

TUĞLA STANDARLARININ
MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Songül CELLAT

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

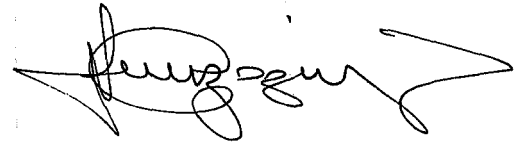
Danışman: Doç.Gündüz ÖZİŞİK

Eylül-1988

Songül Cellat'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "TUĞLA STANDARDLARININ MEKANİK ÖZELLİKLERİ" başlıklı bu çalışma jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

26/9./1988

Üye : Doç. Saadet Ögür



Doç. İsmail Özde

Üye :

İsmail

Üye :

Doç. Ömer Rıza Algün

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 29.9.1988.
gün ve ...189-2... sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Rüstem KAYA

Enstitü Müdürü

TEŐEKKÜR

Yüksek lisans çalıőmam sırasında yakın desteğini gördüğüm danışman hocam Sayın Doç.Dr. Gündüz Özışık'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Songül CELLAT

ÖZET

Yapı malzemeleri ihtiyacının önemli bir bölümünü duvar elemanları oluşturmaktadır. Duvar elemanlarından tuğla, inşaat sektöründe önemli bir paya sahiptir.

Memleketimizde son yıllarda yeni ve modern fabrikaların kurulması ile pişmiş toprak sanayinde ve bilhassa tuğla sanayinde kalite bakımından büyük bir kalkınma hamlesi yapılmıştır.

Tuğla üzerindeki araştırmalar son yıllarda giderek yoğunlaşmıştır. Buna rağmen, tuğla hammaddesine ihtiyacın çokluğu ve bölgesel rezervlerin değişik bünyeli olması sebebiyle fabrika (blok) tuğlaları boşluk oranınının TS 705'e uymadığı, mukavemetlerinin ise Avrupa normlarındaki mukavemet düzeyinde olduğu gözlenmiştir. Yapılan deneyler neticesinde bulunan basınç dayanımları aritmetik ortalaması düşey delikli tuğlalarda (TS 4377) 30-80 kg/cm², yatay delikli tuğlalarda (TS 4563) 25-75 kg/cm² arasında bir değer olmalıdır.

Basınç mukavemeti, düşey delikli tuğlalar için 30-80 kg/cm², yatay delikli tuğlalar için 25-75 kg/cm² arasında olmak üzere, oldukça geniş bir fasıla içinde değişen değerleri bazı karakteristiklere uygulamak suretiyle ifade etmek çok önemlidir. Bu değişiklikleri kabul edilebilir sınırlar içinde tutmak için istatistiki metodlardan yararlanılmıştır. Zira, bu suretle deney neticelerini değerlendirmek ve bunlardan tuğlaların kalitesi hakkında bazı neticeler çıkarmak mümkündür.

İstatistiki metodlardan da bilinmektedir ki muayyen bir karakteristiğin değişik değerler alması halinde bulunan neticeler en iyi şekilde iki parametre vasıtasıyla ifade edilmiştir.

Bunlardan birincisi bulunan neticelerin ortalaması, bu ortalama nazaran hesaplanan standard sapma, diğeri ise regresyon analizidir.

ÖZET (devam)

Bu istatistiki metodlar, tuğlanın boşluk oranı, hacim ağırlığı ve mekanik özelliklerinin tespiti için yapılan deney sonuçlarının değerlendirilmesinde önemli rol oynadığı halde, uygulamada bu yöntemlerin kullanılmadığı gözlenmiştir.

Tuğla imalatçılarının oldukça geniş bir fasıla içinde değişen değerler karşısında izledikleri yol, yetenekli ve tecrübeli kişi ve kuruluşlarca hazırlandığını kabul ettikleri yönetmeliklerdir.

Ekonomik ilişkilerimiz bulunan yabancı ülkelerin standartlarındaki esaslar, ulusal ihtiyaçlarımız gözönüne alınarak Türk Standartlarına uyarlanmıştır. Ancak standartların hazırlanmasında ülkemiz şartlarının yetersizliği dikkate alınmamıştır.

Bu çalışmada, basınç dayanımı ve hacim ağırlığını etkileyen nedenler incelenmiş ve tuğla deney sonuçlarının irdelemesinde kullanılan istatistiki metodlar teorik olarak izah edilmiştir. Sonuçların tutarsızlığı karşısında alınması gerekli önlemler açıklanmıştır.

ABSTRACT

Wall elements are an important part of construction materials. Brick, an element of wall has an important place in construction industry!

In recent years, in our country, building new and modern factories resulted to produce high quality bricks.

Researches on bricks are increased lately. However, became high need for raw material of brick and having different material properties for different regional reserves, it is observed that the cavity ratio of factory-manufactured brick is more than the upper limit of TS 7705 and strength of bricks are in the same level of European norm.

At the end of the experiments, arithmetical mean of compression strength, for the bricks with vertical holes (TS 4377) and for the bricks with horizontal holes (TS 4563) must take the value between 30-80 kg/cm² and 25-75 kg/cm², respectively.

To express above range of compressive strength numbers by applying some characteristics is very important. To hold above variety in allowable limits statistical methods are used. So, this way is convenient to evaluate experiment results and having an idea of bricks quality.

It is known from statistical methods that the results, for a certain variable in taking different values, are expressed by two parameters.

One of them is the average of obtained results by referring this average calculating standart deviation, the other is regression analysis.

These statistical methods are important in determining the cavity ratio, volume weight and mechanical properties of bricks, in evaluating experiment results, but it

is observed that the above methods are not used in reality.

The behavior of brick manufactureis against differing properties of bricks in wide range is accepting and using the codes which is prepared by expererienceed authorities.

In the preperation of Turkish Standarts, the standarts of the countries which are in relation with our country have been modified by considering the our national needs.

But in the preperation of our standarts, technology level of our country and differences between the regional characteristics has not been considered sufficiently.

In this study; the factors influences the compression strength and volumetric dencity are investigated. Also the statistical methods used for the discussion of thi brick strength tests are discussed theoritically.

At the end of this study, due to the unappropriate results t~~h~~at are obtained, some precautions that should be taken are also mentioned.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
GİRİŞ	1
AMAÇ	3
1. TUĞLA İLE İLGİLİ BİLGİLER VE TASARIMLAR	4
1.1. Tuğla Hakkında Genel Bilgiler	4
1.2. Tanımlar	4
1.2.1. Fabrika tuğlası	4
1.2.1.1. Tuğla yüzlerinin adları	6
1.2.1.2. Düşey delikli tuğla	6
1.2.1.3. Yatay delikli tuğla	6
1.2.1.4. Dolu tuğla	6
1.2.1.5. Normal tuğla (NT)	6
1.2.1.6. Modüler tuğla (MT)	6
1.2.1.7. Kavrama deliği	6
1.2.1.8. Harç cebi	6
1.2.1.9. Hacim ağırlığı	10
1.2.1.10. Basınç dayanımı (p)	10
1.3. Sınıflandırma ve Özellikler	10
1.3.1. Sınıflandırma	12
1.3.2. Tipler	12
1.3.3. Özellikler	12
1.3.1.1. Biçim ve görünüş	12
1.3.1.2. Tuğladaki delikler	12
1.4. Tasarımlar	13

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
1.5. TS 705 Sınırında Düşey Delikli Tuğla	
Tasarımı	14
1.6. Çözüm Arayışları	16
2. KULLANILAN YÖNTEM, PROGRAM VE ALINAN ÇIKTILARLA İLGİLİ AÇIKLAMALAR	19
2.1. Kullanılan Yöntemin Tanıtılması	19
DENEYLERDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR	32
SONUÇ VE ÖNERİLER	37
KAYNAKLAR DİZİNİ	39

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Tuğla yüzeylerinin adları	7
1.2. Düşey delikli tuğla	7
1.3. Düşey delikli tuğla	8
1.4. Dolu tuğla	7
1.5. Düşey delikli tuğla ve kavrama deliği	8
1.6. Harç cebi	9
1.7. Düşey delikli tuğla tasarımı	18
2.1. D.D.T.'larda basınç dayanımı ve hacim ağırlığı arasındaki serpm diyagramı	30
2.2. Y.D.T.'larda basınç dayanımı ve hacim ağırlığı arasındaki serpm diyagramı	31

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>		<u>Sayfa</u>
1.1.	Hacim ağırlıkları ve basınç dayanımlarına göre tuğla sınıf ve tipleri	11
1.2.	Tuğlaların sınıflarına göre basınç dayanımları	11
2.1.	Düşey delikli tuğla, doğrusal çoklu regresyon analizi	22
2.2.	Yatay delikli tuğla, doğrusal çoklu regresyon analizi	24
2.3.	Düşey delikli tuğlalarda basınç dayanımı ve hacim ağırlığı değerleri	32
2.4.	Yatay delikli tuğlalarda basınç dayanımı ve hacim ağırlığı değerleri	34

