

TUĞLALARIN HAMMADDE VE
BAZI FİZİKSEL - MEKANİKSEL
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

ŞADAN ÖZKAN.

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Fizik Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç. Ertunç Aral

Şubat - 1988

Şadan Özkan'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı " TUĞLALARIN HAMMADDE VE BAZI FİZİKSEL - MEKANİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ " başlıklı bu çalışması jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

.4.1.3.1.1988

Üye : Doç. Erhan ARAL

Üye : Doç. M. Selami KILIÇKAYA

Üye : Doç. Dr. Muhsin ZOR

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .21.3.1988...
gün ve172-3.... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem KAYA

Enstitü Müdürü

ÖZET

Ülkemizde konut ihtiyacına bağlı olarak artan tuğla gereksinimi geleneksel sistemlerle sağlanmaya ęalıřılmaktadır. Ancak hammadde rezervlerinin değişik bünyeli olması üretilecek tuğlanın fiziksel ve mekaniksel özelliklerini etkilemektedir.

Türkiye genelinde hammaddenin kimyasal ve mineralojik özelliklerine bağlı olarak üretilebilecek tuğlaların fiziksel ve mekaniksel bazı özellikleri, Marmara Bölgesi ve kuzey-doğu İç Anadolu Bölgesinden hammadde ve tuğla örnekleri alınarak incelenmeye ęalıřılmıştır. Bu ęalıřmada gerek hammadde gerekse örnek tuğlalar için özgün bir standart olmadığı için kıyaslama yapılamamış fakat sözlü yada yazılı görüşmelerle, çeşitli literatür taraması ve müsvette teori ve deney ęalıřmaları ile belirleme yapılmıştır.

SUMMARY

In our country, the demand for the bricks which is increasing in accordance with the needs for housing demand are supplied by old production systems. But, the physical and mechanical properties of the bricks are affected by the raw materials sources having variable properties.

In Turkey generally, the physical and mechanical properties of the bricks to be manufactured in accordance with the raw materials' chemical and mineralogical properties, are studied by selecting rawmaterials and brick samples from Marmara Region, north-eastern and Central Anatolia. In this study, since there wasn't any standart relating to the raw materials and sample bricks, no comparison could be made, but a fact finding work is done by personal and written interviews and literature views and theoretical, practical works.

ÖNSÖZ

Günümüz inşaat sektöründe önemli bir yer tutan inşaat tuğlasının, hammadde ve bazı fiziksel - mekaniksel özelliklerinin incelendiği bu çalışma, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Doç. Ertunç Aral'ın danışmanlığında yürütülmüştür.

Bu araştırmayı öneren ve araştırmanın sonuçlandırılması için yaptığım çalışmalarında bana yol göstererek destek olan Doç. Ertunç Aral'a teşekkür ederim.

Görevli olduğum Bilecik Meslek Yüksekokulu'nda yaptığım deneysel ve teorik çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Mustafa Tefek'e (Yüksekokul Müdürü), Yrd. Doç. Dr. Yaşar Kibici'ye (Yüksekokul Müdür Yardımcısı), diğer çalışma arkadaşlarıma, deneysel çalışmalarımın bir kısmını yaptığım A.Ü. Müh.-Mim. Fakültesi Maden ve İnşaat Mühendisliği laboratuvarlarından yararlanmamı sağlayan Bölüm Başkanlarına teşekkür ederim.

Bazı deneyler için bana laboratuvarlarını açan SÖRMAŞ-Söğüt Refrakter Malzemeler Sanayi A.Ş./Bilecik, TOPRAK Seramik Sanayi ve Ticaret A.Ş. Bozüyük/Bilecik yetkililerine, İnş.Müh. Cevat Tutar'a, Osman Altıntaş'a ve tezin daktilo edilmesinde bana yardımcı olan eşim Mesude Özkan'a teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	I
TABLolar DİZİNİ	II
GRAFİKLER DİZİNİ	IV
KISALTMALAR DİZİNİ	V
1. TUĞLANIN TANIMI, TARİHSEL GELİŞİMİ VE TÜRKİYE'DE DURUM	1
2. HAMMADDE JEOLojİSİ	4
2.1. Kil ve Kaolenlerin Oluşumu	4
2.2. Kil Minerallerinin Gruplandırılması	6
2.2.1. Kaolinit grubu	7
2.2.2. Montmorillonit grubu	8
2.2.3. İllit grubu	9
2.2.4. Klorit grubu	9
2.2.5. Sepiolit grubu	9
2.3. Kaolenlerin ve Killerin Özellikleri	11
2.4. Kil ve Kaolenin Isıl Davranışı	12
3. TUĞLA VE KİREMİT YAPIMINDA KULLANILACAK HAMMADDELERİN ÖZELLİKLERİ	13

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4. DENEYSEL YÖNTEMLER	14
4.1. Hammaddeyi Oluşturan Minerallerin Kimyasal ve Mineralojik Analiz Yöntemlerle Belirlenmesi ..	14
4.1.1. Kimyasal ve rasyonel analiz	14
4.1.2. AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrometresi)	20
4.1.3. Isıl analiz	23
4.1.4. X-ray difraksiyonu	28
4.2. Pişmiş Tuğla Örnekleri Üzerinde Yapılan Deneyler	31
4.2.1. Hacim ve yoğunluk	31
4.2.2. Gözeneklilik ve sıklık	38
4.2.3. Su emme ve doygunluk	43
4.2.4. SKM (Soğukta Kırılma Mukavemeti)	45
4.2.5. Isı kapasitesi ve özgül ısı	50
5. DENEYLERDE KULLANILAN TUĞLA ÖRNEKLERİNİN TSE 4377 VE TSE 4563 'E GÖRE İNCELENMESİ	60
TARTIŞMA VE SONUÇ	65
KAYNAKLAR	66
EKLER	
Ek.1 Kalorimetrenin ısı kapasitesinin su cinsinden eşdeğerine ait hata hesapları	
Ek.2 I. ve II. grup tuğla örneklerinin ısı kapasitelerine ait hata hesapları	
Ek.3 Suyun ısıya bağlı yoğunluk değerleri	
Ek.4 TSE 705/Mart 1985 " Fabrika tuğlaları-duvarlar için, dolu ve düşey delikli "	
Ek.5 TSE 4377/Ocak 1985 " Fabrika tuğlaları-duvarlar için, düşey delikli hafif "	
Ek.6 TSE 4563/Ekim 1985 " Fabrika tuğlaları-duvarlar için, yatay delikli "	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Kaolinitin birim hücre yapısı	7
2.2 Oktohedral sistemler ve bunların biraraya gelmesi ile oluşan tabakalı yapı (a), kaolinitin ve mont- morillonitin iç yapısı (b)	8
2.3 Muskovitin birim hücre yapısı	10
4.1 Atomik Absorbsiyon Spektrometresinin şeması	21
5.1 I.grup tuğla örneklerinin şematik yapısı	61
5.2 II.grup tuğla örneklerinin şematik yapısı	63

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
4.1 Kil örnekleri üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları	15
4.2 I. grup tuğla ve kil örneklerine ait rasyonel analiz değerleri	17
4.3 I. grup tuğla ve kil örneklerine ait rasyonel analiz sonuçları	18
4.4 II. grup tuğla ve kil örneklerine ait rasyonel analiz değerleri	18
4.5 II. grup tuğla ve kil örneklerine ait rasyonel analiz sonuçları	19
4.6 I. ve II. grup tuğla ve kil örneklerine ait AAS değerleri	22
4.7 AAS için kullanılan referansların özellikleri	23
4.8 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait W_k ve W_s değerleri	34
4.9 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait V_{op} değerleri	35
4.10 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait W_{ss} değerleri	35
4.11 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait V_b yığınsal hacim değerleri	36
4.12 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait $V_a \cong V_t$ değerleri	36
4.13 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait yığınsal yoğunluk değerleri	37
4.14 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait özgül ağırlık değerleri	37
4.15 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait ortak özelliklerin ortalama değerleri	38
4.16 Gözeneklilik yüzdelerine göre sıklık değerleri ...	41
4.17 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait gözeneklilik değerleri	42
4.18 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait sıklık değerleri	42
4.19 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait relatif gözenek hacmi değerleri	43
4.20 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait ağırlıkça su emme, hacimce su emme ve doygunluk değerleri	45
4.21 Tuğla anma yükseklikleri için biçim katsayıları ..	48

TABLOLAR DİZİNİ (Devam)

<u>Tablo</u>		<u>Sayfa</u>
4.22	I. ve II. grup tuğla örneklerine ait (SKM) Soğukta kırılma mukavemeti değerleri	49
4.23	Kalorimetrenin ısı kapasitesinin su cinsinden eşdeğeri deneyleri sırasında bulunan değerler	55
4.24	I. ve II. grup tuğla örneklerine ait ısı kapasite- si değerleri	59
5.1	TSE 4377/Ocak 1985 'e göre I. grup tuğla örnekle- rinin özellikleri	61
5.2	TSE 4563/Ekim 1985 'e göre II. grup tuğla örnek- lerinin özellikleri	62

GRAFİKLER DİZİNİ

<u>Grafik</u>		<u>Sayfa</u>
4.1	I. grup kil örnekleri üzerinde yapılan ısı analiz sonuçları	26
4.2	II. grup kil örneklerine ait ısı analiz sonuçları	27
4.3	I. grup kil örnekleri üzerinde yapılan x-ray difraksiyonu sonuçları	29
4.4	II. grup kil örnekleri üzerinde yapılan x-ray difraksiyonu sonuçları	30

KISALTMALAR DİZİNİ

KısaltmaAçıklama

DPT

Devlet Planlama Teşkilatı

TSE

Türk Standartlar Enstitüsü

BİİD

Bayındırlık İmar ve İskan Bakanlığı

1. TUĞLANIN TANIMI, TARİHSEL GELİŞİMİ VE TÜRKİYE'DE DURUM

" Su ile yoğurulduğu zaman istenilen şekli alabilen, pişirildiğinde ise su geçirimsizlik ve mukavemet kazanan, a-namaddesi ince taneli kil olan inorganik esaslı yapı malzeme-leridir (Meriç, 1978) " şeklinde tanımlanan tuğla, tek-nolojik olarak da " İnorganik maddelerin dikkatlice hazırlanıp harmanlanması, biçimlendirilmesi ve kurutularak pişirilmesi yoluyla elde edilen ürünlerdir (Tanışan ve Mete) " şeklinde de tanımlanabilir.

Tuğla hammaddesi olan killerin plastik özellikleri ne-deniyile şekillendirilme olanaklarına sahip bulunmaları, ilk insanlar tarafından da bilindiğinden, kurutularak kullanılmıştır. Daha sonra kilin pişme özelliğini farkederek insanlar kullanım alanını genişlettiler. Piştikten sonraki geçirimsizlik ve mukavemet özelliklerinden yararlanarak, barınma gereksinimlerini karşılamak üzere yapı malzemesi olarak kullandılar. Böylece; insanlar yapılarını, doğada hazır olarak bulunan taşın yanı sıra tuğladan da yapmaya başladılar (Tuğ. ve Kir. Standartları Der.).

M.Ö. 3500 ve sonraki yıllarda Mezopotamya'da kurulan uygarlıklar pişmiş toprak malzemedeki saraylar, kuleler, yollar, tüneller inşa etmiş, ilginç örnekler vermişlerdir.

Tuğlacılık Romalılar devrinde çok gelişmiş ve kiremitte ilk kez Romalılar tarafından kullanılmıştır. Yine İran ve Anadolu Selçuklu uygarlıklarında tuğla yapıların ilginç örneklerine rastlanmıştır.

Tuğla ve kiremit üretiminde modern yöntemlerin ve makinelerin kullanılması çok yeni olup 19.yy.'ın ortalarına rastlar. Bu yüzyılda Hoffmann adlı bir Alman araştırmacı, aralıklı olarak çalışan fırınların yerine, pişirmede oluşan hataları en aza indirmek ve zaman kaybını önlemek için kendi adıyla anılan, zaman kaybını önleyici ve tuğlaların pişi-

rilmesinde karşılaşılan birçok problemi kontrol altına alan fırınları, bu sanayiye kazandırmıştır. 19.yy.'ın son yarısında Borie adlı bir Fransız araştırmacı, delikli tuğla kavramını yapıya sokarak, tuğla sanayinde yepyeni bir çığır açtı. Ve tuğlaya bünye yapısı nedeniyle sahip olduğu spesifik özelliklerin yanı sıra şekil olarak da farklılık kazandırdı. Ancak bu sanayi kolunda bugün kullanılan Teknik ve Yöntemlerin uygulanması Gilardoni adlı bir Fransız araştırmacıyla başlamıştır (BİİB).

Bugün tuğla sanayinde pişirme hatalarını en aza indirmede mükemmel bir metodik reküperasyon sağlayan soğuk hava ile sıcak maddelerin ters akım prensibine göre temasının var olduğu yuvarlak yada zikzak Hoffmann fırınlarıyla birlikte aynı mükemmel reküperasyona sahip, büyük kapasite, pişirmede kalite ve ısıtma ekonomisi yönünden en gelişmiş fırınlar olan tünel fırınlar da kullanılmaktadır.

Tuğla, toprağın uygun olduğu bölgelerde ekonomik olarak üretilecek bir malzemedir. Üretim aşaması son 100-150 yıldır sanayileşme etkisinde artan şehirleşmenin getirdiği konut sorununa bağlı olarak süratli bir değişim göstermiştir. Bu değişimin nedeni, siyasal platformda uluslararası sıcak savaşlarla, ülkelerin Bayındırlık ve İskan problemlerinin çözümünde yatmaktadır. Şehirleşmeye ve savaşlara bağlı olarak artan gereksinim, bu sanayi dalında tuğla ve kiremitin gerek malzeme gerekse yapıdaki işlevlerinin şekillendirmeye bağlı olarak arttırılması yolundaki araştırmalarla giderilmeye çalışılmıştır. Ancak tuğla ve kiremit üretimi disiplinler arası çalışmanın bir arakesiti olup, özgün bir sosyal yaşamın gelişimiyle eşdeğer fonksiyonel bir değişimide getirmektedir.

Türkiye'de bu konudaki araştırmalar özellikle son 15-20 yıldır yaygınlaşmıştır. Ancak hızla büyüyüp, yüzbinlerle ifade edilebilen konut açığımızın süregelmekte olan geleneksel sistemlerle çözüme kavuşturulması olası değilken, bugün kü ül-

ke koşullarında tam endüstrileşmiş sistemler de çözüm getirmemektedir (Özcan, 1986). Çünkü tuğla ve kiremit hammadde gereksiniminin çokluğu ve bölgesel rezervlerin değişik bünyeli olması sebebiyle, bu topraklar için kesin standartlara gidilememektedir. Ayrıca toprak bünyeli üretim, adı değişik şekillerde piyasaya arz edilme durumunda olduğundan, malzemenin o günkü haliyle hangi üretim şekline uyacağı zorlukla kestirilebilmektedir (Özışık, 1986).

Bu nedenle V. Beş yıllık Plan Destek Çalışmaları'ında, bu konuda hedeflere ulaşmada ilkeler ve politikalar; " Hammadde probleminin çözümü ve ortak bir ihracat politikası amacıyla bu sanayi dalında faaliyet gösteren kamu ve özel kuruluşların bir birlik oluşturması ve ince cidarlı yatay delikli inşaat tuğlaları yerine , katkı maddeleriyle yalıtım kazandırılmış düşey delikli tuğlaların üretim ve kullanımının teşvik edilmesi " şeklinde belirlenmiştir (DPT, 1985). Bu konudaki çalışmaların amacı V. Beş Yıllık Plan'da belirlenen, üretimin yılda ortalama % 4,7 olarak artması hedefinin daha rahat bir şekilde aşılmasıdır (DPT, 1985).

2. HAMMADDE JEOLJİSİ

Killer jeolojik olarak ince veya çok ince tane irilikli primer ve segonder kökenli çeşitli minerallerden oluşmuştur. Killer doğal durumda birçok farklı mineraller içermekte olup, bunlar saf killeri oluşturmamaktadır. Bununla birlikte, tüm killerde mineraller veya mineral sınıfları varolup bunlara kil mineralleri denir (Sümer, 1977). Kil mineralleri üzerinde son 30 yıldan beri çeşitli deneysel yöntemlerle çalışılmakta, bileşimleri, oluş ve bulunuş şekilleri, kökenleri, özellikleri, belirleme yolları ve ekonomik değerleri geniş bir şekilde incelenmektedir. Ayrıca değişik litolojik özellikteki kütlelerin içinde bulunan kil minerallerinin oluşumu, dağılımı ve ortam koşullarında araştırılmaktadır (Erguvanlı, 1973).

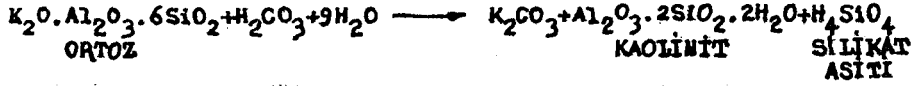
2.1. Kil ve Kaolenlerin Oluşumu

Kil ve kaolenler sodyumlu ve potasyumlu feldspatların doğa koşullarında kimyasal ve fiziksel etkilenmesi nedeniyle bozunmasından oluşmuşlardır.

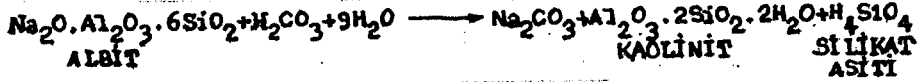
Feldspatların yeryüzünden sular nedeniyle yıkanmasıyla oluşan ayrışma sonucunda kaolinit ve daha nadiren halloysit, montmorillonit gibi diğer kil mineralleri oluşur. Bu ayrışma olayı genellikle alkali feldspatların ve asit plajiyoklasların üzerinde olur. Kaolenleşme olayı atmosferik olaylarla olduğu gibi hidrotermal eriyikler nedeniyle de oluşur. Hümsü asiti de feldspatların kaolenleşmesini ve oluşan killerin refrakter özelliği kazanmasını ve kaolenleşme sırasında ortamda bulunan renkli oksitlerin uzaklaştırılmasını ve ortamdaki bazı elementlerin eritilmesini sağlamaktadır.

Kaolenleşme sırasında, asit karakterli termal eriyiklerin etkisi ile feldspatların içindeki SiO_2 in bir kısmı ve potasyumunda hemen tümü kaybolur. Böylece mineralin bünyesine su girer ve kaoliniti oluşturur (Kibici, 1986). Felds-

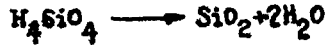
pat içeren kayalardan granitte H_2CO_3 etkisiyle kimyasal bozunma sonucu, potasyumlu feldspatlarda,



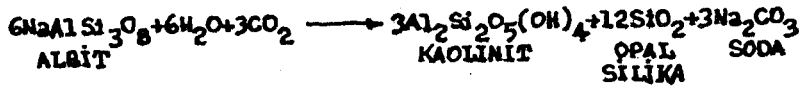
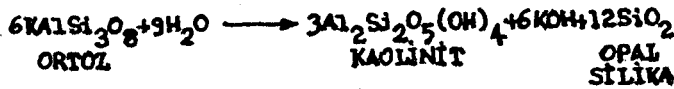
sodyumlu feldspatlarda ise



reaksiyonlarına göre kaolinit oluşur. K_2CO_3 ve Na_2CO_3 suda çözüldüğünden yağmur suyunda akıp gider. Silikat asitide su kaybederek SiO_2 e dönüşür.



Granit bileşimli magmasal kayalarla, pegmatit bileşimli yarı derinlik kayalarının ayrışması sonucu oluşan kil ve kaolenin içinde daima bozunmamış feldspat ve bozunma sonucunda oluşan bir miktar kuvars bulunur (Tanışan ve Mete). Bu şekilde oluşmuş mineraller grubu kısmen demirce zengindir. Demir, magnezyum, alüminyum, potasyum silikat bileşimindedirler. Kısaca kaolenleşme; alüminyumlu alkali silikatlardan, alüminyumlu hidrosilikatların oluşması demektir. Bu olay,



reaksiyonlarıyla ifade edilebilir. Açığa çıkan silis ile kay içinde serbest silis olarak bulunan kuvarsın birleşmesi sonucu opal ($SiO_2 \cdot nH_2O$) oluşumu gerçekleşir.

Kaoliniti oluşturan iyonlar ortamdaki uzaklaşmadıkla-

rından mineralojik bileşiminde kısmen yer alan potasyum, demir, magnezyumca zengin minerallerde hidrotermal eriyiklerin etkisiyle hidrate olurlar. Feldspat grubu minerallerin ayrışmasıyla mineralin bünyesinden ayrılan K^+ , Na^+ ve Ca^{++} iyonları kaolinitin bileşiminde önemli değişiklikler yaratmazlar. Ancak demirce zengin minerallerin ortamdaki uzaklaştırılması gerekir.

Kil yatakları daha önce oluşan kaolen yataklarının, killi şist, grovak ve feldspat bakımından zengin kayaçların fiziksel ve kimyasal ayrışması sonucu, ayrılan bu malzemele- rin tatlı su havzalarına taşınmasıyla oluşur. Denizel ortamda oluşan killer, gölsel ortamda oluşan killere göre daha fazla alkali mineraller ve $CaCO_3$ içerirler. Çok derin denizlerde oluşan killer ise çok fazla silisyum içerirler. Kalitesi yüksek kil yatakları hümüs asitli suların etken olduğu linyit-kil oluşumlarının bulunduğu yerlerde görülür. Çünkü hümüs asiti feldspatın kaolenleşmesini ve kilin refrakterliğini bozan oksitlerin (demir ve mangan oksitleri) ortamdaki uzaklaştırılmasını sağlar. Ekonomik kil yatakları ise alçak basınç ve asitik bir durgun ortamda oluşur.

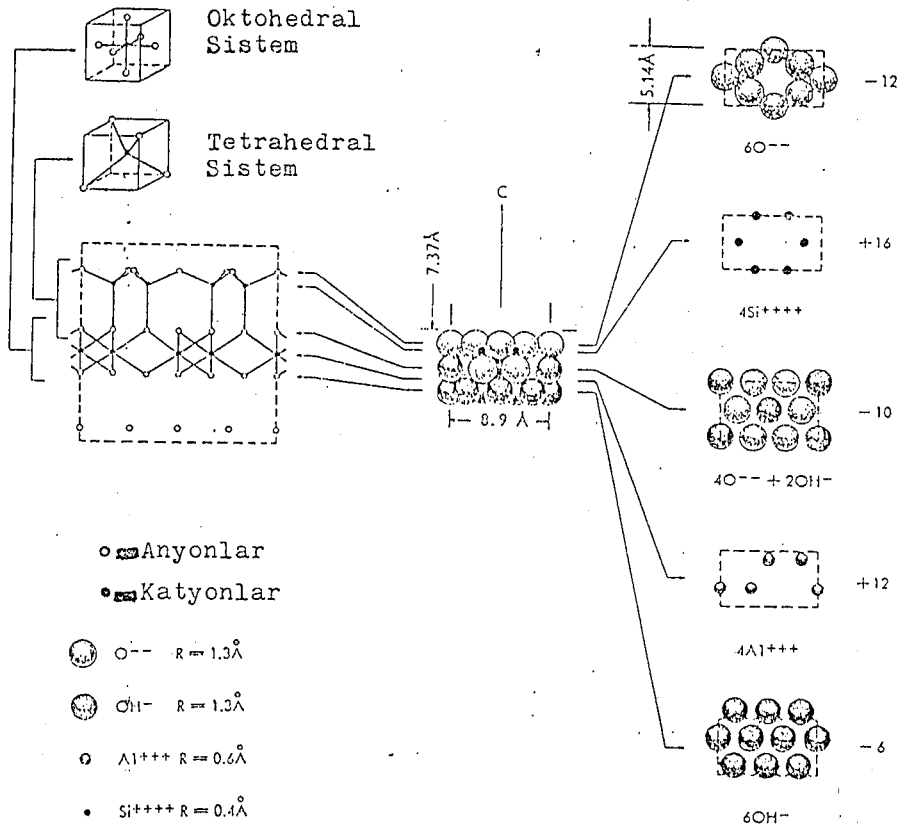
Kil yatağının oluşumu sırasında ortam alkali olursa, kil minerallerinden sadece montmorillonit oluşur. Eğer ortamda potasyum hakim olursa potasyumca zengin mikalı kil mineralleri oluşur.

2.2. Kil Minerallerinin Gruplandırılması

Kil mineralleri atomik iç yapılarına ve kimyasal bileşimlerine göre amorf ve kristalin olarak iki ana grupta sınıflandırılırlar. Amorf yapıya en iyi örnek allaphone'dür. Kristalin killerdeyse atomların iç dizilişleri SiO_2 ve Al_2O_3 tabakalaşmasıyla gerçekleşir (Kibici, 1986).

2.2.1. Kaolinit grubu

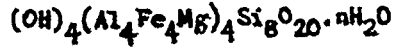
Ana mineral olarak kaolinit içerirler. $Al_2Si_2O_5$ veya $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ bileşimli olup, elektron mikroskopunda ince levhalar halinde hegzagonal yapıda gözlenir. Kristallerin köşelerinden uzaklıkları kalınlıklarına oranla 5-25 misli fazladır. Saf bir kaolende Al_2O_3 miktarı hiçbir zaman % 39,5 u geçmez. Ve saf kaolen kristalleri $1750^\circ C$ 'de erir. Kuru büzülmesi ve plastisitesi azdır. Çapları farklılık gösterip 1-5000 μ arasında değişir (Şekil 2.1). Bu gruptaki kil mineralleri feldspatların asit ortamlarda, sıcak, soğuk ve hidrotermal eriyiklerin dolaysız etkisiyle oluşur. Bu grubun mineralleri kaolinit, dickite, nacrite, halloysite'dir.



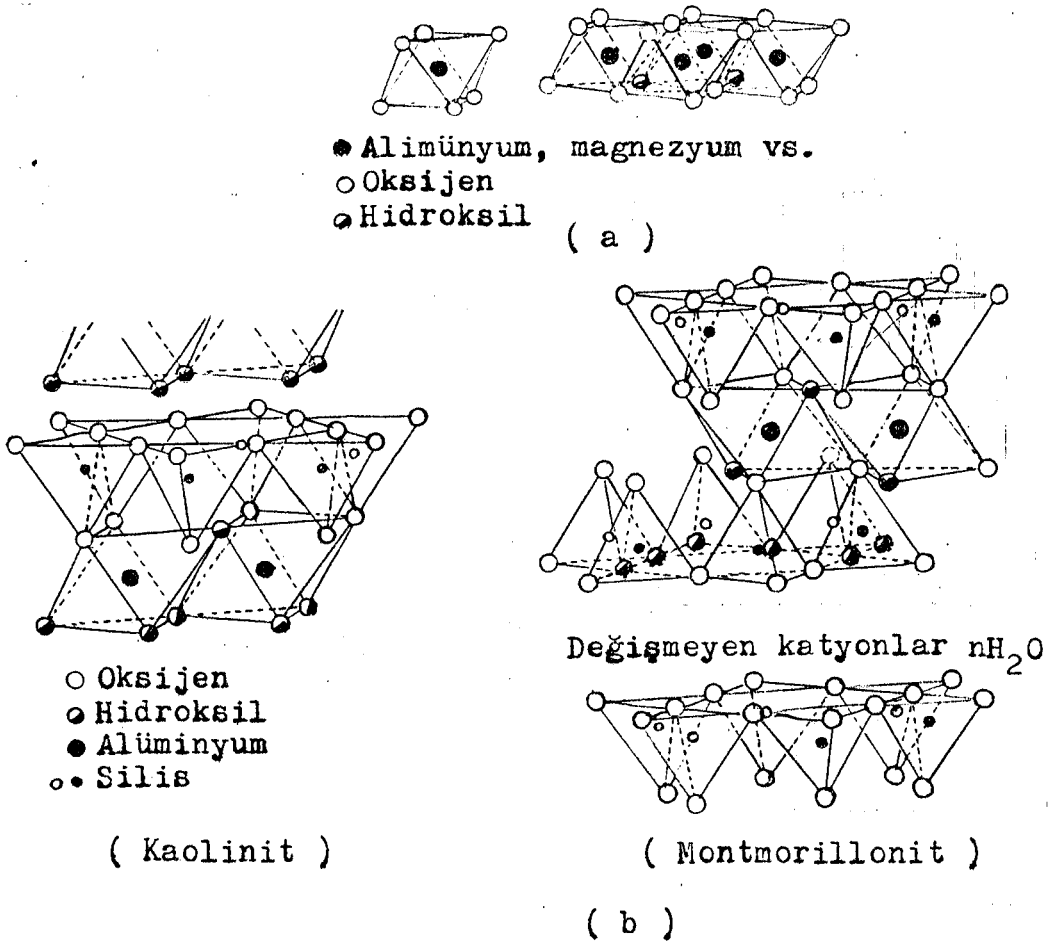
Şekil 2.1. Kaolinitin birim hücre yapısı, $2(OH)_4Al_2Si_2O_5$ (Norton, 1974).

2.2.2. Montmorillonit grubu

Genel yapıları açısından kaolinit gibi alüminyum silikat olmalarına karşın farklı bir görünüme sahiptirler. Yapılarında Mg^{++} , Ca^{++} , Fe^{++} , Zn^{++} gibi elementler taşırlar. Bu nedenle



bileşimindedirler. Atomların iç dizilişi üç tabakalıdır. Şekilleri genellikle ufak pulcuklar halindedir (Şekil 2.2).

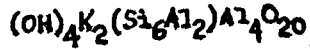


Şekil 2.2. Oktoedral sistemler ve bunların biraraya gelmesiyle oluşan tabakalı yapı (a), kaolinitin ve montmorillonitin iç yapısı (b).

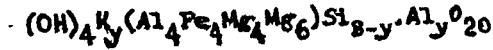
Bu mineraller daha çok alkali ve toprak alkali tuzlardan oluşur. Çok plastik olmalarına karşın taşıdıkları sızlıklar nedeniyle pişme renkleri değişiktir. Fazla su emmeleri nedeniyle 10-15 kat hacim artışı gösterirler. Bu gruba giren mineraller; montmorillonit, beidellite, nontronite, saponite, hectonite, saukonite, vermikülite'dir.

2.2.3. illit grubu

Yapı özellikleri mikaya benzer. Muskovitin bozunması sonucu meydana gelirler. Muskovitin teorik yapısı



şeklinde olup, birim hücre yapısı şekil 2.3'deki gibidir. Illitin teorik yapısı ise



şeklinde olup $1,0 < y < 1,5$ arasında değişmektedir. Montmorillonitten farklı olarak potasyum içermektedirler. Elektron mikroskopunda ufak, yassı ve düzgün olmayan levhalar halinde görünürler (Erguvanlı, 1973). Atomlarının iç dizilişi üç tabakalı yapı şeklindedir. Bu grup mineralleri illit ve denizel kökenli glakonit'tir.

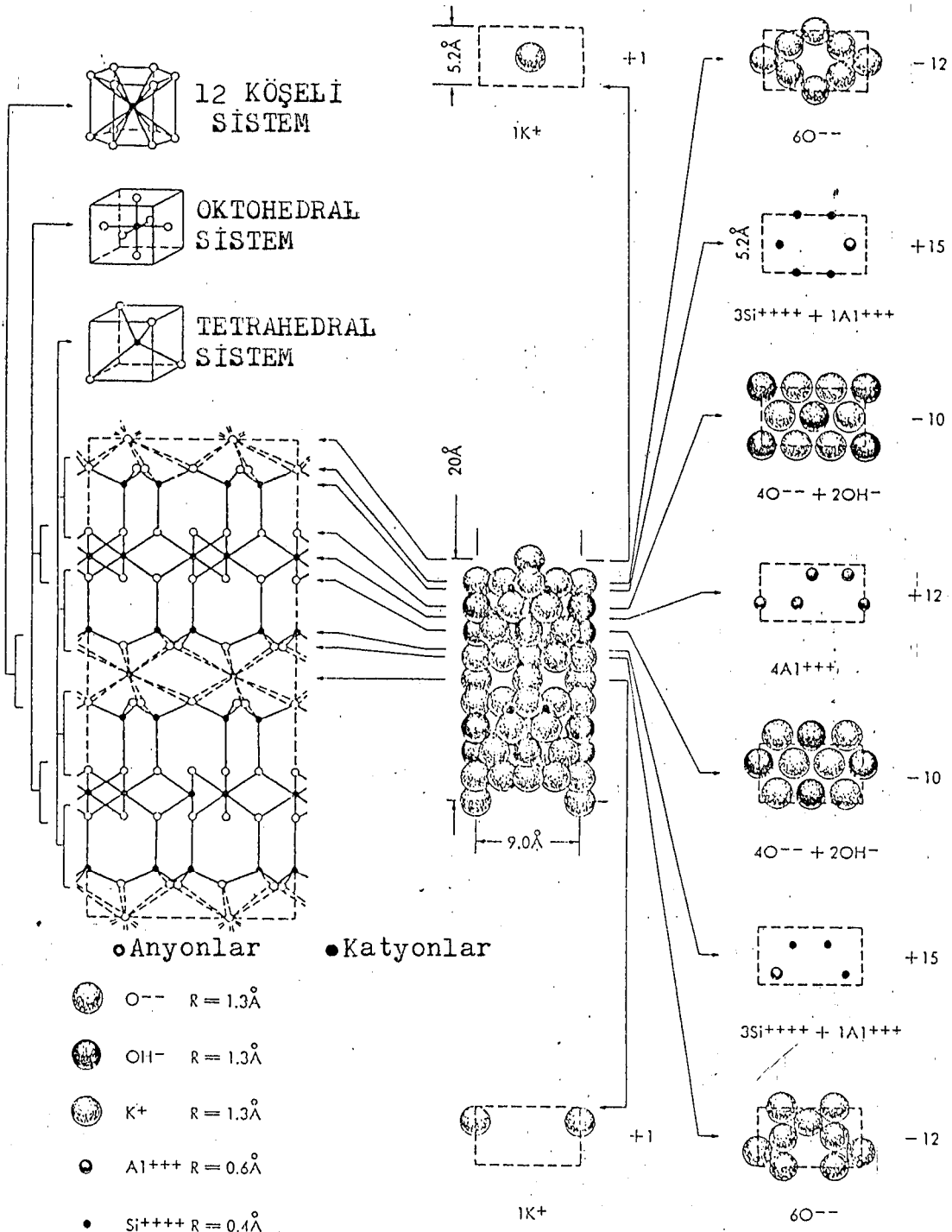
2.2.4. Klorit grubu

İnce tane iriliğine sahip olup iç yapısı bakımından illite benzer ve düzgün, karışık-tabakalaşma gösterir. Atomların iç dizilişi üç tabakalı yapının yanısıra iki tabakalı yapıda da olur. Bu grubun tipik minerali pennit'tir (Tanışan ve Mete).

