

KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN BETONLARDA DONATI ORANININ KALIP YANAL BASINCI ÜZERİNE ETKİLERİ

Tuncay KAP^{1*} Metin ARSLAN²

¹ Düzce Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, 81620, Düzce, TÜRKİYE

² Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendis Bölümü, 06100, Ankara, TÜRKİYE

Özet- Bu çalışmada, kendiliğinden yerleşen betonların (KYB) kalıpların yanal yüzeylerine yaptıkları basınçların donatı miktarına bağlı olarak farklılık göstermediği laboratuvar ortamında oluşturulan kalıp numuneleri üzerinde araştırılmıştır. Kullanılan KYB uçucu kül katkılı olup karışımdaki maksimum tane çapı (d_{max}) 15 mm olarak seçilmiştir. Hazırlanan kalıp 100 cm genişliğinde, 20 cm kalınlığında ve 300 cm yüksekliğinde bir kolon olarak tasarlanmış olup kalıp yüzey malzemesi olarak da suya dayanıklı huş ağacından yapılmış kontrplak (plywood) kullanılmıştır. Kalıpların yanal yüzeylerinde oluşan basıncın donatı miktarına bağlı olarak farklılık göstermediğinin belirlenmesi amacıyla da TSE 500 standardına göre donatı miktarı kalıp kesit alanının % 0'ı (referans numune), % 1'i ve % 4'ü oranında seçilmiştir. Bu oranlarda hazırlanan donatılar üç farklı kalıbın içine yerleştirildikten sonra hazırlanan KYB betonu kalıpların içine dökülmüş ve döküm anından itibaren kalıpların yanal yüzeylerine gelen basınçlar 1 sn aralıklarla bilgisayar ortamında kaydedilmiştir. Kalıp yanal basınçları kalıp yüzeylerine yerden itibaren 0,20 m, 1,20 m ve 2,20 m yüksekliklerde yerleştirilen 6 adet yük hücresi ile ölçülmüştür. Yapılan deneyler sonucunda; kalıp içinde % 1 oranında donatı kullanılması durumunda kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 12,78 azaldığı, % 4 oranında donatı kullanıldığında ise kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 73,90 azaldığı görülmüştür.

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

THE EFFECT OF REINFORCEMENT RATIO ON THE FORMWORK LATERAL PRESSURE OF SELF COMPACTING CONCRETE

Abstract- In this study the effect of reinforcement ratio on the formwork lateral pressure of self compacting concrete was investigated under laboratory testing conditions with formwork samples. SCC used in the study has the fly ash mixture and the grain size has been chosen as 15mm (d_{max}). The formwork prepared has been designed as a column of 100 cm width, 20 cm thickness and 300 cm height. The surface material of the formwork is water resistant birch plywood. In order to determine whether reinforcement ratio would cause differences on the formwork lateral pressure of Self Compacting Concrete, cross sectional area of the reinforcement ratios have been chosen as 0% (Reference sample) 1% and 4% according to 500 TSE standards. The

* tuncaykap@hotmail.com.tr

reinforcing bars prepared in these ratios were located in three formworks and SCC mixture was poured into them. Beginning from the casting the formwork pressures of the lateral surface have been computerised in 1 second intervals. The lateral pressure of the formwork samples were measured with 6 load cells located from the surface as 0,20 m, 1,2 m and 2,2 m height. Finally, the decrease of formwork lateral pressure according to the reference sample was measured as 12,78 % when 1% reinforcement ratio was used correspondingly the decrease was 73,90 % in 4%.

Key Words- Reinforcement ratio, Self Compacting Concrete, Formwork lateral pressure

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

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 [1].

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 [2].

KYB, vibrasyon gerektirmediği için gürültü kirliliğinin ortadan kaldırılması, işçiliğin azaltılması, daha hızlı üretime olanak sağlamasının yanında iri agregada hacminin sınırlandırılması, en büyük agregada 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].