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
Mk	Değişmez kütleye kadar kurutulmuş tuğla numunesinin kütlesi
NT	Normal tuğla
MT	Modüler tuğla
dh	Tuğla hacim ağırlığı
p	Tuğla basınç dayanımı
p'	Tuğla boşluk oranı
C	Dona dayanıklı (cephe tuğlası) tuğla
s	Dona dayanıksız tuğla
e	Tuğlanın genişliği
l	Tuğlanın uzunluğu
h	Tuğla yüksekliği
t ₁	Tek cepli tuğlada cep derinliği
t ₂	Çift cepli tuğlada cep derinliği
a	Tasarımı yapılan tuğla boşluk eni
b	Tasarımı yapılan tuğla boşluk boyu
c	Tasarımı yapılan tuğla kavrama deliği eni
d	Tasarımı yapılan tuğla kavrama deliği boyu
e ₁	Tasarımı yapılan tuğla iç et kalınlığı
e ₂	Tasarımı yapılan tuğla dış et kalınlığı
x ₁	Tuğla hacmi, basınç dayanımı için yapılan birinci deney sonucu
x _n	Tuğla hacmi, basınç dayanımı n inci deney sonucu
n	Tuğla hacmi, basınç dayanımı için yapılan deney adedi (veri sayısı)

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
$n-1$	Standart sapma (numune sayısı az ise)
n	Standart sapma (numune sayısı çok ise)
R	Regresyon katsayısı
dh_{max}	Tuğla deney sonucunda bulunan hacim ağırlığının en büyük olması gereken değeri
p_{max}	Tuğla deney sonucunda bulunan basınç dayanımının en büyük olması gereken değeri
p_{min}	Tuğla deney sonucunda bulunan basınç dayanımının en küçük olması gereken değeri
<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
T.S.E.	Türk Standardları Enstitüsü

GİRİŞ

Günümüz yapılarında en çok kullanılan malzeme tuğladır. Bu nedenle tuğlanın tanınması ve özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

Tuğla, yapı talebinin bir türevi olması nedeniyle, yıllık yapı üretimiyle sıkı bir teknik ilişki içerisindedir. Ancak, gelişmekte olan ülkemizde inşaat sektöründe görülen dalgalanmalar nedeniyle güvenilir istatistik verilerin sağlanmasının güçlüğü anlaşılmıştır.

1987 yılında aşırı talep nedeniyle üretilen tuğlalar bu talebi karşılayamamış ve bu aşırı talebi karşılayabilmek için de üretilen tuğlanın kalitesinin düştüğü gözlenmiştir. Bu nedenle de tuğla kalitesinin yükseltilmesinin ülkemizde inşaat kalitesinin yükseltilmesinde önemli katkısı olacağı düşüncesindeyiz. Kalitenin yükseltilmesi ise tuğla standardının belirlenmesi ve yapılan deney sonuçlarının bu belirlenen standartlara uyması ile mümkündür.

Bu konuda yapılan deney sonuçlarının kıstasları Türk Standardlarında mevcuttur.

Bunlar basınç mukavemeti, ve hacim ağırlığı gibi mekanik özelliklerinin tesbitiyle ilgilidir.

Bu çalışma iki bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, tuğla hakkında genel bilgiler verilerek ayrı ayrı incelemeler yapılmış ve tuğla tasarımı anlaşılmıştır.

İkinci bölümde, kullanılan yöntem, program ve alınan çıktılarla ilgili bilgiler verilmiştir.

Deney neticesinde elde edilen basınç dayanımı ve hacim ağırlığı standard sapmaları bulunmuş, bunlar arasında ilişki bulunup bulunmadığı regresyon analizi ile araştırılmıştır.

Sonuç bölümü, bu bölümde ise deney sonuçlarından elde edilen neticeler değerlendirilerek bu konu ile ilgili önerilerimiz ifade edilmiştir.

AMAÇ

Gelişme sürecinde bulunan ülkemizde inşaatta, duvar yapımında çeşitli malzemeler kullanılmaktadır.

Ülkemizde, duvar yapımında kullanılan malzemeler içerisinde tuğlanın payı büyük olmasına rağmen standartlara uymaması, standardda boşluk oranı ve hacim ağırlığına göre sınıflandırma yapılması, tuğla üretim sorununun çözümünü güçleştirmektedir. Bu nedenle basınç mukavemet değeri, hacim ağırlığı ve bölge rezervleri gözönüne alınarak standart yapılması, ülke koşullarına uygun çözümlerin oluşturulması gerekmektedir.

Bu çalışmada, tuğlanın kalitesinin yükseltilmesi ve geliştirilmesi, uygulamalarla bilimsel veriler arasındaki benzerlikler araştırılmış, bilhassa şartnameler ve standartlar tarafından getirilen esasların uygulanabilirliği ve Türk ekonomisine katkısı üzerinde durulmuştur.

Bu aşamada; duvar yapımında kullanılan tuğlanın kalitesi yükseltilirken;

- Türkiye'de belirli bölgelerde tuğla üretimi yapan sanayilerin dökümanlarının çıkarılması,

- Mevcut durum ile beklenen gelişimin uyumunun sağlanması,

- Kullanılacak malzemenin yapı cinsine göre belirlenen özelliğinin statikçiye esas done olarak verilmesi,

- Mekanik özelliklerin çalışmamız içinde yer alması ve görüşümüzün T.S.E.'ne yansıtılması fikri amaç edinilmiştir.

1. TUĞLA İLE İLGİLİ BİLGİLER VE TASARIMLAR

1.1. Tuğla Hakkında Genel Bilgiler

Tezimizde, üzerinde çalıştığımız örnek tuğlalar, duvarlar için düşey delikli ve yatay delikli fabrika tuğlalarıdır.

1.2. Tanımlar

1.2.1. Fabrika tuğlası

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

Tuğla 18.001 den 18.100 poz numaralarıyla Bayındırlık ve İskan Bakanlığı birim fiyat tariflerinde yer almaktadır. Bu poz numaraları içinde en fazla kullanılanları:

- Yatay delikli, normal, modüler ve her boyutta blok fabrika tuğlası ile duvar (TS 705).

(Poz No: 18.071)

Yatay delikli, normal modüler boyutta blok fabrika tuğlası ve 0.200 m³ harç ile projesine uygun olarak delikli blok tuğla duvar yapılması, lüzumunda sulanması, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, her türlü malzeme ve zayıatı, işçilik, alet ve edevat giderleri, müteahhit kârı ve genel giderler dahil, 1 m³ yatay delikli tuğla duvar fiyatı:

ÖLÇÜ: Projedeki boyutları üzerinden hesaplanır. 0.10 m² den küçük boşluklar düşünülmez. Soba bacaları için ayrı bedel verilmez. Soba bacası boşluğu düşünülmez.

- Yatay delikli, normal (modüler veya her boyutta blok fabrika tuğlası ile yarım tuğla duvar (TS 705):

(Poz No: 18.071/1)

Yatay delikli, normal, modüler veya her boyutta blok fabrika tuğlası ve 0.200 m³ harç ile projesine uygun olarak yatay delikli yarım tuğla duvar yapılması, lüzumunda sulanması, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, her türlü malzeme ve zayıat işçilik, alet ve edevat giderleri, müteahhit kârı ve genel giderler dahil, 1 m² yatay delikli yarım tuğla duvar fiyatı:

ÖLÇÜ: Projedeki boyutlar üzerinden hesaplanır. Bütün boşluklar düşürülür.

+ Düşey delikli modüler veya her boyutta blok fabrika tuğlası ile taşıyıcı duvar (TS 705):

(Poz No: 180.81)

Düşey delikli, modüler veya her boyutta blok fabrika tuğlası ve 0.250 m³ harç ile projesine uygun olarak düşey delikli tuğla ile taşıyıcı duvar yapılması, lüzumunda sulanması, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, her türlü malzeme zayıatı, işçilik, alet ve edevat giderleri, müteahhit kârı ve genel giderler dahil 1 m³ düşey delikli tuğla duvar fiyatı:

ÖLÇÜ: Projedeki boyutları üzerinden hesaplanır. 0.10 m² den küçük boşluklar düşülmez. Soba bacaları için ayrı bedel verilmez. Soba bacası boşluğu düşülmez.

+ Düşey delikli modüler fabrika tuğlası ile yarım tuğla duvar¹.

(Poz No: 18.081/1)

54 adet düşey, delikli modüler fabrika tuğlası ve 0.030 m³ harç ile projesine uygun olarak düşey delikli yarım tuğla lüzumunda sulanması, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, her türlü malzeme ve zayıatı, işçilik, alet ve edevat giderleri, müteahhit kârı ve genel giderler dahil, 1 m² düşey delikli yarım tuğla fiyatı:

¹TS 705

ÖLÇÜ: Poz No: 18.071/1 deki gibidir² (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Birim Fiyat Tarifleri, 1987).

Not: Bu standardda bundan sonra "fabrika tuğlası" yerine "tuğla" denilecektir.

1.2.1.1. Tuğla yüzlerinin adları:

Tuğla yüzeylerinin adları Şekil 1.1'de gösterildiği gibi üst yüz, alt yüz, yanak ve alındır.

1.2.1.2. Düşey delikli tuğla

Düşey delikli tuğla, delikleri alt ve üst yüzlerine dik bulunan tuğladır (Şekil 1.2 . ve 1.3)

1.2.1.3. Yatay delikli tuğla

Delik eksenleri alın yüzeyine dik ve hacim ağırlığı 1.0 kg/dm³ veya daha az olan fabrika tuğlasıdır.

1.2.1.4. Dolu tuğla

Dolu tuğla, hiç deliği olmayan veya üst yüz alanının en çok % 15 i oranında delikleri bulunan tuğladır (Şekil 1.4).

1.2.1.5. Normal tuğla (NT)

Normal tuğla, anma boyutları 190 mmx90 mmx50 mm olan tuğladır.

