

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇİMENTO BAZLI HARÇLARDA
ADERANS DAYANIMI VE DURABİLİTEYE
ORTAM KOŞULLARININ ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Işıl SUNGUR**

Anabilim Dalı : Mimarlık

Programı : Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi

HAZİRAN 2009

**ÇİMENTO BAZLI HARÇLARDA
ADERANS DAYANIMI VE DURABİLİTEYE
ORTAM KOŞULLARININ ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Işıl SUNGUR

(502061737)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30 Nisan 2009

Tezin Savunulduğu Tarih : 02 Haziran 2009

Tez Danışmanı : Doç Dr. Mustafa E. KARAGÜLER (İ.T.Ü.)

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

Prof. Dr. Özkan İŞLER (İ.T.Ü.)

HAZİRAN 2009

ÖNSÖZ

İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Fakültesi Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı çerçevesinde gerçekleştirilen bu çalışmada çimento bazlı harçlarda aderans dayanımı ve durabiliteye ortam koşullarının etkileri incelenmiştir.

Bu tez, yaygın bir şekilde kullanılan çimento bazlı harçlar ile betonun aderans problemleri ve betondan beklenen en önemli özelliklerden biri olan durabilite kavramına ışık tutmak amacıyla hazırlanmıştır.

Çalışmalarım süresince, destek ve anlayışını benden esirgemeyerek değerli görüşleri ve yapıcı eleştirileriyle bana yol gösteren tez danışmanım Doç. Dr. Mustafa E. KARAGÜLER başta olmak üzere; Araş. Gör. Serkan YATAĞAN, Araş. Gör. Şebnem KULOĞLU, emektar laboratuvar görevlisi Teknisyen İbrahim ÖZTÜRK ve deney malzemesi teminini sağlayan DURATEK firmasına teşekkür ederim.

Ayrıca yaşamım boyunca bana sundukları sevgi ve destek için babam İnş. Müh. Sıtkı SUNGUR ile annem Mimar Hatice SUNGUR'a ve izinden gittiğim ablam Yük. İnş. Müh. Senem SUNGUR' a teşekkürü borç bilirim.

Haziran 2009

Işıl SUNGUR
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xi
SEMBOL LİSTESİ	xv
ÖZET	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1. ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI	1
2. ADERANS	3
2.1. ADERANS TEORİLERİ	3
2.1.1. Mekanik Kenetlenme	3
2.1.2. Elektrostatik Çekim	4
2.1.3. Termodinamik Teori	4
2.1.4. Difüzyon Teorisi	6
2.1.5.1. İyonik Bağ	8
2.1.5.2. Polarizasyon Etkisi	9
2.1.5.3. İyonik Yapı	9
2.1.5.4. İyonik Bağ - Kovalent Bağ	10
2.1.5.5. Bağ Polaritesi	12
2.1.5.6. En Son Teori	12
2.1.5.7. Elektronegativite ve Bağların Polarlığı	12
2.1.5.8. Kimyasal Bağlanma Teorileri	13
2.2. ADERANSI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	13
2.2.1. Islanma	14
2.2.1.1. Kritik Islanma Yüzey Gerilimi	14
2.2.1.1.1. Katı Yüzeyin Temas Açısının ve Kritik Yüzey Geriliminin Ölçülmesi	16
2.2.2. Yüzey İşlemleri	20
3. BETON KALIPLARI VE KALIP AYIRICILAR	23
3.1. BETON KALIPLARI	23
3.1.1. Görevleri	23
3.1.2. Kalıptan Beklenen Özellikler	24
3.1.3. Kalıp Yüzü Elemanları	24
3.1.4. Maliyet Faktörü	25
3.1.5. Kalıp Sisteminin Seçimi	25
3.1.6. Kalıbın Beton Yüzeye Etkisi	26
3.2. KALIP AYIRICILAR	27
3.2.1. Kalıp Ayırıcı Tipleri	28
3.2.1.1. Mineral Yağlar (Parafinik ve Naftenik bazlı)	28
3.2.1.2. Polimerik Kalıp Ayırıcı	28
3.2.1.3. Emülsiyeye Esaslı	28

3.2.1.4 Mum Esaslı	28
3.2.2. Kalıp Ayırıcıdan Beklenen Özellikler	29
3.2.3. Uygulama Koşulları	30
3.2.4. Kullanılan Kalıp Tipine Göre Kalıp Ayırıcının Seçilmesi	31
3.2.4.1 Emici Kalıp için Ayırıcı Seçimi	31
3.2.4.2. Emici Olmayan Kalıplarda Ayırıcı Kullanımı	31
4.DURABİLİTE	33
4.1. YAPI MALZEMELERİNDE DURABİLİTE KAVRAMI	33
4.2.BETONUN DURABİLİTE ÖZELLİĞİ VE ÖNEMİ	35
4.2.1 Betonda Hasar Etkenleri	36
4.2.1.1 Fiziksel Etkenler	36
4.2.1.1.1 Sıvı ve su buharı Geçirimsizliği	36
4.2.1.1.2. Donma Çözülme	36
4.2.1.1.3. Islanma- Kuruma	37
4.2.1.1.4 Isıl Gerilmeler	37
4.2.1.1.5 Hidrolik Rötire	38
4.2.1.1.6 Aşınma	38
4.2.1.1.7. Şok Dalgaları	38
4.2.1.2. Kimyasal Etkenler	38
4.2.1.3.Betonarme Çeliği Korozyonu	39
4.2.2. Yüzey Hasarı	40
4.2.2.1. Beton Yüzey Kusurları	40
5. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	47
6.DENEYSEL ÇALIŞMA	49
6.1 DENEYSEL ÇALIŞMANIN PROGRAMLANMASI	49
6.3. DENEYSEL ÇALIŞMADA KULLANILAN CİHAZLAR	52
6.4. DENEYLER	52
6.4. 1. Taze Harç Deneyleri	52
6.4.1.1. Taze Harçta Kıvam Tayini Deneyi	52
6.4.1.2 Taze Harçta Birim Ağırlık Tayini Deneyi	53
6.4.2. Sertleşmiş Harçta Fiziksel Deneyler	54
6.4.2.1. Kapiler Su Emme Tayini Deneyi	54
6.4.2.2. Su Emme Tayini Deneyi:	56
6.4.2.3 Ultrases Hızı Tayini Deneyi:	57
6.4. 3. Sertleşmiş Harçta Mekanik Deneyler	57
6.4.3.1. Eğilmede Çekme Deneyi	57
6.4.3.2.Basınç Deneyi	58
6.4.4. ADERANS DAYANIMI TAYİNİ (ÇEKİP KOPARMA DENEYİ)	59
6.5. DENEYSEL ÇALIŞMADA İZLENEN YOL	59
7.DEĞERLENDİRME VE İRDELEME	61
8.SONUÇLAR	83
KAYNAKLAR	85
EKLER	87
EK A :DENEYSEL ÇALIŞMAYA AİT FOTOĞRAFLAR	89
EK B : ULTRASES DENEYİ SONUÇLARI	97
EK C: EĞİLMEDE ÇEKME DENEYİ SONUÇLARI	98
EK D: BASINÇ DAYANIMI SONUÇLARI	99
EK E: ADERANS DENEYİ SONUÇLARI	101
ÖZGEÇMİŞ	107

KISALTMALAR

İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
PÇ	: Portland Çimentosu
NPÇ	: Normal Portland Çimentosu
mm	: Milimetre
cm	: Santimetre
Mpa	: Megapascal
Kgf	: Kilogramkuvvet
TS	: Türk Standartları
°C	: Santigrad Derece
%	: Yüzde
gr	: Gram
Kg	: Kilogram
Min.	: Minimum
Max.	: Maksimum
MDF	: Medium Density FibreBoard (Orta yoğunluklu lif levha)
N	: Newton
kN	: Kilonewton
Dak.	: Dakika
sn	: saniye

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1 : Temas Açısı Ölçümü Sonuçların Gösterilmesi	19
Çizelge 2.2 : Yüzey işlemleri	20
Çizelge 6.1 : Kumun elek analiz sonuçları	50
Çizelge 6.2 : Taze harçta kıvam deneyi sonuçları	53
Çizelge 6.3 : Taze harcın birim ağırlıkları	54
Çizelge 6.4 : Kılcallık deneyi numuneleri boyut ve alanları	55
Çizelge 6.5 : 28günlük kılcallık deneyi sonuçları	55
Çizelge 6.6 : Su Emme Deneyi Sonuçları	56
Çizelge 6.7 : Ultrases Deneyi Sonuçları	57
Çizelge 6.8 : Eğilmede Çekme Deneyi Sonuçları	58
Çizelge 6.9 : Basınç Deneyi Sonuçları	58

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 : Van Der Waals Kuvvetleri Temas Açısı Ölçümü Sonuçları Gösterilmesi.	5
Şekil 2.2 : Temas açısı ve ıslanma	6
Şekil 2.3 : İnterdifüzyon	7
Şekil 2.4 : İki Hidrojen Atomu Arasında Bağ Oluşumu	10
Şekil 2.5 : Elektron dağılımları	11
Şekil 2.6 : İki Hidrojen Atomu Arasında Bir Bağ Oluşumu	12
Şekil 2.7 : Yapıştırıcı ve altlık arasındaki kimyasal bağlanma	13
Şekil 2.8 : Temas açısına göre ıslanma durumu	14
Şekil 2.9 : Termodinamik olarak ıslanabilirlik	15
Şekil 2.10 : Temas Açısı Gonyometresi	18
Şekil 2.11 : Damla görüntüsü	19
Şekil 4.1 : Dış etkenlerin betona çatlaklardan nüfuz edişi	39
Şekil 4.2 : Peteklenme	41
Şekil 4.3 : Beton yüzeyindeki boşluklar	42
Şekil 4.4 : Yüzeyde Pullanma	42
Şekil 4.5 : Beton yüzeyde dökülme	43
Şekil 4.6 : Beton yüzeyde tabakalaşma	43
Şekil 4.7 : Çiçeklenme	44
Şekil 4.8 : Çatlak tipleri	45
Şekil 6.1 : Kuma ait Granülometri Eğrisi	50
Şekil 7.1 : Prizmatik numunelerin eğilmede çekme dayanımları	61
Şekil 7.2 : Prizmatik numunelerin basınç dayanımları	61
Şekil 7.3 : Ahşap kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları	62
Şekil 7.4 : MDF kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları	62
Şekil 7.5 : İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları	63
Şekil 7.6 : İç yüzeyi pleksi kaplı kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları	63
Şekil 7.7 : Ahşap kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları	64
Şekil 7.8 : MDF kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları	64
Şekil 7.9 : İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları	65
Şekil 7.10 : İç yüzeyi pleksi kaplı kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları	65
Şekil 7.11 : Ahşap kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar	

	arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözülme çevrimi sonrası)	66
Şekil 7.12	:MDF kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözülme çevrimi sonrası)	66
Şekil 7.13	:İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözülme çevrimi sonrası)	67
Şekil 7.14	:İç yüzeyi pleksi kaplı kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözülme çevrimi sonrası)	67
Şekil 7.15	:Ahşap kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları(25 donma çözülme çevrimi sonrası)	68
Şekil 7.16	:MDF kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları(25 donma çözülme çevrimi sonrası)	68
Şekil 7.17	:İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözünme çevrimi sonrası)	69
Şekil 7.18	: İç yüzeyi pleksi kaplı kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözünme çevrimi sonrası)	69
Şekil 7.19	:Ahşap kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)	70
Şekil 7.20	:MDF kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)	70
Şekil 7.21	:İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)	71
Şekil 7.22	:İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)	71
Şekil 7.23	:Ahşap kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)	72
Şekil 7.24	:MDF kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)	72
Şekil 7.25	:İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkmış KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)	73
Şekil 7.26	:İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)	73
Şekil 7.27	:Ahşap kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim	

	donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)	74
Şekil 7.28	:MDF kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)	74
Şekil 7.29	: İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)	75
Şekil 7.30	:İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)	75
Şekil 7.31	: Ahşap kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)	76
Şekil 7.32	: MDF kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)	76
Şekil 7.33	:İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkmış KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)	77
Şekil 7.34	: İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)	77
Şekil 7.35	:Ahşap kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (ilk 25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözünme)	78
Şekil 7.36	:MDF kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (ilk25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözünme)	78
Şekil 7.37	:İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözünme)	79
Şekil 7.38	:İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözünme)	79
Şekil 7.39	:Ahşap kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (ilk 25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözünme)	80
Şekil 7.40	:MDF kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözünme)	80
Şekil 7.41	:İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkmış KYB	

	altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (ilk 25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözülme)	81
Şekil 7.42	İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözülme)	81

SEMBOL LİSTESİ

γ_{sv}	: Hava ve sıvı buhar basıncıyla dengede olan katının yüzey enerjisi
γ_{LV}	: Buharıyla denegede olan sıvının yüzey enerjisi
γ_{sv}	: Ara yüzey enerji yüzeyi
θ	: Temas açısı
H	: Hidrojen
C	: karbon
R	: Yayılmış taze harcın çapı
r	: Yayılmadan önceki çapı
m	: Ağırlık
A	: Alan
R	: Yayılmış taze harcın çapı
t	: Zaman
N	: Kılcallık Katsayısı
Sa	: Ağırlıkça su emme yüzdesi (%)
Δ	: Birim hacim ağırlık (gr/cm^3)
$\sigma_{\text{eğilme}}$	: eğilme dayanımı (N/mm^2)
σ	: basınç dayanımı (N/mm^2)
P	: Kırılma yükü (N)

ÇİMENTO BAZLI HARÇLARDA ADERANS DAYANIMI VE DURABİLİTEYE ORTAM KOŞULLARININ ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmada çimento bazlı harçların aderans dayanımı ve durabilitesine ortam koşullarının etkileri araştırılmıştır. Literatür araştırmasının ardından belirlenen deneyler gerçekleştirilmiştir.

Birinci bölümde çalışmanın kapsam ve amacı özetlenmiş, ikinci kısımda aderans kavramı ele alınmıştır. Karmaşık aderans kavramını açıklayan, beş ayrı kabul görmüş teori açıklanmış, ardından aderansı etkileyen faktörlerden ıslanma ve yüzey işlemleri üzerinde durulmuştur.