2.2.5. Sepiolit grubu



bileşiminde olup şeklen telseel yapılıdır. Kristal iç yapısı zincirli halka tipindedir. Magnezyumca zengin ortamda meydana gelmiştir. En önemli minerali attalpulgitte'dir (Kibici, 1986).



Şekil 2.3. Muskovitin birim hücre yapısı, $2Al_4K_2(Si_6Al_2)O_{20}(OH)_4$ (Norton, 1974).

2.3. Kaolenlerin ve Killerin Özellikleri

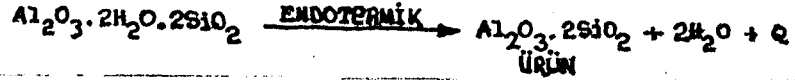
Kaolenlerin yapısından, asitik ortamda oluşmalarından dolayı renkli oksitler uzaklaşmıştır. K^+ , Na^+ , Ca^{++} gibi elementler az olduğundan dolayı doğal görünüşlerinin yanısıra pişme renkleri de beyazdır. Kristalleri kil kristallerinden daha büyük olduğundan plastiklikleri ve kuru mukavemetleri azdır. Ancak kristallerinin büyük olması ateşe dayanıklılığını, killere göre daha uzun zamanda sinterleşmesini ve pişme çekmelerinin az olmasını sağlar. Kaolenin kristalleri tam şekillidir. Kil kristallerinde, köşelerde kırılmalar nedeniyle boyca küçük yapılaşma gözlenir.

Killerin asitik özelliği bazik boyar maddeleri tutması ve su yardımıyla H^+ iyonlarını serbest duruma getirmesi ile ortaya çıkar ancak dehidratasyonla ortadan kalkar. Killer havada kurutulmakla sertleşir ve tekrar su ile karıştırıldığında yumuşar. Fakat ısıtılarak kurutma işlemine tabi tutulursa $80-160^{\circ}C$ arasında önce çevre sularını ve kristallerin yüzeyinde bulunan miktarca az olan higroskopik suyunu ve gözeneklerini dolduran gözenek sularını ($\approx 120^{\circ}C$) atar. $400-600^{\circ}C$ arasında da bünye sularını terkederler. K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} oksitleri kile $700^{\circ}C$ 'de etki ederek kilin erime sıcaklığını düşürürler. Diğer taraftan bu elementler kısmen eriyerek, erimemiş olan kil taneciklerinin birbirine yapışmasını sağlayan alümina-silikatlar verdiği için ortamın sağlamlığını arttırarak bir büzülme ve gözeneklilik oluştururlar. Bu gözenekliliğin az olması mukavemetini çok olması ısı kapasitesini arttırır.

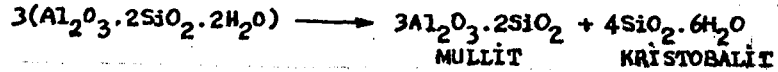
İri taneli $CaCO_3$ 'in bulunuşu tuğla üretimi açısından sakıncalıdır. Kireç büzülmeyi azaltır, kum da plastikliği azaltmakla beraber büzülmeyi ve çatlaklar meydana gelmesini önler (Tanışan ve Mete).

2.4. Kil ve Kaolenin Isıl Davranışı

Kil ve kaolen ısıtıldığında 120°C ' civarında higroskopik suyunu bırakır. 500-600°C ' lerdeyse kimyasal bağlı suların uzaklaşması sonucu amorf yapıda alümina-silikat karışımı oluşur.



Endotermik bir reaksiyon sonucu oluşan bu ürüne meta-kaolinit denir. 940°C ' de amorf alümina (Al_2O_3) kristalize olur. 1000°C 'de alümin ve silikanın (SiO_2) amorf mullitle ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) tridimit şekline geçmesinden doğan bir ekzotermik reaksiyon oluşur. 1350°C 'de mullit billurlaşır. 1470°C 'de tridimit, silikanın kararlı şekli olan kristoballite dönüşür.



Bu ürünlerden mullit, iğne yapılı kristallere sahip, çok sert ve kimyasal bozunmalara dayanıklı, soğukta kırılma mukavemeti fazla ve yalıtıcıdır. 1545°C 'de kristoballitle mullit arasında % 5,5 Al_2O_3 ve % 94,5 SiO_2 'den oluşan bir ötektik meydana gelir. 1745-1790°C 'de erime olur.

3. TUĞLA VE KİREMİT YAPIMINDA KULLANILACAK HAMMADDELERİN ÖZELLİKLERİ

1. Üretimde kullanılacak hammaddenin tane iriliği olarak homojen olması gerekir.

2. Hammaddenin killi maddelerden başka silis, kil, feldspat, şist vb. gibi maddelerin % 25-50 veya daha değişik oranlarda bulunması gerekir. Bunlar kuruma ve pişme sırasında oluşacak çatlama ve rötrelere önüne geçer.

3. Hammaddenin içinde montmorillonit cinsinden kil mineralleri olmamalı veya çok az olmalıdır. Fazla olduğu zaman pişme sırasında çok fazla hacim küçülmesi olur.

4. Hammaddede kaolinit fazla olmalıdır. Başka kil minerallerinin olması pişme sıcaklık ve süresini arttırır.

5. Hammadde içinde fazlaca demir oksit, alkali ve toprak alkaliler bulunmamalıdır. Çünkü büzölmeye neden olur ve vitrifikasyonu azaltırlar.

6. Hammaddenin içerisinde kalker (CaCO_3), dolomit [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$], jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), tuz (NaCl) (MgCl_2) bulunmaması gerekir. Bunların olması pişme sonucu patlama, çatlama, parçalanma ve ufalanma oluşturur.

Demir oksitlerinin az miktarda olması tuğlaya rengini kazandırır, ancak fazla olması zararlıdır (Erguvanlı, 1973).

4. DENEYSEL YÖNTEMLER

4.1. Hammaddeyi Oluşturan Minerallerin Kimyasal ve Mineralojik Analiz Yöntemlerle Belirlenmesi

Killerin birçok özelliği, bünyelerindeki çeşitli minerallere bağlı olduğundan, bu minerallerin tanımlanması çok önemli olup mineralin kimyasal özelliklerine, mikroskopik ve kristallografik özelliklerine, atomik yapısına, fiziki ve kimyasal değişime göre yapılır. Bunun için,

1. Kimyasal ve rasyonel analiz,
2. Spektrografik analiz,
3. Flamfotometrik analiz,
4. Kromotografik analiz,
5. Optik analiz,
6. Elektron mikroskopu analizi,
7. x - ray analizi,
8. Enfraruj ışın analizi,
9. Isıl analiz,

vb. gibi analizler yapılmaktadır (Sümer, 1977).

Bu araştırmamızda laboratuvar ve çevre koşullarına bağlı olarak kimyasal ve rasyonel analiz, AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrometrik Analiz), ısıl analiz, x-ray difraksiyonu analizi gerçekleştirilmiştir.

4.1.1. Kimyasal ve rasyonel analiz

Kimyasal analiz, kil örneğindeki silis, alümina, titanyum, Fe^{++} , Fe^{+++} ve diğer oksitlerle, alkali ve K.K.'nı tanımlamak, yüzdelerini bulmak amacıyla yapılır. Fakat bu, metal oksitin mineralojik olarak nasıl bulunduğunu göstermez. Bu nedenle hammaddeyi oluşturan sodyum ve potasyum feldspatların, kaolinitin ve serbest kuvarsında bilinmesi gerekir. Hesaplama için rasyonel faktörlerden (Güvercin, 1987) ve kimyasal analizdeki Na_2O , K_2O , Al_2O_3 ve SiO_2 yüzdelerinden faydalanılır (Özkan vd, 1984).

I. ve II. grup tuğla örneklerinin üretiminde kullanılan kil örnekleri üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları Tab.4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1. Kil örnekleri üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları.

TESTLER	I. GRUP		II. GRUP	
	hammadde	Pişmiş örnek	hammadde	pişmiş örnek
K.K.	14,16	0,00	12,85	0,00
SiO ₂	51,91	58,60	52,45	58,45
Al ₂ O ₃	10,54	13,70	16,70	20,00
Fe ₂ O ₃	4,24	4,60	5,85	6,78
TiO ₂	0,80	1,65	0,42	0,65
CaO	13,60	14,70	4,55	4,90
MgO	0,65	0,95	1,50	1,98
Na ₂ O	2,10	2,95	2,28	2,95
K ₂ O	2,00	2,85	3,40	4,29

Bu sonuçlardan yararlanılarak rasyonel analizin yapılabilmesi için K-Feldspat, Na-Feldspat ve kaolinitin mol ağırlıkları yardımıyla rasyonel faktörlerin yazılması gerekir.

$$\text{K-Feldspat (K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2) = 556,70 \text{ gr/mol , (} M_K \text{)}$$

$$\text{Na-Feldspat (Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2) = 524,59 \text{ gr/mol , (} M_{Na} \text{)}$$

$$\text{Kaolinit (Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O)} = 258,14 \text{ gr/mol , (} M_{Ka} \text{)}$$

K-Feldspat:

(4.1)

$$\% \text{ K}_2\text{O} \cdot \frac{M_K}{M_{K_2O}} = \% \text{ K}_2\text{O} \cdot 5,9098 = \text{K-Feldspat oranı}$$

$$\% \text{ K}_2\text{O} \cdot \frac{M_{Al_2O_3}}{M_{K_2O}} = \% \text{ K}_2\text{O} \cdot 1,0824 = \text{K-Feldspattaki Al}_2\text{O}_3 \text{ oranı (a)}$$

$$\% K_2O \cdot \frac{M_{6SiO_2}}{M_{K_2O}} = \% K_2O \cdot 3,8274 = \text{K-Feldspattaki } SiO_2 \text{ oranı (A)}$$

Na-Feldspat : (4.2)

$$\% Na_2O \cdot \frac{M_{Na}}{M_{Na_2O}} = \% Na_2O \cdot 8,4598 = \text{Na-Feldspat oranı}$$

$$\% Na_2O \cdot \frac{M_{Al_2O_3}}{M_{Na_2O}} = \% Na_2O \cdot 1,6465 = \text{Na-Feldspattaki } Al_2O_3 \text{ oranı (b)}$$

$$\% Na_2O \cdot \frac{M_{6SiO_2}}{M_{Na_2O}} = \% Na_2O \cdot 5,8152 = \text{Na-Feldspattaki } SiO_2 \text{ oranı (B)}$$

Kaolinit:

(4.3)

$$\% Al_2O_3 \cdot \frac{M_{Ka}}{M_{Al_2O_3}} = \% Al_2O_3 \cdot 2,5317 = \text{Kaolinit oranı}$$

$$\% Al_2O_3 \cdot \frac{M_{2H_2O}}{M_{Al_2O_3}} = \% Al_2O_3 \cdot 0,3531 = \text{Kaolinitteki } H_2O \text{ oranı}$$

$$\% Al_2O_3 \cdot \frac{M_{2SiO_2}}{M_{Al_2O_3}} = \% Al_2O_3 \cdot 1,1787 = \text{Kaolinitteki } SiO_2 \text{ oranı (C)}$$

Kaolinitten gelen Al_2O_3 oranı = (Kimyasal analizdeki Al_2O_3 oranı) - (a+b)

Serbest kuvars:

(4.4)

Serbest kuvars = (Kimyasal analizdeki SiO_2 oranı) - (A+B+C)

Rasyonel faktörlerden yararlanarak I.grup tuğla ve kil örneklerine ve II.grup tuğla ve kil örneklerine ait rasyonel analiz sonuçları hesaplanmıştır.

Tablo 4.2. I. Grup tuğla ve kil örneklerine ait rasyonel analiz değerleri

RASYONAL KOD	KİL	ÜRÜN
K-Feldspat oranı	11,8196	16,8430
K-Feldspattaki Al ₂ O ₃ oranı	2,1648	3,0849
K-Feldspattaki SiO ₂ oranı	7,6548	6,6774
Na-Feldspat oranı	17,7656	24,9555
Na-Feldspattaki Al ₂ O ₃ oranı	3,4535	4,5945
Na-Feldspattaki SiO ₂ oranı	12,2120	17,1548
Kaolinitten gelen Al ₂ O ₃ oranı	4,9217	6,0206
Kaolinit oranı	12,4603	15,2424
Kaolinitteki SiO ₂ oranı	5,8013	7,0965
Kaolinitteki H ₂ O oranı	1,7379	2,1259
Serbest kuvars oranı	26,2419	27,6716

Tablo 4.2 'den yararlanılarak bulunan rasyonel analiz sonuçları tablo 4.3 'deki gibidir (Kimyasal analiz sonuçlarında yapılacak rasyonel analiz hesapları gereği Fe₂O₃, CaO, MgO, TiO₂ ve K.K savsaklanmıştır).

Tablo 4.3. I. Grup tuğla ve kil örneklerine ait rasyonel analiz sonuçları

RASYONAL KOD	ANALİZ SONUÇLARI		ÖRNEKTEKİ % ORANI	
	KİL	ÜRÜN	KİL	ÜRÜN
Kaolinit (%)	12,4603	15,2424	18,25	17,99
Kuvars (%)	26,2419	27,6716	38,43	32,67
Feldspat (%)	29,5852	41,7985	43,32	49,34
TOPLAM (%)	68,2874	84,7125	100,00	100,00

Tablo 4.4. II. Grup tuğla ve kil örneklerine ait rasyonel analiz değerleri

RASYONAL KOD	KİL	ÜRÜN
K-Feldspat oranı	20,0933	25,3530
K-Feldspattaki Al ₂ O ₃ oranı	3,6802	4,6435
K-Feldspattaki SiO ₂ oranı	13,0132	16,4196
Na-Feldspat oranı	19,2877	24,9555
Na-Feldspattaki Al ₂ O ₃ oranı	3,7495	4,8513
Na-Feldspattaki SiO ₂ oranı	13,2587	17,1548
Kaolinitten gelen Al ₂ O ₃ oranı	9,2703	10,5052
Kaolinit oranı	23,49666	24,7051
Kaolinitteki SiO ₂ oranı	10,9270	12,3825
Kaolinitteki H ₂ O oranı	3,2733	3,7094
Serbest kuvars oranı	15,2511	23,4931

Tablo 4.4 'deki değerlerden yararlanılarak bulunan rasyonel analiz sonuçları tablo 4.5 'de görülmektedir.

Tablo 4.5. II. Grup tuğla ve kil örneklerine ait rasyonel analiz sonuçları

RASYONAL KOD	ANALİZ SONUÇLARI		ÖRNEKTEKİ % ORANI	
	KİL	ÜRÜN	KİL	ÜRÜN
Kaolinit (%)	23,4696	24,7051	30,05	25,08
Kuars (%)	15,2511	23,4931	19,53	23,85
Feldspat (%)	39,3810	50,3085	50,42	51,07
TOPLAM (%)	78,1017	98,5067	100,00	100,00

Tablo 4.3 ve tablo 4.5 'den görüleceği gibi kaolinit oranı ve feldspat oranı I. grup örneklerde düşük, kuvars oranı yüksektir. II. grup rneklerdeyse kaolinit ve feldspat oranı yüksek, kuvars oranı düşüktür.

4.1.2. AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrometresi)

Silikatların analizi yapılırken kullanılan bu yöntemin temel ilkesi, örnekten elde edilen buhardaki element atomlarının bilinen ve belirli dalga uzunluğundaki karakteristik ışınları absorbe edilmiş şiddetlerini ölçmektir. Buharlaştırılarak atomize edilmiş örnek üzerine ışın gönderildiğinde, enerjisi gelen ışının enerjisine eşit olan atomlar tarafından gelen ışın absorbe edilir, çıkan ışının şiddeti azalır. Işın kaynağı, incelenen elementin en hassas spektrum çizgisini yayınlar ve konsantrasyon arttıkça uyarılan atom sayısı artacağından gelen ışının absorblanması da artar. Örneğin c konsantrasyonuyla, buharından alınan I değeri arasında K ve m bir katsayı olmak üzere

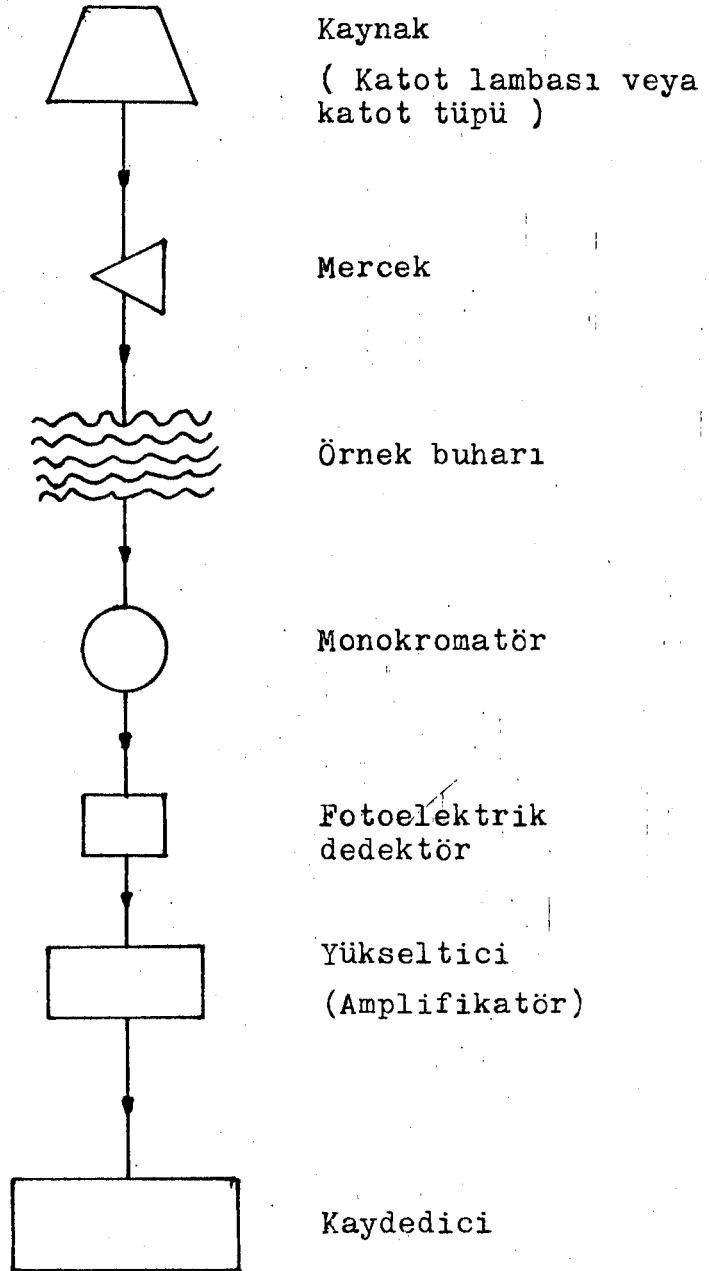
$$I = K \cdot c^m \quad (4.5)$$

bağıntısı vardır (Tanışan ve Mete).

Kaynak tarafından yayınlanan bu ışın, atomize ortamdan geçmeden önce mercekle yardımı ile doğrultulur. Atomize ortamda ışın absorblandıktan sonra meydana gelen spektrumdan istenilen spektrum çizgisi monokromatör yardımı ile ayrılarak bir fotoelektrik dedektörde toplanır. Dedektörden geçen ışınım, doğrultucunun frekansına eşit bir yükseltgeçten geçirilerek kaydediciye alınır. Yükseltgeç, doğrultucunun frekansına ayarlandığından yalnız kaynaktan gelen ışınlarla ilgili rezonans ışınlarını çoğaltır. Diğerlerini arttırmaz. AAS 'nin en önemli kısmı, kaynak olarak kullanılan ve boş katot lambası denilen tüplerdir. Her element için ayrı bir lamba vardır ve bu lambanın katodu o elementten yapılmıştır (şekil 4.1)

Fakat atomize ortamda bulunabilen diğer maddelerin etkisiyle doğru ölçme yapmak olanaksızdır. Bunun için önce bileşim ve yüzde oranları çok iyi bilinen referanslarla AAS

ayarlanır. Sonra örnek bu referans standartlarla karşılaştırılarak konsantrasyonu bulunur.



Şekil 4.1. Atomik Absorbsiyon Spektrometresinin şeması

Kullanılan referans standartların bileşim bakımından örneğe mümkün olduğu kadar yakın olması gerekir. Bu nedenle eğer örneğin konsantrasyon derecesi bilinmiyorsa konsantrasyon aralığının seçimi önemlidir. Deneysel olarak konsantrasyon aralığı bulunduğundan sonra bu bölgede hazırlanan referans standartlarla ölçme yapılır (Jones and Berand, 1972).

I. ve II. grup tuğla ve kil örnekleri için alınan sonuçlar Tablo 4.6 'da olduğu gibidir.

Tablo 4.6. I. ve II. grup tuğla ve kil örneklerine ait AAS değerleri.

TEST	I. GRUP		II. GRUP	
	HAMMADDE	ÜRÜN	HAMMADDE	ÜRÜN
K.K.	-	0,00	-	0,00
Al ₂ O ₃	11,65	12,10	18,29	17,19
Fe ₂ O ₃	4,68	4,99	8,23	8,00
TiO ₂	0,28	0,34	0,33	0,66
CaO	11,86	12,74	4,23	4,26
MgO	3,87	4,02	1,96	2,16
K ₂ O	2,26	2,18	3,20	3,25
SiO ₂	49,92	54,97	53,75	51,54

Bu sonuçların alınabilmesi için kullanılan referans değerleri Tab.4.7 de verilmiş olup, referans malzeme olarak Ref. I ve Ref. II killeri kullanılmıştır.

Tablo 4.7. AAS için kullanılan referansların özellikleri

TEST	REFERANS I	REFERANS II
K.K	-	-
Al ₂ O ₃	15,80	-
Fe ₂ O ₃	7,26	-
TiO ₂	-	1,03
CaO	-	0,33
MgO	-	0,50
K ₂ O	-	0,54
SiO ₂	56,54	-

AAS sonuçlarının gerçekçi olabilmesi için referansların içerdikleri element yüzdelerinin testi alınacak örneğin içeriğine yakın olması beklentisi ref.I için gerçekleşirken ref.II için gerçekleşmemektedir. Ancak alınan AAS sonuçları kimyasal analiz sonuçlarına yakınlık göstermektedir. Bundan çıkarılabilecek sonuç kil gruplarındaki feldspat oranlarının daha farklı olabileceğidir. Örneklerde ortaya çıkan bu farklılık doğal olarak oksit gruplarını da etkileyeceğinden hammadde seçimi ve üretim teknolojisi açısından birtakım sorunlar yaratabilir.

4.1.3. Isıl analiz

Termal analizde maddenin ısıtıldığı veya soğutulduğu zaman gösterdiği davranışların tesbitiyle mineral bileşimi sağlanabilir. Maddenin ısı etkisiyle, özelliklerinde görülen değişimler entalpi ve ağırlığındaki değişimlerdir. Termal analiz hem entalpideki değişimleri (DTA), hem de ağırlığındaki (TGA - Termogravimetrik analiz) değişimleri içine alır.

Diferansiyel termal analizde testi alınacak maddeyle

referans madde kapalı bir yerde birlikte ısıtılırlar. Alınan madde miktarı, tanecik büyüklüğü ve ısıtma hızı, pik şekil ve alanını etkiler. Standart olarak 0,1 - 1,0 gr. arasında, 60 mesh veya 0,25 mm 'den ince alınan örnek, 20°C/dk hızla ısıtılmalıdır. Referans olarak genellikle termal olarak inert kabul edilen 1000°C 'de kızdırılmış saf kaolen veya α -Al₂O₃ kullanılır. Alınan örneğin referansa göre sıcaklık farkının ileride veya geride olması, örnek içinde oluşan ısıl reaksiyonun ekzotermik veya endotermik olduğunu gösterir. Bu reaksiyonlar DTA eğrisinde pikler şeklinde tanımlanır. Pik alanları tepkime ısısıyla orantılıdır. Grafik kağıdında eğrinin temel çizgiden uzaklığı açığa çıkan veya soğurulan enerji hızını (Cal/s), pik alanı ise Cal. cinsinden tepkime ısısını verir. Bunların değerlendirilmesi ile örnekte bulunan mineral cinsi ve bazı şartlarda miktarları da belirlenebilir.

Referans ile örnek arasındaki özgül ısı ve ısı iletkenlik değerliliğinin farklılığı DTA 'da tepkime sıcaklıkları hakkında nitel bilgiler vermekle beraber, nicel bilgiler vermektten uzaktır. Nitel ve nicel bilginin birarada olabilmesi için DTA 'daki örnek hücresi diferansiyel kalorimetreye dönüştürülür. İzoterm bir kalorimetre olan DSC (Differential Scanning Calorimeters) buna iyi bir örnek olup, referans ve örnek madde kendi ısıtıcılarıyla ısıtılarak sıcaklıkların zamanın bir fonksiyonu olarak alınıp, grafik eğrilerindeki piklerin okunması gerekir. Bu eğrilerdeki pik alanı, ısı alan bir tepkime için örneğe verilen, ısı veren tepkime içinse; açığa çıkan ısıya eşit miktarda, referansa verilen ısının bir ölçüsüdür. DSC analizi, mineralojik analizde özgül ısı ve ısı iletkenliğinin etkisinin kaldırılmasını sağlar (Yörükoğulları, 1985)(MacKenzie, 1957).

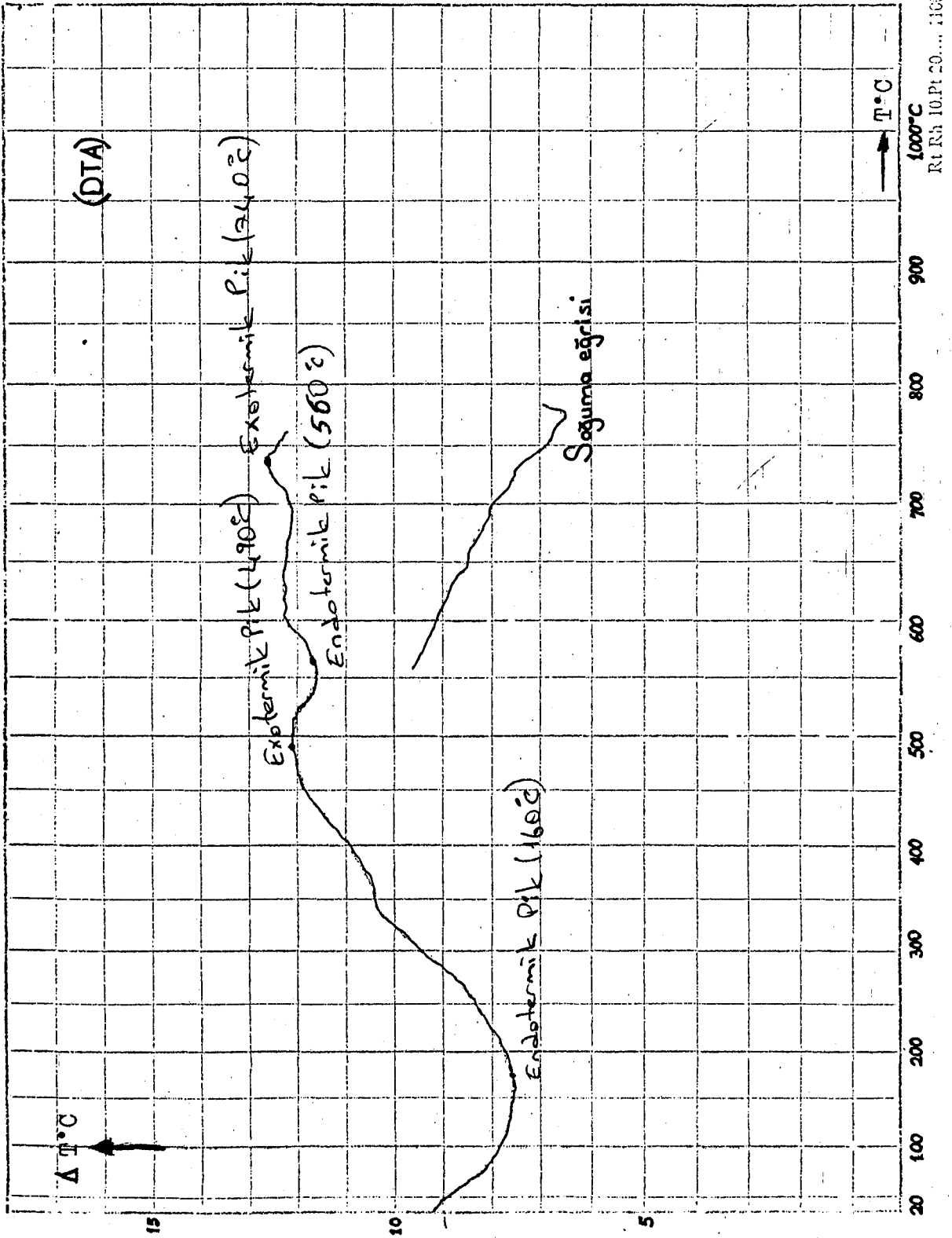
Termogravimetrik analiz (TGA) örneğin belirli bir ısı rejiminde ısıtıldığında, bünyesinde oluşan reaksiyon sonucu, kayıp olacak fiziksel-kimyasal su miktarlarının veya

gaz çıkışı nedeniyle olacak kayıpların gravimetrik olarak saptanmasında kullanılır. Bunun türev eğrisi olan diferansiyel termogravimetrik analizdeyse sıcaklığa ve zamana karşı ağırlık kaybı hızları grafiğe geçirilir. DTG eğrisinin pik alanı ağırlıktaki azalmayla orantılıdır (Tanışan ve Mete) (Barshad, 1965).

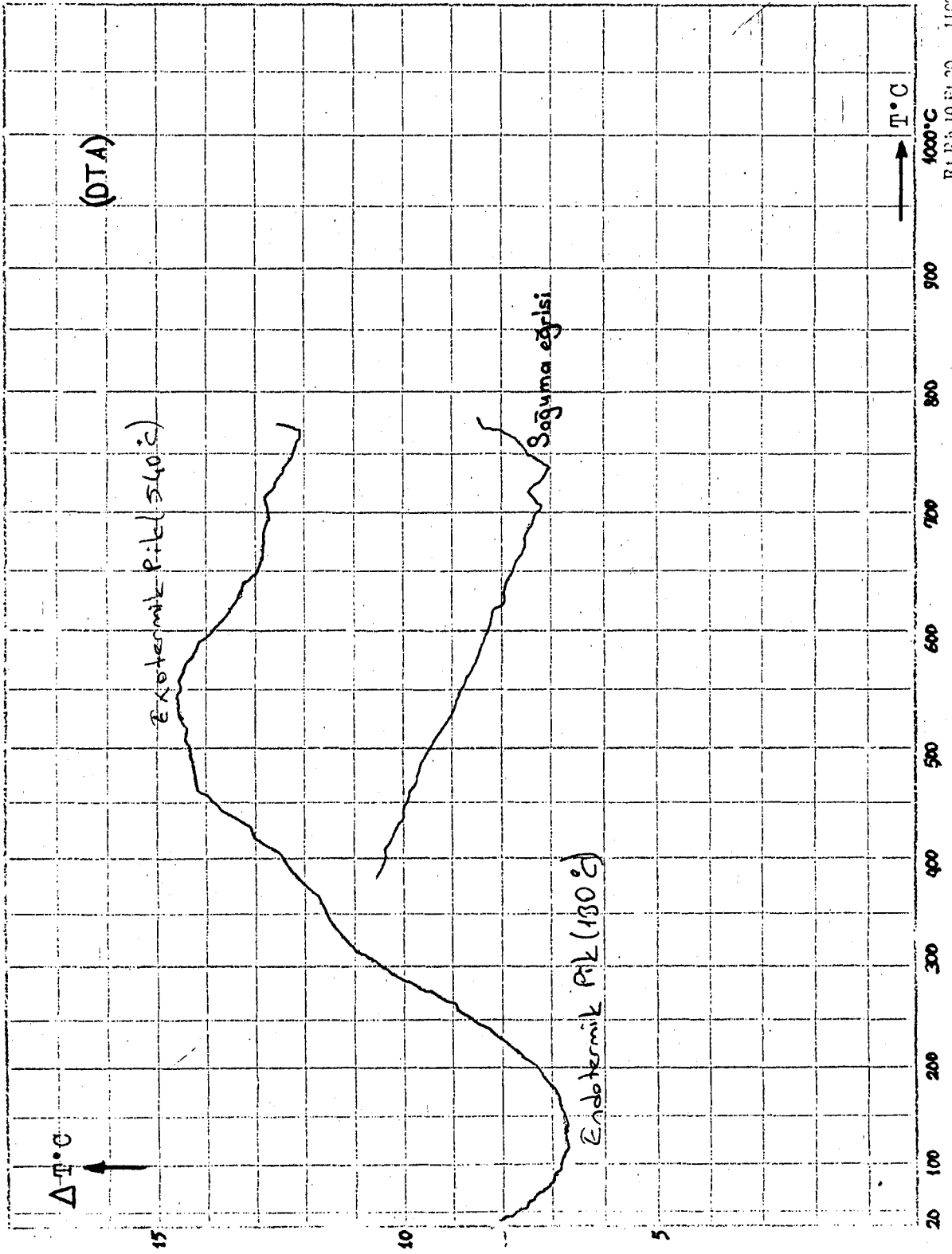
Kesiksiz bir termogravimetri eğrisi örneğin kristal yapısında bir değişiklik olmadığını gösterir. Değişiklikler basamak şeklinde kesikli bir termogravimetrik eğriyle verilir. DTA eğrisi nicel olarak, örnekte ağırlık kaybı oluyorsa ve yüksek sıcaklıklarda amorflaşma, yapı değiştirme veya faz değiştirme varsa oluşan piklerle tanımlanır. Eğer örnek aynı kristal yapıya sahip olup değişik dehidrasyon özellikleri gösteriyorsa, birkaç mineralin bulunduğu kristal yapının karakteristik pikleri çakışıyorsa bu yöntem sınırlı kalabilir. Bu durumda x-ray difraksiyonu uygulanması gerekir (Yücel ve Çulfaz).

I.grup kil örnekleri üzerinde yapılan ısıl analiz sonuçları Grafik 4.1 'de, II.grup kil örnekleri üzerinde yapılan ısıl analiz sonuçlarıysa Grafik 4.2 'de verilmiş olup deneylerde ısıtma hızı 10°C/dk., kağıt hızı 120 mm/sa. olan Netzsch marka DTA kullanılmıştır.

I. grup kil örnekleri montmorillonit, II. grup kil örneklerinin ise montmorillonit-illit olduğu, örneklere ait eğrilerin standart eğrilerle karşılaştırılması ile bulunmuştur. II. grup kil örneklerinin görünür yeşil renk taşımaları iki örnek arasındaki farkı belirlemektedir. Yeşil rengi veren Mg un yüzdesinin I. grup kil örneklerinden fazla olması bu sonucu doğrulamaktadır.



