



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**FARKLI YÜZEYLERE SAHİP GEÇİRİMLİ
KALİPLARDA KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN
BETON BASINÇ DAYANIMININ
ARAŞTIRILMASI**

Ali GÜNEL
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

KASIM-2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ali GÜNEL tarafından hazırlanan “Farklı Yüzeylere Sahip Geçirimli Kalıplarda Kendiliğinden Yerleşen Beton Basınç Dayanımının Araştırılması” adlı tez çalışması 01/11/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN

Danışman

Doç. Dr. Mustafa ALTIN

Üye

Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN

Üye

Doç. Dr. Mustafa ALTIN

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Abdülkerim İLGÜN

İmza

.....

.....

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Yakup KARA
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdür V.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.


Ali GÜNEL

01/11/2018

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

FARKLI YÜZEYLERE SAHİP GEÇİRİMLİ KALIPLARDA KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN BETON BASINÇ DAYANIMININ ARAŞTIRILMASI

Ali GÜNEL

Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa ALTIN

2018, 50 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN

Doç. Dr. Mustafa ALTIN

Dr. Öğr. Üyesi Abdülkerim İLGÜN

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; farklı yüzey özelliklerine sahip inşaat kalıplarının, betonun bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri ve kalıp yüzey işlemi görmüş drenaj delikli ve drenaj delikli astarlı kalıplarla üretilen betonarme perdelerin beton basınç dayanımları arasındaki farklılıkları araştırmaktır.

Kalıpların, betonun fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla, 1200 mm yükseklik, 1500 mm genişlik ve 200 mm kalınlığında 12 adet betonarme perde duvar kalıpları hazırlanmıştır. Perde duvar kalıpları plastik, sac, çam kereste ve plywood yüzeyler olacak şekilde geleneksel (üzerlerinde hiçbir işlem yapılmadan), drenaj delikli (yatay ve düşeyde 100 mm aralıklarla 2 mm çaplarında delinerek) ve drenaj delikli ve astarlı (delikli kalıpların iç yüzeylerine geotekstil astar uygulanarak) hazırlanmıştır. Hazırlanan kalıplara C30 kendiliğinden yerleşen beton dökülmüştür.

Kalıptan çıkarılan beton bloklar üzerinde, Schmidt çekici okumaları ile yüzey sertliği ve betonarme perde duvarlardan 7., 28., 60. gün sonlarında alınan karot numuneler üzerinde beton basınç dayanım deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak, betonarme perde duvar ve bunlardan alınan karot numuneler üzerinde gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda, bütün özellikler bakımından plastik yüzeyli ve drenajlı (PLD) kalıpla üretilen betonun diğer betonlara göre en yüksek basınç mukavemeti verdiği ve çam kereste drenajlı (KD) kalıpla üretilen betonun ise en düşük performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar ile ilgili, yorumlar ve önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Beton basınç dayanımı, betonarme kalıp, betonarme perde duvar, geçirimsiz kalıp, geotekstil astar, karot numune.

ABSTRACT

MS THESIS

RESEARCHING COMPRESSIVE STRENGTH OF SELF-COMPACTING CONCRETE IN PERMEABLE FORMWORKS HAVING DIFFERENT SURFACES

Ali GÜNEL

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
KONYA TECHNICAL UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN CIVIL ENGINEERING**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa ALTIN

2018, 50 Pages

Jury

Prof. Dr. Musa Hakan ARSLAN

Assoc. Prof. Dr. Mustafa ALTIN

Assist. Prof. Dr. Abdülkerim İLGÜN

The aim of this study is to search the effects of construction formworks with different surface properties on some physical properties of concrete and the differences between concrete compressive strength of reinforced concrete shearwalls which are produced by formwork-surface-treated drainage holes and lined formworks with drainage holes.

12 pieces of reinforced concrete shear wall formworks of 1200 mm height, 1500 mm width and 200 mm thickness have been prepared to analyze the effects of the molds on the physical properties of concrete; the shearwall formworks have been traditional prepared as plastic, sheet metal, pine wood and plywood surfaces (without any treatment) with drainage hole (horizontal and vertical 100 mm intervals and holes with 2 mm diameters) and drainage holes and lined (applying geotextile coat to internal surfaces of the hole molds). C30 self-compacting concrete has been poured into the prepared formworks.

Concrete compressive strength tests have been carried out on concrete blocks removed from the formwork with Schmidt puller readings and on core samples received at the end of 7th, 28th, 60th day and from surface hardness and the reinforced concrete shearwalls.

As a result, it has been determined according to the experimental studies on reinforced concrete shearwalls and their core samples that the concrete produced with plastic surface and drainage (PLD) formwork with regard to all features has showed the highest compressive strength than other concretes and the concrete produced with pine timber drainage (KD) formwork has showed the lowest performance. Comments and suggestions have been submitted about these studies.

Keywords: Concrete compressive strength, core sample, geotextile coat, permeable formwork, reinforced concrete formworks, reinforced concrete shear wall.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasında ilgi, destek, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek verdiği sonsuz destekle her konuda yol gösteren, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim, yanında çalışmaktan onur duyduğum değerli hocam, danışmanım Sayın Doç. Dr. Mustafa ALTIN' a,

Ayrıca; çam kereste, beton ve donatıların temini, işçiliği ve nakliyesinde yardımlarından dolayı Şaban TOPAL İnşaat ve çalışanlarına, Plastik kalıp temininde yardımlarından dolayı Pladeck firmasına, Zembrain astarı temininde yardımcı olan Cenk BATUR' a, Geoplas Astarı temininde yardımcı olan Geoplas firmasına; karot numune alımında yardımlarından dolayı Yasin Karot firmasına ve çalışanlarına;

Deneyler aşamasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Ahmet İŞ, Mehmet ŞİPLEME, İrfan GÜNAL, Mahmut UĞUR ve Şeref COŞKUN' a;

Tüm Yüksekokul, Lisans ve Yüksek Lisans eğitim sürecinde okumama destek veren KOSKİ Genel Müdürlerime, Genel Müdür Yardımcımıza, Şube Müdürüme ve çalışmalarında eksiklerimi kapatarak bana yardımcı olan tüm mesai arkadaşlarıma;

Üzerimde emeği bulunan anneme, babama ve her konuda yardımını esirgemeyen dayılarıma;

Kendilerine ayırmam gereken vakitten fedakârlık eden sevgili eşim ve oğluma;

Ve bugüne kadar eğitim öğretim hayatımda emeği olan tüm öğretmenlerime teşekkür ederim.

Ali GÜNEL
KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET

ABSTRACT.....v

ÖNSÖZ vi

SİMGELER VE KISALTMALAR..... viii

1. GİRİŞ1

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....4

3. MATERYAL VE YÖNTEM.....9

3.1.	Kalıp Örneklerinin Hazırlanması.....	9
3.2.	Kalıp Yüzeylerinin Hazırlanması	10
3.2.1.	Beton dökümü	18
3.2.1.1.	Çökme-Yayılma deneyi.....	19
3.2.1.2.	V hunisi deneyi	20
3.2.1.3.	L kutusu deneyi.....	21
3.2.1.4.	Kendiliğinden yerleşen betonda numune alımı	22
3.2.2.	Betonda kullanılan agrega değerleri.....	23
3.2.3.	Karışım suyu özellikleri	25
3.2.4.	Katkı maddesi ve özellikleri	26
3.2.5.	Kendiliğinden yerleşen beton karışım oranları.....	27
3.2.6.	Kalıp sökümü, kür işlemleri ve numune almaya hazır hale getirilmesi	28

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA30

4.1.	Schmidt Çekici Testi	30
4.2.	Karot Numune Alınması ve Hazırlanması.....	31
4.3.	Karot Numunelerinin Basınç Testi.....	33
4.4.	Basınç Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi	35
4.4.1.	Ahşap (Çam kereste) kalıp basınç mukavemet sonuçları.....	35
4.4.2.	Plastik kalıp basınç mukavemet sonuçları.....	36
4.4.3.	Sac kalıp basınç mukavemet sonuçları.....	37
4.4.4.	Plywood kalıp basınç mukavemet sonuçları.....	38
4.5.	Küp Numunelerin Basınç Testi.....	39

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....41

5.1.	Sonuçlar	41
5.2.	Öneriler	46

KAYNAKLAR47

ÖZGEÇMİŞ.....50

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetre kare
dk	: Dakika
EN	: Europeane Norm
gr	: Gram
kN	: Kilo Newton
L	: Litre
m	: Metre
m ²	: Metrekare
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
Mpa	: Mega Paskal
N	: Newton
s	: Saniye
TS	: Türk Standardı
Ø	: Fi (mm cinsinden çap)
λ	: Lamda (Narinlik)
μS	: Mikrosiemens
□	: Santigrat Derece
%	: Yüzde

Kısaltmalar

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ACI	: American Concrete Institute
BS 1881	: British Standard- Testing Concrete-Part 120: Method for determination of the compressive strength of concrete cores, 1983
CIB	: Credit Information Bureau
CPF	: Controlled Permeability Formwork
K0	: Klasik Kalıp (Şahit Numune)
K1	: Zemdren Astarlı Geçirgen Kalıp
K2	: Kontrplak (Yağlı-Sulu) Astarsız Drenajsız Kalıp
K3	: Kontrplak (Yağlı) Astarsız Drenajsız Kalıp
K4	: Karasac (Yağlı) Astarsız Drenajsız Kalıp
K5	: Kontrplak (GEO-I, GEO-II) Astarlı Drenajlı Kalıp
K6	: Kontrplak (GEO-III) Astarlı Drenajlı Kalıp
K7	: Kontrplak (GEO-IV) Astarlı Drenajlı Kalıp
KYB	: Kendiliğinden Yerleşen Beton
Max.	: Maksimum
PP	: Polipropilen
SCC	: Self-Compacting Concrete
TBMYO	: Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu
Tie-Rod	: Kalıp bağlantı elemanı
TS 500	: Türk Standardı- Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları- 2011
TS EN 1008	: Türk Standardı- Beton- Karma suyu- Numune alma, deneyler ve beton endüstrisindeki işlemlerden geri kazanılan su dahil, suyun beton karma suyu olarak uygunluğunun tayini kuralları-2003
TS EN 12350-8	: Türk Standardı- Beton- Taze beton deneyleri- Bölüm 8: Kendiliğinden yerleşen beton- Çökme yayılma deneyi- 2011
TS EN 12350-9	: Türk Standardı- Beton- Taze beton deneyleri- Bölüm 9: Kendiliğinden yerleşen beton- V hunisi deneyi- 2011
TS EN 12350-10	: Türk Standardı- Beton- Taze beton deneyleri- Bölüm 10: Kendiliğinden yerleşen beton- L kutusu deneyi- 2011

- TS EN 12504-1 : Türk Standardı-Yapıda beton deneyleri- Bölüm 1: Karot numuneler- Karot alma, muayene ve basınç dayanımının tayini-2010
- TS EN 12504-2 : Türk Standardı-Yapıda beton deneyleri- Bölüm 2: Tahribatsız muayene- Geri sıçrama sayısının belirlenmesi-2013
- TS EN 13791 : Türk Standardı- Yapılar ve ön dökümlü beton bileşenlerde yerinde basınç dayanımı tayini-2007



1. GİRİŞ

Binlerce yıl önce insanlar yapı malzemesi olarak taş kullanmışlar. Fakat bağlayıcı bir malzeme bulamadıklarından dolayı başarı sağlayamamışlar. Eski Grek, İyon ve Roma tapınaklarında büyük açıklıkları geçebilmek için kiriş olarak yek pare taşlar kullanılmış. Ancak taşların çekme dayanımları az olduğu için geçilen açıklıklar sınırlı kalmıştır. Aynı zamanda büyük kesit gerektiği için taşınma ve yerine konması sorun olmuştur. İnsanların daha fazla açıklık geçme arzusu onların yeni yapı malzemesi bulmaya zorlamış ve bunun sonucunda kireç ve doğal çimento gibi bağlayıcı elemanları bulmuşlardır. Yeni bağlayıcı malzemeler bulunduktan sonra eskiye nazaran daha dayanıklı yapılar inşa edilmeye başlanmıştır. Daha fazla açıklıkların geçilmesi için betonarmenin bulunması beklenmiştir (Ersoy, 2000).

Betonarme çeliği ve beton, Betonarme yapıyı oluşturan iki ana malzemedir. Bu iki malzemeden biri olan betonarme çeliği fabrikasyon olduğu için genelde standart özelliklerde üretilmektedir. Fakat beton üretiminde kullanılan malzemelerin (Agrega, çimento, su ve katkı malzemesi vb.) özelliklerinin yanı sıra karışımda kullanılan oranları, yapım aşamasında karışımı ve taşınması, kalıba beton dökülürken yerleştirilmesi ve sıkıştırılması ve beton prizini aldıktan sonra ise kür yapım işlemlerinden etkilendiği gibi aynı zamanda kalıpların özelliklerinden ve bulunduğu ortamdan da etkilendiği bilinmektedir (Arslan ve ark., 1997).

Betonu diğer yapı malzemelerinden ayıran özelliklerden birisi de konulduğu kalıbın şeklini almasına yarayan plastik kıvamı ve basınç dayanımıdır. İyi bir betondan istenen, basınç dayanımının yüksek olması, dış etkenlere dayanıklılığı ve işlenebilirliğidir. Betonun kalitesi hakkında basınç dayanımı bizlere fikir vermektedir (Özkul ve ark., 1999; Ersoy, 2000).

Günümüzde ise donatının sık olduğu ve dar kesitli elemanlarda Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB) kullanılmaktadır, bu beton homojen yapısını koruyarak ve sıkıştırma işlemi (vibratör) gerektirmeden kendi ağırlığı ile yerleşebilmesi ve sıkışması olarak söylenebilir. Kendiliğinden yerleşen beton karışımı, süper akışkanlaştırıcı ile birlikte toplam ince malzeme miktarı, oransal su/bağlayıcı miktarı, maksimum agreg boyutu, kum/toplam agreg oranı ve toplam iri agreg miktarı gibi parametreler açısından normal betona göre farklılıklar göstermektedir (Okamura, 1997).

Kalıp, Beton ve betonarme sistemlerin inşası aşamasında mühim bir alan teşkil etmektedir. Kalıp aynı zamanda betonun projede belirtilen hale gelebilmesi için betona

şekil verebilmek, desteklemek ve beton yüzeyinde pürüzsüzlüğü sağlamak için meydana getirilen sistemdir (Anthony ve Stainer, 1988).

Kalıplar bu özelliklerinden başka, beton yapıların yüzeylerinin daha iyi sonuç vermesi için önem arz etmektedir. Farklı tür yüzey özelliklerine sahip kalıplar, yapım aşamasındaki hatalar ve yanlış kalıp yağı kullanmaktan kaynaklı, betonların yüzeylerinde kabuk betonunun fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyen yüzey sorunlarına neden olduğu bilinmektedir (Committee, 2002).

