

KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN BETONLARDA BETON DÖKÜM HIZININ KALIP YANAL BASINCINA ETKİLERİ

Tuncay KAP^{1*} Metin ARSLAN² Ercan ÖZGAN^{3*} Metin UZUNOĞLU⁴

¹Düzce Üniversitesi, Düzce Meslek Yüksekokulu, İnşaat Tek. Böl. 81010, Düzce, TÜRKİYE
²Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gayrimen. Geliş.Yön. 06100, Ankara, TÜRKİYE
³Düzce Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü 81100, Düzce, TÜRKİYE
⁴Düzce Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğit. Bölümü 81100, Ankara, TÜRKİYE

tuncaykap@hotmail.com.tr

Özet- Bu çalışmada, kendiliğinden yerleşen betonların (KYB), kalıpların yanal yüzeylerine yaptıkları basınçlar beton döküm hızı ve donatı oranına göre araştırılmıştır. KYB'lerin ön dizaynları laboratuvar ortamında yapılmış ve elde edilen karışım reçetesine uygun olarak hazır beton santralinde üretilmiştir. Üretilen KYB uçucu kül katkılı olup karışımdaki maksimum tane çapı (d_{max}) 15 mm'dir. Hazırlanan kalıp 100 cm genişliğinde, 20 cm kalınlığında ve 300 cm yüksekliğinde betonarme eleman olarak tasarlanmıştır. Kalıpta, yüzey malzemesi olarak suya dayanıklı huş ağacından yapılmış plywood kullanılmıştır. Kalıplarda oluşan yanıl basınçların betonun döküm hızına ve donatı oranına göre farklı olup olmadığını tespit etmek için beton 1.5 m/sa, 2 m/sa ve 4 m/sa hız ile kalıba dökülmüştür. Betonun kalıbın içine döküldüğü andan itibaren oluşan kalıp yanıl basınçları 1 sn aralıklarla bilgisayar ortamında kaydedilmiştir. Kalıp yanıl basınçları, kalıba zeminden itibaren 0.20m, 1.20 m ve 2.20 m yüksekliklere de yerleştirilen 6 adet yük hücresi ile ölçülmüştür. Deneylerde 1.5 m/sa'lik beton döküm hızında ölçülen ortalama kalıp yanıl basıncı referans değeri olarak alınmıştır. Donatı oranının kalıpta yanıl basınca etkisini görebilmek amacı ile donatı oranı %0 (referans), %1 (minimum) ve %4 (maksimum) oranlarında seçilmiştir. Sonuç olarak, beton döküm hızının 2 m/sa olması durumunda kalıp yanıl basıncının referans değere göre yaklaşık %52 arttığı, döküm hızının 4 m/sa olması durumunda ise bu artışın yaklaşık %96 oranında olduğu görülmüştür. En yüksek yanıl basıncın; döküm hızının 4 m/sa hızda olduğu durumda referans numunede %52 oranında arttığı, %1 donatı oranında ise yaklaşık %46 oranına düştüğü, %4 donatı oranında ise yaklaşık %14'e kadar düştüğü görülmüştür.

Anahtar Kelimeler- Donatı oranı, Kendiliğinden Yerleşen Beton, Kalıp Yanıl Basıncı

THE EFFECT OF CONCRETE CASTING SPEED ON THE FORMWORK LATERAL PRESSURE OF SELF COMPACTING CONCRETE

Abstract-In this study, the pressures on the lateral surfaces of the self-compacting concrete (SCC) were investigated according to the rate of concrete casting and the rate of reinforcement. The preliminary designs of the SCC were made in the laboratory environment and the obtained mixture was produced in ready mixed concrete plant in accordance with the prescription. The produced KYB fly ash is added and the maximum particle diameter (d_{max}) of the mixture is 15 mm. The prepared mold is designed as a reinforced concrete element with a width of 100 cm, a thickness of 20 cm and a height of 300 cm. In the mold, plywood made of water resistant birch wood is used as surface material. The concrete was poured at speeds of 1.5 m/s, 2 m/s and 4 m

/s to determine whether the lateral pressures in the molds differed according to the casting speed and the reinforcement ratio of the concrete. The lateral pressure of the mold was recorded on the computer at intervals of 1 second after the concrete was poured into the mold. Mold lateral pressures were measured with 6 load cells placed in the molds at the height of 0.20 m, 1.20 m and 2.20 m. In the tests, the mean mold measured at the concrete casting speed of 1.5 m/ h was taken as the lateral pressure reference value. In order to determine the effect of the reinforcement ratio on the lateral pressure of the heart, the reinforcement ratio were chosen at 0% (reference), 1% (minimum) and 4% (maximum). As a result, it is seen that when the casting speed is 2 m / h, the mold lateral pressure is increased by 52% compared to the reference value and when the casting speed is 4 m/h, this increase is about 96%. The highest lateral pressure; When the casting speed is 4 m/h, it increases by 52% in the reference sample, decreases to 46% in the 1% reinforcement ratio and decreases to 14% in the 4% reinforcement ratio.

