<b>145</b>	<b>7</b>
<b>175</b>	<b>8</b>
<b>190</b>	<b>9</b>
<b>240</b>	<b>11</b>
<b>300</b>	<b>13</b>
<b>365</b>	<b>16</b>

Şekilde de görüldüğü gibi bu tip tuğlalarda kalınlıklar da ısı bölgelerine göre gerekli duvar kalınlığına göre çeşitlendirilmiş ve böylece farklı ısı bölgelerinde farklı kalınlıkta ürün kullanımının gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Böylece ülkemiz için çok değerli olan kaynakların israfı da önlenmiş olmaktadır.

## SONUÇ

Yeni ısı yönetmeliği ülkemiz kaynaklarının korunması ve en uygun şekilde değerlendirilmesi açısından çok önemli bir adımdır. Bu nedenle söz konusu yönetmeliğin ve standardın uygulanması ,aşılacak problemlerin olmasına rağmen şarttır. Bizler tuğla sanayicisi olarak ısı iletkenlik hesap değerlerinin çok daha iyi olduğu ürünlerin üretimine ağırlık verip , arge çalışmaları ile onları geliştirmeye çabalarsak bu değerlere bir katkı daha sağlamış olacağız. Çağımız bilgi ve iletişim çağı olduğuna göre gerekli bilgilere ulaşmak ,en zorlu sorunlardan bile kolayca sıyrılabilen en ağır çalışma koşullarında yılmayan Tuğla ve Kiremit sanayicisi için zor değildir. Yeter ki eşit rekabet şartları oluşturulsun , haksız rekabetin önü kesilebilsin.

Herkes emeğinin karşılığı için çalışır.Tuğla ve Kiremit sanayicisi de bu karşılığı göremez, gerekli yatırımı yapamaz ise geleceğin Türkiye'sinde bu milli sektör dahi ağır şartlar altında ezilebilecek ve yabancı sermayenin eline geçebilecektir. En büyük arzumuz ülke değerlerinin korunmasına yönelik , üretimi ön plana çıkarmaya çalışan ,

Arge'ye , kaliteye önem veren gerçek sanayicinin desteklenmesi , teşvik edilmesi , yatırıma yönltilmesidir. İstihdam açısından da çok önemli bir değer taşıyan bu milli sektörümüzün ülke kamuoyunda ve inşaat sektöründe hak ettiği yeri alması tüm bu değerlerin korunmasına bağlıdır.

#### Kaynaklar:

- ✓ TS 4377 , TS 4563 , TS 705 , TS 825
- ✓ Dr. Mehmet a. BAYKARA /Ocak 2000 Sağlıklı ve Güvenli Yapılar için Tuğla ve Kiremit Paneli Notları
- ✓ K.Litzow ;Die Geschichte der keramischen technologie handbuch der keramik gruppe VI. , S 1-55
- ✓ Ökologisch bauten mit ziegeln "Arbeitsgemeinschaft Maurziegel e.V.1998
- ✓ H.Palm éDas gesunde haus.Unser naher Umweltschutz" Ordo Verlag 1992 S.83-89
- ✓ R.Rudolf Geistl "Einführung in die biologie des bauens" Ferdinand Enke Verlah S.57-60
- ✓ Ch. Meyer 1991
- ✓ L.Stegmüller.Untersuchungsberiohte 1989-1995,Forschungslaboratorium Prof.Stegmüller
- ✓ Doç Dr.Muhammet ELTEZ / Ocak 2000 Sağlıklı ve Güvenli Yapılar için Tuğla ve Kiremit Paneli Notları
- ✓ Dağsöz A.Kemal ,Ulusal Enerji Politikası,Tesisat Müh. Dergisi,aralık1994
- ✓ Onat Kemal,Konut dış duvarlarında ısı ve nem yalıtımının önemi,Uluslararası Enerji Teknoloji ve Tesisat Dergisi Sayı4,26-30,1993
- ✓ Ziegelindustrie Journal May 1992
- ✓ Yang K.H.,Hwang R.L.,Lin H.T.,The thermal mass effect of a building envelop in hot areas ,Thermal performance of exterior envelops of building ,IV. Proceedings of ASHRAE Conference,Dec.1989 Florida
- ✓ Göğüs A.Yalçın,Çok yapılı tabakalardan ısı geçişi,Ankara 1971
- ✓ Dilmaç Ş.,Eğrican N.,Binalarda Isı konforu amaçlı enerji tüketimi üzerine malzeme seçiminin etkisi,Energy With All Espects in 21st. Century Symposium, İstanbul,Nisan 28-1994
- ✓ Göksu Çetin,Bülten MMO Sayı:74 S5
- ✓ Koch Gerhard,Living quality instead of K-value,Zİ.Journal 1/94
- ✓ Onat Kemal,Delikli yalıtım tuğlalarının boyutlandırılmasına ait düşünceler,Isı Bilimi ve Tekniği Cilt 16 No:1/11-14,1993
- ✓ Haufnagel Otto, Brick and Tile Making ,History of brick and tile industrie,ZI Bauverlag GmbH
- ✓ Özışık Gündüz Prof Dr.,Tuğla Yayın no:1
- ✓ Zİ Journal Annual-1995
- ✓ Zİ Journal (1995/6-7-8 ,1996/1-2)
- ✓ Graf Joseph Dr.İng. Zİ Journal (1196/7 Determination of thermal transmission resistance according to German Standard Specification 52611
- ✓ Mergenthaler Detler Dr.,ZI Journal 1996/6 Testing and development of vertically perforated clay blocks with a new thermal conductivity measurement appliance
- ✓ Rimpel E.Dipl.İng.,Spitzner M.H.Dipl.İng.,Institut für Ziegel-forchung Essen e.v. ,ZI Annual 1999,Devolopment of a composite ceramic thermal insulating system
- ✓ Hauch Dieter Dipl.Phys.Dr.,Ruppik Michael Dipl.İng.,Hörnchmeyer Stephan,Richter Frank Dipl.İng.,Institut für Ziegelforschung Essen ,ZI Annual 1999, Increasing the ceramic body strenght and reduction of the thermal conductivity by raw material-specific measures
- ✓ Graf JosephDr.İng.,ZI Journal 95/11 ,Numerical simulation of equivalent specific thermal conductivity of vertically perforated masonry units.