



**Makale  
(Article)**

## **Afyonkarahisar'daki Tuğla Kalitesinin İstatistiksel Değerlendirilmesi**

**İlker Bekir TOPÇU<sup>1</sup>, Tayfun UYGUNOĞLU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Osmangazi Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., İnş. Müh. Böl., Batı Meşelik, 26480 Eskişehir/TÜRKİYE

<sup>2</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi Müh.Fak. İnş. Müh. Böl., 03200 Afyonkarahisar/TÜRKİYE  
uygunoglu@aku.edu.tr

### **Özet**

Bu çalışmada Afyonkarahisar'da faaliyet gösteren, eski bir geçmişe ve donanıma sahip tuğla fabrikaları tarafından üretilen tuğlaların basınç dayanımlarını belirlemek amacıyla toplam 3 tuğla fabrikasından, son 5 yıllık dönemi kapsayacak şekilde 2001, 2002, 2003, 2004 ve 2005 yıllarında üretilen ve Türk Standartları Enstitüsünün laboratuvarına getirilen tuğla numunelerinin basınç dayanımları incelenmiştir. Her bir fabrikadan 115 olmak üzere toplam 345 adet deney sonucundan yararlanılmış ve istatistiksel bir genellemenin yapılabileceğine karar verilmiştir. Afyonkarahisar genelinde ve firmalar arasında karşılaştırmalar yapılarak, son yıllarda tuğla kullanımı ile tuğla kalitesinde bir artışın gerçekleşip gerçekleşmediği ve Afyonkarahisar'daki firmaların son durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmalar sonucunda firmalar arasında çok fazla bir farkın olmadığı ve Afyonkarahisar genelinde üretilen tuğlaların kalitesinde Türk Standartları Enstitüsünün öngördüğü ölçülerde ve tuğla üretiminin oldukça yüksek bir orana ulaşmış olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Basınç Dayanımı; Tuğla; Kalite Kontrol; İstatistiksel Değerlendirme

## **Statistical Evaluation Of Brick Qualities In Afyonkarahisar**

### **Abstract**

In this study, compressive strengths of brick specimens which were brought to the laboratory of The Institute of Turkish Standards between 2001 and 2005 have been reviewed to compare the quality of the bricks which were produced at brick manufactory companies in Afyonkarahisar. It is decided to be able to a statistical generalization by the help of totally 345 experiment results. It is evaluated that if the usage of bricks and the quality of the bricks increased or not and it is tried to research the last condition if the companies, in general of Afyonkarahisar and the compare between the brick manufactory companies of Afyonkarahisar. At the result of these reviews, it is concluded that there is not so much differences between the companies and the quality of the bricks produced in the general of Afyonkarahisar, is pretty high.

**Keywords :** Compressive Strength; Brick; Quality Control; Statistical Evaluation.

*Bu makaleye atıf yapmak için*

*Topçu İ.B.,Uygunoğlu T., "Afyonkarahisar'daki Tuğla Kalitesinin İstatistiksel Değerlendirilmesi" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2013, 9(2) 7-14*

*How to cite this article*

*Topçu İ.B.,Uygunoğlu T., " Statistical Evaluation Of Brick Qualities In Afyonkarahisar " Electronic Journal of Construction Technologies, 2013, 9 (2) 7-14*

## 1. GİRİŐ

Ülkemizin büyük bölümü deprem kuşağında yer aldığından, çok sık olarak afetlerle karşı karşıya kalınmakta ve bu yüzden de çok büyük miktarda can ve mal kaybı yaşanmaktadır. Bu nedenle yapı güvenliği açısından tuğlanın kalitesi çok önemlidir. Tuğla bloklar hem yük taşıyan yığma duvar hem de bölme duvar malzemesi olarak inşaat sektöründe yıllardır kullanılmaktadır [1].

Kil, killi toprak, kum ve gerektiğinde tuğla ve kiremit tozunun suyla karıştırılması ve makinelerde kalıplanarak pişirilmesi ile elde edilen yapı malzemelerine tuğla adı verilir. Tuğla, suya dona ve ateşe karşı oldukça dayanıklı olduğundan yapı malzemesi olarak kullanılan temel bir maddedir [2,3].

