

Araştırma Makalesi / Research Article

AN EXPERIMENTAL STUDY ABOUT THE COMPRESSIVE STRENGTH AND REINFORCEMENT ADHERENCE OF AERATES CONCRETE PANELS HAVING SPALLING PROPERTY

Mustafa ÖNAL¹, Ömer CAN¹, Hanifi TOKGÖZ¹, Ali KOÇAK^{*2}

¹Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, ANKARA

²Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yıldız-İSTANBUL

Geliş/Received: 08.02.2006 Kabul/Accepted: 25.05.2007

ABSTRACT

In this research; the effect of spalling which was occurred during aerates concrete pouring, on reinforcement bond and compressive strength was investigated experimentally. In this study, Ø6 straight reinforcement aerates concrete floor panel which was produced appropriate to T.S 453 was used. Samples taken from under, middle and above sides according to the spalling direction of aerates concrete were undergoing bond and compressive strength tests. As a result of bond test: samples taken from bottom, middle and top sides of aerates concrete mean shearing stresses was determined: 0.699 N/mm², 0.337 N/mm², 0.101 N/mm² respectively. Mean compressive strengths of bottom, middle and top sides of aerates concrete was determined: 4.0 N/mm², 3.8 N/mm², 3.4 N/mm² respectively. As a result of tensile test, mean yielding strength, tensile strength and strain percentages was determined 391.32 N/mm², 667.18 N/mm², and % 10.0 respectively. In view of the circumstances, middle and top sides were demonstrated low bond and compressive strength according to bottom side of aerates concrete.

Keywords: Aerated concrete, reinforcement adherence.

KABARMA ÖZELLİKLİ GAZBETON PANELİNDE DONATI ADERANSI VE BASINÇ DAYANIMI ÜZERİNE DENEYSEL BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Bu araştırmada; gazbetonun dökümü sürecinde meydana gelen kabarmanın, donatı aderansı ve basınç dayanımı üzerindeki etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. Bu çalışmada; TS 453'e uygun üretilmiş Ø6'lık düz donatılı gazbeton döşeme paneli kullanılmıştır. Gazbetonun kabarma yönüne göre alt, orta ve üst kısımlarından alınan numuneler, aderans ve basınç dayanımı deneylerine tabii tutulmuştur. Aderans deneyi sonucunda; gazbetonun alt, orta ve üst kısımlarından alınan numunelerin ortalama kayma gerilmeleri sırasıyla; 0.699 N/mm², 0.337 N/mm², 0.101 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Gazbetonun alt, orta ve üst kısımlarına ait ortalama basınç dayanımları sırasıyla; 4.0 N/mm², 3.8 N/mm², 3.4 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Çekme deneyi sonucunda ortalama; akma dayanımı, çekme dayanımı ve uzama yüzdeleri sırasıyla; 391.32 N/mm², 667.18 N/mm², %10.0 olarak tespit edilmiştir. Bu durumda, gazbetonun alt kısmına göre, orta ve üst kısımları daha düşük aderans ve basınç dayanımı göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Gazbeton, donatı aderansı.

* Sorumlu Yazar/Corresponding Autor: e-mail/e-ileti: akocak@yildiz.edu.tr, tel: (212) 259 70 70 / 2283

1. GİRİŞ

Gaz beton; silisli kum (kuvarsit), çimento, kireç, alüminyum tozu ve suyun karışımıyla oluşturulan harcın basınçlı buhar altında sertleştirilmesiyle elde edilen hafif ve gözenekli bir yapı elemanıdır. Donatılı elemanların çelik hasırları, kaynak makinalarında punto yapılarak önceden hazırlanır. Hazırlanmış olan bu çelik hasırlar bitümle kaplanıp, kalıplara monte edilerek döküm işlemi yapılır [1].

Tüm panel tiplerinde alt ve üst olmak üzere çift hasır çelik kullanılır. Min. Ø 4, max. Ø 12 çapları arasında imal edilir. Donatılı gaz beton paneller; çatı ve döşeme plakları, yatay - düşey duvar elemanı, kapı ve pencere üstü lentosu olarak üretilir ve kullanılır [2].