Üçüncü kısımda beton kalıp ve kalıp ayırıcıları yer almaktadır. Beton kalıplarının görevleri, kalıptan beklenen özellikler ve kalıp yüzü elemanlarına ilişkin bilgiler verilmiştir. Kalıp ayırıcı tipleri, kalıp ayırıcıdan beklenen özellikler, uygulama koşulları ve kullanılan kalıp tipine göre kalıp ayırıcı seçimi açıklanmıştır. Dördüncü bölümde yapı malzemelerinde durabilite kavramına değinilmiştir. Ardından deneysel çalışma öncesi gerçekleştirilen literatür araştırmalarından seçilen deneysel çalışma örneklerine yer verilmiş ve altıncı bölümde deneysel çalışmaya geçilmiştir. Çimento bazlı harçların ıslanma-kuruma ve donma çözülme gibi tekrarlı ortam şartları altında, aderans ve durabilitesindeki değişimleri gözlemlemeyi amaçlayan deneysel çalışmada; farklı kalıp ayırıcı yağlar uygulanmış iç yüzey malzemesi farklı kalıplardan çıkan normal ve kendiliğinden yerleşen beton altlıklar üzerine laboratuarda üretilen harçlar uygulanmıştır. Aynı harçların prizmatik örnekleri de altlık-başlık ikilileriyle birlikte tekrarlı ortam şartlarına tabi tutulmuştur. Bu prizmatik örnekler sertleşmiş harçlar için fiziksel ve mekanik özellikleri belirleyen deneylerde kullanılırken, altlık- başlık çiftlerinin çekip koparma (pull-off) metoduyla aderans dayanımı değerleri belirlenmiş ve yüzey özellikleri incelenmiştir.

Yedinci kısım elde edilen verilerin değerlendirme ve irdelenmesine ayrılmış, son bölümde de varılan sonuçlar ortaya konmuştur. Doğru kalıp ve kalıp ayırıcı seçimi aderans dayanımı değerini ve yüzey özelliklerini belirgin bir şekilde etkilerken; ıslanma-kuruma ve donma çözülme çevrimleri kısa vadede kür etkisi yaparak bu değeri arttırabilmektedir.

THE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON THE ADHESION AND DURABILITY OF CEMENT BASED MORTARS

SUMMARY

In this study the effects of environmental conditions on the adhesion and durability of cement based mortars are investigated. After the literature research, the specified experiments were performed.

In the first chapter, the scope and the aim of the study are summerized, adhesion mechanisms are explained with five accepted theories, than wetting and surface treatments are mentioned as the factors that affect adhesion.

The third chapter includes formworks and releasing agents. Information about the functions and features of formworks and materials used on the interior surface of formworks are given. Types and features of releasing agents, application conditions and determination of the right releasing agent are explained. In the fourth chapter, durability of construction materials are mentioned. The fifth chapter includes some experimental studies about adhesion and durability, which have similarities with this study. The sixth chapter explains the experimental study: The experimental study aims to observe the effects of environmental conditions (like heat/dry cycle and freeze/thaw cycle) on the adhesion and durability of cement based mortars thus mortar produced at the laboratory has been applied on the concrete samples due to perform adhesion tests after 28 days and ageing cycles. These concrete samples were produced by pouring into four different kinds of formworks applied different kinds of releasing agents one year ago. Besides two types of concrete have been used; normal and self compacting concrete. Also $4 \times 4 \times 16$ cm sized mortar samples have been produced to perform physical and mechanical tests. While these mortar samples have been also used for ageing tests, pull-off tests to determine adhesion and surface features have been performed with concrete-mortar couples.

As the datas from the tests are discussed in the seventh chapter, the last chapter is focused on the results. In conclusion, the right formwork and releasing agent increase the adhesion between concrete and mortar as the ageing cycles can increase the adhesion for a short time period.

1. GİRİŞ

Çimento bazlı malzemeler; süratle üretilebilmesi, nispeten ekonomik olması, istenen mimari şeklin kolay elde edilebilmesi, kalifiye eleman yetiştirme kolaylığı, esas malzeme olan agreganın çoğu kez inşaat yöresinden temin edilebilmesi, dış tesirlere ve hava şartlarına dayanıklılığı, bakım kolaylığı gibi avantajlara sahiptir. Bu nedenle çimento bazlı harçlar yapı endüstrisinde oldukça geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

Yapı sektörünün vazgeçilmez malzemelerinden betonda ise günümüzde başarılı kalıp ve kalıp ayırıcılarla düzgün yüzey elde edilmesi mümkün olabilmektedir. Bu noktada tespit edilen sorun; mevcut beton altlıkla harç arasında istenen aderansın sağlanamamasıdır ki bu durumun betonun durabilitesi ve dolayısıyla yapının performansını olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir.

Bu bilginin ışığında gerçekleştirilen literatür araştırmaları sırasında aderans dayanımı, kalıp ve kalıp ayırıcılar ile betonun durabilitesine ilişkin çalışmalar taranmış ve ortam koşullarının harç ve beton tabakaları arasındaki aderans dayanımı ve durabiliteye etkilerinin sistematik bir şekilde incelenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Çalışma kapsamında öncelikle literatür araştırmaları, ardından deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir.

Literatür araştırması dahilinde, aderans kavramı farklı teorilerle ele alınmış ve aderansa etki eden faktörler sıralanmıştır. Bunun yanında beton kalıpları ve kalıp ayırıcılara yer verilmiş ve bir diğer önemli kavram olan durabilite üzerinde durulmuştur.

Bu amaçla bir çok çalışmayla birlikte benzer içerikli bir çalışma olan ‘Kalıp ve kalıp ayırıcı yağ türünün betonla sıva arasındaki aderansa etkisi’ adlı yüksek lisans tezi

irdelenmiş ve bir adım öteye götürülerek ıslanma-kuruma, donma-çözülme gibi tekrarlı ortam koşullarının etkileri incelenmiştir.

Deneyisel çalışmada donma çözülme, ıslanma kuruma gibi tekrarlı ortam koşullarının çimento bazlı harçların aderans dayanımı ve durabilitesine etkilerini gözlemleyerek oluşabilecek sorunlara çözüm üretmek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda deneyler aşağıdaki gibi gruplanmıştır:

- Taze harç deneyleri
- Sertleşmiş harçta fiziksel deneyler ve mekanik deneyler
- Aderans dayanımı ve durabilite deneyleri (ıslanma-kuruma ve donma çözülme çevrimleri)

Yapılan program doğrultusunda deneyler yürütülmüştür. Fiziksel ve mekanik özelliklerin tayininde kullanılmak üzere çelik kalıplarda prizmatik numuneler üretilmiş, beton altlıkla harç tabakasının arasındaki aderans dayanım değerinin belirleneceği çekip koparma (pull-off) deneyinde ise özel hazırlanmış dairesel kalıp kullanılmıştır. Harcın beton altlık üzerine bir katman olarak uygulanıp bu tabakadan çekip koparılması; bu işlem esnasında örselenme sebebiyle, ulaşılacak gerçek değerden uzaklaşılacağı kaygısıyla tercih edilmemiş ve bu nedenle altlıkların üzerine yerleştirilen dairesel kalıplar yardımıyla yapışmanın sadece altlık ve başlık arasında olması sağlanmıştır. Tekrarlı ortam koşullarını temsil eden ıslanma-kuruma ve donma-çözülme çevrimlerine tüm numuneler dahil edilmiştir.

2. ADERANS

Yapılarda birçok hallerde birbirinden farklı cisimlerin bir araya gelmesiyle oluşan malzemeler kullanılmaktadır. Bu tür malzeme mekanik zorlamalar altında tek bir cisim gibi davranır. Böyle bir davranış ancak bu cins malzemeyi oluşturan cisimlerin arasında aderans denilen bir bağ kuvvetinin bulunmasıyla gerçekleştirilir. Yapı mühendisliğinde birçok malzeme varlığını bu aderansa borçludur. Beton, çimento hamuru ile agrega taneleri arasındaki aderans sayesinde yüksek basınç mukavemetlerine sahip olabilmektedir. Tuğla ve taş duvarlarda, tuğla ve taşlar bu cisimlerin harçla olan aderansları sayesinde birbirleriyle birleşmektedir. Betonarme yapı elemanları, çelik çubuk donatılarıyla beton arasında bulunan aderanstaki dolaylı yük altında tek bir cisim gibi deformasyon yapar [1].

İki farklı cisim arasında aderansın ne şekilde meydana geldiği henüz kesin bir şekilde anlaşılamamakla beraber bu bağ kuvvetini açıklayan farklı teoriler mevcuttur:

2.1. Aderans Teorileri

1. Mekanik Kenetlenme
2. Elektrostatik Çekim
3. Termodinamik Teori
4. Difüzyon Teorisi
5. Kimyasal Bağ Teorisi

olarak sıralanır.

2.1.1. Mekanik Kenetlenme

Mekanik yapışma teorisi adından da anlaşıldığı gibi oldukça basit ilkelere dayanır. Bu teoriye göre, yapışkan ile uygulandığı katı cismin tabakaları arasında oluşacak bağın dayanımının, öncelikle yapışkanın pürüzlü yüzeydeki girinti-çıkıntılara tutunmasına bağlı olduğu vurgulanır. Genel yapıştırma uygulamalarında, düz

yüzeylerde yapışmaya hazır olsalar bile, her zaman yeterli mukavemette bir bağ edilemediği görülmektedir. Mekanik yapışmada ana öge olan yüzey pürüzleri, yapışkanın boşlukları doldurması sonucu mekanik ankraj görevi yaparak mükemmel bir tutunma sağlarlar. Marangozluk imalatı olan kereste birleşim detaylarının uzun zaman periyodunda izlenmesi sonucunda, pürüzlü yüzeyli kereste ile yapıştırılan birleşim noktasının düz yüzeyli olanlara göre çok daha mukavemetli olduğu görülmüştür. Dolayısı ile yapıştırılan katı madde yüzeyinin topografik yapısı, başarılı bir mekanik yapışma olayının oluşması için başlıca gerekliliktir.

Katı cisimlerin birbirine yapıştırmak için kullanılan sıvı haldeki yapıştırıcılar, penetrasyon (yapıştırıcının yapıştırılacak malzemenin bünyesine girmesi) özellikleri ile cisimlerin yüzeylerini ıslatarak, çıkıntıların etrafını sarar, boşlukları doldurur ve kapiler boşluklardan malzemenin içine nüfuz eder. Yapıştırıcı sertleştiğinde mekanik ankraj mesafesini görür. Mekanik kenetlenmeyi, yapışacak malzemenin yüzey dokusu, porozitesi ve sertliği etkilemektedir. Bu tip aderansta, iki yüzeyin molekülleri arasında düşük çekme kuvvetleri bulunsa bile ahşap gibi yüzeyi pürüzlü malzemelerde iyi sonuç alınmaktadır [2].

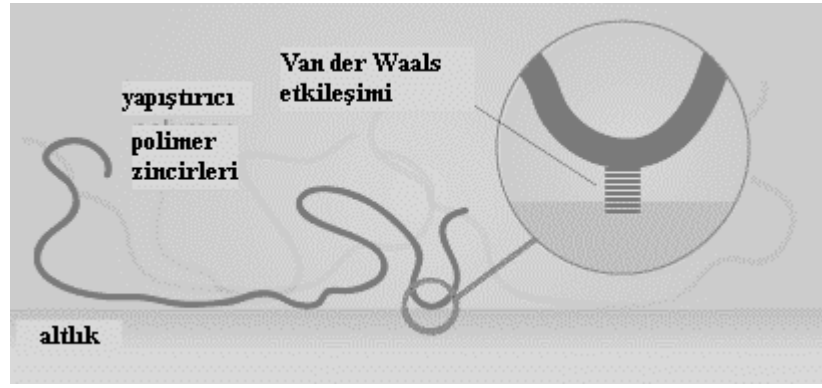
2.1.2 Elektrostatik Çekim

Yapışan iki tabaka ara yüzeyinde oluşan elektrik akımı, bu teorinin ana fikridir. Bu teoriyi tanımlayan, yapışkan birleşimlerde elektrik yükü var olduğunu ispat eden en bilinen örnek, esnek yapışkan bir bandın yapıştığı katı yüzeyden hızla çekildiğinde ara yüzeyde meydana gelen elektrik yükünün boşalmasıdır.

Elektrostatik çekimde, yapıştırıcı ile malzeme arasında elektron transferi meydana gelir. Bu tip aderansın yapıştırmadaki önemi hakkında görüş ayrılıkları bulunmaktadır; bazı kimyacılar elektrostatik çekimin yapışma için birinci derecede önemli olduğunu vurgularken, bazıları bunun önemsenecek derecede az bir çekim kuvveti olduğunu savunmaktadırlar [2].

2.1.3 Termodinamik Teori

Termodinamik teoriye göre aderans iki malzeme arasındaki moleküler temastan doğar ve iki yüzeydeki atomların arasında gelişen yüzey kuvvetlerini içerir. Bu teori aderansı sağlayan en önemli mekanizmadır.



Şekil 2.1 Van der Waals Kuvvetleri [3]

Yapıştırıcı – yapışan arasında oluşan yüzey kuvvetlerinden en önemlisi Van der Waals kuvvetidir. Buna ilaveten, asit-baz etkileşimleri ve genellikle bir tür asit-baz etkileşimi olarak düşünülen hidrojen bağları da iç aderans kuvvetlerine katkıda bulunur. Araştırmalar göstermiştir ki birçok yapıştırıcı bağlantısındaki aderans mekanizması sadece ara yüzeyin ikincil kuvvetlerini içerir. İki yüzey arasında hesaplanan çekim kuvveti deneysel ölçümlerle tespit edilen kuvvetten oldukça yüksektir; teorik ve deneysel kuvvet değerlerinin arasındaki bu uyumsuzluk , yükleme sırasındaki gerilme toplanmalarına neden olan kusur, boşluk ve diğer geometrik düzensizliklere bağlanmaktadır [2].