Grafik 4.1 I.grup kil örnekleri üzerinde yapılan ısıl analiz sonuçları



Grafik 4.2 II. grup kil örneklerine ait ısıl analiz sonuçları.

4.1.4. X-ray difraksiyonu

Bu yöntemle, örneğin kristal yapısı incelenerek mineralojik bileşimi sağlanır. Çok kısa dalga boylu x ışınları kristal üzerine gönderilerek, kristalin kafes sistemine ait difraksiyon patterni elde edilir. Elde edilen bu patternlerle, bileşimi belli olan referans maddenin patterninin karşılaştırılmasıyla mineral yapısı saptanmış olur (Sümer, 1977).

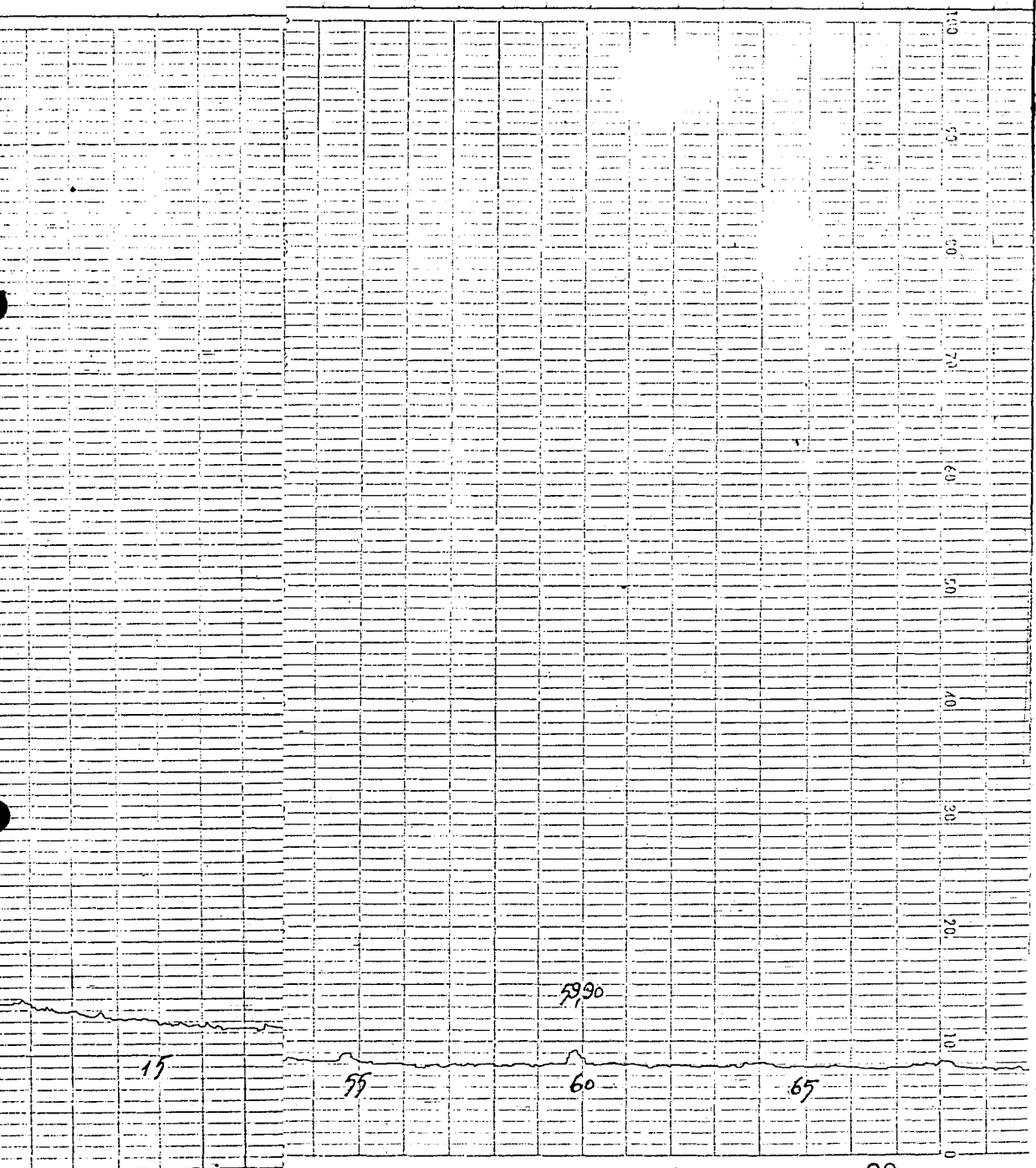
I.grup kil örnekleri üzerinde yapılan x-ray difraksiyonu sonuçları Grafik 4.3 'de, II.grup kil örnekleri üzerinde yapılan x-ray difraksiyonu sonuçlarıysa Grafik 4.4 'de verilmiş olup deneyler Netzsch marka difraktometre ile yapılmıştır.

Alınan sonuçlar ısıl analiz sonuçlarını doğrulamaktadır.

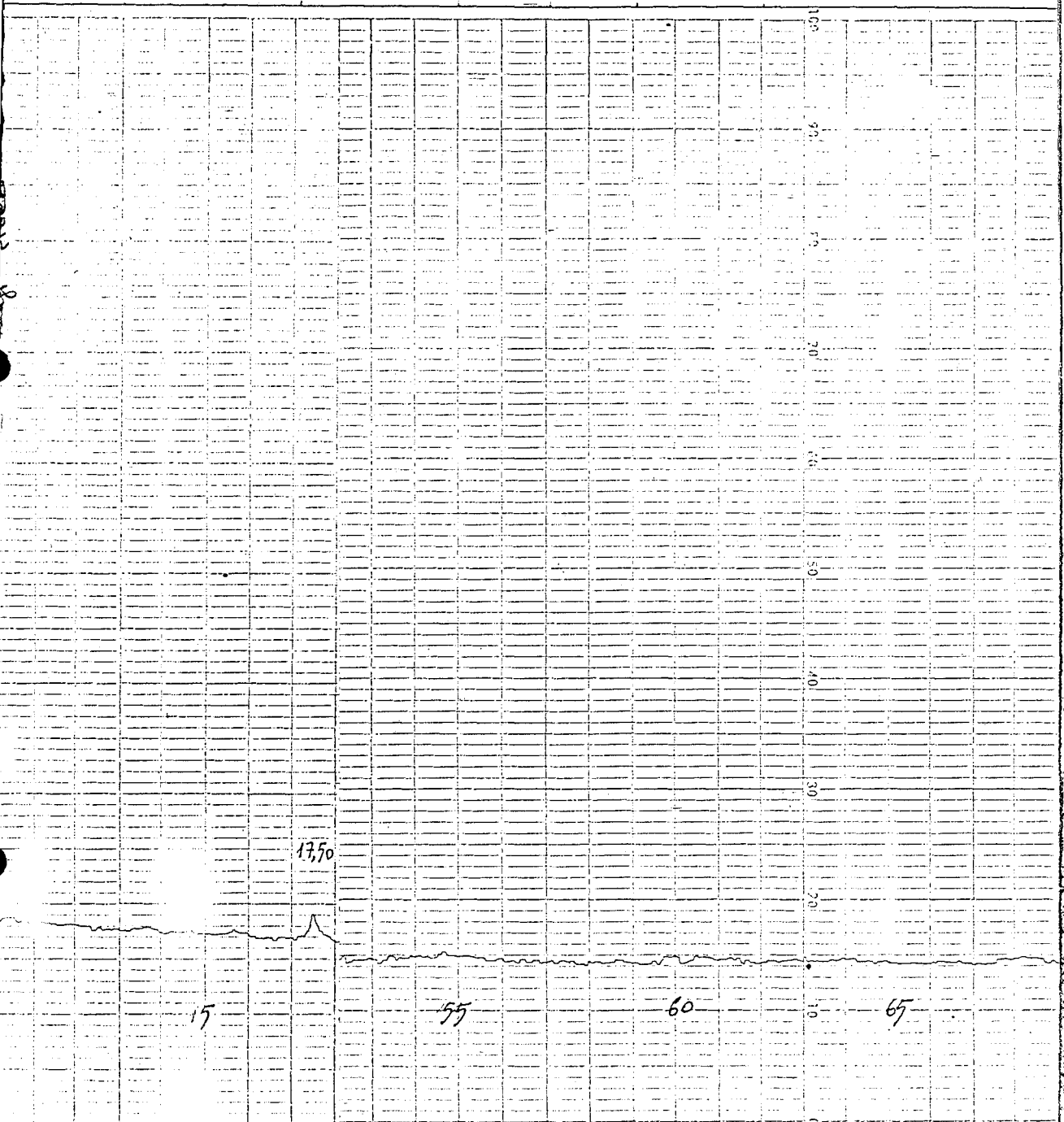
PRINTED IN U.S.A.

CHART NO. 10

ESPE



Grafil



Graf:

4.2. Pişmiş Tuğla Örnekleri Üzerinde Yapılan Deneyler

4.2.1. Hacim ve yoğunluk

Yoğunluk absorblayıcı maddelere ait önemli bir özelliktir. Bu nedenle killerin tuğla olarak üretilmesi durumunda kimyasal bileşiminden ve pişmeden kaynaklanan gözenekli bir yapı göstermesinden ve absorbladığı maddeleri bünyesinde saklamasından dolayı farklı yoğunluklar tanımlanabilir. Ancak yoğunluk hacimle ilgili olduğundan aynı şekilde birkaç çeşit hacimden de bahsedilebilmektedir.

(Tuğla örneğinde gözeneklerin bir kısmı yüzeyle bağlantılıdır. Bu gözeneklere açık gözenekler denir ve bunların toplam hacmine açık gözenek hacmi (V_{op}) denir. Yapı içinde yüzeyle bağlantısı olmayan gözenekler kapalı gözenekler olup bunların toplamına toplam kapalı gözenek hacmi (V_{cp}) denir. Kapalı gözeneklerle açık gözeneklerin toplamı ise toplam gözenek (V_p) hacmidir. Katı kısmın kapladığı hacimse (V_t) ile gösterilir. Katı maddenin hacmiyle kapalı gözeneklerin hacminin toplamı görünür hacim olup (V_a) ile verilmektedir.) Tuğla örneklerinin geometrik şekline göre olan hacmi ise yığinsal hacmini belirleyip tuğlanın katı kısmının hacmi ile açık ve kapalı gözeneklerinin hacimlerinin toplamına eşittir (V_b). Bu hacim değerleri arasında şu bağıntılar tanımlanabilir.

$$V_p = V_{op} + V_{cp} \quad (4.6)$$

$$V_b = V_t + V_p = V_t + V_{op} + V_{cp} \quad (4.7)$$

$$V_a = V_t + V_{cp} = V_b - V_{op} \quad (4.8)$$

$$V_t = V_b - V_p = V_a - V_{op} \quad (4.9)$$

$$V_{op} = V_b - V_a \quad (4.10)$$

$$V_{cp} = V_b - V_t - V_{op} = V_a - V_t \quad (4.11)$$

V_b ve V_{op} değerleri deneysel olarak bulunabilir. V_t

değeriye denk. (4.9) ile hesaplanır. V_{cp} değeri hiçbir zaman direkt olarak ölçülemez. Ancak kapalı gözeneklere belirli basınç altında gaz emdirmek suretiyle gerçekleştirilir. Bu çalışmamızda laboratuvar koşulları elvermediğinden $V_{cp} = 0$ alınmıştır. Tuğlaların açık gözeneklerinden dolayı suya daldırılmış ağırlığının ölçülmesinden evvel doyurulması gerekir. Doyurma işlemi tuğlanın belirli bir zaman içinde, seçilmiş bir sıvıda kaynatılması ile olur. Tuğlanın kuru ağırlığı W_k , doyurulmuş ağırlığı W_s , doyurulmuş örneğin sıvıdaki ağırlığı W_{ss} , doyurma ve daldırma sıvısının ilgili sıcaklıktaki yoğunluğu ρ_L ise; yığinsal hacim,

$$V_b = \frac{W_s - W_{ss}}{\rho_L} \quad (4.12)$$

açık gözenek hacmi,

$$V_{op} = \frac{W_s - W_k}{\rho_L} \quad (4.13)$$

görünen hacim ise

$$V_a = V_b - V_{op} = \frac{W_k - W_{ss}}{\rho_L} \quad (4.14)$$

dir. Tuğla örneğinin yoğunluğu birim hacminin ağırlığı olarak tanımlanır. Tuğla, gözenekli bir yapıya sahip olduğundan yığinsal ve görünür yoğunluklar birbirinden farklıdır. Fakat gerçek yoğunluk değişmez bir sabittir. Yığinsal ve görünür yoğunluk arasındaki fark, gözenekliliği büyük olan yapılarda dikkate alınmalıdır. Gözenekliliğin oluşumuna neden olan kimyasal bileşim, katı kısmın mineralojisi ve ayrışma derecesi direkt olarak yoğunluğu etkiler. Gözenekli bir yapıda yığinsal yoğunluk,

$$\rho_b = \frac{W_k}{V_b} = \frac{W_k \cdot \rho_L}{W_s - W_{ss}} \quad (4.15)$$

görünür yoğunluk,

$$\rho_a = \frac{W_k}{V_a} = \frac{W_k \cdot \rho_L}{W_k - W_{ss}} \quad (4.16)$$

gerçek yoğunluk ise

$$\rho_t = \frac{W_k}{V_t} \quad (4.17)$$

bağıntısı ile hesaplanır (Özkan vd, 1984). Ancak gözenekli yapılarda gerçek yoğunluğun saptanabilmesi için örneğin en küçük gözeneklerinin bile parçalanacak şekilde toz haline getirilmesi gerekir. Daha sonra etüvde 110 5°C 'de 3-4 saat kurutulur. Desikatöre alınarak oda sıcaklığına getirilir. Alınan 110 cm³ 'lük bir piknometre oda sıcaklığında uygun bir sıvıyla doldurulur. Bu sıvının seçimi örneğin iyi ıslanmasına ve hava kabarcıklarının tutulmasına bağlıdır. Bu tür sıvılar petroleteri (C₇H₈), toluen (C₆H₅CH₃) ve saf sudur (Terem ve Gürgey, 1960)(Eastorn, 1972). Piknometre ve saf su birlikte (P₁) tartılır. Daha sonra piknometrenin içindeki safsu yarıya kadar boşaltılarak, oda sıcaklığına getirilmiş, kuru-toz örnekten (M) gr. konur. Piknometrenin ağzına kadar safsu eklenir. Ve piknometre alev üzerine yerleştirilerek birkaç dakika kaynatılır. Bundan amaç öğütme ile ortadan kalkmayan kapalı gözeneklerin de safsu ile doyurulmasıdır. Piknometre tartılır (P₂) ve bulunan sonuçlar gram cinsinden yazılarak

$$\rho_t = \frac{M}{(P_1 + M) - P_2} \quad (4.18)$$

bağıntısından gerçek yoğunluk değerleri bulunur. Burada

M : Örneğin ağırlığı (gr.)

P₁ : (Piknometrenin ağırlığı) (Saf suyun ağırlığı) (gr.)

P₂ : (Piknometrenin ağırlığı) (Saf suyun ağırlığı)
(Örneğin ağırlığı) (gr.)

dır.

Hacim ve yoğunluk değerlerinin bulunabilmesi için örnek tuğlalar sıcaklığı 110 5°C 'ye ayarlanmış etüve yerleştirilerek değişmez ağırlığa kadar kurutulur (Son tartımın %0,5 kadarı yada daha az değişim olduğunda değişmez ağırlığa eri-

şildiği kabul edilir). Bu tartım grama yuvarlatılarak kilogram cinsinden yazılır (W_k). Kurumuş olan tuğla örnekleri sıcaklıkları oda sıcaklığına kadar düşmesi beklendikten sonra ateşe dayanıklı bir kap içine konularak dört saat süreyle kaynatılır. Kaynatma süresinden sonra suyun sıcaklığının oda sıcaklığına düşmesi beklenecek, sudan çıkarılan tuğlaların yüzeyindeki akarsu nemli bir süngerle alınarak tartılır. Tartım sonuçları grama yuvarlatılarak kilogram cinsinden yazılır (W_s).

I. ve II. grup tuğla örnekleri için alınan W_k ve W_s değerleri tablo 4.8 'deki gibidir.

Tablo 4.8 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait ve değerleri.

KOD NO	I. GRUP ÖRNEK		II. GRUP ÖRNEK	
	W_k (kg)	W_s (kg)	W_k (kg)	W_s (kg)
1	4,555	5,245	1,820	2,080
2	4,800	5,580	1,890	2,200
3	4,630	5,325	1,870	2,150
4	4,955	5,560	1,910	2,200
5	4,605	5,295	1,890	2,160
6	4,685	5,365	1,860	2,135
7	4,700	5,500	1,890	2,190
8	4,710	5,450	1,840	2,140

Tablo 4.8 'deki değerlerden yararlanılarak doyurma sıvısının $24,5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki yoğunluğunda ($\rho_l = 1,0028345 \text{ gr/cm}^3$) tuğla örnekleri için denk. 4.13 'den hesaplanan V_{op} değerleri tablo 4.9 'da, su içinde ölçüm yapabilen bir teraziyle alınan W_{ss} değerleri ise tablo 4.10 'da verilmiştir.

Tablo 4.9 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait V_{op} değerleri.

KOD NO	I. GRUP ÖRNEK	II. GRUP ÖRNEK
	V_{op} (cm ³)	V_{op} (cm ³)
1	688	259
2	778	309
3	693	279
4	604	289
5	688	269
6	678	274
7	798	299
8	738	299

Tablo 4.10 I. ve II grup tuğla örneklerine ait W_{ss} değerleri.

KOD NO	I. GRUP ÖRNEK	II. GRUP ÖRNEK
	W_{ss} (kg)	W_{ss} (kg)
1	2,156	0,821
2	2,757	0,951
3	2,379	0,856
4	2,612	0,976
5	2,474	0,821
6	2,387	0,836
7	2,552	0,846
8	2,732	0,846

Tablo 4.8 ve tablo 4.10 'daki W_s ve W_{ss} değerleri denk. 4.12 'de kullanılarak I. ve II. grup tuğla örnekleri için V_b değerleri hesaplanmıştır (tablo 4.11).

Tablo 4.11 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait V_b yığınsal hacim değerleri.

KOD NO	I. GRUP ÖRNEK	II. GRUP ÖRNEK
	V_b (cm ³)	V_b (cm ³)
1	3080	1255
2	2815	1245
3	2938	1290
4	2940	1220
5	2813	1335
6	2970	1295
7	2940	1340
8	2710	1290

Bir örnekte kapalı gözeneklerin hacmiyle katı kısmın hacminin toplamını veren V_a değerinin $V_{cp}=0$ kabul edildiğinden denk.4.11 'den yararlanarak $V_a \cong V_t$ olduğu söylenebilir. Bu durumda I. ve II. grup tuğla örnekleri için hesaplanan (denk.4.14) $V_a \cong V_t$ değerleri tablo 4.12 'deki gibidir.

Tablo 4.12 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait $V_a \cong V_t$ değerleri.

KOD NO	I. GRUP ÖRNEK	II. GRUP ÖRNEK
	$V_a \cong V_t$ (cm ³)	$V_a \cong V_t$ (cm ³)
1	2392	996
2	2037	936
3	2245	1011
4	2336	931
5	2125	1066
6	2292	1021
7	2142	1041
8	1972	991

Birim ağırlığı tanımlayan ρ_b değeriye I. ve II. grup tuğla örnekleri için denklem 4.15 'den yararlanılarak hesaplanmış ve tablo 4.13 'de verilmiştir.

Tablo 4.13 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait yığinsal yoğunluk değerleri.

KOD NO	I. GRUP ÖRNEK	II. GRUP ÖRNEK
	ρ_b (gr/cm ³)	ρ_b (gr/cm ³)
1	1,4789	1,4502
2	1,7052	1,5181
3	1,5759	1,4496
4	1,6854	1,5656
5	1,6370	1,4157
6	1,5774	1,4363
7	1,5986	1,4105
8	1,7380	1,4264

Özgül ağırlığı tanımlamak içinse denklem 4.16 'dan yararlanılmıştır (tablo 4.14).

Tablo 4.14 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait özgül ağırlık değerleri.

KOD NO	I. GRUP ÖRNEK	II. GRUP ÖRNEK
	ρ_t (gr/cm ³)	ρ_t (gr/cm ³)
1	1,9043	1,8273
2	2,3564	2,0192
3	2,0624	1,8497
4	2,1212	2,0516
5	2,1671	1,7730
6	2,0440	1,8217
7	2,9421	1,8156
8	2,3884	1,8567

Alınan örneklerin ortak özellikleri tablo 4.15 'de verilmiş olup buradan çıkarılabilecek sonuç, I. grup örneklerin TSE 4377/Ocak 1985 'de, II. grup örneklerinse TSE 4365/Ekim 1985 'de verilen değerlere uygunluk göstermesi beklentisinin, standartların alt sınırına yakın olmasına karşın gerçekleştiği söylenebilir (I.grup tuğla örnekleri fabrikalar için düşey delikli tuğla, II.grup tuğla örnekleri ise fabrikalar için yatay delikli tuğlalar sınıfına girmektedir).

Tablo 4.15 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait ortak özelliklerin ortalama değerleri.

ÖZELLİKLER	BİRİMİ	I. GRUP ÖRNEK	II. GRUP ÖRNEK
W_k	(kg)	4,7050	1,8713
W_s	(kg)	5,4150	2,1569
W_{ss}	(kg)	2,5061	0,8691
V_{op}	(cm ³)	708	285
V_b	(cm ³)	2901	1284
$V_a \approx V_t$	(cm ³)	2193	999
ρ_b	(gr/cm ³)	1,6246	1,4591
$\rho_a \approx \rho_t$	(gr/cm ³)	2,1549	1,8769

4.2.2. Gözeneklilik ve sıklık

Bir tuğla örneğinin gözeneklerinin hacminin, katının görünür hacmine oranı gözeneklilik olarak tanımlanır. Madde içindeki gözenek boyutları farklılık gösterdiğinden Uluslararası Temel ve Uygulamacı Kimyacılar Birliği (IUPAC), gözenekleri çaplarına göre;

- Mikrogözenekler (çap, $d < 2$ mm),
- Mezogözenekler (çap, 2 mm $< d < 50$ mm),
- Makrogözenekler (çap, $d > 50$ mm),

şeklinde gruplandırmışlardır (Erdik ve Yüksel, 1984).

Bu grupta tane yüzey büyüklüklerine dayandırılarak yapılmaktadır. Yüzeysel kuvvetlerin etkisi gözenekliliği ortaya çıkarır. Bu kuvvet, tane ara boşluklarını dolduran sıvının spesifik özelliklerine bağlıdır. Kil minerallerinde önemli olan, tane yüzeyi ile ilgili polar kuvvetlerin doyurulmasıdır. Kolay reaksiyona giren polar gruplarda, tane yüzeyleri arasında etkide bulunan ve gevşek yüzeylerin oluşumunu sağlayan bağlayıcı kuvvetler kısmen doyurulur.

Mekanik olarak sıkıştırılan küçük tane yüzeyli, suyla çamur haline getirilmiş killerde gözenekliliğin basınçla ters orantılı olarak azaldığı görülmüştür. Sertlikte mekanik basınca bağlanmıştır. Aynı şekilde yoğunluğunda uygulanan basınçla arttığı gözlenmiş ancak genel bir bağıntı türetilenmiştir. Bir pişmiş toprak yapı gerecinin V_b yığinsal hacmi denklem 4.7 'de olduğu gibi ifade edilir. Gözenekliliği ise toplam gözenek hacminin yığinsal hacme oranı olarak tanımlanır.

$$\varepsilon = 1 - (V_p / V_b) \quad (4.19)$$

Gözeneklilik, yoğunluklar cinsinden

$$\varepsilon = \rho_b / \rho_t \quad (4.20)$$

olarak da verilebilir. Boşluk oranı olarak da adlandırılan relatif gözenek hacmi (E) ise

$$E = V_p / V_t = V_p / (V_b - V_p) \quad (4.21)$$

yoğunluklar cinsinden ise

$$E = (\rho_t - \rho_b) / \rho_b \quad (4.22)$$

dir. Denklem 4.19 ve denklem 4.21 'de verilen büyüklükler arasında

$$\varepsilon = E / 1 + E \quad (4.23)$$

$$E = \varepsilon / 1 - \varepsilon \quad (4.24)$$

bağıntıları vardır. Bu bağıntılar yoğunluklar cinsinden (eğer gözenekler hava ile doluyorsa havanın yoğunluğu savaşaklanılır.)

$$\varepsilon = 1 - (\rho_b / \rho_t) \quad (4.25)$$

$$E = (\rho_t / \rho_b) - 1 \quad (4.26)$$

şeklinde verilir. Ancak gözeneklerin su ile dolu olması durumunda (w, kütlenin su içeriği olmak üzere)

$$\varepsilon = 1 - [\rho_b / \rho_t (1+w)] \quad (4.27)$$

$$E = [\rho_t (1+w) / \rho_b] - 1 \quad (4.28)$$

denklemleriyle ifade edilir.

Taneciklerin, aralarında boşluk bırakmayacak şekilde dizilmeleri örneğin sıklığını yani kompasitesini belirler. Sıklık (K);

$$K = V_p / V_b = V_{op} + V_{cp} / V_t + V_{op} + V_{cp} \quad (4.29)$$

ve

$$K = 1 - (\rho_b / \rho_t) \quad (4.30)$$

denklemleriyle belirlenir.

Gözeneklilik (ε) ve relatif gözenek hacmi (E) örneğin bütün boşluklarını kapsadığından adına total gözeneklilik denir. Bunun yanı sıra yararlı gözeneklilik de denilen efektif gözeneklilikten söz edilebilir. Ancak, bu gözeneklilik total gözeneklilikten küçük olup yalnızca birbirine bağlı gözenekleri kapsar. Efektif gözeneklilik, total gözeneklilikten küçüktür. Ve sıkılaştırma olayı sırasında her yöne kapalı boşlukların oluşumuna bağlıdır. Pişirme sıcaklığının artması gözenekliliğin azalmasına, azalması ise gözenekliliğin artmasına neden olur. Alınan örnekte boşluklar azaldıkça birim ağırlık, sıklık, mekanik mukavemet, ısı ve ses iletkenliği artar, su emme ve su geçirimsizliği azalır. Boşluk-

ların artması bunların tersine neden olur. Boşlukların azalması mukavemetin artması bakımından yararlı ise de, ağırlığın artması ısı ve ses iletkenliklerinin artması bakımından zararlıdır (Engelhardt, 1970) (Kocataşkın, 1976).

Moos-Ouervain gözeneklilik yüzdelerine göre sıklıkları şu şekilde göstermektedir (Tablo 4.16).

Tablo 4.16 Gözeneklilik yüzdelerine göre sıklık değerleri.

GÖZENEKLİLİK (%)	SIKLIK
1	Çok sık
1-2,5	Az boşluklu
2,5-5,0	Orta boşluklu
5,0-10,0	Oldukça boşluklu
10,0-20,0	Çok boşluklu
20,0 ve sonrası	Çok fazla boşluklu

Tablo 4.13 ve tablo 4.14 'deki değerler denklem 4.20 ve denklem 4.30 'da kullanılarak tuğla örneklerinin gözeneklilikleri tablo 4.17 'deki gibi ve sıklık değerleri tablo 4.18 'deki gibi bulunur (ϵ ve K boyutsuzdur).

Relatif gözenek hacmi veya boşluk oranı ise denklem 4.22 'den tablo 4.19 'daki gibi hesaplanmıştır (E boyutsuzdur).

Tablo 4.17 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait gözeneklilik değerleri.

KOD NO	I. GRUP ÖRNEK	II. GRUP ÖRNEK
	ϵ (%)	ϵ (%)
1	77,7	79,4
2	72,4	75,2
3	76,4	78,4
4	79,5	76,3
5	75,5	79,9
6	77,2	78,8
7	72,9	77,7
8	72,8	76,8

Tablo 4.18 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait sıklık değerleri.

KOD NO	I. GRUP ÖRNEK	II. GRUP ÖRNEK
	K (%)	K (%)
1	22,4	20,6
2	27,6	24,4
3	23,6	21,6
4	20,5	23,7
5	24,5	20,1
6	22,8	21,2
7	27,1	22,3
8	27,2	23,2

Tablo 4.19 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait relatif gözenek hacmi değerleri.

KOD NO	I. GRUP ÖRNEK	II. GRUP ÖRNEK
	E (%)	E (%)
1	28,7	26,0
2	38,1	33,0
3	30,9	27,6
4	25,8	31,1
5	32,5	25,2
6	29,5	26,9
7	37,2	28,7
8	37,4	30,0

Alınan I. grup tuğla örneklerinin gözenekliliklerinin % 75,6 , II. grup tuğla örneklerinin gözenekliliklerinin ise % 77,8 civarında olması Moos-Ouervain sınıflandırmasına göre örneklerin çok fazla boşluklu malzemelere girdiğini belirlemektedir. Bölüm 4.1.1 'de belirtildiği üzere kimyasal bileşimden kaynaklanan nedenlerle pişirme sıcaklığının düşük olması, gözenekliliğin yüksek olmasında birincil nedendir. Bu sonuç ortaya örneklerin SKM 'lerinin düşük, su emme ve ısı kapasitelerinin yüksek olması beklentisini çıkarmaktadır. Ayrıca, gözenekliliğin bu derece yüksek olması aynı zamanda sıklığın düşük olmasına da neden olur ki tablo 4.18 'de verilen, I. grup için % 32,5 ve II. grup için % 22,9 ortalama sıklık değerleri bu yargıyı doğrular niteliktedir.

4.2.3 Su emme ve doygunluk

Alınan bir örnek tuğla suya batırılacak olursa gözenekliliği oranında, belirli bir zaman ve sıcaklık rejiminde su emer. Fakat bazan örneklerin içindeki gözeneklerin yapı-

su ve şişme nedeniyle su emme oranı beklenildiği gibi olmayabilir. Su emme oranının mekanik özelliklere etkisi, iri taneli yüzeylerde çok fazla önemli olmaz. Emilen su oranına göre örneklerin mekanik özellikleri, direnci, şekli ve hacmi değişebilir. Su emen örneklerin hacmi artar, bunun sonucu ek gerilmeler meydana gelir. Emilen suyun geri verilmesi sırasında hacimsel küçülme olur, çatlaklar ve istenmeyen deformasyonlar olur. Su emmesi, ağırlıkça;

$$S_a = (W_s - W_k) / W_k \quad (4.31)$$

denklemleriyle hesaplanır. Hacimce su emmesi ise

$$S_h = S_a \cdot (W_k / V_b) \quad (4.32)$$

ile ifade edilir. Hacim yüzdesi cinsinden su emme ve gözeneklilik değerleri bilinince gözeneklerin hangi oranda suyla dolduğunu belirten doyuma derecesi veya doygunluk oranı

$$D = S_h / \epsilon \quad (4.33)$$

bağıntısından hesaplanır. Doyma derecesi tuğlanın don karşı dayanıklılığını belirtmesi açısından önemlidir. Su emmiş bir cisim 0°C 'nin altında soğukta kalırsa boşluklarındaki su donar. Donan su hacmini %10 arasında genişletir. Eğer bütün gözenekler suyla dolmuşsa, donma halinde buzun genişleyebilmesi için yeterli boşluk bulunmaz ve doğacak buz basıncı cisim parçalar. Eğer cismin boşlukları % 80 veya daha az oranda suyla dolmuşsa, o zaman yeterli boşluk bulunduğu ve cismin dondan zarar görmeyeceğini araştırmalar ortaya koymuştur. (Kocataşkın, 1976).

Tablo 4.8 'deki sonuçlardan yararlanılarak tuğla örneklerinin ağırlıkça su emme değerleri (S_a) denklem 4.31 'den, hacimce su emme değerleri (S_h) tablo 4.13 'den yararlanılarak denklem 4.32 'den, doygunluk değerleri tablo 4.17 'den yararlanılarak denklem 4.33 'den hesaplandı. Bu değerler tablo 4.20 'deki gibidir.

Tablo 4.20 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait ağırlıkca su emme, hacimce su emme ve doygunluk değerleri.

KOD NO	I. GRUP ÖRNEK			II. GRUP ÖRNEK		
	S _a (%)	S _h (%)	D (%)	S _a (%)	S _h (%)	D (%)
1	15,2	22,5	29,0	14,3	20,7	26,6
2	16,3	27,8	38,4	16,4	24,9	33,1
3	15,0	23,6	30,9	15,0	21,7	27,7
4	12,2	20,6	25,9	15,2	23,8	31,2
5	15,0	24,6	32,6	14,3	20,3	25,4
6	14,5	22,9	29,7	14,8	21,3	27,0
7	17,0	27,2	37,3	15,9	22,4	28,8
8	15,7	27,3	37,5	16,3	23,2	30,2

Tuğla örneklerinin mekanik özelliklerinin belirteci sayılabilen doygunluk değerlerinin % 32,7 - % 28,8 civarında olması % 75,6 - % 77,8 gözeneklilikleriyle kabul edilebilir sınırdaki olduklarını gerçeklemektedir. Bu sonuç bize örneklerin dona karşı dayanıklılıklarının var olduğunu vermektedir. Ancak, hammaddenin kimyasal bileşimindeki oksit gruplarının ve tuzların yanı sıra CaCO₃ 'ün bulunması bu sonucu etkileyen nedenlerdendir.

