

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KALIP VE KALIP AYIRICI YAĞ TÜRÜNÜN
BETON VE SIVA ARASINDAKİ
ADERANSA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar İhsan ERİŞ

Anabilim Dalı: Mimarlık

Programı: Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Mustafa E. KARAGÜLER

EKİM 2007

**KALIP VE KALIP AYIRICI YAĞ TÜRÜNÜN
BETON VE SIVA ARASINDAKİ
ADERANSA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar İhsan ERİŞ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26 Ekim 2007

Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Ekim 2007

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Mustafa E. KARAGÜLER

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr. Fevziye AKÖZ (Y.T.Ü.)

Doç.Dr. Murat AYGÜN (İ.T.Ü.)

EKİM 2007

ÖNSÖZ

Böylesine yoğun bir maratonda beni sürekli destekleyen ve aktif bir sabır içersinde kıymetli zamanını ayıran tez danışmanım Doç.Dr. Mustafa E. KARAGÜLER'e teşekkürü bir borç bilirim.

Başta Araş. Gör. Serkan YATAĞAN olmak üzere Yapı Malzemeleri Bölümünün güler yüzlü tüm asistan kadrosuna, Fakültemizin küçük ama yoğun bir alanını oluşturan Malzeme laboratuvarımızın emektar laboratuvar görevlisi Teknisyen İbrahim ÖZTÜRK'e teşekkür ederim.

Deney malzemelerini temin etmemi sağlayan LAFARGE, SİKA ve YKS firmalarına da hassaten teşekkür ederim.

Benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen anne-baba ve tüm aileme, özverili ve anlayışlı yaklaşımlarıyla çalışmamı yürütebilmemde desteği olan İstanbul Vakıflar Bölge Müdürlüğü yöneticilerine ve mesai arkadaşlarıma, ayrıca bu çalışmada yardımı dokunan ve emeği geçen tüm dostlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Ekim 2007

Mimar İhsan ERİŞ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
ÖZET	x
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı	1
1.2. Araştırmanın Kapsamı	2
2. BETON	3
2.1. Gelişimi	3
2.2. Mimari Beton ve Tanımı	4
2.2.1. Tarihçesi	5
2.2.2. Kullanımı ve kullanım avantajları	6
2.2.3. Malzemesi	8
2.2.3.1. Çimento	8
2.2.3.2. Agregalar	9
2.2.3.3. Renklendirici öğeler (Pigmentler)	11
2.2.4. Üretim	12
2.2.5. Teknik Uygulama	12
2.2.5.1. Zemin Hazırlıkları	12
2.2.5.2. Uygulanması	13
2.3. Betonun Performansı	15
2.3.1. Çimento Hamurunun Yapısı	17
2.3.2. Çimento Hamurunun Yapısında Yer Alan Boşluklar ve Özellikleri	18
2.3.2.1. Jel Boşlukları	18
2.3.2.2. Kapiler Boşluklar	18
2.3.3. Çimento Hamurunun Dayanım Kazanma Mekanizması	20
2.3.4. İdeal Agregat Standartları	20
2.3.4.1. Tane Dağılımı	21
2.3.4.2. Tane Şekli	21
2.3.4.3. Tane Dayanımı	21
2.3.4.4. Dona Dayanıklılık	21
2.3.4.5. Zararlı Maddeler	21
2.3.4.6. Yıkabilir Maddeler	22

2.3.4.7. Sertleşmeye Zarar Veren Maddeler	22
3. BETON KALIPLARI	25
3.1. Görevleri	26
3.2. Kalıptan Beklenen Özellikler	26
3.3. Kalıp Yüzü Elemanları	27
3.4. Maliyet Faktörü	28
3.5. Kalıp Sisteminin Seçimi	29
3.6. Betonarme Kare Kesitli Ahşap Kalıbın Hazırlanması	30
3.7. Kalıbın Beton Yüzeye Etkisi	34
3.7.1. Üniform Görünüm	34
3.7.2. Mimarın Rolü	34
3.7.3. Malzeme ve Elemanları	35
3.7.3.1. Kalıp Kaplaması	35
3.7.3.2. Kalıp Astar ve Kalıp Kenetler	35
3.7.3.3. Yapısal Çerçeveler	36
3.7.4. Dizayn	36
3.7.5. Konstrüksiyon	36
3.7.5.1. Genel	36
3.7.5.2. Kalıp Kaplama ve Ek Yeri	37
3.7.5.3. Temizleme	37
3.7.6. Kalıp Sökme	37
3.7.6.1. Hasardan Kaçınma	38
3.7.6.2. Beton Dayanımı	38
3.7.6.3. Üniformalık	38
3.7.6.4. Termal Şok	38
4.BETON VE HASAR	39
4.1. Kimyasal ve Fiziksel Nedenler	39
4.2. Yüzey Hasarı	40
4.2.1. Yüzey Kusurları	40
4.2.1.1. Petekleşme (Honeycomb)	41
4.2.1.2. Boşluklu yüzey (Air Surface Voids)	42
4.2.1.3. Kalıp Çizikleri (Form Streaking)	42
4.2.1.4. Renk Farklılaşması (Colour Variation)	43
4.2.1.5. Agreganın Görünmesi (Aggregate Transparency)	43

4.2.1.6. Çatlama (Subsidence Cracking)	44
4.2.1.7. Kıvrılma (Form Offsets)	44
4.2.1.8. Tabakalaşma (Layer Lines)	45
4.2.1.9. Soğuk Derz (Cold Joints)	45
4.2.2. Kusura Neden Olan Faktörler	46
4.2.2.1. Dizayn-İnşaat	47
4.2.2.2. Malzeme	47
4.2.2.3. Teçhizat	47
5.DENEYSEL ÇALIŞMA	48
5.1. Deneysel Çalışmada Kullanılan Malzemeler	51
5.1.1. Çimento	51
5.1.2. Agregası	51
5.1.2.1. Kendiliğinden Yerleşen Beton Agregası	51
5.1.2.2. Normal Beton Agregası	53
5.1.3. Sıva Kumu	54
5.1.4. Kalıp Ayırıcı Yağlar	55
5.1.4.1. Konsantre Kalıp Yağı ve Tanımı	56
5.1.4.2. Separol-S3 ve Tanımı	56
5.1.4.3. Yapol 217 ve Tanımı	56
5.1.4.4. Yapol ve Tanımı	57
5.1.4.5. Rheofinish 301 ve Tanımı	57
5.1.5. Özel Hazırlanmış Kalıplar	57
5.2. Deneysel Çalışmada Kullanılan Cihazlar	58
5.3. Fiziksel Deneyler	59
5.3.1. Birim Hacim Ağırlık-Özgül Ağırlık	59
5.3.2. Kılcallık	59
5.4. Mekanik Deneyler	60
5.4.1. Eğilme ve Basınç Değerleri	60
5.4.2. Aderans Dayanım Sonuçları	62
5.4.2.1. Aderans Dayanım Sonuçlarının Değerlendirilmesi	65
6.SONUÇLAR	78
KAYNAKLAR	80
ÖZGEÇMİŞ	82

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
PÇ	: Portland Çimentosu
NPÇ	: Normal Portland Çimentosu
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
Mpa	: Megapascal
Kgf	: Kilogramkuvvet
TS	: Türk Standartları
cc	: Cubic Centimeter (Santimetre Küp)
°C	: Santigrad Derece
%	: Yüzde
C-S-H	: Karbon-Kükürt-Hidrojen
gr	: Gram
Kg	: Kilogram
Min.	: Minimum
Max.	: Maksimum
PVC	: Polivinil Klorür
MDF	: Medium Density FibreBoard (Orta yoğunluklu lif levha)
N	: Newton
kN	: Kilonewton
Dak.	: Dakika

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No.</u>
Tablo 2.1. Betonun kronolojik gelişimi (2)	6
Tablo 2.2. Beton kumları ve iri agrega standartları	23
Tablo 5.1. Üretilen numunelerin şematik gösterimi	48
Tablo 5.2. Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB) Agregasının elek analiz sonuçları	52
Tablo 5.3. Normal Beton Agregasının elek analiz sonuçları	53
Tablo 5.4. Kumun elek analiz sonuçları	54
Tablo 5.5. Birim Hacim ve Özgül Ağırlık tablosu	59
Tablo 5.6. Sıva ve KYB numunelere ait kılcallık değerleri tablosu	59
Tablo 5.7. KYB’de Eğilme-Çekme ve Basınç Dayanımı	60
Tablo 5.8. NB’da Eğilme-Çekme ve Basınç Dayanımı	61
Tablo 5.9. Sıvada Eğilme-Çekme ve Basınç Dayanımı	62
Tablo 5.10. Sıvanın KYB yüzeyi üzerine ait aderans sonuçları	63
Tablo 5.11. Sıvanın NB yüzeyi üzerine ait aderans sonuçları tablosu	64

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No.</u>
Şekil 1.1. Çeşitli Betonarme Uygulamalar	4
Şekil 2.1. Dekoratif beton	5
Şekil 2.2. Beyaz Çimento	8
Şekil 2.3. Örnek uygulama	9
Şekil 2.4. Örnek uygulama	9
Şekil 2.5. Pigment türleri	11
Şekil 2.6. Dökümü	13
Şekil 2.7. Mastarlanması	13
Şekil 2.8. Renklendirilmesi	14
Şekil 2.9. Tamponla vurulması	15
Şekil 2.10. Cila sürülmesi	15
Şekil 2.11. Çimento Hamurundaki Yapıyı Gösteren Basit Bir Model	19
Şekil 3.1. Kalıp	25
Şekil 3.2. Plastik Levha	27
Şekil 3.3. Metal Levha	27
Şekil 3.4. Kalıp Ayırıcı Yağlar	28
Şekil 3.5. Betonarme Kare Kesitli Ahşap	30
Şekil 3.6. Betonarme Kare Kesitli Ahşap	30
Şekil 3.7. Betonarme Kare Kesitli Ahşap	31
Şekil 3.8. Betonarme Kare Kesitli Ahşap	31
Şekil 3.9. Betonarme Kare Kesitli Ahşap	31
Şekil 3.10. Betonarme Kare Kesitli Ahşap	32
Şekil 3.11. Betonarme kare kesitli ahşap	32
Şekil 3.12. Betonarme kare kesitli ahşap	33
Şekil 3.13. Betonarme kare kesitli ahşap	33
Şekil 3.14. Kalıp Kenet	35
Şekil 3.15. Dış Vibrasyon	36
Şekil 3.16. Kalıp Sökümü	37
Şekil 4.1. Petekleşme	41
Şekil 4.2. Boşluklu Yüzey	42
Şekil 4.3. Agreganın Görünmesi	43
Şekil 4.4. Çatlama	44
Şekil 4.5. Tabakalaşma	45
Şekil 4.6. Soğuk Derz	46
Şekil 5.1. Özel hazırlanmış kalıplar	49
Şekil 5.2. Özel hazırlanmış sıva kalıbı	50
Şekil 5.3. Sıva numuneleri	50
Şekil 5.4. Kendiliğinden Yerleşen Betona ait Granülometri Eğrisi	52
Şekil 5.5. Normal Betona ait Granülometri Eğrisi	53
Şekil 5.6. Kuma ait Granülometri Eğrisi	55
Şekil 5.7. Kalıp Ayırıcı Yağlar	55
Şekil 5.8. Özel Boyutlarda Hazırlanmış Kalıplar	58

Şekil 5.9. Pull-off deney düzeneği	62
Şekil 5.10. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 3 günlük aderans sonuçları	65
Şekil 5.12. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 14 günlük aderans sonuçları	66
Şekil 5.13. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 28 günlük aderans sonuçları	67
Şekil 5.14. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 3 günlük aderans sonuçları	67
Şekil 5.15. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 7 günlük aderans sonuçları	68
Şekil 5.16. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 14 günlük aderans sonuçları	68
Şekil 5.17. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 28 günlük aderans sonuçları	69
Şekil 5.18. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 3 günlük aderans sonuçları	69
Şekil 5.19. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 7 günlük aderans sonuçları	70
Şekil 5.20. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 14 günlük aderans sonuçları	70
Şekil 5.21. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 28 günlük aderans sonuçları	71
Şekil 5.23. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 7 günlük aderans sonuçları	72
Şekil 5.26. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (Ahşap-KYB)	73
Şekil 5.27. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (Ahşap-NB)	74
Şekil 5.28. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (MDF-KYB)	74
Şekil 5.29. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (MDF-NB)	75
Şekil 5.30. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (Metal-KYB)	75
Şekil 5.31. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (Metal-NB)	76
Şekil 5.32. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (Pleksiglas-KYB)	76
Şekil 5.33. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (Pleksiglas-NB)	77

KALIP VE KALIP AYIRICI YAĞ TÜRÜNÜN BETONLA SIVA ARASINDAKİ ADERANSA ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmayla, inşaat sektöründe sıklıkla kullanılan yapı malzemelerinden biri olan betonun; gelişen teknoloji paralelinde farklı açılardan kullanılabilirliğin artmasıyla beraber ortaya çıkan yeni problemlerin tespit edilmesi, sonrasında tespit edilen bu problemlere çözüm yollarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Son yıllarda teknolojinin betona kazandırdığı en önemli özellik, betonun renklendirilebilirliği olmuştur. Bu özellik ile birlikte vazgeçilmez malzemelerden biri olan beton, sektörde özellikle mimarların ilgisini çekerek daha cazip hale gelmiştir. Mimari beton, uygulamada düzgün yüzey elde edilebilirliği ölçüsünde yaygınlaşmıştır. Deneysel bir çalışmayla betonda düzgün bir yüzey elde edebilme, dolayısıyla da betonun yüzey düzgünlüğüne birincil derecede etkisi bulunan betonun kalıplanması aşaması üzerinde durulmuştur. Elde edilen düzgün yüzey üzerine yapılacak uygulamalarda aderansın en iyi hangi şartlarda maksimize edilebileceği üzerine kombinezonlar denenmiştir. Bu çalışma uygulamada varolan önemli bir problem için çözüm önerileri geliştirebilmek umuduyla hazırlanmıştır.

EFFECT OF THE FORMWORK AND THE FORMWORK-SEPARATING OIL TYPE ON THE ADHERENCE BETWEEN THE CONCRETE AND THE PLASTER

SUMMARY

Through this study, it is aimed to determine the problems occurred due to the enhanced usability of concrete, which is a major structural material often used in the construction sector, in various aspects in parallel with the constantly improving technology, and to develop further solutions for these determined problems. The most important specificity that the technology provided the concrete with has been coloring. Due to this specificity, the concrete, which is already an indispensable material, has become more attractive in the sector by drawing architects' attention. Architectural concrete has expanded depending upon its availability for obtaining flat surfaces. Through an experimental study we have focused on obtaining a flat surface in the concrete therefore the casting phase of the concrete which has a prime impact on the concrete's flatness. Combinations have been tried for the implementations to be carried out on the flat surface to be obtained, through which the adhesion might be optimized under most favorable conditions. This present study has been drawn up in order to be able to offer solutions for a problem already existent in application.

1. GİRİŞ

Günümüzde her alanda olduğu gibi inşaat sektöründe de baş döndüren bir gelişme ve hızlı bir büyüme gözlenmektedir. Teknolojideki ivmeli bu gelişmeler inşaat sektöründeki malzeme yelpazesini her geçen an genişletmekte, dolayısıyla da kullanıcıya daha fazla alternatif sunmaktadır. İnşaat sektörünün hala vazgeçilmez malzemelerinden biri olan beton ve betonarmenin 18.yüzyılın sonlarında başlayan macerası günümüzde yapım teknolojisindeki sınırları zorlamaktadır.

Betonun tekdüze renginden ötürü yapılarda sonlayıcı malzeme olarak tercih edilmemesi, bu malzemenin kısıtlayıcı bir faktörü olduğundan; betona renklendirici pigment katılması teknolojisi ile söz konusu kısıtlayıcılığın önlenmesi bu konuda önemli bir gelişmedir. Betonun renklendirilmesi fikri bu malzemeye ilgiyi tekrar yoğunlaştırmıştır.

Betonun renklendirici pigmentler ile renklendirilebilir özellik kazanmasıyla birlikte, bu renkleri yansıtacak düzgün beton yüzeyler elde edebilme gereksinimi ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı istenilen özelliklerde ve kalitede düzgün beton yüzeyler oluşturabilme gereksinimi, betonun kalıplama aşamasının önemini göstermektedir.

Bu çalışma da, özelde mimari betonun kalıplanması, betonun kalıplanması aşaması ile ilgili kusurlar ve bu kusurların nedenleri teorik olarak araştırılmıştır. Yapılan deneysel bir çalışma ile betonun kalıplanması aşaması ve elde edilen düzgün yüzeye yapılan uygulamaların yüzeyle aderansı incelenmiştir. Ayrıca, betondaki gelişmelerin mimari açıdan dikkat edilmesi gerekli olan estetik yönlü gelişimi de vurgulanmıştır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, inşaat sektöründe kullanılan mevcut malzemelerin farklı açılardan kullanılabilirliğinin artmasıyla beraber ortaya çıkan yeni problemleri tespit etme ve tespit edilen bu problemlere çözüm yolları geliştirebilme ideali etrafında şekillenmiştir. Yukarıda değinildiği üzere mimari beton üretiminde önemli olan düzgün beton veya betonarme yüzeyler elde edebilme ve elde edilen bu yüzeyler üzerine yapılacak uygulamaların yüzey ile olan aderansının araştırılmasıdır. Çalışmada ayrıca, betonun kalıplanması ve kalıplandıktan sonraki aşamalarda ortaya

ıkabilecek yüzey problemlerine değinilmekle kalınmayıp, bu yüzey kusurlarına karşı uygun zm önerilerinin geliştirilmesi ile inşaat sektörüne katkı sağlanması da amaçlanmıştır.

1.2. Araştırmanın Kapsamı

Araştırma konusunda çok sayıda yerli ve yabancı kaynak taranmış, özellikle uygulamalar ve bu uygulamalara ait çok sayıda resim ve slayt incelenmiş, ayrıca, uygulamada problemler bizzat şantiyelere gidilip gezilerek gözlemlenmiş ve şantiyelerdeki teknik sorumlulardan bilgi alınmıştır. Bütün bu bilgi ve veriler ışığında tez çalışmasının ne şekilde programlanması gerektiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak betonun veya betonarmenin nasıl bir kalıpla kalıplanması gerektiği, kalıplanırken nasıl bir kalıp ayırıcı yağ kullanılması gerektiği, nasıl düzgün beton veya betonarme yüzeyler elde edilebileceği ve yüzey aderansının nasıl arttırılabileceği soruları benimsenmiştir. Bu sorulara cevap bulunabilmesi için bir deneysel çalışma oluşturulmuştur.

2. BETON

Beton; agrega, çimento, su ve gerektiğinde bazı katkı maddelerinin birlikte karılmasıyla elde edilen bir yapı malzemesidir (1).

Çimento, kum ve çakıl ya da kırma taşın uygun miktarda su ile karıştırılmasıyla elde edilen karışım. Beton başlangıçta plastiktir, sonra katılaşp sertleşerek taş benzeri bir kitle görünüşü alır. Romalılarca ilkel bir şekilde kullanılan beton, tuğla kırıntısı ve lav taşı karışımından meydana gelmekteydi. Portland çimentosunun ucuz ve düzenli olarak yapılması betonun kullanılmasını yaygınlaştırdı. Betonun iyi oluşu yoğunluğu ile ilgilidir ve yapısındaki homojenliğe bağlıdır (1).

Betonda aranan en önemli özellik, basınç mukavemeti olarak görülmektedir. Özellikle betonarme yapılarda, çelik donatıdan farklı olarak, betonun sadece basınca maruz kalacak şekilde kullanıldığını bilmekteyiz. Betonun çekmeye karşı mukavemeti çok az olduğundan betonarme yapılarda çekme gerilmeleri çelik donatı tarafından karşılanmaktadır (1).

2.1. Gelişimi

Betonun inşaat sektöründe kullanılmaya başlanmasından itibaren çağdaş Avrupa Mimarlığı'nın öncü mimarları bu malzeme ile yaratıcı çözümler sunmaya başlamışlardır. August Perret'in 1900'lerin başında yaptığı ilk betonarme apartmandan (Şekil 1.1.a) bu yana Modern Mimarlığın en önemli isimleri betonu gerek taşıyıcı olarak gerekse bitirme malzemesi olarak kullanmışlardır. Bu isimlerin en önemlisi ve üretkenlerinden biri ise Le Corbusier'dir. Modern Mimarlık tarihinde çok önemli bir yer tutan Villa Savoye Villası (Şekil 1.1.b), Amerika'daki tek yapısı olan Carpenter Center (Şekil 1.1.c), Hindistan'ın Chandigarh eyaletindeki Meclis Binaları (Şekil 1.1.d), Marsilya Blokları (Şekil 1.1.e) ve pek çok diğer yapısı betonun ustaca kullanıldığı eserlerdir. 1940'lı yıllarda Louis Kahn'ın hala dünyanın en güzel binalarından biri sayılan Salk Enstitüsünü (Şekil 1.1.f) , Eero Saarinen, Pierre Luigi Nervi, Felix Candela ve Oscar Niemeyer ise betonun plastik özelliğini kullanarak güçlü ama bir o kadar da zarif yapılarını tasarlamışlardır. Daha sonraki yıllarda I.M.Pei, Tadao Ando, Arata Izosaki, günümüze doğru ise Santiago Calatrava, Herzog

& de Meuron gibi mimarlar betonun plastik ve estetik özelliklerinden akılcıca yararlanmayı bilmişlerdir (2).



a) İlk betonarme apartman



b) Villa Savoye



c) Carpenter Center



d) Meclis binaları



e) Marsilya blokları



f) Salk Enstitüsü

Şekil 1.1. Çeşitli Betonarme Uygulamalar

2.2. Mimari Beton ve Tanımı

Dokulandırılmış Dekoratif Renkli Beton veya Baskılı Beton (Şekil 2.1.) olarak da bilinen Mimari Betona olan ilgi ve talep estetik görünümü ve kullanım alanının geniş olması sebebiyle hızla artmaktadır. İç ve dış mekânlarda rahatlıkla kullanılabilen bir zemin kaplama malzemesidir. Kullanıcının istemiş olduğu yüzey görünümünün

doğrudan betondan elde edilmesi, aynı zamanda betonun yaşlandırılması ve eskitilmesi bazı özelliklerindendir.

Zaman içerisinde kullanım alanları genişledikçe ve performansı pratik olarak görüldükçe kullanıcılar tarafından tercih edilirliliği doğal olarak artacaktır.



Şekil 2.1. Dekoratif beton

2.2.1. Tarihçesi

30–40 yıl kadar önce ilk kez ABD’de uygulanmaya başlanan baskılı beton, ABD ve İngiltere’nin yanı sıra, diğer pek çok ülkede de giderek yaygınlaşmıştır. Ülkemizde kamu kuruluşları başta olmak üzere birçok rekreasyon projesinde ve yenileme projelerinde kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca, son zamanlarda önemli bir tercih haline gelmiş olup, proje üzerinde ve şartnamelerde yer almaktadır (3).

Aşağıda betonla ilgili önemli olaylar tarihleriyle birlikte verilmiştir (Tablo 2.1.).