Başka bir deyişle betonarme yapılarda donatıyı ve betonu dış etkenlerden muhafaza eden kabuk betonunun, betonun dayanımı üzerinde mühim bir etkinliğe sahip olduğu bilinmekte ve kabuk betonunun yeterli olması, etraftaki zararlı aktif maddelerin betonun iç kısmına girmesini engellemesi ile değerlendirilmektedir (Report, 1985; Arslan, 1999a).

Betonların yüzeylerinde ve iç bölgelerinde beton kusurları meydana gelebilmektedir. İç kısımlarda meydana gelen bu kusurlar beton yüzeylerine yansır. Genellikle beton yüzeyindeki kusurlara ve iç bölgedeki kusurlardan dolayı yüzeye yansıyan sorunlarla ilgilenilmektedir. Yani betonun yüzey bölgesinde sorun yoksa ilgilenilmemektedir (Committee, 2004).

Fiziksel özellikleri bakımından beton yüzeylerinde farklı görünümlere sebep olan yüzey sorunları aynı yüzeylerde farklı yapıların oluştuğunu göstermektedir. Bu da betonun, zararlı tesirlere karşı farklı davranış gösteren beton yüzeyleri oluşacağı manasına gelmektedir (Sha'at, 1994; Long ve ark., 2001).

Bundan dolayı ilerleyen zamanlarda farklı boyutlarda yıpranma ve bakım gereksinimi hâsıl olacaktır ve yapıların kullanma ömürleri ile ilgili sorunlar çıkacaktır (McCarthy ve Giannakou, 2002).

Dolayısı ile beton yüzeylerindeki bu sorunların dereceleri ve fiziksel özellikleri bakımından uniform olması önem taşımaktadır (Subaşı, 2005). Beton yüzeyindeki bu kusurlar nedeniyle oluşan boşluklar betonun basınç dayanımını da etkileyeceği öngörülmektedir.

Geçmişte beton yüzeyindeki bu kusurları gidermek için geotekstil astarları kullanılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Geotekstil astarlar üretimleri çeşitli ham maddeler kullanılarak yapılmış ve zamanla gelişim sağlayarak günümüzde dokuma olmayan (nonwoven) astarlar üretilmeye başlanmıştır. Polipropilen (PP) hammaddeli örgüsüz bu astarların filtre ve su emici yüzeyleri sayesinde beton içerisindeki fazla karışım suyunu emebildikleri ve çimento tanelerinin kalıp dışına çıkmasını

engelledikleri için beton basınç dayanımlarına olumlu yönde katkı sağladıkları görülmüştür (Serafini, 1992; Çoruh, 1993).

Araştırmacıların yapmış oldukları tez ve makalelerde betonlarda düzgün ve pürüzsüz yüzey oluşumuna neden olan geçirimli kalıpların su yapılarında ve düzgün yüzey istenen yapılarda taleplere cevap verdikleri de görülmüştür.

Bu araştırma ile literatürde olmayan deneysel bir çalışma gerçekleştirildi. Ülke ekonomisine ve inşaat sektörüne ciddi katkıda bulunacak ekonomik bir teknik ortaya konmuş olduğunu düşünmekteyiz. Beton kalitesinin sadece kalıp üzerinde yapılacak basit bir değişiklik (Drenaj delikleri sayesinde) sağlanabilmesi kullanılan çimento miktarının azaltılmasına sebep olacaktır. Çimento miktarının azalması küresel ısınma tehlikesi ile karşı karşıya olan dünyamız için çevre etkileri açısından anlamlıdır.

Bu çalışmanın amacı, farklı yüzey özelliklerine sahip kalıplarda, kalıp yüzeylerinde yapılan basit işlemler veya geotekstil astarlar sayesinde, kalıpların geleneksel kullanımlarına göre beton basınç dayanımları üzerinde ne gibi etkilerinin olduğunu araştırmaktır.

Çalışma dört farklı yüzeye sahip kalıplarda, geleneksel, drenaj delikli ve drenaj delikli-astarlı olmak üzere toplamda 12 adet kalıp ile üretilen betonarme perdelerden alınan karot numunelerin basınç dayanımı özelliği üzerine etkilerini belirlemeye yönelik çalışmaları kapsamaktadır.

Yapmış olduğumuz bu araştırmada kalıplara yapacağımız işlemlerin beton içerisinde fazla miktardaki su ve havayı dışarı atarak betonun kalitesini artırabileceğini ve bununla birlikte aynı kalitede betonu üretmek için gerekli olan çimento kullanım miktarında azalmaya neden olacağını, bu sayede çimento üretimindeki çevresel zararların azalmasına neden olabileceği. Ayrıca yapı maliyetlerinde avantaj sağlanabileceği düşünülmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

(Johnson, 1941; Bidel ve Blanks, 1942), çalışmalarında betona istenilen şekli vermek için kullanılan fazla suyun beton içerisinden uzaklaştırılması fikri 1930 yılında John Joseph Earley’ nin araştırmaları ile gündeme gelmiştir. Earley, su emebilen kuru sıvanmış kalıplarla mimari cepheler yapmış ve bu kalıplar klasik kalıplara nazaran daha iyi beton yüzeyleri oluşturduğu görülmüştür. Geliştirme bürosu 1938 yılında yoğun bir araştırma başlatmış ve bu araştırmanın sonucunda “emici kalıp” olarak bilinen ilk geçirgen kalıp üretilmiştir.

(Johnson, 1941; Arslan, 2001), çalışmalarında yer kamışı, tahta yongalar ve benzer malzemelerden oluşturulmuş 12 mm kalınlıkta preslenmiş levhalarla ilk emici kalıpları oluşturmaktadır. Bu kalıp türleri basit görünmelerine rağmen beton yüzeylerinde tüm boşlukları giderebilmekteydi. Kentucky Barajı’nda yapılan uygulamada kullanılan emici kalıplar sayesinde beton yüzeyinin su emiliminin yağ ile kaplı normal ahşap kalıptan oluşturulan beton yüzeyine nazaran daha az olduğu ve bu sayede donma-çözünme hasarlarının azaldığını göstermiştir. Bu iki kalıptan elde edilen beton örnekleri kum püskürtme yöntemi ile deneye tabi tutulmuş ve ahşap kalıptaki beton örneğinden agregalar açığa çıkmasına karşın emici kalıpta bir iki boşluktan başka hiçbir deformasyon söz konusu değildir. Bunu genellemek gerekirse betonda yıpranmanın az olması için kalıbın o oranda geçirimli olmasına bağlıdır. İlk deneylerde su/çimento oranı 0,6 olan portland çimentosu kullanılmıştır. İlk araştırmalar esnasında 15 cm ‘lik küp örneklerin tek eksenli basınç mukavemetleri, normal kalıplardaki betonlardan daha yüksek çıkmasa da, yüzey olarak emici kalıplar sayesinde daha yoğun, daha dayanıklı ve daha az boşluklu oldukları görülmüştür.

(Army, 1952), ABD ordusu mühendisleri su yolları deney istasyonu 1949 yılında 7 adet farklı tip emici olmayan ve 13 adet farklı tip emici (lifli tahta, emici kâğıt, kumaş kaplanmış sunta, yüzeyi örülmüş kumaş ile kaplanmış çelik ve kontrplak) kalıpları incelemek amacı ile bir çalışma başlatmıştır. Kâğıt kaplı emici kalıp hariç tüm emici kaplamalı kalıplarda yüzey bozuklukları giderilmiş, aşınma dirençleri artmış ve su emme kapasiteleri de azalmıştır. Lifli tahta kaplamaların hepsi o dönemlerde betonlarda yüzey boşluklarını gidermede ve aşınma dirençlerini artırmada muvaffak olmuşlardır. 48 saat sonra sökülebilen bu lifli tahtalar temiz bir beton yüzeyi de oluşturmaktadır.

(Tanaka ve Ikeda, 1987), yapmış olduğu çalışmada geçirgen kalıplar ile ilgili 1960 ila 1980 yılları arasında yüksek maliyet, yanlış kullanım ve montaj-demontaj zorluklarından dolayı fazla çalışma yapılmadığını, bunun yanında, teknolojik birikimler 1985 yılında artan temel kereste maliyetlerinden dolayı yenilendiğini ve Japonya’da Aseishi-Gawa Barajı projesinde geçirgen kalıpların geniş yer bulunduğunu görmüştür. Mevcut yayınların büyük bir kısmı bu teknolojiyi; (Chew ve Marosszeky, 1990; Marosszeky ve ark., 1993) tekstil kalıp metodu, (Price, 1998) ipek kalıp metodu, (Long ve ark., 1994; Long ve Basheer, 1997) kontrollü geçirgen kalıp veya (Peter ve Chitharanjan, 1995) kontrollü geçirimli kalıp ya da (Price ve Widdows, 1991) geçirgen kalıp olarak isimlendirmişlerdir.

(Anonymous, 1988), geçirgen kalıp astarları bazı modern yapılarda yaygın olarak kullanılmıştır. Bunlardan bazıları; Türkiye’de Fırat nehri üzerindeki Karakaya Barajı savakları, (Marosszeky ve ark., 1993) Avustralya Sidney Limanının tünel projesindeki su altı tüp üniteleri, (Anonymous, 1994b) İngiltere’de Lothian Gifford’da ki yıkama suyu tankları, (Anonymous, 1994a) İngiltere’de Warrington yakınlarındaki Mersey nehri üzerindeki su bendindeki tahliye kanalları ve (Basheer ve ark., 1993) İngiltere’de Glen Shira ana su kuyusu olarak sayılabilir. (Malone, 1999) ayrıca Japonya’da 1985-1987 yılları arasında 135 farklı yapı projesinde geçirgen kalıp astarları kullanılmıştır.

(Arslan, 1999b), yaptığı çalışmada yüzeyi astarsız-drenajsız ve astarlı-drenajlı - farklı drenaj kanallı kalıplarla kalıplanan beton numuneleri üzerinde; beton yüzeyindeki hava boşluğu miktarı, beton test çekici ile yüzey sertliğini, yüzeyde kopma direncini, kapiler su emme, sodyum sülfatla dona dayanıklılık testleri, sürtünme ve aşınma deneyleri yapmıştır. Deney sonuçlarını istatistiksel yöntemlerle karşılaştırmıştır. Beton döküm esnasında drenajlı kalıpların, beton içerisindeki karışım sularını ve havayı ilk olarak astar içine ittiği, bunun sonucunda beton içerisindeki su, beraberinde ince taneleri sürükleyerek farklı bir beton yüzeyi oluşturduğunu tespit etmiştir. Kalıptaki beton seviyesinin yükselmesi ile oluşan hidrostatik basınç etkisiyle astar içindeki suyu drenaj deliklerinden attığı, beton yüzeyinde su/çimento oranının astar tarafından emilen veya drenaj delikleri vasıtasıyla dışarı atılan sudan dolayı düştüğü gözlenmiştir. Beton dökümü esnasında vibratör kullanımından dolayı ince taneler beton yüzeyine farklı bir dokuda yüzey oluşturduğunu tespit edilmiştir.

(Subaşı, 2005), yapmış olduğu deneylerde Schmidt çekici ile yüzey sertliği değeri verilerinin en iyi sonucu Zembrain astarlı geçirgen K1 kalıbı olduğu ve en küçük

ortalama yüzey sertliğine astarsız K0 kalıbının sahip olduğunu tespit etmiştir. K1 kalıbının K0 kalıbından, 28. günde %21, 90. günde %15, 210. günde %5, 365. günde %8 olarak tüm zaman aralıklarında ortalama %12 daha iyi sonuç verdiğini tespit etmiştir.

(Arslan ve Subaşı, 2008), yaptıkları araştırmada ortalama geri tepme sayıları incelendiğinde beton yüzey sertliği sonuçlarının 4. Yıla kadar arttığı, fakat 5. yıldan itibaren azaldığını tespit etmişlerdir. Bu azalmanın sebebi atmosfer şartlarından dolayı betonun yüzeyinde meydana gelen bozulmalardan oluşacağı düşünülmektedir. Yüzeylerdeki bu bozulmaların neden kaynaklandığını bulmak için Duncan çoklu karşılaştırma testleri yapmışlardır. İstatistiksel verilere göre zamana bağlı olarak yüzey sertliklerinin değiştiğini, her yıl yapılan yüzey sertliği ölçümlerinde geri tepme sayılarının birbirinden farklı olduğunu ve geri tepme sayılarının 4. yıldakilerin 1. yıla göre %30 oranında fazla olduğunu bulmuşlardır. Fakat 4. yıldan sonra 6. yıla kadar %7 oranında azalmanın olduğu ve bu azalmanın atmosfer şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedirler. Beton yüzey sertliklerine kalıpların astar ve drenaj özelliklerinin olumlu yönde etkileri olduğu da, astarlı ve drenajlı K5,K6 ve K7 kalıplarının en büyük geri tepme sayısına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Astarsız ve drenajsız K2, K4 ve K3 kalıplarının ise en küçük geri tepme sayısına sahip olduğunu, astarsız K2 kalıbının astarlı K5 kalıbına nazaran %10 oranında daha az geri tepme sayısına sahip olduğu görülmüştür. Geotekstil astarla kaplanan kalıplarda beton döküm esnasında, fazla beton karışım sularının, hava boşlukları ve ince taneli malzemelerin su sayesinde astara doğru hareket ettiğini ve geotekstil astar faktörüyle ince tanelerin beton yüzeyinde yoğun ve boşluksuz bir yüzey oluşturduğunu belirtmektedirler.

(Subaşı ve Arslan, 2008), yaptıkları farklı bir deneyde astarlı kalıplara dökülen betonların astarsız kalıplardaki betonlara nazaran karbonatlaşma derinliklerinin daha az olduğunu tespit etmişlerdir.

(Figueiras ve ark., 2009), yaptıkları çalışmalarında, kendiliğinden yerleşen beton (KYB) kullanmışlar ve maliyet açısından normal betonla kıyasladıklarında maliyetin %18 oranında arttığını tespit etmişlerdir. Maliyetteki artışa rağmen KYB’ de üstünlüklerden dolayı KYB kullanmanın beton mukavemeti ve dayanıklılığı açısından yapıların ömrünü artırdığı, geçirimli kalıp sayesinde ise beton içerisindeki hava ve suyun çıkmasına olanak tanımasından dolayı düzgün ve daha yoğun beton yüzeyi elde edilmesinden dolayı yüzey onarımı maliyetlerini düşürdüğü ve bunun yanında geçirgen kalıpların tekrar kullanılması için dayanıklılıklarının artırılması da genel olarak

maliyetlerde azalmaya sebep olacağını belirtmişlerdir. KYB' ile daha düzgün yüzeyli beton yüzeyleri elde edildiği, darbe deliklerinin daha az olduğu, geçirgen kalıpla KYB' nin birlikte kullanılmasının zararlı maddelerin beton içerisine girmesini engellediği için beton yüzey kalitesini ve beton dayanımını artıracığını belirtmektedirler. Geçirgen kalıplı KYB ve geçirgen kalıplı normal beton kıyaslandığında KYB'nin dayanıklılıkla ilgili parametreleri %40-%50 oranında arttığı, verimlilik açısından geçirimli kalıplarda uygulanabileceği söylemektedirler.