Türkiye’de üretilen donatılı gazbetonlarda, kabarma olayının aderans ve basınç dayanımını nasıl etkilediği konusunda, literatürde yeterli bir deneysel çalışmaya rastlanmamıştır. Üretim yapan firmalar da bu konuya gereken önemi göstermemişlerdir. Yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı bu deneysel araştırma yapılmıştır.

2. KONU İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Narayanan, N., ve Ramamurthy, K. (2000), çalışmalarında gaz betonun fiziksel (mikroyapılar ve yoğunluk) mekanik(modulus of elasticity, dayanımları, çekme oranları) kimyasal ve fonksiyonel (ısı yalıtımı, neme karşı dayanıklılık, durabilite, alev almazlık ve ses yalıtımı) özellikleri incelemişlerdir [3].

Serrano-Perez, J.C., Vaidya, U. K., Udin, N. (2007) çalışmalarında gaz betonların, lentolar, duvarlar veya sütunlar gibi zayıf ve güçlü yapısal bileşenler için yapısal olarak verimli bileşimler olduğunu kanıtlamıştır. Bu çalışmada, darbeye maruz bırakılan gazbeton veya sandviç yapıların davranışı değerlendirilmektedir [4].

Kadashevich, I., Schneider, H., Stoyan, D., (2005), yapmış oldukları çalışmada gazbeton içerisindeki hava kabarcıklarının dağılım şekilleri ve geçirgenlikleri üzerine araştırmalar yapmışlardır [5].

Mostafa, N.Y. (2005), çalışmasında kireç ve kum karışımı ile üretilmiş gaz betonların cürufla üretilmiş gaz betonlarla mukayesesi, hidrasyon deneyleri sonuçları ve dayanımları hakkında bilgiler vermektedir [6].

Holt, E., Raivio, P. (2005), düşük yoğunluklu gazbeton üretiminde alüminyum tozu ve atıklar kullanılması ve üretimde bileşenlerin farklı oranlarda denenmesi sonucu dayanıma etkilerini araştırmıştır [7].

Alakoç, C. A. (1999), gazbeton duvarların elastisite modülünü, basınç ve çekme dayanımlarını, klasik ve ince derzli harç ile üretilmiş duvarlar üzerinde deneysel olarak araştırmıştır. Aynı çalışmada deney elemanları diyagonal ve kayma yönünde de test edilmiştir. Bu çalışmalarla örgü blok deneylerinde, gazbeton örgü tutkalı (T tipi harç) kullanılarak örülen deney elemanlarının eksenel yük altındaki çatlama ve kırılma dayanımlarının, B ve C tipi harçla örülmüş elemanlara göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Donatısız duvar deneylerinde, gazbeton duvar örgü tutkalı ile örülen duvarların daha yüksek diyagonal yönde kırılma dayanımına ve bununla ilişkili olarak daha yüksek kesme dayanımı değerlerine ulaştığı belirlenmiştir. Donatılı gazbeton duvarlar daha yüksek diyagonal kırılma, çekme ve kesme dayanımı sergilemişlerdir. Çatlamadan sonra da duvar elemanları yük taşımaya devam etmiştir. Aynı zamanda elemanların diyagonalı boyunca oluşan çatlakların açılması da önlenmiştir [8].

Altun, Ö., (1993)’ nun yapmış olduğu çalışmada gazbeton %88 gözenek oranına sahip bir malzeme olarak ele alınmıştır. Bu çalışmada alternatif bir katı adsorber olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Gazbeton levhaları ve taneli numuneleri (gazbeton mıcırı) deneyin temel materyali olmuştur. Yapılan çalışmalarda gazbeton levhalarının ve taneli numunelerinin su buharı (H₂O) adsorblama özelliği ile gazbeton numunelerinin amonyak (NH₃) gazını adsorblama (emme) ve

desorbsiyon (verme) özellikleri üzerinde durulmuştur. Deney sonucunda gazbeton örneklerinin ağırlıkça max %1.29 H₂O, %1.43 NH₃ adsorbe ettiği görülmüştür [9].