Tablo 2.1. Betonun kronolojik gelişimi (2)

Yıllar	Gelişme
1848	İlk çimento fabrikası (İngiltere)
1857	Betonarmenin keşfi (Fransa)
1865	Yüksek fırın cürufunun portland çimentosuyla birlikte betonda kullanımı (Almanya)
1903	Hazır beton sektörünün başlangıcı (Almanya)
1936	Kimyasal katkıların kullanımı (Amerika)
1950	Uzun dönem testler için mikro silikanın deneysel olarak kullanımı (Norveç)
1965	Betonda süper akışkanlaştırıcıların kullanımı (Amerika)
1971	Mikro silika katkılı betonun taşıyıcı sistemde kullanımı (Norveç)
1981	Üçlü karışım(PC+mikro silika+uçucu kül) çimentonun ilk kez kullanımı (İzlanda)
1992	Dünyanın en yüksek betonarme yapısının inşası (Amerika)
1993	Betonda mikro fiberlerin kullanımı (Amerika)

2.2.2. Kullanımı ve kullanım avantajları

Dünya mimarlık tarihine geçmiş pek çok yapı hem betonun plastik özelliğinin, hem de masif ama etkili görüntüsünün vurgulanması nedeni ile takdir görmektedir. Modern Mimarlığın özünde yer alan mekânsal iç-dış bütünlüğü prensibi malzeme seçiminde de önem arz eder. Dolayısı ile pek çok saygın mimar kaplama yerine

malzemelerin kendi doku ve renklerini öne çıkarmayı, kaplama yapılacak ise de kaplama malzemesinin özelliğinin vurgulanmasını tercih etmiştir. Bu noktada öteden beri eksikliğini hissettiren betonun renklendirilmesi ve istenen dokunun verilebilmesi özelliklerinin gelişen teknolojiyle birlikte betona kazandırılmış olması, betonun daha çok uzun yıllar rakipsiz bir malzeme olmasını sağlayacaktır. Ayrıca kullanım rahatlığı ve avantajları oldukça fazladır.

- Çok az bir sürede tamamlanması ve kolayca uygulanabilmesi.
- Sınırlı olmayan sayıda renk ve doku tercihlerini sağlaması.
- Kullanılan kalıbın iç yüzey kalitesine de bağlı olarak istenilen doğal ve yapay malzeme görünümünde, hatasız zeminler oluşturabilmesi.
- Yapıldıktan sonra çeşitli nedenlerle hasar gördüğünde, aynı renk ve desende onarımının mümkün olması.
- Araç, yaya ve diğer seyir alanlarının farklı bir doku ve renk ile yapılmasına olanak sağlaması.
- Yüzeyinde 2-3 mm kalınlığında renkli yüzey sertleştirici olması nedeniyle aşınma direncinin normal betona oranla 8-10 kat fazla olması.
- Yüzeyinde tozların önlenmesi.
- Doğal taş ve malzeme görünümü ile tabiatın kendi dokusuyla uyum içinde olması.
- Su emme oranının betona oranla daha az olması
- Bakım masraflarının az olması ve ekonomik olması
- Yapıldıktan sonra ilk günkü gibi olması istendiğinde son kat malzemesi cilanın veya verniğin herhangi bir kalifiye işçilik istemeden rahatlıkla yapılabilmesi.
- Yüzeydeki derzlerin 5-7 mm olması nedeniyle alt kısımlarda kullanılan teras ve benzeri ortamlarda su yalıtımına yardımcı olması.
- Alt yapı hatlarının geçtiği doğrultuların farklı desen ve renkte yapılabilmesi.

Yukarıda belirtilen kullanım avantajlarından dolayı renkli betonu; parklar, bahçeler ve yolları, oteller, konut ve site yolları, teraslar, restoranlar ve çay bahçeleri, fabrika yönetim binaları, fuar alanları, tarihi ve kültürel alanlar, alışveriş merkezleri ve araç

yolları, tatil köyleri ve havuz kenarları, otoparklar ve plazalar, marina ve rıhtım gibi yerlerde rahatlıkla kullanabiliriz.

2.2.3. Malzemesi

Beton, esas itibariyle, ince agregâ, kaba agregâ, çimento ve sudan oluşur. Söz konusu bu dört malzeme betonun iki bileşenini meydana getirirler. Çimento ve su birlikte çimento hamurunu; ince ve kaba agregâlar da agregâ bileşenini oluşturur. Bunların yanı sıra, betonda bir miktar da hava bulunur. Ayrıca, gerektiğinde, betonun belirli özelliklerini değiştirmek (örneğin, priz süresini kısaltmak veya uzatmak, işlenebilirliği artırmak, su gereksinmesini azaltmak, v.b) amacıyla, çeşitli mineral ve kimyasal katkıları da kullanılabilir. Bir portland çimentosu betonunda bulunan malzemelerin hacimsel miktarları şöyledir; çimento-% 7 ilâ 15 arası, su-% 14 ilâ 18 arası, hava-%0.5 ilâ 8 arası, ince agregâ-%24 ilâ 28 arası ve kaba agregâ ise %30 ilâ 50 arasındadır (4).

2.2.3.1. Çimento

Portland çimentosunun gri rengi agregâların görünümünün belirginleşmesini önlediği gibi, renk veren unsurların renklerini de değiştirebilir. Bu nedenle, normal Portland çimentosundan daha pahalı olmasına rağmen genellikle beyaz çimento (Şekil 2.2.) kullanılır. Beyaz çimento ile daha parlak renkler elde edilebildiği gibi pastel renklerde elde edilir. Atmosferik kirlenmenin etkisiyle, özellikle açık renkler renklerini daha çabuk kaybedebilirler. Bu nedenle, belli aralıklarla kumlama veya diğer temizleme teknikleri kullanılarak özgün renkler açığa çıkarılmalıdır (5).



Şekil 2.2. Beyaz Çimento

Mimari betonda kullanılan beyaz çimentodan biraz bahsedecek olursak; su ile karıştırıldığında priz alarak sertleşen ve bu sertleşme sonucunda dayanım kazanan,

beyaz renkli özel bir hidrolik bağlayıcıdır. Hammaddesi çok saf olan ve ileri teknolojiyle üretilen beyaz çimento ince öğütülür, ayrıca dayanım kazanımı yüksektir(6).

Beyaz çimentonun renk alma özelliğinden yani gri çimentoya göre daha az pigment ile daha canlı ve parlak renkler verdiğinden söz etmiştik. Beyaz çimentonun bundan başka avantajları da vardır. Beyaz çimento prizini tamamladıktan sonra hızla dayanım kazanabilmektedir. Ayrıca, ilk ve son dayanımları yüksektir. Bu özelliğinden dolayı prefabrikte üretim hızı yüksektir. Mimar gözüyle bakacak olursak çok estetik bir malzemedir, çünkü yüzey düzgünlüğü ve görünüm güzelliği sağlar, ayrıca sıva ve boya gerektirmez. Bundan dolayı uygulamada birçok örnekle karşılaşmamız mümkündür. (Şekil 2.3. ve Şekil 2.4.)



Şekil 2.3. Örnek uygulama



Şekil 2.4. Örnek uygulama

2.2.3.2. Agregalar

Beton agregası, beton veya harç yapımında çimento ve su karışımından oluşan bağlayıcı malzeme ile birlikte bir araya getirilen, organik olmayan, doğal veya yapay malzemenin genellikle 100 mm' yi aşmayan (hatta yapı betonlarında çoğu zaman 63 mm.yi geçmeyen büyüklüklerdeki kırılmamış veya kırılmış tanelerin oluşturduğu bir yığındır. Beton yapımında kullanılan çeşitli agregalardan bazı örnekler şunlardır: kum, çakıl, kırma taş, yüksek fırın cürufu, pişmiş kil, bims, genleştirilmiş perlit ve uçucu külden elde edilen uçucu kül agregası (7).

Agregalar betonun hacminin yaklaşık olarak %70-75 ini oluşturur. Betonda agreganın kullanılmasının 'ekonomik' ve 'teknik' özellikler bakımından büyük yararları bulunmaktadır. Çimento, agreganın ve su karışımından yapılan betonun, hacim olarak yaklaşık 3/4'ü agreganın tarafından oluşturulmaktadır (7).

Betonda agreganın kullanılmasının sağladığı teknik özelliklerin başında, sertleşen betonun 'hacim değişikliğini' önlemesi veya azaltması sertleşmiş betonun 'aşınmaya karşı dayanımını' arttırması, çevre etkilerine karşı 'dayanıklılığını' arttırması ve kendi dayanım gücünün yüksekliği nedeniyle betonun taşımakta olduğu yüklere karşı 'dayanımı' sağlayabilmesi gelir (7).

Betonda kullanılan agreganın dayanıklılığı, gözenekliliği, su geçirgenliği, mineral yapısı, tane şekli, gradasyonu, tanelerin yüzey pürüzlülüğü, en büyük tane boyutu, elastiklik modülü, termik genleşme katsayısı, agregada kil olup olmadığı ve agreganın temizliği gibi birçok özellik beton dayanıklılık türlerinin bir veya daha fazlasını etkilemektedir (7).

Agreganın fiziksel özellikleri denildiğinde göz önüne alınan başlıca özellikler; Agregadaki mevcut rutubet durumu ve agreganın su emme kapasitesi, özgül ağırlık, birim ağırlık ve boşluk oranı, porozite (gözeneklilik) ve donma-çözülme ve diğer fiziksel etkenlere karşı dayanıklılıktır.

Agreganın üretim merkezlerinde, beton santrallerinde ve şantiyelerde agreganın yığınlarının depolanmasında ve taşınmasında şu hususlara dikkat etmek gerekmektedir;

- Agreganın tanelerinin kirlenmemesi için önlem alınmalıdır. Agreganın kirlenmemesi veya dikkatsizlik sonucu agreganın içerisine zararlı maddelerin girmemesi için gerekli önlem gösterilmelidir.
- Agreganın yığınları oluşturulurken, mümkünse sert ve temiz bir zemin seçilmeli veya beton döşeme hazırlanarak agregalar bu döşeme üzerine yığılmalıdır; Tabana önceden kum, çakıl veya kaya parçaları da serilerek agreganın yığını böyle bir zemin üzerine oturtulabilir.
- Agregadaki suyun yığından dışarıya kolayca drenajını sağlayabilecek önlemler alınmalıdır. Çevredeki gevşek toprak tanelerinin rüzgâr etkisiyle agreganın tanelerinin arasına karışmamasına dikkat edilmelidir.

- Ayırışmaya neden olunmamalıdır. Agregaların bir yere yerleştirilmesi, depolanması veya taşınması esnasında iri agregaların ve ince agregaların bir yığın içerisinde adeta ayrı ayrı kümeler oluşturarak 'ayırışma (segregasyon)' yapmasını önleyecek önlemler alınmalıdır.

Beton agregası olarak, renkli ve doğal agregalar kullanılabilir. Elde edilen renkler, pigmentlerle elde edilenden daha çeşitli olabilir. Pembe, siyah, gri, kahverengi ve beyaz gibi renkler kolaylıkla elde edilebilir. Bu amaçla mermer, granit, kuvars kumu gibi doğal taşlar, bazı durumlarda da renkli cam seramikler kullanılabilir. Renkli cam seramiklerin kullanılmasında alkali agrega reaksiyonu şüphesi vardır. Demir bileşen içeren agregalar ise yüzeyde lekelenmeye yol açabileceği için kullanılmamalıdır (5).

2.2.3.3. Renklendirici öğeler (Pigmentler)

Betonu renklendirmek için uygulamada en çok kullanılan yöntem, renklendirici pigmentlerin (Şekil 2.5.) karıştırma işlemi sırasında betona katılmasıdır. Bu işlem sırasında pigmentlerin beton içerisinde dağılımı sağlanmalıdır.



Şekil 2.5. Pigment türleri

ABD’de bazı çimento fabrikaları, iyi bir renk homojenliği sağlamak için pigmentleri çimento ile birlikte öğütmektedir. Bu işlem yapılmasına rağmen her harmanda aynı rengi sağlamak güç olmakta, pigmentler nedeniyle çimentoların su gereksinimi artmaktadır. Pigmentler mineral kökenli oksitlerdir. Diğer katkılarla birlikte kullanılabilirler. Pigmentlerin dağılımını arttırdığı ve bunların yüzeyde ayrışmasını önlediği için, su azaltıcı katkıların kullanılması tavsiye edilir. Kalsiyum klorür kullanılması, yüzeyde su tutarak lekelenmeye yol açtığı için ve donatı korozyonuna neden olduğu için önerilmez. Bazı durumlarda ise, uygun katkılarla karıştırılmış pigmentlerin harmanı olan renklendirilmiş katkılar da bulunmaktadır. Renklendirme işlemi bazen yüzey bitirme işlemi sırasında sadece yüzeye uygulanır. Yüzey

sertleştiriciler, aşınmaya dayanıklı üst katmanlarda pigmentlerle birlikte kullanılır. Böylece, düzgün bitmiş bir yüzey, homojen renk elde edilmekte ve pigment ekonomisi sağlanmaktadır. Betonun renklendirme işlemi ile birlikte yüzeye doku uygulamasında çok başarılı sonuçlar elde edilmektedir(5).

2.2.4. Üretim

Mimari betonun üretiminin normal betondan önemli bir farkı olmamakla birlikte, bu tür betonun karıştırılması, taşınması, yerleştirilmesi ve yüzey işlemlerine özel önem verilmesi gerekir. Karıştırma araçları temiz tutulmalı, mimari beton üretimi için kullanılan betonyer diğer işlerde kullanılmamalıdır. Karıştırma işlemi normalden daha uzun süre olmalıdır. Yerleştirme işleri optimal hızda yapılmalıdır. Kaliteli vibrasyon uygulayacak kadar yavaş, inşaat derzi oluşmayacak şekilde hızlı çalışılmalıdır. Kalıp yüzeyinde kabarcıklar oluşmaması için, vibrasyon 30–40 cm. tabakalar halinde uygulanmalıdır. Vibrasyon süresi normal betondan daha fazla olmalıdır. Bu süre hava kabarcıklarının dışarı çıkması için yeterli bir süre olmalıdır(5).

2.2.5. Teknik Uygulama

Renkli beton uygulaması hassasiyet gerektiren bir uygulama olup, tüm aşamalar kontrollü ve titizlikle yerine getirilmelidir (8).

2.2.5.1. Zemin Hazırlıkları

- Baskılı beton uygulanacak yüzey, üzerine binecek yükler altında oturmalar yaparak çatlaklar ve kırılmalar oluşturmaması için zemin çok iyi sıkıştırılmalıdır.
- Tatbik edilecek yüzey mümkün olduğunca düz bir yüzey olmalıdır.
- Toprak zeminler ve taze beton katmanı arasında ayırıcı görevi görmesi açısından 5–6 cm kalınlığında stabilize malzeme serilmeli kompaktör veya silindir ile sıkıştırılmalıdır.
- Eğer stabilize malzeme serilip sıkıştırma olanağı bulunmuyorsa beton dökümüne hazır yüzeye 0,2 mm kalınlığında tek veya çift katlı polietilen tabaka (naylon) düzgün bir şekilde kırışmadan serilmelidir.

2.2.5.2. Uygulanması

- Öncelikle uygulamanın yapılacağı alan düzeltilerek donatı serilir ve beton dökümüne hazır hale getirilir.
- En az C30 sınıfında, su/çimento oranı düşük, süper akışkanlaştırıcı kullanılmış uygun kıvamdaki beton kullanım alanına dökülür (Şekil 2.6.).



Şekil 2.6. Dökümü

- 10–15 cm kalınlığındaki bu beton, benzer kaplama malzemelerine göre uzun ömürlü ve oldukça dayanıklıdır.
- Hazırlanmış zemine dökülen beton yerleşme işleminden sonra, özel olarak dizayn edilmiş aletler kullanılarak mastarlanır ve düzeltilir (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Mastarlanması

- Düzeltilmiş bu betona renkli yüzey sertleştirici toz serpilir ve iyi bir şekilde yedirilir. Tabi ki burada söylenmesi gereken bir diğer konu ise renklendirici pigmentin bazı durumlarda çimentoyla beraber öğütülmesi veya katılmasıyla yoluyla da betonun renklendirilebileceğidir (Şekil 2.8.).



Şekil 2.8. Renklendirilmesi

- Bu işlemlerden sonra beton bir süre dinlenmeye bırakılır.
- Baskılama öncesinde yüzeye kalıp ayırıcı toz (grafit) serpilir.
- Betonun yüzeyi baskılamaya hazır hale getirildikten sonra, özel olarak hazırlanmış kauçuk kalıplar beton üzerine baskılanır ve üzerine pounder adı verilen çubuk şeklinde tamponla vurulur (Şekil 2.9.). Amaç kalıp şeklinin beton yüzeyine iyice geçmesidir.



Şekil 2.9. Tamponla vurulması

- Prizini alan beton yüzeyi hava koşullarına bağlı olarak 24 veya 48 saat içerisinde basınçlı su ile yıkanır. 3–4 gün içinde beton spiralle kesilerek çatlamalara karşı derz oluşturulur.
- En son olarak betonun yıkanan yüzeyine, yağ ve kimyasalların girişini engelleyen cila sürülür (Şekil 2.10.).



Şekil 2.10. Cila sürülmesi

2.3. Betonun Performansı

Taze betonun işlenebilirliğinde agrega biçiminin ve en büyük boyutunun önemli işlevi vardır. Özellikle agreganın en büyük boyutu betonarme kalıbındaki donatı durumuna uygun olmalıdır. Sertleşmiş betondan beklenen ise dayanımlı, dayanıklı ve ekonomik olmasıdır. Beton hacminin yaklaşık %75' ini oluşturan agreganın betonun

performansında etkisi belirgindir. Maksimum su /çimento oranı ile minimum çimento içeriğindeki sınırlamalar betonun dayanım ve dayanıklılığını önemli ölçüde etkiler. Bu iki sınırlamanın gerçekleşmesinde agreganın kaliteli ve boyut dağılımının uygun olması zorunludur. Genel olarak betonun çevresel etkilere diğer bir deyişle durabiliteye göre tasarımı bu iki parametreye göre yapılır. Betondaki maksimum su/çimento oranı ve minimum çimento dozajı gibi kısıtlamaların ne ölçüde gerçekleşebileceği (yani çevresel etki sınıfına bağlı olarak maksimum su/çimento oranı belirli bir değeri aşamaz ve çimento dozajı da öngörülen minimum değerin altına inemez) doğrudan beton agregasının türüne, granülometrisine ve standartlarına uygun olmasına bağlıdır. Betonarme içindeki demiri koruyan betondur. Beton, hem basınç gerilmelerini karşılar hem de demirin korozyona uğramasını önler. Beton kalitesiz, yani boşluklu ve geçirimli olursa demiri koruyamaz. Bu, betonarmenin kusuru olarak değerlendirilmemelidir. Başka bir anlatımla, betonarme elemanda demiri koruyamayan bir işçiliğin olduğu ülkemizde çelik yapı korozyona karşı nasıl korunacak, yangına karşı nasıl önlemler alınacak biçimindeki soruların yanıtlanması gereklidir. Betonda donatı korozyonuna bağlı çatlama ile sismik yükler arasında sıkı bir ilişkinin olduğu kesinlik kazanmıştır. Beton; agrega, çimento hamuru ve agrega-çimento hamuru temas yüzeyinden oluşan bir malzeme olarak düşünülürse en zayıf halkanın ara yüzeyler olduğu ortaya çıkar. Beton teknolojisindeki gelişmenin anahtarı çimento hamuru ile agrega arasındaki ara yüzeylerin güçlendirilmesidir. 1970 li yıllara kadar 28 günlük silindir basınç dayanımı 40 MPa'ı aşan betonlar yüksek dayanımlı beton kabul edilirken günümüzde bu kavram önemini yitirmiştir. Dayanım ve dayanıklılık için en önemli gereksinim olabildiğince az boşluklu ve geçirimsiz beton üretmektir. Özellikle 1980 li yıllarda süper ve daha sonra da hiper akışkanlaştırıcıların ve ultra incelikli mineral katkıların kullanılması 2000 li yıllara gelindiğinde yalın betonların 28 günlük basınç dayanımlarının 200 MPa (2000 kgf/cm²)'a erişebileceği kanıtlanmıştır(9).

Belirli bir granülometriye sahip olan beton agregasının ince bölümünü kum oluşturur. İri agregalarda olduğu gibi kumların da temiz, kimyasal etkilere karşı dayanıklı ve dayanımının yeterli olması istenir. Ayrıca, kumun inert olması diğer bir deyişle çimento ile kimyasal reaksiyona girmemesi gerekir. Ülkemizde beton agregalarında aranan özellikler TS 706' da belirtilmiştir. Kum için söz konusu özellikler; elek analizi, dayanım, kil ve silt içeriği, organik madde içeriği, alkali agrega reaktivitesi deneysel

olarak belirlenir. Ancak bu deneylerden olumlu sonuç alınması halinde, söz konusu agreganın betonda kullanılmasına izin verilir. Kumda çok ince kil ve silt tanelerinin varlığı betonun dayanımını düşürmektedir. Çoğunlukla zirai toprak kökenli organik maddeler, kil toprakları, kömür taneleri, yumuşak taneler, standardın üzerinde suda çözünen klorür miktarı ve sülfatın varlığı da betonun davranışını olumsuz etkilemektedir (9).

2.3.1. Çimento Hamurunun Yapısı

Çimento ve suyun karıldığı anda ortaya çıkan çimento hamurunun yapısı, aralarında su dolu küçük boşluklar bulunan çimento tanelerinden oluşmaktadır. Elde edilen çimento hamurunun hacmi, doğal olarak, çimento tanelerinin ve çimento tanelerinin arasındaki boşluklarda bulunan suyun hacimlerinin toplamına eşittir.

Hidratasyon ürünlerinin oluşmasıyla çimento hamurunun toplam hacminde değişiklik olmadığı varsayılmaktadır. Yani, hidratasyon sonucunda ortaya çıkan ürünler, bu sabit hacim içerisinde yer almaktadır.

Hidratasyon sonucu ortaya çıkan kalsiyum hidroksit kristalleri de dâhil olmak üzere, hidratasyon ürünlerinin tüm topluluğu, çimento teknolojisinde, "çimento jeli" olarak adlandırılmaktadır.

Çimento jelinin hacmi, hidratasyon yapan çimentonun hacminden daha büyüktür. 1 cc çimento, hidratasyonunu tamamladığı takdirde, yaklaşık 2.1 cc çimento jeli üretmektedir .(9,10,11,12)

Hidratasyon, çimento tanelerinin yüzeyinde başlamakta ve giderek tanelerin iç kısımlarında yer almaktadır. Ortaya çıkan hidratasyon ürünleri çimentodan daha büyük hacme sahip oldukları için, kapiler boşlukların içerisine taşarak yer almaktadırlar. Ne kadar çok çimento jeli ortaya çıkarsa, çimento hamurundaki kapiler boşluk oranında da o kadar azalma olmaktadır.

Hidratasyonunu belirli ölçüde gerçekleştirmiş, yani, bir miktar hidratasyon yapmış fakat hidratasyonunu tamamen bitirmemiş bir çimento hamurunun yapısı şu şekilde oluşmaktadır:

- Çimento jeli
- Çimento jelinin yapısında yer alan jel boşlukları
- Hidratasyonunu henüz tamamlamamış çimento ve

- Su dolu kapiler boşluklar.

2.3.2. Çimento Hamurunun Yapısında Yer Alan Boşluklar ve Özellikleri

Çimento hamurunun yapısında jel boşlukları ve kapiler boşluklar vardır.