1.2.1.6. Modüler tuğla (MT)

Modüler tuğla, anma boyutları 190 mmx90 mmx85 mm olan tuğladır.

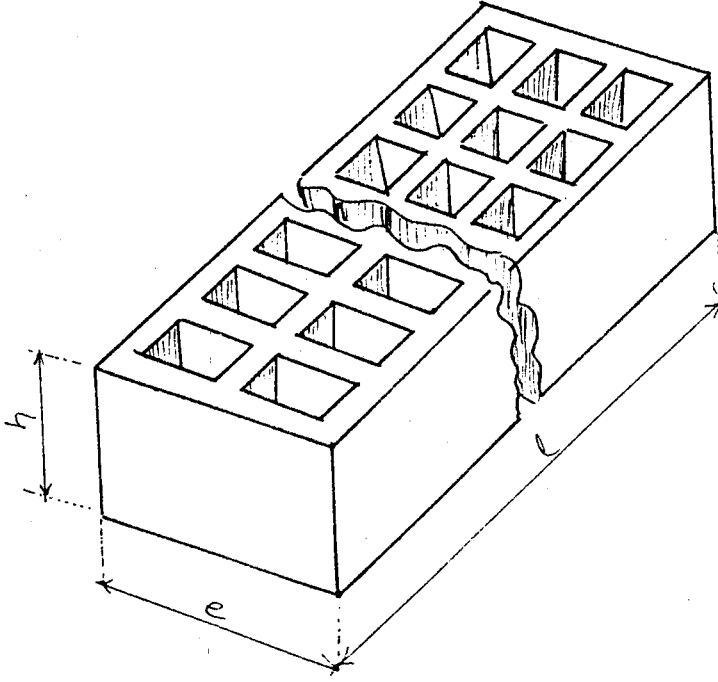
1.2.1.7. Kavrama deliği

Kavrama deliği, blok tuğlaların alt ve üst yüzeylerinde bırakılan ve tuğlanın elle kolayca kavranabilmesini sağlayacak şekilde ve büyüklükteki deliklerdir (Şekil 1.5).

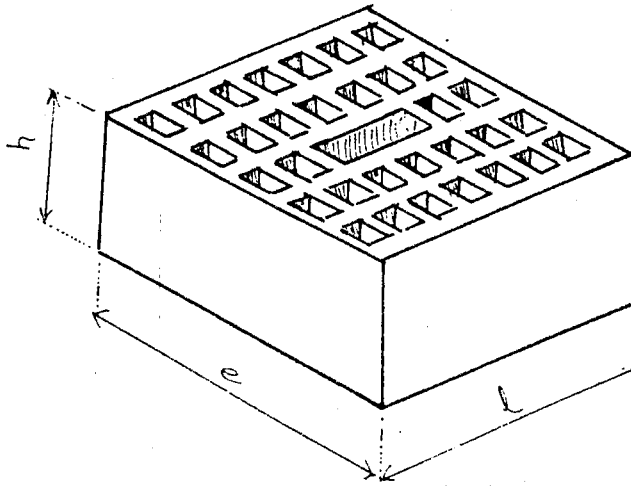
1.2.1.8. Harç cebi

Harç cebi; örülmüş duvarlarda düşey derzlerin ortadan kaldırılması amacı ile duvar harcının konulması için tuğlanın alın yüzünde bırakılmış girintidir (Şekil 1.6).

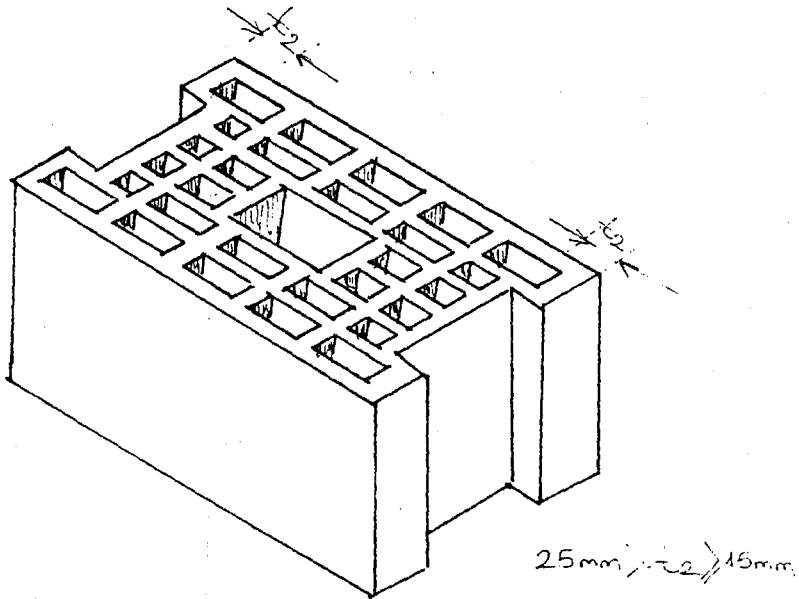
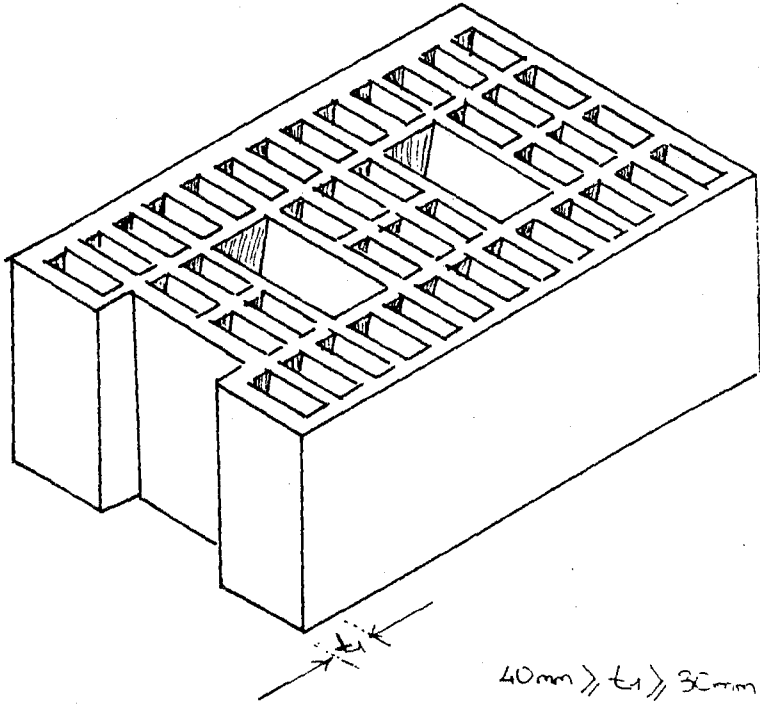
² Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Birim Fiyat Tarifeleri, 1987



Şekil 1.3. Düşey delikli tuğla (Delik, şekil ve sayıları örnek olarak verilmiştir)



Şekil 1.5. Düşey delikli tuğla ve kavrama deliği (Delik, şekil ve sayıları örnek olarak verilmiştir)



Şekil 1.6. Harç cebi (Delik şekil ve sayıları örnek olarak verilmiştir)

1.2.1.9. Hacim ağırlığı (dh)

Hacim ağırlığı, değişmez kütleye kadar kurutulmuş tuğ-
lanın delikleri ile birlikte birim hacminin kütlesidir.

1.2.1.10. Basınç dayanımı (p)

Ayrı ayrı bulunacak basınç dayanımları ve bunların
aritmetik ortalamaları Çizelge 1.1 ve 1.2 de verilen değer-
lerden küçük olmamalıdır.³

³ TS4563 ve TS 4377

Çizelge 1.1. Hacim ağırlıkları ve basınç dayanımlarına göre tuğla sınıf ve tipleri

Tuğlanın		Basınç Dayanımı		Hacim Ağırlığı kg/m ³		Tuğlanın Sembolü
		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)			0.7/30
	II	40(3.92)	32(3.14)	700	601	0.7/40
0.8	I	40(3.92)	32(3.14)			0.8/40
	II	50(4.91)	40(3.92)	800	701	0.8/50
0.9	I	50(4.91)	40(3.92)			0.9/50
	II	60(5.89)	48(4.71)	900	801	0.9/60
1.0	I	65(6,38)	52(5.10)			1.0/65
	II	80(7.85)	64(6.28)	1000	901	1.0/80

Çizelge 1.2. Tuğlaların sınıflarına göre basınç dayanımları

Tuğla Sınıfı	Basınç dayanımı (kgf/cm ²) (N/mm ²)	
	Aritmetik Ortalama En Az	En Küçük Değer
(7.5)	75(7.5)	60(6.0)
(5.0)	50(5.0)	40(4.0)
(2.5)	25(2.5)	20(2.0)

TS 705 tuğla standardının önem verdiği özellikler aşağıdaki gibidir.

1.3. Sınıflandırma ve Özellikler

1.3.1. Sınıflandırma

Tuğlalar delik oranlarına göre,

- Dolu tuğla,
- Seyrek delikli tuğla,
- Az delikli tuğla olmak üzere üç, donda dayanıklılıklarına göre,
- Donda dayanıklı (cephe tuğlası)(c)
- Donda dayanıksız (s) olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

1.3.2. 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.

1.3.3. Özellikler

1.3.1.1. Biçim ve görünüş

Tuğlalar, dikdörtgen prizma şeklinde olmalıdır. Tuğlanın yüzleri düzgün olmalı ve muayene edildiğinde, yüzeyin hiçbir yerinde cetvel veya gönye kenarlarından ayrılma 5 mm. den fazla olmamalıdır.