Kaynak, H., (1999)' nin yapmış olduğu çalışmada, yapı elemanlarından olan tuğla ve gazbetonun mühendislik özellikleri, ülke ekonomisindeki yeri, hammadde potansiyelleri, her birinin avantaj ve dezavantajları hakkında araştırma ve incelemeleri içermektedir. Yapılan bu çalışmaların sonucunda inşaat sektöründe tuğla yerine gazbeton kullanımının hem bu sektöre hem de ülkemiz ekonomisine olan katkısının küçümsenmeyecek derecede olduğu görülmüştür [10].

Özturan, İ., (1990) ise yapmış olduğu çalışmada, Ytong firmasının uygulamakta olduğu konut tiplerinden birinin projesini, iç ölçüleri değiştirilmeksizin taşıyıcı blok tuğla haline dönüştürülerek gazbeton panel yapı ile karşılaştırmıştır. Yığma yapıda, kaba yapı maliyeti 91.651 TL/m², gazbeton panel yapıda ise 125.366 TL/m²; döşemelerde durum tersine dönmekte, yığma yapıda 51.894 TL/m², gazbeton panel yapıda da 48.287 TL/m² olmaktadır. İşçilik süreleri olarak yığma yapıya 90.29 gün, gazbeton panele 53.95 gün gerekmektedir. Buna göre birim üretim süreleri kaba yapının tümünde %60 daha azalmaktadır. Hesaplanan maliyetler ilk yatırım maliyeti olarak kabul edilirse; Prefabrikte yapım süresinin azalmasından dolayı bitiş maliyetlerinin düşük olacağı söylenmektedir. Organizasyonda sağlanacak verimliliği ve kalite farkına da dikkat çekilmiştir [11].

Yaşar, R., (2000) ise yapılan bu araştırmalar ışığında gazbeton yapı ürünlerinin ülkemizdeki uygulama biçimleri üzerine değerlendirme yapmıştır. Donatılı ve donatısız gazbeton yapı ürünleri ile yapı üretimi örneklerle açıklanmıştır. Ayrıca deprem bölgelerinde uygulanan gazbeton üretim sistemleri ile ilgili olarak hazırlanmış çeşitli deney ve raporlara yer verilmiştir. Gazbeton yapım sistemleri ile diğer yapı ürünleri arasında maliyet ve yarar açısından karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda gazbeton yapı ürünlerinin toplu konut üretimine amaçlarına çok uygun bir yapı ürünü olduğu görülmüştür. Bu nedenle gazbeton yapı ürünlerinin toplu konut üretiminde kullanımı sırasında projelendirme ile uygulama aşamalarının bu çalışmada açıklanan kurallarına göre yapıldığı takdirde amaçlanan hızlı, kaliteli ve ekonomik konutların üretildiği ve üretilebileceği görülmüştür [12].

Yılmaz, M., (1998), gazbeton içerisindeki çıplak, galvanizli ve epoksi kaplı çeliklerin korozyonunu, sistemin ortamdan gelen korozyon saldırısına direncini ölçen lineer polarizasyon metodunu kullanılarak 90 gün süreyle incelemiştir. Çelik çubuklar içeren gazbeton bloklar, damıtık su ve %3.5'lik NaCl çözeltisine daldırılmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki, çıplak çelik her iki ortamda da şiddetli korozyon hasarına uğramış ve malzeme kaybı ile sonuçlanmıştır. Galvanizli çelik damıtık su ortamında çıplak çelik ile karşılaştırıldığında, çeliğin bozulma etkisi ve şiddeti azalmıştır. Bu sonuç, yüksek klor içeren betonun içindeki galvanizli çeliğin korozyona uğramasını sadece sınırlı bir süre için geciktirdiğini ortaya koymuştur. Epoksi kaplı çelik ise, damıtık suda korozyona en yüksek direnci göstermiştir. %3.5'lik NaCl çözeltisinde ise, epoksi kaplamada korozyon gözlenmiş olup, epoksi kaplamanın klora karşı koruyucu etkisinin sınırlı olduğu ortaya çıkmıştır [13].