(Subaşı, 2009a), yaptığı çalışmadaki verilerine göre beton türü ve atmosfer şartlarının aynı olmasına karşın kalıpların aynı olmamasından dolayı beton iç sıcaklığının değiştiği, atmosfer şartlarındaki betonların olgunlaşma indeksleri laboratuvar ortamında kür olan şahit numunelerin olgunlaşma değerlerine göre daha fazla olduğu ve geçirgen kalıplarda imal edilmiş betonların olgunluk indeksi değerlerinin diğer kalıplara nazaran daha fazla olduğu, 7. günde geçirgen olmayan kalıbın şahit numuneye göre olgunluk değerleri ortalama %47, 28. günde ise %31 oranında daha az olduğunu belirtmektedir.

(Subaşı, 2009b), yaptığı çalışmada, geçirimsiz plywood kalıbında dökülen betonun tüm yüzey alanının %2,71 orandaki kısmında hava boşluğu (blow hole) olduğu, kalıp yağının çok az sürülmesinden kaynaklı yağ renk bozuklukları (oil discoloration), üç ay sonraki gözlemlerde çok az sayıda kılcal çatlak ağı (crazing) oluştuğu, geçirimli kalıplarda dökülen betonlarda ise yüzeyde oluşan hava boşlukları geçirimsiz kalıptakilere göre az olduğunu tespit etmiştir.

(Kothandaraman ve ark., 2016), yapmış oldukları çalışmadaki verilerine göre kendiliğinden yerleşen betonu geçirimli astarlı kalıplarda kullanmayla daha önce bazı araştırmacılar tarafından yapılan geleneksel normal beton gelişmelerine benzer olduğu, geçirimli kalıp astarı sayesinde kendiliğinden yerleşen betonun basınç dayanımının daha önce araştırma yapılmış geleneksel normal beton araştırmalarına göre %2-4 oranında daha fazla olduğu, geçirimli astarlı kalıpların çekme dayanımını önemli düzeyde artırdığı ve bu kalıptan dolayı betonda yaşla beraber iyileşmenin arttığı, yarmada çekme dayanımında azami %19 artış olduğu ve eğilme mukavemetinde maksimum %26 artış olduğu, geçirimli astarlı kalıbın nabız hızındaki maksimum %4 artış olduğu, rebound çekici sayısında ise geçirimsiz kalıba göre maksimum %25 artış olduğunu, geçirimli kalıplardaki numunelerin geçirimsiz kalıptakilere göre erken yaşta aşınmaya karşı dirençleri %38-60 oranında daha iyi olduğu, geçirimli astarlı kalıptan alınan beton numunelerinin geçirimsiz kalıptaki numunelere göre daha az su emdiği ve su emilim

hızlarının daha yavaş olduğu tespit etmişlerdir, aynı zamanda deney sonuçlarına göre basınç dayanımı değerlerine bakıldığında geçirimli astarlı kalıbın yaşla birlikte artış gösterdiği fakat kayda değer bir artışın olmadığı, bunun sonucunda betonun yüzey özelliklerinin geçirimli astarlı kalıplarla iyileştirilmesinin beton dayanımında etkili olacağı sonucunu ortaya koymuş, aynı zamanda astarlı kalıpta titreşim yapılmamasına rağmen fazla suyu drene ettiği görülmüştür.

(Kothandaraman ve Kandasamy, 2017), yapmış oldukları deney verilerine göre betonlarda yüzey sertliğinin geçirimli astarlı kalıp kullanılarak arttığını, Rebound çekici sayısı, dinamik sertlik sayısı ve Rockwell yüzeysel sertlik sayıları ile ölçülen değerlerde artışlar sırasıyla %21-%47, %20-%58, %14-%30 aralığında olduğu, geçirimli astarlı kalıplar sayesinde geliştirilen beton yüzey sertliklerinin aşınma dirençleri %38-%61 oranında arttığı ve aynı zamanda yıpranma direncinin de %14-%22 oranında arttığı, geleneksel normal betonlar geçirimli kalıplarda astar sayesinde fazla suyun emilmesiyle beton yüzeyinin 20 mm' lik kısmında beton çekirdeğine nazaran daha sert olduğu, fakat geçirimsiz kalıpta ise betonla kalıp arasında biriken su nedeniyle beton yüzeyinin 15 mm'lik kısmında beton çekirdeğine göre daha yumuşak olduğu, bu geçirimli tabakadaki 20 mm' lik kısmında iki tabakadan oluştuğu beton yüzeyinden 5 mm'lik kısmın sert katman olduğu diğer 15 mm' lik kısmın ise daha sert iç katman olduğu üç beton karışımında su/çimento'nun 0,31-0,48 oranında olduğu, kendiliğinden yerleşen betonla geleneksel normal betonun geçirimli kalıptaki astar performansının aynı olduğu, testlerin genel sonuçlarına göre geçirimli astarlı kalıpların verimliliğinin su/çimento oranının artmasıyla arttığı görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal bölümünde, yapılan deneylerde kullanılan kalıp, kalıp malzemesi betonarme donatı, beton karışımı ve beton deneyleri hakkında bilgi verilmekte olup, yöntem bölümünde ise karot numune alımları ve karot numuneler üzerinde yapılan beton basınç deneyleri hakkında bilgi verilmektedir.

3.1. Kalıp Örneklerinin Hazırlanması

Bu çalışma, Konya Teknik Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu (TBMYO) İnşaat Programı, Yapı Laboratuvar önünde gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmada, 1500x1200x200 mm boyutlarında, 4 farklı yüzeye sahip (Çam kereste, plastik, sac, plywood) perde kalıpları üretilmiştir. Üretilen kalıplardan 1'er adet geleneksel, 1'er adet drenaj delikli ve 1'er adet drenaj delik astarlı toplam 12 adet perde kalıbı imalatı gerçekleştirilmiştir. Astar kullanılan kalıplarda ise 2 farklı firmaya ait (Geoplas ve Zemdrain) astar malzemesi kullanılmıştır. Kalıplara ait genel görüntü Şekil 3.1' de ve kalıp ile ilgili bilgi ve kodlamalar Tabloda 3.1' de verilmiştir.



Şekil 3.1. Kalıpların kurulumuna ait genel görüntü

Tablo 3. 1. Kalıplara ait bilgiler

S.N.	Kalıp Yüzeyi	Kalıp Adı	Yüzey İşlemi	Astar	Kalıp Kodu
1	Ahşap	Çam Kereste Kalıp (Geleneksel)	-	-	K
2	Ahşap	Çam Kereste Kalıp (Drenajlı)	Drenaj deliği	-	KD
3	Ahşap	Çam Kereste Kalıp (Drenajlı-Geoplas Astarlı)	Drenaj deliği	Geoplas	KDA-G
		Çam Kereste Kalıp (Drenajlı-Zemdrain Astarlı)	Drenaj deliği	Zemdrain	KDA-Z
4	Plastik	Plastik Kalıp (Geleneksel)	-	-	PL
5	Plastik	Plastik Kalıp (Drenajlı)	Drenaj deliği	-	PLD
6	Plastik	Plastik Kalıp (Drenajlı-GeoplasAstarlı)	Drenaj deliği	Geoplas	PLDA-G
		Plastik Kalıp (Drenajlı- Zemdrain Astarlı)	Drenaj deliği	Zemdrain	PLDA-Z
7	Sac	Sac Kalıp (Geleneksel)	-	-	S
8	Sac	Sac Kalıp (Drenajlı)	Drenaj deliği	-	SD
9	Sac	Sac Kalıp (Drenajlı-Geoplas Astarlı)	Drenaj deliği	Geoplas	SDA-G
		Sac Kalıp (Drenajlı- Zemdrain Astarlı)	Drenaj deliği	Zemdrain	SDA-Z
10	Plywood	Plywood Kalıp (Geleneksel)	-	-	P
11	Plywood	Plywood Kalıp (Drenajlı)	Drenaj deliği	-	PD
12	Plywood	Plywood Kalıp (Drenajlı- Geoplas Astarlı)	Drenaj deliği	Geoplas	PDA-G
		Sac Kalıp (Drenajlı- Zemdrain Astarlı)	Drenaj deliği	Zemdrain	PDA-Z

3.2. Kalıp Yüzeylerinin Hazırlanması

Kalıp yüzey işlemleri Konya ilinde faaliyet gösteren Şaban Topal İnşaat firmasına ait marangozhane ve demir atölyesinde gerçekleştirilmiştir. Temin edilen kalıp yüzeylerinden biri olan sac kalıp, lazer kesim yöntemiyle drenaj delikleri istenilen çap ve aralıklarda açılmış daha sonra bükme işlemi yapılarak hazır hale getirilmiştir. Diğer kalıplarda ise (çam kereste, plastik ve plywood yüzeyli kalıplar) belirlenen ölçülerde kesilerek hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.2). Kesilerek hazırlanan çam kereste, Plywood ve plastik kalıp yüzeyleri Şekil 3.3’ te verilmiştir.



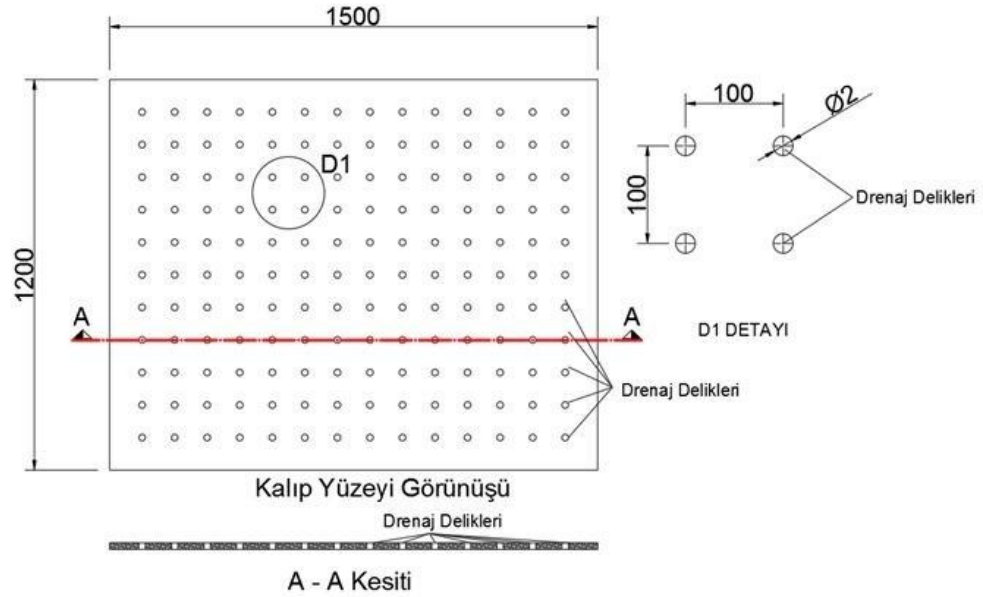
Şekil 3. 2. Kalıp yüzeylerinin hazırlanma işlemi



Şekil 3. 3. Kesilen çam kereste, plywood ve plastik kalıp yüzeyleri

Toplam 12 adet betonarme perde kalıbı oluşturulmuş olup, oluşturulan bu kalıpların 8 tanesinde (Çam kereste 2 yüzey, plywood 2 yüzey, plastik 2 yüzey, sac 2 yüzey) düşey ve yatayda olmak üzere 100 mm aralıklarla 2 mm çapında drenaj delikleri

açılmıştır (Şekil 3.4). Toplam 4 kalıpta ise hiçbir işlem yapılmadan geleneksel halde bırakılmıştır.



Şekil 3. 4. Kalıp yüzeyinde açılan drenaj delikleri

Sac kalıp üzerinde yapılan lazer kesim delikleri şablon olarak kullanılıp, diğer kalıp türlerinde de matkap ile aynı delikler açılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3. 5. 2 mm drenaj deliği açma işlemi

Kalıp takviyesi için gereken tie-rod (Kalıp bağlantı elemanı) delikleri açılmıştır. Alt kısımda 3 ve üst kısımda 3 olmak üzere toplam 6 adet 24 mm çapında delik açılmıştır (Şekil 3.6). Sac kalıp alt ve üst kısımda beton döküm esnasında herhangi bir problemle karşılaşmamak için profil takviyeleri yapılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3. 6. 24 mm tie-rod deliği açma işlemi



Şekil 3. 7. Sac kalıp güçlendirme işlemi

Hazırlanan tüm kalıplar, bağlantı elemanları (tie-rod, çivi, vida vb.) Konya Teknik Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu İnşaat Programı Laboratuvarı önüne nakledilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3. 8. Malzemelerin nakli

Zemin temizleme işleminden sonra kalıp kurulumuna geçilmiş (Şekil 3.9), kalıp kurulum işlemi bittikten sonra astarsız kalıpların iç yüzeyleri kalıp yağı ile yağlanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3. 9. Kalıp kurulum işlemi



Şekil 3. 10. Kalıp iç yüzeylerinin kalıp yağı ile yağlanma işlemi

Astarlı kalıplar için Geoplas ve Zemdrain marka geotekstil astarlar kullanılmıştır. Tablo 3.2’ de kullanılan Geoplas marka astar için, Tablo 3.3’ de ise Zemdrain marka astar için teknik özellikler verilmiştir. Astarların kalıplara yerleştirilme işlemleri Şekil 3.11’ de görülmektedir.