1.3.1.2. Tuğladaki Delikler

Delikli tuğlalardaki delikler, buldukları tuğla yüzeyine 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.

Blok tuğlalarda, tuğlanın kenarından en az 50 mm uzaklıkta, 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 en çok 45 mm olan kavrama delikleri bulunabilir.

Dikdörtgen kesitli deliklerde delik kesitinin boyutu 15 mm den ve bir deliğin kesit alanı 6 cm^2 den, yuvarlak deliğin çapı 25 mm den büyük olmamalıdır. Eliptik kesitli deliklerde küçük çap 18 mm den büyük olmamak kaydıyla her bir deliğin alanı 6 cm^2 den büyük olmamalıdır.

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

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

Varsa harç cebi alanları ile kavrama deliklerinin alanlarının toplamı buldukları alanın % 12.5 inden büyük olmamalıdır.

Tuğlada birden fazla kavrama deliği bulunduğunda bu deliklerin arasındaki mesafe 70 mm den daha az olmamalıdır (TS 705).

1.4. Tasarımlar

Ülkemizdeki düşey delikli tuğla üretiminin önemli bir bölümü $290 \times 190 \times 135$ mm anma boyutlarına sahip, harç cebi olmayan, çift kavrama delikli ve 32 adet küçük delikli tuğla oluşturmaktadır.¹ Örnek olarak seçtiğimiz tuğlanın çeşitli standart limitasyonları çerçevesinde tasarımı yapmak üzere ilk adım olarak TS 705 irdelenmiştir.

¹

TS 705

1.5. TS 705 sınırında düşey delikli tuğla tasarımı (Şekil 1.7)

Tuğla tasarımına temel olarak limitasyonları 2 ana kısımda incelenmiştir.

a) TS 705 tarafından konulan limitler,

b) Üretim şartlarının getirdiği limitler⁵. Örneğin, vakumpres ağzındaki kalıptan tuğla çamurunun dengeli çıkabilmesi için yüzük bağlantı ayaklarının simetrik olması önemlidir.

Ayrıca vakumpres ağızlık kalıbına üretim sırasında gelebilecek yabancı maddelerin, üretimi durmadan şişlenerek çıkartılabilmesi için tuğla iç ve dış etlerinin belirli doğrultulara sahip olmaları gerekmektedir.

TS 705 limitleri 6 kısımda incelenmiştir.

1. Kavrama delikleri:

a) Kenarlardan en az 50 mm. uzaklıkta olacak,

b) $60 \leq \text{uzunluk} \leq 90 \text{ mm}$

$35 \leq \text{genişlik} \leq 45 \text{ mm}$ olacak

2. Dikdörtgen kesitli küçük delikler:

Küçük boyut ≤ 15 , Bir deliğin kesit alanı $\leq 6 \text{ cm}^2$,

Yuvarlak delikleri: $d \leq 25 \text{ mm}$

3. Harç cepleri olduğu takdirde:

$15 \leq \text{genişlik} \leq 25 \text{ mm}$

$1/3 \times 190 \leq \text{uzunluk} \leq 1/2 \times 190$ veya $[63 \leq \text{uzunluk} \leq 95 \text{ mm}]$ olmalıdır.

4. Kavrama delikleri alanı+Harç cepleri alanı ≤ 0.125 (Tuğla yüzeyi).

5. Tuğlada birden fazla kavrama deliği bulunduğunda bu deliklerin arasındaki mesafe en az 70 mm olmalıdır.

6. Az delikli tuğla şartı: Maksimum delik alanı oranı: % 35

⁵ Eltez, M., Tuğla ve Kiremit Standartları Semineri

Tuğla tasarımı için bu sınırlamaları denklem ve eşitsizlikler haline getirilmiştir.

$$32a.b+2c.d=0.35 \times 190 \times 290 \quad (1)$$

$$2a+2e_1+e_2 \geq 50 \quad (2)$$

$$b+e_1+e_2 \geq 50 \quad (3)$$

$$60 \leq c \leq 90 \quad (4)$$

$$35 \leq d \leq 45 \quad (5)$$

$$a \leq 15 \quad (6)$$

$$a.b \leq 600 \quad (7)$$

Harç cepleri olmadığından bu konudaki kısaltmalar konulmamıştır.

$$2c.d \leq 0.125 \times 190 \times 290 \quad (8)$$

$$2a+3e_1 \geq 70 \quad (9)$$

Üretim sınırlamalar:

$$2a+e_1=c \quad (10)$$

$$2b+e_1=d \quad (11)$$

Geometrik sınırlamalar:

$$10.a+9e_1+2e_2=290 \quad (12)$$

$$4b+3e_1+2e_2=190 \quad (13)$$

Bilinmeyenler: a, b, c, d, e_1, e_2

Eşitlik sayısı: 5

Eşitsizlik sayısı: 8

Bilinmeyen sayısı: 6

0 halde sistemin çözülmesi için bir denklemin daha kurulması ve bu şartlarda çözülecek 6 bilinmeyenli denklemin sonuçlarının 8 adet eşitsizliği sağlaması gereklidir.

İç ve dış et kalınlıkları arasında, imalat kolaylığı ve çatlamasının önlenmesi açısından, pratikte 2 mm. fark alınması normaldir. 0 halde,

$$e_2 = e_1 + 2 \quad (14)$$

yazarak denklem ve bilinmeyen sayılarını eşitlemiş oluruz.

1.6. Çözüm Arayışları

1. Genel amacımız mümkün olduğunca hafif tuğla üretmek olduğundan dikdörtgen kesitli deliklerin alanlarını üst limit değerinde alalım. (6) ve (7) nolu denklemlerin çözümünden;

$$a=15, b=40 \text{ mm bulunur.}$$

Bu değerleri denklem (1) de yerine koyarsak;

$$32 \times 15 \times 40 \times 2c \cdot d = 19285$$

$$19200 + 2c \cdot d = 18285$$

$$c \cdot d = 42.5 \quad (15)$$

(8) nolu eşitsizliği gözönüne alırsak:

$$2c \cdot d \leq 6887.5$$

$$c \cdot d \leq 3443.75 \quad (16)$$

(15) ve (16) nolu ifadeler incelendiğinde tek kavrama deliğinin alanının maksimum 3443 mm² olmasına izin verildiği halde (15) nolu denklem gereğince alanın 42.5 mm² de sınırlandığı görülmektedir ki bu kadar küçük alanın kavrama deliği kavramı ile bağdaşması imkansızdır.

2. Bilinmeyenli 6 Denklemin Çözüm Sonuçları

$$a = 15.475$$

$$b = 31.58$$

$$c = 42.94$$

$$d = 75.10$$

$$e_1 = 11.94$$

$$e_2 = 13.94 \text{ mm}$$

Bu değerleri eşitsizliklerde yerine koyarsak,

$$2a + 2e_1 + e_2 = 68.77 \geq 50 \text{ eşitsizliği sağlıyor.}$$

$b+e_1+e_2=57.46 \geq 50$ eşitsizliği sağlıyor.

$c=42.94$ $\rightarrow 60 \leq c \leq 90$ en ve boy kavramı ters çevri-
 $d=75.10$ $\rightarrow 35 \leq d \leq 45$ lirse eşitsizlik sağlanmış olur.

$a=15.475$ $a \leq 15$ eşitsizliği sağlamıyor

$c.d=3224.80 \leq 3443.75$ eşitsizliği sağlıyor

$2a+3e_1=66.77 \geq 70$ eşitsizliği sağlamıyor

$a.b=488.70 \leq 600$ eşitsizliği sağlıyor

Bu durumda 8 eşitsizlikte 2 tanesi sınır şartlarını sağlamamıştır. O halde bu tip bir tuğla % 35 boşluklu dahi olsa TS 705 şartlarını tamamen sağlamamıştır.