İyi adsorpsiyonu sağlamak için, van der Waals ya da asit-baz etkileşimi veya her ikisi gerçekleşerek iç temas sağlanmalıdır; bu nedenle ıslanma (*wetting*) sağlanmalıdır. Young'ın denklemine göre, üç fazdaki temasta yüzey gerilmeleri temas açısı ile ilişkilidir:

$$\gamma_{SV} = \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \cdot \cos \theta \quad (2.1)$$

$$\gamma_{SV} = \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \cdot \cos \theta \quad (2.2)$$

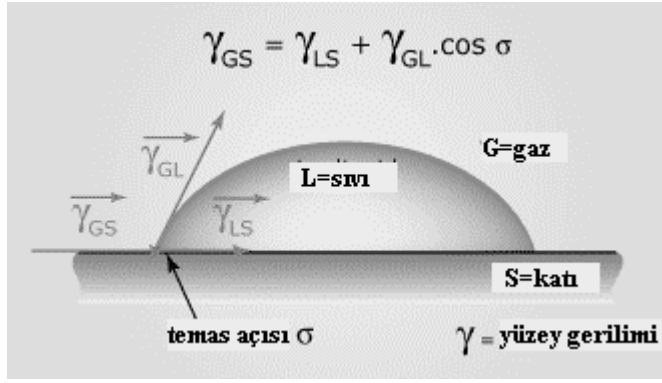
$$\gamma_{SV} \geq \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \quad (2.3)$$

γ_{SV} = katı/buhar yüzey gerilmesi

γ_{SL} = katı/sıvı yüzey gerilmesi

γ_{LV} = sıvı/buhar yüzey gerilmesi.

θ = temas açısı



Şekil 2.2. Temas açısı ve ıslanma [3]

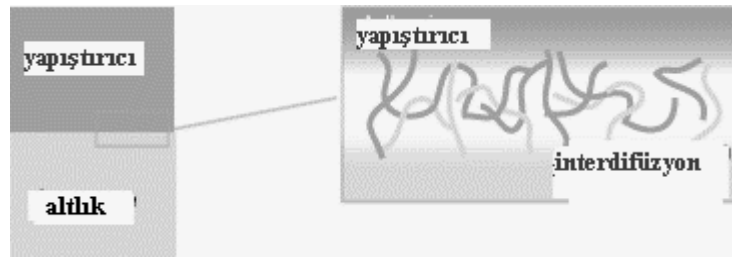
Sonuç olarak adsorpsiyon teorisinin özellikleri aşağıda sıralanmıştır;

- Moleküller arası temas, epoksi gibi yapıştırıcıların, çeşitli malzemeleri birleştirilmesi işlemi için mutlak gerekliliktir,
- Moleküler kuvvetler, yapışma işleminin gerçekleşmesinde çok kısa bir mesafeden etkili olabilirler,
- Yapıştırılacak malzemelerin yüzeylerindeki aşırı pürüzler, bir şekilde düzeltilip temizlenmelidir.
- Birleştirilen malzemelerin ara yüzeylerindeki temasın çok sınırlı olması halinde, istenilen moleküler etkileşim küçük bir alanda gerçekleşir ve bir uzama hali söz konusu olur. Bunun sebebi katı yüzeye tutunmaya çalışan yapışkanın akması sonucu bir hareket meydana gelmesidir. Bu koşullarda, moleküller arası kuvvetlerin etkileşimi temas alanının büyük bölümünde sağlanır ve dolayısı ile taşıma kapasitesinde önemli artışlar elde edilir [2],[3].

2.1.4.Difüzyon Teorisi

İki tabakanın moleküler seviyede temas etmesi ve birbirine karışması sonucu iki faz arasında yapışma meydana gelmesi bu teoremin ana fikridir. Bu oluşumun meydana gelmesi için yapışan iki tabakanın ara yüzeylerinde bulunan moleküllerin yüksek hareketli olmaları ve birbirleri ile uyum içinde bulunmaları kesin koşullardır. Ancak, yapıştırılan iki kati cismin molekülleri arasında böyle yüksek seviyeli bir moleküler uyumun var olması genellikle mümkün değildir. Yapışma olayında bu uyumu temin eden yapıştırıcı malzemedir. Çoğu termoplastik malzemeler, sahip olduğu yavaş hareketli moleküller sebebi ile yeterli nitelikte yapışkan bağ oluşturabilmeleri ancak

moleküler difüzyon olayı ile mümkün olabilir. Difüzyon mekanizmasının, otomatik bir yapışma evresine sahip olduğunu ispat eden en bilinen örnek, vulkanize edilmemiş elastomerlerde ve doğal kauçukta görülmektedir. Buna ek olarak, alt katmanlarda solvent içeren termoplastiklerde, solventin gösterdiği uyumun vulkanizasyon olayındaki gibi basınç ve sıcaklık uygulanmasına bağlı olmasından dolayı, bu olayın difüzyon mekanizması ile ilgili olduğu yönünde fikirler vardır. Voyutskii'nin difüzyonla yapışma mekanizmasında meydana gelen yapışma evresinin epoksi-metal arasında oluşan bağda da görüldüğü iddiasına karşın Sovyet araştırmacılar, alüminyum gibi kaba, yüzeyi pürüzlü ve okside tabakalara sahip bir çok metalik alaşım için difüzyon yapışma olayının mümkün olduğu fikrini savunmuşlardır. Ayrıca difüzyon yapışma işleminde, yapışkan ve alt katmanlar arasında tüm yüzeye yayılan bir yapışmanın, maksimum başarı için gerekli koşul olmasına rağmen, difüzyon olayındaki yapışmanın gerçekleştiği yer, moleküler seviyedeki iki bileşenin birbirine karıştığı bir fazdır [2],[3].



Şekil 2.3 İnterdifüzyon [3]

Difüzyonu etkileyen parametreler; temas süresi, ısı, polimerin molekül ağırlığı ve fiziksel formu (sıvı, katı) olmasıdır. Kutupluluk (*polarity*) genellikle aderansı artırır.

Bazı kanıtlar gösterebilmiştir ki interdifüzyon olayı, hareketli ve geçirimli polimerlerde gerçekleşmektedir ve iç aderansı arttırabilmektedir. Bununla birlikte difüzyon teorisi, polimer ve yapışanın çözülebilen özellikte olmadığı veya polimerin zincir hareketinin kristalize yapısıyla kısıtlanmış olduğu durumda veya da geçiş ısısının altında olduğunda uygulanması sınırlı bulunmuştur [2].

2.1.5 Kimyasal Bağ Teorisi

Hemen hemen tüm element atomları bileşikler oluşturmak için diğer atomlarla birleşmeye yatkındırlar. Böyle durumlarda atomlar arasındaki çekim kuvvetleri "kimyasal bağ" olarak adlandırılır.

Kimyasal bağlanma başlıca iki gruba ayrılır. Kovalent bağlanma, moleküllerde oluşur ve elektronların paylaşımını içerir. İyonik bağlanma ise, elektronların atomlar arasında aktarılmasıyla oluşur ve iyonları meydana getirir [2].

2.1.5.1 İyonik Bağ

İyonik bağ, zıt ve eş yüklü iyonlar arasındaki elektrostatik kuvvetlere dayanan bir kimyasal bağ türüdür. En dıştaki elektron kabukları tamamen dolu olan atomlar oldukça kararlı durumdadırlar, başka atomlarla bileşik oluşturma eğilimi göstermezler. Sadece soy gazların en dış elektron kabukları tamamen doludur, diğer tüm elementlerin dış kabuklarında eksik elektron bulunmaktadır. Oysa atom, tüm elektron kabuklarının dolu olması yönelimindedir ve eğer dolu değilse bunu sağlamaya yönelecektir. Bu konumda atomun başına iki farklı olay gelebilir, dış kabuktaki elektronlardan kurtularak zaten dolu olan bir alttaki kabuğu son kabuk haline getirmek ya da dış kabuğu dışarıdan elektron alarak tamamlamak.

Elektron verme eğiliminde olan bir atomla elektron alma eğilimindeki bir atom reaksiyon alanına girdiklerinde, aralarında bir elektron alış-verişi olur. Bunun sonucunda elektron alan atom negatif iyon (anyon), elektron veren atom ise pozitif iyon (katyon) haline gelecektir. Bu şekilde aralarında elektrostatik çekme kuvveti yaratılan atomlar iyonik bağla bir bileşik oluştururlar. İyon bağına elektro valans bağ da denilmektedir.

İyonik bağla oluşan bileşiklerin bir ortak özelliği, elektroliz edilebilmeleridir. Yani iyonik yapıdaki sıvı ve katı çözeltiler elektriği iletirler. İyonik yapılu katılar ise iletken değildirler. Bir diğer özellik de elektronların kuvvetle tutulması nedeniyle iyonik kristallerin ısıyı ve elektriği iletmemesi, diğer bir deyişle yalıtkan olmalarıdır.

İyonik bağ oluşumunda, metal, düşük elektronegatifliği nedeniyle bir elektron vererek pozitif bir iyon (katyon) oluşturur. Normal sofrada, sodyum ile klor iyonları birbirlerine iyonik bağ ile bağlıdır. İyonik bağ genellikle metallerle ametaller arasında gerçekleşir. Ametal atomlarının elektronegatifliği yüksektir ve kolayca elektron alıp negatif iyon (anyon) oluşturabilirler. Dolayısıyla, iki veya daha fazla iyon, elektrostatik kuvvetlerin etkisiyle birbirlerini çekerler. Bu tür bağlar, hidrojen bağından daha kuvvetli fakat kovalent bağ ile hemen hemen aynı kuvvettedir.



İyonik bağlanma yalnızca, bağlanmış atomlar serbest olanlardan daha düşük enerjiye sahip olduklarında ve reaksiyonun toplam enerji değişimi, reaksiyonun gerçekleşmesi yönünde ise meydana gelir. Toplam enerji değişimi ne kadar büyükse, bağ o kadar güçlüdür. Tüm iyonik bağlar bir tür kovalent ya da metalik bağ özelliği taşırlar. İki atom arasındaki elektronegatiflik farkı ne kadar büyükse bağ da o kadar iyoniktir. İyonik bileşikler, ergidiklerinde veya suda çözündüklerinde elektrik iletirler. Genellikle yüksek ergime sıcaklığına sahip olup suda çözünmeye meyillidirler.

2.1.5.2. Polarizasyon Etkisi

İyonik bileşiklerin kristal latisi içindeki iyonlar küreseldir fakat eğer pozitif iyon küçük ve/veya yüksek oranda yüklüyse, negatif iyonun elektron bulutunu bozar. Negatif iyonun bu şekilde polarize olması, iki atomun çekirdekleri arasında ilave yük birikimine yol açar ki bu da kısmi kovalent bağ demektir. Boyutça büyük negatif iyonlar daha kolaylıkla polarize olurlar. Fakat bu durum, yalnızca 3+ değerlikli pozitif iyon (örneğin, Al^{3+}) söz konusu olduğunda önemlidir (örneğin, saf $AlCl_3$ kovalent bir moleküldür). Öte yandan, 2+ yüklü iyonlar (Be^{2+}) hatta 1+ yüklü iyonlar (Li^+) dahi, boyutları çok küçük olduğu için bir miktar polarize etme gücüne sahiptirler (örneğin, LiI iyoniktir fakat bazı kovalent özellikler gösterir). "Polarize etme gücü", iyonun yükü ile boyutu arasındaki orana bağlı olup yük yoğunluğu olarak adlandırılır.

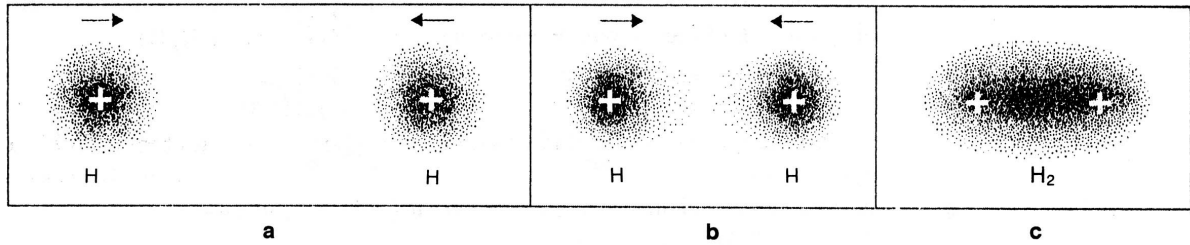
2.1.5.3. İyonik Yapı

İyonik bileşikler katı haldeyken, iyonik kristal içinde sürekli iyonik latis yapısına sahiptirler. Tüm iyonlar yaklaşık olarak aynı boyutta ise, yüzey merkezli kübik bir yapı oluşturabilirler, fakat iyonlar farklı boyutta ise, yapı genellikle hacim merkezli kübiktir. İyonik latislerde koordinasyon sayısı, her birinin bağlı olduğu iyon sayısını verir.

2.1.5.4. İyonik Bağ - Kovalent Bağ

İyonik bir bağ durumunda atomlar, zıt yüklü iyonların çekimi ile birbirine bağlı iken, kovalent bağ durumunda atomlar, elektron paylaşımı yoluyla bağlanırlar. Kovalent bağ durumunda, her atomun etrafındaki moleküler geometri, VSEPR(VSEPR = **V**alence **S**hell **E**lectron **P**air **R**epulsion theory (Valans kabuğu elektron çifti itme teorisi) (1957): kimyada bir model olup bireysel moleküllerin şekillerini tanımlamayı hedefler.)kuralları ile belirlenirken, iyonik malzemelerde geometri, maksimum sıkı-paket kurallarını takip eder. Dolayısıyla bir bileşiğin iyonik ya da kovalent olarak sınıflandırılması "atomların geometrisi"ne bağlıdır.

Kovalent bağ, iki atom arasında, bir veya daha fazla elektronun paylaşılmasıyla karakterize edilen kimyasal bağın bir tanımıdır. Genellikle bağ, ortaya çıkan molekülü bir arada tutan ortak çekim gücü olarak tanımlanabilir. Paylaşılan elektron ya da elektronlar, her iki çekirdek etrafında dolanacaklar, iki çekirdek arasındaki bölgede daha uzun süre bulundukları için bu bölgede (-) yüklü bir alan yaratacaklardır. Bu alan, her iki çekirdeğe bir çekme kuvveti uygulayarak bir bağ yaratır.