Jeong, H. D. , Takahashi , H., and Teramura, S., (1987), çalışmalarında gazbetonların ve fiber destekli gaz betonların (RAAC gibi) düşük sıcaklıklarda, su etkisinde ve -20gibi sıcaklıklarda dayanımı incelemiştir. Bu şartlar altında yapı malzemesinin karakteristikleri, kırılma mekanizması, testleri ve gözlemleri yapılmıştır [14].

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Deney numuneleri; içerisinde Ø6'lık hasır çelik bulunan gazbeton panelinin alt, orta ve üst kısımlarından demir testere ile enlemesine doğrultuda kesilerek elde edilmiştir. Aderans deneyinde, 200 mm boyunda ve her kısımdan 5 adet olmak üzere toplam 15 numune kullanılmıştır. Üst yükleme plakasının donatıya temas edebilmesi ve yükleme yapıldığında

kaymanın oluşabilmesi için deney numunesinin üst tarafından 20 mm donatıyı saran gazbeton kesilerek çıkartılmıştır. Basınç dayanımı deneyinde, bir kenarı 100 mm olan ve her kısımdan 3 adet olmak üzere toplam 9 küp numunesi kullanılmıştır. Çekme dayanımı deneyinde, 200 mm boyunda, 3 adet farklı kısımlardan alınan Ø6'lık çelik kullanılmıştır. Çeneler arası mesafe 60 mm kalacak şekilde 70 mm her iki taraftan kalıcı olarak işaretlenmiştir. Bu işaretleme, deney sonrasında iki çene arasında meydana gelen uzamayı ölçebilmek için yapılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Aderans Tayini Deneyi

Deney numunesi, donatının üstten itibaren 20 mm açıkta kalan serbest ucu üstte gelecek şekilde alt yükleme plakasının merkezine, daha önceden yerleştirilen iki adet kamanın üzerine oturtulmuştur. Numunenin dik konumda durabilmesi için yeterli bir ön yükleme yapılmıştır. Daha sonra, 60 ile 90 saniye arasında kayma olacak şekilde yük, kararlı bir hızla arttırılmıştır. Donatının gazbetondan sıyrıldığı andaki maksimum yük kaydedilmiştir. Daha sonra diğer numuneler de aynı şekilde deneye tabii tutulup kaymayı oluşturan maksimum yükler kaydedilmiştir [15].

3.2.1.1. Deneyin Değerlendirilmesi

Aderans deneyi sonucunda bulunan maksimum yükler, aşağıda verilen eşitlik yardımı ile kayma gerilmeleri hesaplanıp en yakın 0.001 N/mm²'ye yuvarlatılarak Çizelge 1'de ve anlamlandırma ise Şekil 1'de verilmiştir.

$$f_b = F_u / (\pi.L.d) \quad (1)$$

Burada;

f_b : Aderans dayanımı (N/mm²),

F_u : Çubuk tarafından taşınan en büyük yük (N),

L : Etken aderans boyu (mm),

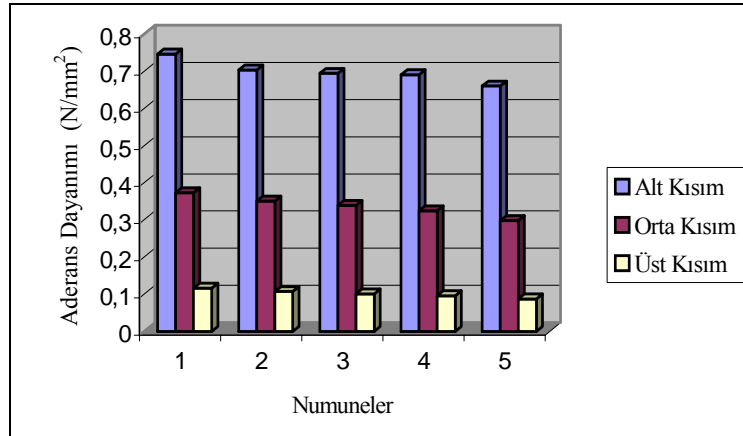
d : Donatı çubuğunun anma çapını (mm) ifade etmektedir.