4.2.4. SKM (Soğukta Kırılma Mukavemeti)

Pişmiş toprak yapı gereci olan tuğla, çeşitli kuvvetlerin etkisi altında değişime uğrar. Bu değişim kırılma, göçme şeklindedir. Bu değişime karşı koymaya, tuğlanın direnci adı verilir. Belirli bir kuvvet etkisi altında tuğlanın direncinin, etkisi altında kaldığı gerilme değerine oranı güvenlik katsayısı olarak tanımlanır. σ_h ile gerilmeyi, σ_m tuğlanın direnci veya karakteristik sınır gerilmesini ta-

nımlamak üzere, güvenlik katsayısı

$$n = \sigma_m / \sigma_h, \quad n > 1 \quad (4.34)$$

bağıntısıyla verilir (İnan, 1973). Tuğlanın direncine kristallerin büyüklüğü, biçimi, dizilişi, birbirine bağlanış biçimi, gözeneklilik etki eder. Çamurun hazırlanması ve kalıplanması sırasında homojenitenin sağlanamaması, pişirme sonucu çatlakların oluşumuna dolayısıyla gözenekliliğin artmasına neden olur. Bu artış su emme değerinin de artmasına neden olacağından tuğlanın direnci düşecektir. Basınç direnci kg/cm^2 olarak

$$F_B = \sigma = P_K / A \quad (4.35)$$

şeklinde ifade edilir. Tuğlada basınç deneyi sırasında kayma çatlaklarının meydana geldiği anda yüzeysel genişleme olur. Bundan dolayı basınç direnci, kırılma yükünün (P_K) kırılma anındaki alana (A_0) oranı olarak tanımlanır.

$$F_B = \sigma = P_K / A_K \quad (4.36)$$

Kırılma anında tuğlanın alanını (A_0) bulmak için hacimsel değişme olmadığını kabul ederek ($V_0 = V_K$),

$$A_0 \cdot H_0 = A_K (H_0 - \Delta H) \quad (4.37)$$

$$A_K = (A_0 \cdot H_0) / (H_0 - \Delta H) = A_0 / [1 - (\Delta H / H_0)] \quad (4.38)$$

Burada ΔH kırılma anındaki boy değişimini, H_0 ise tuğla örneğinin kırılmadan evvelki anma yüksekliğidir.

$$\xi = \Delta H / H \quad (4.39)$$

ifadesi birim deformasyon olarak tanımlanır. Bu nedenle, kırılma anındaki tuğla yüzeyi

$$A_K = A_0 / 1 - \alpha \quad (4.40)$$

şeklinde tanımlanır. Bu denklemi denklem 4.36 'da yerine ko-

arak tuğlanın basınç direnci ve dayanımı

$$F_B = (P_K/A_0).(1 - \alpha) \quad (4.41)$$

bağıntısıyla ifade edilir. Buradaki (1- α) değeri TSE 705 de tuğlanın biçim katsayısı (k) olarak tanımlanır. Bu durumda tuğlanın basınç dayanım değeri

$$F_B = (P_K/A_0).k \quad (4.42)$$

olur. Burada,

P_K : Kırılma anındaki çarpmasız yük (kg.) (N)

A_0 : Kullanılan örneğin yüzeyi (cm^2 , mm^2)

F_B : Basınç dayanım değeri (kg/cm^2 , N/mm^2)

dir.

Deney sırasında örnekle aletin tablası arasındaki yüzeyde çekme gerilmeleri doğar, bu nedenle gerçek basınç dayanımından farklı değerler elde edilebilir. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için değme yüzeylerinin yağlanması yada yastık maddeler kullanılması gerekir (Bu deney için TSE705 de öngörüldüğü üzere yastık maddeler hazırlanmıştır). Bu konuda etkili olan diğer faktör ise geometrik şekildir. Örneğin boyu arttıkça yani küpten dikdörtgenler prizmasına gidildikçe, basınç dayanım değerlerinin düşmesinin örnek içindeki gerilme birikimlerinden doğduğu sanılmaktadır (Erguvanlı, 1973).

Alınan örneklerin SKM değerlerinin bulunabilmesi için uygulanan yükün en az yüzde biri duyarlıkta basınç deney presi kullanıldı. Bunun için örnek tuğlaların basınç uygulanacak yüzeyleri ölçüldü. Daha sonra bir hacim 0/1 mm 'lik yıkanmış doğal kum ve bir hacim TS 19 PÇ 325 portland çimentosuyla yapılmış harçla tuğlaların yüzeyleri sıvandı. Delikli yüzeylerin sıvanmasında deliklerin harçla tıkanmaması için delikler kağıtla tılandı. Pahlanmış cam kullanılarak yüzeyler TSE 705 'de belirtildiği üzere 5 mm kalınlığı geçmemek

üzere düzlendi. Ve kurumaya bırakıldı. Her örnek numaralanarak deney presinin başlıkları arasına, tam ortaya gelecek şekilde yerleştirildi. Devamlı artan bir yük, basınç gerilmesinin saniyede 2 kN artmasını sağlayacak şekilde ve çarpmasız olarak tuğla kırılana kadar alt ve üst yüzeylere uygulandı. Kırılmayı oluşturan P_K yükü tesbit edildi. Delik alanları, toplam yüzeyden düşülmeksizin A_0 yükleme alanı hesaplandı. Tuğlanın basınç dayanımı denklem 4.42 'den yararlanılarak tablo 4.22 'deki gibi bulundu. Bu denklemde kullanılan k değerleri tuğla anma yükseklikleri için TSE 705 den alınan tablo 4.21 'deki gibidir (k boyutsuz bir sayıdır).

Tablo 4.21 Tuğla anma yükseklikleri için biçim katsayıları.

ANMA YÜKSEKLİĞİ (mm)	BIÇIM KATSAYISI
135	1,00
185	1,10
235	1,25

II.grup tuğla örneklerinde basınç dayanım değerlerinin üst yüz için $12,4903 \text{ kgf/cm}^2$ veya $1,2240 \text{ N/mm}^2$, yanaklar için $12,0496 \text{ kgf/cm}^2$ veya $1,1809 \text{ N/mm}^2$, I. grup tuğla örnekleri içinse basınç dayanım değerlerinin üst yüz için $47,6083 \text{ kgf/cm}^2$ veya $4,6656 \text{ N/mm}^2$, yanaklar için $13,5414 \text{ kgf/cm}^2$ veya $1,3271 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmasının nedeni kimyasal bileşimde yer alan oksit gruplarının yüzdesinin yüksek olması, dolayısıyla pişme sıcaklıklarının düşük olması, kısaca tuğla örneklerinin gözenekliliklerinin yüksek olmasıdır. Gözenekliliğin fazla olması SKM değerlerinin düşük olmasına neden olur.

Teknolojik olarak tuğla çamurunun hazırlanması sırasında hammaddede homojenliğin sabit tutulamaması da mukavemeti etkileyen nedenlerden bir tanesidir. Her ne kadar su

Tablo 4.22. I. ve II. grup tuğla örneklerine ait (SKM) Soğukta Kırılma mukavemeti değerleri

KOD NO	TEST ŞEKLİ	BOYUTLAR		ALAN (A _o)		P _K (kN)	ANMA YÜKSEKLİĞİ		k	SKM		(SKM) _{ort} değerleri	
		(cm)	(mm)	(cm ²)	(mm ²)		(cm)	(mm)		kgf/cm ²	N/mm ²	kgf/cm ²	N/mm ²
I.1	ÜST YÜZ	28,3 x 18,50	283 x 185	523,55	52355	176	14,0	140	1,1	37,7329	3,6978	47,6083	4,6656
I.2		28,0 x 18,25	280 x 182,5	511,00	51100	229	13,5	135		50,3015	4,9295		
I.3		28,5 x 18,00	285 x 180	513,00	51300	233	14,0	140		50,9806	4,9961		
I.4		28,5 x 18,00	285 x 180	513,00	51300	235	14,0	140		51,4182	5,0389		
I.5	YANAK	28,0 x 14,00	280 x 140	392,00	39200	42	18,0	180	1,1	12,0262	1,1786	13,5414	1,3271
I.6		28,2 x 14,00	282 x 140	395,50	39550	41	18,25	182		11,6360	1,1403		
I.7		28,7 x 13,75	287 x 137,5	395,30	39530	52	18,0	180		14,7653	1,4470		
I.8		28,0 x 13,50	280 x 135	378,00	37800	53	18,0	180		15,7380	1,5423		
II.1	ÜST YÜZ	18,3 x 18,30	183 x 183	334,89	33489	41	8,5	85	1	12,4927	1,2243	12,4903	1,2240
II.2		18,4 x 18,30	184 x 183	336,72	33672	52	8,4	84		15,7583	1,5443		
II.3		18,3 x 18,30	183 x 183	334,89	33489	37	8,5	85		11,2739	1,1048		
II.4		19,7 x 18,30	187 x 183	342,21	34221	35	8,3	83		10,4364	1,0227		
II.5	YANAK	18,7 x 8,50	187 x 85	158,95	15895	16	18,6	186	1,1	11,2986	1,1073	12,0496	1,1809
II.6		18,5 x 8,60	185 x 86	159,96	15896	18	18,4	184		12,6307	1,2378		
II.7		18,5 x 8,50	185 x 85	157,25	15725	14	18,7	187		9,9932	0,9793		
II.8		18,5 x 8,50	185 x 85	157,25	15725	20	18,4	184		14,2760	1,3990		

emme değerleri % 15,1 - % 15,3 civarında olsa bile yük altında tuğlaların direnci dūşecektir. Bu durumda doğal olarak doygunluk derecelerinin % 32,7 - % 28,8 civarında olması da ayrıca bir yan etken olarak örneklerin dona dayanıklılık değerlerini dūşürecek yani basıç dayanım değerlerini azaltacaktır.

4.2.5. Isı kapasitesi ve özgül ısı

Sıcaklık farkı kapsayan herhangi bir durum değişiminde birim ağırlıktaki sisteme akan dq ısısının dT sıcaklık artışına oranı

$$c = dq / dT \quad (4.43)$$

bağıntısıyla belirlenir. Burada ,

c : ısı kapasitesi (KCal/kg°C veya KCal/kg°K)

dq: birim ağırlıktaki sisteme akan ısı (KCal/kg)

dT: sıcaklık farkı (°C yada °K)

dır. Termodinamik uygulamalarda sabit hacimde birim ağırlıktaki sisteme akan ısı nedeniyle sistemin iç enerji (U) artışının, sıcaklık artışına oranına sabit hacimde ısı kapasitesi denir.

$$c_v = (\partial U / \partial T)_v \quad (4.44)$$

Bu bağıntıya göre C_v , birim ağırlıktaki bir sistemin birim hacminin sıcaklığının 1°C yükseltmek için gerekli ısı miktarıdır. Toplam U enerjisi sistemin yaptığı işi tanımlar. İş

$$W = P. \Delta V \quad (4.45)$$

şeklinde verilir. Burada ΔV , ısı değişimine bağlı hacimsel değişme miktarıdır. U, P, V sistemin durum değiştirmesinde, başlangıç ve sonuç durumlarına bağlı olduğundan, bunların toplamlarından elde edilecek bir değerin de başlangıç

ve sonuç durumlarına bağılı olması gerekir. Bu değere entalpi denir ve

$$i = U + PV \quad (4.46)$$

bağıntısıyla tanımlanır. Birim ağırlıktaki sistemin entalpisinin artışının, sıcaklık artışına oranına sabit basınçta ısı kapasitesi denir. Isı kapasitesi

$$c_p = \left(\frac{\partial i}{\partial T} \right)_p = \left[\frac{\partial (U+PV)}{\partial T} \right]_p \quad (4.47)$$

şeklinde ifade edilir (Balsöz, 1969) (Kern and Weisbrod, 1975). Yapılan araştırmalar sabit basınç altındaki ısı kapasitesinin, sabit hacimdeki ısı kapasitesinden büyük olduğunu göstermiştir (Çolakoğlu, 1987).

Sistemin birim kütlesinin sıcaklığını ΔT °C yükseltmek için gerekli ΔQ enerjisi,

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (4.48)$$

şeklinde ifade edilirse

$$c = m \cdot (\Delta Q / \Delta T) \quad (4.49)$$

değeri özgül ısı olarak tanımlanır. Eğer ölçü olarak birim kütle yerine mol ağırlığı dikkate alınırsa molar ısı olarak adlandırılır.

Sabit basınçta ısı kapasitesi değeri (C_p), kalorimetreye çeşitli amaçlar için uygun doğrulukta ölçülebilir. C_p 'nin T 'ye karşı eğrisi T_1 ve T_2 arasında yaklaşık doğrusal olursa ve $T = T_2 - T_1$ oldukça küçük olduğunda,

$$\tilde{c}_p = (i_2 - i_1) / (T_2 - T_1) = \Delta Q / \Delta T \quad (4.50)$$

için $(T_1 + T_2) / 2$ sıcaklığında

$$\tilde{c}_p \equiv c_p \quad (4.51)$$

dir. Bu yaklaşıklık $\Delta T = T_2 - T_1$ 5°C 'yi geçmediği takdirde geçerlidir (Korkmaz, 1986).

Özgül ısının bulunabilmesi için öncelikle kalorimetre ve $0,1^\circ\text{C}$ duyarlıklı termometreden oluşan sistemin su cinsinden ısı kapasitesinin hesaplanması gerekir. Bunun için kalorimetreye T_{wc} $^\circ\text{C}$ civarında M_{wc} gram damıtık su konur ve t_1 s. beklendikten sonra termometre eşelinin hareketsiz olduğu noktada termik dengenin sağlandığı kabul edilir (1. konum). Daha sonra T_{wa} $^\circ\text{C}$ 'de M_{wa} gram su eklenerek kalorimetrenin ağzı kapatılır ve t_2 saniyelik (30 saniye) dilimler halinde termometrenin değerleri okunur (2. konum). Isı alışverişinin durup termometrenin sabit kaldığı sıcaklığa denge sıcaklığı adı verilir (T_{dw}).

Denge yasasına bağlı olarak kaybedilen ve kazanılan enerji değerleri eşit olacağından;

$$T_{wa} < T_{wc}$$

1. konumda kaybedilen enerji

$$\Theta_{\text{kayıp}} = \Theta_{\text{ccw}} + \Theta_{\text{mcw}}$$

$$\Theta_{\text{kayıp}} = C_c (T_{wc} - T_{dw}) + M_{wc} C_{wc} (T_{wc} - T_{dw}) \quad (4.52)$$

dir.

2. konumda kazanılan enerji ise

$$\Theta_{\text{kazanılan}} = M_{wa} C_{wa} (T_{dw} - T_{wa}) \quad (4.53)$$

olur. Denklem 4.52 ve denklem 4.53 'den yararlanılarak

$$\Theta_{\text{kazanılan}} = \Theta_{\text{kayıp}} \quad (4.54)$$

yazılabilir.

Bu durumda C_c değeri

$$C_c = \frac{M_{wa} C_{wa} (T_{dw} - T_{wa})}{(T_{wc} - T_{dw})} - M_{wc} C_{wc}$$

$$T_{dw} - T_{wa} = T_{w_2} \quad \text{ve} \quad T_{wc} - T_{dw} = T_{w_1}$$

ise

$$C_c = M_{wa} C_{wa} \cdot (T_{w_2} / T_{w_1}) - M_{wc} C_{wc} \quad (4.55)$$

olur.

$$T_{wa} > T_{wc}$$

durumunda; 1. konumda kazanılan enerji

$$\Theta_{\text{kazanılan}} = \Theta_{ccw} + \Theta_{mcw}$$

$$\Theta_{\text{kazanılan}} = C_c (T_{dw} - T_{wc}) + M_{wc} C_{wc} (T_{dw} - T_{wc}) \quad (4.56)$$

dir. 2. konumda eklenen M_{wa} gram su enerji kaybedecektir.

$$\Theta_{\text{kayıp}} = M_{wa} C_{wa} (T_{wa} - T_{dw}) \quad (4.57)$$

Denklem 4.54 'den yararlanılarak C_c değeri yazılabilir.

$$C_c = \frac{M_{wa} C_{wa} (T_{wa} - T_{dw})}{(T_{dw} - T_{wc})} - M_{wc} C_{wc}$$

$$T_{wa} - T_{dw} = T_{w_2} \quad \text{ve} \quad T_{dw} - T_{wc} = T_{w_1}$$

ise

$$C_c = M_{wa} C_{wa} \cdot (T_{w_2} / T_{w_1}) - M_{wc} C_{wc} \quad (4.58)$$

olarak bulunur.

Daneyde kullanılan kalorimetremizin ısı kapasitesi denklem 4.58 'den yararlanılarak Cal/gr°C cinsinden hesaplanmış, bulunan değerler tablo 4.23 'de gösterilmiştir.

Bu tablodan ortalama C_c değeri,

$$C_c = 41,991 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C}$$

olarak hesaplanmıştır. Yapılan hata hesapları sonucunda C_c 'nin değeri

$$C_c = 41,991 \pm 2,1154 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C}$$

olarak bulunmuştur (Ek I).

Tablo 4.23 Kalorimetrenin ısı kapasitesinin su cinsinden eşdeğeri deneyleri sırasında bulunan değerler.

DENEY KOD NO	M_a	T_a	M_c	T_c	T_d	C_c
	(gr)	(°C)	(gr)	(°C)	(°C)	(Cal/gr°C)
1	160,0	19,0	340,0	40,0	33,8	39,878
2	150,0	15,2	150,0	40,0	29,2	43,449
3	150,0	20,0	150,0	33,2	27,4	40,916
4	200,0	19,0	200,0	25,4	22,5	41,151
5	200,0	20,0	200,0	39,8	30,8	38,878
6	200,0	19,4	200,0	38,0	29,2	41,867
7	250,0	18,0	250,0	40,0	30,2	39,390
8	320,0	18,0	320,0	33,0	26,0	44,525
9	140,0	20,1	140,0	32,2	27,0	45,440
10	244,2	15,0	244,2	36,1	26,4	41,497
11	343,5	16,2	343,5	36,8	27,1	42,094
12	320,0	16,0	320,0	32,0	24,5	41,452
13	150,0	19,1	150,0	26,2	23,1	43,369
14	200,0	25,0	200,0	35,0	30,5	43,968

Kalorimetrenin su cinsinden eşdeğeri bulunduktan sonra tuğla örneklerinin ısı kapasiteleri hesaplandı. Isı kapasitelerinin hesaplanması için kalorimetreye T_{wc} °C civarında M_{wc} gram su konur. Kalorimetreye suyun termik dengeye gelmesi için t_1 saniye kadar beklendikten sonra M_{kc} gram tuğla tozu kalorimetrenin içine atılır. Tekrar t_2 saniye kadar beklenir ($t_2 > t_1$). Bu durumda kalorimetrenin içine konan su, tuğla tozu ve kalorimetre termik dengededir (1. konum). Daha sonra kalorimetreye M_{wa} gram, T_{wa} °C 'de su eklenir. Kalorimetre kapatılarak t_3 (= 30) saniyelik dilimler halinde termometreden ısı düşmeleri gözlenir (2. konum). 1. konumdan 2. konuma geçerken gözlenen ısı kaybı belli bir değer-

de kalır. Bu değere denge sıcaklığı adı verilir (T_{dw}).

Denge yasası gereği kazanılan ve kaybedilen enerji miktarları eşit olacağından,

$$T_{wa} < T_{wc}$$

durumu için 1.konumda kaybedilen enerji

$$\Theta_{kayıp} = \Theta_{kcw} + \Theta_{ccw} + \Theta_{mcw}$$

(4.60)

$$\Theta_{kayıp} = C_{kc} M_{kc} (T_{wc} - T_{dw}) + C_c (T_{wc} - T_{dw}) + M_{wc} C_{wc} (T_{wc} - T_{dw})$$

dir. 2.konumda eklenen M_{wa} gram su enerji kazanacaktır.

$$\Theta_{kazanılan} = M_{wa} C_{wa} (T_{dw} - T_{wa}) \quad (4.61)$$

Denklem 4.60 ve denklem 4.61 'den yararlanılarak

$$\Theta_{kazanılan} = \Theta_{kayıp} \quad (4.62)$$

yazılabilir. Bu durumda C_{kc} değeri

$$C_{kc} = \frac{M_{wa} C_{wa} (T_{dw} - T_{wa})}{M_{kc} (T_{wc} - T_{dw})} - \frac{C_c}{M_{kc}} - \frac{M_{wc} C_{wc}}{M_{kc}}$$

$$T_{dw} - T_{wa} = T_{w2} \quad \text{ve} \quad T_{wc} - T_{dw} = T_{w1}$$

ise

$$C_{kc} = \left(\frac{M_{wa}}{M_{kc}} \cdot C_{wa} \cdot \frac{T_{w2}}{T_{w1}} \right) - \frac{C_c}{M_{kc}} - \frac{M_{wc} C_{wc}}{M_{kc}} \quad (4.63)$$

$$T_{wa} > T_{wc}$$

durumu için 1.konumda kazanılan enerji

$$\Theta_{\text{kazanılan}} = \Theta_{\text{kcw}} + \Theta_{\text{ccw}} + \Theta_{\text{mcw}} \quad (4.64)$$

$$\Theta_{\text{kazanılan}} = C_{\text{kc}} M_{\text{kc}} (T_{\text{dw}} - T_{\text{wc}}) + C_{\text{c}} (T_{\text{dw}} - T_{\text{wc}}) + M_{\text{wc}} C_{\text{wc}} (T_{\text{dw}} - T_{\text{wc}})$$

dir. 2.konumda eklenen M_{wa} gram su enerji kaybedecektir.

$$\Theta_{\text{kayıp}} = M_{\text{wa}} C_{\text{wa}} (T_{\text{wa}} - T_{\text{dw}}) \quad (4.65)$$

4.62 numaralı eşitlikten yararlanılarak C_{kc} değeri yazılabilir.

$$C_{\text{kc}} = \frac{M_{\text{wa}} C_{\text{wa}} (T_{\text{wa}} - T_{\text{dw}})}{M_{\text{kc}} (T_{\text{dw}} - T_{\text{wc}})} - \frac{C_{\text{c}}}{M_{\text{kc}}} - \frac{M_{\text{wc}} C_{\text{wc}}}{M_{\text{kc}}}$$

$$T_{\text{wa}} - T_{\text{dw}} = T_{\text{w}_2} \quad \text{ve} \quad T_{\text{dw}} - T_{\text{wc}} = T_{\text{w}_1}$$

ise

$$C_{\text{kc}} = \left(\frac{M_{\text{wa}}}{M_{\text{kc}}} \cdot C_{\text{wa}} \cdot \frac{T_{\text{w}_2}}{T_{\text{w}_1}} \right) - \frac{C_{\text{c}}}{M_{\text{kc}}} - \frac{M_{\text{wc}} C_{\text{wc}}}{M_{\text{kc}}} \quad (4.66)$$

Denklem 4.66 yardımıyla I. ve II. grup tuğla örneklerinin ısı kapasiteleri tablo 4.24 'de görüldüğü gibi Ek-III ' de verilen suyun ısıya bağlı yoğunluk değerleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.24 'den I. grup tuğla örnekleri için ısı kapasitesi ortalama olarak,

$$C_{kc_1} = 0,33652 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C}$$

II. grup tuğla örneklerinin ortalama ısı kapasitesi de,

$$C_{kc_2} = 0,71456 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C}$$

olarak hesaplanmıştır. Yapılan hata hesapları sonucunda tuğla örneklerinin ısı kapasitelerinin değeri; I.grup tuğla örnekleri için,

$$C_{kc_1} = 0,33652 \pm 0,10899 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C}$$

II.grup tuğla örnekleri için de,

$$C_{kc_2} = 0,71456 \pm 0,15760 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C}$$

olarak hesaplanmıştır (Ek-II).

Tuğla örneklerinin ısı kapasitelerinin yüksek olmasının nedeni (uygun hammadde ve teknoloji ile üretilmiş bir tuğlanın ısı kapasitesi $C_c = 0,20$ civarındadır), kimyasal bileşim, teknolojik üretim aşamasında hammaddenin valslerde ezilerek çamur haline getirildikten sonra vakumdan kesime ve kurutmaya hazır hale getirilmesi sırasındaki yan etmenler, doğal olarak bundan kaynaklanan yüksek gözenekliliktir. Ancak bu sonuç tuğla örneklerinin SKM değerlerinin düşük olmasında getirmiştir. Bölüm 3 'de açıklanan hammadde seçimine ait veriler bunu doğrulamaktadır.

Tablo 4.24 I. ve II. grup tuğla örneklerine ait ısı kapasitesi değerleri

KOD NO	M_{wa} (gr.)	M_{wc} (gr.)	M_{kc} (gr.)	T_{wa} (°C)	T_{wc} (°C)	T_{dw} (°C)	C_{kc} Cal/gr°C
I.1	50,0	150,0	10,000	23,0	17,97	19,000	0,3400
I.2	50,0	150,0	13,000	24,2	21,00	21,650	0,3386
I.3	50,0	150,0	28,800	25,0	22,00	22,600	0,2871
I.4	50,0	150,0	10,970	22,4	18,70	20,250	0,3334
I.5	50,0	150,0	5,240	25,0	20,00	21,025	0,3835
II.1	50,0	150,0	10,000	28,0	20,00	21,600	0,8099
II.2	50,0	150,0	11,000	30,0	24,00	25,200	0,7782
II.3	50,0	150,0	12,000	25,0	18,00	19,400	0,6992
II.4	50,0	150,0	13,000	34,0	28,00	29,200	0,6595
II.5	50,0	150,0	14,000	35,0	25,00	27,000	0,6261

nlığı (0,8 cm)

inlığı (1,0 cm)

deliklerinin kenar uzunlukları

liklerinin kısa kenar uzunlukları

liklerinin uzun kenar uzunlukları

i : (28,2875x18,125x13,8437) (cm)

acim: $V_g = 7,098 \text{ dm}^3$

acmi: $V_{gb} = 4,199 \text{ dm}^3$

acim: $V_{gt} = 2,899 \text{ dm}^3$

ığı : 663 kg/m³

ığı : $\rho_b = 1,62 \text{ kg/dm}^3$

ı : 0,59

: Düşey delikli tuğla (D.D.T.)

: Tablo 5.1 'den çıkartılmıştır.)

Tablo 5.

KOD NO	ağırlığı m ³)	ρ_b (kg/dm ³)	Boşluk oranı	Üretim şekli
I.1		1,40	0,58	D.D.T.
I.2		1,71	0,59	D.D.T.
I.3		1,58	0,59	D.D.T.
I.4		1,69	0,59	D,D,T.
I.5		1,64	0,60	D.D.T.
I.6		1,58	0,59	D.D.T.
I.7		1,60	0,59	D.D.T.
I.8		1,74	0,60	D.D.T.

k

linliği (0,7 cm)

alınlığı (1,0 cm)

er uzunlukları

er uzunlukları

si : (18,425x18,475x8,475) (cm)

racim: $V_g = 2,880 \text{ dm}^3$

racim: $V_{gb} = 1,605 \text{ dm}^3$

racim: $V_{gt} = 1,275 \text{ dm}^3$

ığı : 650 kg/m³

ığı : $\rho_b = 1,46 \text{ kg/dm}^3$

ı : 0,56

: Yatay delikli tuğla (Y.D.T.)

Tablo 5.2 'den çıkartılmıştır.)

Tablo 5.2

KOD NO	ρ_b (Kg/dm ³)	Boşluk oranı	Üretim şekli
II.1	18 1,45	0,56	Y.D.T.
II.2	18 1,53	0,56	Y.D.T.
II.3	18 1,45	0,56	Y.D.T.
II.4	18 1,58	0,57	Y.D.T.
II.5	18 1,42	0,55	Y.D.T.
II.6	18 1,44	0,55	Y.D.T.
II.7	18 1,41	0,55	Y.D.T.
II.8	18 1,43	0,55	Y.D.T.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Türkiye genelinde tuğla üretiminin laboratuvar çalışması yapılmaksızın bilinen rutin sistemlerle gerçekleştirilmesi yadsınamaz bir gerçektir. Bu nedenle de özgün bir standartta üretim yapılamamaktadır. Hammadde rezervlerinin dağılımı ve içerdikleri elementlerin yüzdelerinin farklı oluşu, değişik bünye özelliği göstermesine neden olmaktadır. Bu farklılık üretilecek tuğlaların fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin de farklı olabileceğini getirmektedir. Bu nedenle alınan örnekler üzerinde çalışma yapılmış ancak yukarıda açıklanan nedenlerle kıyas yapılamayıp sadece örneklerin fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin hammaddeye bağlı olarak hangi değerleri alabileceği araştırılmıştır. Fakat hammaddenin mineralojik yapısının pişmeye bağlı olarak değişebileceği düşünülürse bulunan bu sonuçlarında değişken olabileceği görülmektedir. Çünkü üretim yapan fabrikaların pişirme sıcaklıkları farklıdır. Bu nedenle ön laboratuvar çalışmaları yapılmaksızın kullanılan hammaddeden ideal tuğla üretimi mümkün olmamaktadır.

Bu durumda, günümüz koşullarında hammadde, üretim ve üretim sonrası çalışmalar için gerekli laboratuvarların kurulması, buralarda bilimsel disiplinler arası verilerden yararlanılması ve tuğla sektörüne uygulanmasıyla, yalıtkan, hafif, dayanıklı ve ekonomik tuğla-kiremit üretimi gerçekleştirilerek bu sektörün yeni bir kişiliği büründürülmesiyle uluslararası platforma çıkması sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Balsöz, A.M., 1969, Termodinamik, Teknikokul yayınları No: 95 İstanbul.
- Barshad, J., 1965, Thermal Analysis Tech. for mineral identification and mineralogical composition, method of soil analysis, American Soc. Agronomy Inc., Publisher, Madison-Wiskonsin, Part I.
- Bayındırlık İmar ve İskan Bakanlığı, 1962, Tuğla ve kiremit semineri.
- DPT, V. Beş yıllık kalkınma döneminde sektörel gelişmeler (1985-1989), DPT yayınları No: 1975, Ankara.
- DPT, V. Beş yıllık kalkınma planı (1985-1989), DPT yayınları No:1974, Ankara.
- Çolakoğlu, K., 1987, Genel Fizik, Hatipoğlu yayınları, Ankara.
- Eastorn, A.J., 1972, Chemical analysis of silicate rocks, Elsevier Publishing Camp., Amsterdam.
- Engelhardt, von W., Poröz ortam olarak sedimanlar, (Çev. A. Göktekin, 1970), İTÜ yayınları, İstanbul.
- Erdik, E. ve Yüksel, S., 1984, Temel Üniversite Kimyası, Ankara.
- Erguvanlı, K., 1973, Mühendislik Jeolojisi, İTÜ yayınevi, İstanbul.
- Güvercin, M., Masse ve glazür hesapları, Sümerbank Yarımca Porselen Fabrikası Seminer notları, Kocaeli.
- İnan, M., 1973, Cisimlerin Mukavemeti, İstanbul.
- Jones, J.T. and Berand, M.F., Ceramics " Industrial Processing and testing ", The Iowa State University Press, Ames. Iowa.
- Kern, R. and Weisbrod, A., 1975, Mineralog Petrograf ve Jeologlar için Temel Termodinamik, (Çev. Y. Bürküt, B. Uz, K. İnan), İTÜ Kütüphanesi sayı 1025, İstanbul.
- Kibici, Y., 1986, Seramik Hammaddeleri, Bilecik Meslek Yüksekokulu yayınları, Bilecik.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kocataşkın, F., 1976, Yapı Mühendislerine Malzeme Bilimi, İTÜ Matbaası, İstanbul.
- Korkmaz, Ş., 1986, Doğal ve Preslenmiş Lületaşının bazı fiziksel özelliklerinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Mc Kenzie, R.C., 1957, The differantial thermal investigations of clays, Mineral Soc. (Clay Mineral Group), London.
- Meriç, M., 1978, Yapı Malzemeleri, DGSA, Cilt II.
- Norton, F.H., 1974, Elements of Ceramics, Addison - Wesley Publishing Company Inc., Philipppines, Second Edition.
- Özcan, M.A., 1986, Pişmiş toprak duvar ve döşeme parçalarının geliştirilmesinin konut sorununun çözümüne sağlayacağı yararların araştırılması, Yüksek Lisans tezi, Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özişik, G., 1986, Tuğla-Kiremit Semineri, Turgutlu.
- Özkan, O.T., Kınıkoğlu, S. ve Taşar, M.S., Seramik hammadde-lerine uygulanan Kimyasal Analiz ve Fiziksel Test metod-ları.
- Sümer, G., 1977, Seramik Sanayi el kitabı, Ankara.
- Tanişan, H.H. ve Mete, Z., Seramik Teknolojisi ve Uygulaması, (baskıda).
- Terem, H.N. ve Gürgey, İ., 1960, Killerin muayenesinde ana hatlar, Kimya ve Sanayi,
- TSE 705, 1985, Fabrika tuğlaları-duvarlar için düşey delikli hafif, Ankara.
- TSE 4377, 1985, Fabrika tuğlaları-duvarlar için dolu ve düşey delikli, Ankara.
- TSE 4563, 1985, Fabrika tuğlaları-duvarlar için yatay delikli, Ankara.
- TSE, Tuğla ve kiremit standartları dergisi 1985 özel sayısı, Ankara.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Yörükoğulları, E., 1985, Güneş enerjisinin doğal zeolite depolanması, Doktora tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Yücel, F. ve Çulhaz, A., Yerel ve doğal klinoptibolit zeolitinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, TÜBİTAK Mağ.624 Ankara.