Şekil 2.4.İki Hidrojen Atomu Arasında Bağ Oluşumu: a) İki H Atomu Birbirinden Uzakta Bulunmalar b) Atomlar Yaklaşırken Elektron Yoğunluğunun İki Çekirdeğin Arasına Kayışı. c) Elektronların İki çekirdek arasında Yoğunlaşması.

Kovalent bağ, söz konusu atomların dış yörüngelerinin dolması ile meydana gelir. Bu tür bağlar, moleküller arası hidrojen bağından daima daha güçlü, iyonik bağ ile ise ya aynı güçte ya da daha güçlüdür.

Bazı inorganik maddelerin -hidrojen, amonyak, klor, su ve azot molekülleri ile tüm organik maddelerin molekülleri kovalent bağ ile bir arada tutulmaktadır.

Kovalent bağ (iyonik ve metalik bağın tersine) yönlüdür; bağ açılarının etkileşimin gücü üzerinde etkisi büyüktür. Bu etkinin kaynağı, kovalent bağların, atomik yörüngelerin üst üste binmesiyle oluşmasından ileri gelir. Atomik yörüngeler (p, d, ve f orbitalleri) hepsi yönlü karakterde olup, bağlanma esnasında önemli ölçüde yöne bağlı etkileşime neden olurlar. Kovalent bağ, genellikle benzer elektronegatifliğe sahip atomlar arasında gerçekleşir. Bu nedenle ametaller, daha kolaylıkla kovalent bağ tercih eder ve metaller de kolayca yerlerinden oynatılabilen elektronların daha serbestçe dolaşabildiği metalik bağ yaparlar. Ametallerde bir elektronun serbest kalması daha zordur, dolayısıyla benzer elektronegatifliğe sahip bir madde ile birleşme söz konusu olduğunda o elektronun paylaşılması tek seçenek haline gelir.

hidrojen	$H^{\bullet}$	$H^{\bullet}$
karbon	$\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{C}}}\cdot$	$\cdot\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{C}}}\cdot$
su	$H:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}:$	$H-\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}-H$
etilen	$\begin{array}{cc} H & H \\ & \\ C & :C \\ & \\ H & H \end{array}$	$\begin{array}{cc} H & H \\ & \\ C & =C \\ & \\ H & H \end{array}$
asetilen	$H:C\equiv C:H$	$H-C\equiv C-H$

Şekil 2.5.Elektron dağılımları

Kovalent bağ kavramı, ilk olarak 1916'da Gilbert N. Lewis tarafından, atomlar arasında elektron çiftlerinin paylaşılması şeklinde ortaya atılmıştır. Buna göre, dış yörüngedeki valans elektronları, atomik semboller etrafında birer nokta ile temsil edildiği Lewis notasyonu veya elektron nokta notasyonu ile gösterilmektedir. Atomlar arasındaki elektron çiftleri kovalent bağları göstermekte, çoklu çiftler ise çoklu bağlara karşı gelmektedir.

Her ne kadar, paylaşılmış elektron çiftleri fikri, kovalent bağlanmanın etkin ve miktarsal tanımını yapıyor olsa da, bu bağların doğasını anlamak ve basit moleküllerin yapısını ve özelliklerini tahmin edebilmek için kuantum mekaniği bilgisine ihtiyaç vardır. Kimyasal bağlanmanın, kuantum mekaniği açısından ilk başarılı açıklamasını 1927'de Walter Heitler ve Fritz London yapmıştır.

2.1.5.5. Bağ Polaritesi

İki tür kovalent bağ vardır: polar ve polar olmayan (veya saf). Saf kovalent bağlar (ki genellikle çözünür değildirler, elektrik iletkenlikleri yoktur ve bireysel molekül formundadırlar) ve iyonik bağlar (çözünürdürler, ergimiş ve çözünmüş haldeyken elektrik iletirler, ve genellikle kristal formundadırlar) spektrumun iki ucunda yer alırlar ve farklı özelliklere sahiptirler. Polar kovalent bağlar ise ortada yer alır ve her ikisinin de özelliklerini gösterirler.

2.1.5.6. En Son Teori

Günümüzde valans bağ modeli, moleküler yörünge modeliyle desteklenmektedir. Bu modele göre, atomlar bir araya getirildikçe atomik yörüngeler, moleküler yörüngeler oluşturmak üzere etkileşirler. Kuantum mekaniği kullanılarak elektronik yapının, enerji seviyelerinin, bağ açılarının, ve bağ mesafelerinin yüksek bir hassasiyetle hesaplanması mümkündür.

2.1.5.7. Elektronegativite ve Bağların Polarlığı

H₂ ve Cl₂ moleküllerinde olduğu gibi eşlenik iki atom bir kovalent bağ meydana getirdiğinde, bağdaki elektron çiftini eşit olarak paylaşırlar. Bağın iki ucundaki elektron yoğunluğu aynıdır. Çünkü iki çekirdek bağın elektronlarını eşit şekilde çekerler.



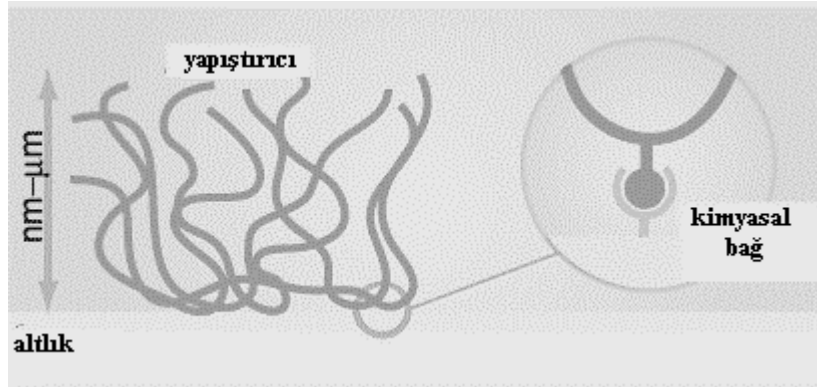
Şekil 2.6. İki Hidrojen Atomu Arasında Bir Bağ Oluşumu a) Elektron Yoğunluğu H Atomları Arasında Eşit Olarak Dağılmıştır. b) Elektron Yoğunluğu H ve Cl Atomları Arasında Eşit Olarak Dağılmamış (Yüklerin Çoğu Cl'un Etrafındadır. Bu Bağın Polar Olmasına Neden Olur) [4]

Bununla beraber, HCl' de olduğu gibi iki değişik atom birleştiğinde, bir çekirdek bağdaki elektronları diğerine göre daha fazla çeker (Şekil 2.6). Bu da bağda eşit olmayan elektron dağılımına neden olur. Polar olmayan bir bağın, polar bağdan ayrılmasını sağlayan özellik, elektronegativitedir. Elektronegativite, "bir atomun kovalent bir bağdaki elektronları kendine çekme yeteneği"dir.[4]

2.1.5.8. Kimyasal Bağlanma Teorileri

Lewis teorisi "kovalent bağların nasıl oluştuğu" ve "elektronların atomlar arasında nasıl paylaşıldığı" konusunu açıklamakta yeterli değildir. Aynı şekilde VSEPR teorisi de "moleküllerin geometrilerini tahmin etmekte faydalı" ve kesin olmasına rağmen, "elektron çiftlerinin paylaşımını" açıklayamamaktadır. Kovalent bağların oluşumunu ve moleküllerin elektronik yapılarını daha iyi açıklayabilmek için geliştirilmiş iki önemli teori vardır.

- **Değerlik - Bağ Teorisi (Valans - Bağ);** Bu teori iki atom arasındaki kovalent bağın, spinleri zıt bir elektron çiftinin birbiriyle örtüşen* iki atomik orbital tarafından paylaşılmasıyla oluştuğunu kabul eder.
- **Molekül Orbital Teorisi;** Bu teori moleküllerin de atomlar gibi orbitalleri olduğunu ve moleküldeki elektronların bu orbitallerde bulunduklarını kabul eder.[2]



Şekil 2.7.Yapıştırıcı ve altlık arasındaki kimyasal bağlanma [3]

2.2. Aderansı Etkileyen Faktörler

Aderans tek bir cismi ilgilendiren bir özellik değildir. Bu özellik üzerinde birbiriyle birleşmiş cisimlerin karşılıklı etkileri vardır.

Aderans öncelikle cisimlerin yüzey durumlarıyla yakından ilgilidir. Yüzeyin pürüzlülük durumunun artması aderans mukavemetini önemli ölçüde büyük değerler almasını sağlar. Buna karşılık yüzeyin temiz olmaması ince tozlarla kaplanması aderansın azalmasına yol açar.

Aderans dayanımı ortam koşullarına, cisimlerin içindeki boşluklara ve bu boşluklarda bulunan su miktarı gibi değişik faktörlerin etkisi altındadır. Örneğin doğal taş ile harç arasındaki aderans,numuneler su içinde tutulduğu vakit büyük

değerler alırken, aynı birleşme cismin kuru havada saklanması halinde bu karakteristiğin değeri çok düşer. [1]

Yapıştırıcılar içinse aderansı etkileyen en önemli iki faktör ıslanabilirlik ve yüzey işlemleridir.

2.2.1. Islanma

Islanma, bir sıvı ile düz bir katı yüzey arasında termodinamik dengeye ulaşıldığı ve temas açısı histerezisinin ihmal edilebilecek kadar küçük olduğu farz edilerek ölçülen ara yüzey gerilimleri (Sıvı yüzeyini birim alan kadar büyütme için yapılması gereken iş ve bu büyüklüğün birimi J/m^2 veya N/m 'dir) olarak tanımlanmaktadır.[5]

Yapıştırıcı ve yüzey arasındaki yapışmayı mümkün kılabilmek için yapıştırıcı yüzeyi ıslatmak zorundadır; diğer bir deyişle yapıştırıcı sıvı formda uygulanmalıdır.(çözelti vb.)Yüzeyi ıslatmanın ölçüsü; düz kaygan yüzey ile sıvı damlacığı arasında kalan temas açısıdır .[6],[3]



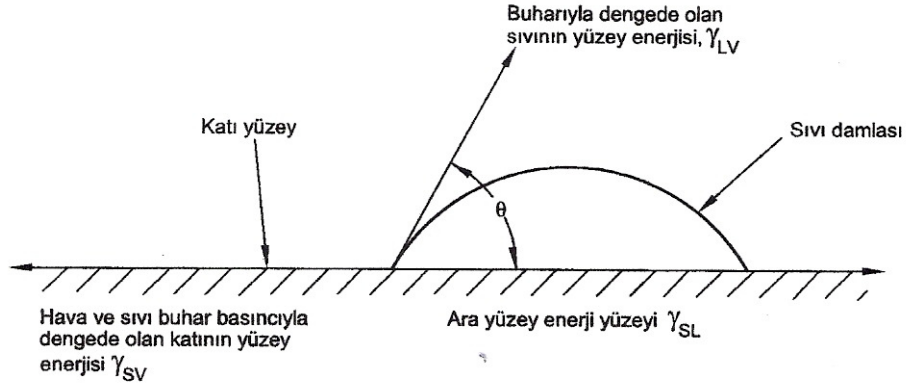
Şekil 2.8. Temas açısına göre ıslanma durumu

Bir katı yüzeyine temas etmekte olan sıvı damlasının yüzeye temas ettiği hat boyunca, sıvı yüzeyi ile katı yüzeyi arasındaki açı olan temas açısı θ 'nın 90° den küçük olduğu durum, ıslanma için uygun koşuldur. (Şekil 2.8) Temas açısı, sıvı sınır hattının ilerlemesiyle veya geri çekilmesiyle değişiyorsa (temas açısının histerezisi), bir damlanın ilerlemesi sonucu oluşan açı, “ilerleme açısı” diye adlandırılır ve aşağıda, termodinamik denge halini ifade eden asıl temas açısı yerine kullanılır.[5]

2.2.1.1. Kritik Islanma Yüzey Gerilimi

Temas açısının sıfır olduğu andaki yüzey gerilimi olup, γ_c ile gösterilir. θ açısı sıfır olduğu zaman, sıvının yüzeye kuvvetle yapışması söz konusudur ve tam bir ıslanma elde edilmiş olur.[5]

Tam ıslanma; sıvı ve katı moleküllerinin arasındaki çekim, benzer sıvı molekülleri arasındaki çekimden fazla olduğunda gerçekleşir. Islanma, iki maddenin yüzey gerilimine bağlıdır [3].



Şekil 2.9. Termodinamik olarak ıslanabilirlik [5]

Termodinamik dengeye ulaşıldığında şekilde de görülen kuvvetler arasında Young eşitliği denilen aşağıdaki bağıntı geçerlidir:

$$\gamma_{LV} \cos \theta = \gamma_{SV} - \gamma_{SL} \quad (2.6)$$

Yapışma esnasında yapılan adezyon işi, Dupre-Young eşitliği denilen aşağıdaki bağıntı ile verilir:

$$W_A \text{ gerçek} = \gamma_{LV} + \gamma_{LV} \cos \theta = \gamma_{LV} (1 + \cos \theta) \quad (2.7)$$

yani, $\theta = 0$ iken, sıvı, katı yüzeyi tam olarak “ıslatır” ve dolayısıyla $\gamma_{LV} = \gamma_c =$ kritik yüzey gerilimidir.

Islanma sırasında oluşan temas yüzeyi, yüzey gerilimi, yapıştırıcının viskozitesi ve ayrıca yüzeyin yapısına (gözeneklerin şekil ve boyutuna) bağlıdır. Etkin yüzeyin boyutu genellikle maddenin gerçek boyutundan küçüktür çünkü yüzeyin gözenekleri ve pürüzlü kısımları yapıştırıcı tarafından tamamiyle doldurulmaz.

Basınç da aderansı arttıran bir etken olabilmektedir. Genellikle, basınç altında kurulan bağlarda daha yüksek yapışma kuvveti gözlenmektedir.

Yapıştırıcının viskozitesi, ıslanma için büyük önem taşır: Viskozite ne kadar düşükse, ıslanma o kadar kolay gerçekleşir [3].