Çizelge 1. Genleşme Kısımına Göre Aderans Değerleri

Numune No	Alt Kısım	Orta Kısım	Üst Kısım	Birim
1	0.746	0.373	0.116	N/mm ²
2	0.703	0.350	0.107	N/mm ²
3	0.694	0.339	0.101	N/mm ²
4	0.691	0.324	0.096	N/mm ²
5	0.660	0.298	0.087	N/mm ²
Ortalama	0.699	0.337	0.101	N/mm ²
Standart sapma	0,03096	0,02810	0,01097	N/mm ²

3.2.2. Basınç Dayanımı Tayini

Numune, deney makinesinin alt plakasının üstüne gelecek şekilde, eksene yerleştirilmiştir. Yük, kabarma yönüne dik olarak uygulanmıştır. Gerilme artışı saniyede, 0.1 ± 0.05 N/mm² olacak şekilde sabit bir hızla, sürekli ve darbesiz olarak numune kırılıncaya kadar yüklenmiştir. Deney numunesinin taşıyabildiği en büyük gerilme 0.1 N/mm² hassasiyette okunarak kayıt edilmiştir. Diğer numuneler de aynı şekilde deneye tabii tutularak, ortalama basınç dayanımı tespit edilmiştir [16].



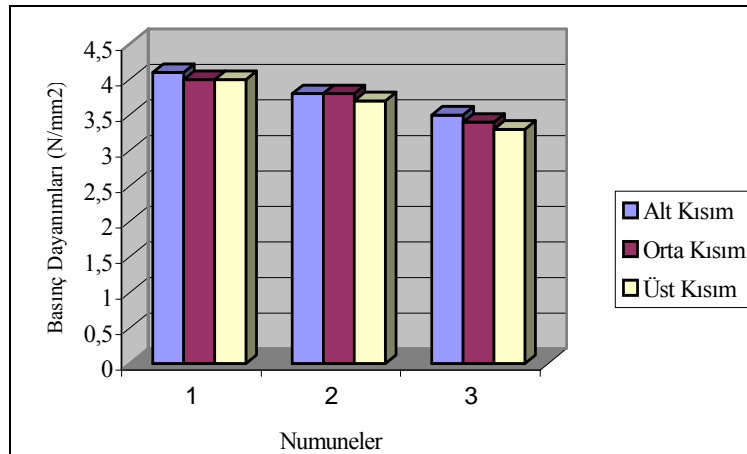
Şekil 1. Genleşme Kismına Göre Aderans Dağılım Grafiği

3.2.2.1. Basınç Deneyi Sonuçları

Deney sonucunda bulunan basınç dayanımları, $0,1 \text{ N/mm}^2$ 'ye yuvarlatılarak Çizelge 2'de ve anlamlandırma ise Şekil 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Genleşme Kismına Göre Basınç Dayanımı Değerleri

Numune No	Alt Kısım	Orta Kısım	Üst Kısım	Birim
1	4.1	3.8	3.5	N/mm^2
2	4.0	3.8	3.4	N/mm^2
3	4.0	3.7	3.3	N/mm^2
Ortalama	4.0	3.8	3.4	N/mm^2
Standart Sapma	0,0577	0,0577	0,1000	N/mm^2