KeyWords-Reinforcement ratio, Self Compacted Concrete, Formwork lateral pressure.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde inşaat sektöründe en çok kullanılan yapı malzemesi betondur. Bütün dünyada betonun 20. yüzyılda olduğu gibi 21. yüzyılda da bu özelliğini sürdüreceği düşünülmektedir. Geleneksel betonun yanı sıra, bilimsel çalışmaların artması ve teknolojinin gelişmesi sonucunda farklı ihtiyaçları karşılayabilen birçok beton çeşidi üretilmiştir. Bunlar arasında hafif beton, lifli beton, vakumlu beton, ön gerilmeli beton, hazır beton gibi betonlar sayılabilir. Bu betonlar arasında yer alan diğer bir beton çeşidi ise kendiliğinden yerleşen beton (KYB)'dur. KYB, döküm işlemi sırasında herhangi bir vibrasyon gerektirmeksizin kalıbın köşelerini ve donatının boşluklarını dolduran akıcı kıvamlı bir betondur [1].

KYB literatürde yüksek işlenebilirlikleri sayesinde herhangi bir vibrasyon gerektirmeksizin kendi ağırlığı ile istenilen yere boşluksuz yerleşebilen, bu işlem sırasında ve sonrasında terleme ve segregasyon gibi problemlere neden olmayan betonlardır. İlk olarak 1980'lerin sonuna doğru Japonya'da H.Okamura tarafından geliştirilmiştir[2].

KYB, vibrasyon gerektirmediği için gürültü kirliliğinin ortadan kaldırılması, işçiliğin azaltılması, daha hızlı üretime olanak sağlamasının yanında iri agrega hacminin sınırlandırılması, en büyük agrega dane boyutunun azaltılması ve etkin bir süperakışkanlaştırıcı kullanılmasıyla akıcılık kazanıp sık donatılar arasından geçerek dar kesitlerde çalışma imkânı ve istenilen kalıpta boşluksuz beton üretimi sağlamaktadır [3].

Betonarme eleman tasarımında iki temel malzeme; betonarme çeliği ve betondur. Bunlardan betonarme çeliği tanımlanmış standart özelliklerde fabrikasyon olarak üretilmektedir. Buna karşın betonun, fiziksel ve mekanik özellikler bakımından; kendisini oluşturan (agrega, çimento, su ve katkı maddeleri gibi) malzemelerin özelliklerinin yanı sıra, karışım oranları, hazırlanması, karıştırılması, taşınması, yerleştirilmesi, sıkıştırılması ve kürü gibi temel işlemlerden, kalıp özellikleri ve ortam şartlarından da büyük ölçüde etkilendiği bilinmektedir [4].

Kalıp yüzeylerine etkiyen yanal basınçlar beton ağırlığına bağlı olarak değişmektedir. Beton ağırlığının kalıba gelen yanal basınca direkt etkisi vardır, çünkü bir akışkanın herhangi bir noktasındaki hidrostatik basınç, akışkanın ağırlığı tarafından oluşturulmaktadır. Taze beton, katı taneler ile suyun karıştırılmasından meydana gelen yarı akışkan bir malzemedir. Ancak betonun bir süre sonra katılaşmaya başlaması ile yarı akışkanlığının belli bir zaman sınırı bulunmaktadır [5].

Kalıbın içine beton döküm işlemi tamamlandıktan bir süre sonra betonun sertleşmesiyle bu noktadaki beton kendi kendini taşımaya başlar ve artık kalıpta yanal basınç meydana getirmez.

