

# Bölme Duvar Amaçlı Alçı Panellerin Bazı Özelliklerinin Deneysel Olarak Belirlenmesi

M. Haluk ÇELİK, Mehmet ORHAN, Ali Hikmet UĞURLU  
Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Bölümü  
06500 Teknikokullar, ANKARA

## ÖZET

Bu araştırmada, bina içinde bölme duvar olarak kullanılmak üzere üretilen alçı panellerin, birim alan kütlesi, lifli madde miktarı, su emme oranı ve vida tutma kabiliyeti özellikleri deneysel olarak belirlenmiştir. Deneylerde standart, suya dayanıklı ve yangına dayanıklı olmak üzere üç farklı tipte alçı panel kullanılmıştır.

Yapılan deney sonucunda, **Birim Alan Kütlesi** değeri, standart alçı panel için  $9,4439 \text{ kg/m}^2$ , suya dayanıklı alçı panel için  $12,0701 \text{ kg/m}^2$ , yangına dayanıklı alçı panel için  $12,1855 \text{ kg/m}^2$ , **Lifli Madde Miktarı** değeri, standart alçı panel için % 5,12, suya dayanıklı alçı panel için % 7,68, yangına dayanıklı alçı panel için % 8,26, **Su Emme Oranı** değeri, standart alçı panel için % 10,16, suya dayanıklı alçı panel için % 5,01, yangına dayanıklı alçı panel için % 5,60 ve **Vida Tutma Kabiliyeti** değeri, standart alçı panel için 93,33 N, suya dayanıklı alçı panel için 108,67 N yangına dayanıklı alçı panel için 110,00 N olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Alçı panel, Birim alan kütlesi, Lifli madde miktarı, Su emme oranı, Vida tutma kabiliyeti.

## Experimental Determination of Some Specifications of Gypsum Splitter Wall Boards

### ABSTRACT

In this research, mass per unit area, amount of fibrous matter, water absorption and screw pull resistance specifications of the gypsum boards, that have been produced for using in the building as splitter wall, were determined. Three different types of gypsum board as standart, water resistant and fire resistant were used in tests.

As a result, **Mass per unit area** was determined as  $9,4439 \text{ kg/m}^2$  for standard gypsum board,  $12,0701 \text{ kg/m}^2$  for water resistant gypsum board,  $12,1855 \text{ kg/m}^2$  for fire resistant gypsum board, **Amount of fibrous matter** was determined as % 5,12 for standard gypsum board, % 7,68 for water resistant gypsum board, % 8,26 for fire resistant gypsum board, **Water absorption** was determined as % 10,16 for standard gypsum board, % 5,01 for water resistant gypsum board, % 5,60 for fire resistant gypsum board and **Screw pull resistance** was determined as 93,33 N for standard gypsum board, 108,67 N for water resistant gypsum board, 110,00 N for fire resistant gypsum board.

**Key Words:** Gypsum board, Mass per unit area, Amount of fibrous matter, Water absorption, Screw pull resistance.

### 1. GİRİŞ

Alçı panel, ortası alçı, iki yüzü karton kaplı, seri olarak, standart veya özel boyutlarda ve belli normlarda üretilen düzgün yüzeyli plakadır. Dış duvarları bitmiş binaların içinde, yerden duvara kadar her alanda kullanılabilir. Alçı panel ile asma tavan, bölme duvar, kuru sıva ve kuru yer döşemesi uygulamaları da yapılabilmektedir.

Suya dayanıklı alçı panel, üretim sırasında katılan özel katkı maddeleriyle su iticilik özelliği kazandırılmış ve ıslak hacimlerde nemli ortamlarda kullanılmaya elverişli bir alçı panel tipidir. Yangına dayanıklı alçı panel ise özel katkı maddelerinin yanı sıra cam elyafı katkısı ile yangına dayanım süresi uzatılmış bir alçı panel tipidir.

Binalarda alçı panel kullanımı ülkemizde henüz yeni bir uygulamadır. Dünya Alçı Birliği verilerine

göre, gelişmiş ülkelerde kişi başına ortalama alçı panel kullanımı  $5-6 \text{ m}^2$  deprem riski taşıyan ülkelerde örneğin Japonya'da  $10 \text{ m}^2$  civarında iken, ülkemizde bu değer henüz  $0.3 \text{ m}^2$  düzeyindedir.

Bu çalışmanın amacı farklı standartlarda üretilen, içine çeşitli kimyasallar ve katkı maddeleri katılan alçı panellerin birim alan kütlesi, lifli madde miktarı, su emme oranı ve vida tutma kabiliyeti değerlerini deneysel olarak belirlemektir.