Tablo 3. 2. Geoplas astar özellikleri

Geoplas Teknik Özellikleri				
	TEST METODU	BİRİM	DEĞERLER	TOLERANS
HAMMADDE	POLİPROPİLEN (PP)			
BİRİM AĞIRLIK	EN ISO 9864	gr/m ²	400	-10 %
KALINLIK	EN ISO 9863-1	mm	2,50	-10 %
ÇEKME DAYANIMI (İD/İDD)*	EN ISO 10319	kN/m	21/23	-10 %
KOPMADAKİ UZAMASI	EN ISO 10319	%	50	-10 %
STATİK DELİNME DAYANIMI	EN ISO 12236	N	4000	-10 %
DİNAMİK DELİNME DAYANIMI	EN ISO 13433	mm	8,00	+10 %
SIVI GEÇİRGENLİĞİ	EN ISO 11058	m/s	0,04	+10 %
GÖZENEK AÇIKLIĞI	EN ISO 12956	mm	0,11	+10 %
DAYANIKLILIK	EN 12224	%	70	-10 %

*İD : İmalat Doğrultusu ;İDD : İmalat Doğrultusuna Dik

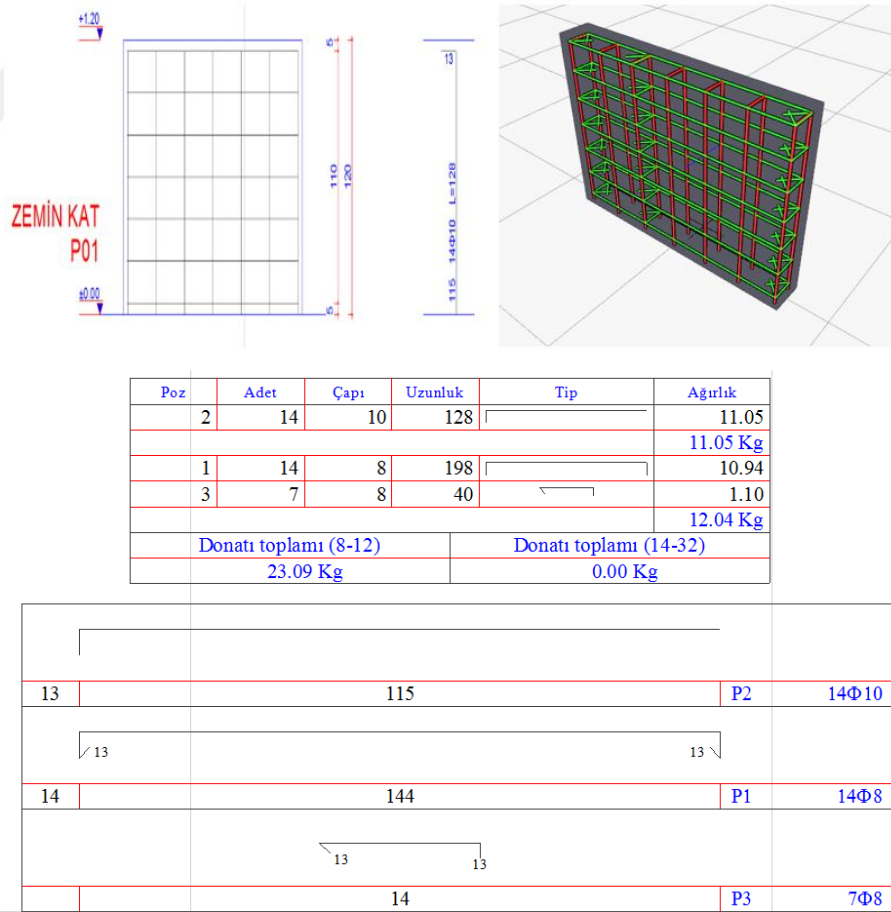
Tablo 3. 3. Zemdrain (MD Tip) astar özellikleri

MD Tip Zemdrain Özellikleri	
Açıklama	Plastik ızgaraya lamine edilmiş filtre kumaşı
Filtre bileşimi	% 100 Polipropilen
Filtre gözenek büyüklüğü (EN ISO 12956)	71 µm
Alan Ağırlığı	570 g/m ²
200 kPa altında kalınlık (BS EN ISO 9863-1)	1,45 mm
0 - 200 kPa altında sıkıştırma	%15
Maksimum çekme mukavemeti boyuna / enine	24,37 / 16,65 kN/m
% 5 uzamada çekme mukavemeti	8 kN/m
Izgara örgü boyutu	4,5 mm
200 Pa'da hava geçirgenliği (EN ISO 9237)	220 mm/s
Drenaj kapasitesi	3 l / m ² 'ye kadar
Su tutma	0,75 l/m ²
Filtre köpüğünün maksimum su emme oranı	-



Şekil 3. 11. Geotekstil astarların kesim ve uygulaması

İmal edilecek perdelerin uzun süre zarar görmeden kalabilmeleri için donatı kullanıldı. Betonarme perde içerisine kullanılan donatılar S420 nervürlü donatı $\Phi 10$ çapında 200 mm aralıklarla imal edildi. Donatı detayı ve metrajı Şekil 3.12’ de, hazırlanan donatılar Şekil 3.13’de ve pas payları takılı bir şekilde kalıplara yerleştirilmesi Şekil 3.14’te verilmiştir.



Şekil 3. 12. Donatı detayı ve metrajı



Şekil 3.13. Projeye göre hazırlanan donatılar



Şekil 3.14. Donatıların kalıp içine yerleştirilmesi

Son olarak tie-rod bağlantılarını yapabilmek için koruyucu borular yerleştirilmiş ve takviyeleri tamamlanmış olan kalıplar tie-rod somunlarını sağlam bir şekilde sıkarak beton dökümüne hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Takviye ve tie-rod bağlantıları tamamlanmış kalıpların son hali

Beton dökümüne hazır hale getirilen tüm kalıplar su terazisi ile en son kontrolleri yapılmış ve beton dökümüne hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3. 16. Kalıpların son kontrolleri

3.2.1. Beton dökümü

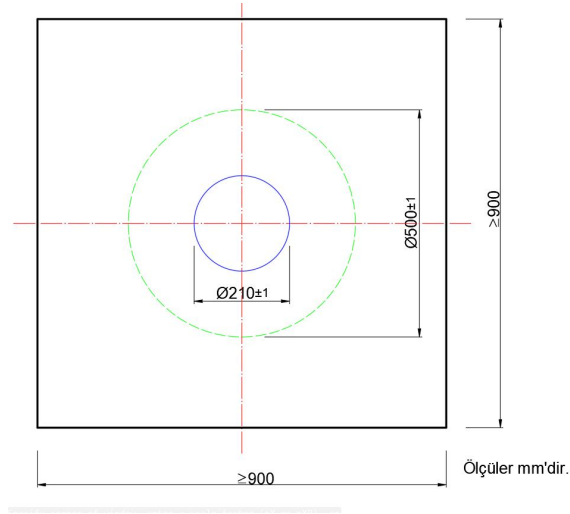
20.09.2017 tarihinde Konya’da faaliyette bulunan bir hazır beton santralinden transmikserle Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB) siparişi verilmiştir. Gelen KYB TS EN 12350-8, 9, 10’ da belirtilen Kendiliğinden Yerleşen Betonlarda sırasıyla Çökme-

Yayılma (Doldurma yeterliliği) Deneyi, V hunisi (Viskozite ve doldurma yeterliliği) Deneyi ve L Kutusu (Akarak geçme yeterliliği) deneylerine tabi tutulmuştur. Beton döküm saatlerinde Konya Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğünden alınan verilere göre, hava sıcaklığı hissedilen maksimum 32,9°C, minimum 18,6°C, ortalama sıcaklık 26,4°C, maksimum-minimum sıcaklık farkı 14,3°C, maksimum sıcaklık değeri aylık ortalaması 29,9°C, minimum sıcaklık değeri aylık ortalaması 14,0°C, ortalama nispi nem oranı 23,5%, maksimum aktüel basınç 899,5 hPa, minimum aktüel basınç 896,9 hPa, ortalama aktüel basınç 898,2 hPa, maksimum rüzgar yönü ve hızı NNW 11,3 m/sn, ortalama rüzgar yönü ve hızı NW 4,2 m/sn ve toplam açık yüzey buharlaşma 6,4 mm olduğu görülmüştür.

3.2.1.1. Çökme-Yayılma deneyi

Geleneksel çökme hunisi ile gerçekleştirilen bu deneyde düşey yükseklikten çok yatay yayılma uzunluğu ölçülmektedir. Abram's konisinden faydalanılarak yapılan çökme-yayılma deneyinde, düz bir zemine nemlendirerek konulan yayılma tablasının (Şekil 3.17) merkezine Abram's konisini yerleştirilmekte ve hiçbir ilave işlem yapmadan (şişleme vb.) koni tamamen betonla doldurulmaktadır. 20 sn bekletildikten sonra koni tablaya dik bir şekilde çekilerek daha önce yayılma tablasına işaretlenen dairelere betonun değdiği an kaydedilmektedir. Yaptığımız deneyde standart kuralları izlenmiştir (Şekil 3.18).

Yapmış olduğumuz deneyde betonun yayılması durduktan sonra betonun birbirine dik iki ayrı doğrultudaki uzunluğun ölçülmesi yapılmış ve ortalama değerin 660 mm olduğu tespit edilmiştir. Bu değerinde (TS EN 12350-8, 2011) standardı Çizelge 1' de belirtilen SF (Çökme Yayılma Değeri)' değerini karşıladığı görülmüştür. Aynı standardın Çizelge 2' de verilen değerlere göre T_{500} süresinin kontrolü yapılmış deneyde elde ettiğimiz 5,0 s süresinin ilgili standarda uygun olduğu görülmüştür.



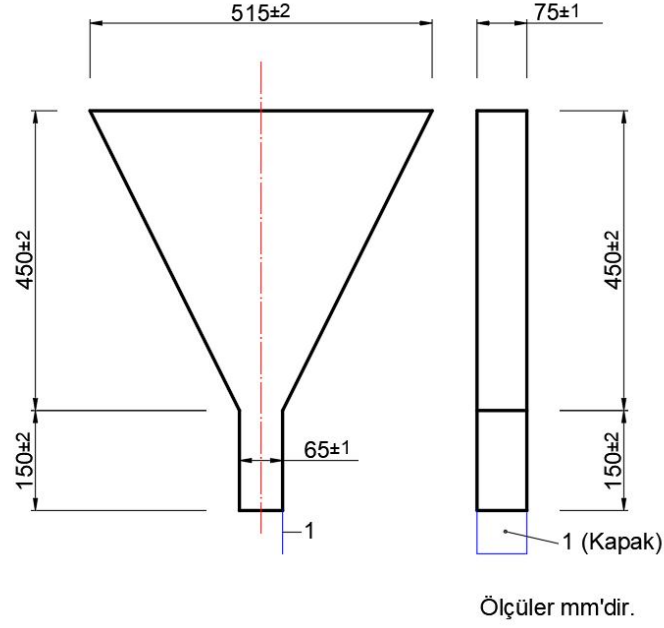
Şekil 3.17. Taban plakası (TS EN 12350-8, 2011)



Şekil 3.18. Çökme-Yayılmı deneyi uygulama anı

3.2.1.2. V hunisi deneyi

Kendiliğinden yerleşen betonun kendi ağırlığı altında geçiş yeteneğini sağlayan bu deneyde, öncelikle V hunisi (Şekil 3.19) düz bir zemine konularak beton dökülecek yüzey nemlendirdikten sonra kapak kapatılıp KYB betonla tamamen doldurulmakta ve 10 s bekletildikten sonra kapak ani açılarak içerisindeki betonun tamamen boşalma anındaki zaman kaydedilmektedir (Şekil 3.20). Yapılan deneysel çalışmada KYB 9 s V hunisinden boşalmıştır. Bu sürenin (TS EN 12350-9, 2011) standardına uygun olduğu görülmüştür.



Şekil 3. 19. V hunisi (TS EN 12350-9, 2011)

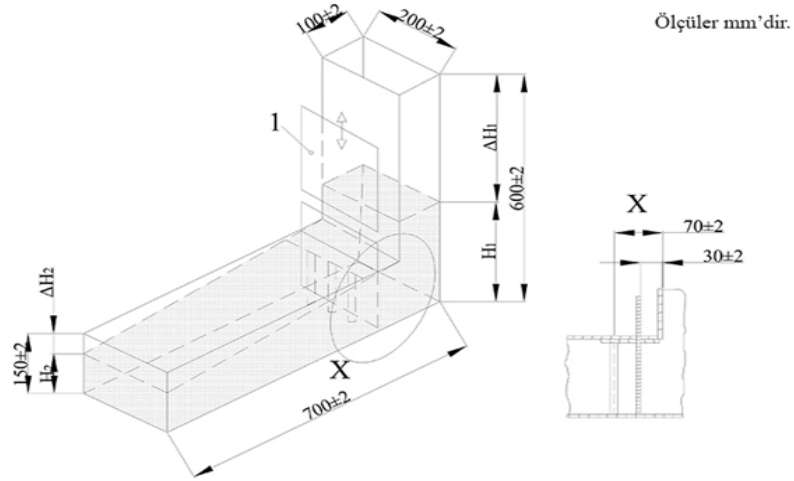


Şekil 3.20. V hunisi deneyi uygulama anı

3.2.1.3. L kutusu deneyi

Deneysel çalışmada, L kutusu yatay bir düzlemde yataylığı kontrol edilip, temizlendikten ve üzerinde herhangi bir su kalıntısı olmadığı görüldükten sonra, kapağı kapatılıp tamamen KYB betonla doldurulmaktadır. Standartta göre 60 s bekletilip kapağı açılarak betonun donatılar ve dar açıklıklardan ayrışmadan ve tıkanmadan geçebildiği izlenmektedir. Akma işlemi durduğunda H_1 ve H_2 değerleri ölçülerek kaydedilmekte ve değerlerin uygun olup olmadığına bakılmaktadır (Şekil 3.21, 3.22).

Yapılan deneysel çalışmada, ölçülen $PL = H_2/H_1$ ($9,3/12,4=0,75$) sonucunun (TS EN 12350-10, 2011)'da belirtilen aralıkta $PL < 0,80$ (3 Çubuk) uygulanabilir olduğu görülmüştür.



Şekil 3. 21. L kutusu (TS EN 12350-10, 2011)



Şekil 3. 22. L kutusu deneyi uygulama anı

3.2.1.4. Kendiliğinden yerleşen betonda numune alımı

Kendiliğinden Yerleşen Beton deneyleri tamamlanıp uygun olduğu tespit edildikten sonra beton basınç mukavemetlerini tespit etmek ve betonarme perde duvarından alınacak karot numunelerine ait deneylerde kıyaslama yapabilmek için 9 adet 150 x 150 x 150 mm küp numuneler alınmıştır (Şekil 3.23). 7. gün, 28. gün ve 60. gün sonlarında bu numuneler kırılarak beton basınç değerleri tespit edilmiştir.