3. Bir çok ülke standartlarında tuğla delik alanlarının sınırlandırılması iki temel görüşe dayandırılmıştır.

a) Boşluklara harç dolarak ısı ve ses izolasyonunun bozulmaması

b) Tuğla duvarının harç yapışma dayanımının düşük olması

Bu nedenle DIN 105 standartlarında olduğu gibi Türk Standartlarında da

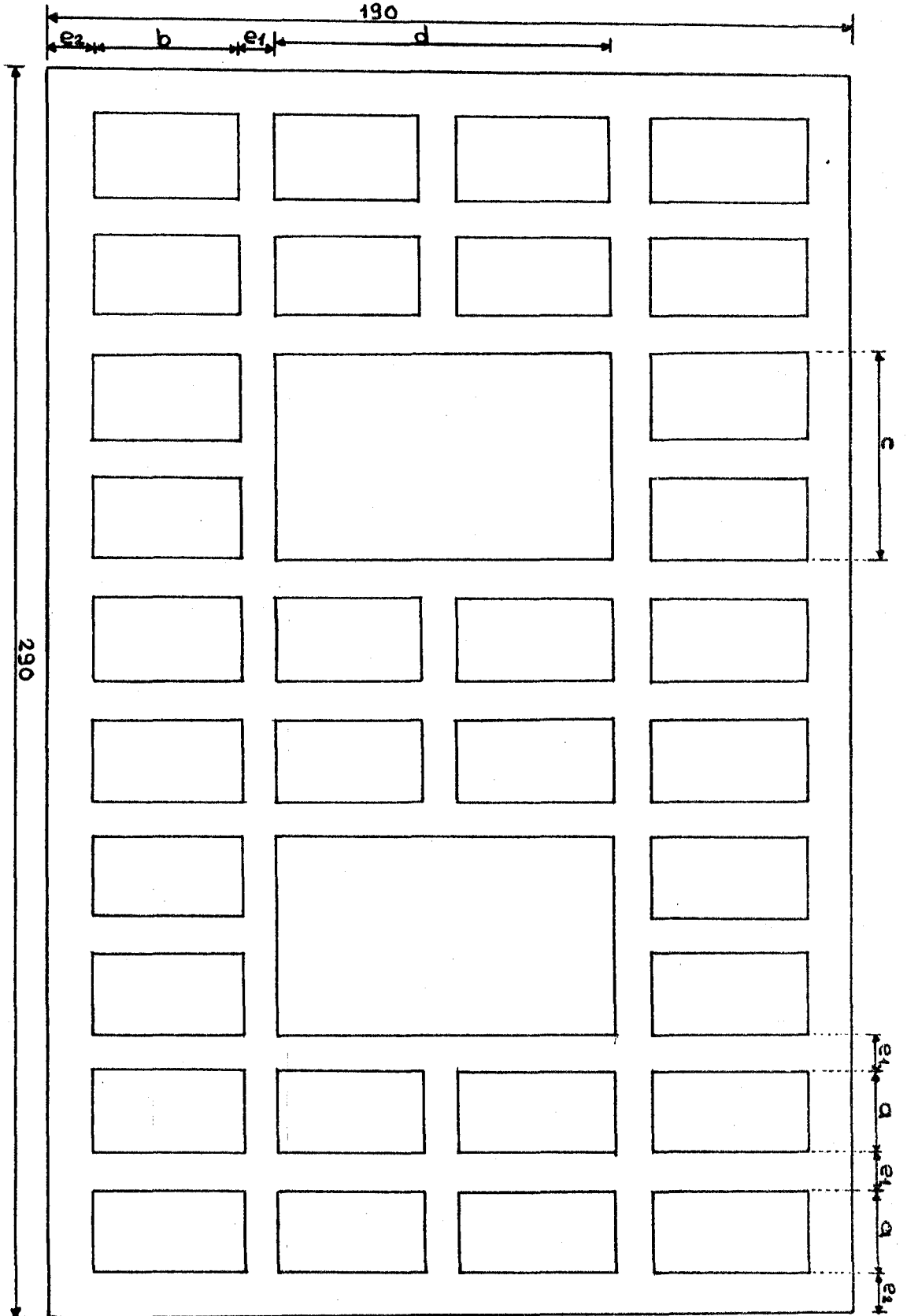
$$a.b \leq 600 \text{ mm}^2$$

$$c.d \leq 90 \times 45 \text{ veya } c.d < 4050 \text{ mm}^2$$

Bu şartları yerine getirirsek dahi delik oranı (p')

$$p' = \frac{32 \times a.b + 2c.d}{190 \times 290} = \% 49.55 \text{ olmaktadır.}$$

O halde yukarıdaki gerekçelerle delik oranının % 35 ile sınırlandırılması yanlıştır.



Şekil 1.7. (290x190x135 mm) Düşey delikli tuğla

2. KULLANILAN YÖNTEM, PROGRAM VE ALINAN ÇIKTILARLA İLGİLİ AÇIKLAMALAR

2.1. Kullanılan Yöntemin Tanıtılması

Farklı değişkenler arasında en küçük kareler yöntemiyle regresyon ilişkisi bulmaya çalışılmıştır.

Mevcut Standard Sapma⁶

Eskişehirdeki firmalardan alınan numunelerden 100 adedi üzerinde yapılan deneyler neticesinde düşey delikli ve yatay delikli tuğlalardaki basınç dayanımı ve hacim ağırlığı standard sapmalarının güvenilirliği araştırılarak, aşağıdaki değerler bulunmuştur.

Düşey Delikli Tuğlalarda

a) Basınç dayanımı (p)

$$\sigma_{n-1} = 17.69309223$$

$$\sigma_n = 17.47052876$$

$$\bar{x} = 72.675$$

$$n = 40$$

b) Hacim Ağırlığı (dh)

$$\sigma_{n-1} = 21.65291477$$

$$\sigma_n = 21.38054022$$

$$\bar{x} = 859.15$$

$$n = 40$$

$$P_{\max} = \bar{x} \pm 0.85\sigma = 72.675 \pm 0.85 \times 17.47052876$$

$$P_{\min}$$

$$P_{\max} = 87.52494945$$

$$P_{\min} = 57.82505055$$

$$dh_{\max} = 877.3234592$$

$$dh_{\min} = 840.9765408$$

Yatay Delikli Tuğlalarda

a) Basınç dayanımı (p)

$$\sigma_{n-1} = 7.098101919$$

$$\sigma_n = 7.038702532$$

$$\bar{x} = 25.3$$

$$n = 60$$

b) Hacim ağırlığı (dh)

$$\sigma_{n-1} = 83.89987812$$

$$\sigma_n = 83.19777474$$

$$\bar{x} = 805.7833333$$

$$n = 60$$

$$p_{\max} = \bar{x} \pm 0.85\sigma = 25.3 \pm 0.85 \times 7.038702532$$

$$p_{\max} = 31.28289715$$

$$p_{\min} = 19.31710285$$

$$dh_{\max} = 805.7833333 \pm 0.85 \times 83.19777474$$

$$dh_{\max} = 876.5014418$$

$$dh_{\min} = 735.0652248$$

Yapılan deney ve ölçümlerde düşey delikli tuğlalarda basınç dayanımı ortalaması $p=72 \text{ kg/cm}^2$, hacim ağırlığı ortalaması $dh=859 \text{ kg/cm}^3$ (Çizelge 2.1), yatay delikli tuğlalarda ise basınç dayanımı ortalaması $p=25 \text{ kg/cm}^2$, hacim ağırlığı ortalaması $dh=805 \text{ kg/cm}^3$ olarak bulunmuş-

tur (Çizelge 2.4).

Düsey delikli tuğlalar ve yatay delikli tuğlalar için ilgili değişkenler arasında önce doğrusal, sonra parabolik modeller seçilmiştir. Değişkenler arasında analiz yapılarak modellerle ilgili bilgisayar çıktıları elde edilmiştir.

Doğrusal modelde elde edilen analiz sonuçlarına göre D.D.T.'larda basınç dayanımı ile hacim ağırlığı arasında serpmeye diyagramı çizilmiştir (Şekil 2.1). Benzer analiz Y.D.T.'lar içinde yapılmış ve basınç dayanımı ile hacim ağırlığı arasında serpmeye diyagramı çizilmiştir (Şekil 2.2).

Bulunan neticelerden korelasyon⁽⁷⁾ katsayılarının hiçbirisi (1) değerine yakın olmadığından aralarında regresyon ile ilgili bir bağıntı bulunamamıştır.

7.

Çömlekçi, N., 1979, İstatistik

Çizelge 2.1. DÜŞEY DELİKLİ TUĞLA
DOĞRUSAL ÇOKLU REGRASYON ANALİZİ

VERİLERİN LİSTESİ

SIRA NO	BAS.D.(P) (kg/cm ²) X(1)	HAC.A.(dh) (kg/cm ³) X(2)
1	88.000	865.000
2	64.000	835.000
3	68.000	854.000
4	71.000	845.000
5	101.000	847.000
6	95.000	885.000
7	72.000	870.000
8	77.000	897.000
9	79.000	849.000
10	90.000	828.000
11	87.000	873.000
12	63.000	809.000
13	68.000	900.000
14	71.000	865.000
15	104.000	864.000
16	106.000	826.000
17	72.000	834.000
18	76.000	854.000
19	78.000	857.000
20	89.000	870.000
21	43.000	866.000

Çizelge 2.1. (devam)

<u>Sıra No</u>	<u>BAS.D. (p) (kg/cm²)</u>	<u>HAC.A. (dh) (kg/cm³)</u>
22	32.000	868.000
23	34.000	853.000
24	57.000	868.000
25	82.000	826.000
26	71.000	842.000
27	97.000	838.000
28	89.000	836.000
29	63.000	859.000
30	86.000	863.000
31	63.000	908.000
32	67.000	861.000
33	80.000	862.000
34	51.000	853.000
35	65.000	884.000
36	63.000	859.000
37	49.000	856.000
38	55.000	874.000
39	83.000	860.000
40	58.000	901.000

$$p \bar{x} = 72 \text{ kg/cm}^2$$

$$dh \bar{x} = 859 \text{ kg/cm}^3$$

Çizelge 2.2. YATAY DELIKLİ TUĞLA
DOĞRUSAL ÇOKLU REGRASYON ANALİZİ

** VERİLERİN LİSTESİ **

SIRA NO	BAS.D.(P) (kg/cm ²) X(1)	HAC.A.(dh) (kg/cm ³) X(2)
-----	-----	-----
1	28.000	902.000
2	42.000	926.000
3	27.000	902.000
4	31.000	940.000
5	33.000	930.000
6	34.000	896.000
7	26.000	908.000
8	29.000	922.000
9	25.000	919.000
10	25.000	891.000
11	28.000	934.000
12	42.000	876.000
13	28.000	910.000
14	32.000	898.000
15	32.000	890.000
16	35.000	910.000
17	25.000	954.000
18	29.000	890.000
19	25.000	919.000
20	25.000	964.000
21	21.000	711.000
22	10.000	684.000
23	9.000	724.000
24	18.000	730.000
25	12.000	702.000
26	16.000	701.000
27	21.000	726.000
28	15.000	732.000
29	13.000	701.000
30	11.000	684.000