### 2. LİTERATÜR TARAMASI

Merkezi ABD Washington'da bulunan Gypsum Association, ASTM C 36 ve ASTM C 473'e göre üretilen 1/2 in. (12.7mm) kalınlığındaki standart alçı panellerin, Birim Alan Kütlesini  $9,77 \text{ kg/m}^2$ , Su Emme Oranını %10, Vida Tutma Kabiliyetini 356 N olduğunu bildirmiştir. (1)

Tablo 1 - Deneylerde Kullanılan Alçı Panellerin Özellikleri

Üretim Tarihi	Üretim Yeri	İstiflenme Şekli	İstiflenme Yeri	İstiflenme Süresi	İstif Yerinin Ortam Koşulları	Depolanacağı Yer	Depoda Saklama Şekli	Depoda Kalma Süresi	Depo Yerinin Ortam Koşulları
Haziran 2003	Ankara	Ahşap takozlar üstünde. Yatay olarak.	Ankara	1 Ay	Kapalı alan. Ortalama sıcaklık 21 °C. Ortalama nem %60.	Ankara	Üst üste. Yatay olarak.	9 Ay	Kapalı alan. Ortalama sıcaklık 19 °C. Ortalama nem %65.
Ocak 2004	Ankara	Ahşap takozlar üstünde. Yatay olarak.	Ankara	1 Ay	Kapalı alan. Ortalama sıcaklık 21 °C. Ortalama nem %60.	Ankara	Üst üste. Yatay olarak.	2 Ay	Kapalı alan. Ortalama sıcaklık 19 °C. Ortalama nem %65.
Ocak 2004	Ankara	Ahşap takozlar üstünde. Yatay olarak.	Ankara	1 Ay	Kapalı alan. Ortalama sıcaklık 21 °C. Ortalama nem %60.	Ankara	Üst üste. Yatay olarak.	2 Ay	Kapalı alan. Ortalama sıcaklık 19 °C. Ortalama nem %65.

Frederick W. MOWER, Glassfiber ile güçlendirilmiş 1/2 in. (12.7mm) kalınlığındaki standart alçı paneller üzerinde yaptığı deney sonucunda, Birim Alan Kütlesini 13,36 kg/m<sup>2</sup>, Su Emme Oranını % 8,15, Vida Tutma Kabiliyetini 2128 N dk. olarak bulmuştur. (2)

Emma MARWIN, Vermont Bölgesinde Alçı Duvar Levhalarının Geri Dönüşümü ve Tekrar Kullanılmaya Elverişliliği adlı araştırmasında, Geri Dönüşüm (Recycling) fabrikalarında üretilen 1/2 in. (12.7mm) kalınlığındaki standart alçı paneller üzerinde yaptığı deney

sonucunda, Birim Alan Kütlesini  $9,50 \text{ kg/m}^2$ , Vida Tutma Kabiliyetini  $81 \text{ N}$  olarak vermiştir. (3)

Patrick M. Kennedy, Kathryn C. Kennedy ve Ronald L. Hopkins, Konutlarda Kullanılan Alçı Duvar Levhalarının Yangına Dayanıklılığı adlı raporunda, alçı duvar levhalarının  $80^\circ\text{C}$  ( $176^\circ\text{F}$ ) üzerindeki sıcaklıklarda davranışları, kimyasal ve fiziksel değişim sonuçlarını araştırmıştır.  $5/8 \text{ in.}$  ( $15.9\text{mm}$ ) kalınlığındaki yangına dayanıklı alçı panellerin  $21^\circ\text{C}$  sıcaklıkta, Birim Alan Kütlesini  $14,90 \text{ kg/m}^2$ ,  $80^\circ\text{C}$  sıcaklıkta  $14,93 \text{ kg/m}^2$ ,  $130^\circ\text{C}$  sıcaklıkta  $15,02 \text{ kg/m}^2$  ve  $180^\circ\text{C}$  sıcaklıkta  $15,10 \text{ kg/m}^2$  olarak bulmuştur. (4)

Amar KHUDHAİR, Mohammed FAİR, Necati ÖZKAN ve John CHEN, Alçı Duvar Levhaların Isı Altında Termal Performansları ve Mekanik Testleri konusundaki tez çalışmasında; alçı duvar levhaların  $18 - 68^\circ\text{C}$  aralığında termal davranışları ve ısı depolama oranları deneylerini yapmış, Deney sonucunda,  $3/8 \text{ in.}$  ( $9.5 \text{ mm}$ ) kalınlığındaki alçı levhaların, potansiyel ısı depolama oranını  $1770 \text{ kJ/kg}$ , ısı direncini  $0,06 \text{ Km}^2/\text{W}$ , ısı iletkenliğini  $16,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , spesifik ısıyı  $1090 \text{ J/kgK}$  olarak bulmuşlardır. (5)

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

Deneylerde kullanılan alçı panellerle ilgili özellikler Tablo 1’de verilmiştir.