Yapının güvenliğinin yanında zaman içinde dayanıklılığı açısından da tuğlanın kalitesi vazgeçilmemesi gereken bir unsurdur. Ülkemizde yatay delikli tuğlaların kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla TS 4563 standardı mevcut olup, basınç dayanımları açısından bir takım sınırlandırmalar getirilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** TS 4563'e göre tuğla dayanım sınıfları



Tuğla Sınıfı	Basınç Dayanımı (kgf/cm <sup>2</sup> )	
	Ortalama	En az
7.5	75	60
5	50	40
2.5	25	20

Afyonkarahisar'da tuğla üretimi 1960'lı yıllarda başlamış ve çok hızlı bir gelişme göstermiştir. Tuğla fabrikaları ve üretimlerinin denetlenmesiyle rekabet doğmuş ve bu sayede sadece tuğlanın dayanımı değil, dayanıklılığı konusunda da ilerlemeler sağlanmıştir. Afyonkarahisar'da faaliyet göstermekte olan yaklaşık 22 adet tuğla fabrikası mevcuttur. Bu fabrikalar yıllık toplam ortalama 500 milyon adet 13,5'luk blok tuğla üretme kapasitelerine sahiptirler. Bu bakımdan Afyonkarahisar toprak sanayi, ülkemizin çok önemli bir bölümünün tuğla ihtiyacını karşılamaktadır. Bu çalışmada Afyonkarahisar ilinde 3 adet tuğla fabrikasından alınan beş farklı yıllara ait tuğla basınç dayanımları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Böylece Afyonkarahisar'da kullanılan tuğlaların kaliteleri hakkında fikir edinilmeye çalışılmıştır.

## 2.DENEYSSEL ÇALIŞMA

Üretilen tuğlaların yürürlükte olan yönetmeliklere, standartlara uygunluğu günümüz Türkiye' sinde önemli bir yer tutmaktadır. Türk Standartları Enstitüsü' nün belirlediği standartlara göre Afyonkarahisar İli ve havalisinde (190 x 190 x 135 mm) ve (190 x 190 x 85 mm) normal tuğlalarda basınç dayanımı en az 20 kgf/cm<sup>2</sup>; ortalama 25 kgf/cm<sup>2</sup> olması istenmektedir. Bu nedenle istatistiksel açıdan tuğlaların dayanım açısından kalitelerinin araştırıldığı bu çalışmada, kullanılan tuğla numunelerinin bu şarta uyup uymadıkları kontrol edilmiştir. Çalışmada Afyonkarahisar'daki 3 farklı fabrikanın 2001, 2002, 2003, 2004 ve 2005 yıllarına ait tuğla basınç dayanım değerleri kullanılmış ve basınç dayanımlarının dağılımları incelenmiştir. Firmaların isimleri gizli tutularak sırasıyla A Firması, B Firması ve C Firması olarak kodlanmıştır. Bu veriler resmi olup Türk Standartları Enstitüsü'nün Afyonkarahisar İl Temsilciliği'nin laboratuvarında gerçekleştirilen deneylerin sonuçlarıdır. Deneyler (190 x 190 x 135 mm) ve (190 x 190 x 85 mm) ebatlarındaki (13,5'luk ve 8,5'luk ) yatay delikli normal tuğla numuneler üzerinde yapılmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Tuğla tipleri ve boyutları

Tuğla Tipi	Tuğla Adı	Boyutlar (cm)	1 m <sup>2</sup> 'de kullanım adedi
	8.5'luk	19 x 19 x 8.5	25
	13.5'luk	19 x 19 x 13.5	35

TS 4563'e göre [4] yatay delikli tuğla numuneler üzerinde basınç dayanımlarının belirlenmesi için öncelikle tuğlaların basınç uygulanacak delikli yüzeyleri, boyutları ölçüldükten sonra bir hacim kum (0/1 mm) ve bir hacim Portland çimentosu ile yapılmış harçla düzgün hale getirilir. 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. Alınları harçla düzeltilen tipteki tuğlaların alın yüzlerinin tuğla yüksekliğine paralel kenarlarında en az 35 mm genişliğinde harçlama alanları düzenlenmiş olmalıdır. Basınç uygulanacak yüzeyleri harçla düzeltilmiş numuneler iki gün nemli ortamda; bir hafta da en az % 55 nemli  $20 \pm 5$  °C sıcaklıktaki ortamda tutulmak koşuluyla toplam dokuz gün bekletildikten sonra tek eksenli preste  $5 - 6$  kgf/cm<sup>2</sup> yükleme hızıyla yüklenerek kırılma yükleri belirlenir ve aşağıdaki (1) nolu eşitlik yardımıyla basınç dayanımları bulunur [5]:

$$F_b = P_k / A_o \quad (1)$$

Burada;

$F_b$ : tuğlanın basınç dayanımı (kgf/cm<sup>2</sup>);  $P_k$ : kırılma yükü (kgf);  $A_o$ : yük uygulanan tuğlanın yüzey alanı olup burada tuğla boşlukları düşülmez.