Şekil 2. Genleşme Kismına Göre Basınç Dayanımı Dağılım Grafiği

3.2.3. Çekme Dayanımı Tayini

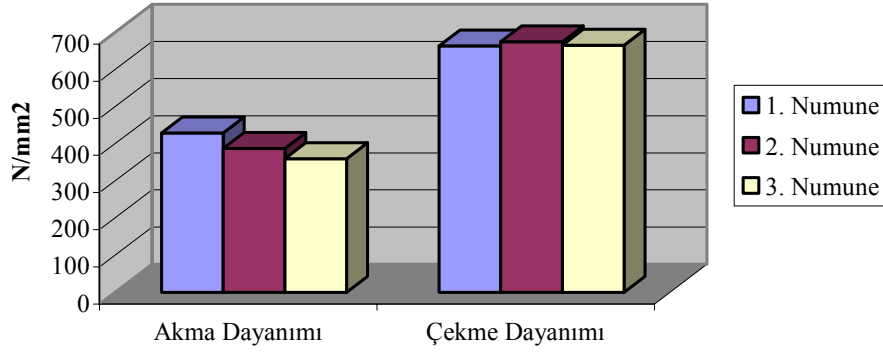
Deney numunesi, iki çene arasında 60 mm kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Çenelerin numuneyi kavrayabilmesi için yeterli bir ön yükleme yapılmıştır. Bundan sonra deneyi başlatarak, saniyede, 2 – 10 N/mm² olacak şekilde gerilme artırılmıştır. Numunenin koptuğu andaki en büyük akma ve çekme dayanımları, 0.01 N/mm² hassasiyette okunarak kayıt edilmiştir. Kopan parçalar tekrar aynı ekseninde birleştirilerek, iki çene arasında meydana gelen uzama yüzdesi tespit edilmiştir. Diğer numuneler de aynı şekilde deneye tabii tutularak ortalama; akma dayanımı, çekme dayanımı ve uzama yüzdeleri belirlenmiştir [17].

3.2.3.1. Donatı Çeliği Çekme Deneyi Sonuçları

Çekme deneyi sonucunda bulunan değerler, 0.1 N/mm² 'ye yuvarlatılarak Çizelge 3'te ve anlamlandırma ise Şekil 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Çekme Dayanımı Deney Sonuçları

Deney No	Akma Day. (N/mm ²)	Çekme Day. (N/mm ²)	İlk Boy (mm)	Son Boy (mm)	Uzama (%)
1	428.70	662.67	60	65	8.3
2	386.32	674.14	60	67	11.7
3	358.95	664.73	60	66	10.0
Ortalama	391.32	667.18	60	66	10.0



Şekil 3. Akma ve Çekme Dayanımları Dağılım Grafiği

3.2.4. Deneilerin Anlamlılığı

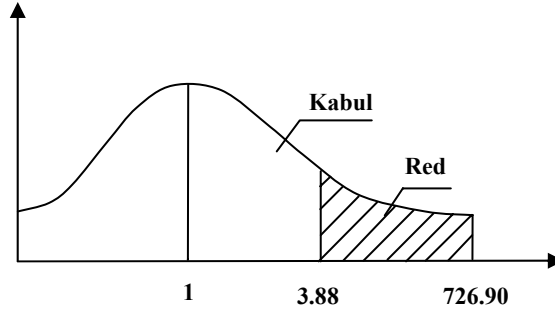
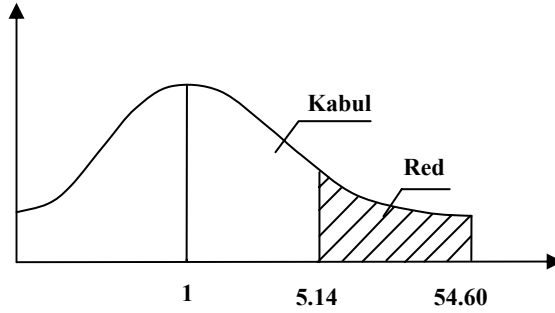
3.2.4.1. Tek Yönlü Varyans Çözümlemesi

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen verileri istatistiki bakımdan değerlendirmek ve anlamlı hale getirmek, gazbetonda meydana gelen kabarmanın donatı aderansı ve basınç dayanımını etkileyip etkilemediğini sorgulamak için tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Buna göre regrasyon denklemi: $Y_{ij} = \mu + \tau_j + \epsilon_{ij}$ olarak kurulmuştur. Bu amaçla yapılan hesaplamalar sonucunda aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur [18].