2.3.2.1. Jel Boşlukları

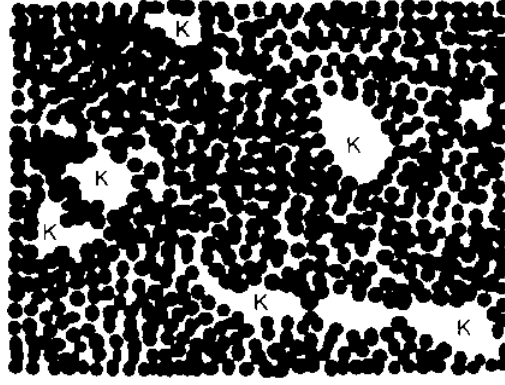
Jel boşlukları, hidratasyon sonucunda oluşan jellerin yapısında yer alan (jel yapısının bir parçası olan) boşluklardır. Birbiriyle bağlantısı olan bu boşlukların çapı 15–20 angström civarındadır (1 angström = 10^{-7} mm). Jel boşluklarının boyutu çok küçük olduğu için, jel üzerinde absorbe durumda olan suyun mobilitesi çok azdır. Jel boşluklarındaki su, serbest su gibi kolayca hareket edememekte, boşlukları kolayca terk etmemekte, serbest su gibi 0 °C sıcaklıkta donma göstermemektedir. Jel boşluklarındaki su, -78 °C sıcaklıkta donmaktadır (13).

Hidratasyon sonucu oluşmuş olan jelin yapısında, hacim olarak, %28 kadar jel boşluğu bulunmaktadır (9,11,12). Hidratasyon devam ettikçe, çimento hamurunun içerisindeki jel miktarı ve jel boşluklarının miktarı artmakta, fakat bu oran değişmemektedir.

2.3.2.2. Kapiler Boşluklar

Daha önce söz edildiği gibi, çimento ve suyun karıldığı anda, çimento hamurunun yapısında çimento taneleri ve çimento tanelerinin arasında su dolu küçük boşluklar yer almaktadır. Bu su dolu küçük boşluklar, birbiriyle bağlantısı bulunan kapiler sistem oluşturmaktadır. Çimento ve suyun birleştirildiği anda kimyasal reaksiyonlar başlamakta ve hidratasyon ürünleri ortaya çıkmaya başlamaktadır. Hidratasyon ürünlerinin hacmi, hidratasyon yapan çimentonun hacminden daha büyük olduğu için (çimentonun hacminden daha büyük yer kapladığı için), hidratasyon ürünleri, kapiler boşlukları azaltacak tarzda gelişmektedir. O nedenle, hidratasyon devam ettikçe, jel miktarı artmakta ve önceden mevcut olan kapiler boşlukların oranı azalmaktadır.

Çimento hamurunun sahip olduğu yapı (Şekil 2.11.) de basit bir modelle gösterilmektedir (12). Şekilde yer alan noktalar çimento jeli parçacıklarını, K harfiyle gösterilen bölümler ise kapiler boşlukları temsil etmektedir.



Şekil 2.11. Çimento Hamurundaki Yapıyı Gösteren Basit Bir Model

Çimento hamurunun yapısında başlangıçta yer alan boşlukların miktarı, çimento hamurunu oluşturan su/çimento oranına bağlıdır. Su/çimento oranı yüksek olduğu takdirde, daha çok kapiler boşluk yer almaktadır.

Özetle, sertleşmiş çimento hamurundaki kapiler boşlukların oranını etkileyen iki ana faktör bulunmaktadır:

- (1) Çimento hamurunu oluşturmak üzere kullanılan su/çimento oranı,
- (2) Hidratasyonun gerçekleşme ölçüsü.

Kapiler boşluklar değişik şekillere ve boyutlara sahiptir. Kapiler boşlukların ortalama çapı 0,0005 mm'dir. Çimento hamurunun içerisinde rastgele dağılım gösteren ve içerisi su dolu olan bu boşluklar, çimento hamurunun karıldığı anda birbirleriyle genellikle bağlantılı durumdadır (9,13,14). Ancak, hidratasyonun devam etmesi ve daha çok jel üretilmesiyle, bu boşlukların arasındaki bağlantı azalmaktadır.

Kapiler boşlukların içerisindeki su, jel boşluklarındaki sudan farklı davranış göstermektedir. Sertleşmiş çimento hamurundaki bu boşlukların içerisinde bulunan su, sıcak ve kuru ortamda buharlaşıp kaybolabilmekte, ıslak ortamda boşlukların içerisinde tekrar yer alabilmektedir. Kapiler boşluklardaki su, serbest su gibi davranış göstermekte, 0 °C sıcaklık civarında donmaktadır.

Sertleşmiş çimento hamurunda yer alan kapiler boşluk oranı, çimento hamurunun hem dayanımını hem de su geçirgenliğini ve dayanıklılığını etkilemektedir. Boşluk oranı yüksek olan sertleşmiş çimento hamurunun dayanımı daha az olmakta, su geçirgenliği daha çok olmakta ve dayanıklılığı azalmaktadır.

2.3.3. Çimento Hamurunun Dayanım Kazanma Mekanizması

Çimento hamurunun sertleşip dayanım kazanabilmesine dair iki klasik teori bulunmaktadır (9). Bunlardan birincisi, 1882'de Le Chatelier tarafından öne sürülmüştür. Buna göre, çimentonun hidratasyon ürünlerinin çözünme özeliği orijinal ana bileşenlerinkinden daha düşüktür ve hidratlar süper doymuş bir solüsyondan çökelmektedir. Çökelti, yüksek kohesif ve adhesif özellikteki dantel dokusu gibi iç içe girmiş kristallerden oluşmaktadır, ikinci teori ise, 1893'de Michaelis tarafından öne sürülmüştür. Çimento hamurunun ilk dayanımı, kristal alüminatlar, sülföalüminatlar ve kalsiyum hidroksit tarafından sağlanmaktadır. Daha sonra, kirece doymuş su, silikatlarla reaksiyona girmekte ve erimeyen özellikteki kalsiyum-silika-hidrat jellerini oluşturmaktadır. Koloidal boyutlardaki bu çok küçük hidratasyon ürünleri çok büyük yüzey alanlarına sahiptir. Çimento hamurunun dayanımı koloidal büyüklükteki hidratasyon ürünleri arasındaki kohezyon nedeniyle sağlanmaktadır.

Çimento hamurunun dayanım kazanmasında hidratasyon ürünlerinin tümünün az çok katkısı olmakla beraber, dayanımın oluşmasındaki en büyük pay C-S-H jellerine aittir. Hatta çimento hamurunun dayanımının C-S-H jellerinin oluşmasından kaynaklandığı söylenebilmektedir.

C-S-H jellerinin çimento hamuruna sağladığı dayanımın nasıl kaynaklandığı kesin olarak bilinmemekle birlikte, ortaya çıkan dayanımın muhtemel nedeni iki tür bağ kuvvetinin varlığıyla açıklanmaktadır (9): Bağ kuvvetlerinin birincisi, birbirinden çok küçük mesafeyle (jel boşluğu kadar) uzakta olan çok küçük katı parçacıkların arasındaki fiziksel çekimdir. Bu tür bağ, genellikle, van der waal kuvvetleri olarak anılmaktadır. Bağ kuvvetlerinin ikincisi ise, van der waal kuvvetlerinden çok daha büyük olan, kimyasal (iyonik ve kovalent) bağlardır. Jel parçacıkları bu tür bir bağ nedeniyle bir dokuma örgüsü gibi çapraz olarak bağlanmaktadır.

2.3.4. İdeal Agregat Standartları

Agregalar kullanma yeri ve amacına göre, granülometrik bileşim, tane şekli, tane dayanımı, aşınma direnci, donatı dayanıklılığı ve zararlı maddeler bakımından TSE 12620 standardının gereklerini yerine getirmelidir. Ayrıca, suyun etkisi altında yumuşamamalı, dağılmamalı, çimentonun bileşenleri ile zararlı bileşikler meydana getirmemeli ve donatının korozyona karşı korunmasını tehlikeye düşürmemelidir (15,16,17,18,19,20,21,22).

2.3.4.1. Tane Dağılımı

Agreganın tane dağılımı, granülometri eğrileri ve gerektiğinde bu eğrilere bağlı olarak tayin edilen incelik modülü, özgül yüzey ve su istek katsayıları ile belirtilir.

2.3.4.2. Tane Şekli

Agrega tanelerinin şekli, olabildiği kadar küresel ve kübik olmalıdır. Tanenin en büyük boyutunun en küçük boyutuna oranı 3'den büyük olan tanelere şekilce kusurlu taneler denir. Şekilce kusurlu taneler (yassı veya uzun taneler) oranı, 8 mm'nin üzerindeki agregalarda ağırlıkça %50'den çok olmamalıdır.

2.3.4.3. Tane Dayanımı

Agrega taneleri, istenilen özellikli bir betonun yapımına elverişli olacak kadar dayanıklı olmalıdır. Bu özellik, doğal olarak oluşmuş kum ve çakılda veya bunlardan kırılarak elde edilen agregalarda, doğada uğradıkları ayıklanma olayı ile sağlanmaktadır. Betonun yapımında kullanılacak agregalar %30'dan, diğer agregalar için ağırlıkça %45'den az kayıp bulunmuş ise agregaya yeterli olarak kabul edilir.

2.3.4.4. Dona Dayanıklılık

Bir agreganın dona dayanıklılığı öngörülen kullanma amacı için yeterli olmalıdır. Doğal olarak oluşmuş kum ve çakıl veya bunlardan kırılarak elde edilen agregalar, doğada uğradıkları ayıklanma olayı dolayısıyla çoğunlukla çok az miktarda dona duyarlı taneler içerir. Sürekli donma ve çözünme olamayan yörelerde bu özellik aranmaz.

2.3.4.5. Zararlı Maddeler

Betonun prizine (katılaşmasına) veya sertleşmesine zarar veren, betonun dayanımını veya doluluğunu (kompasitesini) azaltan, parçalanmasına neden olan veya donatının korozyona karşı korunmasının tehlikeye düşüren maddelerdir. Dağılıp ve miktarlarına bağlı olarak zararlı etkiyen maddeler şunlardır. Yıkanabilir maddeler, organik kökenli maddeler, sertleşmeye zarar veren maddeler, bazı kükürtlü bileşikler, yumuşayan, şişen ve hacmi artıran maddeler, klorürler gibi korozyona sebep olan maddeler ve mikalar.

2.3.4.6. Yıkanabilir Maddeler

Yıkanabilir maddeler, agregada ince halde dağılmış veya topak halinde veya agregatanelerine yapışık olarak bulunabilir. Bu maddeler genellikle kil, silt ve çok ince taş unudur. Humuslu ve diğer organik maddeler ince dağılmış halde iken betonun sertleşmesine zarar verebilirler. Taneli halde bulundukları zaman renk değişmesine veya şişerek betonun yüzeyinde patlamalara neden olabilirler (27).

2.3.4.7. Sertleşmeye Zarar Veren Maddeler

Kükürtlü bileşikler, çeliğe zarar veren maddeler ve alkali agregat reaktivitesine neden olan faktörler betonun sertleşmesine zarar vermektedirler(27).

Kükürtlü Bileşikler

Kükürtlü bileşikler cinslerine, agregada içindeki miktarlarına ve yapının içinde bulunduğu ortam koşullarına bağlı olarak, betonda zararlı değişikliklere neden olabilirler. Burada kükürtlü bileşiğin cinsi ve dağılışı önemlidir. Örneğin iyi sıkıştırılmamış betonlarda, hava akımı ve rutubet vasıtasıyla oksitlenen sülfatlar (alkali sülfatlar jips, anhidrit gibi) zararlı olabilir. Sülfatlar betondaki kireç ve alüminyum bileşikleriyle reaksiyona girerler ve zamanla büyüyen kristaller meydana getirerek betonun parçalanmasına neden olurlar(27).

Çeliğe Zarar Veren Maddeler

Donatılı betonda kullanılacak agregalarda, donatının korozyona karşı korunmasını tehlikeye sokan, örneğin Nitratlar, Halojenürler (florür hariç) gibi tuzlar zararlı miktarda bulunmamalıdır. Ön gerilmeli beton için kullanılacak agregalarda, suda çözünen klorürler, klor olarak hesaplandığında ağırlıkça %0,2'den fazla bulunmamalıdır.(TSE12620) Tablo 2.2. de betonun kumları ve iri agregalar için yukarıda tanımlanan standart değerler verilmektedir.

Tablo 2.2. Beton kumları ve iri agrega standartları

STANDARTLAR	KUM	İRİ AGREGA
Gevşek Birim Ağırlık(TS3529)	Min. 1350 kg/m ³	Min. 1350 kg/m ³
Özgül Ağırlık (TS3529)	Min. 1350 kg/m ³	Min. 1350 kg/m ³
Deniz Hayvanı Kabuğu İçeriği	Kompositenin 0,49 değerinden küçük olması durumunda uygulanır.	
Organik Madde (TS3673)	Sodyum hidroksi çözeltisinde 24 saat tutulan numunenin rengi standart referans çözeltisi renginde veya daha açık renkte olmalıdır.	Sodyum hidroksi çözeltisinde 24 saat tutulan numunenin rengi standart referans çözeltisi renginde veya daha açık renkte olmalıdır.
Çamurlu Madde Miktarı(TS3527)	Çökeltme deneyi sonunda çamurlu madde miktarı hacimce %5'den küçük olmalı.	63 mm'den daha ince kil, silt veya taşunun gibi malzemelerin miktarı, yıkama deneyine göre %1,5 değerini aşmamalı.
Su Emme Miktarı (TS3526)	Max. %2	Max. %2
Dona Dayanıklılık	Standart Na ₂ SO ₄ çözeltisi ile yapılan dona dayanıklılık deneyinde ağırlık kaybı en çok %15 olmalı.	Standart Na ₂ SO ₄ çözeltisi ile yapılan dona dayanıklılık deneyinde ağırlık kaybı en çok %15 olmalı.
Alkaliye Duyarlı Taneler	Çimentoda eşdeğer alkali oksit değeri %0,6'dan büyükse kumda, alkaliye duyarlı taneler ağırlıkça %0,5'den az olmalı.	
Biçimsiz Tane Miktarı(TS3814)		Max. %40'ı aşmamalı
Aşınma Miktarı		Bilyeli tamburda yapılan aşınma deneyi sonunda tayin edilen malzeme kaybı 500 devir sonunda en çok %45 olmalı.

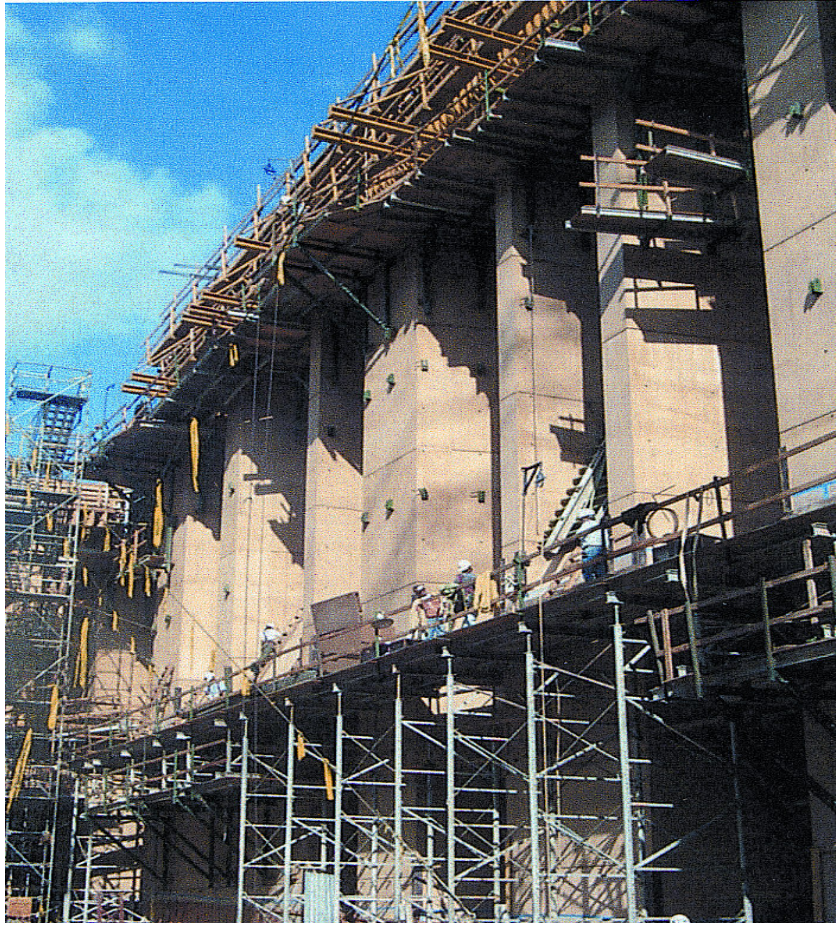
Alkali Agrega Reaktivitesine Neden Olan Faktörler

Belirli kökenli agregalar, reaksiyon yapabilen silisten oluşan bileşenleri içerebilirler. Bu cins bileşenler, betonun boşluk suyunda çözünen alkali hidroksit ile kuvvetli kimyasal reaksiyona girerler ve önce berrak ve yüksek konsantrasyonlu sonra yüksek viskoziteli alkali silikat çözeltisini meydana getirirler. Agreganın alkaliye duyarlı bileşenlerinin cins ve miktarına, tane büyüklüğü ve dağılışına, betonun boşluğunda bulunan çözeltideki alkali hidroksit miktarına ve sertleşmiş betonun çevre koşullarına bağlıdır. Bu nedenle alkaliye duyarlı tanelerin tek başına değerlendirilmesi yeterli değildir. Betondaki alkali reaksiyonu önce normal koşullar altında sertleşmiş olan betonda zamanla yüzeye yakın bulunan alkaliye duyarlı agrega tanelerinin ayrışmasına veya betondan kopmasına, çatlaklara ve aşırı halde betonun parçalanmasına neden olur. Ayrıca agregalar içinde kömür en çok %1 ve su alınca şişen tabakalaşan maddeler ağırlıkça en çok %0,25 olmalıdır. Deneyle saptanan yumuşak taneler ise ağırlıkça en çok %3 olmalıdır. Ön gerilmeli beton için kullanılacak iri agregalarda klorürler, klor olarak hesaplandığında, en çok %0,06 olmalıdır (23).

3. BETON KALIPLARI

Betonun mimari ve statik açıdan gerekli formu almasını sağlayan ve beton yeterli dayanım kazanıncaya kadar onu taşıyan yardımcı yapı elemanlarına kalıp (Şekil 3.1.) denir (7). Kalıp terimi (formwork), betonla doğrudan temas halinde bulunan esas materyal ve bütün gerekli taşıyıcı-destekleyici strüktürü kapsar (24).

Kalıp, betonu istenilen şekli ve boyutu vermek için yapılan ve beton prizini yaptıktan sonra sökülen bir yardımcı olduğuna göre, kolay yapılır ve kolay sökülür olmalıdır. Kalıp üzerine gelen her türlü yükleri, sarsıntıları karşılayacak şekilde yapılıp ucuza mal edilmeli, diğer katlarda da tekrar kullanılabilmelidir.



Şekil 3.1. Kalıp

Kalıp ahşap ve metal malzemeden yapılmaktadır. Metal malzeme pahalı ve şekil değişimi zor olduğundan büyük ve standart inşaatlarda kullanılmaktadır. Memleketimizde en çok ahşap kalıplar yapılmaktadır. Ahşap kalıplarda çam, köknar, kavak keresteleri kullanılmaktadır. Kalıpta kullanılacak ahşap güneşe, suya ve yüke karşı koyabilmeli fazla şekil değişimi yapmamalıdır. Bu bakımdan en çok çam ağacı mamulleri kullanılır. Çam keresteleri de işin önemine 1. 2. 3. sınıflardan seçilerek kullanılır. Ekseriya 2. sınıf kereste kalıpta kullanılır. Kereste de en çok, kalıptan çıkınca fazla şekil değiştirmemesi istenir. Bazı bölgelerden çıkan keresteler fazla şekil değişimi olduğundan tercih edilmezler.

3.1. Görevleri

- Betonarme elemanlara gerekli boyut ve şekli vermek.
- Taze beton ağırlıklarını, taze beton basınçlarını ve beton dökümü sırasında ortaya çıkan ilave yükleri taşımak,
- Beton dökümü sırasında ortaya çıkabilecek darbe ve titreşim etkilerine dayanmak,
- Gerekli durumlarda çalışma ve iletim döşemesi gibi de kullanılmak, şeklinde özetlenebilir.

3.2. Kalıptan Beklenen Özellikler

- Kalıp temiz, ölçülere uygun ve sızdırmaz olmalıdır,
- Az parça ile kurulabilmelidir (hareketli parça sayısı az olmalıdır),
- Kalıp elemanlarını birleştiren bağlantı elemanlarının kullanılışı kolay olmalıdır,
- Beton ağırlığından ve beton dökümünden dolayı ortaya çıkan yükleri şartnamelerin öngördüğü güvenlikle taşınmalıdır,
- Büyük yüzeyli kalıp elemanlarının ağırlıkları vinç kapasitesini aşmamalıdır,
- Basit detaylarla çözülebilmelidir,
- Usta gereksinimi az olmalıdır,
- Yapıdan ve plandan bağımsız olmalıdır,
- Ekonomik olmalıdır.

- Yüksek kullanım sayılı pahalı bir kalıp sistemi çok az işçilik masrafı gerektirse bile optimum kullanım sayısına erişilemiyorsa tercih edilmemelidir.

3.3. Kalıp Yüzü Elemanları

Kalıp yüzü elemanları olarak 2,5–5 cm kalınlıkta 15–20 cm genişlikte tahta ve kalaslar kullanılmaktadır. Ayrıca, kontrplak ve sunta levhalar (suni tahtalar), plastik (Şekil 3.2.) ve kağıt levhalar sac ve alüminyum levhalar da (Şekil 3.3.) bu maksat için tercih edilmektedir.



Şekil 3.2. Plastik Levha



Şekil 3.3. Metal Levha

Kalıp söküldükten sonra üzeri sıvanmadan bırakılan çıplak beton (brüt beton) kalıplarında tahtaların betona temas eden yüzleri rendelenir ve birbirine zıvana geçme ile birleştirilerek betonun düzgün çıkması temin edilir. Kalıp yüzlerine uygun kalıp ayırıcı yağlar fırça (Şekil 3.4.) ile sürülerek betonun yapışması önlenir ve düzgün yüz elde edilir.



Şekil 3.4. Kalıp Ayırıcı Yağlar

Kalıp yüzünü meydana getiren tahtalar beton sıkıştırılırken çimento şerbetinin akmasına engel olacak şekilde çakılmalıdır. İşin önemine göre tahta aralarına plastik veya kauçuk maddelerde konulur. Bu tahtalar vibratör tamirine karşı dayanıklı olmalıdır. Kiriş alt ve yan yüzleri ile kolon yüzlerine gelecek kalıp (kanat) birkaç tahta genişliğinde olduğu takdirde yan yana gelen tahtalar klapa (kuşak) denen 2,5x5 veya 25–10 cm lik parçalarla bağlanır. Tahtalar ızgaralara söküm kolaylığı düşünülerek az çiviyle tutturulmalıdır.