Yerleştirme hızı, yanal basınç üzerine birinci dereceden etkilidir ve maksimum yanal basınç yerleştirme hızı ile doğru orantılıdır. Yanal basıncın üst limiti ise tam akışkan basınca eşit olmaktadır. Yerleştirme anındaki beton sıcaklığı, beton basıncı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Çünkü sıcaklık betonun olgunlaşma (sertleşme) zamanını etkiler. Düşük sıcaklıklarda betonun sertleşmesi daha uzun zaman alır. Dolayısıyla betonun katılaşması daha uzun zaman alacağı için katılaşmadan önce daha fazla derinlikte beton yerleştirilebilir. Akışkan kıvamdaki betonun üst seviyesi ne kadar yüksekse o kadar yüksek yanal basınç artışına neden olmaktadır. Soğuk havalarda veya uçucu kül vb. katkıları kullanılarak beton yerleştirilecekse, kalıp tasarlanırken bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır [5]. Su/Çimento oranının azaltılmasıyla betonun basınç dayanımında artış olacağı 1897 (Feret)'den beri bilinmektedir. Bugün bazı akışkanlaştırıcılar aracılığıyla su/çimento oranını 0.20 değerine indirmek olasıdır. Yapılan çalışmalarda, akışkanlaştırıcılar kullanılarak çimento hamurunun boşluk oranının %5'lere inmesi halinde mukavemetinin 200 MPa kadar çıktığı görülmüştür [6]. Betonarme kalıpları yapı maliyetlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Kalıp sisteminin tasarımı sürecinde pragmatik bir yaklaşım izlenmesi, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve betonarme yapı elemanlarının dayanıklılığı açısından önem taşımaktadır [Arslan, 1999]. Hidrostatik basıncın sertleşmiş beton basıncı üzerine etkileri incelenerek modellenmiştir [7].

Çalışma, genel olarak; Kendiliğinden Yerleşen Betonların (KYB) beton döküm hızına bağlı olarak kalıpların yanal yüzeylerine yaptıkları basınçları belirlemeye ilişkin çalışmaları kapsamaktadır. Düşey kalıp yüzeylerinde (perde duvar, kolon gibi düşey konumdaki betonarme yapı elemanları kalıplarında) betonun hidrostatik basıncı en etkin kalıp tasarım faktörü olarak görülmektedir. Elde edilen literatür bilgilerine göre kalıp tasarımında kullanılan hesaplama yöntemlerinde, beton yoğunluğu, beton karışım elemanları ve beton kıvamı gibi faktörlerin genel faktörler olarak alındığı görülmektedir. Ancak yoğunluk ve kıvam bakımından diğer beton türlerinden farklı bir yapıya sahip olan KYB'nin, beton döküm hızının farklı olması durumunda kalıp yanal basınç etkilerinin neler olduğu tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenle kalıpta taze betonun döküm hızının meydana getirdiği beton yanal basıncının da kalıba etkisi belirlenmiştir.

2. YÖNTEM (METHOD)

Çalışma, genel olarak; Kendiliğinden Yerleşen Betonların beton döküm hızının kolonun farklı yüksekliklerde oluşturduğu kalıp yanal basınçlarını belirlemeye ilişkin çalışmaları kapsamaktadır. Düşey kalıp yüzeylerinde (perde duvar, kolon gibi düşey konumdaki betonarme yapı elemanları kalıplarında) betonun hidrostatik basıncı en etkin kalıp tasarım faktörü olarak görülmektedir. Elde edilen literatür bilgilerine göre kalıp tasarımında kullanılan hesaplama yöntemlerinde, beton yoğunluğu, beton karışım elemanları ve beton kıvamı gibi faktörlerin genel faktörler olarak alındığı görülmektedir. Ancak yoğunluk ve kıvam bakımından diğer beton türlerinden farklı bir yapıya sahip olan KYB'nin, farklı beton döküm hızlarında kalıp yanal basıncı üzerinde etkilerinin neler olduğu tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenle kalıpta taze betonun döküm hızının meydana getirdiği beton yanal basıncının da kalıba etkisi belirlenmiştir.

2.1. Materyal (Material)

KYB'nin, farklı döküm hızlarında kolonun farklı noktalarında kalıp yanal basıncına etkisinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada kullanılan malzemeler genel olarak aşağıda belirtilmiştir. Bunlar;