#### 3.2. Metod

Deneyler, TS 452 (Alçı Duvar Levhaları), ASTM C 36 (Gypsum Wallboard) ve ASTM C 473 (Physical Testing of Gypsum Board Products and Partition Tile and Block) standartları dikkate alınarak yapılmıştır.

#### Birim Alan Kütlesi Tayini:

$12,5\text{mm}$  kalınlığındaki deney numuneleri, etüve konularak, değişmez kütleye kadar kurutulmuştur. 24 saat aralıkla yapılan iki tartım arasında fark olmadığında, değişmez kütleye erişildiği kabul edilerek  $0,1 \text{ gr}$  hassasiyetle tartım yapılmıştır. Her bir numunenin ağırlığı, önceden hesaplanan alanına bölünerek birim alan kütleleri bulunmuştur.

#### Lifli Madde Miktarı Tayini:

Birim alan kütlesi deneyinde kullanılmış panellerden yaklaşık  $200\text{g}$  kadar bir parça alınarak bir havan içinde ezilmiştir. Ezilmiş numuneden  $100\text{g}$  tartılmıştır. Tartılan numune  $0,71\text{mm}$  göz açıklıklı tel elekte elenmiştir. Devamlı olarak akan basınçlı musluk suyu ile elek üzeri yıkanmıştır. Elekten kaçan lifli maddeyi tutabilmek için, yıkama suları büyükçe bir kap içinde toplanmıştır. Yıkama işine, lifler alçıdan tamamen temizleninceye kadar devam edilmiştir. Elek üstünde kalan lifli malzeme 24 saat etüvde kaldıktan sonra tartılmıştır. Lifli madde ağırlığı, numunenin ilk ağırlığına bölünerek lifli madde oranı bulunmuştur.

#### Su Emme Oranı Tayini:

Deney numuneleri, etüve konularak, değişmez kütleye kadar kurutulmuştur. 24 saat aralıkla yapılan iki tartım arasında fark olmadığında, değişmez kütleye erişildiği kabul edilerek nihai tartım yapılmıştır. Numunelerin tamamını alacak büyüklükte bir kap musluk suyu ile doldurulmuştur. Numuneler yüzeylerinin tamamı suyun içinde kalacak şekilde 2 saat boyunca suda bekletilmiştir. Sudan çıkan numunelerin numunelerin tartılmasıyla bulunan ağırlıklar, ilk ağırlığına bölünerek su emme oranı hesaplanmıştır.

#### Vida Tutma Kabiliyeti Tayini:

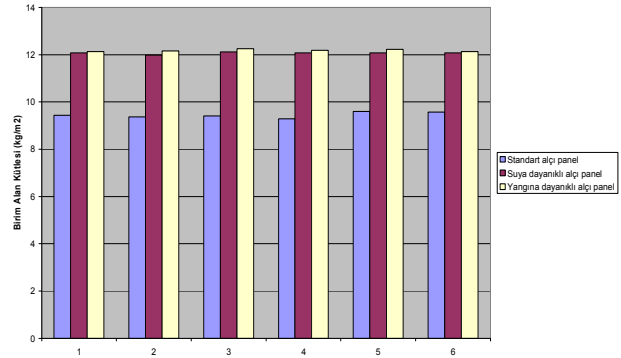
Birim alan kütlesi deneyinde kullanılan levhaların değişik yerlerinden  $50\text{mm} \times 50\text{mm}$  boyutlarında  $3^\circ$ er deney parçası alınmıştır. Her deney parçasının üst yüzeyine, köşegenlerin kesişme noktasına gelecek şekilde  $40\text{mm}$  boyunda,  $3,9\text{mm}$  çapında ve başa kadar dış açılmış sac vidası  $10 \text{ mm}$  derinliğe kadar penetre edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan deney parçaları teker teker çekme deneyi cihazına yerleştirilerek, vida deney parçasından çıkana kadar çekme kuvveti uygulanmıştır. Vidanın deney numunesinden çıktığı anda cihazda okunan kuvvet, vida tutma kabiliyeti olarak kaydedilmiştir.