TUĞLALARIN HAMMADDE VE
BAZI FİZİKSEL - MEKANİKSEL
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

ŞADAN ÖZKAN

EKLER

- Ek.1 Kalorimetrenin ısı kapasitesinin su cinsinden eşdeğere ait hata hesapları
- Ek.2 I. ve II. grup tuğla örneklerinin ısı kapasitelerine ait hata hesapları
- Ek.3 Suyun ısıya bağlı yoğunluk değerleri
- Ek.4 TSE 705/Mart 1985 " Fabrika tuğlaları-duvarlar için, dolu ve düşey delikli "
- Ek.5 TSE 4377/Ocak 1985 " Fabrika tuğlaları-duvarlar için, düşey delikli hafif "
- Ek.6 TSE 4563/Ekim 1985 " Fabrika tuğlaları-duvarlar için, yatay delikli"

Danışman: Doç. Ertunç ARAL

Şubat - 1988

EK.1

KALORİMETRENİN ISI KAPASİTESİNİN SU CİNSİNDEN EŞDEĞERİNE
AİT HATA HESAPLARI

Deneyciye ve deney koşullarına bağlı olarak ortaya çıkan hatalar matematiksel olarak bulunabilir. Kullanılan kalorimetrenin C_c değeri üzerinde yapılabilecek hatayı bulmak için,

$$C_c = M_{wa} C_{wa} \left(\frac{T_{dw} - T_{wa}}{T_{wc} - T_{dw}} \right) - M_{wc} C_{wc}$$

denklemden

$$\ln C_c = \ln \left[M_{wa} C_{wa} \left(\frac{T_{dw} - T_{wa}}{T_{wc} - T_{dw}} \right) \right] - \ln (M_{wc} C_{wc})$$

yazılabilir. Buradan

$$\begin{aligned} \ln C_c = \ln M_{wa} + \ln C_{wa} + \ln (T_{dw} - T_{wa}) - \ln (T_{wc} - T_{dw}) \\ - \ln M_{wc} - \ln C_{wc} \end{aligned}$$

olur. Hatalar birbirini yutmayaacağından,

$$\begin{aligned} \frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta M_{wa}}{M_{wa}} + \frac{\Delta C_{wa}}{C_{wa}} + \frac{\Delta (T_{dw} - T_{wa})}{T_{dw} - T_{wa}} + \frac{\Delta (T_{wc} - T_{dw})}{T_{wc} - T_{dw}} \\ + \frac{\Delta M_{wc}}{M_{wc}} + \frac{\Delta C_{wc}}{C_{wc}} \end{aligned}$$

şeklinde yazılabilir. $\Delta C_{wa}/C_{wa}$ ve $\Delta C_{wc}/C_{wc}$ değerleri savsaklanacak kadar küçüktür. Deney sırasında aynı termoc-

metre kullanıldığından

$$\Delta T_{dw} = \Delta T_{wc} = \Delta T_{wa}$$

için

$$\Delta(T_{dw} - T_{wa}) = \Delta(T_{wc} - T_{dw}) = 2\Delta T$$

dir. O halde bağıl hatanın değeri

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta M_{wa}}{M_{wa}} + \frac{2\Delta T}{T_{dw} - T_{wa}} + \frac{2\Delta T}{T_{wc} - T_{dw}} + \frac{\Delta M_{wc}}{M_{wc}}$$

olur. Tablo 4.23 'den yararlanılarak C_c gerçekteği değeri bulunabilir.

$$M_{wa} = 216,264 \text{ gr}$$

$$M_{wc} = 229,121 \text{ gr}$$

$$T_{dw} = 27,693 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{wc} = 34,768 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{wa} = 18,6285 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta M_{wa} = \Delta M_{wc} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ gr}$$

$$\Delta T = 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta C_c &= 5037,7588 \cdot C_c \\ &= 2,1154 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$C_{c \text{ gerçekteği}} = C_{c \text{ hesaplanan}} \pm \Delta C_c$$

$$C_{c \text{ gerçekteği}} = 41,991 \pm 2,1154 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C}$$

EK.2

I. VE II. GRUP TUĞLA ÖRNEKLERİNİN ISI KAPASİTELERİNE AİT
HATA HESAPLARI.

Üzerinde çalışılan tuğla örneklerinin ısı kapasitelerinin bulunması sırasında deneyciye ve deney koşullarına bağlı olarak ortaya çıkan bağıl hatanın hesaplanabilmesi için,

$$C_{kc} = \left(\frac{M_{wa}}{M_{kc}} \right) C_{wa} \left(\frac{T_{wa} - T_{dw}}{T_{dw} - T_{wc}} \right) - \frac{C_c}{M_{kc}} - \left(\frac{M_{wc}}{M_{kc}} \cdot C_{wc} \right)$$

denklemden

$$\ln C_{kc} = \ln \left[\left(\frac{M_{wa}}{M_{kc}} \right) C_{wa} \left(\frac{T_{wa} - T_{dw}}{T_{dw} - T_{wc}} \right) \right] - \ln \left(\frac{C_c}{M_{kc}} \right) - \ln \left(\frac{M_{wc}}{M_{kc}} \cdot C_{wc} \right)$$

yazılabilir. Buradan

$$\begin{aligned} \ln C_{kc} &= \ln M_{wa} - \ln M_{kc} + \ln C_{wa} + \ln (T_{wa} - T_{dw}) \\ &\quad - \ln (T_{dw} - T_{wc}) - \ln C_c + \ln M_{kc} - \ln M_{wc} \\ &\quad + \ln M_{kc} - \ln C_{wc} \end{aligned}$$

olur. Hatalar birbirini yutmaya çağından,

$$\begin{aligned} \frac{\Delta C_{kc}}{C_{kc}} &= \frac{\Delta M_{wa}}{M_{wa}} + \frac{\Delta M_{kc}}{M_{kc}} + \frac{\Delta C_{wa}}{C_{wa}} + \frac{\Delta(T_{wa} - T_{dw})}{T_{wa} - T_{dw}} \\ &+ \frac{\Delta(T_{dw} - T_{wc})}{T_{dw} - T_{wc}} + \frac{\Delta C_c}{C_c} + \frac{\Delta M_{kc}}{M_{kc}} + \frac{\Delta M_{wc}}{M_{wc}} \\ &+ \frac{\Delta M_{kc}}{M_{kc}} + \frac{\Delta C_{wc}}{C_{wc}} \end{aligned}$$

şeklinde yazılabilir. $\Delta C_{wa}/C_{wa}$ ve $\Delta C_{wc}/C_{wc}$ değerleri savsaklanacak kadar küçüktür. Deney sırasında aynı termometre kullanıldığından

$$T_{dw} = T_{wa} = T_{wc}$$

için

$$\Delta(T_{wa} - T_{dw}) = \Delta(T_{dw} - T_{wc}) = 2\Delta T$$

dir. O halde bağıl hatanın değeri

$$\begin{aligned} \frac{\Delta C_{kc}}{C_{kc}} &= \frac{\Delta M_{wa}}{M_{wa}} + 3 \left(\frac{\Delta M_{kc}}{M_{kc}} \right) + \frac{\Delta M_{wc}}{M_{wc}} + \frac{2\Delta T}{T_{wa} - T_{dw}} \\ &+ \frac{2\Delta T}{T_{dw} - T_{wc}} + \frac{\Delta C_c}{C_c} \end{aligned}$$

olur. Tablo 4.24 'den yararlanılarak C_{kc} gerçekteki değeri bulunabilir.

$$\Delta M_{wa} = \Delta M_{wc} = \Delta M_{kc} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ gr}$$

için,

$$M_{wa_{ort}} = 50 \text{ gr}$$

$$M_{wc_{ort}} = 150 \text{ gr}$$

$$M_{kc_{ort}} = 13,602 \text{ gr}$$

$$\Delta T = 0,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta C_c = 2,1154 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C}$$

bu değerler *denkleminde yerine konularak

$$\Delta C_{kc} = 0,3239 \cdot C_{kc}$$

$$\Delta C_{kc} = 0,10899 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C}$$

$$C_{kc_{gerçek}} = C_{kc_{hesaplanan}} \mp C_{kc}$$

$$C_{kc_{gerçek}} = 0,33652 \mp 0,10899 \text{ Cal/gr}^\circ\text{C}$$

EK.3

SUYUN ISIYA BAĞLI YOĞUNLUK DEĞERLERİ

Suyun ısıya bağlı yoğunluk değerleri¹


T°C	v (C _c /G)	T°C	v (C _c /G)
0	1,000101	26	1,003224
1	1,000082	27	1,003496
2	1,000060	28	1,003778
3	1,000036	29	1,004069
4	1,000028	30	1,004369
5	1,000036	31	1,004678
6	1,000060	32	1,004995
7	1,000098	33	1,005322
8	1,000151	34	1,005657
9	1,000219	35	1,006000
10	1,000300	36	1,006352
11	1,000395	37	1,006713
12	1,000502	38	1,007081
13	1,000623	39	1,007457
14	1,000755	40	1,007842
15	1,000900	41	1,008234
16	1,001057	42	1,008634
17	1,001225	43	1,009042
18	1,001405	44	1,009458
19	1,001596	45	1,009881
20	1,001797	46	1,010311
21	1,002010	47	1,010749
22	1,002232	48	1,011194
23	1,002465	49	1,011647
24	1,002708	50	1,012107
25	1,002961		

¹ Handbook of Chemistry and Physics, The Chemical Rubber Publishing Co., Cleveland, 1972

EK.4

TSE 705/MART 1985

" FABRİKA TUĞLALARI-DUVARLAR İÇİN, DOLU VE DÜŞEY DELİKLİ "

 Türk Standardları Enstitüsü	FABRİKA TUĞLALARI — DUVARLAR İÇİN DOLU VE DÜŞEY DELİKLİ	TS 705/Mart 1985
KASIM 1985 BİRİNCİ BASKI	SOLID BRICKS AND VERTICALLY PERFORATED BRICKS	UDK 691.421

0 - KONU, TANIM, KAPSAM

0.1- KONU

Bu standard, duvar yapımında kullanılan dolu ve düşey delikli fabrika tuğlalarının tanımına, sınıflandırma ve özelliklerine, numune alma muayene ve deneyleri ile piyasaya arz şekline dairdir.

0.2 - TANIMLAR

0.2.1 - Fabrika Tuğlası

Fabrika tuğlası, kil, killi toprak ve balçığın ayrı ayrı veya harman edilip, gerektiğinde su, kum, öğütülmüş tuğla ve kiremit tozu, kül ve benzerleri karıştırılarak makinalarla şekillendirildikten ve kurutulduktan sonra fırınlarda pişirilmesi ile elde edilen ve duvar yapımında kullanılan bir malzemedir.

NOT - Bu standardda bundan sonra "fabrika tuğlası" yerine "tuğla" denilecektir.

0.2.2 - Tuğla Yüzlerinin Adları

Tuğla yüzlerinin adları Şekil - 1 de gösterildiği gibi üst yüz, alt yüz, yanak ve alndır.

0.2.3 - Düşey Delikli Tuğla

Düşey delikli tuğla, delikleri alt ve üst yüzlerine dik bulunan tuğladır (Şekil - 3, 4 ve 5).

0.2.4 - Dolu Tuğla

Dolu tuğla, deliksiz olan veya toplamı üst yüz alanının %15 ini geçmeyecek kadar delikleri bulunan tuğladır (Şekil - 2).

0.2.5 - Cephe Tuğlası

Cephe tuğlası, dona dayanıklı olacak şekilde üretilmiş tuğladır.

0.2.6 - Normal Tuğla (NT)

Normal tuğla, anma boyutları 190mmx90mmx50mm olan tuğladır.

0.2.7 - Modüler Tuğla (MT)

Modüler tuğla, anma boyutları 190mmx90mmx85mm olan tuğladır.

0.2.8 - Blok Tuğla

Blok tuğla anma boyutları modüler tuğladan daha büyük olan tuğladır.

0.2.9 - Kavrama Deliği

Kavrama deliği, blok tuğlaların alt ve üst yüzlerinde bırakılan ve tuğlanın elle kolayca kavranabilmesini sağlayacak şekil ve büyüklükteki deliklerdir (Şekil - 5) ve (Föy-1).

0.2.10 - Harç Cebi

Harç cebi, örülmüş duvarda düşey derzlerin ortadan kaldırılması amacı ile duvar harcının konulması için tuğlanın alt yüzünde bırakılmış girintidir. (Şekil - 6).

0.2.11 - Hacim Ağırlığı (d_h)

Hacim ağırlığı, değişmez kütleyle kadar kurutulmuş tuğlanın delikleri ile birlikte birim hacminin kütlesidir.

0.3 - KAPSAM

Bu standard, dolu ve düşey delikli fabrika tuğlalarını kapsar.

1 - SINIFLANDIRMA VE ÖZELİKLER

1.1 - SINIFLANDIRMA

1.1.1 - Sınıflar

Tuğlalar delik oranlarına göre;

- Dolu tuğla
- Seyrek Delikli Tuğla

- Az Delikli Tuğla
olmak üzere üç,
dona dayanıklılıklarına göre;
— Dona dayanıklı (Cephe Tuğlası) (C)
— Dona dayanıksız (S)
olmak üzere iki
sınıfa ayrılır.

1.1.2 - Tipler

- Hacim ağırlıklarına göre;
Dolu Tuğla sınıfı
— 2000 kg/m³ (2,0)
— 1800 kg/m³ (1,8)
olmak üzere iki,
Seyrek delikli tuğla sınıfı
— 1600 kg/m³ (1,6)
— 1400 kg/m³ (1,4)
olmak üzere iki
tipe ayrılır.
Az delikli tuğla sınıfı
— 1200 kg/m³ (1,2)
olmak üzere tek tiptir.

1.1.3 - Türler

Tuğla tipleri kendi aralarında, basınç dayanımlarına göre Çizelge - 1 deki gibi üçer türe ayrılır.

1.2 - ÖZELİKLER

1.2.1 - B'çim ve Görünüş

Tuğlalar, dikdörtgen prizma şeklinde olmalıdır. Tuğlanın yüzleri düzgün olmalı ve Madde 2.2.1 de açıklandığı şekilde muayene edildiğinde, yüzeyin hiç bir yerinde cetvel veya gönye kenarlarından ayrıma 5 mm den fazla olmamalıdır.

1.2.2 - Tuğladaki Delikler

Delikli tuğlalardaki delikler, buldukları tuğla yüzlerine mümkün olduğu kadar eşit aralıklarla ve simetrik olarak dağılmış bulunmalı, eksenleri bu yüzlere dik olmalı ve bütün tuğla yüksekliğince devam etmelidir. Deliklerin kesit şekli istenildiği gibi yapılabilir. Delikler şaşırtmaca düzenlenerek ısının akım yolu uzatılmak suretiyle delikli tuğlaların ısı iletkenliği azaltılabilir.

ÇİZELGE - 1 Fabrika Tuğlalarının Hacim Ağırlığı ve Basınç Dayanımı Değerleri

Tuğla Sınıfı	Tipi	Tuğla Sembolleri	Basınç Dayanımı		Hacim Ağırlığı kg/m ³		Delik Oranı %
			Aritmetik Ortalama kgf/cm ² (N/mm ²)	En Küçük Değer kgf/cm ² (N/mm ²)	Max	Min	
Dolu Tuğla	2000kg/m ³	2,0/240	240(23,5)	190(18,6)	2000	1801	15
		2,0/180	180(17,6)	145(14,2)			
		2,0/120	120(11,8)	95(9,3)			
	1800kg/m ³	1,8/220	220(21,6)	175(17,2)	1800	1601	
		1,8/150	150(14,7)	120(11,8)			
		1,8/100	100(9,8)	80(7,8)			
Seyrek Delikli Tuğla	1600kg/m ³	1,6/220	220(21,6)	175(17,2)	1600	1401	20
		1,6/150	150(14,7)	120(11,8)			
		1,6/100	100(9,8)	80(7,8)			
	1400kg/m ³	1,4/200	200(19,6)	160(15,7)	1400	1201	
		1,4/120	120(11,8)	95(9,3)			
		1,4/80	80(7,8)	65(6,4)			
Az Delikli Tuğla	1200kg/m ³	1,2/150	150(14,7)	120(11,8)	1200	1001	35
		1,2/100	100(9,8)	80(7,8)			
		1,2/60	60(5,9)	45(4,4)			

Elok tuğlalarda, tuğlanın kenarlarından en az 50 mm uzaklıkla, uzunluğu en az 60 mm ve en çok 90 mm, genişliği en az 35 mm ve en çok 45 mm olan veya çapı en az 30 mm ve en çok 45 mm olan kavrama delikleri bulunabilir (Föy-1).

Deliklerin toplam kesit alanlarının buldukları tuğla yüzünün alanına oranları, Çizelge-1 de tuğla tipleri için verilmiş bulunan delik oranı değerlerinden büyük olmamalıdır. Dikdörtgen kesitli deliklerde delik kesitinin küçük boyutu 15 mm den ve bir deliğin kesit alanı 6 cm² den, yuvarlak, deliklerin çapı 25 mm den büyük olmamalıdır. Eliptik kesitli deliklerde küçük çap 18 mm den büyük olmamak kaydıyla herbir deliğin alanı 6 cm² den büyük olmamalıdır.

4MT ve daha büyük tuğlalarda harç cepleri bulunabilir. Bu cepler karşılıklı düzenlendiğinde en az 15 mm en çok 25 mm, tek taraflı olarak yapıldıklarında en az 30 mm ve en çok 40 mm derinlikte olmalıdır. (Şekil-6)

Harç cebi genişliği tuğla anma genişliğinin 1/2 sinden büyük 1/3 ünden küçük olmamalıdır. 290 mm ve daha geniş tulalarda aynı yüzeyde iki harç cebi bulunabilir.

En büyük delik alanlarının hesaplanmasında varsa harç cebi alanları delik alanı olarak gözönünde bulundurulmaz.

Varsa harç cebi alanları ile kavrama deliklerinin alanlarının toplamı buldukları tuğla yüzünün alanının %12,5 inden büyük olmamalıdır.

Tuğlada birden fazla kavrama deliği bulunduğu bu deliklerin arasındaki mesafe 70 mm den daha az olmamalıdır.

Deliklerle ilgili boyutlar Madde 2.2.2 de belirtildiği şekilde ölçülür.

1.2.3 - Hacim Ağırlığı

Tuğlaların Madde 2.3.1 de açıklandığı gibi bulunacak hacim ağırlığı, değerleri Çizelge-1 tuğla tipleri için verilenlere uygun olmalıdır.

1.2.4 - Basınç Dayanımı

Tuğlaların Madde 2.3.2 de açıklandığı şekilde ayrı ayrı bulunacak basınç dayanımları ve bunların aritmetik ortalamaları Çizelge-1 de verilen değerlerden küçük olmamalıdır.

1.2.5 - Zararlı Manyezi (Magnezi) ve Kireç

Tuğlaların üzerinde Madde 2.3.3 de açıklanan deney uygulandığında kullanıma sırasında zararlı olabilecek çatlak, kopma, pullanma ve dağılma gibi hasarlar görülmemelidir. Bu hasarların görülmemesine rağmen inceleme sonuçlarından şüphe edilmesi halinde deneyden geçmiş tuğlaların Madde 2.3.2 de belirtildiği şekilde bulunacak basınç dayanımları ve bunların aritmetik ortalamaları Çizelge-1 de belirtilenlerin %85 inden küçük olmamalıdır.

1.2.6 - Dona Dayanıklılık

Cephe tuğlalarına Madde 2.3.4 de açıklanan dona dayanıklılık deneyi uygulandığında, kullanıma sırasında zararlı olabilecek çatlak, kopma, pullanma ve dağılma gibi hasarlar görülmemelidir. Bu hasarların görülmemesine rağmen deney sonuçlarından şüphe edilmesi halinde, deneyden çıkan tuğlalar üzerinde Madde 2.3.2 de belirtildiği gibi bulunacak basınç dayanımları ve bunların aritmetik ortalamaları Çizelge-1 de verilenlerin %85 inden küçük olmamalıdır.

1.3 - BOYUT VE TOLERANSLAR

Tuğlaların boyutları Çizelge-2 de belirtilen anma boyutlarına uygun olmalı ve Madde 2.2.2 de açıklandığı şekilde ölçüldüğünde bulunacak değerler ile aynı boyutlara ait en küçük ve en büyük değerler arasındaki farklar anma boyutlarına göre Çizelge-3 de verilenlere uygun olmalıdır. Harç cebi bulunması halinde, tuğlanın harç cebinin bulunduğu yüze dik yöndeki boyutları (uzunluk) için sınır değerler Çizelge-3 de verilenlerden 5 mm daha büyük bulunmalıdır.

Tuğlanın dış et kalınlığı, 10 mm den cephe tuğlalarında ise 20 mm den küçük olmamalıdır.

ÇİZELGE — 2 Tuğlaların Anma Boyutları

Sıra No.	Semboller		Anma Boyutları (mm)		
	Normal Tuğla Boyutuna Göre 1)	Modüler Tuğla Boyutuna Göre 2)	Uzunluk	Genişlik	Yükseklik
1	NT	2/3 MT	190	90	50
2	1,7 NT	MT	190	90	85
3	2,7 NT	3/2 MT	190	90	135
4	3,6 NT	2 MT	190	190	85
5	5,7 NT	3 MT	190	190	135
6	7,2 NT	3 3/4 MT	190	240	135
7	7,8 NT	4 MT	190	190	185
8	8,7 NT	4 1/2 MT	290	190	135
9	15,1 NT	15/2 MT	290	190	235
10	15,0 NT	7 1/2 MT	290	240	185
11	19,1 NT	9 1/3 MT	290	240	235
12	18,2 NT	9 MT	290	290	185
13	23,1 NT	11 1/4 MT	290	290	235
14	11,7 NT	6 MT	390	190	135
15	25,7 NT	12 1/2 MT	390	240	235
16	24,5 NT	12 MT	390	290	185
17	31,1 NT	15 MT	390	290	235
18	41,8 NT	20 MT	390	390	235
19	32,3 NT	15 2/3 MT	490	240	235
20	39,1 NT	18 3/4 MT	490	290	235

NOT 1) Sembollerdeki rakamlar, tuğlanın delikleri ile birlikte gerçek hacminin NT gerçek hacmi cinsinden büyüklüğünü göstermektedir.

2) Sembollerdeki rakamlar, yaklaşık derz kalınlıkları da göz önünde tutularak tuğlaların duvarda işgal edecekleri hacmi MT ninki cinsinden göstermektedir.

ÇİZELGE — 3 Tuğla Gerçek Boyutlarının Sınır Değerleri ve Bu Boyutlar Arasında Kabul Edilebilecek Farklar

Anma Boyutları (mm)	Sınır Değerler		Kabul Edilecek En Büyük Fark (mm)
	En Çok (mm)	En Az (mm)	
50	52	48	3
85	88	82	5
90	93	86	6
135	139	130	7
185	188	178	8
190	193	180	8
235	239	225	9
240	244	229	10
290	294	279	10
390	395	379	11
490	496	480	12

14 - ÖZELİK MUAYENE VE DENEYLER

Bu standardda öngörülen özellikler ile bunların muayene ve deney madde numaraları Çizelge-4 de verilmiştir.

ÇİZELGE - 4 Özellik, Muayene ve Deneyler

Sıra No	Özellik Madde No	Muayene ve Deney Madde No.
1	1.1.1 Boyut ve Toleranslar	2.2.1
2	1.2.2 Tuğladaki Delikler	2.2.2
3	1.2.3 Hacim Ağırlığı	2.3.1
4	1.2.4 Basınç Dayanımı	2.3.2
5	1.2.5 Zararlı Manyezi ve Kireç	2.3.3
6	1.2.6 Dona Dayanıklılık	2.3.4
7	1.3 Boyut ve Toleranslar	2.2.2
8	3.1 İşaretleme	2.2.1

2 - NUMUNE ALMA MUAYENE VE DENEYLER

2.1 - PARTİ VE NUMUNE ALMA

Bir seferde muayeneye sunulan aynı sınıf, tip ve türde ve aynı boyuttaki tuğlalar bir parti sayılır. Bunların bu standardda yazılı özellikleri taşıyıp

taşımadıklarını anlamak amacı ile yapılacak muayene ve deneylerde kullanılmak üzere imal veya teslim olunan partiyi temsil edecek şekilde ve gelişigüzel numune alınır. Parti büyüklüğüne göre bir numune takımında bulunacak tuğla sayısı Çizelge-5 de gösterilmiştir.

ÇİZELGE - 5 Parti Büyüklüğüne Göre Numune Takımı Büyüklüğü

Parti Büyüklüğü (Partideki Tuğla Sayısı)	Numune Takımı Büyüklüğü (Numune Takımındaki Tuğla Sayısı)	
	Dona Dayanıklı Tuğlalar	Dona Dayanaksız Tuğlalar
35000 e kadar	22	16
35001 - 150000	30	22
150001 - 500000	35	26
500001 ve yukarı	44	33

Parti büyüklüğüne ve Çizelge-5 e göre numune takımını oluşturacak tuğlalar partiden sistematik olarak ve gelişigüzel ayrılarak alınmalıdır. Bunu yapmak için TS 2756¹⁾ da açıklanan "Numune Almada Rastgele Sayılar Çizelgesinin Uygulanması Metodu" ile numune alınması sağlanır. Bunun mümkün olmaması halinde aşağıda açıklanan metod uygulanmalıdır.

Bunun için partideki tuğlaların sayısı (N) olmak üzere partideki tuğlalar herhangi bir tuğladan başlanarak 1,2,3,.....N şeklinde numaralanır veya numaralandığı varsayılır.

Numune takımında bulunması gerekli tuğla sayısı (n) olmak üzere $N/n=r$ sayısı hesaplanır, tamsayı değilse tamsayıya yuvarlatılır.

Bu şekilde bulunan (r) tamsayısı esas alınarak (r) inci, (2r) (3r) inci,..... (nr) inci tuğla ayrılıp alınarak, numune ayırma işlemi numune takımı oluşturulana kadar sürdürülür.

2.2 - MUAYENELER

Muayeneler numune takımını oluşturan tuğlaların tümü üzerinde uygulanır.

2.2.1 Biçim ve Görünüş Muayenesi

2.2.1.1 - Aygıtlar

→ Metal Cetvel : 50 cm boyunda, mm bölüntülü.

→ Metal Gönye : Kenar uzunlukları muayene edilen tuğla boyutlarına uygun.

1) Bu standard metninde atıf yapılan Türk Standardının numarası metnin sonunda verilmiştir.

2.2.1.2 - İşlem

Numune tuğlalar gözle, elle ve tuğlanın yüzlerine metal cetvel kenarı ve aygıtlarına gönye uygulanmak sureti ile muayene edilir.

Tuğla yüzlerinde, uygulanan cetvel kenarından ve gönye kenarından ayrılma 5 mm veya daha az ise, tuğlanın dikdörtgenler prizması şeklinde olduğu kabul edilir. Ayrılmanın 5 mm den fazla olması halinde ise tuğlanın dikdörtgenler prizması şeklinde olmadığı anlaşılır. Muayene sonuçlarının, cetvel ve gönye kenarlarından sapma bakımından Madde 1.2.1 de belirtilenlere uygun olup olmadığına, ayrıca tuğla üzerinde Madde 3.2 deki işaretlerin bulunup bulunmadığına bakılır.

2.2.2 - Boyut Muayenesi

Numune tuğlaların boyutları ölçülür. Ölçüler, kolları tuğlanın en büyük boyutunu ölçebilecek uzunlukta bir kumpas yardımı ile yapılır. Tuğlanın üç boyutundan her biri, birbirine dik doğrultuda Şekil-7 de gösterildiği gibi ikişer kez ve 0,1 mm duyarlılıkla ölçülüp aritmetik ortalaması alınarak bulunur. Kesirler milimetreye yuvarlatılarak kaydedilir. Kaydedilen bu boyutların ve bunların en büyüğü ile en küçüğü arasındaki farkların Madde 1.3 de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

Deliklerin, varsa kavrama delikleri ile harç ceplerinin boyutları ve et kalınlıkları 0,1 m duyarlılıkta bir kumpas ile ölçülerek sonuçların Madde 1.2.2 ve 1.3 de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.3 - DENEYLER

Madde 2.1 e göre alınan numunelerden Çizelge-6 da belirtilen miktarda tuğla, deneylerde kullanılmak üzere gelişigüzel ayrılır.

ÇİZELGE - 6 Numune Takımı Büyüklüğüne Göre Deneylerin Uygulanacağı Tuğla Numunesi Sayısı ve Kabul Edilebilecek Kusurlu Tuğla Sayısı

Numune Takımı Büyüklüğü		Deneyler ve Uygulanacağı Tuğla Numunesi Sayıları				Kabul Edilebilir Toplam Kusurlu Tuğla Sayısı	
		Hacim Ağırlığı	Basınç Dayanımı	Dona Dayanıklılık	Zararlı Manyezi ve Kireç	Dona Dayanıklı	Dona Dayanısız
Dona Dayanıklı	Dona Dayanısız						
22	16	10	10	5	5	2	1
30	22	13	13	7	7	3	2
35	26	16	16	8	8	3	2
44	33	20	20	10	10	4	3

2.3.1 - Hacim Ağırlığı Deneyi

2.3.1.1 - Aygıtlar

- Etüv : 110°C +5°C sıcaklıkta tutulabilen,
- Terazi : Yeterli kapasitede ve 0,1 g duyarlı
- Kumpas : Kolları tuğlanın en büyük boyutunu ölçebilecek uzunlukta ve 0,1 mm duyarlıkta

2.3.1.2 - İşlem

Numune tuğlalar, sıcaklığı 110°C +5°C a ayarlanmış etüve yerleştirilerek değişmez kütleye kadar kurutulur. (Dört saat ara ile birbirini izleyen iki tartım arasındaki fark son tartımın %0,5 i kadar veya daha az olduğunda değişmez kütleye erişildiği kabul edilir).

Bu tartım grama yuvarlatılarak kg cinsinden tesbit edilir (m_k) :

Bu şekilde kurutulmuş tuğla numuneleri, oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, boyutları Madde 2.2.2 de açıklandığı gibi ölçülür. Bu boyutlardan yararlanılarak, delik ve boşlukları ile birlikte tuğlanın hacmi dm^3 cinsinden ve bindebire yuvarlatılarak hesaplanır (V_h).

Tuğlanın hacim ağırlığı aşağıdaki bağıntı ile ve tam sayıya yuvarlatılarak bulunur.

$$d_h = \frac{M_k}{V_h} \cdot 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Burada;

d_h = Tuğlanın hacim ağırlığı, (kg/m³)

M_k = Değişmez kütleye kadar kurutulmuş tuğla numunesinin kütlesi, (kg)

V_h = Tuğla numunesinin hacmi, (dm³) dir.

Bulunan sonuçların Madde 1.2.3 de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.2 - Basınç Dayanımı Deneyi

2.3.2.1 - Aygıtlar

- Basınç Deney Presi : Basınç uygulayan başlığı serbestçe hareket edebilecek şekilde bir mafsalla donatılmış, uygulanan yükün en az yüzdebiri kadar duyarlıkta,

— Kumpas : Madde 2.2.3 de belirtilen

2.3.2.2 - İşlem

Numune tuğlaların basınç uygulanacak olan delikli yüzeyleri, boyutları Madde 2.2.2 de açıklandığı gibi ölçüldükten sonra, bir hacim 0/1 mm lik yakanmış doğal kum ve bir hacim TS 19 PÇ 325 Portland Çimentosu ile yapılmış harçla, bir D.K.P çelik levha veya düzgün ayna camı kullanılarak düzlenir. Bu şekilde oluşturulan düzleme harçları olabildiğince ince olmalı, 5 mm den kalın olmamalıdır. Tuğlanın delikleri harç ile dolmamalıdır. Bunun için, harçlamadan önce bu delikler kağıt ile tıkanarak harcın girmesi önlenmelidir.

Bu şekilde basınç uygulanacak yüzleri harç ile düzeltilen tuğla numuneleri, ilk iki gün nemli bir yerde, sonra da $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve en az %55 bağıl nemli bir ortamda 7 gün olmak üzere toplam 9 gün bekletilir.

Bu suretle hazırlanan numune, deney presinin başlıkları arasına ve tam ortaya gelecek şekilde yerleştirilir. Devamlı artan bir yük, basınç gerilmesinin saniyede $5 \sim 6 \text{ kgf/cm}^2$ artmasını sağlayacak şekilde ve çarpmasız olarak tuğla kırılana kadar alt ve üst yüzlere dik olarak uygulanır. Kırılmayı oluşturan yük tesbit edilir (P_k). Tuğlanın basınç dayanımı, numunenin kırılmasına neden olan P_k yükü, A_0 yükleme alanına bölünerek aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır :

$$f_b = \frac{P_k}{A_0} \times k \quad \text{kgf/cm}^2, (\text{N/mm}^2)$$

Burada;

f_b = Tuğlanın basınç dayanımı $\text{kgf/cm}^2, (\text{N/mm}^2)$

P_k = Kırılma anındaki yük $\text{kgf} (\text{N})$

A_0 = Tuğlanın basınç uygulanan yüzünün alanı $\text{cm}^2 (\text{mm}^2)$

k = Tuğlanın biçim katsayısı (Çizelge - 7) dır.

Alanın hesaplanmasında, delik alanları A_0 yükleme alanından düşülmez.

ÇİZELGE — 7 Tuğlanın Biçim Katsayısı

Tuğla Anma Yüksekliği (mm)	Biçim Katsayısı (k)
135 \geq	1,00
185	1,10
235	1,25

Sonuçların ve bunların aritmetik ortalamalarının Madde 1.2.4 de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.3 - Zararlı Manyezi ve Kireç Deneyi

2.3.3.1 - Aygıtlar

— Su kabı : Tuğla numunelerini içine alabilecek büyüklükte, içinde su kaynatılabilmesine uygun malzemeden yapılmış,

2.3.3.2 - İşlem

Deney uygulanacak tuğlalar, içinde oda sıcaklığında su bulunan su kabına ve tamamen su altında kalacak şekilde yerleştirilir. Bu şekilde 24 saat bekletildikten sonra, kap bir ısı kaynağının üzerine konularak kaynatılır. Tuğla numuneleri kaynamakta olan su içinde iki saat tutulur. Sonra su kabı, içindeki su ve tuğlalar ile birlikte oda sıcaklığına kadar soğumaya bırakılır.

Soğuyan tuğlalar, sudan çıkarılarak gözle muayene edilir. Çatlama, kopma, pullanma, dağılma v.b. hasarların oluşup oluşmadığına bakılır.

İnceleme sonuçlarından şüphe edildiği hallerde, zararlı manyezi ve kireç deneyinden çıkmış tuğla numuneleri Madde 2.3.2 deki basınç dayanımı deneyinden geçirilir.

Sonuçların Madde 1.2.5 de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.4 - Dona Dayanıklılık Deneyi

2.3.4.1 - Aygıtlar

— Su kabı : Deney numunelerini içine alabilecek büyüklükte,

— Soğuk Hava Dolabı : Sıcaklığı dört saat içinde -15°C a düşecek şekilde ayarlanabilen

2.3.4.2 - İşlem

Su kabına deneyin uygulanacağı tuğla numunesinin uzunluğunun yaklaşık $1/4$ ü kadar derinlikte su konulur ve tuğla, uzunluğu düşey olacak durumda su içine yerleştirilir. Bir saat sonra, tuğlanın yarısı, ikinci saatin sonunda $3/4$ ü ve 24. saatin sonunda ise tamamı su altında kalacak şekilde kaba su konulur. Tuğlalar bu durumda 48 saat su içinde bırakıldıktan sonra, sudan çıkarılarak beklenmeksizin

soğuk hava dolabına yerleştirilir. Dolap sıcaklığı dört saatte -15°C a düşecek şekilde ayarlanır. Numuneler bu sıcaklıkta 2 saat bırakıldıktan sonra, soğuk hava dolabından çıkarılarak, oda sıcaklığındaki su ile dolu su kabına tamamen su içinde kalacak şekilde yerleştirilir. Donun çözülmesi için su içinde bir saat bekletilir. Bu işlem 25 kez tekrarlanır. Her defasında numuneler dikkatle incelemeye çatlama, kopma, pullanma dağılma v.b. hasarların meydana gelip gelmediği tesbit edilerek kaydedilir.

İnceleme sonuçlarından şüphe edilmesi halinde, don dayanıklılık deneyinden geçmiş tuğlalar üzerinde Madde 2.3.2'deki basınç dayanımı deneyi uygulanır.

Sonuçların Madde 1.2.6'de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.4 - DEĞERLENDİRME

Numune takımındaki tuğla numuneleri üzerinde muayene ve deneyler bu standarddaki sıraya göre uygulanır. Bu muayene ve deneylerden herhangi birinde olumsuz sonuç alınan tuğla numunesi kusurlu sayılarak ayrılır ve bundan sonraki muayene ve deneyler bu kusurlu tuğlalar üzerinde uygulanmaz.

Bu şekilde bütün muayene ve deneyler tamamlandıktan sonra, kusurlu bulunarak ayrılmış olan toplam tuğla numunesi sayısının Çizelge - 6'da belirtilen kadar veya daha az olması halinde numune takımının alındığı tuğla partisinin bu standarda uygun olduğu kabul edilir.

Toplam kusurlu tuğla sayısının Çizelge - 6'da verilenlerden fazla olması halinde ise partinin bu standarda aykırı olduğu anlaşılır.

Hem bir ortalama hem de bir minimum sınır değeri belirtilen özelliklerle ilgili deney sonuçlarının değerlendirilmesinde aşağıdaki şekilde hareket edilir:

- Hesaplanan ortalamanın, özellik maddesinde verilenlere uygun olmaması,
- Hesaplanan ortalama değeri özellik maddesinde belirtilenlere uygun olmakla birlikte, en küçük değeri olarak verilen sınırın altında kalan tuğlaların bulunması,

hallerinde, numune takımının alındığı tuğla partisinin bu standarda aykırı olduğu anlaşılır.