Her iki tuğla tipi için de dayanım sınır değerleri aynı olduğundan tuğlaların dayanımları ebatlarına göre ayrılmamış, toplu olarak değerlendirilmeye alınmıştır. Her yıla ait 23 deneme yapılmıştır. Her firma için ayrı ayrı 23 deneye ait beş yılın aritmetik ortalaması alınarak bu yılların ortalamasından elde edilen 23 değer istatistiksel değerlendirmeye alınmıştır. Laboratuvarında 3 fabrika için toplam 345 adet tuğla numune üzerinde deney yapılmış ve sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3.** A Firmasına ait tuğlaların basınç dayanım değerleri

BASINÇ DENEY SONUÇLARI (kgf/cm <sup>2</sup> )							
Num.No	2001	2002	2003	2004	2005	Ortalama	Stand.S.
1	26	26	30	26	26	26.8	1.79
2	24	24	24	26	26	24.8	1.10
3	25	25	28	26	27	26.2	1.30
4	23	23	26	26	24	24.4	1.52
5	24	24	25	24	24	24.2	0.45
6	26	26	24	25	25	25.2	0.84
7	27	27	29	26	26	27	1.22
8	27	27	26	25	27	26.4	0.89
9	26	26	24	25	25	25.2	0.84
10	28	28	27	24	27	26.8	1.64
11	29	29	28	25	29	28	1.73
12	28	28	26	27	28	27.4	0.89
13	27	27	25	27	28	26.8	1.10

14	30	30	27	28	30	29	1.41
15	29	29	29	28	29	28.8	0.45
16	31	31	30	30	26	29.6	2.07
17	32	32	25	29	29	29.4	2.88
18	26	26	26	27	30	27	1.73
19	29	29	26	25	29	27.6	1.95
20	27	27	24	27	28	26.6	1.52
21	29	29	27	26	28	27.8	1.30
22	31	31	26	25	27	28	2.83
23	30	30	27	28	29	28.8	1.30

**Tablo 4.** B Firmasına ait tuğlaların basınç dayanım değerleri

BASINÇ DENEY SONUÇLARI (kgf/cm <sup>2</sup> )							
Num.No	2001	2002	2003	2004	2005	Ortalama	Stand. S.
1	26	24	26	23	25	24.8	1.30
2	27	26	26	25	27	26.2	0.84
3	25	27	25	26	27	26	1.00
4	28	27	27	27	26	27	0.71
5	27	28	29	28	24	27.2	1.92
6	27	30	31	24	25	27.4	3.05
7	29	29	30	25	23	27.2	3.03
8	30	29	28	27	26	28	1.58
9	27	27	29	26	27	27.2	1.10
10	25	26	25	28	29	26.6	1.82
11	27	24	26	28	29	26.8	1.92
12	29	25	27	29	28	27.6	1.67
13	32	27	29	30	28	29.2	1.92
14	26	29	28	25	29	27.4	1.82
15	23	30	25	26	30	26.8	3.11
16	24	31	26	26	29	27.2	2.77
17	27	26	28	27	28	27.2	0.84
18	29	29	25	29	27	27.8	1.79
19	28	28	26	28	26	27.2	1.10
20	28	27	28	25	26	26.8	1.30
21	27	25	26	26	28	26.4	1.14
22	25	26	26	27	25	25.8	0.84
23	25	26	30	29	25	27	2.35