Çizelge 4. Donatı Aderansı ve Basınç Dayanımı Değerlerine Ait Varyans Çözümleri

Kaynak	KT _{genel}	KT _{deneme}	KT _{hata}	KO _{genel}	KO _{hata}	F _{hesap}	F _{tablo}
Aderans	0.912	0.905	0.007	0.453	0.0006	726.90	3.88
Basınç	0.640	0.607	0.033	0.304	0.0165	54.60	5.14

Bu durumda, $F_{hesap} = 726.90 > F_{tablo = 95} F_{2,12} = 3.88$ ve $F_{hesap} = 54.60 > F_{tablo = 95} F_{2,6} = 5.14$ olduğu için, gazbetonda meydana gelen kabarma olayının donatı aderansını ve basınç dayanımını etkilemediği hipotezi reddedilmiştir. İlgili anlamlılık grafiği Şekil 4 ve Şekil 5'teki gibi çizilmiştir.

Şekil 4. Donatı aderansına ait F testi grafiği ($\alpha = 0.05$ anlamlılık grafiği)Şekil 5. Basınç Dayanımına ait F testi grafiği ($\alpha = 0.05$ anlamlılık grafiği)

3.2.4.2. Donatı Aderansı ve Basınç Dayanımı Değerlerine Ait Dik Doğrusal Bağıntuların Kurulması ve Test Edilmesi

Varyans analizi için, (her iki deneyde serbestlik derecesi 2 olduğundan) numuneler arasında iki adet dik doğrusal bağıntı kurulmuştur. Yapılan analiz neticesinde bulunan sonuçlar aşağıda Çizelge 5' de verilmiştir:

Çizelge 5. Donatı Aderansı ve Basınç Dayanımına Ait Dik Doğrusal Bağıntılar

Kaynak	C ₁	C ₂	KT _{c1}	KT _{c2}	$\tau_1 = \tau_3$	$\tau_2 = \tau_3$
Aderans	2.879	0.872	0.829	0.076	1381.667 > 4.75	126.667 > 4.75
Basınç	1.9	1.1	0.602	0.202	36.485 > 5.99	12.242 > 5.99

An Experimental Study About the Compressive Strength ...

Yapılan “F testi” neticesinde $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyinde, $F_{hesap} > F_{tablo}$ olduğundan dolayı, gazbetonda meydana gelen kabarma olayının donatı aderansı ve basınç dayanımını etkileyerek, düşürdüğü tespit edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Aderans deneyi sonucunda; gazbetonun alt, orta ve üst kısımlarından alınan numunelerin ortalama kayma gerilmeleri sırasıyla; 0.699 N/mm², 0.337 N/mm², 0.101 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Gazbetonun alt kısmına ait aderans dayanımı, orta ve üst kısma göre daha yüksek çıkmıştır. Gazbeton harcının kabarması sırasında alt kısma göre, orta ve üst kısımlarda donatıyı iyi saramamasından kaynaklanan boşlukların kaldığı tespit edilmiştir. Bundan dolayı, aderans dayanımı düşük çıkmıştır.

Gazbetonun alt, orta ve üst kısımlarına ait ortalama basınç dayanımları sırasıyla; 4.0 N/mm², 3.8 N/mm², 3.4 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Basınç dayanımı deneyi sonucundan da görüldüğü gibi, orta ve üst kısımlar daha düşük basınç dayanımı göstermiştir. Bu da, gazbetonun orta ve üst kısımlarının daha fazla boşluğa sahip olduğunu göstermektedir.

Çekme deneyi sonucunda ortalama; akma dayanımı, çekme dayanımı ve uzama yüzdeleri sırasıyla; 391.32 N/mm², 667.18 N/mm², %10.0 olarak tespit edilmiştir. Bu durumda, çekme deneyi sonuçları normal çıkmıştır.