Kalıp sökmesine ayaklardan ve kolonlardan başlanmalı, daha sonra döşeme ve kiriş kalıpları alınmalıdır. Dikmeler altındaki kamalar alınarak kalıp laçka hale getirilir. Bu sırada zor kullanmaya, vurarak devirmeye, sarsmaya müsaade edilmemelidir.

3.4. Maliyet Faktörü

Beton teknolojilerindeki gelişmeler sonucu yapı elemanları daha narin ve detaylı yapılabilmekte bu durumda da işlenmiş birim betonda kalıp maliyetlerinin payı artmaktadır. Kalıp maliyetlerinde de kalıp işçiliği payı kalıp malzeme maliyetinin yaklaşık üç katı kadardır. Beton ve donatı maliyetleri çok değiştirilemediği için kaba inşaat maliyetlerindeki bir ekonomi kalıp maliyetlerinin azaltılması ile mümkün olabilecektir. Bu nedenlerle kalıplanacak elemanın boyutlarına göre şantiyede kalıp tahtaları, kalaslar, dikmeler, çiviler ve bağlantı elemanları ile teşkil edilen ve kalıp alındıktan sonra sökülen "klasik kalıplama" yerini yeni ve rasyonel "kalıp sistemleri" ne bırakmaktadır.

Kalıp sistemlerinde kalıp elemanları belirli standartlarda fabrikasyon olarak imal edilip şantiyede bir iş programına göre kullanılırlar. Kalıplar kalıp yüzeyleri, mesnet konstrüksiyonları ve yardımcı elemanlarla teşkil edilir. Kalıp yüzeyleri genellikle ahşaptan imal edilmekle birlikte çelik, sac ve alüminyum kalıp yüzeyleri de kullanılmaktadır. Mesnet konstrüksiyonlar ise kalıp taşıyıcıları, dikmeler ve bağlantı elemanlarıdır. Kalıp taşıyıcıları ahşap kalaslar, ahşap kafes kirişler veya dolu gövdeli ahşap kirişler, boyu ayarlanabilir çelik kirişler, çelik profillerdir.

Kalıp dikmeleri olarak ahşap kalaslara ve teleskopik çelik dikmeler ile yüksek döşeme kalıplarında üç boyutlu çok parçalı sehpa dikmeler kullanılır.

3.5. Kalıp Sisteminin Seçimi

Kalıp sisteminin seçimine etki eden faktörler yapı türü, taşıyıcı sistemi, hacimlerin bölünüşü, betonun istenen yüzey durumu, şantiyenin vinç ve taşıma olanaklarıdır. Ülkemizde bilhassa büyük inşaatlarda kalıp sistemlerinin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Genellikle ithal edilerek kullanılan bu sistemlerin yanı sıra birçok yerli firmada üretime geçmiştir. Halen ülkemizde kalıp standardı bulunmadığı için imal edilen veya ithal edilen kalıp sistemlerinin güvenilirliğinin kontrolü yapılamamaktadır. Bu nedenle kalıpların teşkil ve hesap esaslarını içeren bir yönetmeliğin en kısa zamanda hazırlanması gerekmektedir (7).

Yüzey özellikleri önem kazandıkça kalıp malzemesinin seçimi ve hazırlığı önem kazanır. Kalıp malzemeleri kontrplak, plastik kaplı kontrplak, ahşap, çelik, cam lifi takviyeli plastik, kauçuk, elastik dokulu poliüretan veya PVC olabilir.

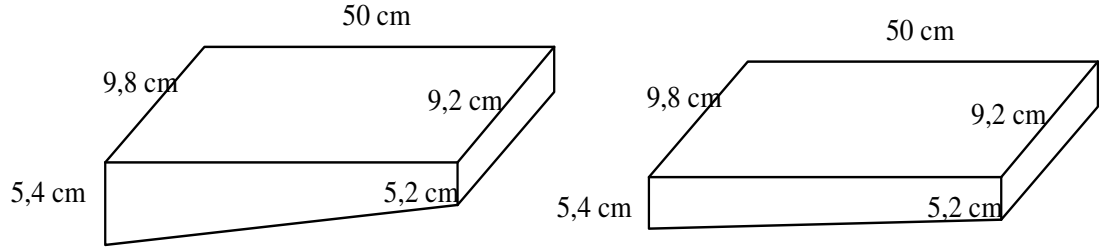
Beton; ahşap veya yüzeyi dokulu plastik kalıba yerleştirilirse kolayca yüzeyin şeklini alır. Bununla birlikte beton yüzey kusurlarını da kolayca ortaya koyabilir. Kalıp yağ ve pasları lekelenmelere sebep olur.

Kalıp yüzeyi, ahşap gibi su emici bir malzeme ise, priz öncesi betonun suyunu alacaktır. Buradaki suyun hareketi çimento taneciklerinin yüzeye hareket etmesine neden olacak ve bu bölgelerdeki düşük su / çimento oranı nedeniyle yüzeyde renk daha koyu olacaktır. Bu olaya hidratasyon renk bozulması veya lekelenmesi adı verilir. Yüzeyin su emmeyen bir malzemeden oluşturulması ise, daha açık renklerin oluşmasına neden olur. Bu tür kalıplar yüzeyde daha fazla hava kabarcığı oluşmasına da yol açabilirler (5).

Kalıpların sızdırmaz bir şekilde inşa edilmeleri düzgün bir yüzey elde etmek için önemlidir. Gerekli özen gösterilmezse, ek yerlerinden oluşacak su sızmaları, hidratasyon renk bozulması olayına neden olur.

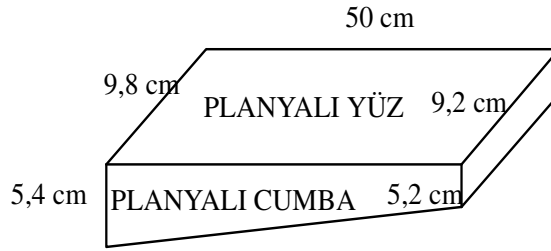
3.6. Betonarme Kare Kesitli Ahşap Kalıbın Hazırlanması

- Kalıp yapımında kullanacağımız ahşap malzememizin önce düzgün olmayan yüz bölümü (Şekil 3.5.) lifleri doğrultusunda planya makinesinde, çalışma kurallarına uygun olarak işleme tabi tutulur (25).



Şekil 3.5. Betonarme Kare Kesitli Ahşap

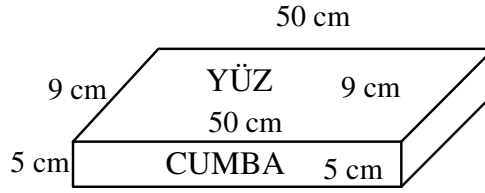
- Planya makinesinde parçanın düzeltilen yüz kısmı sipere dayanarak cumba kısmı yüz kısmıyla 90° oluncaya kadar düzeltilir. (Şekil 3.6.) Elimizdeki diğer parçalarda aynı işleme tabi tutulur.



Şekil 3.6. Betonarme Kare Kesitli Ahşap

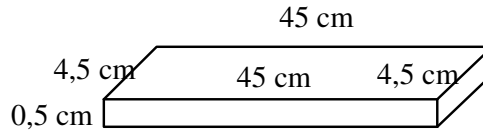
- Planya makinesinde yüz ve cumbası yapılan parçaların daha sonra kalınlık makinesinde, düzeltilmiş olan yüzü tabla üzerine oturtularak, istenilen kalınlığa maksimum 3mm talaş aldırarak kadar düşürülerek, işleme devam edilir.
- Yüz kısmı kalınlık makinesinde istenilen kalınlığa düşürüldükten sonra parçanın eşit kalınlıkta olmayan cumba kısmı da makine kuralları dâhilinde istenilen kalınlığa

maksimum 3mm talaş aldırarak kadar düşürülerek en ve kalınlığı her yerinde eşit hale getirilir (Şekil 3.7.).



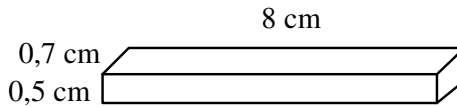
Şekil 3.7. Betonarme Kare Kesitli Ahşap

- Bütün parçaların planya ve kalınlık makinelerindeki işlemleri bittikten sonra karşılıklı ölçüleri eşit olan parçaların boylarını eşitlemek için daire testere makinesinde kızaklı tabla yardımıyla boy uzunlukları eşit duruma getirilir.
- Düzgün olan parçamızdan birini seçip şerit testere makinesine geçerek kalıbımız için hazırlayacağımız kaplama tahtaları için hazırlık yaparız. Şerit testere makinesinin siperini 5 mm ye ayarlarız ve talaş payının 2 mm olacağını göz önünde bulundurarak bütün parçamızdan sekiz adet kaplama tahtası çıkartırız (Şekil 3.8.).



Şekil 3.8. Betonarme Kare Kesitli Ahşap

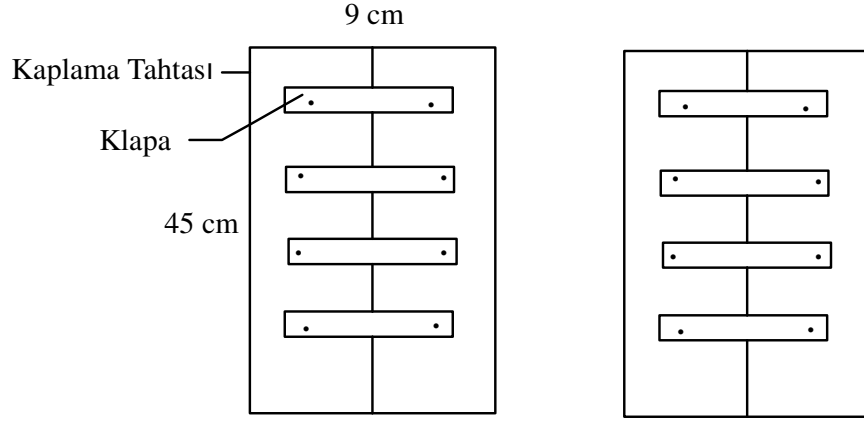
- Artan parçamızdan kaplama tahtalarını birleştirmek için klapa adı verilen parça çıkarmak içinde yine şerit testere makinemizin siperini 5mm ye ayarlayarak çıtalara elde ederiz. Bu çıtalara 8cm boyunda keserek 16 adet klapa elde ederiz (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Betonarme Kare Kesitli Ahşap

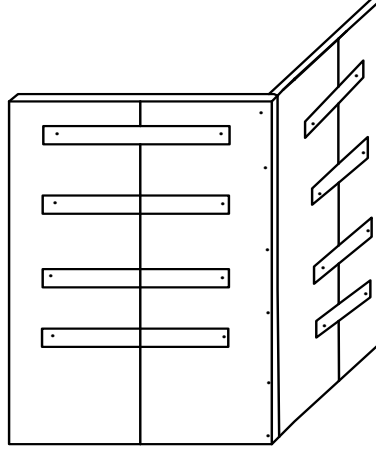
- Klapaları da elde ettikten sonra kaplama tahtalarını klapalar yardımıyla yan yana sabitleyerek çiviler vasıtasıyla tespit ederiz. Bu işlemi bütün kaplama tahtalarında

ikişerli grup şeklinde yaparız. Ve klapalar tüm yüzeylerde birbirleriyle aynı hizada olacak şekilde ayarlanır. (Şekil 3.10.)



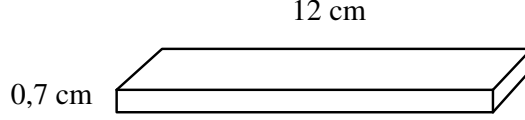
Şekil 3.10. Betonarme Kare Kesitli Ahşap

- Klapalarla birbirine tutturulan, 8 parçadan oluşan kalıp tahtaları birbirlerine 90°lik açı oluşturacak şekilde çivilerle tespit edilir. (Şekil 3.11.)



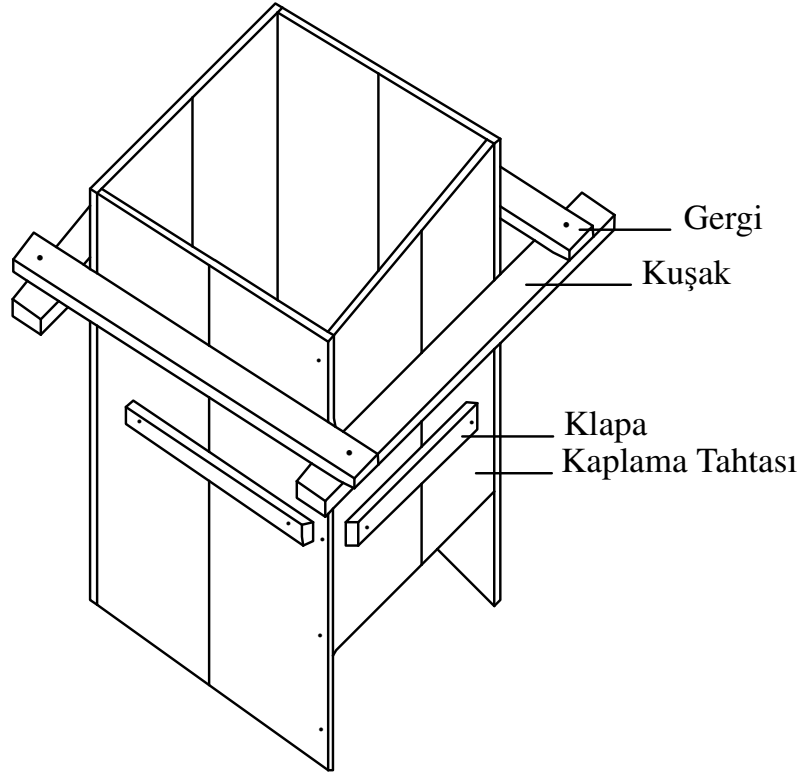
Şekil 3.11. Betonarme kare kesitli ahşap

- Elimizdeki diğer parçalarla kaplama parçalarının dış kısmına çakılacak kuşak ve kuşakların üstüne tespitilecek gergiler hazırlanır. 12cm uzunluğunda ve 7cm kalınlığında 8 adet kuşak ve 8 adet gergi şerit testere makinesinde kesilerek elde edilir (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Betonarme kare kesitli ahşap

- L biçimindeki kaplama tahtalarına kuşaklar çakılır. Ve kaplama tahtaları kare şeklini oluşturacak biçimde birbirine çivi ile tespit edilir. Ayrıca kuşaklar karşılıklı aynı hizada olmalıdır. Yapılan kalıbın açılmasını önlemek için de kuşakların üstüne gergileri çiviler ile tespit ederiz. Ayrıca kalıbın bitiminde temizleme boşluğu için bir yer bırakılır ve buraya bir kapak konarak gerektiğinde temizlenmek için açılmalıdır (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. Betonarme kare kesitli ahşap

3.7. Kalıbın Beton Yüzeye Etkisi

Mimari beton hem iç yüzeyde hem dış yüzeyde bitiş elemanı olarak kullanılabilir. Betonda malzeme, dizayn, kalıbın yapımı, betonun yerleştirilmesi ve betonun takviye edilmesi özel bir dikkat ve özenle yapılmalıdır ki yüzey kusurları (petekleşme, kıvrılmalar, soğuk derz. vb.) oluşmasın ve ayrıca, yüzey dokusunun bütünlüğü bozulmasın. Kalıp malzemesi seçilirken beton yüzeyinin karakteristiği düşünülerek seçilmelidir. Ayrıca, kalıbın uygun bir teknikle kapatılması ve kalıbın uygun malzemeyle kaplanarak su geçirmez hale gelmesi sağlanmalıdır.

Kalıbın yüzeye olan etkisi dışında birçok faktörde betondaki mimari etkiyi bozabilir. Bu faktörler inşaatın dizayn aşamasından bitim aşamasına kadar karşılaşılabileceğimiz faktörlerdir.

Bunlara kısaca göz atacak olursak malzemenin karışım oranları ve betonu oluşturan malzemelerin kalitesi ki bir sonraki bölümde bu konu daha ayrıntılı işlenecektir, betonun yerleştirilmesi metodu, betonu güçlendirme ve takviye etme teknikleri ve kürlenme prosedürleri. Kimyasal maddelerde betonun yüzey kalitesine etki edebilmektedirler. Bu etki beton yapımında kullanılan malzemelerin karışımında katılarak direkt bir etki şeklinde olabileceği gibi kalıp ayırıcı olarak sonda kullanıldığı gibi de endirekt bir şekilde de olabilir. Hatta inşaat bittikten sonra hava kirliliğinden beton görünümü negatif olarak etkilenebilmektedir. Tüm sayılan faktörler daha dizayn aşamasındayken düşünülmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Tüm bu sayılanlar dışında başlı başına büyük bir faktör olan işçiliği tabi ki saymadan geçemeyiz.

3.7.1. Üniform Görünüm

Mimari beton üniform renk, doku ve yüzey bitimine sahip olmalıdır. Bunu sağlamanın en etkin yolu yapılan örnekleri iyi analiz edip gerekli olan yapı kurallarına harfiyen uymaktır. Tüm süreçlerde mümkün olduğunca aynı işlemler yapılmalı ve bu işlemlerin uygulama süreleri aynı olup aynı kalıp malzemesi kullanılmalıdır.

3.7.2. Mimarın Rolü

Kalıbın beton yüzeye etkisinde uygulayıcı olarak teknik elemanın büyük önemi vardır. Teknik eleman; Öntasarım, sözleşmeler ve iş takibi, toleranslar, mafsallar ve

detaylar, bağlamalar ve ek yerleri, donatının kapatılması gibi bir çok konuda çözümler getirecektir (26).

3.7.3. Malzeme ve Elemanları

Genelde kalıp yüzey malzemesi olarak ahşap, çelik ve plastiğin kullanılmakta olduğu görülmektedir. Mekanik ve fiziksel özellikleri bakımından farklılık gösteren bu malzemeler kalıpladıkları beton yüzey özellikleri bakımından da farklılık göstermektedir (26).

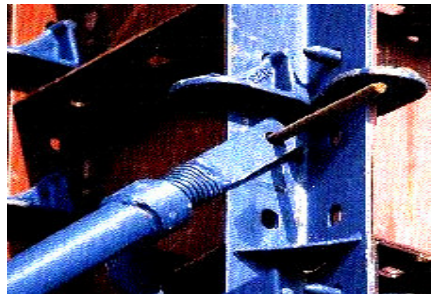
3.7.3.1. Kalıp Kaplaması

Mimari betonda kalıp kaplamasının görevleri, beton yüzeyinin üniformluğunu kalıbın defalarca kullanılmasına rağmen sağlanabilmesi ve oluşabilecek yüzey hasarlarını kabul edilebilir limitler içinde tutabilmelidir.

Kontrplak, çelik, fiber cam donatılı plastik ve alüminyum gibi malzemeler kalıp kaplaması olarak kullanılabilir. Seçilen malzemenin kalite sınıfı gerekli basınç dayanımı ve maruz kalabileceği hasarlara direncine göre seçilmelidir. Ayrıca, seçilen malzemenin istenen yüzey dokusunu da sağlayabileceği düşünülmelidir. Diğer bir önemli nokta ise çeliğin paslanabilme ihtimaline karşın bu malzeme dikkatlice takip edilmelidir.

3.7.3.2. Kalıp Astar ve Kalıp Kenetler

Kalıp astar kalıbın iç kısmında bitişik olup yüzey dokusunu ıslah eder ve beton kalitesini artırır. Yapısal olarak ihtiyaç yoktur. Ahşap, plastik, elastomer malzemeler ve fiber cam donatılı plastikler kalıp astar olarak kullanılabilirler. Tabi ki bunların iyi detaylandırılmış olması ve uygun biçimde üretilmesi gerekmektedir. Plastik malzemeler günlük sıcaklık farklarda göz önünde tutularak kullanılmalıdırlar (26).



Şekil 3.14. Kalıp Kenet

3.7.3.3. Yapısal Çerçeveler

Kalıp kaplama çelik ve alüminyum gibi elemanlarda düz ve rijit olacak şekilde desteklenmelidir.

3.7.4. Dizayn

- Bazı özel durumlar
- Betonun yanal basıncı

Betonun yanal basıncına önlem olarak betonda dış vibrasyon (Şekil 3.15.) uygulanabilir.



Şekil 3.15. Dış Vibrasyon

- Yapısal düzenlemeler
- Kenet dizaynı
- Mafsal yerlerinin detaylandırılması; mümkün olduğunca keskin olmamalı

3.7.5. Konstrüksiyon

Kalıp taşıyıcı sistemleri, farklı betonarme eleman kalıplarında farklı şekil ve konumlarda olmakla beraber çoğu zaman görevleri bakımından benzer özellikler taşımaktadır. Örneğin kiriş ve döşeme kalıplarında kalıp alt yüzeylerini destekleyen dikmeler beton yüzeyine gelen düşey yükleri bir alt döşemeye aktarma görevini yerine getirmektedirler (26).

3.7.5.1. Genel

Kalıplar maruz kalacakları basınçlara karşı dirençli olabilecek şekilde özenle yerleştirilmeli ve yapılmalıdır. Ayrıca, sapma ve eğilme limitleri dikkate alınarak kabul edilebilir toleranslar dışına çıkılmamalıdır. Mümkün olduğunca az mafsal kullanılması önerilmekte ve kullanılmasının zorunlu olduğu yerlerde de uygun bir

biçimde birleştirilmesi gereklidir. Bir daha kullanılacak olan kalıplar herhangi bir deformasyona maruz kalıp kalmadığının anlaşılabilmesi için dikkatlice incelenmelidir.

3.7.5.2. Kalıp Kaplama ve Ek Yeri

Kalıp parçalarının boyutları ve ek yerlerinin doğru planlanması ile oluşması muhtemel potansiyel kusurlar büyük ölçüde önlenebilir. Brüt beton kalıbında sızıntının kontrol edilmesi ve önlenmesi önemlidir.

Mimari beton kalıpları su sızmasına karşı dirençli olmalı ki renk farklılaşması oluşmasın. Betondan su kaybının önlenmesinin bir yolu kalıp mafsallarına esnek bir malzemeden conta yerleştirilmesidir (25).

3.7.5.3. Temizleme

Kalıplar her kullanımlarından sonra dikkatlice temizlenmeli ve onarılmalıdırlar ki yüzey kusurlarına sebep olabilecek veya yüzey kalitesini düşürebilecek etkenler önlenmiş olsun. Kalıplar her kullanım sonrası temizlendikleri takdirde kullanım ömürleri ve performansları artacaktır.

3.7.6. Kalıp Sökme

Betonun kalıplanması sırasında, beton yüzeyine etki edebilecek kalıplama aşamalarından yukarıda sırasıyla üzerinde durulmuştur. Bu aşamalardan sonra betonun kalıptan çıkarılması yani kalıpların sökülmesi (Şekil 3.16.) aşaması iyi sonuç alabilmek için önemli bir aşamadır.



Şekil 3.16. Kalıp Sökümü

3.7.6.1. Hasardan Kaçınma

Kalıplar sökülürken betona ve özellikle beton yüzeyine herhangi bir hasar vermemeye özen gösterilmelidir.

3.7.6.2. Beton Dayanımı

Betonun basınç dayanımının fazla olması için kalıplar mümkün olduğunca uzun süre sökülmemelidir.

3.7.6.3. Üniformluk

Kalıpların uzun süreli yapı üzerinde durması üniformluğu açısından da istenen bir durumdur, çünkü betonu hava koşullarından korumuş olur.