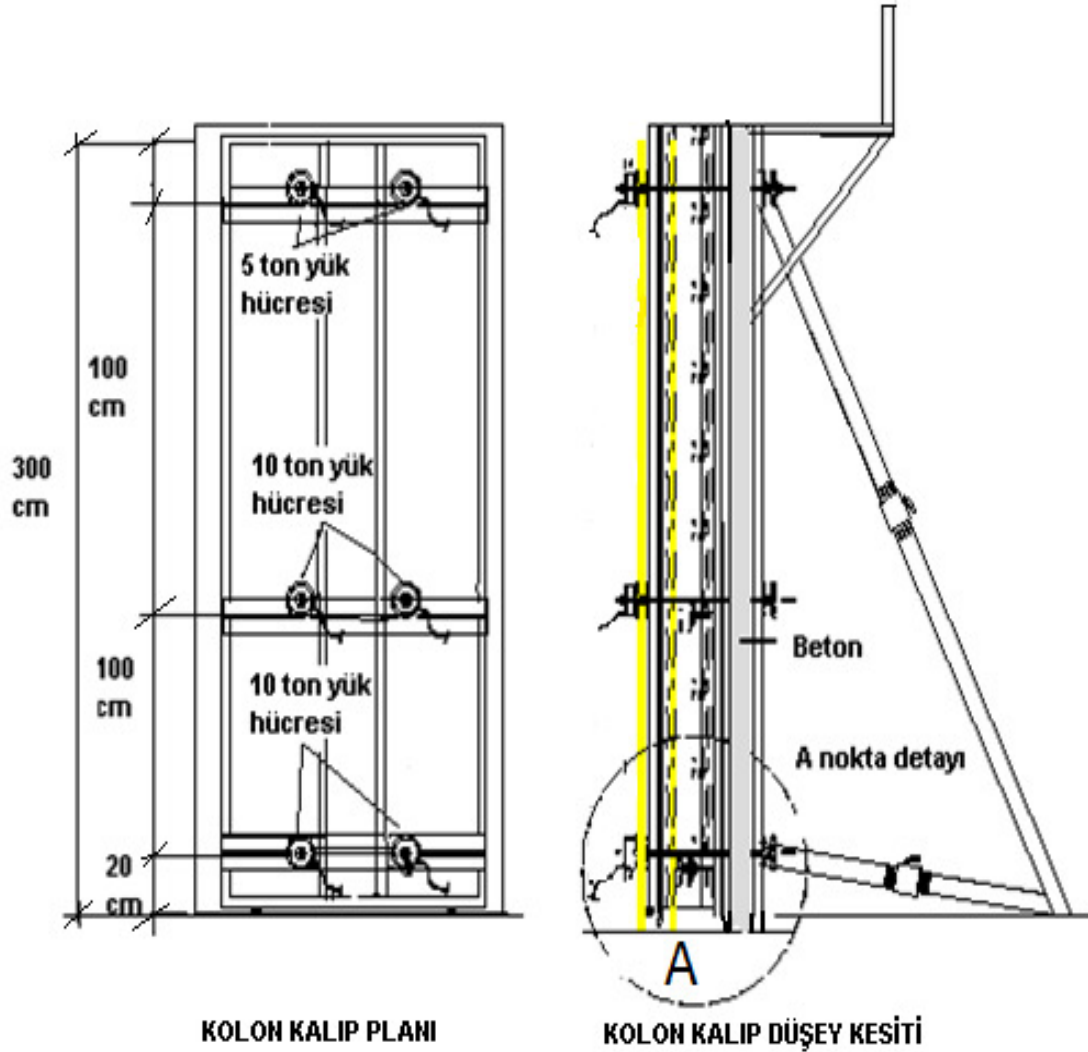
- Plywood 18 mm
- Hazır panel kalıp
- Çelik profiller

- Teleskopik payandalar
- Kendiliğinden yerleşen beton (katkı miktarları değişken)
- Uçucu kül
- Hiperakışkanlaştırıcı katkı

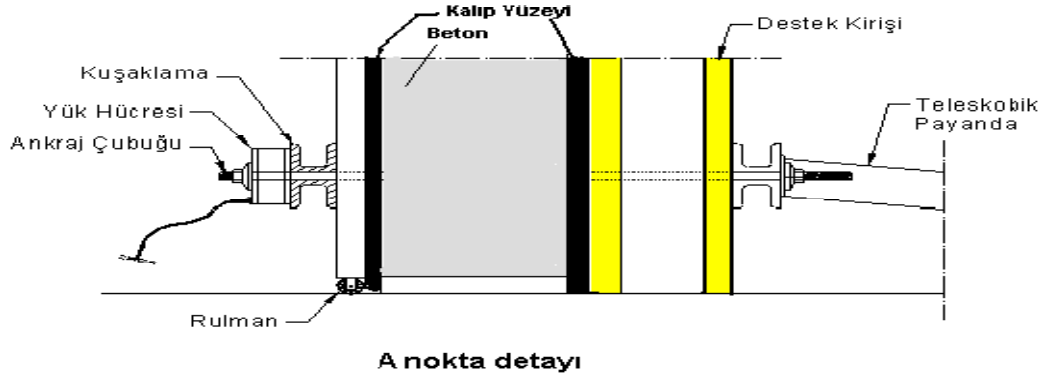
Kalıp örneklerinin üretiminde kalıp yüzey malzemesi olarak; plywood kullanılmıştır. Hazırlanan kalıpların içine EFNARC 2005 (The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use) standardına uygun olarak üretilen C30 sınıfı KYB dökülmüştür.