2.2.1.1.1. Katı Yüzeyin Temas Açısının ve Kritik Yüzey Geriliminin Ölçülmesi

Prensip: Düz bir katı yüzey üzerine, yüzey gerilim özellikleri çok iyi bilinen ve geniş bir aralığı tarayan dört ayrı saf sıvı damlatılır. Her bir sıvının, yüzeyle temas açısı, özel bir gonyometre ile ölçülür. Ölçülen temas açılarının (θ) kosinüs değerleri sıvıların yüzey gerilimine karşı grafiğe geçirilir. Elde edilen doğru, ekstrapole edilir ve $\theta = 0$ değerine karşı gelen yüzey gerilimi, söz konusu yüzeyin kritik ıslanma yüzey gerilimi γ_c olarak okunup kaydedilir.

Gereçler:

1.Deneye tabi tutulan yüzey, yapıştırıcı katılmış, yüzey örtüsü kaplanmış veya çıplak haliyle düzlenmiş her türlü yüzey bu deney için uygundur

2. Gonyometre, temas açısını ölçmek için tasarımlanmış gonyometre tiplerinden biri kullanılabilir.

3.Analitik saflıkta kimyasallar,

a) Gliserin.

b) Formamid.

c) Diiyodometan.

d) Dimetilsülfoksit (DMSO)

4.Damlalık veya bir mikro pipet, dört adet mikro pipet (veya mikro taksimatlı uygun şırıngalar).Bu pipet veya damlalıklar uygun bir tutucu ile numune yüzeyinin bulunduğu tablanın üzerinde uygun bir desteğe sırasıyla tespit edilmiş olmalıdır.

5.Numune tüpü, beş adet, en küçük kapasitesi 1 cm^3 olan.

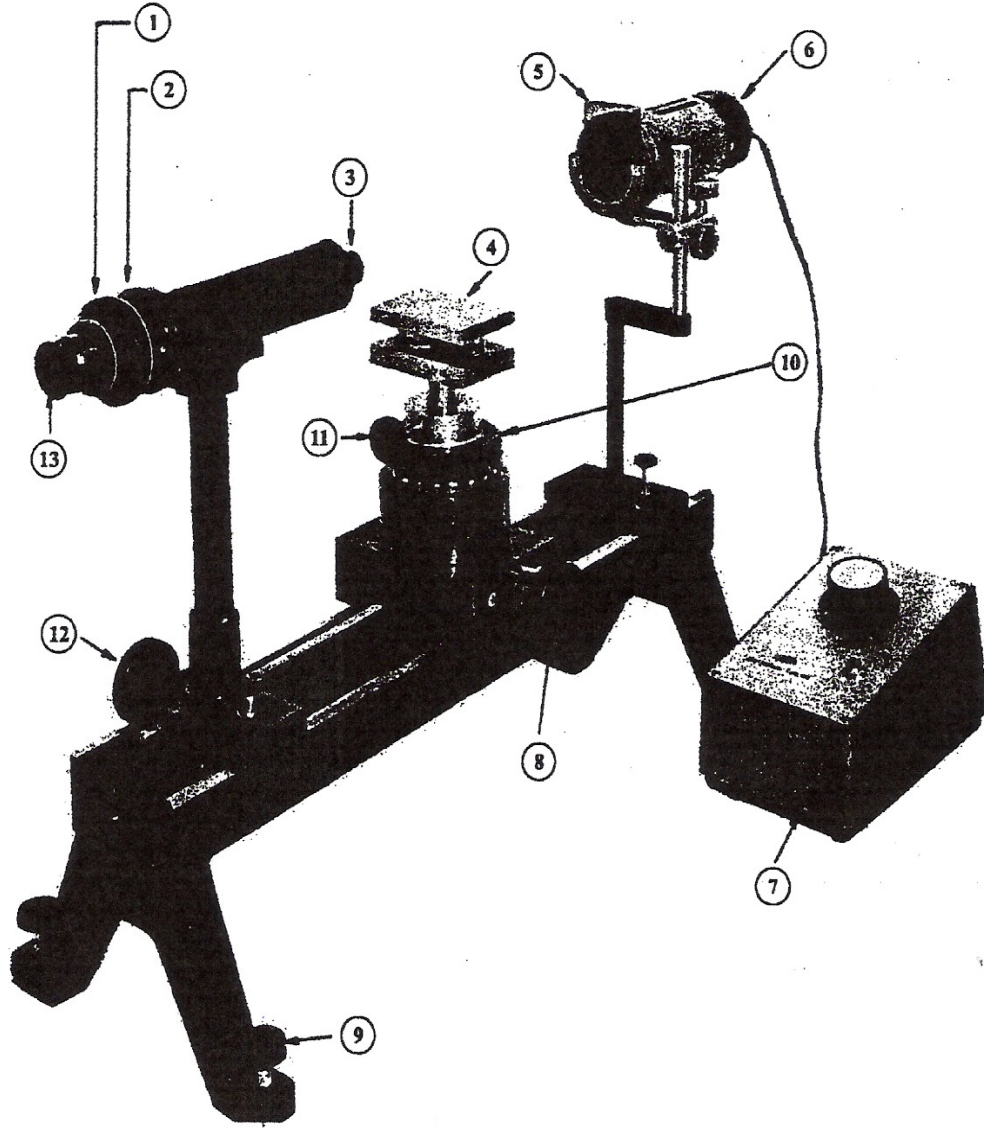
Şartlandırma ve deney sıcaklıkları

Üstü yapıştırıcı içeren örtüyle kaplanmış veya maksada göre, çıplak haliyle düzleştirilmiş yüzeyler $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 50 \pm \% 5$ bağıl nemde 24 saat şartlandırılır.

Temas açısının ölçülmesi :

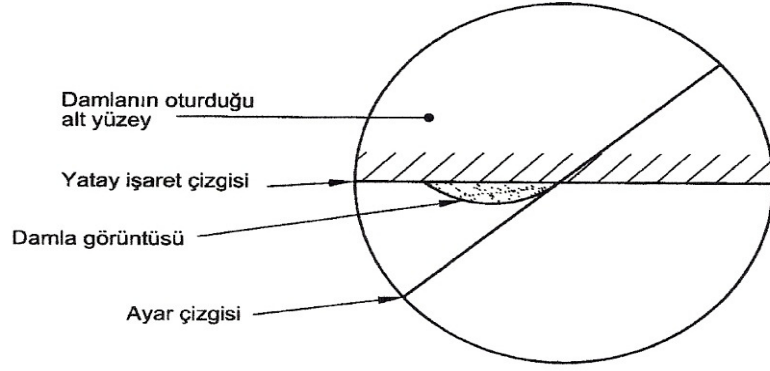
İncelenecek yüzeyi taşıyan uygun bir levha, gonyometrenin tablasına kısaca tutturulur. Yüzeyi taşıyan levhanın kenarı, tabla plâkasının ön cephesinden dışarı taşmalıdır.

- Aydınlatıcı açılır.
- Gözlem objektifi katı levhanın ön tarafına odaklanır ve görüntü alanındaki yatay işaret çizgisi (“zemin hattı”) levha üst kenarına paralel oluncaya kadar döndürülür.
- Görüntü alanındaki yatay işaret çizgisinin katı levhanın üst kenarına paralel olduğundan emin olmak için, gonyometrenin tablası döndürülür.
- Deneyde kullanılan sıvıların kirlenmesini önlemek için, sıvılar önce tüplere alınır; sonra tüpten mikro pipetlere çekilir. Pipetler, ucu numune yüzeyinin (2 ± 1) mm üzerinde olacak şekilde, numunenin üzerindeki yuvasına yerleştirilir.
- Yaklaşık 2 μL ’lik bir gliserin (veya diğer bir sıvı) damlası dikkatlice yüzeye damlatılır. Damla 6 mm’den daha büyük bir yükseklikten damlatılmamalıdır. Damlanın, damlalığın ucunda asılı kısmı damlacık oluşturması ve bu kısmın zamanından önce yüzeye düşmesiyle, damlaların bölünmemesine dikkat edilmelidir. Damlayan sıvı, levha üzerinde bir daire şeklini almalıdır. Bu gerçekleşmezse, levhanın kullanılmamış temiz bir bölümüne başka bir damla damlatılır. Damla çapı, en az 5 mm oluncaya kadar sıvı ilâve edilerek dikkatlice büyütülür.
- Mikroskop damla üzerine tekrar odaklanır.
- Şekildeki gibi bir görüntü ortaya çıkması için tabla sağa sola çevrilir, yükseklik ayarlanır ve ayar çizgisi (“ölçüm çizgisi”) döndürülerek damlaya teğet konuma getirilir. Damlanın yüzeye değdiği yerde temas açısının bir teğet oluşturduğundan emin olunmalıdır. Bunun için en iyisi, ayar çizgisini damlanın dışından damlaya doğru yaklaştırmaktır (mikroskopla bakarken sağ taraftan).



- | | |
|---------------------|--|
| 1 Zemin hattı ayarı | 8 Tabla döndürme kadranı |
| 2 Ölçme kadranı | 9 Terazileme vidası |
| 3 Objektif | 10 Dikey ince ayar düğmesi |
| 4 Numune tablası | 11 Dikeylemesine kaba konumlandırma vidası |
| 5 Yeşil filtre | 12 Görüntü odaklama düğmesi |
| 6 Aydınlatıcı | 13 Oküler |
| 7 Işık ayarı | |

Şekil 2.10 Temas Açısı Gonyometresi [5]



Şekil 2.11 Damla görüntüsü [5]

- Gliserin damlası yüzeye bırakıldıktan 2 dakika sonra temas açısının değeri kaydedilir (okumanın en fazla 15 s içinde tamamlanması gerekir).
- Deneye tâbi tutulan yüzeyin başka noktalarına formamid, diiyodometan ve dimetilsülfoksit damlatılır ve temas açıları ölçülür. 1 dakika sonra, bu çözeltiler için temas açılarının değeri kaydedilir (okumanın en fazla 15 s içinde tamamlanması gerekir).
- Her bir sıvı için, pipetten az miktarda ekleme yapılarak damlanın biraz genişlemesi sağlandıktan sonra iki okuma daha alınır. Toz veya diğer kirleticilerden etkilenmiş olabilecek okumalar atılır.

Sonuçların Gösterilmesi

Aşağıdaki gibi bir çizelge hazırlanır (Çizelge 2.1):

Çizelge 2.1 Temas Açısı Ölçümü Sonuçların Gösterilmesi

Sıvı	$\gamma_{LV} \text{ mJ.m}^{-2}$	Temas açısı 01 02 03	Kosinüs 01 02 03
Gliserin	64,0		
Formamid	58,3		
Diyyodometan	50,8		
Dimetilsülfoksit	43,5		

Yukarıda ölçülen temas açıların kosinüs değerleri, sıvıların yüzey gerilimine (γ_L) karşı grafiğe alınır ve en küçük kareler yöntemine göre en küçük hata ile bir doğru

elde edilir. Daha sonra bu doğru, $\cos(\theta) = 1$ değerine ekstrapole edilerek, bunun karşılığı olan yüzey geriliminin değeri grafikten bulunur.

Bu değer, histerizis göstermeyen yüzeyler için kritik yüzey gerilimidir. Genelde yüzeyler histerizisi gösterir ve böyle yüzeyler için γ_c değerine “*ıslanabilirlik kritik yüzey gerilimi*” denir.

Kullanılmış sıvılar stok şişelerine veya numune tüplerine tekrar dökülmemeli ve ölçüm sonunda atılmalıdır [5].

2.2.2. Yüzey İşlemleri

İyi bir aderans sağlamak için, bazen özellikle metallerde, mekanik ve/veya kimyasal ön-iyileştirmeler uygulamak gereklidir.(kumlama vb.). Diğer taraftan, tepkimeye girmeyen (*inert*) plastik yüzeyler, plastikler için özel yüzey iyileştirmelerine maruz bırakılarak aktive edilir. Prensip olarak, bu işlemler ıslanmayı kolaylaştıran aktif merkezleri ve polar, reaktif grupları oluşturmaya yardımcı olur [2].

Çizelge 2.2. Yüzey işlemleri

Temizlik ve arındırma	Mekanik işlemler	Kimyasal ve Fiziksel işlemler
Toz, pas, boya artıkları ve kirin kaldırılması	Sert, güçlü fırçalar yardımıyla işlem	Paslanmaz çelik, alüminyum ve sert metallerin toplanması
Yüzey astarlama	Aşındırıcı bant, disk, zımpara kağıdı kullanımı	Bağ yapması zor olan plastikleri sıkıştırma
İstenmeyen bulaşıcı/kirletici filmlerin arındırıcı/temizleyici etmenlerce kaldırılması	Islak/kuru ince taneli kum püskürtme	Alevle yüzey sertleştirme, aşınmaya karşı plazma püskürtme

Yapıştırıcı uygulanmadan önce, yüzey iyileştirilmelidir, bu amaçta geniş kapsamlı ön-iyileştirme metodları bulunmaktadır (Çizelge 2.2). Her durum için; kirletici ve bulaşanlar (yağ, gres yağı, akışkanlaştırıcı etkenler vb.) uygun temizleyicilerle çıkarılmalıdır.

Bu bağlamda, bağlantı etmenleri ve aderansı destekleyicilerinden söz etmek gerekir; bunlar birçok durumda iki ayrı işlevi olan maddelerdir (titanat, klorosilan, yapıştırıcıyı yüzeyde kimyasal reaksiyonlarla düzelten doymamış karboksil asitlerinin kromlu bileşikleri.) Bu aderans destekleyicilerinin işleyişi çift fonksiyonlu olmalarına dayanır: Bir grup, yapıştırıcıyla reaksiyona girerken diğeri yapışma yüzeyi ile reaksiyona girer. Bu nedenle, aderans destekleyici kullanımı tavsiye edilmektedir.

3. BETON KALIPLARI VE KALIP AYIRICILAR

3.1. Beton Kalıpları

Betonun mimari ve statik açıdan gerekli formu almasını sağlayan ve beton yeterli dayanım kazanıncaya kadar onu taşıyan yardımcı yapı elemanlarına kalıp denir. Kalıp terimi, betonla doğrudan temas halinde bulunan esas materyal ve bütün gerekli taşıyıcı-destekleyici yapıyı kapsar [6]. Betonarme yapı üretim sistemi içerisinde önemli bir yere sahip olan kalıp, taze betonu desteklemek, şekil vermek, betonda istenilen yüzey düzgünlüğünü sağlamak gibi temel fonksiyonlara sahiptir [7]. Kalıp, bu temel fonksiyonlarının yanı sıra, özellikle brüt betonlarda beton yüzeyinin performansı açısından büyük önem taşımaktadır [8].