3.7.6.4. Termal Şok

Özellikle soğuk havada dökülmüş olan beton için termal şok tehlikesi vardır ve bundan kaçınmak özel bir dikkat gerektirmektedir. Önlem olarak yapının bulunduğu alan ısıtılabilir (26).

4.BETON VE HASAR

Hasarı, zorlu bir olay ve dış etkiler sonucunda meydana gelen kırılma, dökülme, çatlama, yıkılma gibi zarar veya bir yapının tümünün ya da bir parçasının işlevini göremeyecek duruma gelmesi durumundaki zarar şeklinde tarif edebiliriz (1).

Değişik türdeki yapılarda kullanılmakta olan beton, hizmet süresi boyunca, bünyesinde yıpranmaya yol açabilecek birçok kimyasal veya fiziksel etkenle karşılaşmaktadır. Bu etkenler, doğa koşullarından, betonun kullanıldığı ortamdan veya betondaki alkalilerle reaktif agregalar arasındaki reaksiyonlardan kaynaklanmaktadır (27).

Betonun içersine sızan su, karbon dioksit, oksijen, sülfat, asit ve klor gibi maddeler, betonda değişik türlerdeki kimyasal olayların yer almasına neden olmaktadır. Betonun içersindeki alkalilerle reaktif agregalar arasında gelişen ve sertleşmiş betonun genişerek yıpranmasına yol açan reaksiyonlar da kimyasal olaylar sonucunda yer almaktadır.

Islanma-kuruma, donma-çözülme, ısınma-soğuma ve aşınma gibi olaylar betonun yıpranmasına yol açacak nitelikteki fiziksel olaylardır.

Betonda yer alan kimyasal ve fiziksel olaylar sonucunda beton daha boşluklu bir malzeme durumuna gelebilmekte, içersindeki demir donatılar paslanabilmekte, beton aşınabilmekte ve betonun içersinde çok büyük gerilmeler oluşabilmektedir. Bütün bu olaylar, betonun hasar görmesine, hizmet edemez duruma gelmesine yol açmaktadır.

Bilindiği gibi yapıların tasarımında, betonun hedeflenen dayanımdan daha düşük dayanıma sahip olmaması istenmektedir. Ancak, betonun, hizmet gördüğü süre boyunca karşılaştığı kimyasal ve fiziksel olaylar karşısında yeterli direnci gösterebilmesi, yani, yeterince dayanıklı olması, en az, betonun dayanımı kadar, hatta çoğu zaman beton dayanımından daha da önemlidir (27).

4.1. Kimyasal ve Fiziksel Nedenler

Betonun dayanıklılığını olumsuz etkileyen ve hasara sebep olan bazı kimyasal ve fiziksel olaylar şunlardır(27);

- Betondaki kalsiyum hidroksitin çözülmesi ve beton yüzeyinde “çiçeklenme” oluşması
- Sülfat etkisi
- Deniz suyunun etkisi
- Asit etkisi
- Karbonatlaşma
- Alkali-agrega reaksiyonu
- Paslanma
- Donma-çözülme etkisi
- Beton yüzeyinin pullanması
- Aşınma

4.2. Yüzey Hasarı

Dokulu veya düz bir yüzeyde lekesiz ve renk tonu farkı olmayan bir görünüme ulaşmak gerçekten çok zordur. Hasarlı bir yüzeyin onarımı pahalı, ayrıca nadiren tatmin edici olduğundan daha işin başında gerekli planlama yapılmalı ve güçlendirme prosedürlerine bağlı kalınmalıdır. Malzemenin, tasarımcı tarafından iyi kullanılmasıyla, oluşabilecek yüzey hasarları tolere edilebilir değerler arasında kalacaktır (28).

4.2.1. Yüzey Kusurları

Yüzey kusurlarının oluşmasına neden olan etkenler çok çeşitlilik gösterdiğinden beton yüzeyinde oluşan yüzey kusurları oldukça fazladır. Betonun meydana getiren öğelerin kullanılma oranından bunların dizaynına, kalıpların malzeme türü ve yapısına, inşaatın yapımı sırasındaki hava koşullarına, taze betonun özelliklerine, betonun yerleştirilmesine ve ayrıca betonun iyi nitelik kazanabilmesi için yapılan çeşitli güçlendirme işlemlerinin yapım kalitesine kadar çoklu etkenler zinciri kusura neden olabilecek halkaları teşkil edebilirler. Bu bölümde, oluşabilecek kusur türlerinden ve kısaca bunların nedenlerinden bahsedeceğiz (28).

4.2.1.1. Petekleşme (Honeycomb)

Harç hatası yüzünden betonda kalan boşlukların iri agregaların arasını doldurması sonucu oluşan hava boşluklu sert yüzeydir.



Şekil 4.1. Petekleşme

Nedenleri:

- Dar kesit
- Donatı parçaları
- Derzlerde sızma
- Yüksek sıcaklık
- Rüzgâr
- Donatının kalıba çok yakın olması
- Düşük işlenebilirlik
- Erken priz
- Aşırı karıştırma
- Kalıplarda fazla taşınması
- Yetersiz kalınlıkta döküm
- Kısa aralıklarla vibre etme
- Daldırma süresinin az olması
- Yetersiz bir şekilde içine girmesi

Harç sonucunda oluşabilen düzensiz boşlukların iri agrega parçalarını doldurmasıyla oluşur. İyi bir vibrasyon betonun akıcılığını arttırarak bu kusurun önüne geçebilir.

Betonu oluşturan öğelerin karıştırılma oranlarıyla oynayarak işlenebilirliğinin artırılması sonucunda da petekleşme önlenir.

4.2.1.2. Boşluklu yüzey (Air Surface Voids)

Çimento hamuru, harç veya beton üzerinde oluşan boşluğun hava ile dolmasıyla 25 mm çapa kadar oluşabilen düzensiz ve birbirinden bağımsız deliklerdir.



Şekil 4.2. Boşluklu Yüzey

Nedenleri:

- Yetersiz nemlendirme
- Geçirimsiz kalıp yüzeyi
- Çok esnek kalıp
- Yanlış kalıp ayırıcı kullanımı
- Yüksek sıcaklık
- Fazla ayırıcı malzeme kullanımı
- Düşük işlenebilirlik
- Fazla çimento veya puzolanik madde
- Fazla kum ve fazla hava içeriği

4.2.1.3. Kalıp Çizikleri (Form Streaking)

Çimentonun kum ve çakıl dokulu alanlarda eksik kullanımıyla oluşur, ayrıca koyu renkte ve bitişik yüzeyleri birbirine bağlar.

Nedenleri:

- Derzlerde sızma
- Kalıp bağlantı delikleri
- Aşırı su

- Yüksek çökme miktarı
- Fazla geniş yüzey

4.2.1.4. Renk Farklılaşması (Colour Variation)

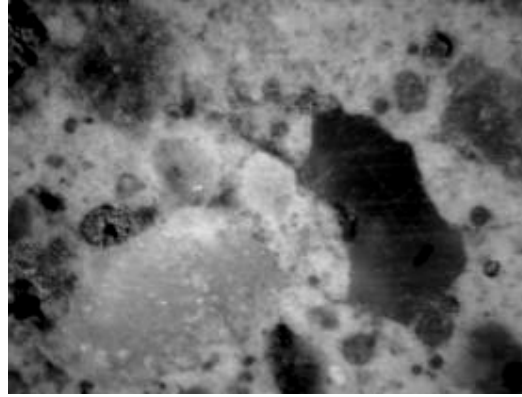
Harman farkından dolayı oluşan renk tonu farklılığı

Nedenleri:

- Yüzeyin absorbe edebilme kapasitesinin homojen olmaması
- Yüzey ayırıcılarla reaksiyona girme
- Kalıp bağlantı noktalarında kaçak oluşu
- Renklendirici malzemenin üniform olmaması
- Ebatlarda tutarsızlık
- Kalsiyum klorit (koyu çizgilere sebep olabilir)
- Segregasyon
- Vibrasyon farklılığı

4.2.1.5. Agreganın Görünmesi (Aggregate Transparency)

Beton yüzeyinin benekli görünümüne denir.



Şekil 4.3. Agreganın Görünmesi

Nedenleri:

- Çok esnek kalıp
- Yüksek yoğunluklu yüzey bitimi
- Az kum içeriği

- Kuru veya gözenekli agrega
- Fazla ve yüzeysel olan vibrasyon

4.2.1.6. Çatlama (Subsidence Cracking)

Genelde yatay yönde olan değişik genişlikteki kısa çatlamlar.



Şekil 4.4. Çatlama

Nedenleri:

- Kalıpta yetersiz ısı izolasyonu
- Düzgün olmayan kalıp
- Az nem ve az kum çok su içeriği
- Hızlı döküm
- Yetersiz vibrasyon

4.2.1.7. Kıvrılma (Form Offsets)

Ani olan kademeli yüzey düzensizliği şeklinde tarif edebiliriz.

Nedenleri:

- Yetersiz priz ve/veya ankraj
- Zayıf kalıp malzemesi
- Düzensiz yığınlar
- Priz geciktirici malzemenin fazla kullanılması

4.2.1.8. Tabakalaşma (Layer Lines)

Beton tabakaları arasında koyu renkli bölgelerin oluşması,



Şekil 4.5. Tabakalaşma

Nedenleri:

- İç geçirim
- Yetersiz planlama
- Yüksek sıcaklık
- Akışkan halde yaş karışım
- Yavaş döküm
- Malzeme eksikliği
- Yetersiz insan gücü
- Vibrasyon eksikliği
- Önceki tabaka içine girme

4.2.1.9. Soğuk Derz (Cold Joints)

Betonun döküm zamanlarının farklı oluşu ve yetersiz planlama sonucu zamanlama hatalarından oluşabilen bir yüzey kusurudur.



Şekil 4.6. Soğuk Derz

Nedenleri:

- İç geçirim
- Yetersiz planlama
- Yetersiz malzeme
- Erken priz
- Çok kuru olma
- Gecikmeli döküm
- Yetersiz vibrasyon

Görüldüğü gibi yüzey kusurlarına yanlış planlama, malzemenin yanlış seçimi gibi enformasyon eksikliğinden kaynaklanan durumlar neden olmaktadır. Bu kusurlar dizayn ve detaylandırma bölümleri boyunca uygun bir planlamayla minimize edilebilirler. Eşdeğer önemde diğer bir nokta ise, iyi eğitilmiş ve motive edilmiş bir ekiple çalışılmasıdır (28).

4.2.2. Kusura Neden Olan Faktörler

Yukarıda bahsedilen yüzey kusurlarının çeşitli nedenleri vardır.

4.2.2.1. Dizayn-İnşaat

- Öğenin dizaynından kaynaklanan zor yerleşimi
- Uygunsuz dizayn, inşaat ve kalıp
- Beton karışım oranlarının uygunsuz seçimi
- Vibrasyonun ve takviyenin yetersiz yapılması
- Uygunsuz donatı detaylandırması

4.2.2.2. Malzeme

- Ayırıcı malzemenin yanlış seçimi
- Çimento karakteristiği
- Karışım öğelerinin çeşitliliği
- Kalıp ayırıcının bilinçsiz kullanımı
- Katkı malzemelerinin uygunsuz kullanımı

4.2.2.3. Teçhizat

- Yanlış teçhizat
- Teçhizatın yanlış ve yetersiz bakımı
- Hatalı teçhizat kullanımı

5.DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmayla; kalıp iç yüzey malzemesi ile kalıp ayırıcı yağının beton yüzeyine olan etkileri incelenmiştir. Ayrıca, elde edilen düzgün yüzey üzerine yapılacak uygulamalarda aderansın en iyi hangi şartlarda maksimize edilebileceği üzerine kombinezonlar denenmiştir. Bu bakımdan uygulamada en sık kullanılan dört türden kalıp iç yüzey malzemesi ile beş tür kalıp ayırıcı yağ belirlenerek, bunların kombinezonları denenmiş ve aderans dayanımları hesaplanmıştır.

Kalıp iç yüzey malzemeleri; ahşap, MDF, metal ve pleksiglas şeklinde belirlenmiştir. Kalıp ayırıcı yağlar ise sırasıyla; Konsantre kalıp yağı (KKY), Separol S3 (S3), Yapol 217 (YPL 217), Yapol (YPL) ve Rheofinish 301 (RF 301) kodlarıyla bilinen yağlar seçilmiştir. Ahşap ve MDF iç yüzey malzemeli kalıplar üzerinde tüm kalıp ayırıcı yağlar uygulanarak, ayrıca birer adet yağsız numune de bırakılarak kendiliğinden yerleşen beton (KYB) ve normal beton (NB) numuneleri üretilmiştir. Metal ve pleksiglas iç yüzey malzemeli kalıplar üzerinde ise sadece Konsantre kalıp yağı ile Separol S3 kodlu yağlar kullanılarak kendiliğinden yerleşen beton ve normal beton numuneler üretilmiştir. Üretilen numunelerin şematik gösterimi aşağıda görülmektedir.(Tablo 5.1.)

Tablo 5.1. Üretilen numunelerin şematik gösterimi

	KYB (*)- NB (*)					
	YAĞ TÜRÜ					
	Yağsız	KKY (*)	S3 (*)	YPL217 (*)	YPL (*)	RF301 (*)
Ahşap	V	V	V	V	V	V
MDF	V	V	V	V	V	V
Metal	...	V	V	...	...	...
Pleksiglass	...	V	V	...	...	...

(*): Bundan sonra aşağıda açılımları verilmiş olan ifadeler yerine kısaltmaları kullanılacaktır.

(KYB: Kendiliğinden Yerleşen Beton, NB: Normal Beton, KKY: Konsantre Kalıp Yağ-madeni yağ esaslı, S3: Separol S3-mineral yağ esaslı, YPL217: Yapol 217-su bazlı, YPL: Yapol-mineral yağ esaslı, RF301: Rheofinish 301-bitkisel yağ esaslı)

50*50*5 cm boyutlarında özel olarak hazırlanmış olan kalıplar standart olarak üretilmiştir.(Şekil 5.1.) Bunlar; 3 tanesi ahşap, 3 tanesi MDF, 1 tanesi metal ve 1 tanesi pleksiglas olmak üzere toplam 8 adettir. İç yüzeyi metal ve pleksiglas olan kalıplar, standart olarak üretilmiş olan kalıpların iç yüzeyine 50*50 cm boyutlarında ve 5 mm kalınlığında özel olarak hazırlanmış olan metal (demir sac) ve pleksiglas levhalar yapıştırılmıştır.



Şekil 5.1. Özel hazırlanmış kalıplar

Deneysel çalışmamızda; belli birleşim oranlarında ve hazırlanmış olduğumuz 8 adet kalıp içerisinde üretilmiş 50*50*5 cm boyutlarındaki beton numunelerinin ön ve arka yüzeylerine belli birleşim oranlarında ve 5 cm çap ve 2 cm yüksekliğindeki silindirik sıva numuneler özel hazırlanmış harç kalıbı kullanılarak 16 adet üretilmiştir. (Şekil5.2.)



Şekil 5.2. Özel hazırlanmış sıva kalıbı

Şekil 5.3. de görüldüğü gibi beton yüzeye 4 x 4 olmak üzere 16 adet silindirik sıva numuneleri üretilmiştir. Üretilen bu sıvalar 3 gün–7 gün–14 gün ve 28 gün olmak üzere 4 farklı zaman diliminde pull-off aderans ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Her bir zaman diliminde sağlıklı sonuç elde edebilmek amacıyla 4'er adet sıva numunesi çekilmiştir.



Şekil 5.3. Sıva numuneleri

Yapılan tüm uygulamalar karşılaştırmalı değerlendirme yapılabilmesi için iki farklı beton türünde uygulanmıştır. Üretimi laboratuvar dışındaki beton tesisinde yapılmış olan kendiliğinden yerleşen beton C25 beton sınıfında olup maksimum agrega tane çapı 12 mm. ve su/çimento oranı ise 0,38 dir. Üretildiği gün Taşkıyla Malzeme Laboratuvarına trans-mikser yardımıyla getirilerek 8 adet kalıbımızda ilk üretim başlamıştır. Daha sonra ise kendi imkânlarımız ile laboratuvar şartlarında ürettiğimiz normal beton hazırlanarak 8 adet kalıbımıza dökülmüştür.

Kendiliğinden yerleşen betonun, laboratuvarda ürettiğimiz normal beton ve üretilen tüm betonlar üzerine uygulanan sıvaların kılcallık, buhar difüzyonu, özgül ağırlık ve birim hacim ağırlık şeklinde fiziksel deneyleri ile eğilme dayanımı, basınç dayanımı ve aderans şeklinde olmak üzere mekanik deneyleri yapılmıştır.

5.1. Deneysel Çalışmada Kullanılan Malzemeler

Normal Portland Çimentosu, Sakarya dere kumu, kalıp ayırıcı yağlar, su, agrega ve epoksi kullanılmıştır.

5.1.1. Çimento

Deneysel çalışma kapsamında üretilen örneklerde NPC 42,5 paket çimento kullanılmıştır.

5.1.2. Agrega

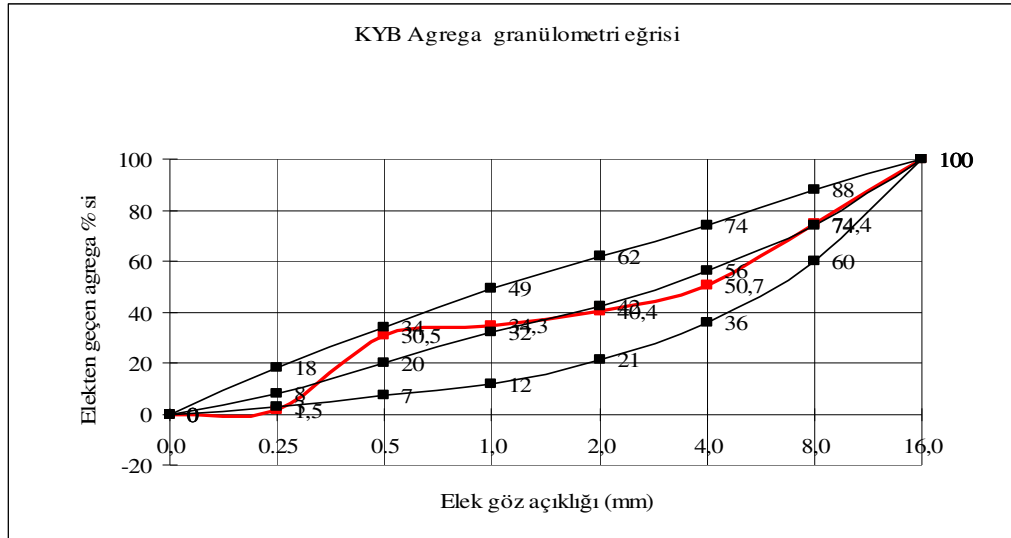
Deneysel çalışmamızda kullanılan iki farklı tipteki betonların agregaları granülometri eğrileri bakımından benzeşmektedir.

5.1.2.1. Kendiliğinden Yerleşen Beton Agregası

Üretimi yapılmış olarak laboratuvara getirilen beton yaş usulü yıkandıktan sonra elek-göz aralığı 0,211 mm. olan eleklerden elenerek, elek analizi sonuçları elde edilmiş ve bu sonuçlara göre granülometri eğrisi çizilmiştir.

Tablo 5.2. Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB) Agregasının elek analiz sonuçları

AGREGA (KYB) İÇİN GRANÜLOMETRİ ANALİZİ				
Elek-Göz Aralığı (mm)	Elek Üstünde Kalan (gr)	E.Ü.K.Yığılımlı Malzeme (gr)	E.Altına Geçen Y.M. (gr)	E.A.G. %
16	0	0	1998,61	100
8	511,13	511,13	1488,87	74,4
4	474,56	985,69	1014,31	50,7
2	205,78	1191,47	808,53	40,4
1	122,32	1313,79	686,21	34,3
0,5	75,8	1389,59	610,41	30,5
0,211	581,26	1970,85	29,15	1,5
Kapta Kalan	27,76	1998,61	1,39	



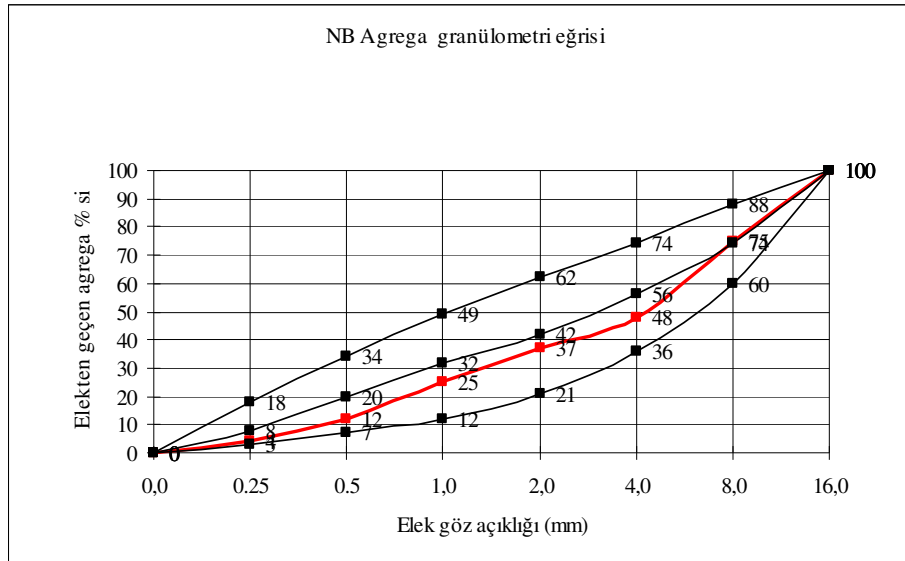
Şekil 5.4. Kendiliğinden Yerleşen Betona ait Granülometri Eğrisi

5.1.2.2. Normal Beton Agregası

Üretilen normal beton ile hazır olarak getirilen kendiliğinden yerleşen betonun fiziksel ve mekanik deney sonuçları karşılaştırmalı olarak inceleneceğinden dolayı, normal betona ait granülometri eğrisi iri ve ufak boyutlardaki agregalar çeşitli oranlarda karıştırılıp denenmek suretiyle, kendiliğinden yerleşen betona ait granülometri eğrisine paralel bir eğri elde edilmiştir.