2.2 Metot (Method)

Bu çalışmada, uçucu kül katkılı KYB'lerin taze beton deneyleri ve kalıplara beton döküm işlemleri Düzce Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü beton ve yapı mekaniği laboratuvarlarında yapılmıştır. KYB'lerin hazırlanması ve laboratuvara taşınması ise Düzce Yiğitler Beton firması tarafından temin edilmiştir. Laboratuvar ortamında KYB'nin kalıp yanal basıncının ölçülmesi amacıyla 100 cm genişlik, 300 cm yükseklik ve 20 cm kalınlığında plywood'dan yapılmış olan 3 adet hazır panel kalıp kullanılmış olup hazır panel kalıplar kalıplar Şekil.1 ve Şekil.2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Hazırlanmış olan kalıp planı (Prepared Formwork plan) [7].



Şekil 2. Hazır panel kalıp A nokta detayı (Ready toFormworkpoint of the panel details) [8].

A noktasının detayında gösterilmiş olan ankraj çubuğu; kalıba gelen yanıl basıncı yük hücresine aktaran elemandır. Çalışmada kalıbın 0,20 m yüksekliğinde 2 adet 10 tonluk ve 1,20 m yüksekliğinde de 10 tonluk olmak üzere 4 adet 10 tonluk, kalıbın 2,20 m yüksekliğinde ise 2 adet 5 tonluk yük hücresi kullanılmıştır. Kalıp yüzey malzemesi olarak 18 mm kalınlığında film kaplı plywood kullanılmıştır. Kalıbın yük hücresinin olduğu taraf hareketli olup alt noktasında 2 adet rulman bulunmaktadır. Bu kısmın hareketli olmasında amaç; kalıp yüzeyine gelen yükün ankraj çubuğu vasıtasıyla yük hücresine aktarılmasını sağlamaktır.

Kalıp yanıl basınçlarının ölçülmesi amacıyla kurulan kalıplar ve deney düzenekleri Şekil 3.'de verilmiştir.



Şekil 3. Hazırlanan kalıplar ve kalıp yanıl basınçlarının ölçüldüğü deney düzenekleri (Lateral pressure of the formworks and formworks, prepared as measured experimental setup of) [8].

Laboratuarda KYB karışımına uygun olarak beton karışım dizaynı yapılmıştır. Hazırlanan KYB zıyanına uygun olarak beton santralinde üretilmiş olan KYB laboratuara transmikser ile getirilmiş, 0,6 m³ hacmindeki harç kovaına konulmuş, harç kovaından da vinç aracılığıyla kalıp yüzeyinden 60 cm yukarıdan kalıp içine 1 metre yükseklikte birinci tabaka döküldükten sonra geri kalan kısmın tamamı da ikinci tabaka olarak kalıplara dökülmüştür. KYB kalıplara 1,5 m/h, 2 m/h, 4 m/h olarak üç farklı hızda dökülmüştür. Beton dökümünden önce kalıp içine yerleştirilmiş olan ısıölçer ile betonun döküldüğü andan itibaren başlayarak kalıplar sökölüne kadar geçen sürede 1 sn aralıklarla beton sıcaklıkları ölçölerek veri kaydedici (datalogger) aracılığıyla bilgisayar ortamında kaydedilmiştir.

3. BULGULAR (FINDINGS)

3.1.Beton (Concrete)

Kalıp örneklerine dökülen betonun 3.,7. ve 28 günlük basınç dayanımlarının belirlenmesi amacıyla numuneler alınmış ve gerekli kür işlemleri yapıldıktan sonra bu numuneler kırılarak 3.,7. ve 28 günlük basınç dayanımları belirlenmiş olup sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 1. 7 ve 28 günlük beton basınç dayanımı sonuçları (Mpa) 2400 kg/m³).