### 4. DENEYSEL BULGULAR ve DEĞERLENDİRME

#### 4.1. Birim Alan Kütlesi Deneyi

Standart, suya dayanıklı ve yangına dayanıklı olmak üzere 3 farklı tipte, toplam 18 adet numune üzerinde yapılan deney sonuçları, Tablo 2’de verilmiştir.

Birim alan kütlesi grafiği Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1: Birim alan kütlesi grafiği

#### 4.2. Lifli Madde Miktarı Deneyi

Standart, suya dayanıklı ve yangına dayanıklı olmak üzere 3 farklı tipte, toplam 18 adet numune üzerinde yapılan deney sonuçları, Tablo 3’de verilmiştir.

Lifli madde miktarı grafiği Şekil 2’de görülmektedir.

Tablo 2 - Birim alan kütlesi sonuçları

<i>Standart alçı panel</i>			
	$(m_1)$	$(A)$	$(m_2) = (m_1) / (A)$
Numune Sıra No	Kuru Ağırlık (kg)	Alan (m <sup>2</sup> )	Birim Alan Kütlesi (kg/ m <sup>2</sup> )
1	19.6255	2,08	9,4353
2	19.4831	2,08	9,3668
3	19.5618	2,08	9,4047
4	19.3057	2,08	9,2815
5	19.9810	2,08	9,6062
6	19.9036	2,08	9,5690
Ortalama			9,4439
<i>Suya dayanıklı alçı panel</i>			
	$(m_1)$	$(A)$	$(m_2) = (m_1) / (A)$
Numune Sıra No	Kuru Ağırlık (kg)	Alan (m <sup>2</sup> )	Birim Alan Kütlesi (kg/ m <sup>2</sup> )
1	25.1285	2,08	12,0810
2	24.9201	2,08	11,9808
3	25.2158	2,08	12,1229
4	25.1300	2,08	12,0817
5	25.1300	2,08	12,0800
6	25.1255	2,08	12,0795
Ortalama			12,0701
<i>Yangına dayanıklı alçı panel</i>			
	$(m_1)$	$(A)$	$(m_2) = (m_1) / (A)$
Numune Sıra No	Kuru Ağırlık (kg)	Alan (m <sup>2</sup> )	Birim Alan Kütlesi (kg/ m <sup>2</sup> )
1	25.246,7	2,08	12,1378
2	25.302,5	2,08	12,1646
3	25.485,2	2,08	12,2525
4	25.362,0	2,08	12,1932
5	25.429,5	2,08	12,2257
6	25.249,1	2,08	12,1389
Ortalama			12,1855

### 4.3. Su Emme Oranı Deneyi

Standart, suya dayanıklı ve yangına dayanıklı olmak üzere 3 farklı tipte, toplam 18 adet numune üzerinde yapılan deney sonuçları, Tablo 4’de verilmiştir.

Su emme oranı grafiği Şekil 3’ de görülmektedir.

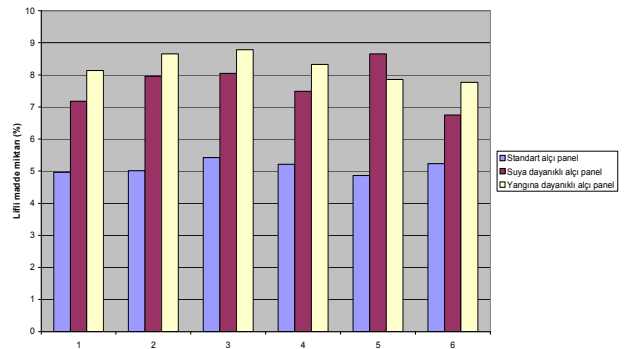
### 4.4. Vida Tutma Kabiliyeti Deneyi

Standart, suya dayanıklı ve yangına dayanıklı olmak üzere 3 farklı tipte, toplam 9 adet numune üzerinde yapılan deney sonuçları, Tablo 5’de verilmiştir.

Vida tutma kabiliyeti grafiği Şekil 4’ de görülmektedir.