Tablo 5.3. Normal Beton Agregasının elek analiz sonuçları

NB AGREGA İÇİN GRANÜLOMETRİ ANALİZİ				
Elek-Göz Aralığı (mm)	Elek Üstünde Kalan (gr)	E.Ü.K.Yığılımlı Malzeme (gr)	E.Altına Geçen Y.M. (gr)	E.A.G. %
16	0	0	1000	100
8	250	250	750	75
4	270	520	863,38	48
2	110	630	705,95	37
1	120	750	475,09	25
0,5	130	880	196,94	12
0,211	80	960	37,8	4
Kapta Kalan	40	1000	1,97	



Şekil 5.5. Normal Betona ait Granülometri Eğrisi

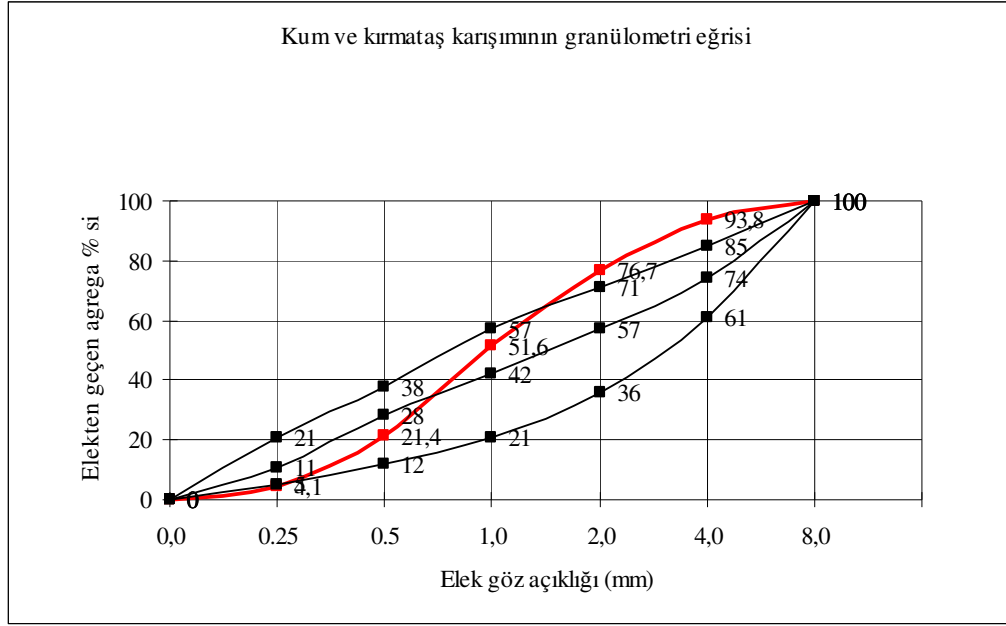
Elek analizi tabloları sonuçlarına göre granülometri eğrileri çizilmiş ve deneysel çalışmada da kullanılacak olan agrega karışımının referans eğrileri arasında kaldığı görülmüştür

5.1.3. Sıva Kumu

Deneysel çalışma kapsamında üretilen beton için Adapazarı Dere Kumu kullanılmıştır. Yıkayıp elenen kumun TSE 12620'ye göre referans granülometriye uygun olarak granülometri eğrisi çizilmiştir. Mevcut kum laboratuvar ortamında serilerek 48 saat bekletildikten sonra elek analizini yapmak üzere elek takımına dökülmüştür. Eleme işlemi sonucunda kullanılan malzemenin elek analizi sonuçları aşağıdaki gibi çıkmıştır. (Tablo 5.4.)

Tablo 5.4. Kumun elek analiz sonuçları

KUM İÇİN GRANÜLOMETRİ ANALİZİ				
Elek-Göz Aralığı (mm)	Elek Üstünde Kalan (gr)	E.Ü.K.Yığılımlı Malzeme (gr)	E.Altına Geçen Y.M. (gr)	E.A.G. %
16	0	0	919	100
8	0	0	919	100
4	57,59	57,59	863,38	93,8
2	157,43	215,02	705,95	76,7
1	230,86	445,88	475,09	51,6
0,5	278,15	724,03	196,94	21,4
0,211	159,14	883,17	37,8	4,1
Kapta Kalan	35,83	919	1,97	



Şekil 5.6. Kuma ait Granülometri Eğrisi

5.1.4. Kalıp Ayırıcı Yağlar

Uygulamada en sık kullanılan kalıp ayırıcı yağlardan (Şekil 5.4.) 5 farklı kalıp ayırıcı yağ belirlenerek deneyde kullanılmıştır. Bunlar sırasıyla; Konsantre kalıp yağı (formoil) ve Separol S3, Yapol217, Yapol ve Rheofinish 301 kodlu yağlardır.

Konsantre Kalıp Yağı madeni yağ esaslı, Separol S3 ve Yapol mineral yağ esaslı, Rheofinish 301 bitkisel yağ esaslı ve son olarak da Yapol 217 su bazlı yağlardır.



Şekil 5.7. Kalıp Ayırıcı Yağlar

5.1.4.1. Konsantre Kalıp Yağı ve Tanımı

Taze beton ile kalıp arasında oluşacak yapışmaları engelleyerek, kalıbın betondan daha kolay ayrılmasını ve düzgün yüzeyli beton elde edilmesini sağlayan, su ile seyreltilerek kullanılabilen, madeni yağ ve özel emülgatör karışımı, kalıp ayırıcı yağ konsantresi.

Kullanım Alanları

- Emici kalıp yüzeylerinde özellikle ahşap kalıplarda
- Çelik, plâstik, MDF kalıplarda
- Kalıp verimliliğinin artırılması istenen uygulamalar
- Kalıp işçiliğinin hızlandırılması istenen durumlar

5.1.4.2. Separol-S3 ve Tanımı

Taze beton ile kalıp arasında oluşacak yapışmaları engelleyerek, kalıbın betondan daha kolay ayrılmasını ve düzgün yüzeyli beton elde edilmesini sağlayan, kullanıma hazır, mineral yağ esaslı, kalıp ayırıcı sıvı.

Kullanım Alanları

- Özellikle emiciliği az veya emici olmayan, pürüzsüz kalıplarda
- Çelik, plâstik, MDF kalıplarda
- Kalıp verimliliğinin artırılması istenen uygulamalar
- Kalıp işçiliğinin hızlandırılması istenen durumlar

5.1.4.3. Yapol 217 ve Tanımı

Su bazlı beton dökümü yapıldıktan sonra çelik, plywood ve plastik kalıpların kolay sökülmesinde ve düzgün yüzeyli beton elde edilmesinde kullanılan kalıp ayırıcıdır.

Kullanım Alanları

- Çelik, plâstik, MDF kalıplarda
- Kalıp verimliliğinin artırılması istenen uygulamalar
- Kalıp işçiliğinin hızlandırılması istenen durumlar

5.1.4.4. Yapol ve Tanımı

Mineral yağ esaslı, beton dökümü yapıldıktan sonra ahşap ve çelik kalıpların kolay sökülmesinde ve düzgün yüzeyli beton elde edilmesinde kullanılan, küreme sıcaklıklarına dayanıklı kalıp ayırıcıdır.

Kullanım Alanları

- Çelik, ahşap, MDF kalıplarda
- Kompozit prekast kalıplarında
- Kalıp verimliliğinin artırılması istenen uygulamalar
- Kalıp işçiliğinin hızlandırılması istenen durumlar

5.1.4.5. Rheofinish 301 ve Tanımı

Bitkisel yağ emülsiyonu esaslı, estetik yüzeyler eldesi için kullanılan kalıp ayırıcıdır.

Kullanım Alanları

- Çelik, plastik, MDF kalıplarda
- Kompozit prekast kalıplarında
- Kalıp verimliliğinin artırılması istenen uygulamalar
- Kalıp işçiliğinin hızlandırılması istenen durumlar

5.1.5. Özel Hazırlanmış Kalıplar

50*50*5 iç yüzey alanına sahip kalıplar (Şekil 5.8.);

a-) 3 adet iç yüzeyi masif ahşap olan kalıp **b-)** 3 adet iç yüzeyi md f olan kalıp

c-) 1 adet iç yüzeyi metal olan kalıp **d-)** 1 adet iç yüzeyi plastik olan kalıp



Şekil 5.8. Özel Boyutlarda Hazırlanmış Kalıplar

5.2. Deneysel Çalışmada Kullanılan Cihazlar

Deneysel çalışmada İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Laboratuvar'ında mevcut olan ve ilgili standartlara uygun araç-gereç ve cihazlar kullanılmıştır. Bunlar:

1. Teraziler: 0,1 ve 0,01 gram hassasiyetli dijital cihazlardır.
2. Deney numune kalıpları: Aşağıdaki ölçülere sahip çelik üçlü kalıplardır.
Uzunluk=160 mm Genişlik = 40 mm Yükseklik = 40 mm
3. Çökme Konisi
4. Pull-off (Aderans) ölçüm aleti
5. Kumpas: 0,01 mm hassasiyetli, dijital göstergeli
6. Deney Presi: Seidner firmasının 20 tonluk (200 kN) yük uygulayabilen Form Test isimli basınç presisi
ve 1 tonluk (10kN) eğilme uygulayabilen eğilme presisi ile çalışılmıştır.
7. Komparator: 0,01 mm hassasiyetli
8. Kronometre
9. Etüv

5.3. Fiziksel Deneyler

5.3.1. Birim Hacim Ağırlık-Özgül Ağırlık

Malzemenin birim hacminin ağırlığına birim hacim ağırlık, malzemenin boşluksuz olarak birim hacmindeki parçasının ağırlığına ise özgül ağırlık denir (15). Çalışmamızda kullanılan malzemelerin birim hacim ağırlık ve özgül ağırlık değerleri hesaplanmıştır (Tablo 5.5.).

Tablo 5.5. Birim Hacim ve Özgül Ağırlık tablosu

gr/cm ³	Birim Hacim Ağırlık		
	KYB	Kum	İri Agregat
Δ	2,378	1,43	1,83
gr/cm ³	Özgül Ağırlık		
	Çimento	Kum	İri Agregat
δ	3,15	2,72	2,84

5.3.2. Kılcallık

Su ile doğrudan doğruya temas etmeyen gerecin nem miktarında belirli bir artış meydana gelmesi olayına kılcallık denir(15). Çalışmamızda kullandığımız sıvaya ve kendiliğinden yerleşen betona ait kılcallık değerleri hesaplanmıştır (Tablo 5.6.).

Tablo 5.6. Sıva ve KYB numunelere ait kılcallık değerleri tablosu

Kılcallık Katsayısı - N (cm/ $\sqrt{dak}$)					
KYB ye ait numuneler			Sıva ait numuneler		
A1	A2	A3	B1	B2	B3
0,01646	0,01495	0,01362	0,01118	0,00939	0,01078
N _{ortKYB}		0,01501	N _{ortsıva}		0,01045

5.4. Mekanik Deneyler

5.4.1. Eğilme ve Basınç Değerleri

Tablo 5.7. KYB’de Eğilme-Çekme ve Basınç Dayanımı

KYB		EĞİLME-ÇEKME ve BASINÇ DAYANIMI DEĞERLERİ		
		Δ	$f_{\text{eğilme}}$	$f_{\text{basınç}}$
		(gr/cm ³)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
3 gün	1	2,3	2,81	16,09
	2	1,2	2,81	11,02
	3	1,15	2,7	11,33
	Ort.	1,55	2,77	12,81
	Küp 1			8,44
7 gün	4	3,2	7,5	40,2
	5	2,85	6,68	41,36
	6	3,15	7,38	39,18
	Ort.	3,07	7,19	40,22
	Küp 2			34,67
14 gün	7	3,45	8,09	56,05
	8	3,5	8,2	57,96
	9	3,55	8,32	54,14
	Ort.	3,5	8,2	56,05
	Küp 3			38,67
28 gün	10	4,45	10,43	56,6
	11	4,5	10,55	59,21
	12	4,35	10,2	60,28
	Ort.	4,43	10,39	58,7
	Küp 4			48,44

Tablo 5.8. NB’da Eğilme-Çekme ve Basınç Dayanımı

NB		EĞİLME-BASINÇ DAYANIM DEĞERLERİ		
		Δ	$f_{\text{eğilme}}$	$f_{\text{basınç}}$
		(gr/cm ³)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
3 gün	1	1,65	3,88	23,62
	2	1,9	4,45	23,55
	3	2,1	4,92	22,5
	Ort.	1,88	4,42	23,22
7 gün	4	2,6	6,1	27,23
	5	2,6	6,1	26,88
	6	2,3	5,39	29,36
	Ort.	2,5	5,86	27,82
14 gün	7	2,65	6,21	41,32
	8	2,75	6,45	41,25
	9	2,7	6,33	41,4
	Ort.	2,7	6,33	41,32
28 gün	10	3,2	7,5	46,43
	11	3,25	7,62	44,05
	12	3,4	7,97	45,77
	Ort.	3,28	7,7	45,42
	Küp			33,33

Tablo 5.9. Sıvada Eğilme-Çekme ve Basınç Dayanımı

SIVA		EĞİLME-BASINÇ DAYANIM DEĞERLERİ		
		Δ	$f_{eğilme}$	$f_{basınç}$
		(gr/cm ³)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
7 gün	1	2,7	6,33	42,99
	2	2,3	5,39	44,28
	3	2,2	5,16	40,93
	Ort.	2,4	5,63	42,73
14 gün	4	0,95	2,23	53,08
	5	3,25	7,62	54,36
	6	2,9	6,8	54,05
	Ort.	2,37	5,55	53,83
28 gün	7	3,55	8,32	55,5
	8	3,8	8,91	55,57
	9	3,8	8,91	56,36
	Ort.	3,72	8,71	55,81

5.4.2. Aderans Dayanım Sonuçları

Özel olarak boyutlandırılarak 3-3-1-1 adet hazırlanmıştır. 4 gruptaki (masif ahşap, mdf, metal, plastik) kalıpların deney sistemi aynı işlemlerden oluşmuştur. 5 farklı kalıp ayırıcı yağ kullanılması düşünüldüğünden, 3 adet kalıbın her iki yüzeyine belirlenmiş olan kalıp ayırıcı yağlar sürülmüştür. Birer kalıp ise şahit numune olarak karşılaştırmak için herhangi bir kalıp ayırıcı yağ sürülmemiştir. Kalıplara dökülen

**Şekil 5.9.** Pull-off deney düzeneği

beton, laboratuvar ortamında çalışıldığından dolayı, 4 gün bekletildikten sonra kalıptan çıkarılmıştır. Kalıptan çıkarılan beton numuneler 28 günlükken, yüzeylerine 5 cm çapında 2cm yüksekliğinde silindirik olarak 4 sıra halinde uygulanmıştır. Bu şekilde sıva numunelerinin 3–7–14–28 günlük aderans sonuçları ayrı ayrı değerlendirilebilmiştir. Zamanı gelen sıva numunelerinin pull-off deney düzeneğiyle (Şekil 5.6.) aderans ölçümleri yapılmıştır.

Tablo 5.10. Sıvanın KYB yüzeyi üzerine ait aderans sonuçları

KALIP TÜRÜ	YAĞ	Aderans Dayanımı (N/mm ²)			
		3 (Gün)	7 (Gün)	14 (Gün)	28 (Gün)
AHŞAP	YAĞSIZ	0,10	0,09	0,16	0,18
	KKY	0,20	0,22	0,20	0,25
	S3	0,18	0,13	0,10	0,13
	YPL217	0,25	0,36	0,15	0,31
	YPL	0,09	0,29	0,18	0,21
	RF301	0,03	0,07	0,00	0,10
MDF	YAĞSIZ	0,06	0,29	0,16	0,23
	KKY	0,21	0,05	0,06	0,11
	S3	0,03	0,24	0,08	0,12
	YPL217	0,12	0,14	0,11	0,17
	YPL	0,12	0,12	0,25	0,29
	RF301	0,04	0,16	0,15	0,20
METAL	YAĞSIZ	....	....	....	....
	KKY	0,04	0,39	0,19	0,24
	S3	0,24	0,11	0,13	0,20
PLEKSİGLASS	YAĞSIZ	....	....	....	....
	KKY	0,05	0,28	0,06	0,11
	S3	0,13	0,18	0,17	0,22

Tablo 5.11. Sıvanın NB yüzeyi üzerine ait aderans sonuçları tablosu

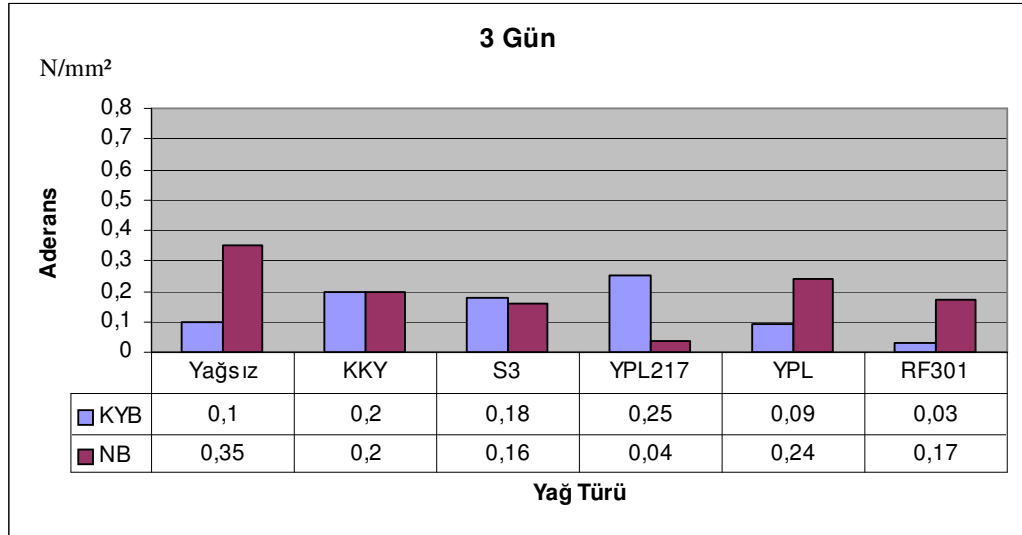
KALIP TÜRÜ	YAĞ	Aderans Dayanımı (N/mm ²)			
		3 (Gün)	7 (Gün)	14 (Gün)	28 (Gün)
AHŞAP	YAĞSIZ	0,35	0,17	0,69	0,34
	KKY	0,20	0,23	0,54	0,22
	S3	0,16	0,19	0,64	0,65
	YPL217	0,04	0,05	0,25	0,28
	YPL	0,24	0,13	0,40	0,46
	RF301	0,17	0,36	0,29	0,50
MDF	YAĞSIZ	0,17	0,16	0,30	0,30
	KKY	0,14	0,42	0,47	0,29
	S3	0,18	0,24	0,38	0,45
	YPL217	0,07	0,19	0,16	0,15
	YPL	0,09	0,11	0,10	0,22
	RF301	0,21	0,33	0,27	0,42
METAL	YAĞSIZ	....	....	....	....
	KKY	0,39	0,61	0,55	0,47
	S3	0,20	0,23	0,36	0,66
	YPL217	....	....	....	....
	YPL	....	....	....	....
	RF301	....	....	....	....
PLEKSİGLASS	YAĞSIZ	....	....	....	....
	KKY	0,26	0,39	0,38	0,70
	S3	0,14	0,14	0,28	0,39
	YPL217	....	....	....	....
	YPL	....	....	....	....
	RF301	....	....	....	....

5.4.2.1. Aderans Dayanım Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Tablo 5.10. ve Tablo 5.11. de görülen aderans sonuçları, Şekil 5.3. de görülen 4x4 siva numunelerinin pull-off deney düzeneği ile yapılan aderans ölçümlerinin ortalaması alınarak düzenlenmiştir. Düzenlenen bu ortalama sonuçlara göre Şekil 5–10 ve Şekil 5–25 arası grafikler oluşturulmuştur. Her bir kalıp iç yüzey malzemesinin 3–7–14 ve 28 günlükken alınan ortalama sonuçlar aşağıda grafikler halinde düzenlenmiştir. Ahşap ve MDF aderans dayanım sonuçları, yağsız numune referans alınarak yapılmıştır.

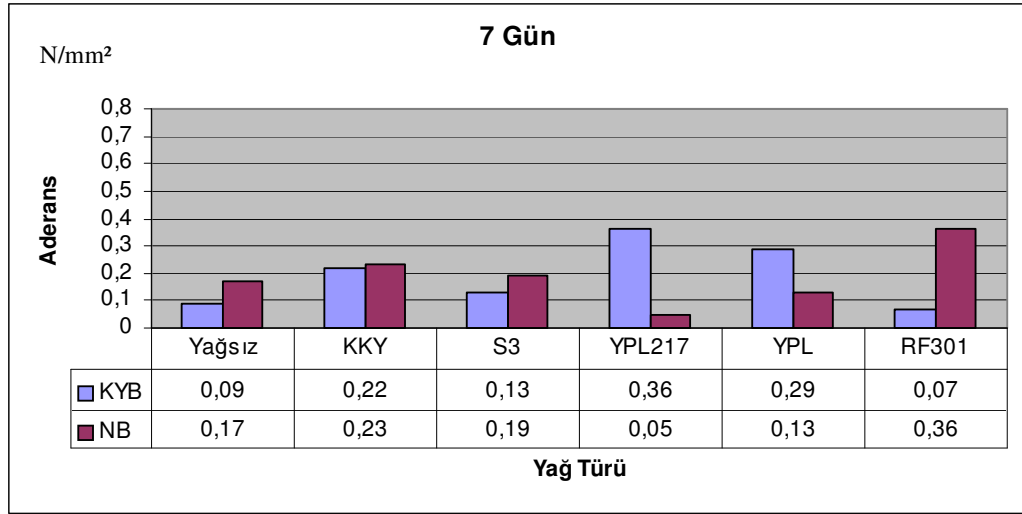
Kalıp Ayırıcı Yağ Türü – Aderans Dayanım Grafikleri

a) Ahşap



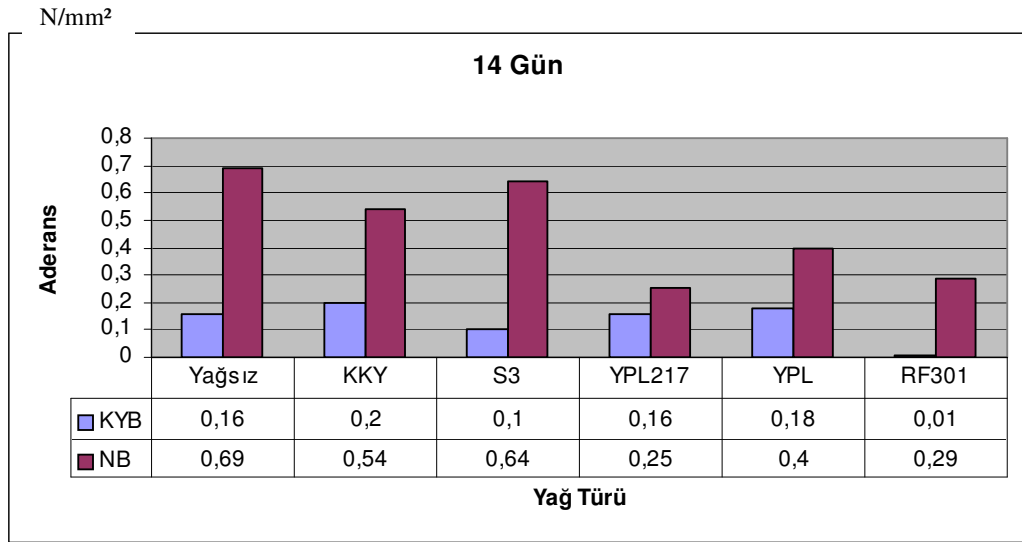
Şekil 5.10. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 3 günlük aderans sonuçları

- Normal beton sonuçları incelendiğinde tüm yağlar aderans dayanımlarını düşürmüştür.
- Kendiliğinden yerleşen betonda ise RF301 yağında düşüş, YPL yağında yağsız numuneye eşdeğer sonuç, diğer yağlarda ise yükselme gözlenmiştir.