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.

Kalıp ahşap ve metal malzemeden yapılmaktadır. Metal malzeme pahalı ve şekil değişimi zor olduğundan büyük ve standart inşaatlarda kullanılmaktadır.

Ülkemizde 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 mamülleri 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 [9].

3.1.1. 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.

3.1.2. 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.

3.1.3. 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 ve kağıt levhalar sac ve alüminyum levhalar da bu maksat için tercih edilmektedir.

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 ile sürülerek betonun yapışması önlenir ve düzgün yüz elde edilir.

3.1.4 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 [9].

3.1.5. 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 [9].

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 hidrasyon 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 [10].

Kalıpların sızdırmaz bir şekilde inşa edilmeleri düzgün bir yüzey elde etmek için önemlidir. Gerekli özen gösterilmezse, ek yerlerinden oluşacak su sızmaları, hidrasyon renk bozulması olayına neden olur [9].

3.1.6. Kalıbın Beton Yüzeye Etkisi

Kalıp temel fonksiyonlarının yanı sıra beton yüzeyinin performansı açısından büyük önem taşımaktadır. Betonarme kalıp yüzey malzemesi türü, tasarım hataları ve kalıp yağlarının yanlış kullanımından dolayı, kalıplanan beton yüzeylerinde beton kabuğun (pas payı) fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyen yüzey kusurlarının meydana geldiği bilinmektedir. Diğer taraftan betonarme elemanlarda donatıyı ve betonu dış tesirlerden koruyan beton kabuğun, eleman dayanıklılığı üzerinde önemli bir etkinliğe sahip olduğu bilinmektedir. Bu bakımdan beton kabuğun fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesiyle betonarme eleman dayanıklılığının artırılabilirliği düşünülmektedir [11].

Beton ile doğrudan temas halinde bulunduğu için kalıp yüzeyini oluşturan malzeme çok önemli olmaktadır. Kullanılan malzemelerin çoğu absorpsiyon özelliğine sahip olup, hava, su ve hatta bir miktar çimento absorbe edebilirler. Kalıbın absorpsiyonu nedeniyle beton karışım elemanlarından herhangi birisinin beton karışımından uzaklaşması fiziksel özelliklerde değişime neden olacaktır. İlk bakışta renk değişikliği olarak görülen fiziksel değişimde, eğer renk tamamen üniform ise önemli görülmez. Fakat, bunun gerçekleşmesi çoğu zaman mümkün olmaz. Kalıp yüzeyinin hava absorbe etmesi beton içerisindeki hava boşluklarını azaltabilir.

Betonun kalıba yapışması beton yüzeyinin kalitesini önemli ölçüde etkiler.

Sertleşen betonun kalıp yüzeyine yapışma direnci:

- kalıp yüzey malzemesi türü,
- kalıp ayırıcılar,
- kalıp yüzey pürüzlülüğü,
- beton tip ve kalitesi,
- beton sıkıştırma tekniği ve süresi,
- beton kür şartları,

gibi faktörlere bağlıdır [11].

3.2. Kalıp Ayırıcılar

Kalıp ayırıcı maddeler betondan kalıbın kolayca hasarsız bir şekilde alınmasını sağlayan metal ve ahşap yüzeylere uygulanan kimyasallardır. Bu kimyasallar yağların yanı sıra, kürlenme bileşikleri, mum ve reçinelerden oluşabilir [11].

Kalıp ayırıcıların ilki bariyer, ikincisi ise reaktif tip olmak üzere iki temel tipi mevcuttur. Bariyer tipler reaktif değildir ve taze beton-kalıp arasında bir bariyer oluşturma prensibi ile çalışırlar. Bu gruba ait tipik örnekler dizel yağlar, parafin, fuel oil ve motor yağıdır ve önemli avantajları kolay bulunmaları, ucuz olmaları ve kalıp ayırıcı olarak başarı ile çalışmalarıdır. Ancak işlevlerini yerine getirebilmeleri için yüksek miktarlarda kullanılmaları gerekir ki bu da beton yüzeyinde lekelenmelere ve boşluklara sebep olur. Ayrıca kısa sürede tüm dizel buharlaşacağından kalıpları birkaç günde bir yeniden yağlamak gerekir. Üstelik buharlaşan dizel havayı kirletici bir etki yapar. Kimyasal olarak reaktif kalıp ayırıcılar ise içerdikleri aktif yapıdaki hammaddenin taze çimento pastasında bulunan kalsiyum (kireç) ile birleşerek kalıbın betondan ayrılmasını sağlayan bir ürün (yağ veya metalik sabun) oluştururlar. Tipik olarak bu kimyasal olarak aktif madde bir yağ asidi türüdür ve genellikle bir solvent içinde çözülmüş halde bulunur. Bariyer tipteki ayırıcılara göre daha az boşluk oluşumuna, lekeye ve yüzey kusuruna neden olurlar. Ayrıca yeniden uygulanma gerektirmeden haftalarca kalıp yüzeyinde kalabilirler. Kalıp ayırıcının mümkün olduğu kadar ince bir film tabakası halinde uygulanması hem kalıbın temiz kalmasını hem beton yüzeyinde kusurların veya tozumanın oluşmamasını sağlamakta hem de

önemli maliyet avantajı getirmektedir. Üstelik kalıp ayırıcının daha az uygulanması çevresel etki açısından da tercih edilir bir durumdur.

Kalıp ayırıcıların ikincil bir etkileri de yüzeylerine uygulandıkları kalıbın korunmasıdır. Ahşap kalıba sürülen yağ filmi boşlukları kapatarak ahşaba nüfuz eder ve kalıp içerisine suyun girişini engeller.

Metal yüzeylerde ise kalıp ayırıcılar korozyona karşı geçici bir koruma sağlarlar [12].

3.2.1 Kalıp Ayırıcı Tipleri

3.2.1.1 Mineral Yağlar (Parafinik ve Naftenik bazlı)

Mineral yağlar, genellikle orta uzunluktaki aromatik, parafinik ve naftenik hidro karbon zincirlerinden oluşan maddelerin kompleks bir karışımıdır. Bu mineral yağların parlama noktası 100oC'den fazladır. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan kalıp ayırıcı tipleri mineral yağ-solvent içermeyen tiplerdir. Solvent ve mineral esaslı kalıp ayırıcılar genel olarak prefabrikasyon sektöründe yaygın olarak kullanılır.

3.2.1.2 Polimerik Kalıp Ayırıcı

Polibüten tip kalıp ayırıcılar yaygın olmamakla beraber kullanılabilirler. Baz yağı çok yüksek viskoziteli ise uygun bir çözücü ile inceltmek gerekebilir.

3.2.1.3 Emülsiyon Esaslı

Mineral veya bitkisel esaslı yağların uygun bir emülgatör kullanarak suda çözülebilir hale getirilmesidir. Bu tür malzemelerde çözücü olarak su kullanılır. Emülgatör içeren konsantre veya sulu emülsiyon halindeki kalıp ayırıcıların dezavantajı, emülgatör oranı çok yüksek olduğunda yüzeyde tozuma neden olmasıdır. Ayrıca emülsiyonların stabiliteleri ve donat dayanımları düşük, depolama ömürleri kısadır.

3.2.1.4 Mum Esaslı

a) Parafin

Uygun bir çözücü ile çözülerek kullanılır. Ancak ısıtma uygulanacak kalıplarda kullanılması erime noktası ve oksidasyon problemleri nedeniyle uygun değildir

b) Bitkisel orijinli yağ

Baz yağ olarak uygun bir çözücü ile çözülerek kullanılır. Bu da ısıtma uygulanacak kalıplar için uygun değildir.

c) Hayvansal orijinli

Örneğin arı kovanları atıkları bu amaçla kullanılabilir.

3.2.2. Kalıp Ayırıcıdan Beklenen Özellikler

Kalıp ayırıcıların taşınması gereken özellikler şu ana başlıklarda toplanabilir ;

- 1- Kalıbın sorunsuz olarak betondan ayrılmasını sağlamalıdır.
- 2- Soğuk havalarda kullanılacak ise -7 °C 'ye kadar püskürtülebilir olmalıdır.
- 3- Kalıplarda ısıtma kullanılması durumunda dahi yüzeyde lekelenmeye neden olmamalıdır ve homojen görünümlü bir beton elde edilmesini sağlamalıdır.
- 4- Çevre yönetmeliklerinde belirtilen sınırlamalara uygun olmalıdır.
- 5- Yüzeyde boşlukların oluşumunu mümkün olduğunca engellemelidir.
- 6- Koku yaymamalıdır.
- 7- Parlama sıcaklığı 93,3 °C'nin üzerinde olmalıdır.
- 8- Yüzeyde tozunmaya ve kumsu bir görünüme neden olmamalıdır.
- 9- Üzerine uygulanacak yüzey kaplamalarının aderansını olumsuz etkilememelidir.
- 10- Kimyasal katkılarla uyumlu olmalıdır.
- 11- İçerdiği kimyasal aktif madde dibe çökmemeli/ayrışmamalıdır.
- 12- Eğer emülsiyon tip bir kalıp ayırıcı kullanılıyorsa, yeterince farklı sıcaklıklarda stabil kalabilmeli ve su fazından ayrılmamalıdır. Konsantre haldeki emülsiyonlar tavsiye edilen oranlarda suyla rahatlıkla karışabilmelidir.
- 13- Kalıp üzerinde kalıntı bırakmamalı veya mümkün olduğu kadar kısa sürede yüzeyden temizlenmelidir.
- 14- Kalıp yüzeyi ve beton arasında oluşmuş film tabakası betonun yerleştirilmesi ve sıkıştırılması esnasında önemli gerilmelere maruz kalır. Film tabakası bu mekanik hareketlere, aşınma ve kayma gerilmelerine, tabaka kalınlığında değişim yaratacak etkilere ve buhar kürü uygulanacak ise termal etkiye karşı dirençli olmalıdır.

3.2.3. Uygulama Koşulları

Kalıp ayırıcıların uygulama şekilleri viskozitelerine göre belirlenir; düşük viskoziteli kalıp ayırıcılar, ince ve homojen bir film oluşturabilmeleri için, yüksek basınçlı püskürtme makinesi ile uygulanır. Yüksek viskoziteli, pasta veya balmumu kıvamındaki kalıp ayırıcılar, uygulanacak kalıbın tip ve boyutlarına göre, üstüpi, kauçuk silecek, fırça veya süpürge ile uygulanır. Kalıp ayırıcılar, kalıp yüzeyine viskozitelerine bağlı olarak ince bir tabaka halinde uygulanmalıdır. Haddinden fazla uygulayarak kalın bir film tabakası veya ayırma işlemi için yetersiz gelecek kadar ince film tabakaları halinde uygulanmamalı, kaplamanın üniform kalınlığa sahip olması için malzemenin fazla kısmı sünger ya da çek çek yardımıyla alınmalıdır .

Stabilitesi yüksek olmayan emülsiyonların sürekli karıştırılması veya sirküle edilmesi gerekir. Özellikle kullanımı sırasında kullanımlar arası uzun bekleme süreleri var ise kalıp ayırıcıların içerisine hava pompalanarak yağın emülsiyondan ayrışması ve anaerobik bakterilerin üremesi engellenmelidir.

Uygulama yöntemi ve oluşturulan ayırıcı film kalınlığı betonun yüzey kalitesini önemli ölçüde etkiler. Düşük viskoziteli kalıp ayırıcılar geleneksel yöntemler ya da pnömatik cihazlar ile püskürtülerek uygulanabilir iken, yarı katı pastalar ve mum esaslı ayırıcılar (waxes) ancak rulo ya da fırça yardımıyla uygulanabilir. Emici yapıdaki kalıpların emülsiyon içine daldırılarak kaplanması da mümkündür. Kalıp ayırıcıların uygulama kalınlıkları kullanılan püskürtme ucunun tipine bağlıdır. Düz püskürtme uçları çok ufak çaplı damlacıklar meydana getirirler. Tam konik tipteki püskürtme uçları ise düz tipteki uçlara göre 300 kat daha büyük çaplı damlacıklar oluştururlar. Çok ince damlacıkların hafif bir rüzgar etkisiyle dahi yüzeye ulaşmadan savrulması kullanımlarını sınırlandıran bir faktördür .

Püskürtme kalitesini etkileyen bir diğer etmen ise basınçtır. Yüksek püskürtme basıncı ile daha ufak damlacıklar elde edilir. Ancak yüksek basınç aynı zamanda püskürtme ucundan akan hacmi de arttıracığından her zaman ince bir film tabakası oluşumunu sağlamaz .

Ortam sıcaklığı da, özellikle soğuk havanın yağ viskozitesini arttırmasına bağlı olarak püskürtme işlemi güçleşeceğinden, önemli bir parametredir. Düşük sıcaklıkta kullanılan kalıp ayırıcıların taşıyıcı yağlarının düşük sıcaklıklarda dahi kalınlaşmayan özellikte olması gerekir. Bu tip kalıp ayırıcılar için uygulama

basıncının artırılması kalınlaşma sonucu doğacak püskürtme sorunlarını azaltacaktır. Bir diğer seçenek ise yağın düşük sıcaklıkla kalınlaşma sorununun tiner ilavesi ile çözülmesidir. Eğer bu tiner kimyasal olarak aktif bir hammadde içermiyor ve sadece dizel yağdan oluşuyor ise yüzeyde çeşitli kusurlar oluşabilir [12].

3.2.4. Kullanılan Kalıp Tipine Göre Kalıp Ayırıcının Seçilmesi

Kalıp ayırıcı seçiminde kullanılan kalıp tipine dikkat etmek gerekir.

3.2.4.1 Emici Kalıp için Ayırıcı Seçimi

Kullanılan kalıp ahşap ve ilk kez kullanılıyor ise, önceden ayırıcı kalıba doyurulmalıdır, aksi takdirde kalıp ayırıcının veya çimentonun suyunu absorblayacağından beyaz yüzeyinde, çimentonun yetersiz hidrasyonundan kaynaklanan kumsu ve tozuyan bir yüzey elde edilir. Ayrıca, ahşap kalıbın üretildiği ağacın özelliğine göre, ortama salıverilen şekerde hidrasyonu etkileyip tozumaya neden olabilir. Eğer ahşap bir kalıp, uzun bir süre herhangi bir koruyucu olmadan doğrudan güneş altında veya açık bir alanda tutulursa, yine tozlanmaya neden olur ve renk değişimine etki eder. Böyle durumlarda, solventsiz, mineral ve sentetik yağlar tercih edilebilir.