Tablo 3 – Lifli madde miktarı sonuçları

<i>Standart alçı panel</i>			
	$(t)$	$(m_1)$	$(m_2) = (m_1) / (t) \times 100$
Numune Sıra No	Kuru Ağırlık (gr)	Eleklere Kalan Lifli Malzeme Kütlesi (gr)	Lifli madde miktarı (%)
1	100,00	4,96	4,96
2	100,00	5,01	5,01
3	100,00	5,42	5,42
4	100,00	5,21	5,21
5	100,00	4,86	4,86
6	100,00	5,23	5,23
Ortalama			5,12
<i>Suya dayanıklı alçı panel</i>			
	$(t)$	$(m_1)$	$(m_2) = (m_1) / (t) \times 100$
Numune Sıra No	Kuru Ağırlık (gr)	Eleklere Kalan Lifli Malzeme Kütlesi (gr)	Lifli madde miktarı (%)
1	100,00	7,18	7,18
2	100,00	7,96	7,96
3	100,00	8,05	8,05
4	100,00	7,49	7,49
5	100,00	8,65	8,65
6	100,00	6,75	6,75
Ortalama			7,68
<i>Yangına dayanıklı alçı panel</i>			
	$(t)$	$(m_1)$	$(m_2) = (m_1) / (t) \times 100$
Numune Sıra No	Kuru Ağırlık (gr)	Eleklere Kalan Lifli Malzeme Kütlesi (gr)	Lifli madde miktarı (%)
1	100,00	8,14	8,14
2	100,00	8,65	8,65
3	100,00	8,78	8,78
4	100,00	8,33	8,33
5	100,00	7,86	7,86
6	100,00	7,77	7,77
Ortalama			8,26



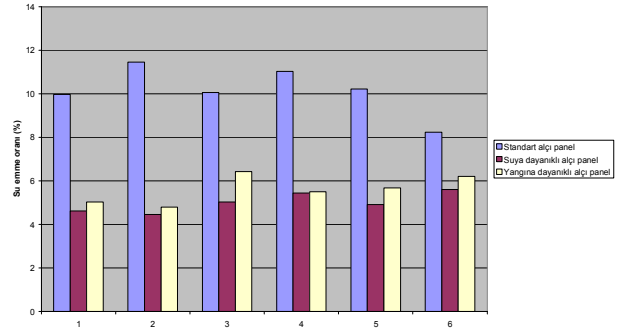
Şekil 2: Lifli madde miktarı grafiği

Tablo 4 – Su emme oranı sonuçları

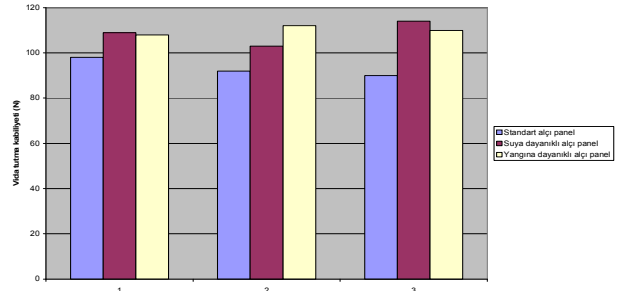
<b>Standart alçı panel</b>			
	(t)	(m <sub>1</sub> )	(m <sub>2</sub> ) = (m <sub>1</sub> ) / (t) x 100
Numune Sıra No	Kuru Ağırlık (gr)	2 Saat Suda Bekletildikten Sonraki Ağırlık	Su Emme Oranı (%)
1	100,00	109,96	9,96
2	100,00	111,45	11,45
3	100,00	110,06	10,06
4	100,00	111,02	11,02
5	100,00	110,21	10,21
6	100,00	108,23	8,23
Ortalama			10,16
<b>Suya dayanıklı alçı panel</b>			
	(t)	(m <sub>1</sub> )	(m <sub>2</sub> ) = (m <sub>1</sub> ) / (t) x 100
Numune Sıra No	Kuru Ağırlık (gr)	2 Saat Suda Bekletildikten Sonraki Ağırlık	Su Emme Oranı (%)
1	100,00	104,61	4,61
2	100,00	104,45	4,45
3	100,00	105,03	5,03
4	100,00	105,43	5,43
5	100,00	104,91	4,91
6	100,00	105,60	5,60
Ortalama			5,01
<b>Yangına dayanıklı alçı panel</b>			
	(t)	(m <sub>1</sub> )	(m <sub>2</sub> ) = (m <sub>1</sub> ) / (t) x 100
Numune Sıra No	Kuru Ağırlık (gr)	2 Saat Suda Bekletildikten Sonraki Ağırlık	Su Emme Oranı (%)
1	100,00	105,03	5,03
2	100,00	104,79	4,79
3	100,00	106,43	6,43
4	100,00	105,50	5,50
5	100,00	105,67	5,67
6	100,00	106,20	6,20
Ortalama			5,60

Tablo 5 – Vida tutma kabiliyeti sonuçları

<b>Standart alçı panel</b>	
Numune Sıra No	Vida Tutma Kabiliyeti (N)
1	98
2	92
3	90
<b>Suya dayanıklı alçı panel</b>	
Numune Sıra No	Vida Tutma Kabiliyeti (N)
1	109
2	103
3	114
<b>Yangına dayanıklı alçı panel</b>	
Numune Sıra No	Vida Tutma Kabiliyeti (N)
1	108
2	112
3	110