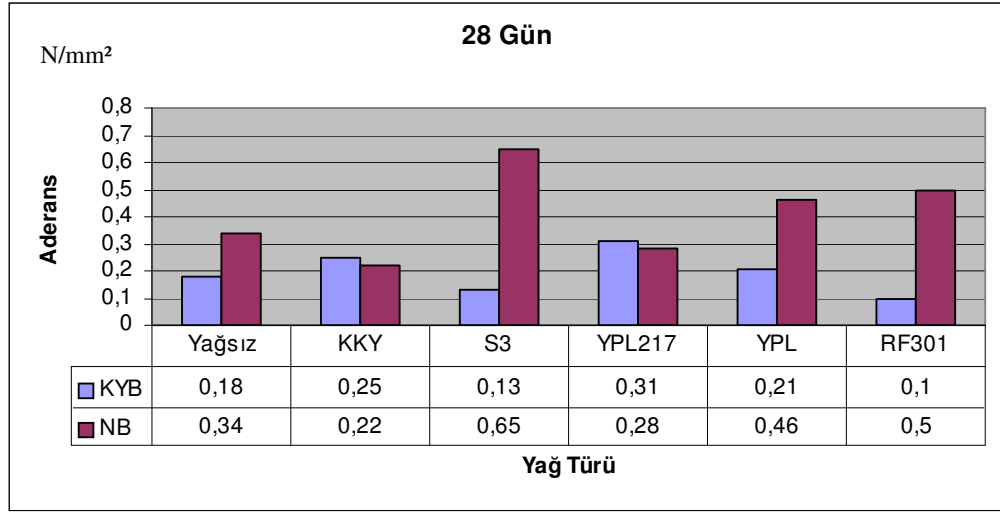
Şekil 5.11. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 7 günlük aderans sonuçları

- Kendiliğinden yerleşen betonda RF301 haricinde yükselmeler görülmüştür.
- Normal betonda YPL, YPL217 dışındakiler yükselmiştir.



Şekil 5.12. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 14 günlük aderans sonuçları

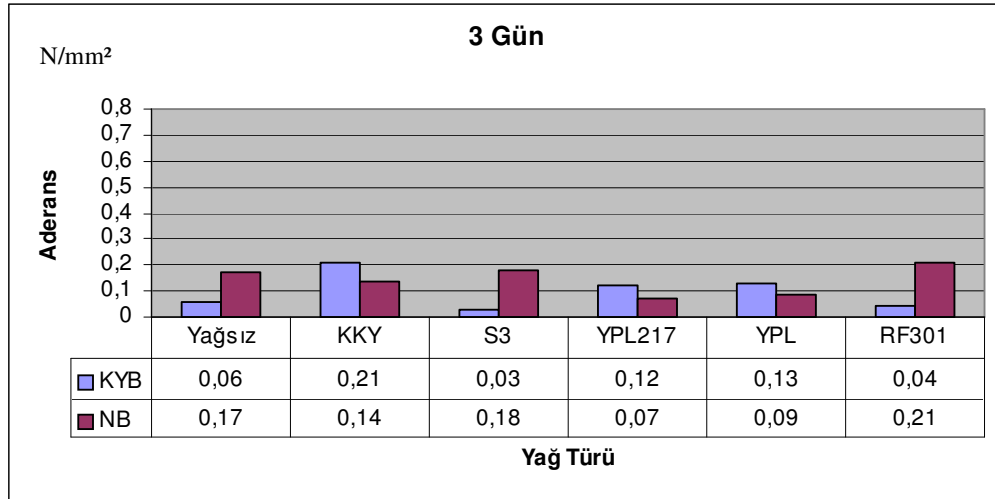
- Kendiliğinden yerleşen beton dayanımları inişli-çıkışlı olmasına karşın normal betonda tüm yağların dayanımları düşmüştür.



Şekil 5.13. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 28 günlük aderans sonuçları

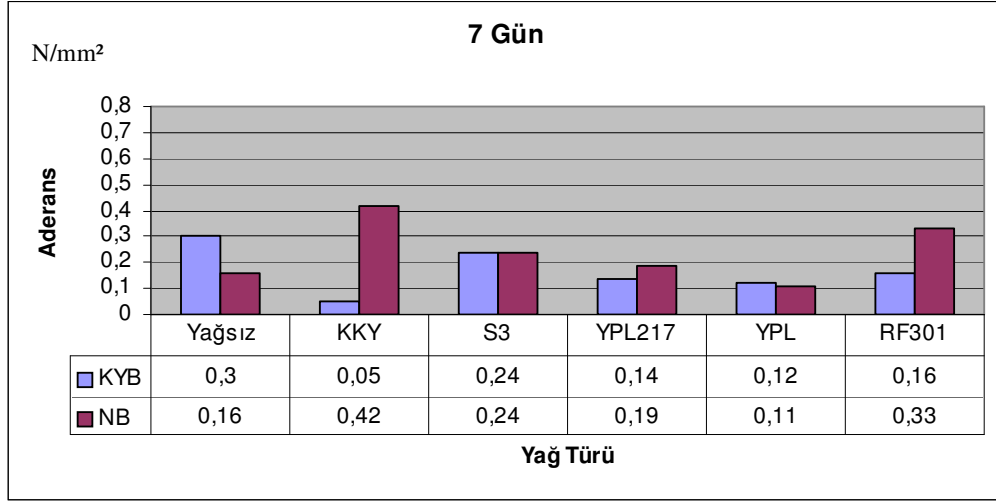
- Kendiliğinden yerleşen betonda en yüksek sonuç YPL217 de edilmişken, normal betonda S3 yağında ciddi bir artış gözlenmiştir.

b) MDF



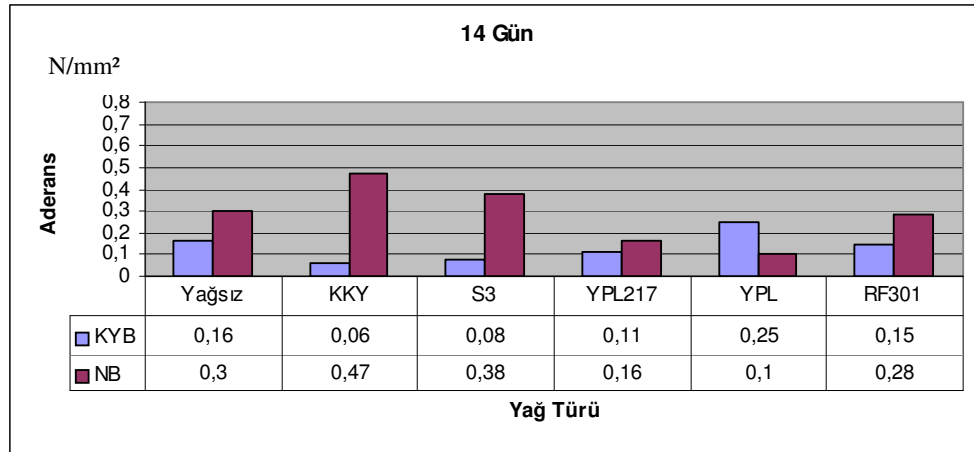
Şekil 5.14. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 3 günlük aderans sonuçları

- Kendiliğinden yerleşen betonda KKY yağı ciddi bir şekilde yükselmiştir.
- Normal betonda ise genel olarak yükselmeler görülmüştür.



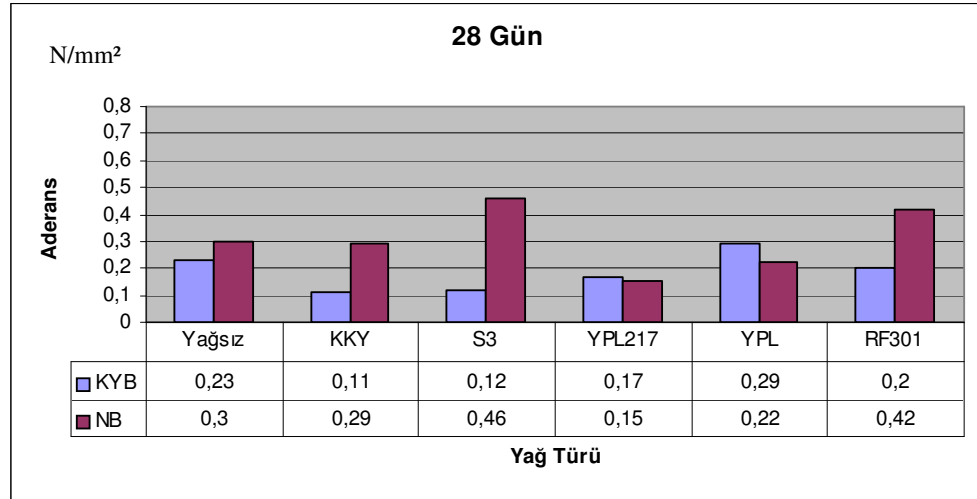
Şekil 5.15. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 7 günlük aderans sonuçları

- Kendiliğinden yerleşen betonda tüm değerler düşerken, buna karşın normal betonda YPL haricinde tüm değerler yükselmiştir.



Şekil 5.16. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 14 günlük aderans sonuçları

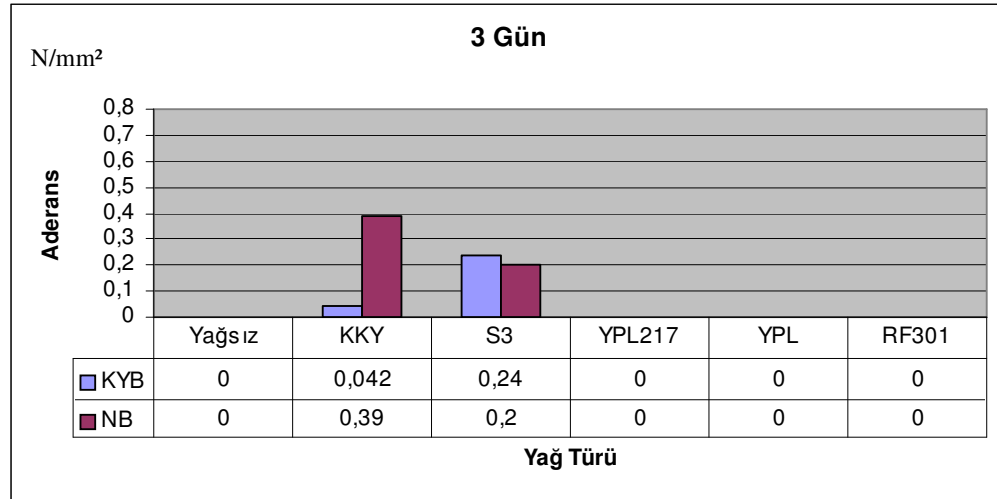
- Kendiliğinden yerleşen beton YPL haricinde düşmüştür.
- Normal betonda ise iniş-çıkışlar gözlenmiştir.



Şekil 5.17. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 28 günlük aderans sonuçları

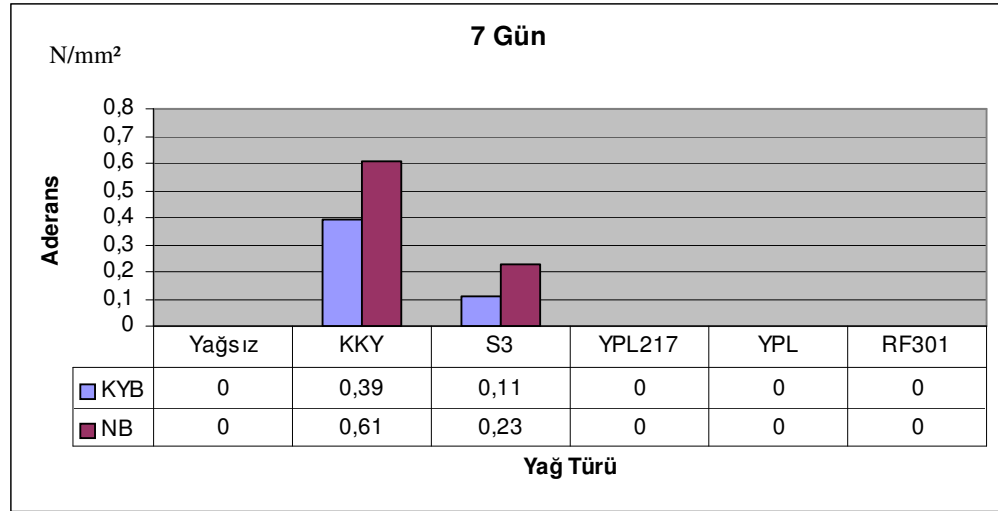
- Kendiliğinden yerleşen beton YPL haricinde düşmüştür.
- Normal betonda ise iniş-çıkışlar gözlenmiştir.

c) Metal



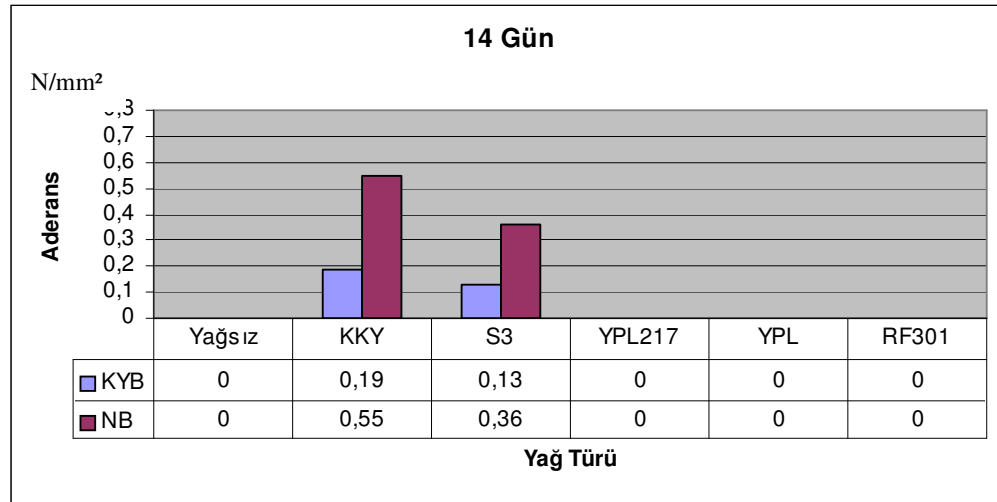
Şekil 5.18. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 3 günlük aderans sonuçları

- KKY yağı metal malzemede, ahşap ve MDF ye oranla normal betonda iyi performans göstermiştir ama KYB de aynı performansı gösterememiştir.
- S3 yağı ise her iki betonda da ahşap ve MDF ye oranla az da olsa daha iyi performans göstermiştir.



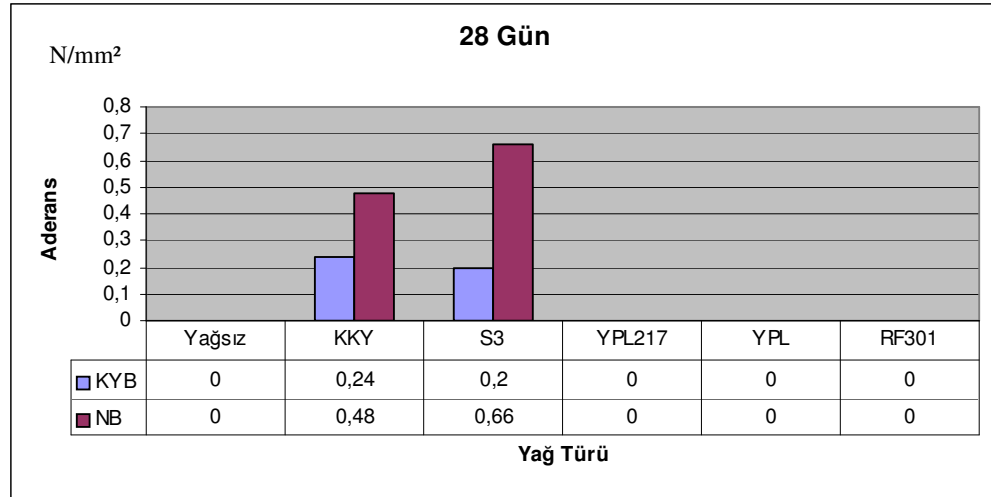
Şekil 5.19. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 7 günlük aderans sonuçları

- KKY yağında her iki beton türünde de artışlar görülmüştür.
- S3 yağı ise herhangi bir etki oluşturmamıştır.



Şekil 5.20. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 14 günlük aderans sonuçları

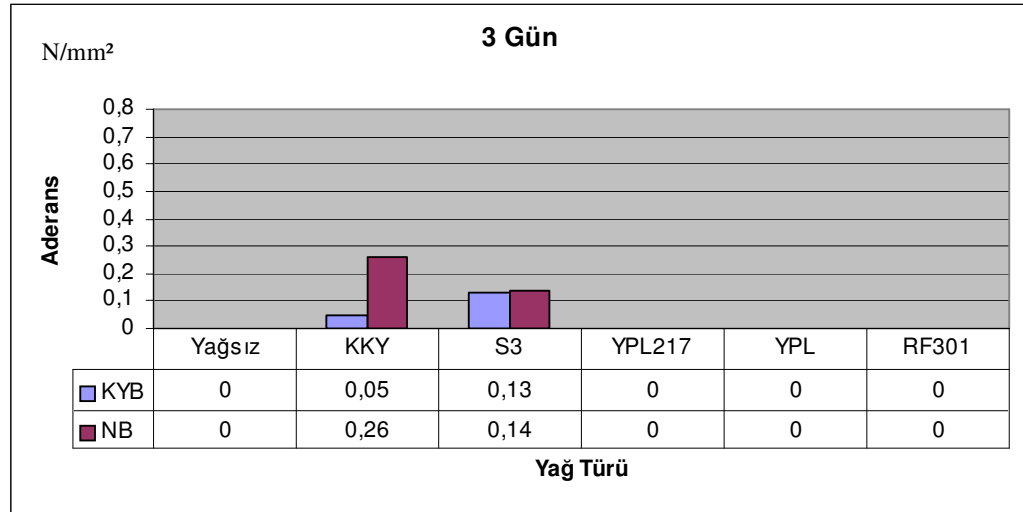
- KKY yağında herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir.
- S3 cinsi yağda ise performans kaybı görülmüştür.



Şekil 5.21. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 28 günlük aderans sonuçları

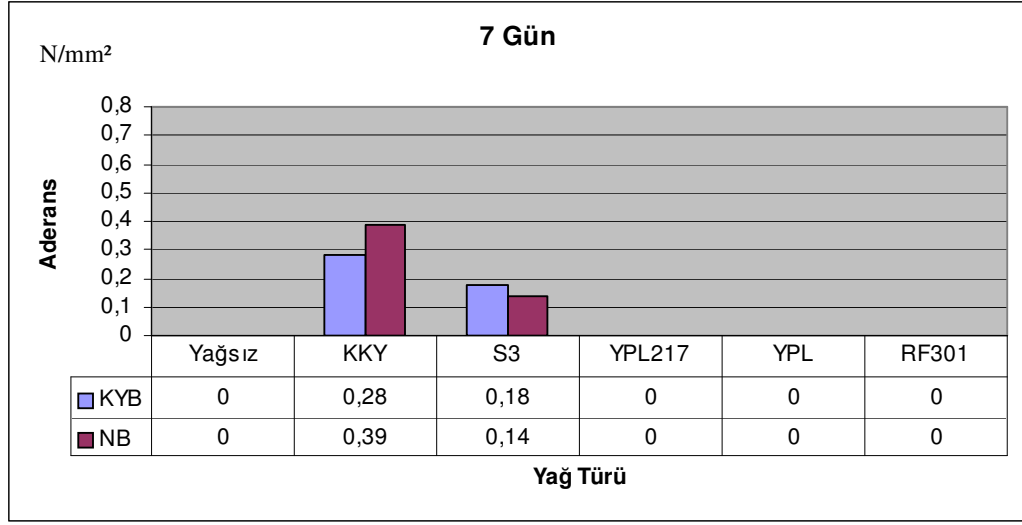
- KKY yağı normal betonda performans artışına neden olmuştur ama KYB betonunda herhangi bir değişiklik görülmemiştir.
- S3 yağında ise her iki beton cinsinde de cüzi bir artış tespit edilmiştir.

d) Pleksiglas



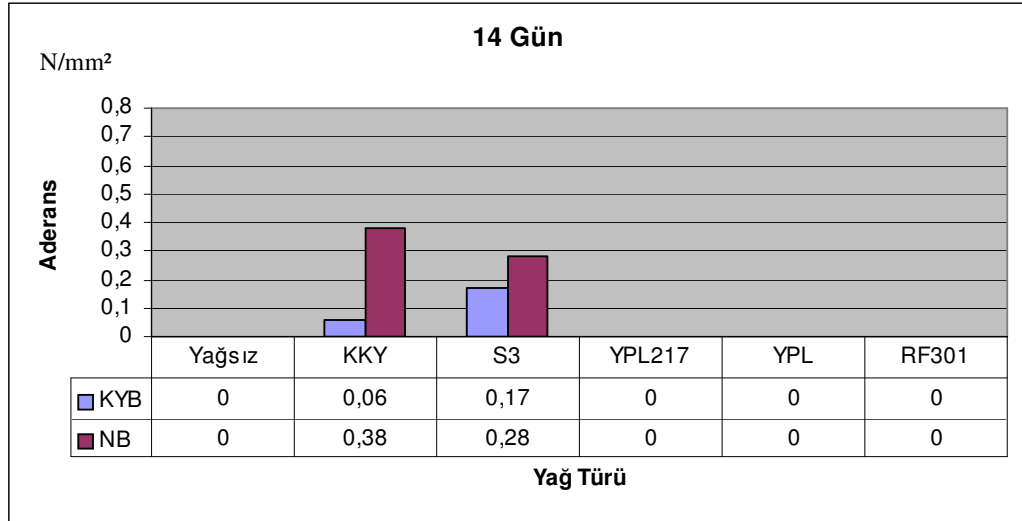
Şekil 5.22. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 3 günlük aderans sonuçları

- KKY yağı normal beton üzerinde olumlu etki göstermiştir.
- S3 yağı ise her iki beton türünde de herhangi bir etki göstermemiştir.



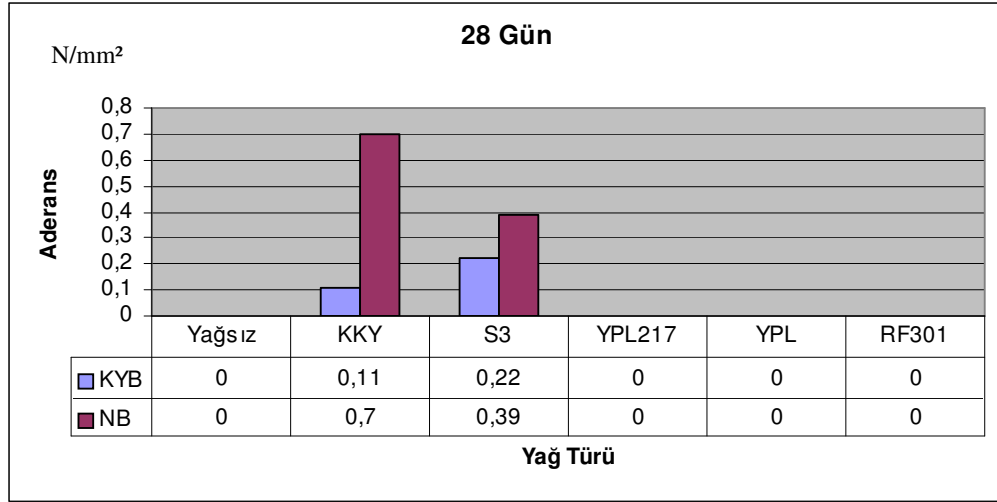
Şekil 5.23. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 7 günlük aderans sonuçları

- Her iki yağ türü de her iki beton türünde kayda değer bir etki de bulunmamıştır.