Kalıp yüzeylerine etkiyen yanal basınçlar beton ağırlığına bağlı olarak değişmektedir. Beton ağırlığının kalıpa 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 [4].

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 [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 yanar basınç artışına neden olmaktadır. Soğuk havalarda veya uçucu kül vb. katkıları kullanılarak beton yerleştirilecekse, kalıp tasarlanırken bu faktörler göz önünde bulundurulmalıdır [4].

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 [6].

2. YÖNTEM (METHOD)

Çalışma, genel olarak; Kendiliğinden Yerleşen Betonların farklı donatı yüzdeleri ile kolonun farklı yüksekliklerde oluşturduğu kalıp yanar 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, sık donatılı betonarme elemanlarda kullanıldığında ortaya çıkacak olan yanar basınç etkilerinin neler olduğu tam olarak bilinmemektedir. Bu nedenle kalıpta taze betonun döküm hızının meydana getirdiği beton yanar basıncının da kalıba etkisi belirlenmiştir.

2.1. Materyal (Material)

KYB'nin, 4 m/h döküm hızında farklı oranlarda kolon içine yerleştirilen donatının kalıp yanar basıncına etkisinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada kullanılan malzemeler genel olarak aşağıda belirtilmiştir. Bunlar;

- Plywood 18 mm
- Çelik profiller
- Teleskopik payandalar
- Ø 8 ve 14'lük inşaat çeliği
- Kendiliğinden yerleşen beton (katkı miktarları değişken)
- Uçucu kül
- Hiperakışkanlaştırıcı katkı

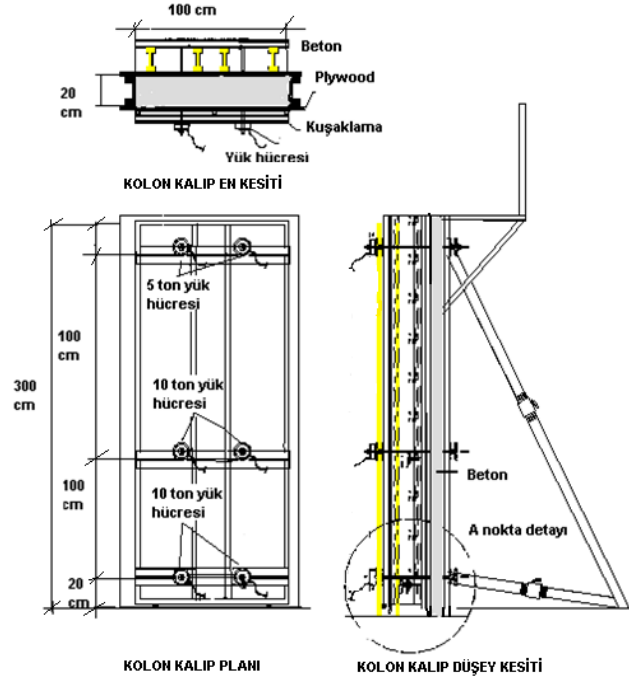
Kalıp örneklerinin üretiminde kalıp yüzey malzemesi olarak; plywood kullanılmıştır. Hazırlanan kalıpların içine EFNARC 2005 (The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use) standardına uygun olarak üretilen C30 sınıfı KYB dökülmüştür.

KYB'de kalıp içerisinde bulunan donatının kalıp yanar basıncına etkisini araştırmak amacıyla TSE 500'de belirtilen kolonlarda beton kesit alanının minimum boyuna donatı alanı olarak % 1 ve maksimum boyuna donatı alanı olarak % 4 seçilmiştir. Kalıba donatı olarak yerleştirilen inşaat çelikleri TSE 708'e uygun nervürlü inşaat çeliği kullanılmıştır.