Şekil 3: Su emme oranı grafiği



Şekil 4: Vida tutma kabiliyeti grafiği

#### 4.5. Sonuçlarının Sorgulanması

Birim alan kütlesi, lifli madde miktarı, su emme oranı ve vida tutma kabiliyeti deneylerinden elde edilen sonuçların güvenilirliğini sorgulamak için, matematiksel model denklemi  $Y_{ij} = \mu + \tau_j + \Sigma_{ij}$  ( $i= 1,2,3,4,5,6$   $j=1,2,3$ ) olarak kurulmuştur ve aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

##### 4.5.1. Birim Alan Kütlesi

Varyans çözümü için veri düzeni Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6 yardımıyla, Genel kareler toplamı  $KT_{GENEL} = 101,95$ .

Denemeler arası kareler toplamı:  $KT_{DENEME} = 96,5206$  olarak hesaplanır.

Hata kareler toplamı:  $KT_{HATA} = 5,43$

##### 4.5.2. Lifli Madde Miktarı

Varyans çözümü için veri düzeni Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8 yardımıyla, Genel kareler toplamı:  $KT_{GENEL} = 69,5175$

Denemeler arası kareler toplamı:  $KT_{DENEME} = 63,1975$  olarak hesaplanır.

Hata kareler toplamı:  $KT_{HATA} = 6,32$

Genel kareler toplamı:  $KO_{GENEL} = 18,65$

Hata kareler toplamı:  $KO_{HATA} = 0,82$

$F_{tablo} = 3,68$  olarak bulunur.

Bulunan bu değerler Tablo 9’daki varyans tablosuna aktarılır.

Tablo 6: Tek Etkenli Varyans Çözümü İçin Veri Düzeni

Standart	Suya Dayanıklı	Yangına Dayanıklı	
9,4353	12,0810	12,1378	
9,3668	11,9808	12,1646	
9,4047	12,1229	12,2525	
9,2815	12,0817	12,1932	
9,6062	12,0800	12,2257	
9,5690	12,0795	12,1389	
56,6635	72,4259	73,1127	T <sub>..</sub> =202,2021
6	6	6	N=18
535,2013	874,263	890,9222	$\sum_{J=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} Y^2_{ij}=2300,39$

Genel kareler toplamı:  $KO_{GENEL} = 17,76$   
 Hata kareler toplamı:  $KO_{HATA} = 0,42$  ve  
 $F_{tablo} = 3,68$  olarak bulunur.

Bulunan bu değerler Tablo 7'deki varyans tablosuna aktarılır.

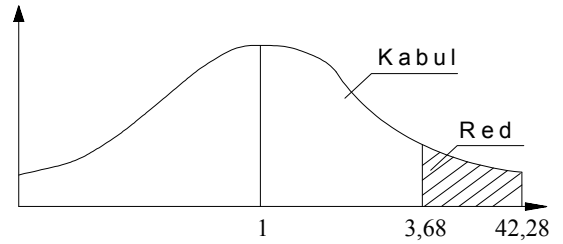
Tablo 7 : Varyans çözüm tablosu

Kaynak	KT	KO
Denemeler Arası	96,5206	17,76
Denemeler İçi	5,43	0,42
Toplam	101,95	18,18

Yapılan deneylerin doğruluğunu test etmek için "F testi" seçilmiştir. Buna göre "F" değeri;

$F_{hesap} = 42,28$   
 olarak bulunur.

İlgili anlamlılık grafiği Şekil 5'de görülmektedir.

Şekil 5: F testi grafiği (  $\alpha = 0,05$  anlamlılık grafiği)

Tablo 8: Tek Etkenli Varyans Çözümü İçin Veri Düzeni

	Standart	Suya Dayanıklı	Yangına Dayanıklı	
	4,96	7,18	8,14	
	5,01	7,96	8,65	
	5,42	8,05	8,78	
	5,21	7,49	8,33	
	4,86	8,65	7,86	
	5,23	6,75	7,77	
T <sub>j</sub>	30,72	46,08	49,56	T <sub>..</sub> =126,36
n <sub>j</sub>	6	6	6	N=18
$\sum_{J=1}^{n_j} Y^2_{ij}$	157,1947	356,2016	409,7119	$\sum_{J=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} Y^2_{ij}=923,11$