Şekil 5.24. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 14 günlük aderans sonuçları

- KKY yağı her iki betonda da azalmaya neden olmuştur.
- S3 yağı ise KYB betonunda artışa normal betonda azalmaya neden olmuştur.

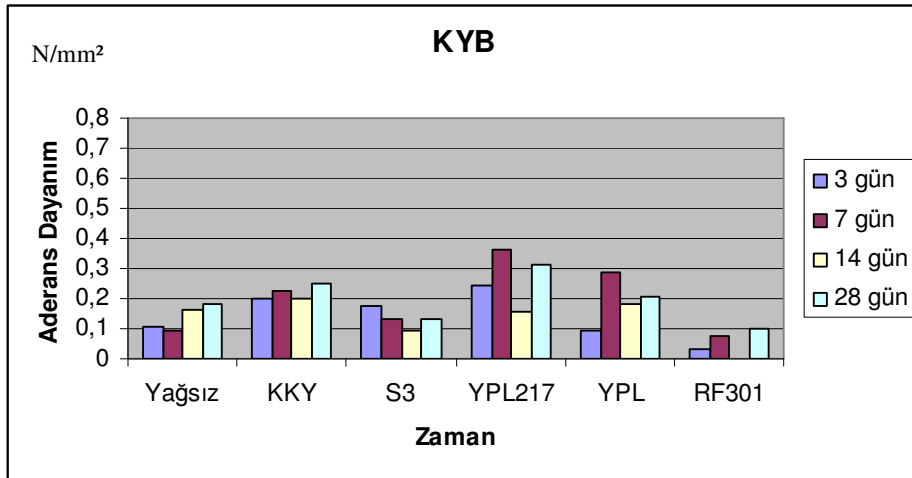


Şekil 5.25. Sıvanın beton yüzey üzerine ait 28 günlük aderans sonuçları

- KKY yağı normal betonda çok iyi performans göstermiştir.
- S3 yağı ise herhangi bir etkide bulunmamıştır.

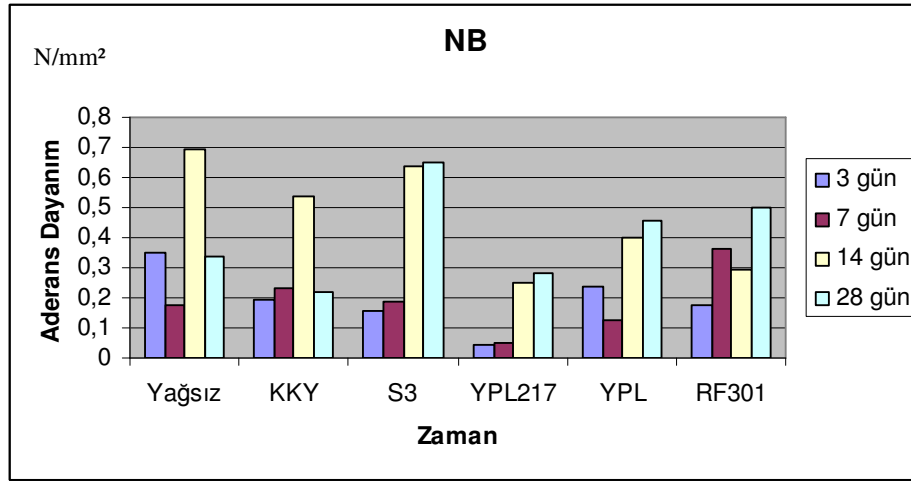
Zaman – Aderans Dayanım Grafikleri

a) Ahşap



Şekil 5.26. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (Ahşap-KYB)

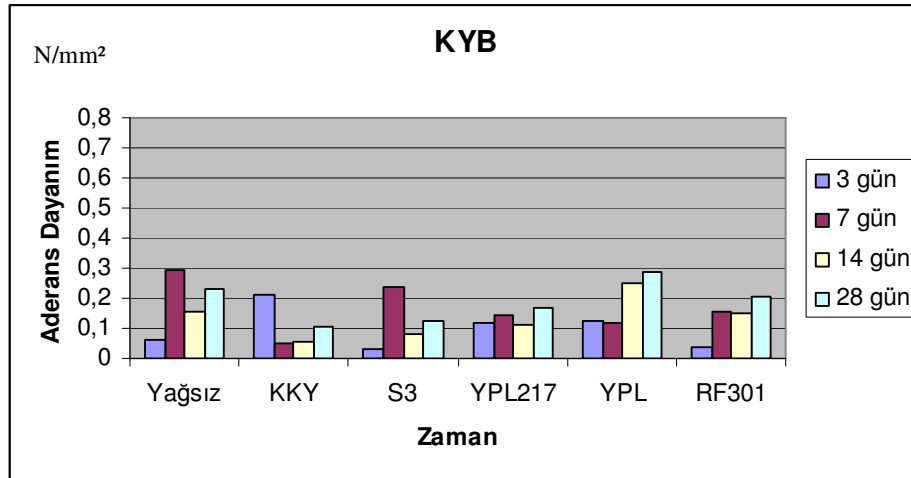
- KKY, YPL yağında ve Yağsız numunede yükselme; S3 yağında düşme eğilimi görülmüştür.



Şekil 5.27. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (Ahşap-NB)

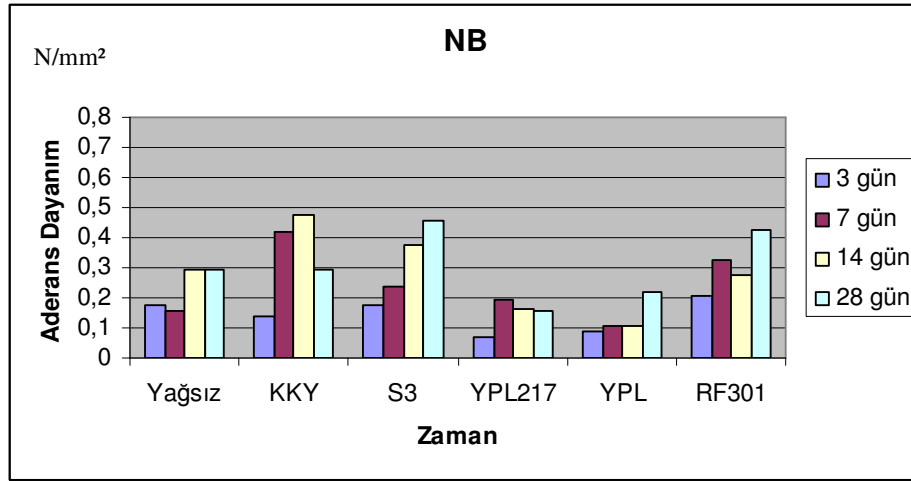
- Tüm numunelerin, özellikle 14 gün ve 28 günlük aderans dayanımları fark edilir bir şekilde artmıştır.

b) MDF



Şekil 5.28. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (MDF-KYB)

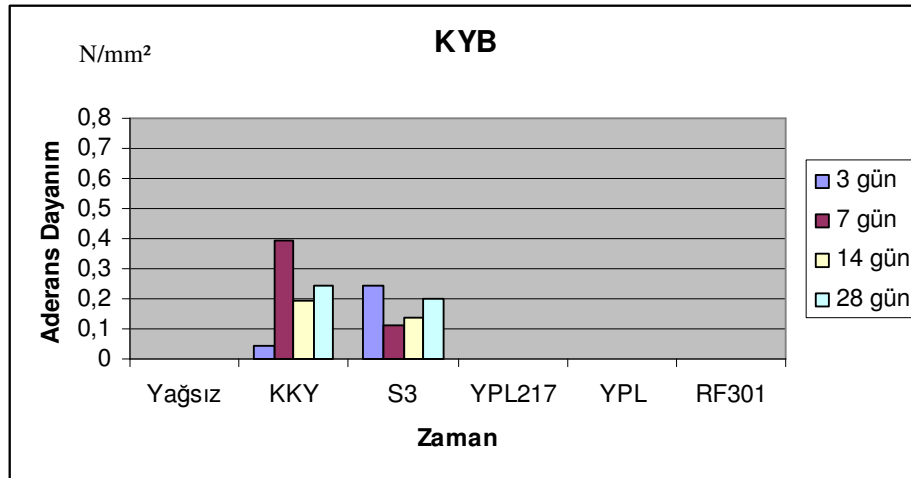
- KKY yağı haricindeki diğer yağlar ve yağsız numunede yükselmeler görülmektedir.
- Yağsız numune ve S3 yağının 7 günlük aderans dayanımı tavan yapmıştır.



Şekil 5.29. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (MDF-NB)

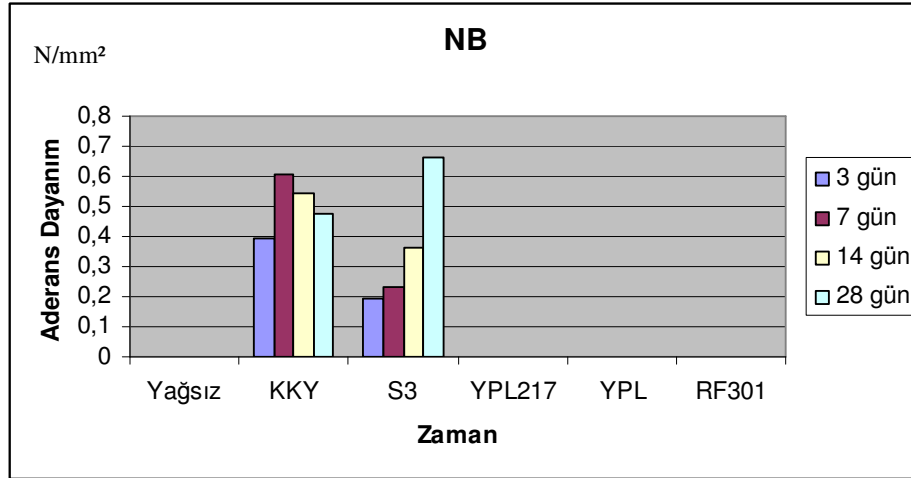
- Başta KKY ve S3 olmak üzere tüm numunelerde artışlar görülmektedir.
- KKY yağının 28 günlük aderans dayanımı düşmüştür.

c) Metal



Şekil 5.30. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (Metal-KYB)

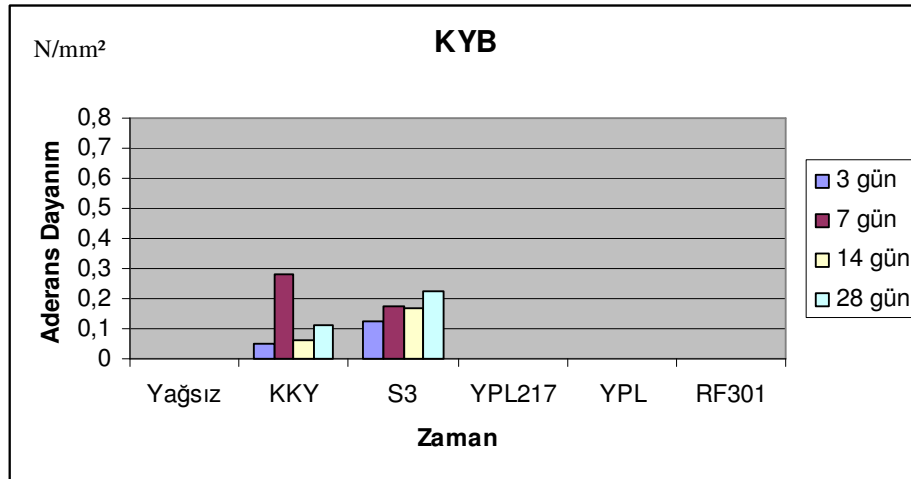
- KKY yağında 7 günlük aderans dayanımı S3 yağında ise 28 günlük aderans dayanımı en yüksek çıkmıştır.



Şekil 5.31. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (Metal-NB)

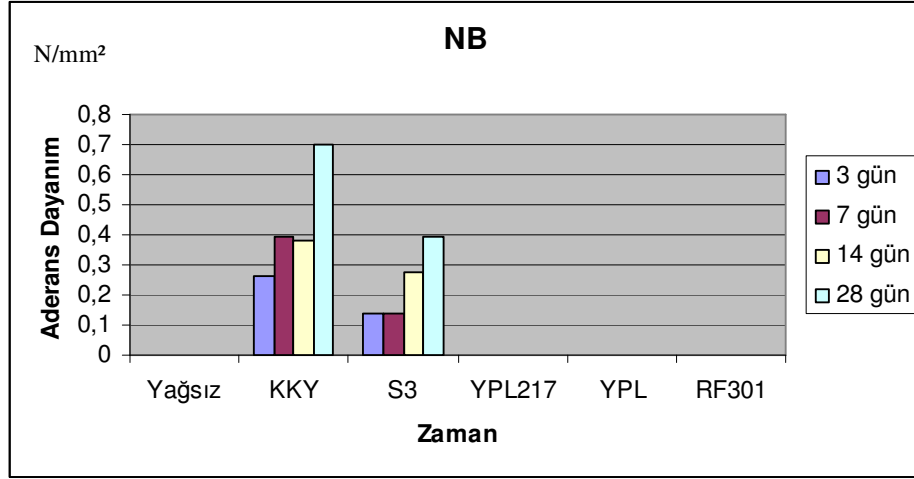
- KKY yağında ilk önce artış sonraki günlerde ise azalma olmuştur.
- S3 yağında düzenli bir artış gözlenmektedir, ayrıca 28 günlük aderans dayanımında ciddi bir artış tespit edilmiştir.

d) Pleksiglas



Şekil 5.32. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (Pleksiglas-KYB)

- KKY ve S3 yağlarının aderans dayanımlarında yükselmeler görülmektedir.
- KKY yağının 7 günlük aderans dayanımı maksimum çıkmıştır.



Şekil 5.33. Numunelerin zamana bağlı aderans sonuçları grafiği (Pleksiglas-NB)

- KKY ve S3 yağlarının aderans dayanımlarında yükselmeler görülmektedir.
- KKY yağının 28 günlük aderans dayanımı maksimum çıkmıştır.

6.SONUÇLAR

- Aderans dayanım sonuçları incelendiğinde kendiliğinden yerleşen betona ait aderans dayanım sonuçları, normal betona ait aderans dayanım sonuçlarından düşük çıkmıştır.
- Normal betonun aderans dayanım sonuçları hemen hemen tüm durumlar için yükselme eğilimi göstermiştir. Kendiliğinden yerleşen betonun aderans dayanım sonuçlarında ise yer yer azalmalarda görülmüştür.
- Kendiliğinden yerleşen betonun 7 günlük aderans dayanım sonuçları ile normal betonun 28 günlük aderans dayanım sonuçları genel olarak maksimum çıkmıştır.
- Kalıp iç yüzey malzemesi ahşap olan numunelerin aderans dayanım sonuçları incelendiğinde, kendiliğinden yerleşen betonda en iyi sonucu su bazlı kalıp ayırıcı yağ türü olan Yapol 217 yağı vermiştir. Normal betonda ise mineral yağ esaslı kalıp ayırıcı yağ türü olan Separol – S3 yağı vermiştir.
- Kalıp iç yüzey malzemesi MDF olan numunelerin aderans dayanım sonuçları incelendiğinde, kendiliğinden yerleşen betonda en iyi sonucu mineral yağ esaslı kalıp ayırıcı yağ türü olan Yapol yağı vermiştir. Normal betonda ise KKY, S3 ve RF301 kodlu yağlar vermiştir.
- Dekoratif amaçlı betonlar, hem görünüş güzelliğine, hem de uygulama kolaylığı ve ucuzluğuna sahiptir. Özellikle Amerika’da uzun yıllardan bu yana kullanılan ve her yıl pazar payını %25 arttıran mimari beton sektörü ülkemizde de gelişmeye çok açıktır (28).
- Renkli betonların kullanımı boya veya sıva ile kalıcı olarak renklendirilemeyecek sürekli aşınmaya maruz yol, parke ve karo gibi kaldırım kaplamaları için daha ekonomik ve estetik olabilmektedir. Renkli parke ve karo taşları trafikte park yasağı olan bölgeleri, yaya geçitlerini, bazı trafik şeritlerini, saha betonlarının bazı bölgelerini sürekli olarak boyamaya gerek kalmadan kalıcı olarak belirlenmesini sağlamaktadır (29).

- Mimari beton uygulamalarında arzu edilen yüzey özelliklerinin elde edilmesinde, betonun bileşimi ve işlenme koşulları önemli olmakla birlikte, kalıp sistemleri ve astarları kullanılmadığı takdirde sonuç ürünün hasarlı olabileceği anlaşılmaktadır (30).
- Sonuç olarak, mimari beton kullanımı mimarlara, mimari tasarımda yeni olanaklar sunmaktadır. Betonun yapıya yüklemiş olduğu anlamın ötesinde, estetik nitelikler kazandırmaktadır. Her türlü biçim vermenin olası olduğu, plastik bir malzeme olan beton; çeşitli karmaşık şekillerde dökülebilmektedir. Betonun tümünü veya yüzeyini renklendirmek, özel kalıplar kullanarak yüzeyi dokulu hale getirmek ve aynı zamanda renklendirmek, betona yüzey işlemleri uygulamak olanaklıdır (30).
- Ülkemizde tüm bu anlamdaki ürünlerin elde edilebilmesi için gerekli altyapı mevcuttur. Dokulu beton yüzeyler elde etmek için gerekli özel nitelikli kalıp malzemeleri vardır. Çevre tasarımı için bu kalıpları kullanarak yapılmış güzel örnekleri görmek mümkündür. Endüstriyel anlamda renklendirilmiş ve görünür agrega üretimli döşeme kaplamaları ve cephe panelleri üretimi ülkemizde yapılmaktadır. Mimari betonun olanaklarını kullanarak tasarım yapmak ve bu çabalar sırasında yapı fiziği kurallarına uygun yapı elemanları üretmek konusunda ise mimarlara önemli bir görev düştüğü de yadsınamaz(30).
- Görüldüğü gibi yüzey kusurlarına yanlış planlama, malzemenin yanlış seçimi gibi enformasyon eksikliğinden kaynaklanan durumlar neden olmaktadır. Bu kusurlar dizayn ve detaylandırma bölümleri boyunca uygun bir planlamayla minimize edilebilirler. Eşdeğer önemde diğer bir nokta ise, iyi eğitilmiş ve motive edilmiş bir ekiple çalışılmasıdır.

KAYNAKLAR

- 1) **Hasol,D.**, Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları,İstanbul,1998
- 2) <http://www.thbb.org>
- 3) **Aslan, M.**, Mart-Nisan 2003. Baskılı-Renkli Beton Uygulaması, *THBB Hazır Beton Dergisi*,56,98-101.
- 4) **Özkul,H.,Taşdemir,M.A.,Tokyay,M. ve Uyan,M.**,Meslek Liseleri İçin Her Yönüyle Beton,Türkiye Hazır Beton Birliği,İstanbul,1999
- 5) **Karagüler, M.E.**, Eylül-Ekim 2002. Mimarlıkta Beton, Mimari Beton, *THBB Hazır Beton Dergisi*,53,56-61.
- 6) **Şahin,M.**,ÇİMSA Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş. AR-GE Müdürü
- 7) <http://www.akcansa.com.tr>
- 8) <http://www.betonsa.com.tr>
- 9) **Neville, A.M.**, Properties Of Concrete, Longman Scientific& Technical, England,1981.
- 10) **Mindess,S.and Young, J.F.**,Concrete, Longman Scientific & Technical, England, 1981.
- 11) **Powers, T.C.**, “A Discussion of Cement Hydration in Relation to the Curing of Concrete”, Proc. Highway Research Board, 27,(Washington D.C.), 1947, 178–88.
- 12) **Powers, T.C.**, “The Physical Structure and Engineering Properties of Concrete”, Portland Cement Association Research Dept. Bul. 90, 1958, p.39.
- 13) **ACI Committee 201**,”Guide to Durable Concretes,” ACI Manual of Concrete Practice, Part 1, 1994.
- 14) **Powers, T.C.**, “Structure and Physical Properties of Hardened Portland Cement Pastes,”J.of American Ceramic Society,41, Jan. 1958, pp. 1–6.
- 15) **TSEN 12620**, 2003. Beton Agregaları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- 16) **TS 3529**, 1980. Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

- 17) **TS 3526**, Aralık 1980. Beton Agregalarında Özgöl Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- 18) **TS 3673**, Nisan 1982. Beton Agregalarında Organik Kökenli Madde Tayini Deney Metodu, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- 19) **TS 3527**, Aralık 1980. Beton Agregalarında İnce Madde Oranı Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- 20) **TS 3530**, Aralık 1980. Beton Agregalarının Tane Büyüklüğü Dağılımının Tayini (Granülometrik Birleşim Tayini), *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- 21) **TS 3814**, Şubat 1983. Beton Agregalarında Tane Şekli Sınıfı Tayini Deney Metodu, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- 22) **TS 635**, Temmuz 1968. Deney için Kâğıttan Numune Alma Metodu, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- 23) **Eyüpoğlu, R.**, 'Türk Standartlarında Kırmataş' İ.T.Ü. Maden Fakültesi, 1995, İstanbul
- 24) **Arslan, M.**, Beton (Dökümü, Kalıpları, Kusurları, Dayanıklılığı), Atlas Yayın Dağıtım, Ankara, 2001
- 25) <http://www.arkitera.com>
- 26) **ACI Committee 347R-03**, "Guide to Formwork for Concrete," 2003.
- 27) **Erdoğan, T.Y.**, Beton, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık Ve İletişim A.Ş., Ankara, 2003.
- 28) **ACI Committee 309.2R-90**, Manual of Concrete Practice
- 29) **Uçar, S.**, Temmuz-Ağustos 2002. Baskı Betonları, *THBB Hazır Beton Dergisi*, 52, 32.
- 30) **Uluöz, N.**, Temmuz-Ağustos 2002. Renkli Beton Kullanımı, *THBB Hazır Beton Dergisi*, 52, 38.
- 31) **Karagüler, M.E.**, Mayıs-Haziran 2003. Mimarlıkta Beton ve Kalıp, *THBB Hazır Beton Dergisi*, 57, 68-72.
- 32) **Erdoğan, T.Y.**, Çimentolar, Türkiye Hazır Beton Birliği, İstanbul, 1995.
- 33) **Karagüler, M.E.**, 1997. Betonda Rötire Çatlakları Sorunu ve Rötire Azaltıcı Katkıların Kullanımı, *Yapı Özel Ek 1*, Yapı Endüstrisi Merkezi Yayınları, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

İhsan ERİŞ 1979 yılında Van’da doğmuştur. Sırasıyla, Van Atatürk İlkokulu (1990), Vangözü Anadolu Lisesi (1994) ve Van Özel Serhat Fen Lisesi (1997) okullarını bitirmiştir. 1997 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü’nü kazanmıştır. 2003 yılında yüksek öğrenimini tamamlayarak aynı yılın güz yarısında Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Bölümü’nde Yüksek Lisans’a başlamıştır. 1994–1995 yılları arasında TÜBİTAK Matematik Olimpiyatları’nda bölge üçüncülüğü kazanmıştır. 1995–1996 yılları arasında Ulusal Matematik Olimpiyatları’nda Türkiye çapında gümüş madalya kazanmıştır. Matematik ve felsefe özel ilgi alanları arasındadır.