Yapılan bu deneysel çalışmalar ışığında, gazbetondaki kabarma olayının, donatı aderansını ve basınç dayanımını olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

SEMBOLLER

d	: Donatı çubuğu anma çapı
f_b	: Aderans dayanımı
F_u	: Çubuk tarafından taşınan yük
L	: Aderans boyu
ϕ	: Donatı çapı

KAYNAKLAR

- [1] Türk Ytong Sanayi A.Ş., Tanıtım Broşürleri, Ankara, 2003.
- [2] Akg Yalıtım ve Malzeme Sanayi ve Ticaret A.Ş., Tanıtım Broşürleri, Ankara, 2003.
- [3] Narayanan, N., Ramamurthy, K., “Structural and properties of aerated concrete: a review”, Cement and Concrete Composites, 22,321-329, 2000.
- [4] Serrano-Perez, J. C., Vaidya, U. K., Udin, N., “Low velocity impact response of autoclaved aerated concrete/CFRP sandwich plates” Composite Structures, 80, 4, 621-630, 2007.
- [5] Kadashevich, I., Schneider, H., Stoyan, D., “Statistical modeling of the geometrical structure of the system of artificial air pores in autoclaved aerated concrete”, Cement and Concrete Research, 35, 8, 1495-1502, 2005.
- [6] Mostafa, N.Y., “Influence of air-cooled slag on physicochemical properties of autoclaved aerated concrete”, Cement and Concrete Research, 35, 7, 1349-1357, 2005.
- [7] Holt, E., Raivio, P., “Use of gasification residues in aerated autoclaved concrete”, Cement and Concrete Research, 35, 4, 796-802, 2005.
- [8] Alakoç, C., A., “An Experimental Investigation On Autoclaved Aerated Concrete (AAC) Blok and Walls”, The Middle East Technical University, Ankara, 1999.

- [9] Altun, Ö., “Gazbeton Su Buharı ve Amonyak Adsorblama Özelliğinin Araştırılması”, Y. Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Bölümü, Ankara, 1993.
- [10] Kaynak, H., “Engineering Properties Role in the National Economy source Potential Advantages and Disadvantages of Brick and Gas Concrete”, Eskişehir, 1999.
- [11] Özturan, İ., “Çok Katlı Olmayan Konut Üretiminde Gazbeton (Ytong) Taşıyıcı Panellerle ve Taşıyıcı Blok Tuğla İle Yapılan Binaların Maliyet İşçilik Süre ve Prefabrikasyon Yönlerinden Karşılaştırılması”, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Bölümü, Ankara, 1990.
- [12] Yaşar, R., “Gazbeton Yapı Ürünlerinin Toplu Konutlarda Kullanımı”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, İstanbul, 2000.
- [13] Yılmaz, M., “The Corrosion of Steel in Autoclaved Aerated Concrete”, The Middle East Technical University, Ankara, 1998.
- [14] Jeong, H. D. , Takahashi , H., and Teramura, S., “Low temperature fracture behaviour and AE characteristics of autoclaved aerated concrete (AAC)” Cement and Concrete Research, 17, 5, 743-754, 1987.
- [15] TS EN 989/Nisan 1998, “Gazbeton –Donatı Çubuklarının Aderans Davranışının Sıyırma Deneyi İle Tayini”, TSE, Ankara.
- [16] TS EN 679/Kasım 1995, “Gazbeton ve Köpük Beton – Basınç Mukavemeti Tayini”, TSE, Ankara.
- [17] TS 138 EN 10002-1/Ocak 1996, “Metalik Malzemeler – Çekme Deneyi – Bölüm 1 – Ortam Sıcaklığında Deney Metodu”, TSE, Ankara.
- [18] Çelik, M. H., “Deney Düzenleme ve Çözümleme Metodları”, Yüksek Lisans Ders Notları, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Bölümü A. B. D., Ankara, 2003.