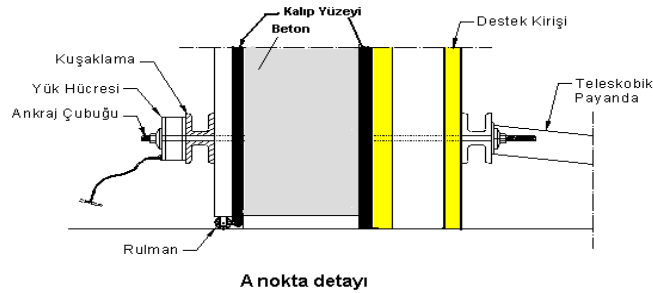
2.2 Metot (Method)

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 laboratuara 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 kontrplak'dan (plywood) yapılmış olan 3 adet hazır panel kalıp kullanılmış olup hazır panel 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 to Formwork point of the panel details) [7]

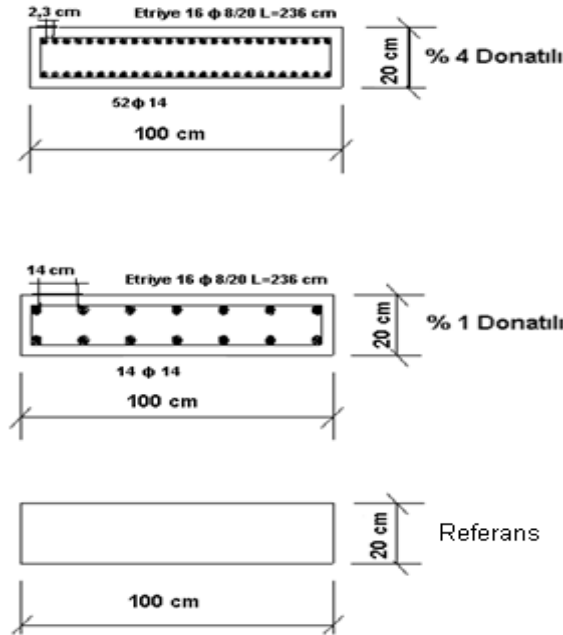
A noktasının detayında gösterilmiş olan ankraj çubuğu; kalıba gelen yanal basıncı yük hücresine aktaran elemandır. Çalışmada kalıbın 0,20 m yüksekliğinde 2 adet 10 tonluk ve 1,20 m yüksekliğinde de 10 tonluk olmak üzere 4 adet 10 tonluk, kalıbın 2,20 m yüksekliğinde ise 2 adet 5 tonluk yük hücresi kullanılmıştır. 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 yanal basınçlarının ölçülmesi amacıyla kurulan kalıplar ve deney düzenekleri Şekil 3.'de verilmiştir.



Şekil 3. Hazırlanan kalıplar ve kalıp yanal basınçlarının ölçüldüğü deney düzeneği (Lateral pressure of the formworks and formworks, prepared as measured experimental setup of) [7].

Deneysel çalışmada, beton içerisine donatı olarak TSE 500 standardına göre beton kesit alanının min. %1'i ve max. %4'ü oranında olacak şekilde TSE 708'e uygun (beton çelik çubukları) nervürlü inşaat çeliği kullanılmıştır. Hazırlanan donatıların oranları ve donatı planları Şekil 4.'de verilmiştir.



Şekil 4. Kalıp içerisine yerleştirilen brüt en kesitteki donatı oranları (Placed in the formwork in the gross cross-sectional reinforcement ratios)

Çalışmada kullanılan betonarme çelik çubukların fiziksel ve mekanik özellikleri TS 708'e

..:Kendiliğinden Yerleşen Betonlarda Donatı Oranının Kalıp Yanal Basıncı Üzerine Etkileri:..

uygun olarak yapılan deneylerle tespit edilmiş olup deney sonuçları ve TS 708 standardında belirtilen sınır değerler karşılaştırmalı olarak Çizelge. 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Betonarme çelik çubuklara ait deney sonuçları (Reinforced steel rods belonging to the experimental results)