2.5 - MUAYENE VE DENEY RAPORU

Muayene ve deneylerden sonra düzenlenecek muayene ve deney raporunda en az aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır :

- Muayenenin ve deneyin yapıldığı yerin ve laboratuvarın, muayene ve deneyi yapanın ve/veya raporu imzalayan yetkililerin adları, görev ve meslekleri,
- Numunenin tanıtılması,
- Muayene ve deney tarihi,
- Muayene ve deneylerde uygulanan standartların numaraları,
- Muayene ve deney sonuçlarını değiştirebilecek etkenlerin sakıncalarını önlemek üzere alınan tedbirler,
- Uygulanan muayene ve deney metodlarında belirtilmeyen veya zorunlu görülmemeyen fakat muayene ve deneylerde yer almış olan işlemler,
- Standarda uygun olup olmadığı,
- Raporun tarih ve numarası,

3 - PİYASAYA ARZ

3.1 - AMBALAJLAMA

Fabrika tuğlaları genel olarak ambalajlanmaksızın piyasaya sunulur. Ancak önceden belirtilmesi halinde ambalajlanarak da piyasaya arz edilir.

Tuğlaların ambalajlanarak piyasaya sunulması halinde Madde 3.2'deki işaretler ve ambalaj içinde bulunan tuğla sayısı ambalajın üzerinde de belirtilmiş olmalıdır.

3.2 - İŞARETLEME

Tuğlaların uygun bir yerine, kolayca okunabilecek ve silinip çıkmayacak şekilde aşağıdaki bilgiler yazılmış bulunmalıdır :

- Yapımcı firmanın ticaret ünvanı veya kısa adı varsa tescilli markası,
- Tuğlanın sınıfını ve tipini göstermek üzere Çizelge -1 de verilen semboller ve Madde 1.1.1 de belirtilen işaretler,
- Bu standardın işaret ve numarası (TS 705 şeklinde)

Bu bilgiler gerektiğinde yabancı dilde de yazılabilir.


4 - ÇEŞİTLİ HÜKÜMLER

Yapımcı veya satıcı bu standarda uygun olarak imal edildiğini beyan ettiği tuğlalar için istendiğinde bu standarda uygunluk beyannamesi vermek veya göstermek zorundadır. Bu beyannamede satış konusu tuğlanın :

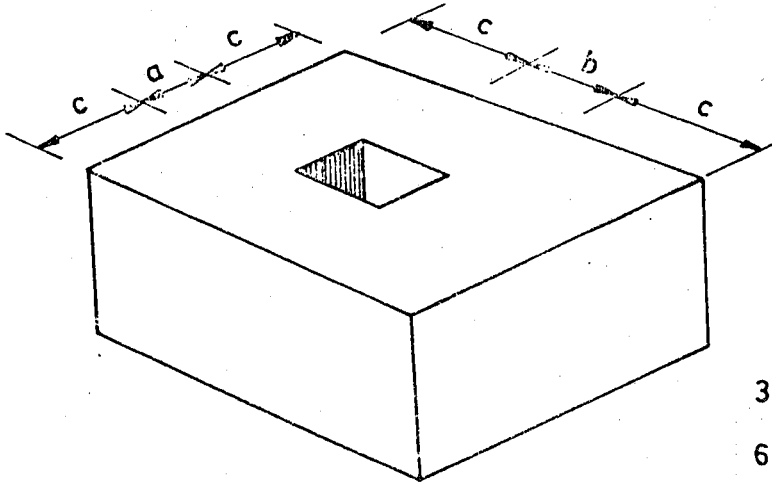
- Madde 1 de belirtilen özelliklerde olduğunun,
- Madde 2 deki muayene ve deneylerin yapılmış ve uygun sonuç alınmış bulunduğu, belirtilmesi gerekir.

**Bu Standard Metninde Atıf Yapılan
Türk Standardı**

TS 2756

 Türk Standardları Enstitüsü	FABRIKA TUĞLALARI (Duvarlar için) KAVRAMA DELİKLERİ	TS 705/1
KASIM 1985 BİRİNCİ BASKI	CLAVBRICKS	UDK 691.421

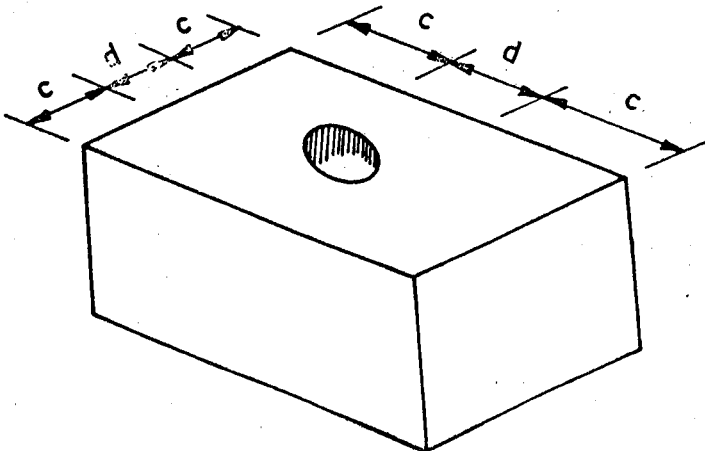
Öcüler mm dir
Belirtilmeyen hususlarda ve biçimlendirmede yapımcı serbesttir.



$$c \geq 50$$

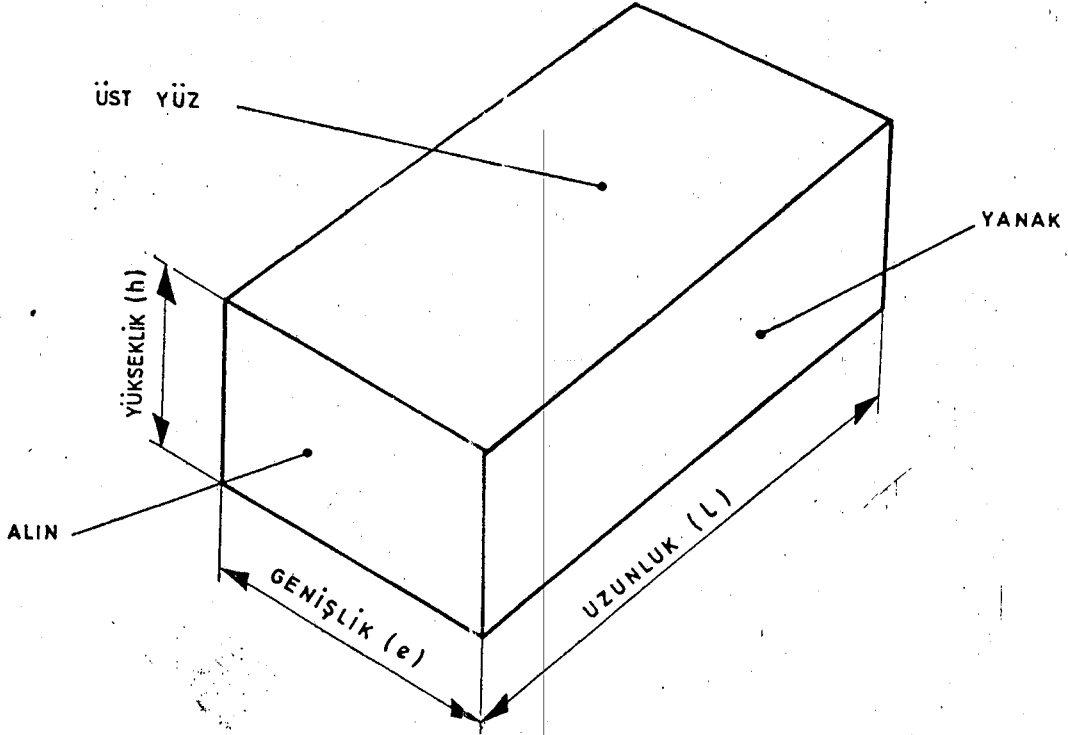
$$35 < a < 45$$

$$60 \leq b \leq 90$$

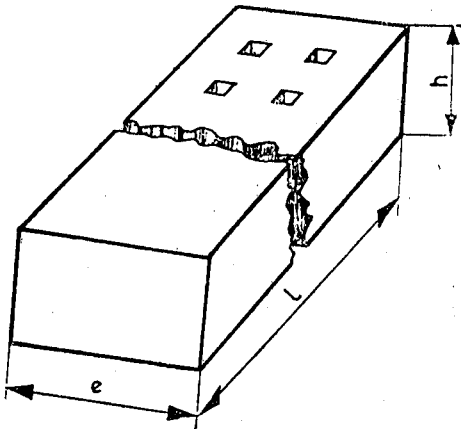


$$c \geq 50$$

$$30 < d \leq 45$$

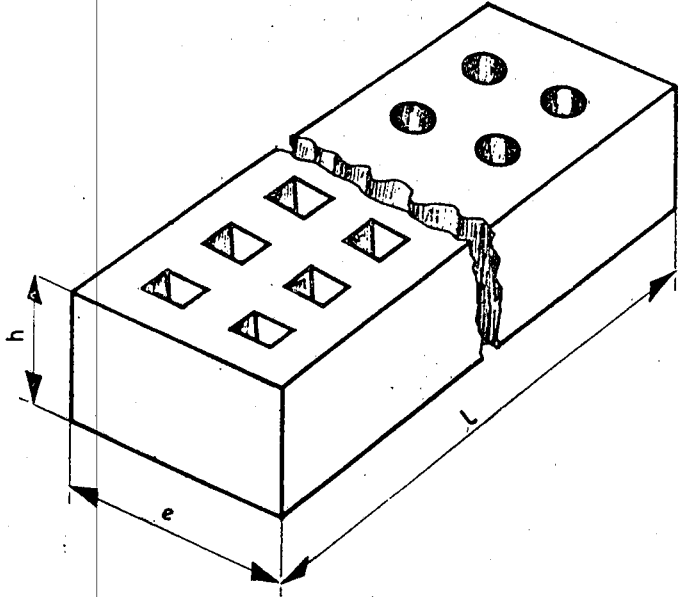


ŞEKİL - 1 Tuğla yüzlerinin adları.

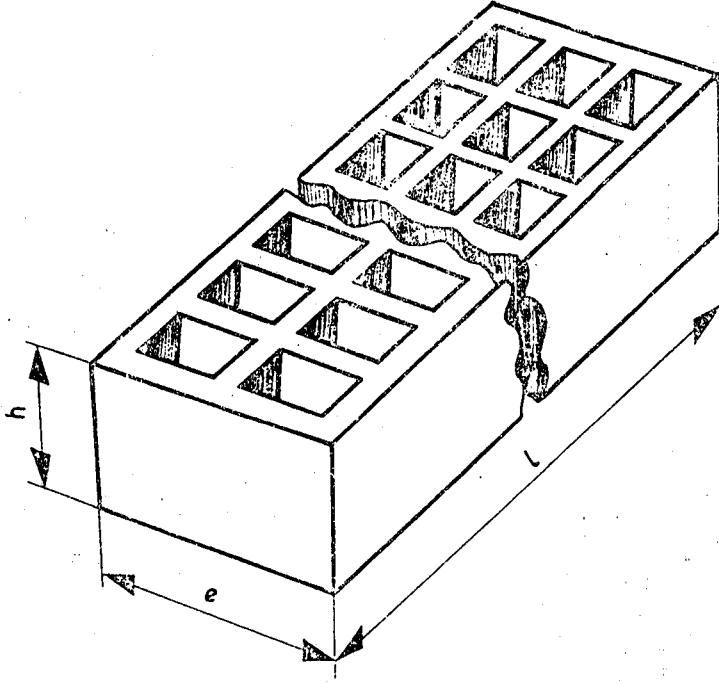


ŞEKİL - 2 Dolu tuğla .

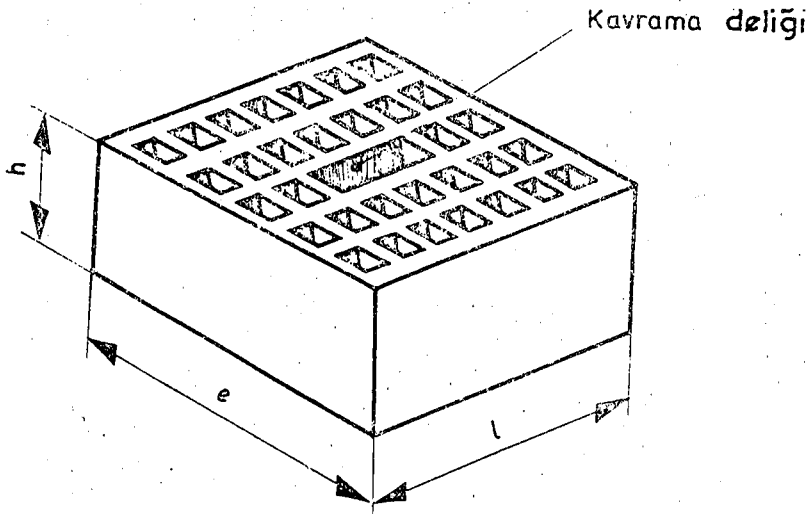
(delik şekil ve sayıları misal olarak verilmiş).



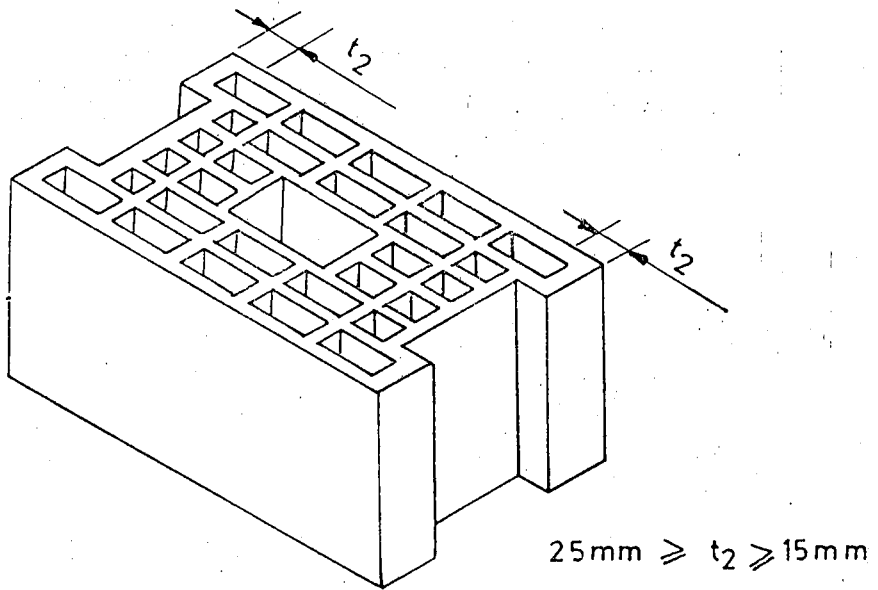
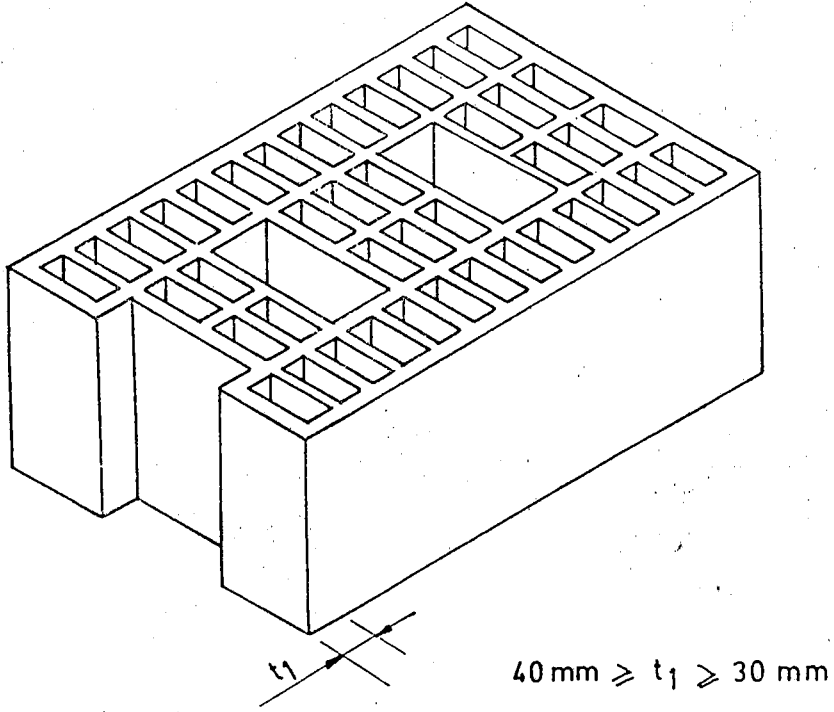
ŞEKİL - 3 Düşey delikli tuğla .



Ş E K İ L - 4 Düşey delikli tuğla .
(delik şekil ve sayıları misal olarak verilmiştir).

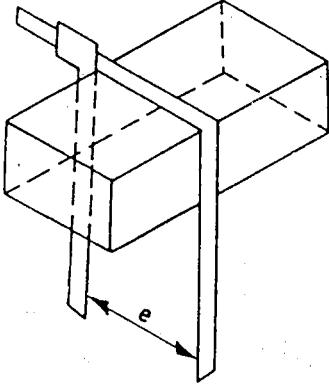


Ş E K İ L - 5 Düşey delikli tuğla ve kavrama deliği
(delik şekil ve sayıları misal olarak verilmiştir).

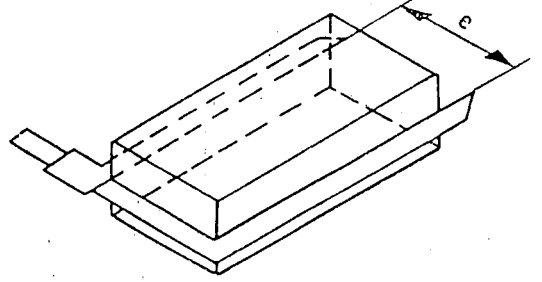


Şekil 6 - Harç cepleri

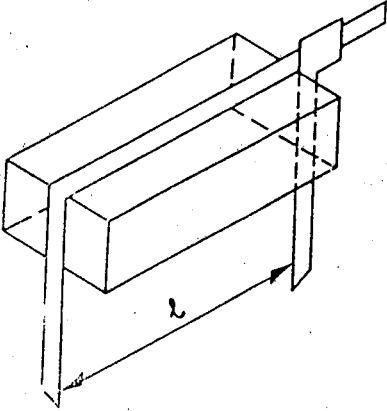
(Delik şekil ve sayıları örnek olarak verilmiştir.)



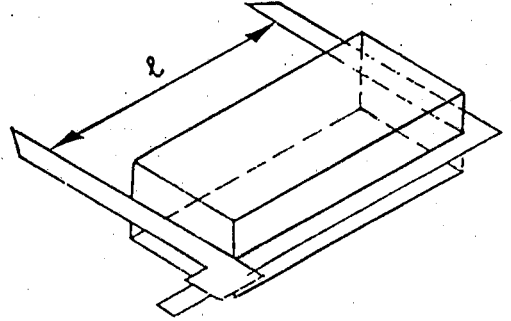
Genişlik ölçülmesi .



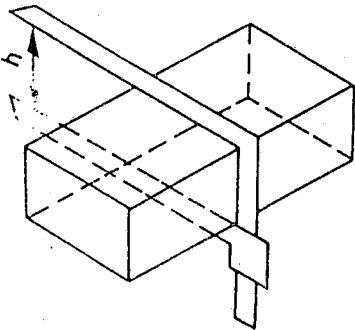
Genişlik ölçülmesi .



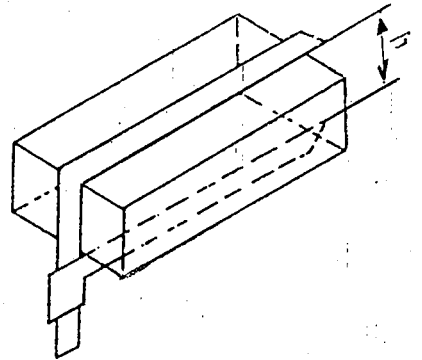
Uzunluk ölçülmesi .



Uzunluk ölçülmesi .



Yükseklik ölçülmesi .



Yükseklik ölçülmesi .

Sekil 7 - Boyutların ölçülmesi

TS 705/Mart 1985 "FABRIKA TUĞLALARI-DUVARLAR İÇİN
DOLU VE DÜŞEY DELIKLI"

Standardı Teknik Kurulumuzun 1 Temmuz 1986 Tarihli Toplantısında
Aşağıdaki Şekilde Tadil Edilmiştir.

ESKI METIN

Madde 1.3 - Boyut ve Toleranslar
Maddesinin 2. paragrafı

"Tuğlanın dış et kalınlığı 10 mm'den
cephe tuğlalarında ise 20 mm'den küçük
olmamalıdır"

YENI METIN


Madde 1.3 - Boyut ve Toleranslar
Maddesinin 2. paragrafı

"İç ve dış et kalınlıkları sınırlandırıl-
mamıştır"

EK.5

TSE 4377/OCAK 1985

" FABRİKA TUĞLALARI-DUVARLAR İÇİN, DÜŞEY DELİKLİ HAFİF "

 Türk Standardları Enstitüsü	FABRIKA TUĞLALARI - DUVARLAR İÇİN, DÜŞEY DELİKLİ HAFİF	TS 4377/Ocak 1985
K A S I M 1 9 8 5 BİRİNCİ BASKI	VERTICALLY PERFORATED LIGHTWEIGHT BRICKS	UDK 691.421

0 - KONU, TANIM, KAPSAM

0.1 - KONU

Bu standard, duvar yapımında kullanılan düşey delikli hafif fabrika tuğlalarının tanımına, sınıflandırma ve özelliklerine, numune alma, muayene ve deneyleri ile piyasaya arz şekline dairdir.

0.2 - TANIMLAR

0.2.1 - Düşey Delikli Hafif Tuğla

Düşey delikli hafif tuğla, ısı iletkenliği daha az olacak şekilde ve gerektiğinde gözenekleştirici katkı maddesi kullanılarak üretilmiş, hacim ağırlığı 1,0 kg/dm³ veya daha az olan düşey delikli fabrika tuğlasıdır.

0.2.2 - Tuğla Yüzlerinin Adları

Tuğla yüzlerinin adları Şekil - 1'de gösterildiği gibi, üst yüz, alt yüz, yanak ve alındır.

0.2.3 - Et Dolgunluğu

Et dolgunluğu, tuğlanın alın yüzüne dik doğrultuda ki herhangi bir delikli sıradan alınan kesitinde et kalınlıkları toplamının bu doğrultudaki anma boyuna oranının mm/m cinsinden değeridir.

0.2.4 - Hacim Ağırlığı (d_h)

Hacim ağırlığı, değişmez kütleyle kurutulmuş tuğlanın kütlesinin deliklerle birlikte tüm hacmine oranıdır.

0.2.5 - Birim Ağırlığı (d_p)

Birim ağırlığı, değişmez kütleyle kurutulmuş tuğlanın kütlesinin, delikleri dışında kalan et kısmının hacmine oranıdır.

0.2.6 - Harç Cebi

Harç cebi, örülmüş duvarda düşey derzlerin ortadan kaldırılması amacı ile duvar harcının konulması için tuğlanın alın yüzünde bırakılan girintidir.

NOT — İlgili diğer tanımlar TS 7051'de verilmiştir.

0.3 - KAPSAM

Bu standard, duvar yapımında kullanılan düşey delikli hafif fabrika tuğlalarını kapsar.

1 - SINIFLANDIRMA VE ÖZELİKLER

1.1 - SINIFLANDIRMA

1.1.1 - Sınıflar

Düşey delikli hafif tuğlalar hacim ağırlığı değerlerine göre:

1) Bu standard metninde atıf yapılan Türk Standardlarının numaraları metnin sonunda verilmiştir.

— 700 kg/m³ (0.7)

— 800 kg/m³ (0.8)

— 900 kg/m³ (0.9)

— 1000 kg/m³ (1.0)

olmak üzere dört,

Yapılış özeliğine göre;

— AB sınıfı, (AB)

— W Sınıfı, (W)

olmak üzere iki,

sınıfa ayrılır.

1.1.2 - Tipler

Düşey delikli hafif tuğla sınıfları kendi aralarında Çizelge - 1'de gösterildiği gibi basınç dayanımlarına göre;

— Tip I

— Tip II

olmak üzere iki,

Don etkisi karşısındaki durumlarına göre;

— Dona dayanıklı (cephe tuğlası) (C)

— Dona dayanıksız olmak üzere iki,

tip'e ayrılır.

ÇİZELGE — 1 Hacim Ağırlıkları ve Basınç Dayanımlarına Göre Tuğla Sınıf ve Tipleri

Tuğlanın		Basınç Dayanımı		Hacim Ağırlığı kg/m ³		Tuğlanın Sembolü
Sınıfı	Tipi	Aritmetik Ortalama En Az Kgf/cm ² (N/mm ²)	En Küçük Değer Kgf/cm ² (N/mm ²)	Max	Min	
0,7	I	30 (2,94)	24 (2,35)	700	601	0,7/30
	II	40 (3,92)	32 (3,14)			0,7/40
0,8	I	40 (3,92)	32 (3,14)	800	701	0,8/40
	II	50 (4,91)	40 (3,92)			0,8/50
0,9	I	50 (4,91)	40 (3,92)	900	801	0,9/50
	II	60 (5,89)	48 (4,71)			0,9/60
1,0	I	65 (6,38)	52 (5,10)	1000	901	1,0/65
	II	80 (7,85)	64 (6,28)			1,0/80

ÇİZELGE — 2 «AB» Sınıfı Tuğlaların Anma Boyutları

Sıra No.	Semboller		Anma Boyutları		
	Normal Tuğla Boyutuna Göre (1)	Modüler Tuğla Boyutlarına Göre (2)	Uzunluk	Genişlik	Yükseklik
1	2,7 NT	3/2 MT	190	90	135
2	5,7 NT	3 MT	190	190	135
3	7,2 NT	3 3/4 MT	190	240	135
4	7,8 NT	4 MT	190	190	85
5	7,6 NT	3 5/4 MT	240	115	235
6	8,7 NT	4 1/2 MT	290	190	135
7	9,6 NT	4 5/6 MT	240	145	235
8	11,5 NT	5 3/4 MT	240	175	235
9	15,0 NT	7 1/2 MT	290	240	185
10	11,7 NT	6 MT	390	190	135
11	15,1 NT	15/2 MT	290	190	235
12	13,5 NT	7 3/4 MT	240	240	235
13	19,1 NT	9 1/3 MT	290	240	235
14	19,8 NT	9 2/3 MT	240	300	235
15	24,0 NT	11 3/4 MT	240	365	235
16	25,7 NT	12 1/2 MT	390	240	235
17	32,3 NT	15 2/3 MT	490	240	235

ÇİZELGE — 3 •W•, Sınıfı Tuğlaların Anma Boyutları

Sıra No.	Semboller		Anma Boyutları		
	Normal Tuğla Boyutuna Göre (1)	Modüler Tuğla Boyutuna Göre (2)	Uzunluk	Genişlik	Yükseklik
1	7,6 NT	3 5/4 MT	* 240	115	235
2	9,6 NT	4 5/6 MT	240	145	235
3	11,5 NT	5 3/4 MT	240	175	235
4	15,1 NT	15/2 MT	290	190	235
5	13,5 MT	7 3/4 MT	240	240	235
6	19,1 NT	9 1/3 MT	290	240	235
7	19,8 NT	9 2/3 MT	240	300	235
8	24,0 NT	11 3/4 MT	240	365	235
9	25,7 NT	12 1/2 MT	390	240	235
10	32,3 NT	15 2/3 MT	490	240	235

NOT — Çizelge - 2 ve Çizelge - '3'deki semboller ile ilgili olarak.

- (1) Sembollerdeki rakamlar, tuğlanın delikleri ile birlikte gerçek hacminin NT gerçek hacmi cinsinden büyüklüğü göstermektedir.
- (2) Sembol'erdaki rakamlar, yaklaşık derz kalınlıkları da göz önünde tutularak tuğlaların duvarda işgal edecekleri hacmi MT cinsinden göstermektedir.

1.2 - ÖZELİKLER

1.2.1 - Biçim ve Görünüş

Tuğlalar dikdörtgenler prizması şeklinde olmalıdır. Tuğlanın yüzleri düzgün olmalı ve Madde 2.2.1'de açıklandığı gibi muayene edildiğinde, yüzeylerin hiçbir yerinde cetvel ve gönye kenarlarından ayrılma 5 mm'den fazla olmamalıdır.

1.2.2 - Tuğladaki Delikler

Tuğlada bulunan delikler, bulunduğu tuğla alt ve

üst yüzlerine olabildiğince eşit aralıklarla ve simetrik olarak dağılmış bulunmalı, eksenleri bu yüzere dik olmalı ve bütün tuğla yüksekliği boyunca devam etmelidir.

Deliklerin kesit şekli istenildiği gibi yapılabilir. Tuğlanın ko.ayca kavranabilmesi için kenarlara en az 50 mm uzaklıkta olmak üzere, kavrama delikleri bulunabilir. Bu delikler kolayca kavranmayı sağlayacak yerlerde tertiplenmelidir. Kavrama delikleri, kare, dikdörtgen veya daire kesitli olabilir. Kare ve dikdörtgen kesitli kavrama deliklerinde alan 50 cm² den ve daire kesitlilerde çap 45 mm den büyük olmamalıdır. Bu delikler Föy - 1'de verilenlere uygun olmalıdır. Tuğlada birden fazla kavrama deliği bulunduğu anda, bu deliklerin arasındaki mesafe 70 mm'den daha az olmamalıdır.

4 MT ve daha büyük tuğlaların alın yüzlerinde harç cebleri bulunmalıdır. Bu cebler karşılıklı düzenlendiğinde en az 15 mm ve en çok 25 mm, tek taraflı yapıldıklarında en az 30 mm ve en çok 40 mm derinlikte olmalıdır. Harç cebinin genişliği tuğla arna genişliğinin 1/2 sinden büyük ve 1/3 ünden küçük olmamalıdır (Şekil - 2). Genişliği 290 mm veya daha fazla olan tuğlalarda aynı yüzeyde iki harç cebi bulunabilir.

Harç cebi alanlarının varsa kavrama deliklerinin alanları ile toplamı, buldukları tuğla yüzünün % 12,5'undan büyük olmamalıdır.

Deliklerin kesit alanları toplamının buldukları tuğla yüzünün alanına oranları, kavrama deliği bulunmayanlarda % 50'den, kavrama deliği bulunanlarda ise % 55'den fazla olmamalıdır. Bu toplam harç cebi alanları katılmaz.

Kavrama delikleri dışında kalan deliklerin her birinin alanı 6 cm² den büyük olmamalıdır. Deliklerin biçimine göre en kesit boyutları, dikdörtgen kesitlide, küçük kenarın boyu 15 mm den, daire kesitlide çap 20 mm'den ve eliptik kesitlide küçük çap 18 mm'den büyük olmamalıdır.

1.2.3 - Delik Sırası Sayıları

W Sınıfı tuğlada bulunacak deliklerin tuğla uzunluklarına paralel yönde oluşturduğu sıralar, genişlik arna boyutlarına göre Çizelge - 4'de verilenlerden daha az sayıda olmamalıdır.

Delik sıralarının sayılması kavrama deliklerinin bulunmadığı kısımda yapılmalıdır.

ÇİZELGE — 4 Arna Boyutuna Göre En Az Delik Sırası Sayısı

Anma Boyutu (mm)	Delik Sıra Sayısı (min)
115	5
145	7
175	8
190	9
240	11
290	13
300	13
365	16
390	17
490	21

ÇİZELGE — 5 En Büyük Birim Ağırlığı Değeri

Tuğla Sınıfı	En Büyük Birim Ağırlığı kg/m ³
0,7	1300
0,8	1400
0,9	1500
1,0	1750

1.2.4 - Et Dolgunluğu

Tuğla'nın Madde 2.2.4'de açıklandığı şekilde muayene ve hesaplanacak et dolgunluğu değerleri 180 mm/m den küçük olmamalıdır (Şekil - 3). W sınıfı, tuğalarda et dolgunluğu değeri 250 mm/m den daha büyük olmamalıdır.

1.2.5 - Hacim Ağırlığı

Tuğla'nın, Madde 2.3.1'de açıklandığı şekilde bulunacak hacim ağırlıkları, sınıflarına göre Çizelge - 1 de verilenlere uygun olmalıdır.

1.2.6 - Birim Ağırlığı

W sınıfı tuğla'nın delik sayısı sayıları, Madde 1.2.3 de belirtilenlere uygun olmadığı takdirde, Madde 2.2.2'de açıklandığı şekilde bulunacak birim ağırlıkları, sınıflarına göre Çizelge - 5'de belirtilenlerden büyük olmamalıdır.

1.2.7 - Basınç Dayanımı

Tuğla'nın Madde 2.3.3'de açıklandığı gibi bulunacak basınç dayanımı değerleri ve bunların aritmetik ortalamaları, sınıf ve tiplerine göre Çizelge - 1'de verilen değerlere uygun olmalıdır.

1.2.8 - Zararlı Kireç ve Manyezi (Magnezi)

Tuğla'nın üzerinde Madde 2.3.4'de açıklanan deney uygulandığında, kullanma sırasında zararlı olabilecek çatlak, kopma, pullanma ve dağılma gibi hasarlar görülmemelidir. Bu hasarların görülmemesine rağmen muayene sonuçlarından şüphe edildiği takdirde, deneyden çıkan tuğla'lar üzerinde Madde 2.3.3'de açıklanan basınç dayanımı deneyi uygulanır. Bu şekilde bulunacak basınç dayanımı değerleri ve bunların aritmetik ortalamaları, sınıf ve tiplerine göre Çizelge - 1'de verilenlerin % 85'inden küçük olmamalıdır.

1.2.9 - Dona Dayanıklılık

Çephe tuğla'nın üzerinde Madde 2.3.5'de açıklanan deney uygulandığında, deneyin bitiminden 24 saat sonra gözle yapılacak muayenede kullanma sırasında zararlı olabilecek çatlak, kopma, pullanma ve dağılma gibi hasarlar görülmemelidir. Bu hasarların görülmemesine rağmen muayene sonuçlarından şüphe edildiği halde, deneyden çıkan tuğla'lar üzerine Madde 2.3.3'de açıklanan basınç dayanımı deneyi uygulanır. Bu şekilde bulunacak basınç dayanımı değerleri ve bunların aritmetik ortalamaları sınıf ve tiplerine göre Çizelge - 1'de verilenlerin % 85 inden küçük olmamalıdır.

1.3 - BOYUTLAR VE BOYUT FARKLARI

Tuğla'nın boyutları «AB» sınıfı için Çizelge - 2'de, «W» sınıfı için «Çizelge - 3» de belirtilen anma boyutlarına uygun olmalı ve bu boyutlar Madde 2.2.3 de açıklandığı şekilde ölçüldüğünde bulunabilecek değerler ile bu boyutlara ait en büyük ve en küçük değerler arasındaki farklar, anma boyutlarına göre Çizelge - 6'da verilenlere uygun olmalıdır.