Tablo 9 : Varyans çözüm tablosu

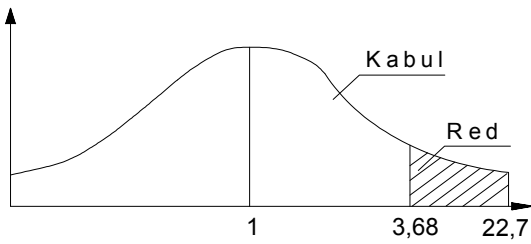
Kaynak	KT	KO
Kaynak	KT	KO
Denemeler Arası	63,1975	18,65
Denemeler İçi	6,32	0,82

Yapılan deneylerin doğruluğunu test etmek için “F testi” seçilmiştir. Buna göre “F” değeri;

$$F_{\text{hesap}} = 22,74$$

olarak bulunur.

İlgili anlamlılık grafiği Şekil 6’da görülmektedir.



Şekil 6: F testi grafiği (  $\alpha = 0,05$  anlamlılık grafiği)

#### 4.5.3. Su Emme Oranı

Varyans çözümü için veri düzeni Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10 yardımıyla, Genel kareler toplamı:  $KT_{\text{GENEL}} = 54,166$

Denemeler arası kareler toplamı:  $KT_{\text{DENEME}} = 49,1460$  olarak hesaplanır.

Hata kareler toplamı:  $KT_{\text{HATA}} = 5,02$

Genel kareler toplamı:  $KO_{\text{GENEL}} = 16,21$

Tablo 10: Tek Etkenli Varyans Çözümü İçin Veri Düzeni

	Standart	Suya Dayanıklı	Yangına Dayanıklı	
	9,96	4,61	5,03	
	11,45	4,45	4,79	
	10,06	5,03	6,43	
	11,02	5,43	5,50	
	10,21	4,91	5,67	
	8,23	5,60	6,20	
$T_i$	60,96	30,06	33,6	$T_{..} = 124,62$
$n_i$	6	6	6	$N = 18$
$\sum_{j=1}^{n_j} Y^2_{ij}$	624,9251	151,3085	190,4288	$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} Y^2_{ij} = 966,66$

Hata kareler toplamı:  $KO_{\text{HATA}} = 0,72$

$F_{\text{tablo}} = 3,68$  olarak bulunur.

Bulunan bu değerler Tablo 11’deki varyans tablosuna aktarılır.

Yapılan deneylerin doğruluğunu test etmek için “F testi” seçilmiştir. Buna göre “F” değeri;

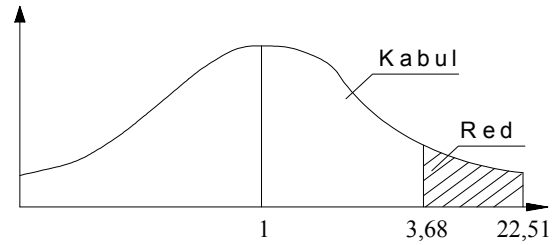
$$F_{\text{hesap}} = 22,51$$

olarak bulunmuştur.

İlgili anlamlılık grafiği Şekil 7’de görülmektedir.

Tablo 11. Varyans Çözüm Tablosu

Kaynak	KT	KO
Denemeler Arası	49,1460	16,21
Denemeler İçi	5,02	0,72
Toplam	54,166	16,93



Şekil 7: F testi grafiği (  $\alpha = 0,05$  anlamlılık grafiği)

#### 4.5.4. Vida Tutma Kabiliyeti

Varyans çözümü için veri düzeni Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12 yardımıyla, Genel kareler toplamı:  $KT_{\text{GENEL}} = 1016,584$

Denemeler arası kareler toplamı:  $KT_{\text{DENEME}} = 967,2640$  olarak hesaplanır.

Hata kareler toplamı:  $KT_{HATA} = 49,32$

Genel kareler toplamı:  $KO_{GENEL} = 151,65$

Hata kareler toplamı:  $KO_{HATA} = 4,82$

$F_{tablo} = 5,14$  olarak bulunur.

Bulunan bu değerler Tablo 13' deki varyans tablosuna aktarılır.

Yapılan deneylerin doğruluğunu test etmek için "F testi" seçilmiştir. Buna göre "F" değeri;

$F_{hesap} = 31,46$

olarak bulunmuştur.

İlgili anlamlılık grafiği Şekil 8'de görülmektedir.

kütlesinin, standart alçı panelden daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Lifli madde miktarı deneyi sonucunda; standart alçı panelin lifli madde miktarı % 5,12, suya dayanıklı alçı panelin lifli madde miktarı % 7,68, yangına dayanıklı alçı panelin lifli madde miktarı % 8,26 olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar suya dayanıklı ve yangına dayanıklı alçı panelin lifli madde miktarı oranının, standart alçı panelden daha yüksek olduğunu göstermiştir.