Deney Sonucu Bulunan Değerler							
No	Anma Çapı mm	Çap mm	Akma N/mm ²	Çekme N/mm ²	Çekme / Akma Rm/Re	Kopma Uzaması %	Kütle kg/m
1	8	8	443	681	1,54	32,0	0,613
2	8	8	477	586	1,23	24,0	0,882
3	8	8	508	612	1,21	27,5	1,568
4	14	14	482	611	1,27	31,5	1,965
5	14	14	451	556	1,23	28,0	2,450
6	14	14	472	572	1,21	30,0	2,965

Çalışmada kullanılan ϕ 8 ve ϕ 14 betonarme çelik çubukların fiziksel ve mekanik özelliklerinin TS 708’de belirtilen değerlere uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tarafımızca laboratuarda hazırlanmış olan KYB karışımına uygun olarak hazır beton santralinde üretilmiş olan KYB laboratuara transmiksör ile getirilmiş, $0,6 \text{ m}^3$ hacmindeki harç kovaşına konulmuş, harç kovaşından 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 sökülene kadar geçen sürede 1 sn aralıklarla beton sıcaklıkları ölçülerek 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 2. 7 ve 28 günlük beton basınç dayanımı sonuçları (Mpa) 2400 kg/m^3 (Table.2 7 and 28 day compressive strength of concrete results (MPa) 2400 kg/m^3)

Numune No	Basınç dayanımları	
	7.günlük	28.günlük
1	29,71	43,44
2	30,36	44,58
3	28,83	41,96
4	27,39	40,34
5	29,32	43,37
6	27,81	41,14
Ortalama	28,90	42,47

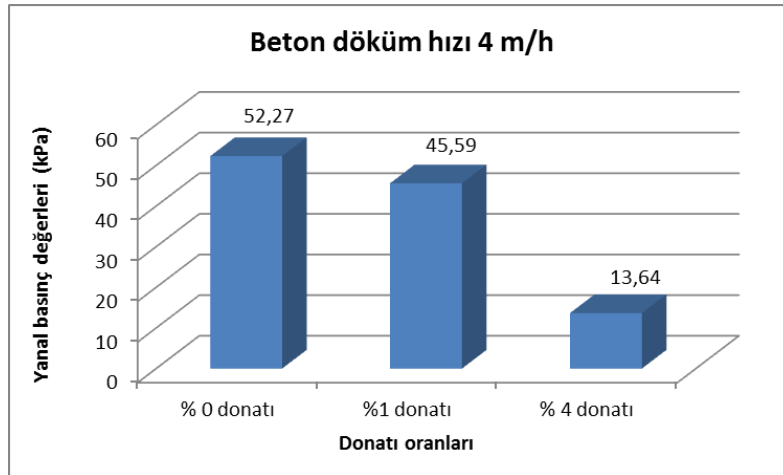
2400 kg/m^3 birim ağırlıkta olan KYB’lerde basınç dayanım sonuçlarına bakıldığında 7 günlük ve 28 günlük sonuçlarda ise yaklaşık $13,57 \text{ Mpa}$ bir fark olduğu görülmektedir.

3.2 Kalıp Yüzeyinde Yanal Basınç Ölçümü (Formwork Lateral Pressure)

Kendiliğinden yerleşen beton birim ağırlığı 2400 kg/m^3 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 ölçülmüştür. 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 dökülerek beton yanal basınç değerleri ölçülmüştür. Ayrıca her bir kalıp türüne en kesitteki donatı oranı % 0, % 1 ve % 4 olacak şekilde hazırlanan donatılar yerleştirilerek beton dökülmüş ve bu şartlarda yanal basınç değerleri ölçülmüştür. Bütün kalıplarda toplamda altı defa beton dökümü ve toplamda 18 adet perde duvar üretilmiştir. Kalıba etkileyen beton yanal basınçları kalıp yüzeyinde 6 farklı noktada yük hücreleri yardımı ile ölçülerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Kolonda % 0, % 1 ve % 4 oranlarında boyuna donatının kalıp yanal basıncına olan etkisini ortaya koyabilmek amacıyla döküm 4 m/h ve beton birim ağırlığı 2400 kg/m³ olan 2440-2441-2442 kod numaralı kolonların yerden 0,2 m yüksekliklerde ölçülen kalıp yanal basınçları karşılaştırmalı olarak Şekil.5'de verilmiştir.