Şekil 3. 23. Küp numunelerin alımı

3.2.2. Betonda kullanılan agrega değerleri

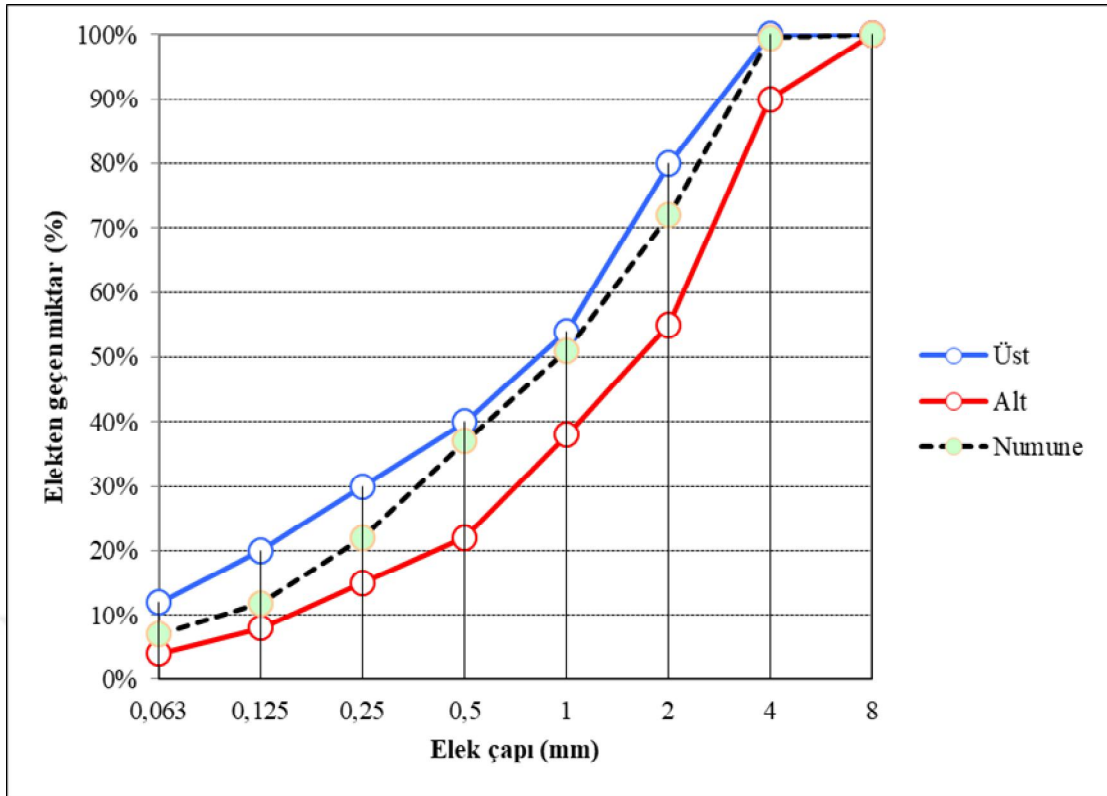
Kendiliğinden Yerleşen Betonda kullanılan agregalara ait elek analizi değerleri için; Elek üzerinde kalan miktarlar (Tablo 3.4), elekten geçen yüzdelere (Tablo 3.5), 0-5 mm elek analizi granülometri eğrisi (Şekil 3.24), 5-11 mm elek analizi granülometri eğrisi (Şekil 3.25) ve 11-19 mm elek analizi granülometri eğrisi (Şekil 3.26)'da verilmiştir.

Tablo 3. 4. Elek üzerinde kalan miktarlar (gr)

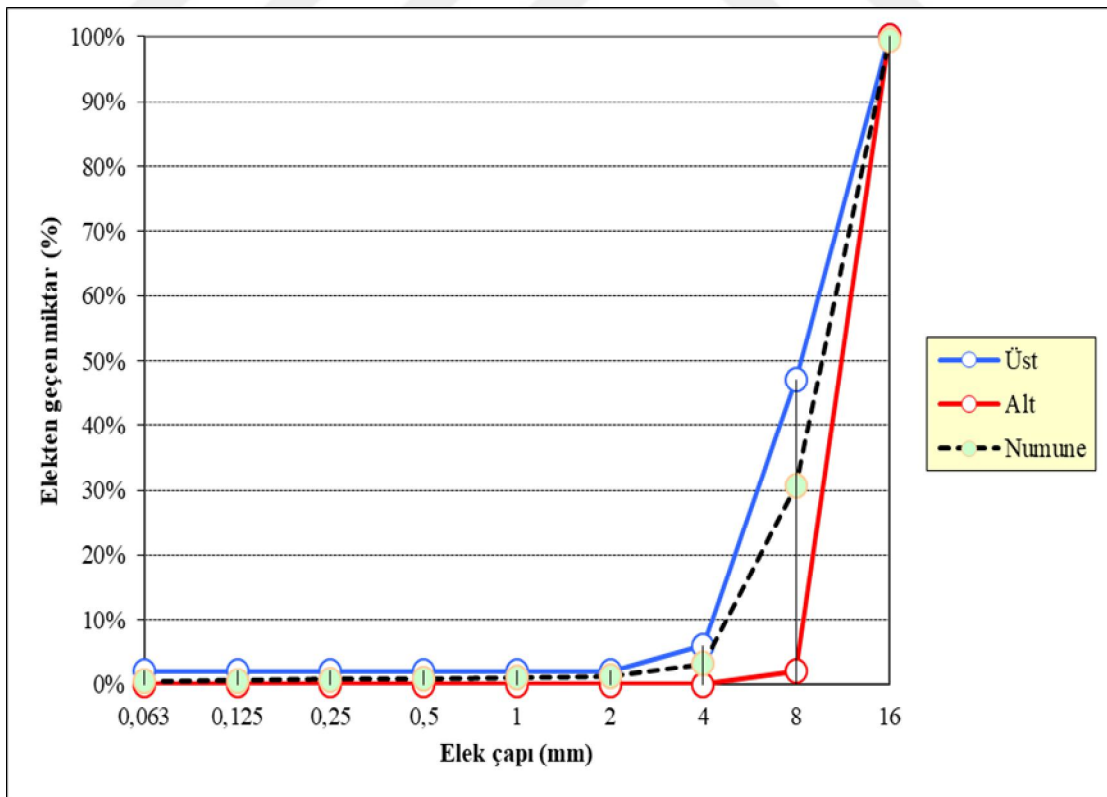
Elek üzerinde kalan miktar (gr)											
Elek Çapı (mm)	32.00	16.00	8.00	4.00	2.00	1.00	0.50	0.25	0.125	0.063	PAN
11-19 Çakıl	0	650	346	0	0	0	0	0	0	1	3
5-11 Çakıl	0	6	687	275	19	2.5	1.5	1	2	1.5	4.5
0-5 Çakıl	0	0	0	5	275	210	140	150	101	49	70

Tablo 3. 5. Elekten geçen yüzdelere (%)

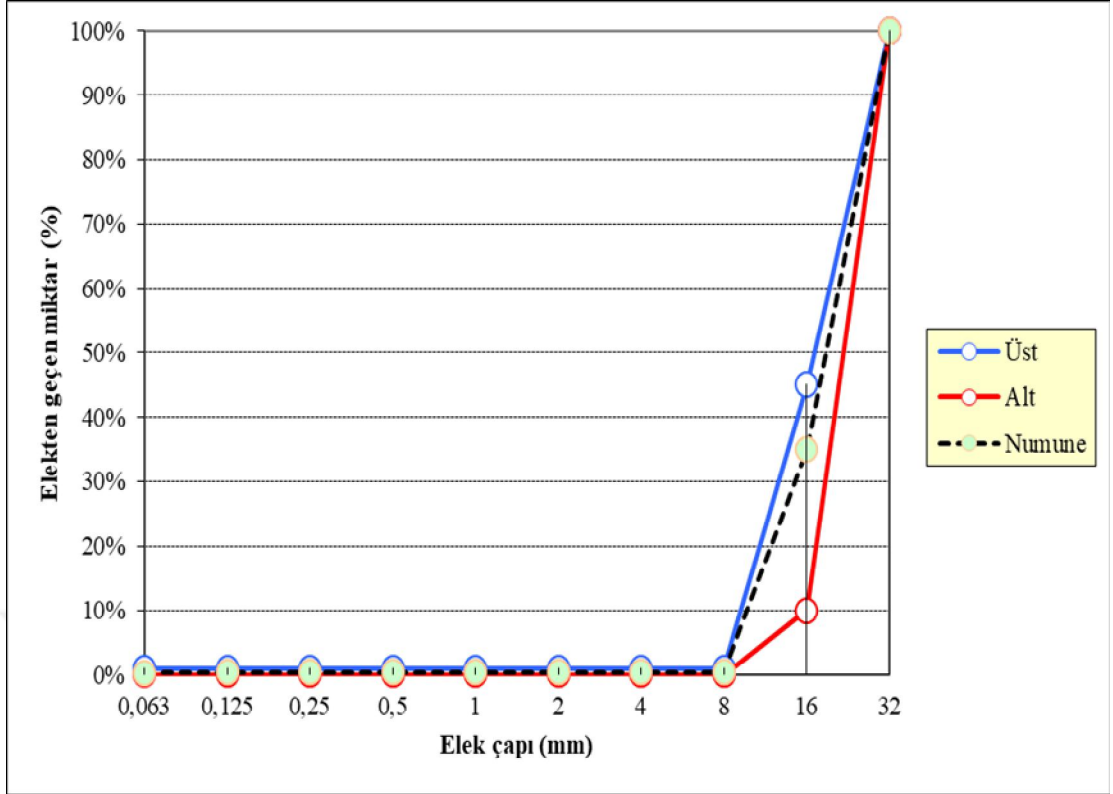
Elekten geçen miktar (%)											
Elek Çapı (mm)	32.00	16.00	8.00	4.00	2.00	1.00	0.50	0.25	0.125	0.063	PAN
11-19 Çakıl	100	35	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0
5-11 Çakıl	100.00	99.40	30.70	3.20	1.30	1.05	0.90	0.80	0.60	0.45	0
0-5 Çakıl	100	100	100	99.5	72	51	37	22	11.9	7	0



Şekil 3. 24. 0-5 mm Elek analizi granülometri eğrisi



Şekil 3. 25. 5-11 mm Elek analizi granülometri eğrisi



Şekil 3.26. 11-19 mm Elek analizi granülometri eğrisi

3.2.3. Karışım suyu özellikleri

Deneysel çalışmalarda içilebilir özellikte (TS EN 1008, 2003) standartlarını sağlayan karışım suyu kullanılmıştır. Kullanılan karışım suyuna ait değerler Tablo 3.6’ da verilmiştir.

Tablo 3. 6. Kullanılan karışım suyu değerleri

Beton Suyu değerleri				
Parametre	Analiz Metodu	Birim	Sonuç	Limit Değer
pH	SM 4500H+B	-	7,23	>4
İletkenlik	SM 2510 B	µs/cm	133,00	-
Klorür (Cl)	SM 4500-Cl-B	mg/L	2,38	500
Sülfat (SO ₄)	SM 4500-SO ₄ -C	mg/L	120,01	2000
Nitrat(NO ₃)	4500 NO ₃ -B	mg/L	87,422	500
Alkalinite	SM 2320 B	mg/L	294,00	1500

3.2.4. Katkı maddesi ve özellikleri

Kimyasal katkı olarak Aydos Yapı Kimyasalları Firması tarafından üretilen Polydos TS 14 isimli yüksek oranda su azaltıcı/hiper akışkanlaştırıcı özellikli beton katkı maddesi kullanılmıştır. Katkı maddesine ait değerler Tablo 3.7’ de verilmiştir.

Tablo 3. 7. Beton karışımında kullanılan kimyasal katkı özellikleri

Özellik	Test Metodu	Test Sonucu	Kabul Kriteri	TS EN 934-1'nin Standart Değerleri
Homojenlik	Görsel	Homojen	Homojen	Kullanıldığında homojen olmalıdır. Ayırışma üretici tarafından beyan edilen sınırı aşmamalı
Renk	Görsel	Açık kahverengi sıvı	Açık kahverengi sıvı	Üniform ve üreticinin verdiği tarife uygun.
Bağıl Yoğunluk 20°C (kg/l)	ISO 758	1,062	1,06 ±0,02	$d > 1,10$ ise $d \pm 0,03$ $d \leq 1,10$ ise $d \pm 0,02$ d üreticinin beyan ettiği yoğunluk değeri
pH 20°C (%10'luk Çözelti)	TS 6365 EN 1262	5,06	5,0 ±1	Üreticinin beyan ettiği değer ±1, veya Üreticinin beyan ettiği aralık içinde olmalıdır.
Katı Madde (%)	TS EN 480-8	21,24	21,0 ±1	$T \geq \%20$ için $0,95 T \leq X < 1,05 T$ $T < \%20$ için $0,90 T \leq X < 1,10 T$ T: üreticinin beyan ettiği değer, kütlece % X deney sonucu, kütlece %
Etkin Bileşen	TS EN 480-6	Uygun		Üretici tarafından verilen referans kızıl ötesi spektrumu ile kıyaslandığında kızıl ötesi spektrumu etkin bileşen açısından değişiklik göstermemelidir.
Suda Çözünen Klorür (%)	TS EN 480-10	0,017	Max. % 0,1	Kütlece en çok %0,10 veya Üreticinin beyan ettiği değer in altında olmalıdır.
Alkali Miktarı (Na ₂ O) (%)	TS EN 480-12	1,14	Max. % 4,0	Üreticinin beyan ettiği en yüksek değer in altında.
Korozyon Davranışı	TS EN 480-14	Korozyon etkisi yoktur.	Korozyon etkisi yoktur.	Korozyon etkisi yoktur.
Kullanım Oranı (%)	Plastik ve akıcı betonlar için	Bağlayıcı ağırlığının %0,5-1,0 oranları arasında kullanılması önerilir.		
	Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB)	Bağlayıcı ağırlığının %1,0-2,0 oranları arasında kullanılması önerilir.		

3.2.5. Kendiliğinden yerleşen beton karışım oranları

Deneysel çalışmada kullanılan ve C30 beton sınıfını sağlayan KYB karışım oranları Tablo 3.8’ de verilmiştir. Hazırlanan KYB hiçbir sıkıştırma işlemine tabi tutulmadan doğrudan kalıplara dökülmüştür (Şekil 3.27).

Tablo 3. 8. C30 sınıfı KYB Beton karışım oranları

1 m ³ Beton Karışım Değerleri Formu					
C30 K.Y.B.					
			Özgül Ağırlık	Hacim	
SU	175	Kg (Lt)	1 Kg/dm ³	175	dm ³
ÇİMENTO	340	Kg	3.08 Kg/dm ³	110.39	dm ³
UÇUCU KÜL	0	Kg	2.11 Kg/dm ³	0	dm ³
3 NO	260	Kg	2.66 Kg/dm ³	97.7444	dm ³
2 NO	350	Kg	2.66 Kg/dm ³	131.579	dm ³
1 NO	1245	Kg	2.64 Kg/dm ³	471.591	dm ³
KATKI	4.76	Kg +	HAVA=%1.5X1000	15	dm ³
TOPLAM	2374.76	Kg/m ³		1001.3	dm ³



Şekil 3. 27. Kalıplara KYB beton dökme işlemi

Beton döküm esnasında özellikle drenajlı kalıp numuneleri izlenmiş ve drenaj deliklerden sızan beton suyu video ve fotoğraf görüntüleri daha sonra değerlendirilmek üzere kaydedilmiştir. Drenaj deliklerinden sızan beton suyu görüntüsü Şekil 3.28’ de verilmiştir.