3.2.4.2. Emici Olmayan Kalıplarda Ayırıcı Kullanımı

Plastik kaplı ahşap, plastik veya çelik gibi absorban olmayan kalıplarda, dikkat edilmesi gereken fazlalıklardan kaçınarak ayırıcının homojen olarak uygulanmasıdır. Bu ayırıcılar düşük viskozitede olmalı, yağ asitleri, ıslatıcılar ve korozyon önleyicilerle performansları artırılmalıdır. Özellikle solvent ile inceltilmiş kalıp ayırıcıların plastik kalıpları deformasyona uğratmaması veya çözmemesi sağlanmalıdır. Çelik kalıplar için korozyon inhibitörü içeren ayırıcı kullanılması tavsiye edilmektedir [12].

4.DURABİLİTE

4.1. Yapı Malzemelerinde Durabilite Kavramı

Durabilite, malzemenin özelliklerini zamana ve tüm etkenlere karşı koruyabilirlik ve sürdürülebilirlik derecesidir. Genel olarak durabilite kavramında malzeme iç yapısının çeşitli etkiler karşısında göstereceği davranışlar incelenmeli, malzemenin fiziksel (özellik kütle,doluluk-boşluk (porozite) değeri, kılcal su emmesi, özgül ısı, ısı iletkenlik katsayısı genleşme katsayısı gibi ısı özellikleri, basınçlı su geçirimsizliği..), mekanik (gerilme ve deformasyon değerleri, poisson oranı, elastisite modülü..), kimyasal (asidik /bazik karakter, pH değeri ,su ile etkileşimi elektro kimyasal davranışlar..), ve teknolojik özellikleri (sertlik, aşınma ve darbe dayanımı, kırılma tokluğu, kıvam, renk kararlılığı gibi.) bilinmelidir.

Maddelerin farklı iç yapılara sahip olmaları, dış etkiler karşısında farklı davranış göstermelerine sebep olmaktadır. Sahip oldukları farklı atom ve molekül yapıları, kristal düzenleri ve kimyasal davranışları maddeleri birbirinden ayıran en temel özelliktir. Maddelerin sahip oldukları farklı fiziksel, mekanik, kimyasal ve teknolojik özellikler malzemede hasar oluşumunu etkilediğinden, malzeme durabilitesinin anlaşılması açısından önemli özelliklerdir.

Fiziksel özellikler itibariyle;

- Farklı iç yapıları nedeniyle, farklı birim ağırlıklara sahiptirler. Bu nedenle yapılara getirdikleri yükler de farklıdır.
- Isı iletkenlik ve genleşme katsayıları, atomlar arası bağ kuvvetleri nedeniyle maddeden maddeye değişiklik gösterir. Farklı maddelerin bir arada kullanıldıkları durumlarda ısı etkisi ile farklı davranışlar gösterdiklerinden ,birleşim detaylarında hasar oluşabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.
- Malzemede boşluk oranı arttıkça malzemenin mukavemetinde düşme; ısı yutuculuk değerlerinde artma görülür.

- Doluluk-boşluk (porozite) değeri malzemenin su emme miktarıyla doğrudan ilgilidir. Boşluğu fazla olan malzemede su emme oranı fazla olduğundan boşlukların devamlı olması halinde malzeme donmaya dayanıksızdır.
- Malzemede boşluk oranı, malzemenin ağırlığını etkiler. Boşlukların fazla oluşu malzemeyi hafiflettiği gibi, akustik soruların da çözümüne yardımcı olur.

Mekanik özellikler itibariyle;

- Cisimlerin en küçük yapı birimi olan atomları, atomlar arası bağ kuvvetleri bir arada tutarlar. Bu bağ kuvvetleri cisimlerin mukavemetlerinin esasını oluştururlar. Farklı bağ kuvvetleri nedeniyle maddeler basınç, eğilme, çekme, burulma burkulma vb. gibi mekanik etkiler karşısında farklı dayanımlar gösterir.
- Maddelerin yük karşısında gösterdikleri deformasyonlar farklıdır. Bu miktarları elastisite modülleri belirler. Bir malzemenin mekanik mukavemetlerinin yüksekliği onun elastisite modülünün büyüklüğüne bağlıdır. Malzeme iç yapısında meydana gelen deformasyon belli bir limitten sonra kuvvetin değeri arttırıldığı takdirde molekül ve atomlar arasında kaymalar meydana getirerek, malzemenin parçalanmasına ve kopmasına yol açmaktadır.
- Maddeyi meydana getiren atom ve moleküler sıcaklığa bağlı olarak maddenin katı, sıvı, veya gaz halinde bulunmasını sağlarlar. Sıcaklık çoğu zaman maddenin molekül yapısını değiştirmez ancak moleküller arası mesafeleri arttırarak maddenin hal değiştirmesine sebep olur.
- Moleküller arası mesafeleri arttırarak maddenin hal değiştirmesi, maddenin mukavemetinde büyük değişikliğe neden olur.

Kimyasal özellikler itibariyle;

- Malzemeler kendileri de birer kimyasal madde olduklarından kimyasal yapıları itibariyle farklı davranışlar gösterirler.

- Maddeler diğ er maddelerle tepkimeye girebilirler, kimyasal reaksiyonlar sonucu yapıları değişebilir.
- Maddeler elektrokimyasal davranış olarak, farklı   zelme gerilimlerine sahiptirler.   zelme gerilimleri farklı olan iki metalin birbirine değmesi sonucu aralarında elektron akımı başlar. Dolayısıyla anot görevini gören taraf devamlı elektron kaybederek, tahribata uğrar.
- Sahip oldukları pH değerleri itibariyle asit ya da baz karakterlidirler, bu nedenle kullanıldıkları ortamda farklı kimyasal davranış gösterirler.
- Su etkisiyle oksitlenerek paslanmaya sebebiyet verebilirler.
- Yangın etkisiyle yapıları değişikliğe uğrayabilir, mevcut özelliklerini kaybedebilirler.

Teknolojik  zellikleri itibariyle;

- Maddeler, farklı yüzey sertliklerine sahiptirler. Sertlikleri malzemenin aşınma miktarlarını etkileyip sürtünmeye karşı dayanımını belirler.
- Maddelerin yapıları nedeniyle darbe dayanımları farklılık gösterir. Maddenin yüke birçok defa maruz kalmasıyla madde iç yapısında bağların esnemesi ve çeşitli kaymaların meydana gelerek mukavemet limitinin düşmesi şeklinde tanımlanan yorulma derecesi farklılık gösterir. Bu  zellik, maddenin yüke karşı mukavemet derecesini belirler.
- Cisimler farklı renk kararlılıklarına sahiptirler, zaman içerisinde renklerinde değişim meydana gelebilir ya da renklerini kaybedebilirler [13].

4.2.Betonun Durabilite özelliği ve  nemi

Bir yapı malzemesinin kendisi için öngörülen servis süresi içinde hiçbir eksiklik göstermeden işlevini yerine getirmesi, durabilite/dayanıklılık veya kalıcılık olarak adlandırılmaktadır [14]. Günümüzde durabilite (dayanıklılık) betondan beklenen önemli özellik durumuna gelmiştir. Özellikle açık kullarımdaki köprü, yol, tünel, sulama yapısı gibi yapıların beklenen hizmet ömrünün en az 75-100 yıl olması bu beklentinin haklılığını ortaya koymaktadır [15]. Bunun yanında günümüzde betonun

kullanıldığı ortamlar giderek daha çok hasara yol açan boyutlara ulaşmıştır: açık deniz petrol platformları, kriyonjenik gaz tankları, nükleer santrallerin yüksek basınç depoları gibi. Bu özel durumlarda yeterli servis ömrüne sahip betonlar üretmek çok itinalı ve bilgi birikimli bir teknolojiyle mümkündür. Köprü, baraj, yol ve konut türündeki klasik mühendislik yapılarının dayanıklılık problemleri belki bu düzeyde itina ve bilgi gerektirmezler ancak ulusların harcamalarında büyük önem taşırlar [16].

Özetle beton tasarımı olduğu servis şartları altındaki işlevini uzun yıllar boyunca hasar görmeden ve yıpranmadan sürdürebilmelidir. Böyle bir betonun dayanıklı olduğu söylenir. Betonarme yapıların çeşitli bozulma süreçleri nedeniyle kısa sürede işlevselliklerini kaybetmeleri ekonomik ve teknik problem yaratmanın yanı sıra, kaynakların verimsiz kullanımına ve çevresel ve ekolojik problemlere yol açar [15].

4.2.1 Betonda Hasar Etkenleri

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 [17].

4.2.1.1 Fiziksel Etkenler

4.2.1.1.1 Sıvı ve su buharı Geçirirliiliği

Su ve içeriğinin betonda oluşturduğu tahribat;

1. Betonun yıkanmasıdır. Düşük karbonatlı suların beton öğelerinden bazılarını çözmesi ve yıkayarak beton külesinden uzaklaştırmasıdır.
2. Betonun çözülmesidir. Agresiv sıvıların hidrate çimento bileşenlerini çözmesidir. Reaksiyon ürünleri ya yıkanarak uzaklaştırılır ya da suda çözünmeyen yeni bir yapı oluştururlar. Asitlerin $Mg+2$ iyonu içeren suların oluşturdukları hasarlar bu tür reaksiyonlara örnektir.
3. Eriyikliği düşük tuzların beton boşluklarında kristalleşmesi ve yapıyı katı fazda genişleterek patlatmasıdır [15].

4.2.1.1.2. Donma Çözülme

Beton, boşluklarına önemli miktarda su alabilen bir malzeme olduğuna göre, donma olayının etkisi altında kalmaya ve bu olay sonucunda hasar görmeye elverişli bir malzemedir. Donma olayı önce büyük boşluklarda gerçekleşir. Suyun donma

derecesi boşluk boyutları küçüldükçe artmaktadır. Bu nedenle iri boşluklarda başlayan donma olayı küçük boşluklara doğru gelişir ve bunun sonunda kılcal boşluklardaki su donmaya başlar. Jel boşluk boyutları küçük olduğundan buralarda buz kristalleri oluşamaz. Bu ince boşluklarda suyun donabilmesi için sıcaklık derecesinin $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ nin altına düşmesi gerekmektedir. Bu böyle olmakla beraber, jel suyu ile buzun etropilerindeki farklılıklardan dolayı, potansiyel enerjisi artan jel suyu kılcal boşluklara yönelerek donma olayının şiddetlenmesine neden olurlar.

Betonun dona dayanıklı olabilmesi için kendisini oluşturan çimento hamurunun ve agreganın dona dayanıklı olması gerekir. Yapılan incelemelerde çimento hamurunda, dona dayanımının su/çimento oranına ve beton içine sürüklenmiş kabarcıklarının miktarına bağlı olarak değiştiği görülmüştür [12].

4.2.1.1.3. Islanma- Kuruma

Sıcak ve kurak iklim durumunun hüküm sürdüğü bölgelerdeki sulama kanal ve kanaletleri, gel-git olayının önemli mertebelerde olduğu liman ve deniz yapısı betonlarında, kesikli granülometriye sahip, ince agregası olmayan geçirimli özellikteki üstü açık spor tesisi ve futbol sahası betonlarında ıslanma-kuruma çevrimi ile karşılaşılır. Malzemenin bünyesine su girmesiyle taneleri birbirinden ayrılmaya çalışır. Yapısında hiçbir değişiklik olmaksızın malzeme şişer. Suyun buharlaşmasıyla ise taneler birbirine yaklaşır yani büzülür. Şişme olayı büzülmeden az olur. Bu da malzemenin yapısında çatlakların oluşmasına sebep olur [18]. Tekrarlı ıslanma kuruma ve aşınma sonucu önce ince agregaların beton kütesinden ayrılmaya başladığı, açığa çıkan kaba agregaların da zamanla yok olduğu ve zamanla daha fazla çimento hamuru bağlayıcı matrisinin bu etkilere açık hale geldiği görülür. Bu durumda uygun agreganın seçimi önemlidir. Su emmesi çok düşük, yoğun bir agreganın kullanılmalıdır. Olay fiziksel olduğu için çimentonun kimyasal yapısı ikinci planda kalmaktadır. Beton yüzey bölgesinin geçirimsizliği mutlaka sağlanmalıdır [15].

4.2.1.1.4 Isıl Gerilmeler

Islanma ve kuruma paralelinde termik genleşme ve büzülme olayları ortaya çıkar. Bir beton yapı içinde sıcaklık değişimleri hacim farklılaşmaları ile sonuçlanır. Sıcaklığın artması malzemenin uzamasına, azalması ise kışalmasına neden olur. Genleşme veya büzülme engellendiği zaman oluşan çekme gerilmeleri betonun çekme gerilme kapasitesini aşar ve hasar oluşturur [18].

4.2.1.1.5 Hidrolik R tre

Sertleşmiş beton r tresi ya da kuruma r tresi adları da verilen hidrolik rötre, sertleşmiş beton üretiminin ilk günlerinde, bünyesindeki suyunu kaybetmesi sonucunda yaptığı hacim küçülmesi sonucu oluşan b z lmedir. R tre olayı çimentonun varlığına bağlıdır. Betonda agreganın bulunması hacim daralmasına karşı koyar. Agraga tanelerinin elastisite modülleri ne kadar yüksekse, çimentonun daralma yönündeki basıncı sonucu oluşacak tüm kütlenin büzülmesi o kadar fazla önlenir [19].