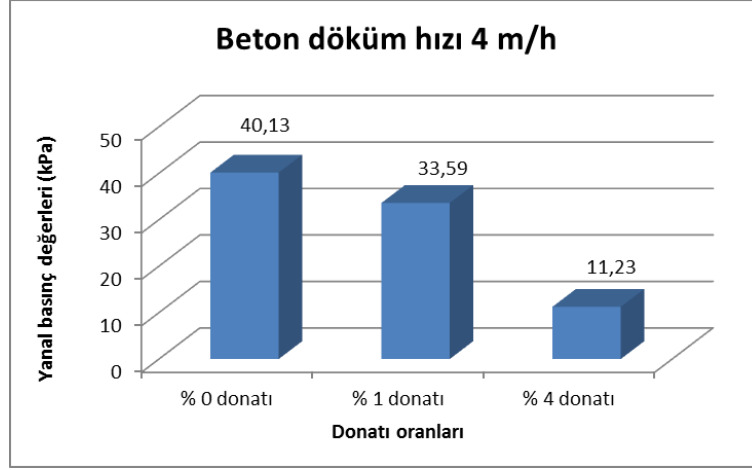


Şekil 5. 2440-2441-2442 kalıplarının yerden 0,2 m yükseklikte ölçülen kalıp yanal basınçları (Figure.5 2440-2441-2442 0.2 m in height, measured from the ground of the formwork die of lateral pressure)

2440 kalıp üzerinde yerden h=0,2 m yükseklikte maksimum yanal basınç değeri 52,27 kPa olarak ölçülmüştür. 2441 kalıp üzerinde yerden h=0,2 m yükseklikte maksimum yanal basınç değeri 45,59 kPa olarak ölçülmüştür. 2442 kalıp üzerinde yerden h=0,2 m yükseklikte maksimum yanal basınç değeri 13,64 kPa olarak ölçülmüştür.

Kolonda % 1 oranında boyuna donatı kullanılması durumunda yerden 0,2 m yükseklikte kalıp yanal basıncının referans numuneye göre ortalama % 12,78 azaldığı ve % 4 oranında boyuna donatı kullanıldığında ise kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 73,90 azaldığı görülmüştür.

Kolonda % 0, % 1 ve % 4 oranlarında boyuna donatının kalıp yanal basıncına olan etkisini ortaya koyabilmek amacıyla döküm 4 m/h ve beton birim ağırlığı 2400 kg/m³ olan 2440-2441-2442 kod numaralı kolonların yerden 1,2 m yüksekliklerde ölçülen kalıp yanal basınçları karşılaştırmalı olarak Şekil.6'da verilmiştir.

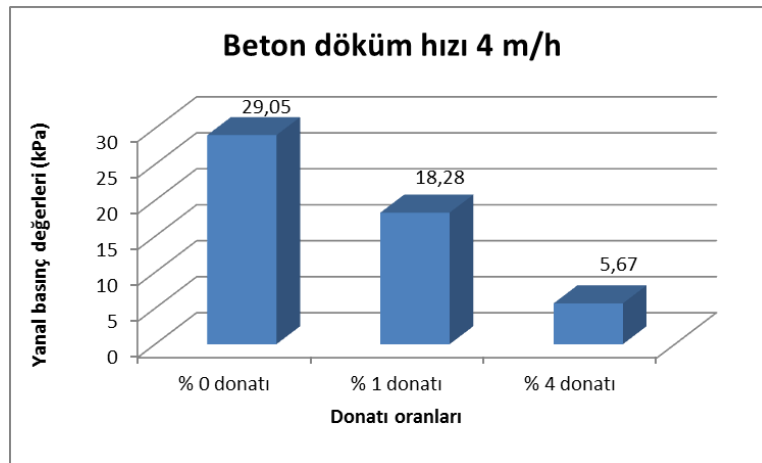


Şekil 6. 2440-2441-2442 kalıplarının yerden 1,2 m yükseklikte ölçülen kalıp yanal basınçları (2440-2441-2442 1.2 m in height, measured from the ground of the formwork die of lateral pressure)