Şekil 3.28. Drenaj deliklerinden beton suyu sızma görüntüleri

3.2.6. Kalıp sökümü, kür işlemleri ve numune almaya hazır hale getirilmesi

Beton dökümünden 2 gün sonra kalıpların sökümü yapılarak (Şekil 3.29) kür işlemine başlandı. Sulama tekniği kullanılarak ilk günden başlanan kür işlemi 7 gün boyunca sabah ve akşam olmak üzere 2 defa devam ettirildi (Şekil 3.30).



Şekil 3. 29. Kalıp söküm işlemi



Şekil 3. 30. Beton kür uygulaması

Beton dökümünün 7. günü sonunda beton bloklar hem iş güvenliği açısından hem de karot numunelerinin daha kolay alınması amacıyla vinç kullanılarak yere yatırılma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.31).



Şekil 3.31. Beton blokların yere yatırılma işlemi

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Schmitd Çekici Testi

Yüzey sertliğini ölçmek için Proceq marka DIGI Schmidt 2000 digital modeli kullanılmıştır. Schmitd çekici ile yüzey sertliği deneyinde her blokta 3 farklı bölgeden (üst, orta, alt) olmak kaydıyla, her bölgede 10 vuruş yapılarak toplamda 30 adet okuma yapılmıştır (Şekil 4.1.). Beton blokların yüzey okumaları beton dökümünden 7 gün sonra (TS EN 12504-2, 2013) standartlarında belirtilen metotlara uygun yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 4.1’ de verilmiştir.



Şekil 4. 1. Schmitd çekici testi uygulaması.

Tablo 4. 1. Schmidt Çekici Testi Sonuçları

Kalıp Adı	Kalıp Kodu	Ölçüm Yapılan Bölge	min	max	Ort. (X)	Vuruş Sayısı	Gerilme (Kg/cm ²)	Ortalama Gerilme (Kg/cm ²)
Çam Kereste Kalıp Geleneksel	K	Alt	22	27	25,30	10	180	185,00
		Orta	23	29	27,00	10	207	
		Üst	23	27	24,50	10	168	
Çam Kereste Kalıp Drenajlı	KD	Alt	20	25	23,10	10	147	153,33
		Orta	22	28	25,40	10	181	
		Üst	18	25	22,10	10	132	
Çam Kereste Kalıp Drenajlı-Geoplas Astarlı	KDA-G	Alt	29	30	29,40	10	245	243,00
		Orta	29	31	29,40	10	245	
		Üst	28	30	29,00	10	239	
Çam Kereste Kalıp Drenajlı-Zemdrain Astarlı	KDA-Z	Alt	24	29	26,10	10	193	185,00
		Orta	25	29	27,00	10	207	
		Üst	21	26	23,60	10	155	
Plastik Kalıp Geleneksel	PL	Alt	27	31	29,00	10	239	221,00
		Orta	27	28	27,20	10	211	
		Üst	25	29	27,40	10	213	
Plastik Kalıp Drenajlı	PLD	Alt	27	32	28,90	10	237	203,00
		Orta	25	27	26,00	10	191	
		Üst	25	27	25,40	10	181	
Plastik Kalıp Drenajlı-Geoplas Astarlı	PLDA-G	Alt	25	30	27,40	10	213	181,33
		Orta	25	28	26,60	10	201	
		Üst	19	25	22,00	10	130	
Plastik Kalıp Drenajlı-Zemdrain Astarlı	PLDA-Z	Alt	25	29	27,80	10	219	211,67
		Orta	26	30	28,60	10	233	
		Üst	24	27	25,50	10	183	
Sac Kalıp Geleneksel	S	Alt	27	28	27,50	10	215	185,33
		Orta	22	25	24,00	10	160	
		Üst	24	27	25,40	10	181	
Sac Kalıp Drenajlı	SD	Alt	25	28	26,10	10	193	187,00
		Orta	24	27	25,40	10	181	
		Üst	25	27	25,80	10	187	
Sac Kalıp Drenajlı-Geoplas Astarlı	SDA-G	Alt	23	26	24,60	10	170	181,67
		Orta	25	28	26,50	10	199	
		Üst	22	27	25,00	10	176	
Sac Kalıp Drenajlı-Zemdrain Astarlı	SDA-Z	Alt	28	29	28,40	10	229	199,00
		Orta	24	28	25,80	10	187	
		Üst	24	27	25,40	10	181	
Plywood Kalıp Geleneksel	P	Alt	26	28	26,70	10	203	200,33
		Orta	26	29	27,40	10	213	
		Üst	24	28	25,60	10	185	
Plywood Kalıp Drenajlı	PD	Alt	26	29	27,50	10	215	212,33
		Orta	26	30	28,00	10	223	
		Üst	24	29	26,50	10	199	
Plywood Kalıp Drenajlı-Geoplas Astarlı	PDA-G	Alt	24	27	25,80	10	187	195,67
		Orta	25	29	27,10	10	209	
		Üst	24	28	26,00	10	191	
Plywood Kalıp Drenajlı-Zemdrain Astarlı	PDA-Z	Alt	25	29	27,10	10	209	195,00
		Orta	24	29	25,50	10	183	
		Üst	24	28	26,10	10	193	

4.2. Karot Numune Alınması ve Hazırlanması

KYB betonunun 7 günlük basınç mukavemetlerini öğrenmek için karot numuneler alınmıştır. Karot numune alma işlemi (TS EN 12504-1, 2010)' e göre yapılmış, karot alma işleminden önce beton blok içerisindeki donatılar tespit edilmiştir.

Numune alma yerleri belirlendikten sonra karot aleti beton bloklara dik bir şekilde sabitlenerek karot alımı gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4. 2. Beton bloklardan karot alma aşamaları

Karot alma başlığında 100 mm çap kullanılmış ve (TS EN 13791, 2007)' de belirtilen sayıda numune alınmıştır. Numuneler, beton blokların 3 ayrı bölgesinden (üst, orta ve alt) birer adet alınarak numune kesme makinesinde iki eşit parçaya bölünmüş ve her beton bloktan toplam 6 adet numune elde edilmiştir. Tüm kesilen numunelerin yüzey düzgünlükleri kontrol edilerek deneysel çalışmaya hazır hale getirilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4. 3. Alınan karot numunelerinin hazırlanma aşamaları

4.3. Karot Numunelerinin Basınç Testi

Hazırlanan karot numuneleri Konya Teknik Üniversitesi TBMYO Okulu İnşaat Teknolojisi laboratuvarında gerekli ölçümleri yapılarak (Çap, Boy vb.) kaydedildi. 7., 28. ve 60. gün sonlarında beton basınç dayanımı deneyleri yapılarak sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4.4). Ölçümler esnasında narinlik oranlarının farklılık göstermesinden dolayı sonuçları (BS 1881, 1983)' de belirtilen narinlik düzeltme katsayısıyla $k=1$ (Küp eşdeğer dayanımı) olacak şekilde düzeltilerek Tablo 4.2' de verilmiştir.



Şekil 4. 4. Karot numunelerinin ölçümlerinin yapılma işlemi

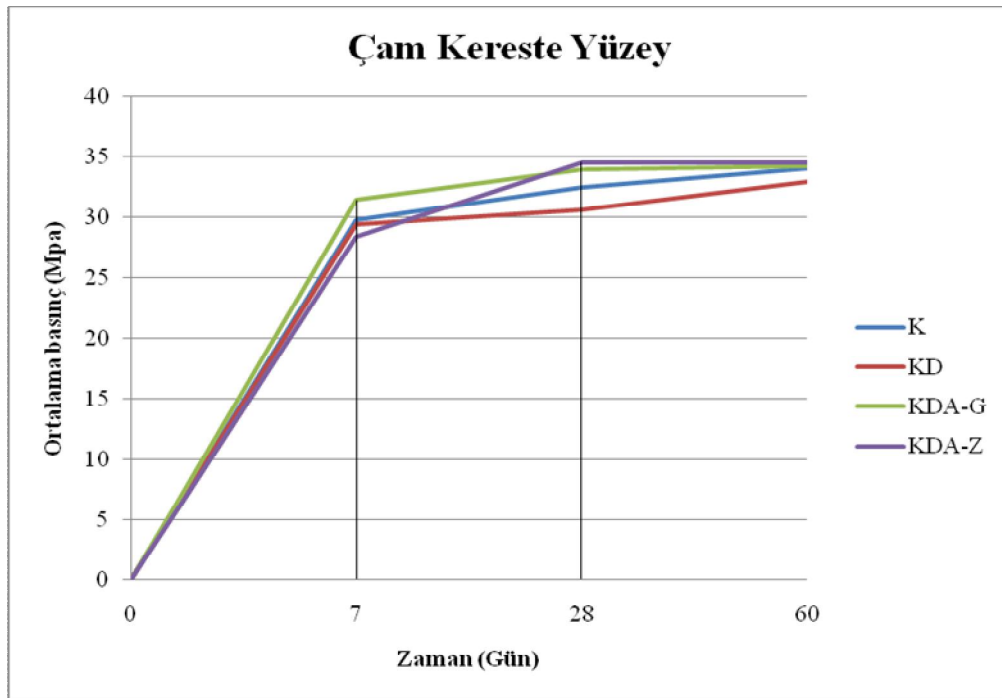
Tablo 4. 2. Numunelerin 7., 28. ve 60. gün beton basınç mukavemet sonuçları

S.N.	Kalıp Adı	Kalıp Kodu	7 Günlük Ortalama Basınç Dayanımı (Mpa)	28 Günlük Ortalama Basınç Dayanımı (Mpa)	60 Günlük Ortalama Basınç Dayanımı (Mpa)
1	Çam Kereste Kalıp Geleneksel	K	29,80	32,54	34,11
2	Çam Kereste Kalıp Drenajlı	KD	29,40	30,64	32,95
3	Çam Kereste Kalıp Drenajlı-Geoplas Astarlı	KDA-G	31,41	33,98	34,23
	Çam Kereste Kalıp Drenajlı-Zemdrain Astarlı	KDA-Z	28,50	34,57	34,58
4	Plastik Kalıp Geleneksel	PL	28,39	37,92	39,01
5	Plastik Kalıp Drenajlı	PLD	30,23	38,63	39,53
6	Plastik Kalıp Drenajlı-Geoplas Astarlı	PLDA-G	27,76	35,60	35,95
	Plastik Kalıp Drenajlı-Zemdrain Astarlı	PLDA-Z	27,88	32,47	33,48
7	Sac Kalıp Geleneksel	S	27,76	36,48	38,26
8	Sac Kalıp Drenajlı	SD	31,34	36,30	36,51
9	Sac Kalıp Drenajlı-Geoplas Astarlı	SDA-G	30,35	33,50	34,62
	Sac Kalıp Drenajlı-Zemdrain Astarlı	SDA-Z	29,74	32,76	34,06
10	Plywood Kalıp Geleneksel	P	26,73	36,17	37,34
11	Plywood Kalıp Drenajlı	PD	29,25	37,82	38,16
12	Plywood Kalıp Drenajlı-Geoplas Astarlı	PDA-G	32,68	33,31	33,79
	Plywood Kalıp Drenajlı-Zemdrain Astarlı	PDA-Z	29,44	34,82	35,69

4.4. Basınç Mukavemet Sonuçlarının Değerlendirilmesi

4.4.1. Ahşap (Çam kereste) kalıp basınç mukavemet sonuçları

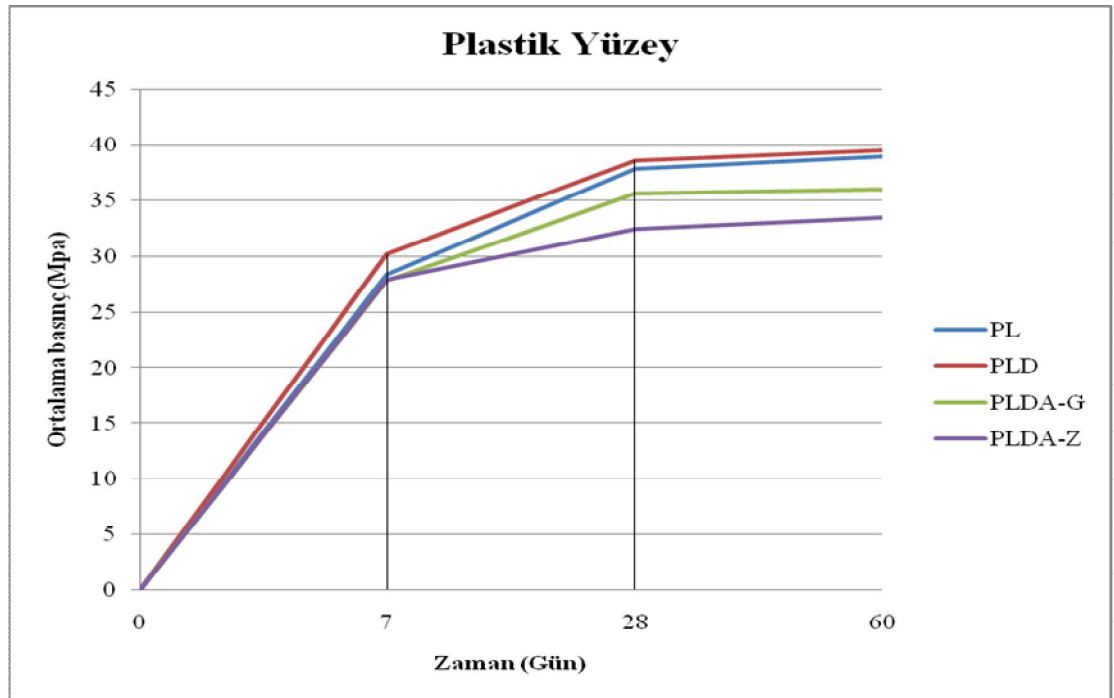
- ✓ 7. günde 28,50 MPa ortalama ile en küçük basınç dayanımına KDA-Z kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 7. günde 31,41 MPa ortalama ile en büyük basınç dayanımına KDA-G kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 28. günde 30,64 MPa ortalama ile en küçük basınç dayanımına KD kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 28. günde 34,57 MPa ortalama ile en büyük basınç dayanımına KDA-Z kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 60. günde 32,95 MPa ortalama ile en küçük basınç dayanımına KD kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 60. günde 34,58 MPa ortalama ile en büyük basınç dayanımına KDA-Z kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ Tüm ahşap kalıplar karşılaştırıldığında ise 7 günlük basınç mukavemeti ile 28 günlük basınç mukavemeti arasında %21,30 artışla KDA-Z kalıbıyla üretilen betonun sahip olduğu, görülmüştür (Şekil 4.5).