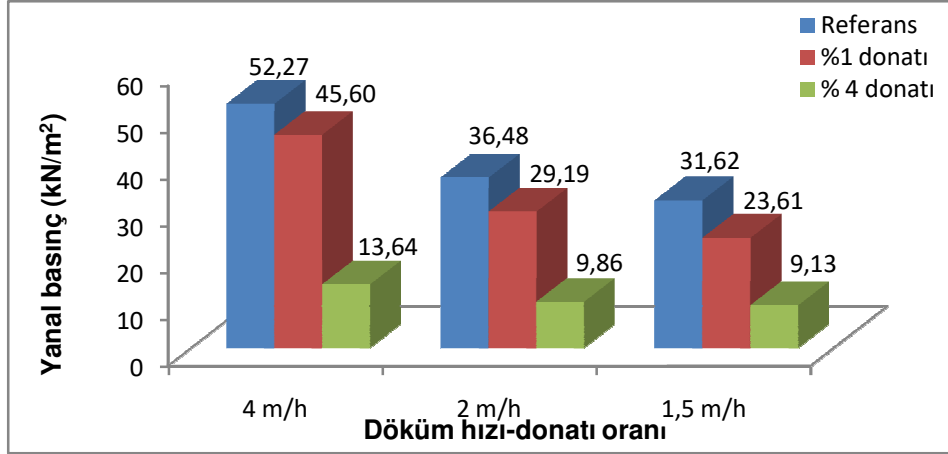
Numune No	Basınç Dayanımları	
	7. günlük (Mpa)	28. günlük (Mpa)
1	29,71	43,44
2	30,36	44,58
3	28,33	41,96
4	27,39	40,34
5	29,32	43,37
6	27,81	41,14
Ortalama	28,90	42,47

2400 kg/m³ birim ağırlıkta olan KYB’lerde basınç dayanım sonuçlarına bakıldığında 7 günlük ve 28 günlük sonuçlarda ise yaklaşık 13,57 Mpa bir fark olduğu görölmektedir.

3.2 Kalıp Yüzeyinde Yanal Basınç Ölçümü (FormworkLateralPressure)

Kendiliğinden yerleşen beton birim ağırlığı 2400 kg/m³ olarak dizayn edilmiştir. Hazırlanan kolonlar 3 adet olup 100 cm genişlik, 300 cm yükseklik ve 20 cm kalınlıkta yapılmıştır. Dökümü yapılan kolonun beton döküm hızı 4 m/saat olarak yapılmış olup, yerden itibaren h=0,2 m yükseklikte 2 adet 10 tonluk yük hücresi ile yerden itibaren h=1,2 m yükseklikte 2 adet 10 tonluk yük hücresi ve yerden itibaren h=2,2 m yükseklikte 2 adet 5 ton’luk yük hücresi yerleştirilmiş olup, yerleştirilen yük hücreleri yardımıyla 1 sn aralıklarla kalıp yanal basınçları ölçölmüştür. Yapılan ölçüm değerleri bilgisayar ortamında kayıt altına alınmıştır. Araştırmada 1 m genişlik, 3 m yükseklik ve 20 cm kalınlığında kolon kalıbı hazırlanmıştır. Donatısız kolon kalıplarının içerisine KYB dökölerek beton yanal basınç değerleri ölçölmüştür.

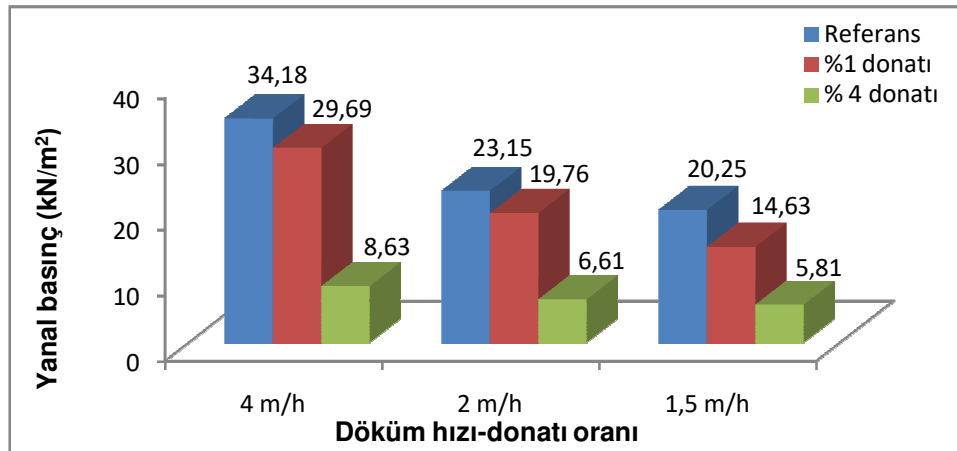
2400 kg /m³ birim ağırlığa sahip betonların kalıp üzerindeyerden 20 cm yükseklikte ölçölen yanal basınç bulguları Şekil 4.’de verilmiştir.