D.D.T.'larda basınç dayanımı ve hacim ağırlığı arasındaki ilişki

	R. KATSAYISI	S. SAPMASI	t SAYISI	ANLAM %
A 0	216.9605			
A 1	-0.1679	0.1281	-1.3109	-.80223

DEĞİŞİK ANLAM LIMITLERİNE GÖRE HİPOTEZ TESTLERİ

	% 50	% 90	% 95	% 99	% 99.9
A 1 <>0	KABUL	RED	RED	RED	RED

BETA SAYILARI

A 1	-0.20542811
-----	-------------

SAPMA KARELERİ TOPLAMI.....: 12208.775
HATA KARELERİ TOPLAMI.....: 515.218953

BAGIMSIZ DEĞİŞKENİN STANDART SAPMASI.....: 17.4705288
BAGIMSIZ DEĞİŞKENİN STANDART HATASI.....: 3.5889377

DETERMINASYON KAT SAYISI.....: 4.22007E-02
KORELASYON KAT SAYISI.....: 0.20542811

KORELASYON KAT SAYISI İÇİN T SAYISI.....: 1.29394082
KORELASYON KAT SAYISI İÇİN ANLAM % SI.....: 0

FISHER TESTİ İÇİN F SAYISI.....: 1.67428284
F SAYISI İÇİN ANLAM % SI.....: 0

DURBIN WATSON TESTİ İÇİN d* SAYISI.....: 1.26883256

$$p = -0.1679(dh) + 216.9605$$

$$(0.1281)$$

Y.D.T. larda basınç dayanımı ve hacim ağırlığı arasındaki ilişki

	R. KATSAYISI	S. SAPMASI	t SAYISI	ANLAM %
A 0	-11.7412			
A 1	0.0460	0.0095	4.8358	0.99999

DEĞİŞİK ANLAM LİMITLERİNE GÖRE HİPOTEZ TESTLERİ

	% 50	% 90	% 95	% 99	% 99.9
A 1 <>	KABUL	KABUL	KABUL	KABUL	KABUL

BETA SAYILARI

A 1	0.532774565
-----	-------------

SAPMA KARELERİ TOPLAMI.....: 2972.6
 HATA KARELERİ TOPLAMI.....: 843.768757
 BAĞIMSIZ DEĞİŞKENİN STANDART SAPMASI.....: 7.03870254
 BAĞIMSIZ DEĞİŞKENİN STANDART HATASI.....: 3.75004168
 DETERMINASYON KAT SAYISI.....: 0.283848737
 KORELASYON KAT SAYISI.....: 0.532774565
 KORELASYON KAT SAYISI İÇİN T SAYISI.....: 4.79463
 KORELASYON KAT SAYISI İÇİN ANLAM % SI.....: 0
 FISHER TESTİ İÇİN F SAYISI.....: 22.9884769
 F SAYISI İÇİN ANLAM % SI.....: 0
 DURBIN WATSON TESTİ İÇİN d* SAYISI.....: 1.35249082

$$p=0.0460(dh)-11.7412$$

$$(0.0095)$$

D.D.T.'larda basınç dayanımı ve hacim ağırlığı arasındaki ilişki

DÜŞEY DELİKLİ TUĞLA
DOĞRUSAL ÇOKLU REGRESYON ANALİZİ

	R. KATSAYISI	S. SAPMASI	t SAYISI	ANLAM %
A 0	1164.7922			
A 1	-2.3713	7.3039	-0.3247	-0.03395
A 2	0.0013	0.0042	0.3017	0.03155

DEĞİŞİK ANLAM LİMITLERİNE GÖRE HİPOTEZ TESTLERİ

	% 50	% 90	% 95	% 99	% 99.9
A 1 <>0	RED	RED	RED	RED	RED
A 2 <>0	RED	RED	RED	RED	RED

BETA SAYILARI

A 1	-2.90042196
A 2	2.69541848

SAPMA KARELERİ TOPLAMI.....: 12208.775
HATA KARELERİ TOPLAMI.....: 543.163878

BAGIMSIZ DEĞİŞKENİN STANDART SAPMASI.....: 17.4705288
BAGIMSIZ DEĞİŞKENİN STANDART HATASI.....: 3.68498262

DETERMINASYON KAT SAYISI.....: 4.44896E-02
KORELASYON KAT SAYISI.....: 0.210925649

KORELASYON KAT SAYISI İÇİN T SAYISI.....: 1.3301588
KORELASYON KAT SAYISI İÇİN ANLAM % SI.....: 0

FISHER TESTİ İÇİN F SAYISI.....: 0.861380654
F SAYISI İÇİN ANLAM % SI.....: 0

DURBIN WATSON TESTİ İÇİN d* SAYISI.....: 1.29683946

$$p = -2.3713(dh)^2 + 0.0013(dh) + 1164.7922$$

(7.3039) (0.0042)

Y.D.T.'larda basınç dayanımı ve hacim ağırlığı arasındaki ilişki

YATAY DELIKLI TUĞLA
DOĞRUSAL ÇOKLU REGRASYON ANALIZI

	R. KATSAYISI	S. SAPMASI	t SAYISI	ANLAM Z
A 0	-337.7764			
A 1	0.8443	0.2421	3.4880	0.27552
A 2	-0.0005	0.0001	-3.3003	-0.26235

DEĞİŞİK ANLAM LİMLİTERİNE GÖRE HİPOTEZ TESTLERİ

	% 50	% 90	% 95	% 99	% 99.9
A 1 (>0) RED	RED	RED	RED	RED	RED
A 2 (>0) RED	RED	RED	RED	RED	RED

BETA SAYILARI

A 1	9.78753065
A 2	-9.26087109

SAPMA KARELERİ TOPLAMI.....: 2972.6
HATA KARELERİ TOPLAMI.....: 1180.33659

BAĞIMSIZ DEĞİŞKENİN STANDART SAPMASI.....: 7.03870254
BAĞIMSIZ DEĞİŞKENİN STANDART HATASI.....: 4.43534402

DETERMINASYON KAT SAYISI.....: 0.397072123
KORELASYON KAT SAYISI.....: 0.630136591

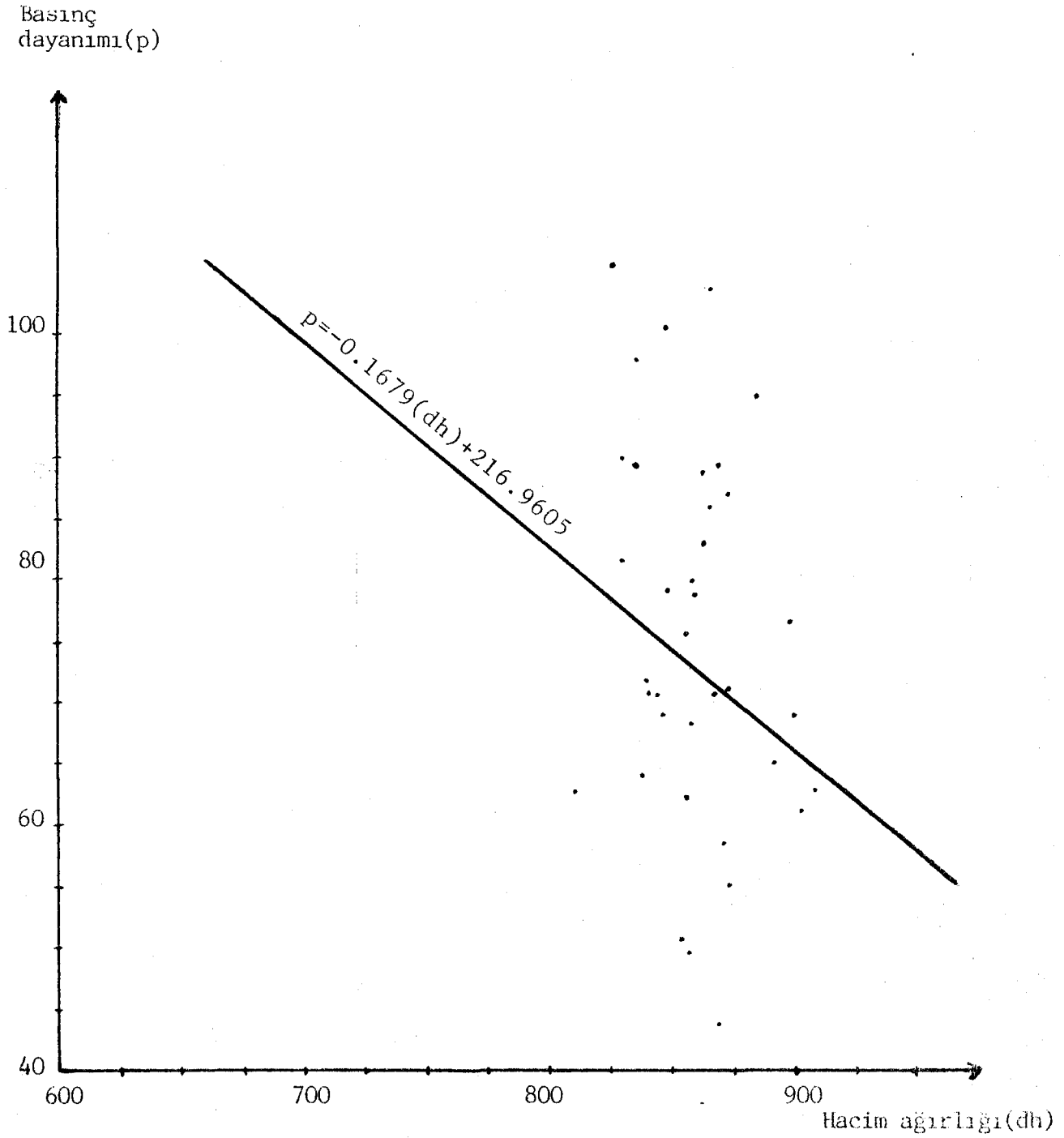
KORELASYON KAT SAYISI İCİN T SAYISI.....: 6.18039188
KORELASYON KAT SAYISI İCİN ANLAM Z SI.....: 0