Şekil 4. 5. Ahşap kalıp basınç mukavemetleri değişim grafiği

4.4.2. Plastik kalıp basınç mukavemet sonuçları

- ✓ 7. günde 27,76 MPa ortalama ile en küçük basınç dayanımına PLDA-G kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 7. günde 30,23 MPa ortalama ile en büyük basınç dayanımına PLD kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 28. günde 32,47 MPa ortalama ile en küçük basınç dayanımına PLDA-Z kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 28. günde 38,63 MPa ortalama ile en büyük basınç dayanımına PLD kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 60. günde 33,48 MPa ortalama ile en küçük basınç dayanımına PLDA-Z kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 60. günde 39,53 MPa ortalama ile en büyük basınç dayanımına PLD kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ Tüm plastik kalıplar karşılaştırıldığında ise 7 günlük basınç mukavemeti ile 28 günlük basınç mukavemeti arasında %33,58 artışla PL kalıbıyla üretilen betonun sahip olduğu, görülmüştür (Şekil 4.6)



Şekil 4. 6. Plastik kalıp basınç mukavemetleri değişim grafiği

4.4.3. Sac kalıp basınç mukavemet sonuçları

- ✓ 7. günde 27,76 MPa ortalama ile en küçük basınç dayanımına S kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 7. günde 31,34 MPa ortalama ile en büyük basınç dayanımına SD kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 28. günde 32,76 MPa ortalama ile en küçük basınç dayanımına SDA-Z kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 28. günde 36,48 MPa ortalama ile en büyük basınç dayanımına S kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 60. günde 34,06 MPa ortalama ile en küçük basınç dayanımına SDA-Z kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 60. günde 38,26 MPa ortalama ile en büyük basınç dayanımına S kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ Tüm sac kalıplar karşılaştırıldığında ise 7 günlük basınç mukavemeti ile 28 günlük basınç mukavemeti arasında %31,42 artışla S kalıbıyla üretilen betonun sahip olduğu, görülmüştür (Şekil 4.7).



Şekil 4. 7. Sac kalıp basınç mukavemetleri değişim grafiği

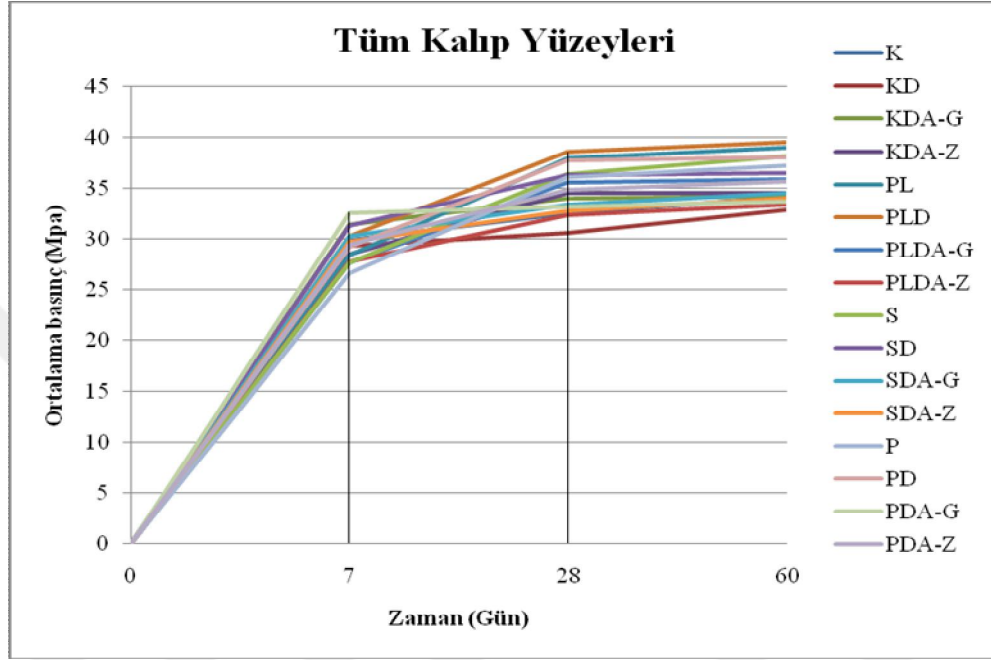
4.4.4. Plywood kalıp basınç mukavemet sonuçları

- ✓ 7. günde 26,73 MPa ortalama ile en küçük basınç dayanımına P kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 7. günde 32,68 MPa ortalama ile en büyük basınç dayanımına PDA-G kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 28. günde 33,31 MPa ortalama ile en küçük basınç dayanımına PDA-G kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 28. günde 37,82 MPa ortalama ile en büyük basınç dayanımına PD kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 60. günde 33,79 MPa ortalama ile en küçük basınç dayanımına PDA-G kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ 60. günde 38,16 MPa ortalama ile en büyük basınç dayanımına PD kalıbının sahip olduğunu,
- ✓ Tüm plywood kalıplar karşılaştırıldığında ise 7 günlük basınç mukavemeti ile 28 günlük basınç mukavemeti arasında %35,34 artışla P kalıbıyla üretilen betonun sahip olduğu, görülmüştür (Şekil 4.8)



Şekil 4. 8. Plywood kalıp basınç mukavemetleri değişim grafiği

Hazırlanan 12 farklı kalıp türüne ait 7., 28. ve 60. gün sonundaki basınç mukavemetleri tüm sonuçları incelendiğinde en iyi sonucu plastik drenajlı kalıbın verdiği, daha sonra geleneksel plastik kalıba ait olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.9’ da 12 farklı kalıba ait 7., 28. ve 60. gün basınç mukavemetleri sonucu grafik olarak verilmiştir.



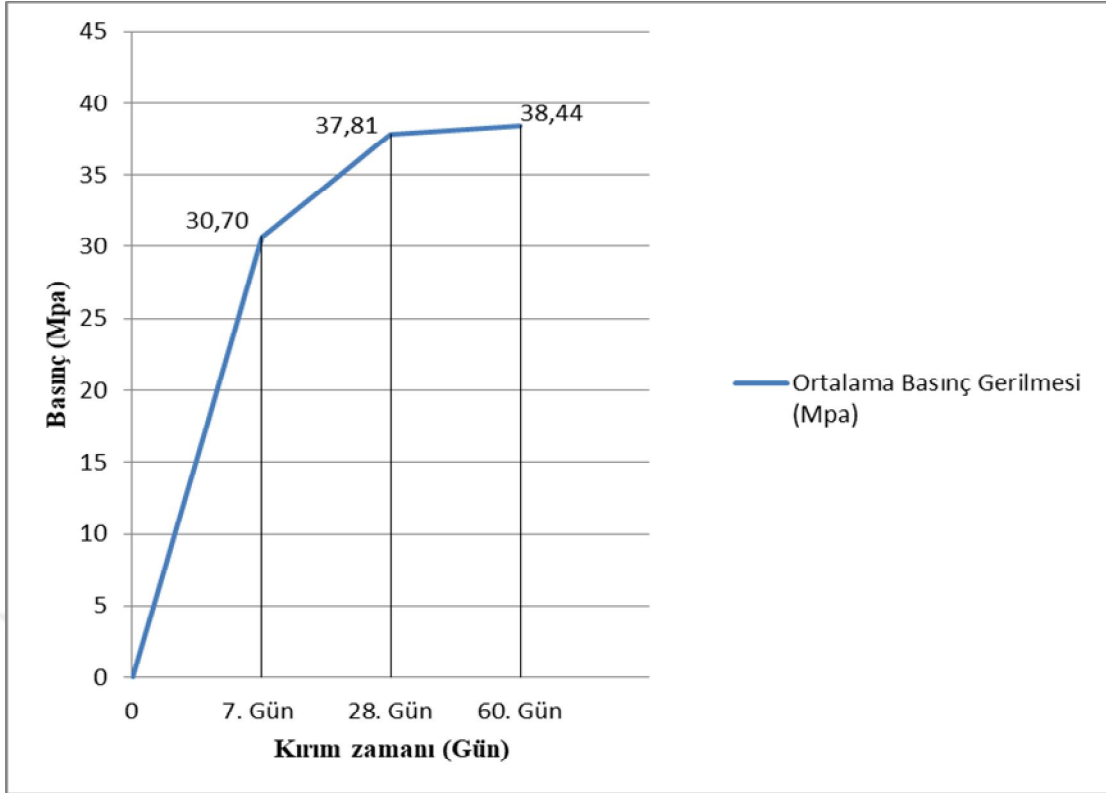
Şekil 4. 9. Kalıp yüzeylerinin zamana bağlı basınç değişim grafiği

4.5. Küp Numunelerin Basınç Testi

150 x 150 x 150 mm küp numuneleri Konya Teknik Üniversitesi TBMYO Okulu İnşaat Teknolojisi laboratuvarında 3 tanesi 7. gün sonunda, 3 tanesi 28. gün sonunda ve geri kalan 3 adet küp numune ise 60. gün sonunda kırılarak sonuçlar Tablo 4.3’ te, küp numunelere ait 7., 28. ve 60. gün basınç mukavemetleri sonucu Şekil 4.10’ da grafik olarak verilmiştir. Numunelerin deneysel çalışma görüntüleri Şekil 4.11’ de görülmektedir.

Tablo 4. 3. Küp numunelerin 7.,28. ve 60. gün basınç dayanımı sonuçları

Numune kırım günü	Basınç Gerilmesi (Mpa)	Ortalama Basınç Gerilmesi (Mpa)
7. Gün	28,03	30,70
	29,83	
	34,23	
28. Gün	38,20	37,81
	34,60	
	40,64	
60. Gün	40,30	38,44
	35,67	
	39,34	



Şekil 4. 10. Küp numune ortalama basınç dayanımları



Şekil 4. 11. Küp numunelerin kırım anı

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Tez kapsamında 4 farklı yüzey özelliklerine sahip (Çam Kereste, Plastik, Sac ve Plywood) kalıplardan üretilen geleneksel yöntem, drenajlı yöntem ve drenajlı geotekstil kaplamalı (geotekstil kaplamalı kalıbın yarısında geoplas diğer yarısında zemdrain astar) olmak üzere 1500 x 1200 x 200 mm ebatlarında 12 adet kalıp üretilmiştir. Bu kalıplarda C30 sınıfı Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB) kullanılmıştır. Üretilen betonların yüzey sertliklerini ölçmek için 7. Gün sonunda Schmidt çekici deneyi ve 7, 28, 60. gün sonlarında karot numuneler alınarak beton basınç deneyleri yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışmaların sonuçta ne gibi artı ve eksileri olduğu elde edilen veriler doğrultusunda ve deney sonuçlarının üzerinde yapılan istatistik değerlendirmelere göre aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

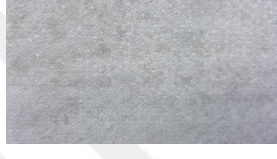
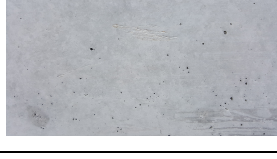
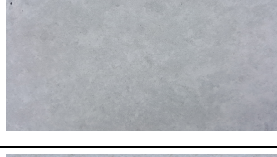
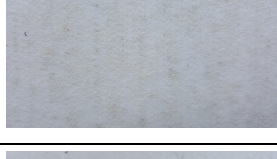
- Zemdrain astarlı kalıplarla dökülen betonlardan alınan karot numunelerin basınç dayanım sonuçları anlamlı bir sonuç vermediği için değerlendirmeye alınmamıştır.
- Geoplas astarlı kalıpla imal edilen betonda;
- ✓ Kalıp içerisine astar tabakasını yerleştirme aşaması işçilik açısından zaman aldığı,
- ✓ Kalıp sökümü esnasında beton yüzeyine yapıştığı için söküm işlemi gerektirdiği ve bu işlemin zaman açısından kayıp olduğu, (Şekil 5.1)
- ✓ Geotekstil astarı söküldüğünde beton yüzeyinin düzgün olmadığı görülmüştür.
- ✓ Geotekstil astar malzeme fiyatlarının döviz bazlı olmasından dolayı ciddi maliyet artışı sağlamaktadır.

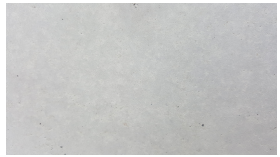
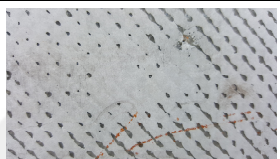
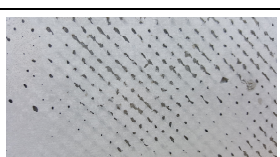


Şekil 5. 1. Geoplas astarla kaplanmış kalıptan çıkan beton

Deneysel çalışmada elde edilen tüm kalıp yüzeylerinin görünüşleri bir fikir vermesi amacı ile Tablo 5.1’ de verilmiştir. Plastik, sac ve playwood kalıp yüzeylerinin daha düzgün ahşap yüzeylerinin daha dalgalı olduğu, astar yüzeyleri uygulanan kalıplarda yüzeylerin astar şekline göre değiştiği gözlemlenmiştir.

Tablo 5. 1. Tüm kalıplardan çıkan beton yüzeyleri

SIRA NO	KALIP KODU	YÜZEY İŞLEMİ	ASTAR (GEOTEKSTİL)	GÖRÜNÜM
1	K	-	-	
2	KD	DRENAJLI	-	
3	KDA-G	DRENAJLI	GEOPLAS	
	KDA-Z	DRENAJLI	ZEMDRAIN	
4	PL	-	-	
5	PLD	DRENAJLI	-	
6	PLDA-G	DRENAJLI	GEOPLAS	
	PLDA-Z	DRENAJLI	ZEMDRAIN	

7	S	-	-	
8	SD	DRENAJLI	-	
9	SDA-G	DRENAJLI	GEOPLAS	
	SDA-Z	DRENAJLI	ZEMDRAIN	
10	P	-	-	
11	PD	DRENAJLI	-	
12	PDA-G	DRENAJLI	GEOPLAS	
	PDA-Z	DRENAJLI	ZEMDRAIN	

➤ Schmidt çekici ile yüzey sertliği sonuçları

- ✓ Kalıp türüne bağlı olarak yüzey sertlikleri değişmektedir,
- ✓ 7. Gün sonuçlarına göre en düşük ortalama yüzey sertliğine KD kalıbından üretilen betonun sahip olduğu görülmüştür,
- ✓ 7. Gün yüzey sertliği verilerinin 7. gün sonunda alınan karot numuneleri ile aynı beton basınç dayanımı sonuçlarını karşılaştırıldığında yüzey

sertlik değerlerinin beton basınç dayanımı hakkında % 18 oranında bir benzerlik gösterdiği görülmüştür.