Şekil 4. 2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların kalıp üzerinde h=20 cm yükseklikte yanıl basınç- döküm hızı grafiği

2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların, 4 m/h döküm hızı ve kalıp üzerinde yerden h=20 cm yükseklikteki referans (donatısız) numunede maksimum yanıl basınç 52,27 kN/m², %1 donatıda maksimum yanıl basınç 45,60 kN/m² ve %4 donatıda ise maksimum yanıl basınç 13,64 kN/m² bulunmuştur. 2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların, 2 m/h döküm hızı ve kalıp üzerinde yerden h=20 cm teki referans (donatısız) numunede maksimum yanıl basınç 36,48 kN/m², %1 donatıda maksimum yanıl basınç 29,19 kN/m² ve %4 donatıda ise maksimum yanıl basınç 9,86 kN/m² bulunmuştur. 2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların, 1,5 m/h döküm hızı ve kalıp üzerinde yerden h=20 cm yükseklikteki referans (donatısız) numunede maksimum yanıl basınç 31,62 kN/m², %1 donatıda maksimum yanıl basınç 23,61 kN/m² ve %4 donatıda ise maksimum yanıl basınç 9,13 kN/m² bulunmuştur.

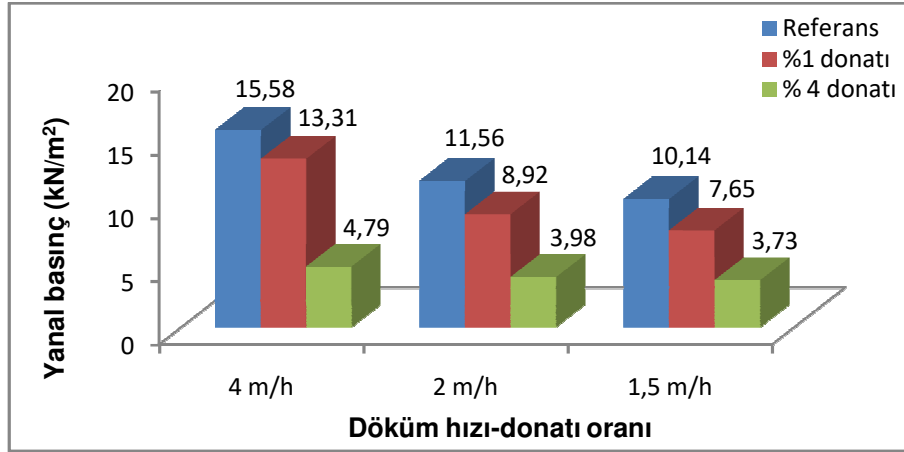
Betonda 2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların kalıp üzerinde 120 cm yükseklikte ölçülen yanıl basınç bulguları Şekil 5.'de verilmiştir.



Şekil 5 2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların kalıp üzerinde h=120 cm yükseklikte yanıl basınç- döküm hızı grafiği

2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların, 4 m/h döküm hızı ve kalıp üzerinde yerden h=120 cm yükseklikteki referans (donatısız) numunede maksimum yanıl basınç 34,18 kN/m², %1 donatıda maksimum yanıl basınç 29,69 kN/m² ve %4 donatıda ise maksimum yanıl basınç 8,63 kN/m² bulunmuştur. 2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların, 2 m/h döküm hızı ve kalıp üzerinde yerden h=120 cm yükseklikteki referans (donatısız) numunede maksimum yanıl basınç 23,15 kN/m², %1 donatıda maksimum yanıl basınç 19,76 kN/m² ve %4 donatıda ise maksimum yanıl basınç 6,61 kN/m² bulunmuştur. 2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların, 1,5 m/h döküm hızı ve kalıp üzerinde yerden h=120 cm yükseklikteki referans (donatısız) numunede maksimum yanıl basınç 20,25 kN/m², %1 donatıda maksimum yanıl basınç 14,63 kN/m² ve %4 donatıda ise maksimum yanıl basınç 5,81 kN/m² bulunmuştur.