**Tablo 5. C Firmasına ait tuğlaların basınç dayanım değerleri**

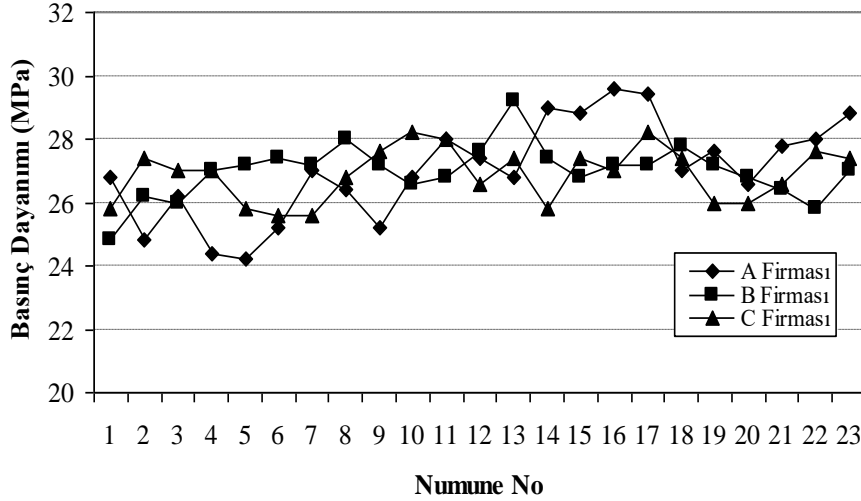
BASINÇ DENEY SONUÇLARI (kgf/cm <sup>2</sup> )							
Num.No	2001	2002	2003	2004	2005	Ortalama	Stand. S.
1	25	27	26	25	26	25.8	0.84
2	26	28	29	27	27	27.4	1.14
3	29	28	28	26	24	27	2.00
4	28	29	25	29	24	27	2.35
5	25	25	26	28	25	25.8	1.30
6	25	24	27	25	27	25.6	1.34
7	24	23	25	27	29	25.6	2.41
8	27	26	27	26	28	26.8	0.84
9	29	27	29	28	25	27.6	1.67
10	30	27	28	30	26	28.2	1.79
11	28	29	26	30	27	28	1.58
12	28	28	25	28	24	26.6	1.95
13	26	30	25	27	29	27.4	2.07
14	25	26	27	25	26	25.8	0.84
15	27	29	28	26	27	27.4	1.14
16	29	28	26	27	25	27	1.58
17	28	26	29	29	29	28.2	1.30
18	28	25	27	27	30	27.4	1.82
19	26	26	29	25	24	26	1.87
20	27	27	26	24	26	26	1.22
21	27	29	26	26	25	26.6	1.52
22	29	25	27	28	29	27.6	1.67
23	25	26	27	29	30	27.4	2.07

2001-2005 yıllarında gerçekleştirilen 23 deneyin yıllara göre aritmetik ortalaması alındıktan sonra ilgili yıllarda elde edilen dayanımlar arasındaki değişimlerin görülmesi için de standart sapmaları bulunarak her deney için yine Tablo 5’de verilmiştir.

### 3. DENEY SONUÇLARI

Afyonkarahisar’da üretilen 3 farklı firmaya ait 2001-2005 yılları arasındaki tuğla basınç dayanım deneylerinin aritmetik ortalaması alınmış ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 23 deneye ait yılların standart sapmayla birlikte aritmetik ortalamaları incelendiğinde; yıllara göre önemli bir değişiklik görülmemiştir. En büyük standart sapma B firmasında 3.11 olarak görülmüştür. Dolayısıyla yılların ortalamasının, toplam 5 yıl içerisinde belirlenen basınç dayanımlarını çok iyi bir şekilde temsil ettiği belirtilebilir. Çünkü, standart sapmanın küçük olması; ortalamadan sapmaların ve riskin az olduğunun, büyük olması ise; ortalamadan sapmaların, riskin çok olduğunun göstergesidir.

TSE Standartlarına göre basınç dayanımı en az 20 kgf/cm<sup>2</sup>; ortalama olarak da 25 kgf/cm<sup>2</sup> basınç dayanımına sahip olmaları istenmektedir. Afyonkarahisar’da üretilen tuğlaların ortalama basınç dayanımları Şekil 1’de görüldüğü gibi 24 ile 30 kgf/cm<sup>2</sup> arasında değişmektedir. En az dayanım değeri A firmasındaki 5. deneyde 24.2 kg/cm<sup>2</sup> olarak elde edilmiştir. Afyonkarahisar’da üretilen tuğlaların sınıfı Tablo 1’e göre 2.5 olup, basınç dayanımı kriterleri açısından incelendiğinde oldukça iyi olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Her üç firmanın ortalama basınç dayanımlarının değişimi