➤ Karot numunelerin basınç dayanımı sonuçları

- ✓ Kalıp yüzey özelliklerine ve zamana bağlı değişim gösterdikleri,
- ✓ **7. günde 26,73 Mpa** ortalama ile **en düşük** basınç dayanımına **P** kalıbından üretilen betonun sahip olduğu, aynı zamanda **en büyük** basınç dayanımına ise **32,68 Mpa** ile **PDA-G** kalıbından üretilen betonun sahip olduğu,
- ✓ **28. günde 30,64 Mpa** ortalama ile **en düşük** basınç dayanımına **KD** kalıbından üretilen betonun sahip olduğu, aynı zamanda **en büyük** basınç dayanımına ise **38,63 Mpa** ile **PLD** kalıbından üretilen betonun sahip olduğu,
- ✓ **60. günde 32,95 Mpa** ortalama ile **en düşük** basınç dayanımına **KD** kalıbından üretilen betonun sahip olduğu, aynı zamanda **en büyük** basınç dayanımına ise **39,53 Mpa** ile **PLD** kalıbından üretilen betonun sahip olduğu,
- ✓ **Tüm zamanlarda en düşük** basınç dayanımı ortalamasının **26,73 Mpa** ile **P** kalıbından üretilen betonun sahip olduğu, fakat **en büyük** basınç dayanımı ortalamasının ise **39,53 Mpa** ile **PLD** kalıbından üretilen betonun sahip olduğu,
- ✓ **7. günden 60. gün arasında en düşük** ortalama basınç dayanımına sahip olan **P** kalıbından üretilen beton sırasıyla **7-28 gün** arasında basınç mukavemetinde **%35 artış** gösterdiği, **28-60 gün** arasında **%3** artış gösterdiği, buna karşın **en büyük** ortalama basınç dayanımına sahip olan **PLD** kalıbıyla üretilen betonun **7-28 gün** arasında basınç mukavemetinde **%28 artış** gösterdiği, **28-60 gün** arasında **%2** artış gösterdiği,
- ✓ **Tüm kalıplarda 7. gün ve 60. gün** ortalama basınç dayanımları arasındaki artış yüzdeleri incelendiğinde ise **%3,42 artış** ile **PDA-G** kalıbının **en düşük** artış sağladığı ve **%39,71 artış** ile **P** kalıbının da **en büyük** artışı sağladığı görülmüştür.

- Sonuç olarak;
- ✓ **KDA-G** kalıp ile üretilen betonun **KD** kalıp ile üretilen betondan **7. gün** sonuçlarına göre ortalama **%58** daha **büyük yüzey sertliği** değerine sahip olduğu görülmüştür.
- ✓ **PLD** kalıbıyla üretilen betonun **KD** kalıbı ile üretilen betona göre **%20** daha **büyük basınç dayanımına** sahip olduğu görülmüştür.
- ✓ **Beton basınç dayanımlarında** görülen bu **farkların** büyük oranda **kalıp yüzeylerine bağlı olduğu** söylenebilir.
- ✓ Aynı betondan kalıp yüzeyleri sayesinde daha **yüksek basınç** mukavemetinde beton üretildiği **PLD kalıbında** görülmüştür.
- ✓ **C30 KYB** betonunun **28. gün** karakteristik **küp dayanımının** (TS 500, 2000)' e göre **37 Mpa** olması gerekirken, **PLD** kalıbından üretilen betondan alınan **karot numunelerin** ortalama basıncının **38,63 Mpa** olduğu görüldü. Bu sonuçta **%4,40 Mpa** **PLD** kalıbıyla üretilen betonun basınç dayanımının **büyük** olduğunu göstermektedir.
- ✓ **Plastik kalıplar üzerinde yapılacak küçük delikler sayesinde** daha **yüksek basınç dayanımları** elde edilebileceği ya da istediğimiz **basınç dayanımı** değerini daha az çimento ile sağlayabileceğimiz anlamına da gelmektedir.
- ✓ **Daha az çimento kullanarak çevre kirliliğinin** ve dolayısı ile **enerji ihtiyaçlarının azalmasına** katkıda bulunacağı gerçeği ortaya çıkmaktadır. Elde edilen **%4.40 Mpa** basınç mukavemeti değişimi yıllık çimento kullanımı hesap edildiğinde çok anlamlı sonuçlar verecektir. Bu ayrı bir çalışma ile ele alınabilir.
- ✓ Aynı zamanda **pürüzsüz beton yüzeyleri üreterek yüzey kaplamalarına gerek kalmayan** brüt betonlar sayesinde **ilave işçiliğinden ve sıva maliyetlerinde tasarruf sağlanabileceği** görülmektedir.

5.2. Öneriler

Yapılmış olan bu deneysel çalışma sonuçları incelendiğinde, daha fazla numune sayısı kullanılarak geliştirilmesi gerektiği ve elde edilen sonuçların beton basınç mukavemetinde olumlu sonuçlar verdiği ve anlamlı değerler elde edildiği söylenebilir. Deney numunelerinin çok olması elde edilen sonuçların daha kabul edilebilir olduğunu gösterecektir. Bu çalışmanın devamı olarak drenajlı kalıplarda farklı çimento miktarları, farklı drenaj aralıkları ve farklı drenaj delik çapları kullanılarak deneysel çalışmaların yapılması ve su/çimento oranlarının değiştirilerek yeni deneysel çalışmaların yapılmasının uygun olacağı, çimentodan ve dolayısı ile hem ekonomik hem de çevresel katkıların olacağı öngörülmektedir. Aynı zamanda drenajlı kalıplarla yüzey pürüzsüzlüğü sağlanmış betonların yangın dayanımlarının incelenmesi ve drenajlı kalıpların beton kabuğunun mikro yapısı üzerinde araştırmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 1988, Geotextile material in Euphrates dam, *New Zealand Concrete Construction*, 14.
- Anonymous, 1994a, Formwork saves coating costs, *Concrete*, 28(1), 37.
- Anonymous, 1994b, Du Pont membrane for Mersey Weir, *International Water Power and Dam Construction*, 46, 6.
- Anthony, W. R. ve Stainer, D. J., 1988, Concrete high rises offer many cost advantages, *Concrete Construction, USA*, 33, 452-456.
- Army, d. o. t., 1952, Tests on concrete and mortar surfaces cast against various types of forms and form lining, *Technical Memorandum*, 6-336.
- Arslan, M., Araştırmalar, B. E. D. Ü., DPT, T. B. ve Proje, K., 1997, 96K120750, Ankara.
- Arslan, M., 1999a, The effects of drainer formworks with sucker lining on the concrete surface properties, *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 23 (2), 121-132.
- Arslan, M., 1999b, Su emici astarlı ve drenaj özelliği bulunan kalıpların beton yüzey özellikleri üzerine etkileri, *Tr. J. of Engineering and Environmental Science*, 23, 121 - 131.
- Arslan, M., 2001, The effects of permeable formworks with sucker liners on the physical properties of concrete surfaces, *Construction and Building Materials*, 15 (4), 149-156.
- Arslan, M. ve Subaşı, S., 2008, Kontrollü geçirgen kalıpların beton yüzey sertliği üzerine etkileri, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (4).
- Basheer, P., Sha'at, A., Long, A. ve Montgomery, F., 1993, Influence of controlled permeability formwork on the durability of concrete, *Proceedings of the International Conference on Concrete*, 737-745.
- Bidel, E. N. ve Blanks, R. F., 1942, Absorptive form lining, *Journal of the American Concrete Institute*, 253-268.
- BS 1881, 1983, Testing concrete- Part 120: Method for determination of the compressive strength of concrete cores, *British Standard*.
- Chew, M. ve Marosszeky, M., 1990, Textile Form Method to Improve Concrete Durability, Building Research Centre, University of New South Wales, p.
- Committee, A. C. I., 2002, Identification and control of consolidation related surface defects in formed concrete, *ACI 397 2 R-02, Detroit*, 5-8
- Committee, A. C. I., 2004, Guide to cast-in-place architectural concrete practice, *ACI 303 R-04, Detroit*, 1-21.
- Çoruh, T., 1993, Jeosentetikler, *T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yayınları*, 9-12
- Ersoy, U., 2000, Betonarme Temel İlkeler ve Taşıma Gücü Hesabı, In: Evrim Yayınları, Ankara, Eds: ODTÜ, p. 18-24.
- Figueiras, H., Nunes, S., Coutinho, J. S. ve Figueiras, J., 2009, Combined effect of two sustainable technologies: Self-compacting concrete (SCC) and controlled permeability formwork (CPF), *Construction and Building Materials*, 23 (7), 2518-2526.
- Johnson, W., 1941, The Use of Absorptive Wall Boards for Concrete Forms, *Journal Proceedings*, 621-632.

- Kothandaraman, S., Kandasamy, S. ve Sivaraman, K., 2016, The effect of controlled permeable formwork liner on the mechanical and durability properties of self compacting concrete, *Construction and Building Materials*, 118, 319-326.
- Kothandaraman, S. ve Kandasamy, S., 2017, The effect of controlled permeable formwork (CPF) liner on the surface quality of concretes, *Cement and Concrete Composites*, 76, 48-56.
- Long, A., Sháat, A., Montgomery, F. ve Basheer, P., 1994, A controlled permeability formwork—its influence on chloride ingress in concrete under various environment conditions, *Structural materials in marine environments*, 288-309.
- Long, A. ve Basheer, P., 1997, The influence of controlled permeability formwork liners on the durability related characteristics of concrete, *ACI Fail Convention, American Concrete Institute, Farmington Hills*, 32-37.
- Long, A., Henderson, G. ve Montgomery, F., 2001, Why assess the properties of near-surface concrete?, *Construction and Building Materials*, 15 (2-3), 65-79.
- Malone, P. G., 1999, Use of permeable formwork in placing and curing concrete, *army Engineer waterways experiment station vicksburg ms engineer research and development center*.
- Marosszeky, M., Chew, M., Arioka, M. ve Peck, P., 1993, Textile form method to improve concrete durability, *Concrete international*, 15 (11), 37-42.
- McCarthy, M. ve Giannakou, A., 2002, In-situ performance of CPF concrete in a coastal environment, *Cement and Concrete Research*, 32 (3), 451-457.
- Okamura, H., 1997, Self-compacting high-performance concrete, *Concrete international*, 19 (7), 50-54.
- Özkul, H., Taşdemir, M. A., Tokyay, M. ve Uyan, M., 1999, Her Yönüyle Beton, In: Meslek Liseleri İçin Her Yönüyle Beton, Eds: Türkiye Hazır Beton Birliği Yayını, İ., p.
- Peter, J. A. ve Chitharanjan, N., 1995, Evaluation of indigenous filter fabrics for use in controlled-permeable formwork, *indian concrete journal*, 69, 215-215.
- Price, B., 1998, Recent developments in the use of controlled permeability formwork, *Concrete*, 32 (3), 8-10.
- Price, W. ve Widdows, S., 1991, The effects of permeable formwork on the surface properties of concrete, *Magazine of Concrete Research*, 43 (155), 93-104.
- Report, C. I. B., 1985, Tolerances on blemishes of concrete, *CIB 24, Rotterdam*, 1-5.
- Serafini, F. L., 1992, Fabric useful as a concrete form liner, Google Patents.
- Sha'at, A. a. A.-H., 1994, Assessments of methods of improving the durability of surface concrete, *Queen's University of Belfast*.
- Subaşı, S., 2005, Farklı Yüzey Astarları ile Kaplanmış Drenaj Özelliği Bulunan Kalıpların Betonun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkileri, Doktora Tezi, *Gazi Ünv., Fen Bilimleri Enst., Ankara*.
- Subaşı, S. ve Arslan, M., 2008, Kalıp yüzey özelliklerinin betonun karbonatlaşması üzerine etkileri, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (4).
- Subaşı, S., 2009a, Geçirgen kalıp kullanımının beton olgunlaşma süresine olan etkisi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 24 (4).
- Subaşı, S., 2009b, Geçirgen kalıp kullanımının beton yüzey kusurlarına etkileri.
- Tanaka, K. ve Ikeda, H., 1987, Improvement of surface quality of concrete structures by unique formwork, *IABSE Reports*, 55.
- TS 500, 2000, Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları, *Türk Standardı, Ankara*.

- TS EN 1008, 2003, Beton-Karma suyu-Numune alma, deneyler ve beton endüstrisindeki işlemlerden geri kazanılan su dahil, suyun, beton karma suyu olarak uygunluğunun tayini kuralları, *Türk Standardı, Ankara*.
- TS EN 12350-8, 2011, Beton- Taze beton deneyleri- Bölüm 8: Kendiliğinden yerleşen beton- Çökme yayılma deneyi, *Türk Standardı, Ankara*.
- TS EN 12350-9, 2011, Beton- Taze beton deneyleri- Bölüm 9: Kendiliğinden yerleşen beton- V hunisi deneyi, *Türk Standardı, Ankara*.
- TS EN 12350-10, 2011, Beton- Taze beton deneyleri- Bölüm 10: Kendiliğinden yerleşen beton- L kutusu deneyi, *Türk Standardı, Ankara*.
- TS EN 12504-1, 2010, Beton- Yapıda beton deneyleri- Bölüm 1: Karot numuneler- Karot alma, muayene ve basınç dayanımının tayini, *Türk Standardı, Ankara*.
- TS EN 12504-2, 2013, Yapılarda beton deneyleri - Bölüm 2: Tahribatsız muayene - Geri sıçrama sayısının belirlenmesi, *Türk Standardı, Ankara*.
- TS EN 13791, 2007, Yapılar ve öndökümlü beton bileşenlerde yerinde basınç dayanımı tayini, *Türk Standardı, Ankara*.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ali GÜNEL
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : KONYA-1988
Telefon : 507 856 43 02
Faks : -
e-mail : ali.gunel@koski.gov.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Dr. Ali Rıza Bahadır İ.H.L., Meram, KONYA	2004
Üniversite	: Selçuk Ün. İnş. Müh., Selçuklu, KONYA	2014
Yüksek Lisans	: Konya Teknik Ün. İnş. Müh., Selçuklu, KONYA	2018
Doktora	: -	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2007	Diyanet	İmam Hatip
2008	KOSKİ	Kontrol

UZMANLIK ALANI

Alt Yapı (Kanalizasyon Yapım)

YABANCI DİLLER

İngilizce (Orta)

YAYINLAR*

- 1- Application Areas, Advantages, Cost and Ecological Importance of Permeable Mold Systems (Geçirimli Kalıp Sistemlerinin Uygulama Alanları, Avantajları, Maliyet ve Çevre Açısından Önemi)
- 2- Investigation of Self-Compacting Concrete Compressive Strength in Formwork with Different Surface (Farklı yüzeyli kalıplarda kendiliğinden yerleşen beton basınç dayanımının incelenmesi) (Yüksek Lisans tezinden yapılmıştır)