2440 kalıp üzerinde yerden $h=1,2$ m yükseklikte maksimum yanal basınç değeri 40,13 kPa olarak ölçülmüştür. 2441 kalıp üzerinde yerden $h=1,2$ m yükseklikte maksimum yanal basınç değeri 33,59 kPa olarak ölçülmüştür. 2442 kalıp üzerinde yerden $h=1,2$ m yükseklikte maksimum yanal basınç değeri 11,23 kPa olarak ölçülmüştür.

Kolonda % 1 oranında boyuna donatı kullanılması durumunda yerden 1,2 m. yükseklikte kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 16,29 azaldığı, % 4 oranında boyuna donatı kullanıldığında ise kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 72,01 azaldığı görülmüştür.

Kolonda % 0, % 1 ve % 4 oranlarında boyuna donatının kalıp yanal basıncına olan etkisini ortaya koyabilmek amacıyla döküm 4 m/h ve beton birim ağırlığı 2400 kg/m^3 olan 2440-2441-2442 kod numaralı kolonların yerden 2,2 m yüksekliklerde ölçülen kalıp yanal basınçları karşılaştırmalı olarak Şekil.7'de verilmiştir.



Şekil 7. 2440-2441-2442 kalıplarının yerden 2,2 m yükseklikte ölçülen kalıp yanal basınçları (2440-2441-2442 2.2 m in height, measured from the ground of the formwork die of lateral pressure)

2440 kalıp üzerinde yerden $h=2,2$ m yükseklikte maksimum yanal basınç değeri 29,05 kPa olarak ölçülmüştür. 2441 kalıp üzerinde yerden $h=2,2$ m maksimum yanal basınç değeri 18,28 kPa olarak ölçülmüştür. 2442 kalıp üzerinde yerden $h=2,2$ m yükseklikte maksimum yanal basınç değeri 5,67 kPa olarak ölçülmüştür.

Kolonda % 1 oranında boyuna donatı kullanılması durumunda kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 37,07 azaldığı, % 4 oranında boyuna donatı kullanıldığında ise kalıp yanal basıncının referans numuneye göre % 80,48 azaldığı görülmüştür.

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 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 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 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., Betonarme Elemanların Dayanıklılığı Üzerine Araştırmalar, T.C. Başbakanlık DPT, Proje K:96K120750, Ankara, 1-29, 1997.
- [2]. Brouwers, H.J.H., Radix, H.J. Self Compacting Concrete, Teorical and experimental of self-levelling concrete, Cement and Concrete Research,35,2,2116-2136,2005.
- [3]. Gaimster, R., and Dixon, N., 2003 Self-Compacting Concrete, in Advanced Concrete Technology.
- [4]. Hurd, M.K, Formwork For Concrete, Fifth Edition, Spn;4,p:11-17, ACI, November, 1989.
- [5]. Neville, A.M, Properties of Concrete, Fourth and Final Edition, Pearson Prentice Hall, England, 303-306,391-394,504-505,581-585,605-609,610-624 (2003).
- [6]. Arslan, M., “Su Emici Astarlı- Drenajlı Düşey Kalıp Yüzeylerinin Beton Kabuğu Fiziksel Özellikleri ve Donatı Korozyonu Üzerine Etkileri” İmo Teknik Dergi, S.1909-1924 (1999).
- [7]. Kap, T., Kendiliğinden Yerleşen Betonların (KYB) Bazı Fiziksel Özelliklerinin Kalıp Yanal Basıncı Üzerine Etkileri, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü devam eden Doktora Tez çalışması, 2013.