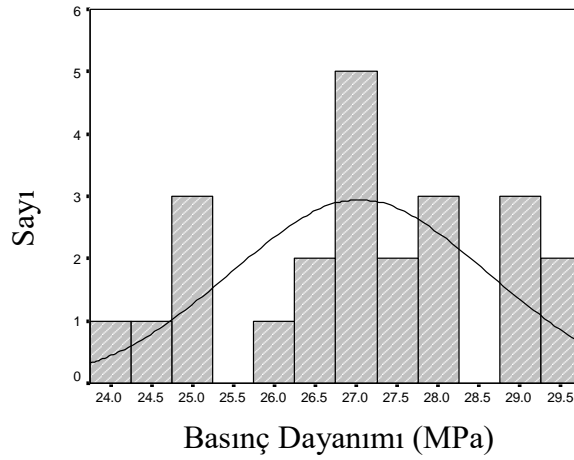
Tablo 6. Firmaların ortalama dayanım sonuçlarına ait istatistiksel değerlendirmeler

İstatistik Değerler		A	B	C
N		23	23	23
Ortalama		27.035	26.99	26.88
Ortalamaların standart hatası		0.325	0.177	0.176
Medyan		27.0	27.2	27.0
Mod		26.8	27.2	27.4
Standart sapma		1.557	0.852	0.844
Varyans		2.424	0.725	0.712
Çarpıklık		-0.189	-0.099	-0.153
Aralık		5.40	4.40	2.60
En küçük değer		24.20	24.80	25.60
En büyük değer		29.60	29.20	28.20
Yüzdeler	25	26.2	26.6	26.0
	50	27.0	27.2	27.0
	75	28.0	27.4	27.4

Her firmanın 2001-2005 yılları arasında ürettiği tuğlaların ortalama basınç dayanımları üzerinde yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Görüldüğü gibi, her üç firmanın değerleri arasında anlamlı ilişkiler elde edilmiştir. Üç firma arasında, ortalama değerlerin standart sapması en büyük 1.557 olarak A firmasının değerleri arasında görülmüş olup, bu sapma bile oldukça düşüktür. Diğer firmalara ait ortalama değerlerin standart sapmaları da 0.852 ve 0.844'tür. Firmalar arasında en küçük ortalama basınç dayanımı 26,878 kg/cm<sup>2</sup> olarak C firmasında olup, standardın ön gördüğü ortalama basınç dayanımı değerinin üzerindedir. En küçük basınç dayanımı da 24.2 kg/cm<sup>2</sup> olarak A firmasında elde edilmiş ve bu değer de standartta istenilen alt sınır değerler üzerindedir. Dolayısıyla Afyonkarahisar'da üretilen tuğlaların basınç dayanımı değerleri açısından standart değerlere uygun olduğu görülmektedir. Diğer istatistiksel değerler olan varyans, mod, medyan ve çarpıklık açısından da ortalama değerler arasında oldukça anlamlı ilişkiler olduğu görülmektedir. Her üç serinin mod değeri incelendiğinde en çok tekrarlanan değerler A, B ve C firmaları için sırasıyla 26.8, 27.2 ve 27.4 MPa olduğu görülmektedir.

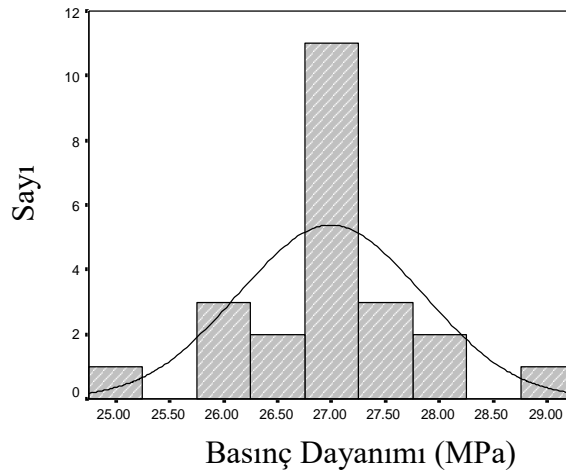
Şekil 2'de A, B ve C firmalarından alınan tuğla numunelerinin basınç dayanımlarının frekans dağılımlarıyla normal dağılım eğrileri görülmektedir. Frekans dağılımları incelendiğinde her üç firma için tuğla dayanımlarına ait en çok görülen dayanım sonucu 27 ile 27.5 MPa'dır. Bir frekans dağılımının

çarpıklığı, simetriden sapmanın (simetrisinin bozulmasının) özel bir ölçüsüdür. Simetrik dağılımı belirleyecek özelliklerden biri aritmetik ortalama ile modun aynı olmasıdır [6]. B firmasının dayanım sonuçlarındaki mod ve medyan değerinin aynı olmasından dolayı seriye ait normal dağılım eğrisinin de simetrik olduğu Şekil 3'te verilen frekans dağılımı ve normal dağılım eğrisinden görülebilir.