ÇİZELGE — 6 Tuğla Gerçek Boyutlarının Sınır Değerleri ve Bu Değerler Arasında Kabul Edilebilecek Farklar

Anma Boyutları (mm)	Sınır Değerleri		Boyutlarda Kabul Edilebilecek En Büyük Fark (mm)
	En Büyük (mm)	En Küçük (mm)	
90	93	86	6
115	118	110	6
135	138	130	7
145	148	139	7
175	178	168	8
185	188	174	8
190	193	178	8
235	239	225	9
240	244	229	10
290	294	279	10
300	308	290	11
365	373	355	11
390	395	379	11
490	496	480	12

ÇİZELGE — 7 Özelik, Muayene ve Deneyler

Özelik Madde No.	Ö z e l i k	Muayene ve Deney Madde No.
1.2.1	Biçim ve Görünüş	2.2.1
1.2.2	Tuğladaki Delik ve Boşluklar	2.2.2
1.2.3	Delik Sırası Sayıları	2.2.3
1.2.4	Et Dolgunluğu	2.2.4
1.2.5	Hacim Ağırlığı	2.3.1
1.2.6	Birim Ağırlığı	2.3.2
1.2.7	Basınç Dayanımı	2.3.3
1.2.8	Zararlı Manyezi ve Kireç	2.3.4
1.2.9	Dona Dayanıklılık	2.3.5
1.3	Boyutlar ve Boyut Farkları	2.2.2
3.2	İşaretleme	2.2.1

Harc cebi bulunması halinde tuğlanın harc cebinin bulunduğu yüze dik yöndeki boyutları (uzunluk), Çizelge - 6'da verilen anma boyutlarından en az 5 mm ve en çok 3 mm büyük olmalıdır. Tuğlanın dış et kalınlığı 10 mm den, cephe tuğlasında 20 mm den küçük olmamalıdır.

1.4 - ÖZELİK, MUAYENE VE DENEYLER

Bu standardda öngörülen özellikler ile bunların muayene ve deney madde numaraları Çizelge - 7'de verilmiştir.

2 - NUMUNE ALMA, MUAYENE VE DENEYLER

2.1 - PARTİ VE NUMUNE ALMA

Bir seferde muayeneye sunulan aynı sınıf, tipte ve aynı boyuttaki tuğlalar bir parti sayılır. Bunların bu standardda yazılı özellikleri taşıyıp taşımadıklarını tespit etmek amacı ile yapılacak muayene ve deneylerde kullanılmak üzere, imal veya teslim edilen partiyi temsil edecek şekilde ve gelişigüzel numune alınır. Parti büyüklüğüne göre bir numune takımında bulunacak tuğla sayısı Çizelge - 8'de gösterilmiştir.

Parti büyüklüğüne göre, Çizelge - 8'de gösterilen miktarda, tuğla, numune takımlarını oluşturmak üzere, partiden sistematik olarak ve gelişigüzel ayrılarak alınmalıdır. Bunu yapmak için TS 2756'da açıklanan «Numune Almada Rastgele Sayılar Çizelgesinin Uygulanması Metodu» ile numune alınması sağlanır.

Bunun mümkün olmaması halinde, aşağıda açıklanan metod uygulanmalıdır.

Bunun için partideki tuğlalar, «N» partideki tuğla sayısı olmak üzere 1,2,3 N şeklinde numaralanır veya numaralandığı varsayılır. Numune takımında bulunması gerekli tuğla sayısı (n) olmak üzere $N/n = r$ sayısı hesaplanır, tam sayı değilse tam sayıya yuvarlatılır.

Bu şekilde bulunan (r) tam sayısı esas alınarak, (r) inci, (2r) inci, (3r) inci (nr) inci tuğla ayrılarak alınarak, numune ayırma işlemi, numune takımında edilene kadar sürdürülür.

2.2 - MUAYENELER

Muayeneler bu standarddaki sıra izlenerek numune takımını oluşturan tuğlaların tümü üzerinde uygulanır.

ÇİZELGE — 8 Parti Büyüklüğüne Göre Numune Takımı Büyüklüğü ve Kabul Edilebilecek Kusurlu Tuğla Sayısı

Parti Büyüklüğü (Partideki Tuğla Sayısı)	Numune Takımı Büyüklüğü Numune Takımındaki Tuğla Sayısı	
	Dona Dayanıklı Tuğlalar	Dona Dayanıksız Tuğlalar
35000 o kadar	29	23
35001 — 150000	37	30
150001 — 500000	44	35
500001 ve yukarısı	55	44

2.2.1 - Biçim ve Görünüş Muayenesi**2.2.1.1 - Aygıtlar**

Metal cetvel: 50 cm boyunda, mm bölüntülü,

Metal Gönye: Kenar uzunlukları muayene edilen tuğla boyutlarına uygun.

2.2.1.2 - İşlem

Numune tuğlalar, gözle, elle ve tuğlanın yüzlerine metal cetvelin kenarı ve ayrıtlarına metal gönye uygulanmak sureti ile muayene edilir.

Tuğla yüzlerinde, uygulanan metal cetvel kenarından ve gönye kenarından en büyük ayrılma değeri ölçülür. Bu değer 5 mm veya daha az ise tuğlanın dikdörtgenler prizması şeklinde olduğu kabul edilir. Ayrılmanın 5 mm den fazla olması halinde ise tuğlanın dikdörtgenler prizması şeklinde olmadığı anlaşılır.

Muayene sonuçlarının, cetvel ve gönye kenarlarından sapma bakımından Madde 1.2.1'de belirtilenlere uygun olup olmadığına ayrıca tuğla üzerinde Madde 3.2'deki işaretlerin bulunup, bulunmadığına bakılır.

2.2.2 - Boyut Muayenesi

Numune tuğlaların boyutları, kolları tuğlanın en büyük boyutunu ölçebilecek uzunlukta bir kumpas yardımı ile ölçülür.

Tuğlanın üç boyutundan her biri, birbirine dik doğrultuda, Şekil - 4'de gösterildiği gibi ikişer kez ve 0,1 mm duyarlılıkla ölçülüp aritmetik ortalaması alınarak bulunur. Kesir'er milimetreye yuvaratılır ve kaydedilir. Kaydedilen boyutların ve bunların en büyüğü ile en küçüğü arasındaki farkların Madde 1.3'de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

Deliklerin, varsa kavrama delikçeri ve harç cep'lerinin boyutları ile et kalınlıkları 0,1 mm duyarlılık bir kumpas ile ölçülerek sonuçların Madde 1.2.2 ve Madde 1.3'de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.2.3 - Delik Sırası Sayıları

Numune tuğlalarda bulunan deliklerin tuğla uzunluğuna paralel sıralarının sayıları tespit edilir. Delik sırası sayılarının bu hususta Madde 1.2.3'de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.2.4 - Et Dolgunluğu Muayenesi

Numune tuğlaların, genişliklerine paralel olan etlerinin kalınlıkları bir kumpas ile 0,1 mm duyarlılıkla ölçülür ve toplamı milimetreye yuvarlatılarak alınır (e_t) Bu toplam tuğlanın uzunluk anma boyutuna oranlanarak aşağıdaki bağıntı ile et dolgunluğu hesaplanır (Şekil - 3)

$$d_e = \frac{e_t}{l} \times 1000 \text{ (mm/m)}$$

Burada;

d_e = Et dolgunluğu, (mm/m)

e_t = Et kalınlıklarının toplamı, (mm)

l = Uzunluk anma boyutu, (mm)

dir.

Bulunan sonucun Madde 1.2.4'de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.3 - DENEYLER

Deneylerde, numune takımı büyüklüğüne göre Çizim - 9'da gösterilen sayıda tuğla kullanılır. Bu tuğla'lar numune takımını oluşturan tuğla'lar arasından gelişigüzel ayrılarak alınır.

Deney için numune takımını oluşturan tuğlalar herhangi bir yerden başlanarak 12,3 ... N şeklinde numaralanır veya numaralandığı varsayılır. Yapılacak deneylerde kullanılacak tuğla'lar, numaralanmış olanlardan deneyde kullanılacak kadar tuğla sıra ile ayrılarak elde edilir. Her deney için gereken numuneler, bir önceki deneyde kullanılmış son numunciyi izleyen numunedan başlanıp sıra ile sayılarak ayrılır. Bu şekilde sayıp ayırma işleminde takımın başındaki tuğladan başlanıp sona doğru sayılarak işlem sürdürülür.

ÇİZELGE — 9 Numune Takımı Büyüklüğüne Göre Deneyin Uygulanacağı Tuğla Numunesi Sayıları ve Kabul Edilebilecek Kusurlu Tuğla Sayıları

Numune Takımı Büyüklüğü		Deneyler ve Uygulanacağı Tuğla Numunesi Sayıları					Kabul Edilebilir Kusurlu Tuğla Sayısı	
Dona Dayanıklı	Dona Dayanaksız	Hacim Ağırlığı	Birim Ağırlığı	Basınç Dayanımı	Dona Dayanıklılık	Zarar Manyezi ve Kireç	Dona Dayanıklı	Dona Dayanaksız
29	23	10	6	10	5	5	3	2
37	30	13	7	13	7	7	3	3
44	35	16	8	16	8	8	4	3
55	44	20	10	20	10	10	5	4

2.3.1 - Hacim Ağırlığı Deneyi

2.3.1.1 - Aygıtlar :

- Etüv : 110°C ± 5°C sıcaklıkta tutulabilen,
- Terazi : Yeterli kapasitede ve 0.1 g duyarlı.
- Kumpas : Kolları tuğlanın en büyük boyutunu ölçebilecek uzunlukta ve 0,1 mm duyarlılıkta.

2.3.1.2 - İşlem

Numune tuğlalar, sıcaklığı 110°C ± 5°C'a ayarlanmış etüve yerleştirilir ve değişmez kütleyle varılana kadar kurutulur. (Dört saat ara ile birbirini izleyen iki tartım arasındaki fark son tartımın % 0,5'i kadar veya daha az olduğunda değişmez kütleyle erişildiği kabul edilir). Bu tartım grama yuvarlatılarak kg cinsinden tespit edilir (m_k).

Bu şekli'de kurutulmuş tuğla numuneleri oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra boyutları Madde 2.2.2'de açıklandığı gibi ölçülerek, tuğlanın hacmi dm^3 cinsinden ve bindebir hanesine yuvarlatılarak hesaplanır (V_h). Tuğlanın hacim ağırlığı aşağıdaki bağıntı ile ve yüzde bir hanesine yuvarlatılarak bulunur.

$$d_h = \frac{m_k}{V_h} \times 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Burada ;

d_h = Tuğlanın hacim ağırlığı, (kg/m³)

m_k = Değişmez kütleyle kadar kurutulmuş tuğla numunesinin kütlesi, (kg)

V_h = Tuğla numunesinin hacmi, (dm³)

dır.

Bulunan sonucun Madde 1.2.5'de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.2 - Birim Ağırlığı Deneyi

Tuğlaların delik sıra sayıları bakımından Madde 1.2.3'de belirtilenlere uygun olmaması halinde, tuğla numuneleri üzerinde birim ağırlık tayini deneyi yapılır.

2.3.2.1 - Aygıtlar ;

- Etüv : Madde 2.3.1.1'de belirtilen
- Terazi : Yeterli kapasitede 0,1 g duyarlı, su içinde de tartım yapabilen.
- Su kabı : Tuğla numunelerini içine alabilecek büyüklükte, içinde su kaynatılabilecek malden yapılmış,

2.3.2.2 - İşlem

Tuğla numunesi 110°C ± 5°C sıcaklığa ayarlanmış

etüve yerleştirilerek Madde 2.3.1.2'de belirtildiği gibi değişmez kütle tespit edilir (m_k).

Etüvden çıkarılan tuğla oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, uzunluğu düşey olacak şekilde uzunluğunun yaklaşık 1/2'si kadar derinlikte su bulunan su kabına yerleştirilir. Bir saat sonra tuğlanın

$\frac{3}{4}$ 'ü, iki saat sonra ise tamamı su altında kalacak

şekilde kaba su ilave edilir. Bu şekilde de bir saat beklendikten sonra kap, tuğla numunesi ile birlikte bir ısı kaynağının üzerine konularak içindeki su kaynatılır. Buharlaşan su yerine zaman zaman kaynar su ilave edilerek tuğla numunesinin devamlı olarak su altında bulunması sağlanır. Kaynama 5 saat sürdürülür.

Su kabı ısı kaynağından uzaklaştırılarak içindeki su ve tuğla numunesi ile birlikte bekletilir ve oda sıcaklığına kadar soğuması sağlanır. Soğuyan tuğla su içinde tartılır (m_s). Sonra sudan çıkarılarak, ıslatılarak sıkılmış bir sünger veya bez ile, su damlaları alınır ve beklenilmeksizin tartılır (m_n). Bu tartımlar grama yuvarlatılarak kg cinsinden tespit edilir. Tuğlanın birim ağırlığı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$d_b = \frac{m_k}{m_n - m_s} \times 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Burada;

d_b = Tuğla birim ağırlığı, (kg/m³)

m_k = Değişmez kütleyle kadar kurutulmuş tuğla numunesinin kütlesi, (kg)

m_s = Suya doymuş tuğla numunesinin su içindeki tartımı, (kg)

m_n = Suya doymuş tuğla numunesinin havadaki tartımı, (kg)

dır.

2.3.3 - Basınç Dayanımı Deneyi

2.3.3.1 - Aygıtlar

— Basınç Deney Presi: Basınç uygulayan başlığı mafsal ile donatılmış, uygulanan yükün en az yüzde biri kadar duyarlıkta,

— Kumpas

Madde 2.2.2'de belirtilen.

2.3.3.2 - İşlem

Numune tuğlaların basınç uygulanacak delikli yüzeyleri boyutları Madde 2.2.2'de açıklandığı gibi ölçüldükten sonra bir hacim TS 19 PÇ 325 Portland Çimentosu ve bir hacim 0.1 mm'lik yıkanmış doğal kum ile yapılmış harç'a, bir D.K.P. çelik levha veya düz gün ayna camı kullanılmak sureti ile düzlenerek deneye hazırlanır. Düzleme harçları mümkün olduğu kadar incecik olmalı 5 mm den kalın olmamalıdır. Tuğlanın delikleri harçla dolmamalıdır. Bunun için harçlamadan önce bu delikler kağıt ile tıkanarak harcın girmesi önlenmelidir.

Bu suretle hazırlanan deney numuneleri, ilk iki gün nemli bir yerde, sonra da 20°C ± 5°C sıcaklıkta ve en az % 55 bağıl nemli bir ortamda 7 gün olmak üzere toplam 9 gün yaşa ulaşana kadar bekletilir.

Bu şekilde hazırlanan numune deney presinin başlıkları arasına ve tam ortaya gelecek şekilde yerleştirilir. Basınç gerilmesi saniyede 5 ~ 6 kgf/cm² artacak şekilde ve çarpmasız olarak devamlı artan bir yük tuğlanın alt ve üst yüzlerine dik olarak tuğla numunesi kırılana kadar uygulanır. En büyük yük tespit edilir (P_k).

Tuğlanın basınç dayanımı numunenin kırıldığı andaki P_k yükü, tuğlanın A_0 yüklenme alanına bölünerek aşağıdaki bağıntı ile bulunur:

$$f_c = \frac{P_k}{A_0} \times k \text{ (kgf/cm}^2\text{) (N/mm}^2\text{)}$$

Burada :

f_0 = Tuğ anın basınç dayanımı kgf/cm², (N/mm²)

P_k = Kırılmaya neden olan en büyük yük, kgf (N)

A_0 = Tuğlanın basınç uygulanan yüzünün alanı, cm² (mm²)

k = Tuğlanın Çizelge - 10'da verilen biçim katsayısı, dir.

Alanın hesaplanmasında delik alanları A_0 yükleme alanından düşülmez. Sonuçların ve bunların aritmetik ortalamalarının Madde 1.2.7'de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

ÇİZELGE — 10 Basınç Dayanımı Hesaplanması İçin Tuğlanın Biçim Katsayısı

Tuğla Anma Yüksekliği (mm)	Biçim Katsayısı (k)
135 \cong	1,00
185	1,10
235	1,25

2.3.4 - Zararlı Madde (Kireç ve Manyezi) Deneyi

2.3.4.1 - Aygıtlar

— Su Kabı: Madde 2.3.2.1'de belirtilen.

2.3.4.2 - İşlem

Deneyin uygulanacağı tuğlalar, içinde oda sıcaklığında su bulunan su kabına ve tamamen su altında kalacak şekilde yerleştirilir. Bu şekilde 24 saat bekletildikten sonra kap bir ısı kaynağının üzerine yerleştirilerek kaynatılır. Tuğlalar kaynamakta olan su içinde iki saat tutulur.

Sonra su kabı, içindeki su ve tuğlalar ile birlikte oda sıcaklığına kadar soğumaya bırakılır. Soğuyan tuğlalar burdan çıkarılıp gözle muayene edilir. Çatlama, kopma, pullanma, dağılma vb. hasarların oluşup oluşmadığına bakılır.

İnceleme sonuçlarından şüphe edilmesi halinde, zararlı madde deneyinden geçmiş tuğla numuneleri üzerinde Madde 2.3.3'de belirtilen basınç dayanımı deneyi uygulanır.

Sonuçların Madde 1.2.8'de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.5 - Dona Dayanıklılık Deneyi

2.3.5.1 - Aygıtlar

Su kabı: Deney numunelerini alabilecek büyüklükte,

Soğuk hava dolabı: Sıcaklığı dört saatte - 15°C'a düşecek şekilde ayarlanabilen.

2.3.5.2 - İşlem

Su kabına, deney uygulanacak tuğla numunesinin uzunluğunun yaklaşık 1/4'ü kadar derinlikte su konularak tuğla alını üzerine (uzunluğu düşey olacak şekilde) yerleştirilir. Bir saat sonra tuğlanın yarısı ve ikinci saatin sonunda 3/4'ü ve 24 saatin sonunda ise tamamı su altında kalacak şekilde kabın su konur. Tuğlalar bu durumda 48 saat su içinde bırakıldıktan sonra, sudan çıkarılarak soğuk hava dolabına konulur. Dolap, sıcaklığı dört saatte - 15°C'a düşecek şekilde ayarlanır. Tuğla numuneleri bu sıcaklıkta 2 saat bırakıldıktan sonra, soğuk hava dolabından çıkarılarak, oda sıcaklığındaki su ile dolu su kabına, tamamen su içinde kalacak şekilde yerleştirilir ve suyun içinde donun çözülmesi için bir saat bekletilir.

Bu işlem 25 kez tekrarlanır. Her keresinden sonra numuneler dikkatle incelenerek üzerlerinde çatlama, kopma, pullanma, dağılma vb. hasarların oluşup oluşmadığı incelenerek kaydedilir.

İnceleme sonuçlarından şüphe edilmesi halinde don deneyinden geçirilmiş numunelerin üzerinde Madde 2.3.3'de belirtilen basınç dayanımı deneyi uygulanır.

Sonuçların Madde 1.2.9'da belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.4 - DEĞERLENDİRME

Numune takımını oluşturan tuğla numuneleri üzerinde muayene ve deneyler bu sandarddaki sıraya göre uygulanır.

Bu muayene veya deneylerde herhangi birinde olumsuz sonuç alınan bir tuğla numunesi kusurlu sayılarak ayrılır ve bundan sonraki muayene ve/veya deneyler bu kusuru tuğla üzerinde uygulanmaz. Bu şekilde bütün muayene ve deneyler tamamlandıktan sonra, kusurlu görülen tuğlaların sayısının Çizelge - 9'da belirtilen, kabul edilebilir kusurlu tuğla sayısına eşit veya daha az olması halinde numune takımının alındığı tuğla partisinin bu standarda uygun olduğu kabul edilir. Kusurlu tuğla sayısının Çizelge - 9'da belirtilenlerden fazla olması halinde partinin standarda aykırı olduğu anlaşılır. Hem bir ortalama hem de bir minimum sınır değeri belirtilen özellikler ile ilgili deney sonuçlarının değerlendirilmesinde aşağıdaki şekilde hareket edilir:

— Hesaplanan ortalamanın, özellik maddesinde verilenlere uygun olmaması,

— Hesaplanan ortalama değer özellik maddesinde belirtilenlere uygun olmakla birlikte en küçük değer olarak verilen sınırın altında kalan tuğlaların bulunması hallerinde, numune takımının alındığı tuğla partisinin bu standarda aykırı olduğu anlaşılır.

2.5 - MUAYENE VE DENEY RAPORU

Muayene ve deneylerden sonra düzenlenecek raporda aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır:

— Muayene ve deneylerin yapıldığı yerin ve laboratuvarın, muayene ve deneyleri yapan ve/veya raporu imzalayan yetkililerin adları, görev ve meslekleri,

— Numunenin tanıtılması,

— Muayene ve deney tarihi,

— Muayene ve deneylerde uygulanan standartların numaraları,

— Sonuçların gösterilmesi,

— Muayene ve deney sonuçlarını değiştirebilecek etkilerin sakıncalarını önlemek üzere alınan tedbirler,

— Uygulanan muayene ve deney metodlarında belirtilmeyen veya zorunlu görülmeyen, fakat muayene ve deneylerde yer almış olan işlemler,

— Standarda uygun olup olmadığı,

— Raporun tarih ve numarası.

3 - PİYASAYA ARZ

3.1 - AMBALAJ

Tuğlalar, genel olarak ambalajlanmaksızın piyasaya sunulur. Ancak önceden belirtilmesi halinde ambalajlanarak da piyasaya arz edilir.

Tuğlaların ambalajlanarak piyasaya sunulması halinde Madde 3.2'deki işaretler ve ambalaj içinde bulunan tuğla sayısı ambalaj üzerinde de belirtilmiş olmalıdır.

3.2 - İŞARETLEME

Tuğlaların uygun bir yerine kolayca okunabilecek ve silinip çıkmayacak şekilde aşağıdaki bilgiler yazılmış bulunmalıdır:

— Yapımcı firmanın ticaret ünvanı veya kısa adı varsa tescilli markası.

— Tuğlanın sınıfını ve tipini göstermek üzere Çizelge - 1'de verilen semboller, Madde 1.1.1 ve Madde 1.1.2'de belirtilen işaretler,

-- Bu standardın işaret ve numarası (TS 4377 şeklinde),

Bu işaretler gerektiğinde yabancı dilde de yazılabilir.

4 - ÇEŞİTLİ HUKÜMLER

Yapımcı veya satıcı, bu standarda uygun olarak imal edildiğini beyan ettiği tuğlalar için, istenmesi halinde, bu standarda uygunluk beyannamesi vermek veya göstermek zorundadır. Bu beyannamede satış konusu tuğlanın:

— Madde 1'de verilen özelliklerde olduğunu,

-- Madde 2'deki muayene ve deneylerin yapılarak uygun sonuç alınmış bulunduğunun,

belirtilmesi gerekir.

Bu Standard Metninde Atıf Yapılan Türk Standardları
TS 705
TS 2756



Türk Standardları Enstitüsü

FABRİKA TUĞLALARI (Duvarlar için)
KAVRAMA DELİKLERİ

TS 4377/1

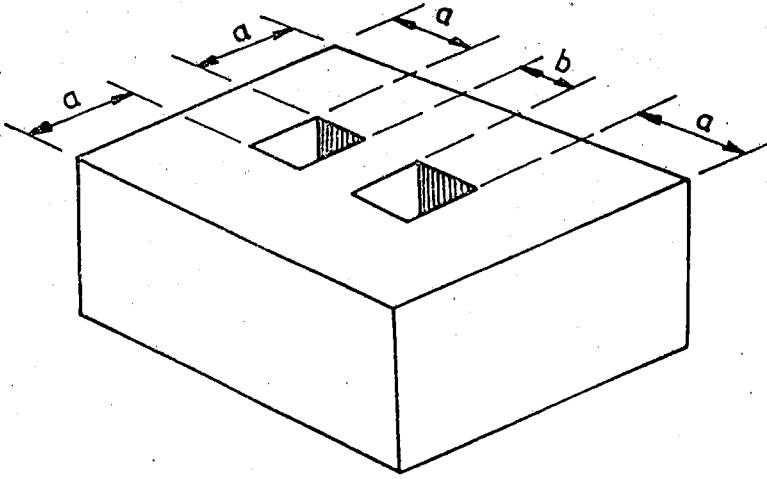
KASIM 1985

BİRİNCİ BASKI

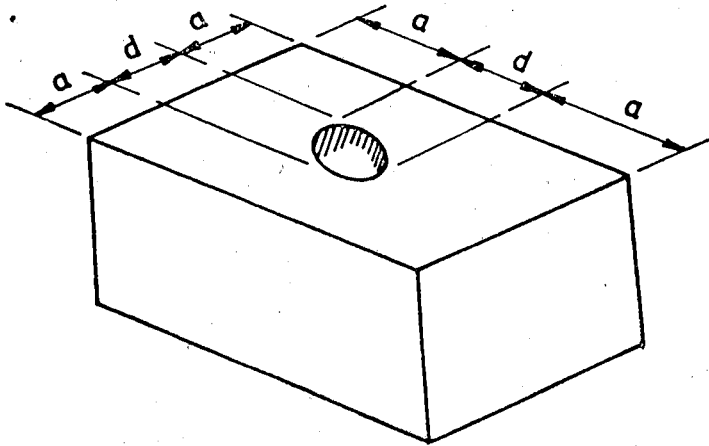
CLAY BRICKS

UDK 691.421

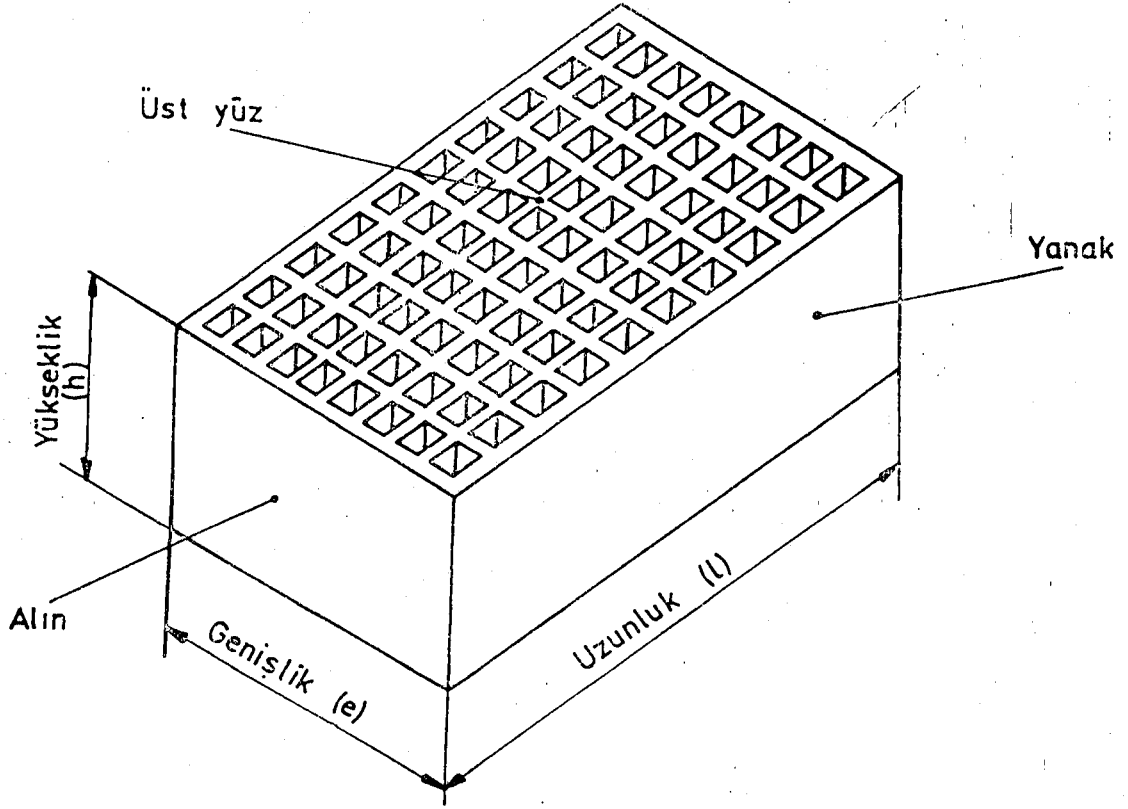
Öçüleri mm dir
Belirtilmeyen hususlarda ve biçimlendirmede yapımcı serbesttir.



$a \geq 50$
 $b > 70$

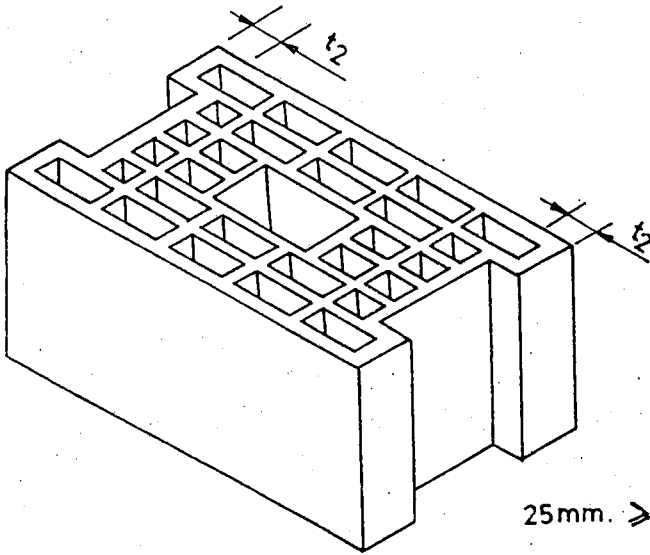
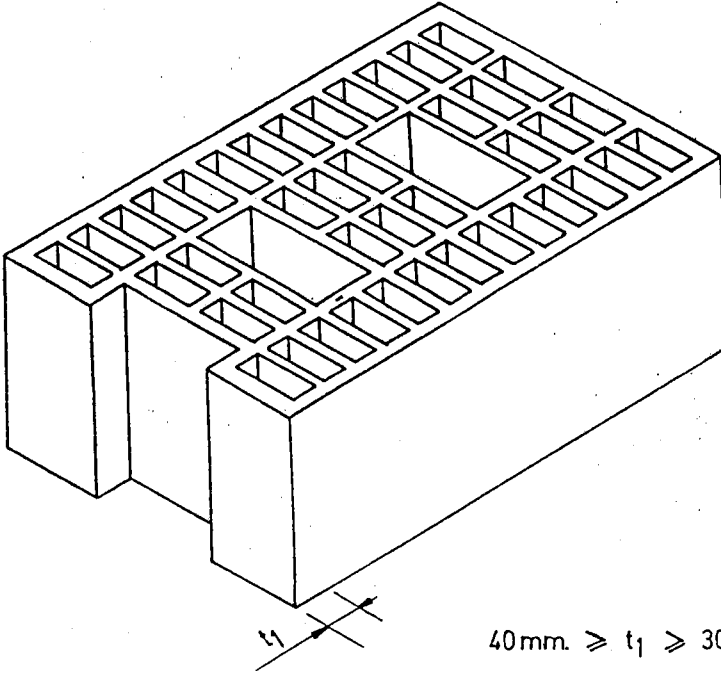


$a \geq 50$
 $d \leq 45$



Şekil 1 - Tuğla yüzlerinin adları

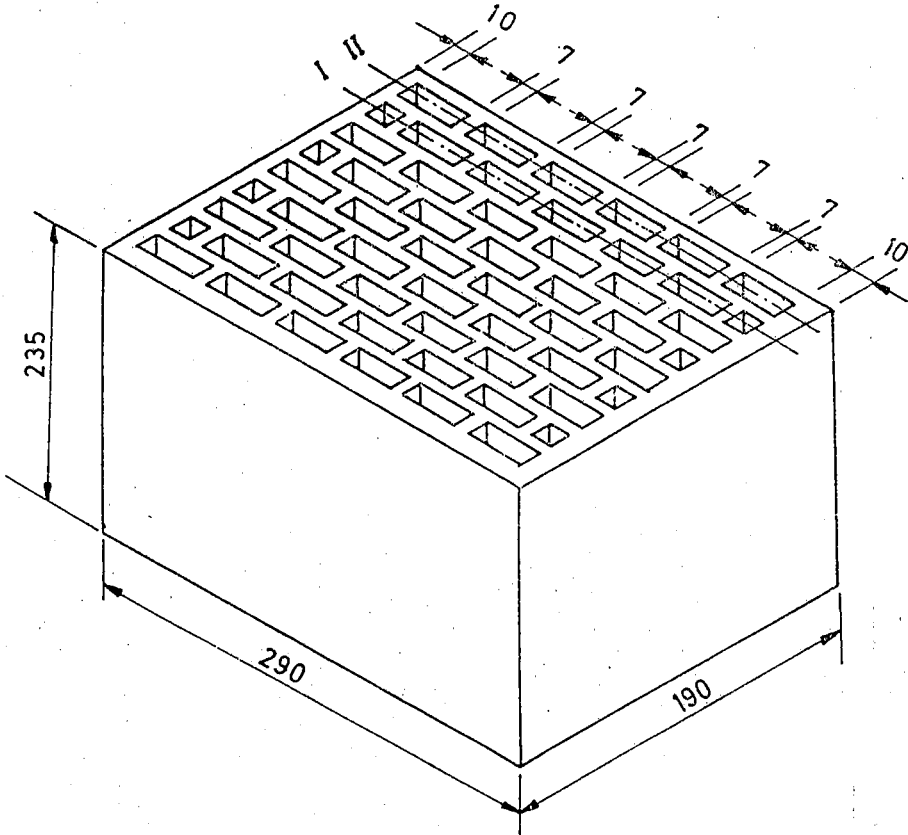
(Delik şekil ve sayıları örnek olarak verilmiştir.)



Şekil 2 -Harç cepleri

(Delik şekil ve sayıları örnek olarak verilmiştir.)