FİŞER TESTİ İCİN F SAYISI.....: 18.7693353
F SAYISI İCİN ANLAM Z SI.....: 0

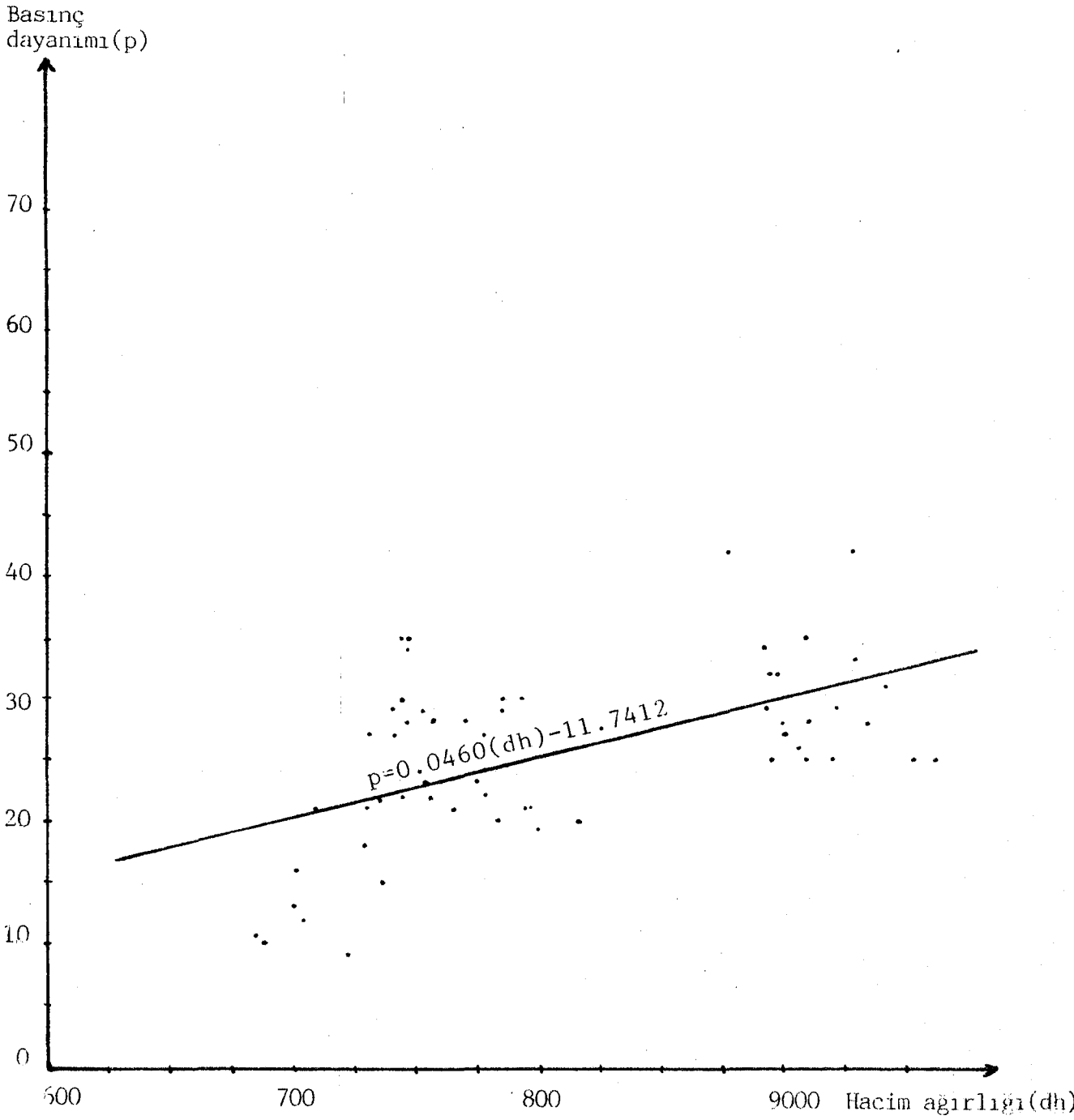
DURBIN WATSON TESTİ İCİN d₁ SAYISI.....: 1.55819073

$$p=0.8443(dh)^2-0.0005(dh)-337.7764$$

$$(0.2421) \quad (0.0001)$$



Şekil 2.1. D.D.T.'larda basınç dayanımı ile hacim ağırlığı arasındaki serpmeye diyagramı



Şekil 2.2. Y.D.T. larada basınç dayanımı ve hacim ağırlığı arasındaki serpmeye diyagramı

Çizelge 2.3. Düşey delikli tuğlalarda basınç dayanımı ve hacim ağırlığı değerleri

Sıra No	İmalat Cinsi	Basınç uygulama Alanı (cm ²)	Mk	Kırılma Yüklü (kg)	Hacim ağırlığı kg/cm ³	Basınç dayanımı kg/cm ²	Tuğla sınıfı
1	2.88x1.86x1.34	28.8x18.6=536	6200	47200	865	88	8.7 NT
2	2.89x1.86x1.33	28.9x18.6=538	5970	34400	835	64	"
3	2.88x1.87x1.35	28.8x18.7=539	6200	36600	854	68	"
4	2.86x1.90x1.36	28.6x19.0=543	6250	38600	845	71	"
5	2.90x1.88x1.33	29.0x18.8=545	6150	55000	847	101	"
6	2.87x1.85x1.34	28.7x18.5=531	6300	50400	885	95	"
7	2.87x1.87x1.35	28.7x18.7=537	6300	38650	870	72	"
8	2.90x1.87x1.36	29.0x18.7=542	6600	41800	897	77	"
9	2.89x1.90x1.34	28.9x19.0=549	6250	43400	849	79	"
10	2.86x1.88x1.35	28.6x18.8=538	6000	48400	828	90	"
11	2.86x1.87x1.37	28.6x18.7=535	6400	46700	873	87	"
12	2.90x1.89x1.33	29.0x18.9=548	5900	34400	809	63	"
13	2.86x1.87x1.34	28.6x18.7=535	6450	36600	900	68	"
14	2.89x1.88x1.34	28.9x18.8=541	6300	38550	865	71	"
15	2.88x1.86x1.35	28.8x18.6=536	6250	55700	864	104	"
16	2.88x1.90x1.36	28.8x19.0=547	6150	58100	826	106	"
17	2.87x1.87x1.33	28.7x18.7=537	5950	38450	834	72	"
18	2.86x1.85x1.35	28.6x18.5=529	6100	40450	854	76	"
19	2.86x1.89x1.36	28.6x18.9=541	6300	42200	857	78	"
20	2.89x1.90x1.34	28.9x19.0=549	6400	48600	870	89	"
21	2.88x1.87x1.34	28.8x18.7=537	6250	23000	866	43	"
22	2.89x1.89x1.35	28.9x18.9=546	6400	17550	868	32	"
23	2.89x1.88x1.36	28.9x18.8=543	6300	18500	853	34	"
24	2.87x1.86x1.37	28.7x18.6=534	6350	30500	868	57	"

Çizelge 2.3. (devam)

Sıra No	İmalat Cinsi	Basınç uygulama Alanı (cm ²)	Mk	Kırılma Yüğü (kg)	Hacim ağırlığı kg/cm ³	Basınç dayanımı kg/cm ²	Tuğla sınıfı
25	2.86x1.85x13.5	28.6x18.5=527	5900	43500	826	82	8.7 NF
26	2.90x1.88x1.34	29.0x18.8=545	6150	38600	842	71	"
27	2.88x1.89x1.36	28.8x18.9=544	6200	53000	838	97	"
28	2.89x1.87x1.35	28.9x18.7=540	6100	48200	836	89	"
29	2.89x1.89x1.36	28.9x18.9=546	6380	34600	856	63	"
30	2.90x1.86x1.34	29.0x18.6=539	6240	46200	863	86	"
31	3.88x1.87x1.36	38.8x18.7=726	8960	45400	908	63	11.7 NF
32	3.86x1.86x1.35	38.6x18.6=718	8350	48200	861	67	"
33	3.90x1.83x1.37	39.0x18.3=714	8430	57300	862	80	"
34	3.87x1.88x1.34	38.7x18.8=728	8315	37000	853	51	"
35	3.90x1.87x1.38	39.0x18.7=729	8900	47500	884	65	"
36	3.88x1.85x1.38	38.8x18.5=718	8510	45400	859	63	"
37	3.88x1.89x1.34	38.8x18.9=733	8415	36100	856	49	"
38	3.87x1.88x1.36	38.7x18.8=729	8650	39700	874	55	"
39	3.87x1.90x1.35	38.7x19.0=735	8540	61000	860	83	"
40	3.86x1.88x1.34	38.6x18.8=726	8760	41900	901	58	"