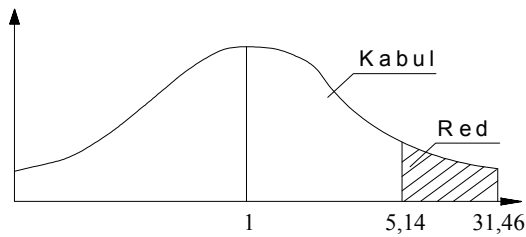
Su emme oranı deneyi sonucunda; standart alçı panelin su emme oranı % 10,16, suya dayanıklı alçı panelin su emme oranı % 5,01, yangına dayanıklı alçı panelin su emme oranı % 5,60 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 12: Tek Etkenli Varyans Çözümü İçin Veri Düzeni

	Standart	Suya Dayanıklı	Yangına Dayanıklı	
	98	109	108	
	92	103	112	
	90	114	110	
$T_i$	280	326	330	$T_{..}=936$
$n_i$	3	3	3	$N=9$
$\sum_{J=1}^{n_j} Y^2_{ij}$	26168	35486	36308	$\sum_{J=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} Y^2_{ij}=97962$

Tablo 13. Varyans Çözüm Tablosu

Kaynak	KT	KO
Denemeler Arası	967,2640	151,65
Denemeler İçi	49,32	4,82
Toplam	1016,584	156,47



Şekil 8: F testi grafiği (  $\alpha = 0,05$  anlamlılık grafiği)

## 5. SONUÇ

Birim alan kütlesi deneyi sonucunda; standart alçı panelin birim alan kütlesi  $9,4439 \text{ kg/m}^2$ , suya dayanıklı alçı panelin birim alan kütlesi  $12,0701 \text{ kg/m}^2$  ve yangına dayanıklı alçı panelin birim alan kütlesi  $12,1855 \text{ kg/m}^2$  olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar suya dayanıklı ve yangına dayanıklı alçı panelin birim alan

Sonuçlar standart alçı panelin su emme oranının, suya dayanıklı ve yangına dayanıklı alçı panelden daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Vida tutma kabiliyeti deneyi sonucunda; standart alçı panelin vida tutma kabiliyeti  $93,33 \text{ N}$ , suya dayanıklı alçı panelin vida tutma kabiliyeti  $108,67 \text{ N}$ , yangına dayanıklı alçı panelin vida tutma kabiliyeti  $110,00 \text{ N}$  olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar suya dayanıklı ve yangına dayanıklı alçı panelin vida tutma kabiliyetinin, standart alçı panelden daha yüksek olduğunu göstermiştir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Gypsum Association, [www.gypsum.org](http://www.gypsum.org), Washington DC, USA
2. MOWER Frederick W., National Institute of Standards and Technology, NIST GCR 01-805
3. MARVIN Emma, Vermont Agency of Natural Resources, Residential C&D Waste Guide, 04.08.2000
4. KENNEDY Patrick M., KENNEDY Kathryn C., HOPKINS Ronald L., The National Association Of Fire Investigators (NAFI)
5. KHUDHAİR Amar, FAIR Mohammed, ÖZKAN Necati, CHEN John, Department of Chemical & Materials



- Engineering, The University of Auckland - New Zealand, 2001
6. Global Gypsum Conference 2003, Barcelona
7. Gypsum Wallboard Systems, Division of Engineering Services, <http://des.od.nih.gov/eWeb/html/index.htm>
8. ÇELİK M. H., DeneY Düzenleme ve Çözümleme Metotları, Yüksek Lisans Ders Notları, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Bölümü A.B.D., Ankara 2003
- Yararlanılan Standardlar**
9. Türk Standardları Enstitüsü, TS 451 EN 12859, 24.03.2003, Alçı Bloklar - Tarifler, Özellikler ve DeneYler ve DeneY Metotları
10. Türk Standardları Enstitüsü, TS 452, Alçı Duvar Levhaları
11. Türk Standardları Enstitüsü, TS 1475, Alçı Bölme Duvar Levha ve Bileşenlerinin Yerlerine Konulması Kuralları
12. Türk Standardları Enstitüsü, TS 1474, Alçı Bölme Duvarı Bileşenleri
13. American Society for Testing and Materials, ASTM C 36 / C 36M-01
14. American Society for Testing and Materials, ASTM C 471M-01
15. Deutsches Institut für Normung, DIN 18180 Japanese Industrial Standard, JIS A 6901