Betonda 2400 kg /m³ birim ağırlığa sahip betonların kalıp üzerinde 220 cm yükseklikte ölçülen yanıl basınç bulguları Şekil 6.'da verilmiştir.



Şekil 6 2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların kalıp üzerinde h=220 cm yükseklikte yanıl basınç- döküm hızı grafiği

2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların, 4 m/h döküm hızı ve kalıp üzerinde yerden h=220 cm yükseklikteki referans (donatısız) numunede maksimum yanıl basınç 15,58 kN/m², %1 donatıda maksimum yanıl basınç 13,31 kN/m² ve %4 donatıda ise maksimum yanıl basınç 4,79 kN/m² bulunmuştur. 2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların, 2 m/h döküm hızı ve kalıp üzerinde yerden h=220 cm yükseklikteki referans (donatısız) numunede maksimum yanıl basınç 11,56 kN/m², %1 donatıda maksimum yanıl basınç 8,92 kN/m² ve %4 donatıda ise maksimum yanıl basınç 3,98 kN/m² bulunmuştur. 2400 kg/m³ birim ağırlığa sahip betonların, 1,5 m/h döküm hızı ve kalıp üzerinde yerden h=220 cm yükseklikteki referans (donatısız) numunede maksimum yanıl basınç 10,14 kN/m², %1 donatıda maksimum yanıl basınç 7,65 kN/m² ve %4 donatıda ise maksimum yanıl basınç 3,73 kN/m² bulunmuştur.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Beton birim ağırlığının 2400 kg/m^3 , beton döküm hızının 4 m/h , kalıp üzerinde yerden $0,2 \text{ m}$ yükseklikte ve kolonda % 1 oranında boyuna donatı kullanılması durumunda; maksimum kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 12,78 azaldığı, kolonda % 4 oranında boyuna donatı kullanıldığında ise kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 73,90 azaldığı görülmüştür.

Beton birim ağırlığının 2400 kg/m^3 , beton döküm hızının 4 m/h , kalıp üzerinde yerden $1,2 \text{ m}$ yükseklikte ve kolonda % 1 oranında boyuna donatı kullanılması durumunda; maksimum kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 16,29 azaldığı, kolonda % 4 oranında boyuna donatı kullanıldığında ise kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 72,01 azaldığı görülmüştür.

Beton birim ağırlığının 2400 kg/m^3 , beton döküm hızının 4 m/h , kalıp üzerinde yerden itibaren $2,2 \text{ m}$ yükseklikte ve kolonda % 1 oranında boyuna donatı kullanılması durumunda; maksimum kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 37,07 azaldığı, kolonda % 4 oranında boyuna donatı kullanıldığında ise kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 80,48 azaldığı görülmüştür.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Arslan, M., (1997) Betonarme Elemanların Dayanıklılığı Üzerine Araştırmalar, T.C. Başbakanlık DPT, Proje K:96K120750, Ankara, 1-29.
- [2]. Brouwers, H.J.H., Radix, H.J. (2005) Self Compacting Concrete, Teorical and experimental of self-levelling concrete, Cement and Concrete Research, 35, 2, 2116-2136.
- [3]. Gaimster, R., and Dixon, N., (2003) Self-Compacting Concrete, in Advanced Concrete Technology.
- [4]. Hurd, M.K. (1989) Formwork For Concrete, Fifth Edition, Spn;4, p:11-17, ACI, November.
- [5]. Neville, A.M. (2003) Properties of Concrete, Fourth and Final Edition, Pearson Prentice Hall, England, 303-306, 391-394, 504-505, 581-585, 605-609, 610-624.
- [6]. Arslan, M., (1999) "Su Emici Astarlı- Drenajlı Düşey Kalıp Yüzeylerinin Beton Kabuğu Fiziksel Özellikleri ve Donatı Korozyonu Üzerine Etkileri" İmo Teknik Dergi, S.1909-1924.
- [7]. Uzunoglu M, Özgan E., Kap T., (2012) "Prediction of concrete compressive strength in buildings that would be reinforced by fuzzy logic", International Journal of the Physical Sciences, (29), 5193-5201.
- [8]. Kap, T., (2014) Kendiliğinden Yerleşen Betonların (KYB) Bazı Fiziksel Özelliklerinin Kalıp Yanal Basıncı Üzerine Etkileri, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.