Çizelge 2.4. Yatay delikli tuğlalarda basınç dayanımı ve hacim ağırlığı değerleri

Sıra No	İmalat Cinsi	Basınç uygulama Alanı (cm ²)	Mk	Kırılma Yüğü (kg)	Hacim ağırlığı kg/cm ³	Basınç dayanımı kg/cm ²	Tuğla sınıfı
1	1.88x1.84x0.84	18.8x18.4=346	2620	9700	902	28	3.6 NT
2	1.89x1.88x0.86	18.9x18.8=355	2830	14900	926	42	"
3	1.85x1.88x0.86	18.5x18.8=348	2700	9400	902	27	"
4	1.90x1.86x0.87	19.0x18.6=353	2890	10950	940	31	"
5	1.90x1.83x0.85	19.0x18.3=348	2750	11500	930	33	"
6	1.88x1.90x0.84	18.8x19.0=357	2690	12150	896	34	"
7	1.87x1.87x0.85	18.7x18.7=350	2700	9100	908	26	"
8	1.86x1.87x0.86	18.6x18.7=348	2760	10100	922	29	"
9	1.90x1.89x0.84	19.0x18.9=359	2770	8980	919	25	"
10	1.87x1.86x0.87	18.7x18.6=348	2700	8700	891	25	"
11	1.88x1.85x0.84	18.8x18.5=348	2730	9700	934	28	"
12	1.87x1.86x0.87	18.7x18.6=348	2650	14500	876	42	"
13	1.89x1.84x0.85	18.9x18.4=348	2690	9750	910	28	"
14	1.88x1.86x0.86	18.8x18.6=350	2700	11000	898	32	"
15	1.90x1.89x0.86	19x18.9=359	2750	11450	890	32	"
16	1.87x1.86x0.84	18.7x18.6=348	2660	12050	910	35	"
17	1.86x1.87x0.85	18.6x18.7=348	2820	8750	954	25	"
18	1.89x1.90x0.87	18.9x19.0=359	2780	10300	890	29	"
19	1.85x1.88x0.86	18.5x18.8=348	2750	8600	919	25	"
20	1.88x1.84x0.84	18.8x18.4=346	2800	8800	964	25	"
21	1.88x1.90x0.87	18.8x19.0=357	2210	7500	711	21	"
22	1.87x1.91x0.88	18.7x19.1=357	2150	3500	684	10	"
23	1.88x1.88x0.86	18.8x18.8=353	2200	3000	724	9	"
24	1.85x1.90x0.85	18.5x19.0=352	2180	6250	730	18	"

Çizelge 2.4. (devam)

Sıra No	İmalat Cinsi	Basınç uygulama Alanı (cm ²)	Mk	Kırılma Yüğü (kg)	Hacim ağırlığı kg/cm ³	Basınç dayanımı kg/cm ²	Tuğla sınıfı
25	1.87x1.89x0.86	18.7x18.9=353	2135	4250	702	12	3.6 NT
26	1.89x1.90x0.89	18.9x19.0=359	2240	5850	701	16	"
27	1.86x1.86x0.88	18.6x18.6=346	2210	7100	726	21	"
28	1.85x1.89x0.86	18.5x18.9=350	2200	5200	732	15	"
29	1.88x1.90x0.87	18.8x19.0=357	2180	4750	701	13	"
30	1.89x1.89x0.88	18.9x18.9=357	2150	3900	684	11	"
31	1.90x1.85x1.32	19.0x18.5=352	3500	8100	753	23	5.7 NT
32	1.89x1.86x1.34	18.9x18.6=352	3550	10200	754	29	"
33	1.83x1.85x1.35	18.3x18.5=339	3400	10150	744	30	"
34	1.90x1.89x1.33	19.0x18.9=359	3550	10400	743	29	"
35	1.83x1.89x1.32	18.3x18.9=346	3450	10000	755	29	"
36	1.85x1.89x1.34	18.5x18.9=350	3530	7690	753	22	"
37	1.87x1.89x1.35	18.7x18.9=353	3560	12400	746	35	"
38	1.87x1.89x1.34	18.7x18.9=353	3580	9900	756	28	"
39	1.86x1.90x1.33	18.6x19.0=353	3490	9550	742	27	"
40	1.86x1.89x1.33	18.6x18.9=352	3460	7750	740	22	"
41	1.86x1.87x1.34	18.6x18.7=352	3650	8000	775	23	"
42	1.86x1.90x1.36	18.6x19.0=353	3580	9850	745	28	"
43	1.90x1.86x1.33	19.0x18.6=353	3700	10700	787	30	"
44	1.87x1.88x1.34	18.7x18.8=352	3610	9750	766	28	"
45	1.87x1.89x1.35	18.7x18.9=353	3730	10450	782	30	"
46	1.89x1.86x1.33	18.9x18.6=351	3570	7500	764	21	"
47	1.88x1.90x1.36	18.8x19.0=357	3630	12400	747	35	"

Çizelge 2.4. (devam)

Sıra No	İmalat Cinsi	Basınç uygulama Alanı (cm ²)	Mk	Kırılma Yüğü (kg)	Hacim ağırlığı kg/cm ³	Basınç dayanımı kg/cm ²	Tuğla sınıfı
48	1.88x1.84x1.35	18.8x18.4=346	3650	9950	782	29	5.7 NT
49	1.90x1.87x1.36	19.0x18.7=355	3750	9500	776	27	"
50	1.86x1.88x1.34	18.6x18.8=350	3690	7500	788	21	"
51	1.88x1.92x1.36	18.8x19.2=361	3700	8400	754	23	"
52	1.89x1.88x1.33	18.9x18.8=355	3760	7500	796	21	"
53	1.87x1.90x1.35	18.7x19.0=355	3900	7000	813	20	"
54	1.86x1.85x1.34	18.6x18.5=344	3580	7450	776	22	"
55	1.89x1.87x1.33	18.9x18.7=353	3630	11900	772	34	"
56	1.87x1.85x1.34	18.7x18.5=346	3540	7550	764	22	"
57	1.89x1.87x1.33	18.9x18.7=353	3760	6550	800	19	"
58	1.88x1.90x1.34	18.8x19.0=357	3800	6250	794	17	"
59	1.87x1.90x1.34	18.7x19.0=355	3710	7050	779	20	"
60	1.88x1.89x1.34	18.8x18.9=355	3500	9750	735	27	"

SONUÇ VE ÖNERİLER

Derlenen verilere dayalı olarak çizilen serpmeye diyagramlarına bakıldığında her iki tür tuğla için hacim ağırlığı ile basınç dayanımı arasındaki bağıntının son derece zayıf olduğu anlaşılmıştır. Bununla beraber Y.D.T.'larda hacim ağırlığı ile basınç dayanımı arasında az da olsa bir bağıntının olduğu gözlenmiştir. Sonuçları istatistiksel bir temele oturtmak için en küçük kareler yöntemiyle veriler regresyon analizine tabi tutulmuştur.

Tez çalışmasında yapılan ölçümler ve deneyler neticesinde, aşağıda açıklanan sonuçlar elde edilmiştir.

Herbir tuğla türü için ilgili değişkenler arasında önce doğrusal, sonra parabolik modeller seçilmiştir. Analiz sonunda D.D.T.'lar için en yüksek korelasyon katsayısı 0.21095 ile parabolik modelde ulaşılmıştır. Bu sonuç dahi % 50'lik anlam limitine göre yapılan hipotez testlerine göre reddedilmiştir.

Benzer analiz Y.D.T.'lar için de yapılmış en yüksek en yüksek korelasyon katsayısı 0.6301 ile parabolik modelde elde edilmiştir.

Yapılan hipotez testlerinde doğrusal veriler için % 50 anlam limitine göre hipotezler kabul edilmiştir.

Bu sonuçlara göre inceleme konusu olan ve elde mevcut 100 örnek dikkate alındığında D.D.T.'larda hacim ağırlığı ile basınç dayanımı arasında anlamlı bir bağıntı olmadığı buna karşılık Y.D.T.'larda az da olsa bir bağıntının bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Yapılan deneylerden, tuğlaların mukavemeti açısından hiçbir sorun olmadığı, buna rağmen farklı üretim merkezlerinde üretilen tuğlaların nitelik olarak belli bir standarda uymadığı ve yeterli ölçüde kalite kontrolü yapılmadığı ortaya çıkmıştır.

Mevcut kalitenin yükseltilmesi, revizyon yapılması ve Avrupa normlarına yaklaşılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

1. Türk Standardları Enstitüsü, 1985, TS 705, Fabrika tuğlaları-duvarlar için dolu ve düşey delikli, Uzman Matbaacılık, 16 s.
2. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 1987, Birim fiyat tarifleri, Başbakanlık Basımevi, Ankara, 149 s.
3. Türk Standardları Enstitüsü, 1985, TS 4563, Fabrika tuğlaları-duvarlar için yatay delikli, Uzman Matbaacılık, Ankara, 14 s.
4. Türk Standardları Enstitüsü, 1985, TS 4377, Uzman Matbaacılık, Ankara, 19 s.
5. Eltez, M., 1986, Tuğla ve kiremit standartları semineri, Turgutlu, 36 s.
6. Özışık, G., 1987, Turgutlu ve Kiremit Standartları Semineri, Turgutlu.
7. Çömlekçi, N., 1979, İstatistik, Kalite Matbaası, 380 s.