Ölçüler mm'dir.



$$I) \quad 6 \times 7 + 2 \times 10 = 62$$

$$\frac{62}{290} \times 1000 = 213$$

$$180 < 213 < 250$$

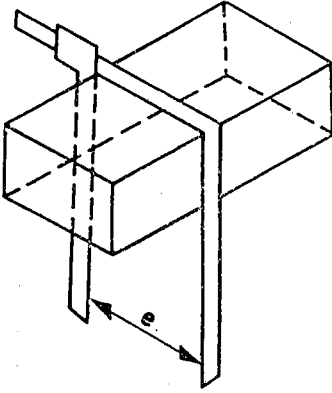
$$II) \quad 5 \times 7 + 2 \times 10 = 55$$

$$\frac{55}{290} \times 1000 = 190$$

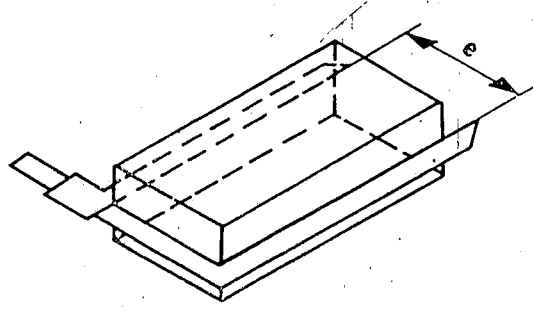
$$180 < 190 < 250$$

Şekil 3-Et dolgunluğu

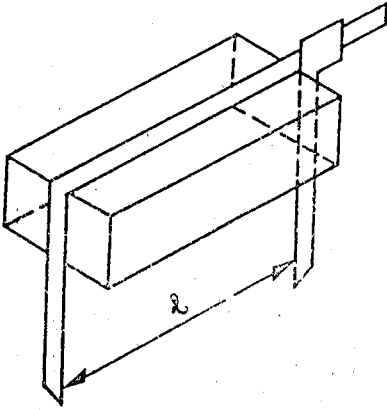
(Delik şekil ve sayıları örnek olarak verilmiştir.)



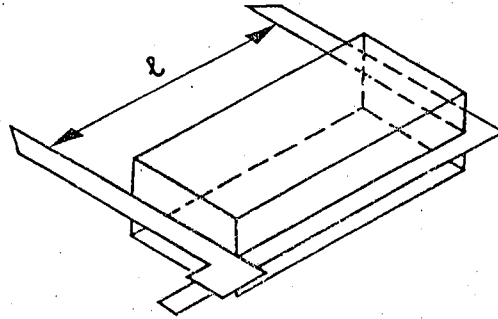
Genişlik ölçülmesi.



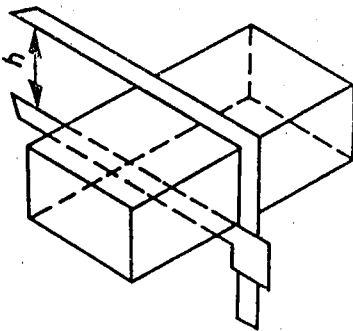
Genişlik ölçülmesi.



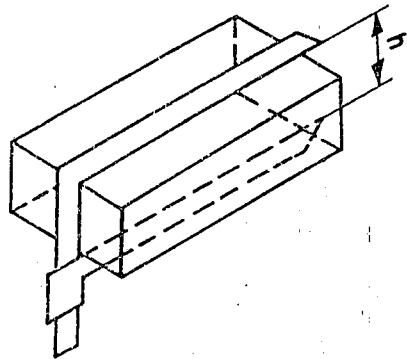
Uzunluk ölçülmesi.



Uzunluk ölçülmesi.



Yükseklik ölçülmesi.



Yükseklik ölçülmesi.

Şekil 4_Boyutların ölçülmesi

EK.6

TSE 4563/EKİM 1985

" FABRİKA TUĞLALARI-DUVARLAR İÇİN, YATAY DELİKLİ "

FABRİKA TUĞLALARI
DUVARLAR İÇİN - YATAY DELİKLİ

0 - KONU, TANIM, KAPSAM

0.1 - KONU

Bu standard, duvarlar için yatay delikli fabrika tuğlalarının tanımına, sınıflandırma ve özelliklerine, numune alma, muayene ve deneyleri ile piyasaya arz şekline dairdir.

0.2 - TANIMLAR

0.2.1 - Yatay Delikli Tuğla

Yatay delikli tuğla, delik eksenleri alın yüzeyine dik ve hacim ağırlığı $1,0 \text{ kg/dm}^3$ veya daha az olan fabrika tuğlasıdır.

NOT - Bu standardda "yatay delikli Tuğla" deyimini yerine "tuğla" deyimini de kullanılmıştır.

0.2.2 - Tuğla Yüzlerinin Adları

Tuğla yüzlerinin adları Şekil - 1'de gösterildiği gibi üst yüz, alt yüz, yanak ve alındır.

0.2.3 - Diğer Tanımlar

Diğer ilgili tanımlar TS 705¹⁾ de verilmiştir.

0.3 - KAPSAM

Bu standard, duvar yapımında kullanılan yatay delikli tuğlaları kapsar.

1 - SINIFLANDIRMA VE ÖZELİKLER

1.1 - SINIFLANDIRMA

1.1.1 - Sınıflar

Yatay delikli tuğlalar, hacim ağırlıklarına göre

- 1000 kg/m^3 (1,0)

- 900 kg/m^3 (0,9)

- 800 kg/m^3 (0,8)

- 700 kg/m^3 (0,7)

- 600 kg/m^3 (0,6)

olmak üzere beş,

Basınç dayanımı değerlerine göre,

- 75 kgf/cm^2 Basınç Dayanımlı (7,5)

- 50 kgf/cm^2 Basınç Dayanımlı (5,0)

- 25 kgf/cm^2 Basınç Dayanımlı (2,5)

olmak üzere üç

sınıfa ayrılır.

1) Bu standard metninde atıf yapılan Türk Standardlarının numaraları metnin sonunda verilmiştir.

1.1.2 - Tipler

Yatay delikli tuğlalar alınlarının harçlanabilmesi bakımından yapıllışlarına göre:

- Harçlananlar (N)
 - Harçlanmayanlar (M)
- olmak üzere iki,

Dona dayanıklı olup olmadıklarına göre

- Dayanıklı (C)
 - Dayanıksız (S)
- olmak üzere iki tipe ayrılır.

1.2 - ÖZELİKLER

1.2.1 - Biçim ve Görünüş

Tuğlalar dikdörtgen prizma şeklinde olmalıdır. Tuğlanın yüzleri düzgün olmalı ve Madde 2.2.1 de açıklandığı gibi muayene edildiğinde, yüzeyin hiç bir yerinde cetvel veya gönye kenarlarından ayrılma 5 mm den fazla olmamalıdır.

1.2.2 - Tuğladaki Delikler

Yatay delikli tuğlada delikler, buldukları tuğla alın yüzüne mümkün olduğu kadar simetrik olarak dağılmış bulunmalı, eksenleri bu yüzlere dik olmalı ve bütün tuğla uzunluğunca devam etmelidir. Deliklerin kesit şekli istenildiği gibi yapılabilir.

Alınları harçlanan tipteki tuğlaların alın yüzlerinin tuğla yüksekliğine paralel kenarlarında en az 35 mm genişliğinde harçlama alanları düzenlenmiş olmalıdır. (Şekil - 2). Harçlama alanlarındaki deliklerin herbirinin alanı 6 cm² den büyük olmamalıdır. Delikler, kare, dikdörtgen veya daire şeklinde düzenlenebilir. Bu delikler dikdörtgen kesitli olduklarında dikdörtgenin küçük kenarının uzunluğu 15 mm den, daire kesitli deliklerin çapı 25 mm den büyük olmamalıdır.

1.2.3 - Hacim Ağırlığı

Tuğlaların, Madde 2.3.1 de açıklandığı gibi bulunacak hacim ağırlıkları Çizelge - 1 de verilenlere uygun olmalıdır:

ÇİZELGE - 1 Tuğlaların Sınıflarına Göre Hacim Ağırlıkları

TUĞLA SINIFI	HACİM AĞIRLIĞI DEĞERLERİ kg/m ³	
	En çok	En az
1,0	1000	901
0,9	900	801
0,8	800	701
0,7	700	601
0,6	600	501

1.2.4 - Basınç Dayanımı

Tuğlaların Madde 2.3.2 de belirtildiği gibi bulunacak basınç dayanımları ve bunların aritmetik ortalamaları sınıflarına göre Çizelge - 2 de verilen değerlere uygun olmalıdır.

1.2.5 - Zararlı Kireç ve Manyezi

Tuğla numuneleri üzerinde Madde 2.3.3 de açıklanan deney uygulandığında, gözle yapılacak muayenede kullanma sırasında zararlı olabilecek çatlak, kopma, pullanma ve dağılma gibi hasarlar görülmemelidir. Bu hasarların görülmemesine rağmen muayene sonuçlarından şüphe edildiği takdirde, zararlı madde deneyinden çıkan tuğlalar üzerinde Madde 2.3.2 de açıklanan basınç dayanımı deneyi uygulanır. Bu şekilde bulunacak basınç dayanımı değerleri ve bunların aritmetik ortalamaları Çizelge - 2 de verilenlerin %85 inden daha küçük olmamalıdır.

ÇİZELGE - 2 Tuğlaların Sınıflarına Göre Basınç Dayanımları

TUĞLA SINIFI	BASINÇ DAYANIMI kgf/cm ² (N/mm ²)	
	ARİTMETİK ORTALAMA	EN KÜÇÜK DEĞER
	En az	
(7,5)	75 (7,5)	60 (6,0)
(5,0)	50 (5,0)	40 (4,0)
(2,5)	25 (2,5)	20 (2,0)

1.2.6 - Dona Dayanıklılık

Dona dayanıklı tipteki tuğla numuneleri üzerinde Madde 2.3.4 de açıklanan dona dayanıklılık deneyi uygulandığında, deneyin bitiminden 24 saat sonra gözle yapılacak muayenede, kullanma sırasında zararlı olabilecek çatlak, kopma, pullanma ve dağılma gibi hasarlar görülmemelidir. Bu hasarların görülmemesine rağmen muayene sonuçlarından şüphe edildiği hallerde, dona dayanıklılık deneyinden çıkan tuğla numuneleri üzerinde Madde 2.3.2 de açıklanan basınç dayanımı deneyi uygulanır. Bu şekilde bulunacak basınç dayanımı değerleri ve bunların aritmetik ortalamaları Çizelge -2 de verilenlerin %85 inden küçük olmamalıdır.

ÇİZELGE - 3 Yatay Delikli Tuğlaların Anma Boyutları (mm)

SIRA NO	S E M B O L L E R		A N M A B O Y U T L A R I		
	NORMAL TUĞLA BOYUTUNA GÖRE	MODÜLER TUĞLA BOYUTUNA GÖRE	UZUNLUK	GENİŞLİK	YÜKSEKLİK
	(1)	(2)	(l)	(e)	(h)
1	NT	2/3 MT	190	90	50
2	1,7 NT	MT	190	90	85
3	2,2 NT	1 1/4 MT	190	115	85
4	3,4 NT	1 4/5 MT	240	145	85
5	3,6 NT	2 MT	190	190	85
6	5,5 NT	2 4/5 MT	240	145	135
7	5,7 NT	3 MT	190	190	135
8	6,6 NT	3 1/2 MT	240	175	135
9	7,2 NT	3 3/4 MT	190	240	135
10	7,8 NT	4 MT	190	190	185
11	8,7 NT	4 1/2 MT	290	190	135
12	11,0 NT	5 1/2 MT	290	175	185
13	15,0 NT	7 1/2 MT	290	240	185
14	19,1 NT	9 1/3 MT	290	240	235
15	18,2 NT	9 MT	290	290	185
16	23,1 NT	11 1/4 MT	290	290	235
17	11,7 NT	6 MT	390	190	135
18	25,7 NT	12 1/2 MT	390	240	235
19	24,5 NT	12 MT	390	290	185
20	31,1 NT	15 MT	390	290	235
21	41,8 NT	20 MT	390	390	235
22	32,3 NT	15 2/3 MT	490	240	235
23	39,1 NT	18 3/4 MT	490	240	235

NOT : (1) Sembollerdeki rakamlar, tuğlanın delikleri ile birlikte gerçek hacminin NT gerçek hacmi cinsinden büyüklüğünü göstermektedir.

(2) Sembollerdeki rakamlar, yaklaşık derz kalınlıkları da gözönünde tutulacak, tuğlaların duvarda işgal edecekleri hacmi NT'ninki cinsinden göstermektedir.

1.3 - BOYUTLAR VE BOYUT FARKLARI

Yatay delikli tuğlaların anma boyutları Çizelge - 3 de verilenlere uygun olmalı, bu boyutlar Madde 2.2.2 de açıklandığı gibi ölçüldüğünde bulunabilecek değerler ile bu boyutlara ait en büyük ve en küçük değerler arasındaki en büyük fark, anma boyutlarına göre Çizelge - 4 de verilenlere uygun olmalıdır.

ÇİZELGE - 4 Tuğla Gerçek Boyutlarının Sınır Değerleri ve Bu Değerler Arasında Kabul Edilebilecek Farklar (mm)

ANMA BOYUTU (mm)	SINIR DEĞERLERİ		Boyutlarda Kabul Edilebilecek En Büyük Fark (mm)
	En Büyük (mm)	En Küçük (mm)	
50	52	48	3
85	88	82	5
90	93	86	6
135	138	130	7
185	188	178	8
190	193	181	8
235	239	225	9
240	244	229	10
290	294	279	10
390	395	379	11
490	496	480	12

Alınları harçlanmayan tipteki tuğlaların uzunlukları için sınır değerler Çizelge - 4 de verilenlerden 5 mm daha büyük olmalıdır (Şekil - 3).

Tuğlanın dış et kalınlığı 15 mm den, iç et kalınlıkları ise 10 mm den küçük olmamalıdır. Alınları harçlanacak tuğlalarda harçlama bölgesinin dış et kalınlığı 10 mm den, harçlama bölgesindeki deliklerin arasındaki et kalınlığı 5 mm den az olmamalıdır (Şekil - 2).

Tuğlada, müteakib iki yatay et arasındaki uzaklık 100 mm den ve iki düşey et arasındaki uzaklık ise 65 mm den büyük olmamalıdır (Şekil - 2).

1.4 - ÖZELİK, MUAYENE VE DENEYLER

Bu standardda öngörülen özellikler ile bunların muayene ve deney madde numaraları Çizelge - 5 de verilmiştir.

ÇİZELGE - 5 Özellik, Muayene ve Deneyler

ÖZELİK MADDE NO	Ö Z E L İ K	MUAYENE VE DENEY MADDE NO
1.2.1	Biçim ve Görünüş	2.2.1
1.2.2	Tuğladaki Delikler	2.2.2
1.2.3	Hacim Ağırlığı	2.3.1
1.2.4	Basınç Dayanımı	2.3.2
1.2.5	Zararlı Kireç ve Manyezi	2.3.3
1.2.6	Dona Dayanıklılık	2.3.4
1.3	Boyutlar ve Boyut Farkları	2.2.2
3.2	İşaretleme	2.2.1

2 - NUMUNE ALMA, MUAYENE VE DENEYLER

2.1 - PARTI VE NUMUNE ALMA

Bir seferde muayeneye sunulan aynı sınıf, tip ve boyuttaki tuğlalar bir parti sayılır. Bunların bu standardda yazılı özellikleri taşıyıp taşımadıklarını tespit etmek amacıyla yapılacak muayene ve deneylerde kullanılmak üzere, imal veya teslim edilen partiyi temsil edecek şekilde ve gelişigüzel numune alınır. Parti büyüklüğüne göre bir numune takımında bulunacak tuğla sayısı Çizelge - 6 da gösterilmiştir.

Parti büyüklüğüne göre, Çizelge -6 da gösterilen miktarda tuğla, numune takımını meydana getirmek üzere, partiden sistematik olarak ve gelişigüzel ayrılarak alınmalıdır. Bunu yapmak için TS 2756'da açıklanan "Numune Almada Rastgele Sayılar Çizelgesinin Uygulanması Metodu" ile numune alınması sağlanır. Bunun mümkün olmaması halinde, aşağıda açıklanan metod uygulanmalıdır.

Bunun için partideki tuğlalar, "N" partideki tuğla sayısı olmak üzere, 1,2,3,.....,N şeklinde numaralanır veya numaralandığı varsayılır. Numune takımında bulunması gerekli tuğla sayısı (n) olmak üzere, $N/n=r$ sayısı hesaplanır, tam sayı değilse tam sayıya yuvarlatılır.

Bu şekilde bulunan (r) tam sayısı esas alınarak, (r) inci, (2r) inci, (3r) inci,.....,(nr) inci tuğla ayrılıp alınarak, numune ayırma işlemi, numune takımı elde edilene kadar sürdürülür.

ÇİZELGE - 6 Parti Büyüklüğüne Göre Numune Takımı Büyüklüğü, Muayene ve Deneylerin Uygulanacağı Tuğla Numunesi Sayıları ve Kabul Edilebilecek Kusurlu Tuğla Sayıları

PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ (Partideki Tuğla Sayısı)	NUMUNE TAKIMI BÜYÜKLÜĞÜ (Takımdaki Tuğla Sayısı)		MUAYENEYERİN UYGULANACI TUĞLA SAYILARI				DENEYLERİN UYGULANACI TUĞLA NUMUNE SAYILARI				KABUL EDİLEBİLİR KUSURLU TUĞLA SAYISI
	Dona Dayanıklı	Dona Dayanıklısız	Dona Dayanıklı	Dona Dayanıklısız	Hacim Ağırlığı	Basınç Dayanımı	Zararlı Kireç ve Manyezi	Dona Dayanıklılık	Dona Dayanıklı	Dona Dayanıklısız	
91 -35000	23	17	23	17	10	10	6	5	2	1	
35001-150000	31	23	31	23	13	13	8	7	3	2	
150001-500000	37	28	37	28	16	16	10	8	3	2	
500001 ve yukarısı	46	35	46	35	20	20	12	10	4	3	

2.2 - MUAYENELER

Muayeneler, bu standarddaki sıra izlenerek numune takımını meydana getiren bütün tuğlalara uygulanır.

2.2.1 - Biçim ve Görünüş Muayenesi

Numune tuğlaların biçim ve görünüş muayenesi, TS 705 de belirtildiği şekilde yapılır. Muayene sonuçlarının cetvel ve gönye kenarından sapma bakımından Madde 1.2.1 de belirtilenlere uygun olup olmadığına ve tuğla üzerinde Madde 3.2 de açıklanan işaretlerin bulunup bulunmadığına bakılır.

2.2.2 - Boyut Muayenesi

Numune tuğlaların boyutlarının muayenesi TS 705 de açıklandığı gibi yapılır. Kaydedilen bu boyutların ve bunların en büyüğü ile en küçüğü arasındaki farkların Madde 1.3 de belirtilenlere uygun olup olmadığına, deliklerin boyutlarının ve tuğladaki et kalınlıklarının Madde 1.2.2 ve Madde 1.3 de verilenlere uygun bulunup bulunmadığına bakılır.

Numune takımındaki tuğlaların uzunluk, genişlik veya yükseklik olmak üzere herhangi bir boyutunun ölçülmesi sonucunda tesbit edilen boyutların arasındaki farkların, Çizelge -4'de belirtilen kabul edilebilecek en büyük farkı aşması halinde değerlendirme aşağıda açıklandığı gibi yapılır.

Ölçülerek tesbit edilmiş boyutlar büyükten küçüğe doğru sıralanır. Bu sıralamada, en büyük veya en küçük sınır değerlere yakınlık bakımından, adet olarak çoğunluğun yer aldığı tarafta bulunanlar, partiyi temsil edebilmek bakımından esas alınarak, aksi tarafta bulunan ve kabul edilebilecek en büyük farkı da aşan boyutlardaki tuğla numunesi sayısı, kusurlu tuğla sayısı olarak tesbit edilir.

2.3 - DENEYLER

Madde 2.1 e göre alınan numunelerden, her deneyde kullanılmak üzere Çizelge - 6 da belirtilen miktarda tuğla gelişigüzel ayrılarak alınır.

2.3.1 - Hacim Ağırlığı Deneyi

Tuğla numuneleri üzerinde, hacim ağırlığı deneyi, TS 705 de belirtildiği şekilde yapılır. Bulunan sonuçların Madde 1.2.3'de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.2 - Basınç Dayanımı Deneyi

Tuğla numuneleri üzerinde basınç dayanımı deneyi TS 705 de açıklandığı şekilde yapılır. Bulunacak deney sonuçlarının ve bunların aritmetik ortalamalarının Madde 1.2.4 de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.3 - Zararlı Kireç ve Manyezi

Tuğla numuneleri üzerinde kireç ve manyezi deneyi TS 705 de belirtildiği gibi yapılır. Çatlak, kopma, pullanma ve dağılma gibi hasarların görülmemesine rağmen inceleme sonuçlarından şüphe edilmesi halinde, zararlı kireç ve manyezi deneyinden çıkan tuğlalar üzerinde Madde 2.3.2 de belirtilen basınç dayanımı deneyi uygulanır. Bulunacak sonuçların Madde 1.2.5 de belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.3.4 - Dona Dayanıklılık Deneyi

Dona dayanıklı tuğla numuneleri üzerinde dona dayanıklılık deneyi, TS 705 de belirtilen şekilde yapılır. Çatlak, kopma, pullanma ve dağılma gibi hasarların görülmemesine rağmen, inceleme sonuçlarından şüphe edilmesi halinde, dona dayanıklılık deneyinden çıkan tuğlalar üzerinde Madde 2.3.2 de belirtilen basınç dayanımı deneyi uygulanır. Bulunacak sonuçların Madde 1.2.6 da belirtilenlere uygun olup olmadığına bakılır.

2.4 - DEĞERLENDİRME

Numune takımını meydana getiren tuğla numuneleri üzerinde muayene ve deneyler, bu standarddaki sıraya göre uygulanır.

Bu muayene veya deneylerden herhangi birinde olumsuz sonuç alınan tuğla numunesi kusurlu sayılarak ayrılır ve bundan sonraki muayene ve/veya deneyler bu kusurlu tuğla üzerinde uygulanmaz.

Kusurlu tuğla sayısının Çizelge -6'da belirtilen kabul edilebilir kusurlu tuğla sayısından fazla olmaması ve aynı özeliğe ait olanların 2 den fazla olmaması halinde izleyen muayene ve/veya deneylerin yapılmasına devam edilir.

Kusurlu tuğla sayısının Çizelge -6'da gösterilen kabul edilebilir kusurlu tuğla sayısından fazla olması veya aynı özeliğe ait kusurlu sayısının 2 den fazla olması halinde, izleyen muayene ve/veya deneyler uygulanmaz ve partinin standarda uygun olmadığı kabul edilir.

Bu şekilde bütün muayene ve deneyler tamamlandıktan sonra, kusurlu görülen tuğla sayısının Çizelge - 6 da belirtilen kabul edilebilir kusurlu tuğla sayısına eşit veya daha az olması halinde, numune takımının alındığı tuğla partisinin bu standarda uygun olduğu kabul edilir. Kusurlu tuğla sayısının Çizelge - 6 da belirtilenlerden fazla olması halinde partinin standarda aykırı olduğu anlaşılır,

Basınç dayanımı deney sonuçlarının değerlendirilmesinde aşağıdaki şekilde hareket edilir:

- Hesaplanan ortalamanın, Madde 1.2.4'de belirtilenlere uygun olmaması,
- Hesaplanan ortalamanın, Madde 1.2.4'de belirtilenlere uygun olmasına rağmen minimum değer olarak verilen sınırı aşan herhangi bir tuğlanın bulunması halinde numune takımının alındığı tuğla partisinin bu standarda aykırı olduğu anlaşılır.

2.5 - MUAYENE VE DENEY RAPORU

Muayene ve deney raporunda en az aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır:

- Muayenenin ve deneyin yapıldığı yerin ve laboratuvarın, muayene ve deneyi yapanın ve/veya raporu imzalayan yetkililerin adları, görev ve meslekleri,
- Muayene ve deney tarihi,
- Numunenin tanıtılması,
- Muayene ve deneyde uygulanan standartların numaraları,
- Sonuçların gösterilmesi,
- Muayene ve deney sonuçlarını değiştirebilecek etkenlerin sakıncalarını gidermek üzere alınan önlemler,
- Uygulanan muayene ve deney yöntemlerinde belirtilmeyen veya zorunlu görülmeyen, fakat muayene ve deneyde yer almış olan işlemler,
- Standarda uygun olup olmadığı,
- Rapor tarih ve numarası.

3 - PIYASAYA ARZ

3.1 - AMBALAJ

Tuğlalar genel olarak ambalajlanmaksızın piyasaya sunulur. Ancak önceden belirtilmesi halinde ambalajlanarak da piyasaya arz edilebilir.

Tuğlaların ambalajlanarak piyasaya sunulması halinde, Madde 3.2 de belirtilen işaretler ve ambalaj içinde bulunan tuğla sayısı ambalaj üzerinde de belirtilmiş bulunmalıdır.

3.2 - İŞARETLEME

Tuğlanın uygun bir yerinde, kolayca okunabilecek ve silinip çıkmayacak şekilde, aşağıdaki bilgiler yazılmış bulunmalıdır.

- Yapımcı firmanın ticaret ünvanı veya kısa adı, varsa tescilli markası,
- Tuğlanın sınıfını ve tipini göstermek üzere Madde 1.1.1 ve Madde 1.1.2 de belirtilen işaretler,
- Bu standardın işaret ve numarası (TS 4563 şeklinde)

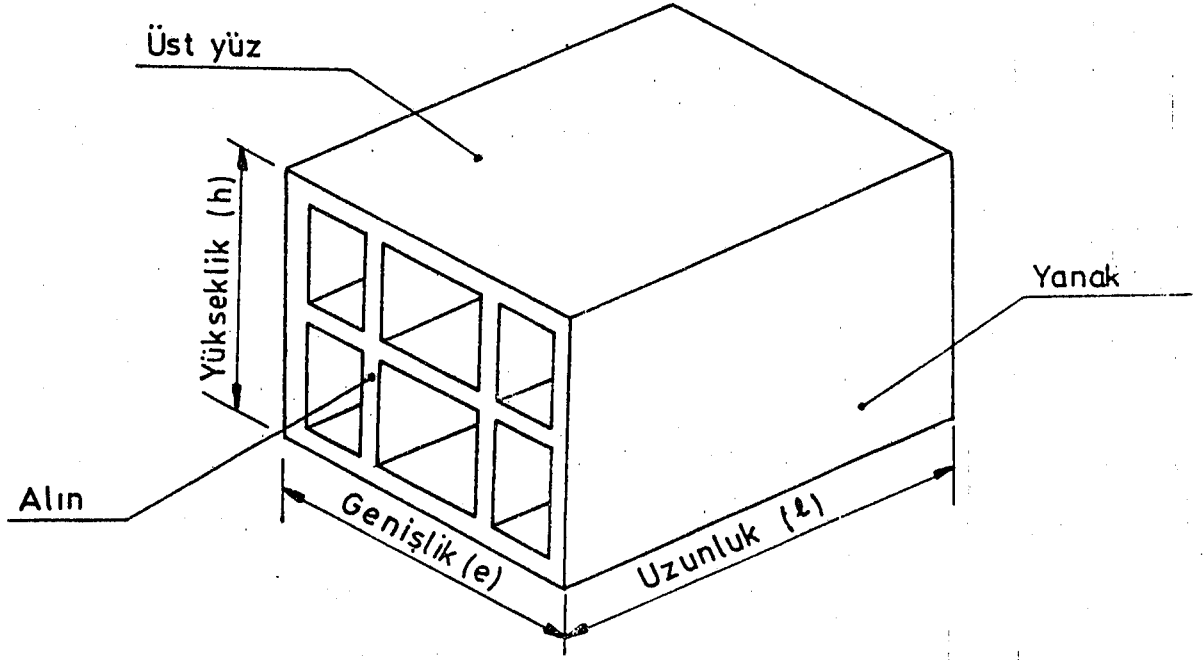
Örnek : Hacim ağırlığı 900 kg/m^3 , basınç dayanımı 50 kgf/cm^2 olan, alın yüzü harçlanan, dona dayanıklı bir yatay delikli tuğla 0,9/50-NC/TS 4563 şeklinde

Bu bilgiler gerektiğinde yabancı dilde de yazılabilir.

4 - ÇEŞİTLİ HÜKÜMLER

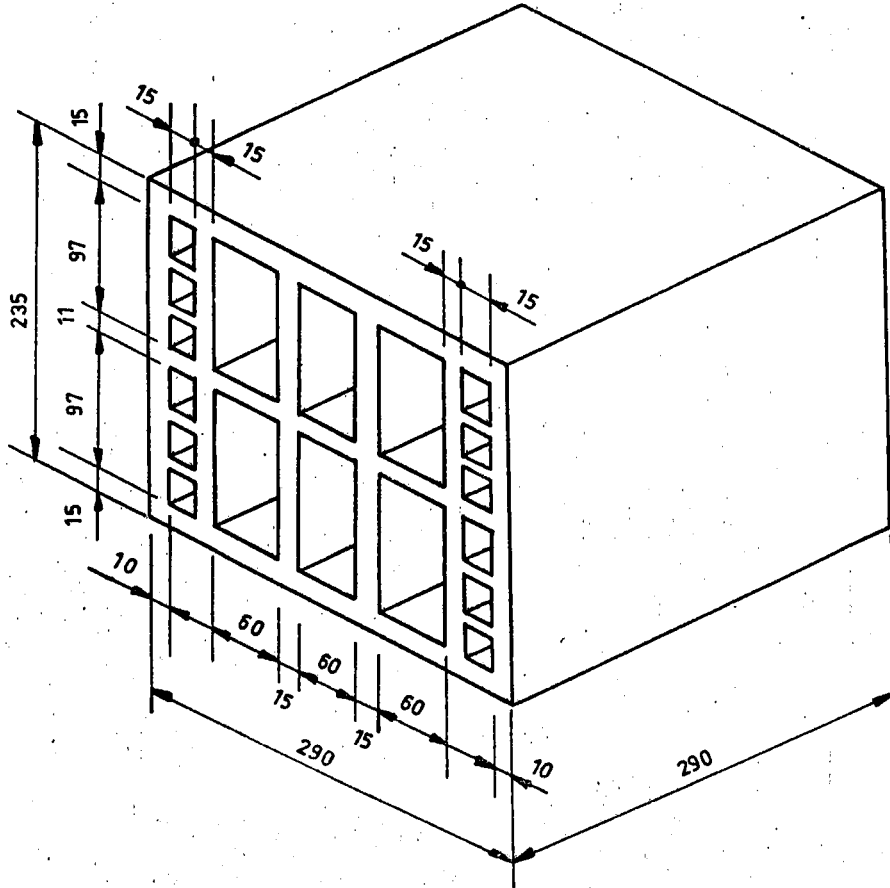
Yapımcı veya satıcı, bu standarda uygun olarak imal edildiğini beyan ettiği tuğlalar için, istenmesi halinde, bu standarda uygunluk beyannamesi vermek veya göstermek zorundadır. Bu beyannamede satış konusu tuğlanın

- Madde 1 de verilen özelliklerde olduğunun,
- Madde 2 deki muayene ve deneylerin yapılarak uygun sonuç alınmış olduğunun belirtilmesi gerekir.



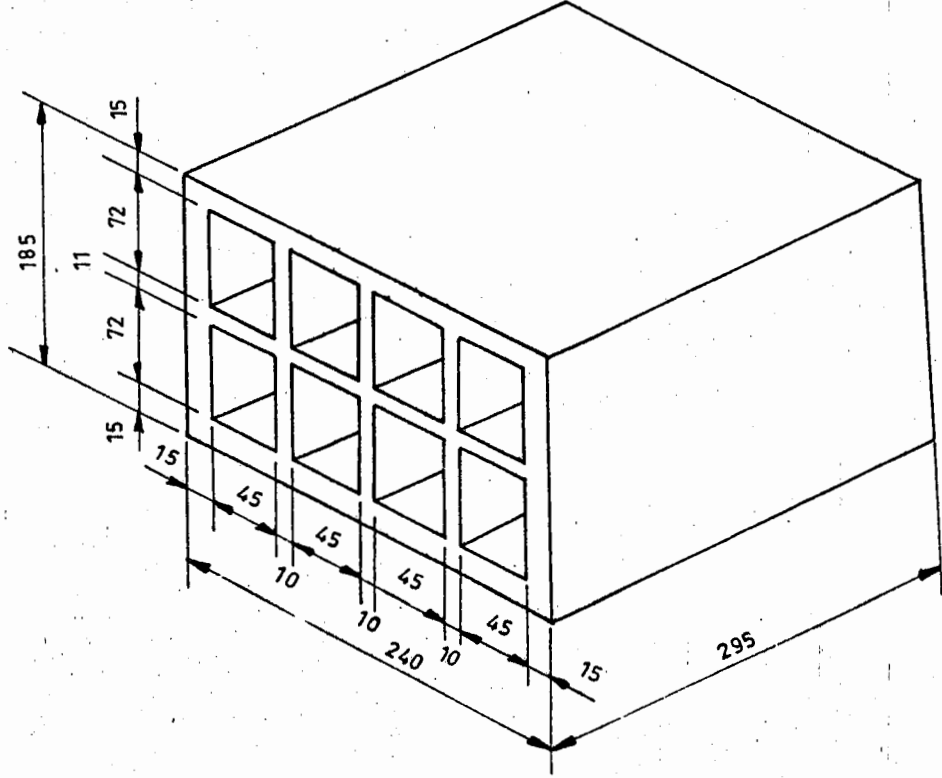
Şekil 1- Tuğla yüzlerinin adları.

Ölçüler mm'dir.



Şekil 2.- Alın yüzleri harçlanabilen tuğlalar
(Örnek olarak verilmiştir)

Ölçüler mm'dir.



Şekil 3_ Alın yüzleri harçlanmayan tuğlalar
(Örnek olarak verilmiştir.)

TS 4563/Ekim 1985 "FABRIKA TUĞLALARI DUVARLAR İÇİN-YATAY DELİKLİ"

Standardı Teknik Kurulumuzun 1 Temmuz 1986 Tarihli Toplantısında
Aşağıdaki Şekilde Tadil Edilmiştir.

ESKI METİN

- Madde 1.3 Boyutlar ve Boyut Farkları

"Tuğlanın dış et kalınlığı 15 mm'den, iç et kalınlıkları ise 10 mm'den küçük olmalıdır. Alınları harçlanacak tuğlalarda harçlama bölgesinin dış et kalınlığı 10 mm'den, harçlama bölgesindeki deliklerin arasındaki et kalınlığı 5 mm'den az olmamalıdır" ibaresinin yer aldığı 3.paragrafın kaldırılması.

- Şekil - 2'nin ismi

Şekil 2 - Alın Yüzleri Harçlanabilen Tuğlalar

(Örnek olarak verilmiştir)

- Şekil - 3'ün ismi

"Şekil 3 - Alın Yüzleri Harçlanmayan Tuğlalar

(örnek olarak verilmiştir)"

YENI METİN

- Madde 1.3 Boyutlar ve Boyut Farkları

"İç ve dış et kalınlıkları sınırlandırılmamıştır" ibaresinin 3.paragraf olarak yer alması.

- Şekil - 2'nin ismi

Şekil 2 - Alın Yüzleri Harçlanabilen Tuğlalar

(Boyutlar ve biçim örnek olarak verilmiştir)

- Şekil - 3'ün ismi

Şekil 3 - Alın Yüzleri Harçlanmayan Tuğlalar

(Boyutlar ve biçim örnek olarak verilmiştir)"

ACIIF YAPILAN TÜRK STANDARDLARI
TS 705
TS 2756