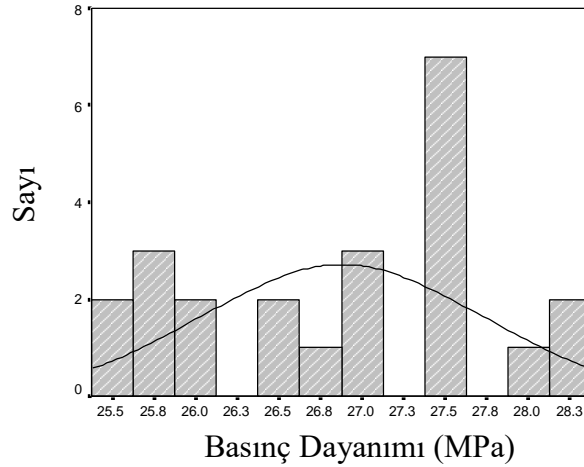


**Şekil 2.** A firmasının tuğla basınç dayanım sonuçlarına ait histogram grafiği

Eğik serilerde ise medyan, aritmetik ortalama ile mod arasında yer alır. Eğer mod değeri aritmetik ortalamadan büyükse, normal dağılım eğrisi sola eğiktir. Tersisi durum söz konusu olduğunda yani mod değeri aritmetik ortalamadan küçükse bu durumda normal dağılım eğrisi sağa eğik durumdadır. Firmalardan A firmasının tuğla dayanımlarına ait mod değeri aritmetik ortalamadan küçük olduğundan normal dağılım eğrisi sağa eğiktir [7,8]. C firmasına ait dayanım sonuçlarının mod değeri aritmetik ortalamadan büyük olduğundan bu firmanın dayanım sonuçlarının normal dağılım eğrisinin sola eğik olduğu değerlerden ve grafiklerden görülmektedir.



**Şekil 3.** B firmasının tuğla basınç dayanım sonuçlarına ait histogram grafiği



Şekil 4. C firmasının tuğla basınç dayanım sonuçlarına ait histogram grafiği

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Afyonkarahisar yöresi üç firmaya ait tuğla basınç dayanımı değerlerin kullanılmasıyla istatistiksel çalışma yapılarak her firmanın ürettiği tuğlalar için ortalama dayanım, standart sapma, varyasyon katsayısı, değişim katsayısı ve çarpıklık katsayısı hesap edilmiştir ve değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, Afyonkarahisar'da farklı firmalarca üretilen tuğlaların istenilen basınç dayanımı özelliklerini taşıdığı anlaşılmaktadır. Firmaların tümünün üretimlerinin de basınç dayanımlarının TSE'nin belirlemiş olduğu minimum 20 kgf/cm<sup>2</sup> basınç dayanımını karşıladıkları görülmektedir. Aynı zamanda üretilen tuğlaların basınç dayanım sonuçları arasındaki istatistiksel değerlendirmelerden homojen bir şekilde üretildiği görülmüştür.

#### 5. KAYNAKLAR

1. Bozkurt, H.B., 2003, "Depreme Dayanıklı Yığma Ve Betonarme Binalarda Tuğla ve Gazbeton Bloklar Kullanılmasının Karşılaştırması", Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 26-30 Mayıs , İstanbul.
2. Topçu, İ.B., 2006, "Yapı Malzemeleri", Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, ss.368-369.
3. Şahin, S., 2001, "Türkiye'de Tuğla-Kiremit Sanayinin Genel Görünümü ve Çorum İli Örneği", G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 21, Sayı 2, 19-41.
4. TS 4563, 1985, "Fabrika Tuğlaları-Duvar İçin Yatay Delikli", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
5. Topçu, İ.B., 2006, "Yapı Malzemeleri ve Beton Deneyler El Kitabı", Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, ss. 148-150.
6. Bayazıt, M., 1996, "İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri ", İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları.
7. Topçu, İ.B., 2006, " İnşaat Mühendisliğinde İstatistik" , Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir.
8. Bayazıt, M., Oğuz, B. Y., 2005, " Mühendisler İçin İstatistik " , Birsen Yayınevi, Ocak.