4.2.1.1.6 Aşınma

Aşınma direnci, aşınmaya maruz kalabilecek bütün yüzeyler için önemli görülmektedir. Aşınma direnci; su/ imento oranına, yüzey işlemleri ve betonun k r ne bağlıdır. Ayrıca,  imento hamuru direnci, agraga fiziksel özellikleri ve karışım oranları da betonun aşınma direncinin oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Çoğu durumda beton yüzeyleri aşınmaya maruzdur. Aşınma; kayma, kazıma veya vurmada kaynaklanan s rt nmelerle gerçekleşebilir. Hidrolik yapı durumunda bulunan beton elemanlarda su tarafından taşınan aşındırıcı malzemelerin hareketi genellikle erozyona neden olur. Akan suyun neden olduğu beton hasarının diğer bir şekli ise oyulma olarak bilinmektedir, beton kabuğunun homojen bir yapıda olması gerekmektedir. Aksi takdirde, farklı seviyelerde aşınma ve oyulma meydana gelecektir [11].

4.2.1.1.7. şok Dalgaları

Beton iyi bir titreşim söndürücü madde sayılmaz. Bazı durumlarda üzerine gelen şok dalgalarını yansıtarak kararlı titreşimlerin oluşmasına yol açar. Bu dalgaların oluşturduğu çekme gerilmeleri, özellikle tekrarlandığında yorulma etkisi doğurur ve kırılmalar meydana gelir. Çekme gerilmelerinin doğması sonucu hasar oluşması betonun heterojem yapısının sonucudur [20].

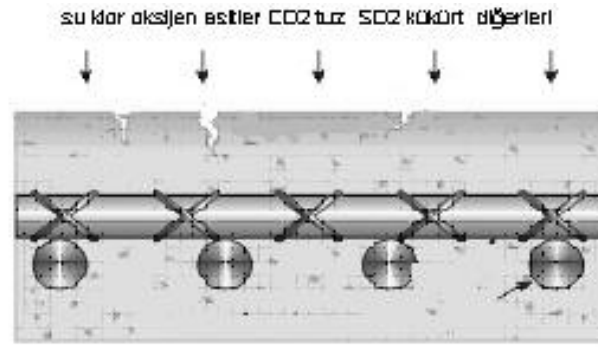
4.2.1.2. Kimyasal Etkenler

Suyun beton içerisine doğru girmesi yapı bünyesinde birçok önemli sonuçlar doğurmaktadır. Tamamlanmış bir yapıda suyun boşluklu malzeme içerisinde ilerlemesi betonun performansını etkiler ve rutubetin yükselmesi, su penetrasyonu gibi pratik problemleri önemli hale getirir. Su penetrasyon derinliği ve beton yüzey tabakasının porozitesi çok önemli olarak görülmektedir. Donatıda kimyasal korozyonun meydana gelmesine neden olan, sülfat asitleri, deniz suyu ve klorürlerin zarar verebilmesi için beton içerisine girmiş olması gerekmektedir. Betonun permeabilitesi bu bakımdan da önemli görülmektedir. İ  rutubet yükselmesinden,

ısıdan ve ozmoz olayından dolayı aktif maddelerin beton içerisine doğru taşınması kimyasal tesirin gerçekleşmesinde etkin olmaktadır. Beton agregası; tane şekli, yapısı ve tane dağılımı özelliklerinden dolayı taze betonun sıkıştırılması işleminde önemli etkiye sahiptir. Ancak karışımın; toplam su içeriği düşük, kıvam bakımından iyi özelliklere sahip, uygun yüzey özelliklerine sahip kalıp içerisine dökülerek yeterli bir şekilde sıkıştırılmış ise beton permeabilitesi düşük olacaktır [11].

4.2.1.3. Betonarme Çeliği Korozyonu

Korozyon, metallerin bulunduğu ortam içinde, kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyonlar sonucu bozulması şeklinde tanımlanmaktadır [21]. Betonarme yapılarda donatının korozyona uğraması yapının erken yaşta yıpranmasına neden olmaktadır. Beton tarafından sağlanan alkalın ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ortamı çeliği korozyondan korur. Ancak, karbondioksit gazı ve klorür iyonları betona nüfuz ettiği zaman normal olarak pasif korozyon durumunda bulunan çelik üzerinde aktif korozyon süreci başlar (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Dış etkenlerin betona çatlaklardan nüfuz edişi [22]

Korozyon ürünleri (pas), kendisini oluşturan orijinal çelik hacminin yaklaşık 2-4 katı kadar artar. Böylece korozyonun oluşmasıyla beton kabuğun çatlatmasına neden olabilecek basınç üretilmiş olur. Bu nedenle, klorür ve diğer korozyona neden olabilecek aktif maddelerin bulunduğu ortamlarda bulunan betonarme elemanlarda; iyi özelliklere sahip beton kabuğu esas alınmalıdır. Ayrıca, yapılan araştırmalar beton kabuğunun kalınlığının da önemli olduğunu göstermektedir. Bu şekilde, betonarme elemanın kabuk (pas payı) kalınlığı ve beton kalitesi; klorür ve karbondioksit gibi aktif maddelerin atmosferden betona nüfuz ederek betonarme çeliği seviyesine ulaşmasını önlemekteki kabuk eforunun yeterliliğini belirlemekte bir ölçü olarak alınabilir [11].

Donatıda meydana gelen korozyon sonucu önemli kesit kayıplarının yanında donatı-beton aderansı da zamanla yok olmaktadır. Bunun sonucu bir bütün olarak çalışması gereken donatı ve beton birbirinden farklı davranmaya başlamaktadır. Taşıyıcı

elemanlarda donatı korozyonu sonucu oluşan aderans düşüklükleri nedeni ile zamanla yapının taşıma gücünde önemli ölçüde azalma beklenebilir.

Yeni inşaa edilecek yapılarda donatı korozyonunun oluşmaması için alınması gereken bazı önlemler aşağıdaki şekilde verilebilir.

Bunlar:

- Standartlara uygun ve yeterli kalınlıkta pas payının bırakılması,
 - Geçirimsiz yüksek kaliteli beton kullanımı,
 - Beton dökümünde vibratör kullanımı, bakım kurallarına uyulması
 - Betonda, katkı türü korozyon inhibitörlerinin kullanılması,
 - Kaliteli donatı çeliği kullanılması ve donatının korunması,
 - Betonun kullanım amacına göre yüzeyini koruyucu kimyasallarla kaplamak
- olarak sıralanabilir [23].

4.2.2. Yüzey Hasarı

Dokulu veya düz bir yüzeyde lekesiz ve renk tonu farkı olmayan bir görünüme ulaşmak gerçekten zordur. Hasarlı bir yüzeyin onarımı pahalı, ayrıca nadiren tatmin edici olduğundan işin başında gerekli planlama yapılmalı ve güçlendirme prosedürlerine bağlı kalınmalıdır. Malzemenin, tasarımcı tarafından iyi kullanılmasıyla, oluşabilecek yüzey hasarları tolere edilebilir değerler arasında kalacaktır [11].

4.2.2.1. Beton Yüzey Kusurları

Beton yüzey kusurları renk-görüntü kusurları ve fiziksel kusurlar olmak üzere iki grupta değerlendirilmektedir. Betonun yapısal rengi betonu oluşturan çimento ve agrega gibi iki temel unsurun rengine bağlıdır. Renk bozuklukları terimi genel olarak; betonun yapısal rengine değişimlerden anlaşılan kusurların anlatımı için kullanılır. Beton karışımın homojen olmaması, vibratörün kalıba çok yakın tutulmasıyla beton yüzeyinde kaymağın oluşmaması, vibratörü daldırma noktalarının iyi seçilmemesi, üniform olmayan kalıp absorpsiyonu ve/veya yanlış kalıp ayırıcıların kullanımı, renk bozukluklarına neden olabilmektedir.

Betonda meydana gelen fiziksel kusurlar ve sebepleri ise kısaca aşağıdaki şekilde açıklanabilir;

- Peteklenme (honeycombing): Harç hatası yüzünden betonda kalan boşlukların iri agregaların arasını doldurması sonucu oluşan boşluklu sert yüzeydir. [9] (Şekil 4.1) Peteklenme, daha çok perde, kolon-kiriş köşelerinde ayrışmadan dolayı gözlemlendiğinden, uygun vibrasyon uygulaması yapılarak malzemenin ayrışması engellenmelidir [24].



Şekil 4.2. Peteklenme

- Böcek yuvası tipi boşluklar (bug holes): Betonun yerleştirilmesi ve sıkıştırılması sürecinde beton ve kalıp yüzeyi arasında tutulan hava kabarcıklarından oluşan küçük düzenli veya düzensiz boşluklardır [9]. Nedenleri; kötü vibrasyon uygulanması, geçirgenliği düşük kalıplar (bu tür kalıplar beton içindeki havanın tahliyesini engellediğinden yüzeyde sıkışan hava boşluk oluşturmaktadır.), kötü beton tasarımı (sıkıştırma ve vibrasyon uygulamalarına iyi cevap vermeyen beton yüzeyinde hava boşlukları daha kolay oluşur.) ve kötü kalıp yağı olarak sıralanabilir [24].
- Kumlu görünüm (sand streaking): Beton yüzeyinde çimento kaymak tabakasının bulunmadığı kumlu bir beton yüzey görünümüdür. Kumlu görünümlü beton yüzeyi oluşmasında kalıp ek yerleri boyunca aşırı sızıntı, uygunsuz tane dağılımı, bağlayıcı malzemeye oranla kum miktarının artması, önemli faktörler olarak bilinmektedir [9].
- Kalıp izleri yansması (form offset): Kalıp birleşim yerlerinin beton yüzeyine yansmasıdır. Kalıbın yetersiz bir şekilde desteklenmesi, beton döküm yüksekliğinin fazla olması, çok güçlü vibratör kullanılması, kalıp izleri yansmasına neden olan faktörler olarak bilinmektedir.



Şekil 4.3 Beton yüzeyindeki boşluklar [24]

- Kılcal çatlak ağı (crazing): Aşırı parlak camsı beton yüzeylerinde, betonun ileri yaşlarında ince yapılı çatlak ağı oluşmasıdır. Kılcal çatlak ağının, çok parlak camsı kalıp yüzeyi kullanımı, karışımın fazla miktarda çimento ve ince malzeme içermesi, yüksek su içeriği, gibi faktörlerden kaynaklandığı bilinmektedir .
- Harç kaybı (grout loss): Genellikle hidrotasyon renk bozuklukları ile birlikte çimentodan yoksun yoğun kum yapılı yüzey alanlarıdır. Yeterince sıkı alıştırılmamış kalıp yüzey elemanı aralıkları, harç kaybı oluşumunda önemli faktör olarak görülebilir .
- Yüzeyde pullanma (scaling): Beton yüzeyindeki çimentolu derinin yer yer kopması halidir. Uygun olmayan kalıp yüzeyi, yanlış kalıp yağı seçimi, su kusması, beton yüzeyinde pullanma oluşumuna neden olan önemli faktörlerdir [9].



Şekil 4.4 Yüzeyde Pullanma [24]

- Beton Yüzeyinde Dökülme (Spalling): Beton yüzeyinin katmanlı bir şekilde dökülmesi ya da parçalanmasıdır (Şekil 4. 4). Beton kaplamalarda ilk yıllarda daha çok derze yakın yerlerde görülür. Donma-çözülme etkisi, kaplamadaki büyük

gerilmeler, yanlış işçilik. kış aylarında tuzlama, betonun hava içeriğinin çok düşük olması, yüksek su/çimento oranı, yetersiz paspayı gibi nedenlerle oluşur [24].



Şekil 4.5 Beton yüzeyde dökülme

•Tabakalaşma (Delamination): Yüzeyin 3-6 mm'lik üst yüzeyinde erken ve kötü bitirme işlemi sonucu oluşan hasardır (Şekil 4.5), [24].



Şekil 4.6 Beton yüzeyde tabakalaşma

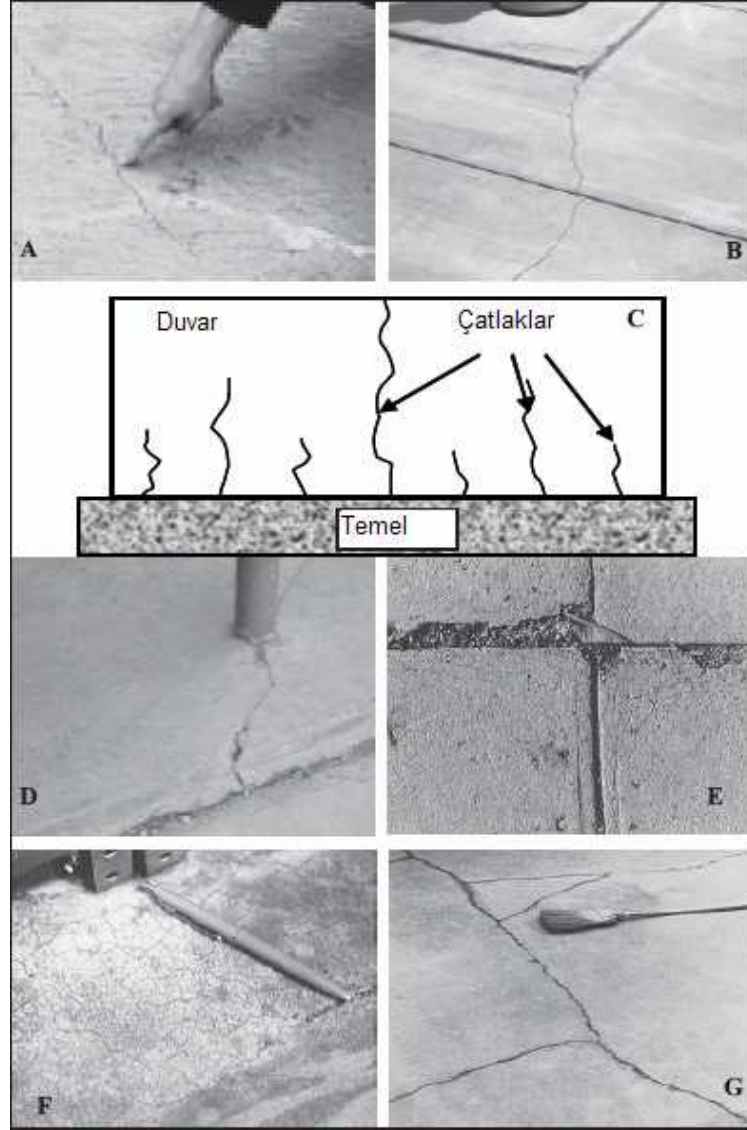
•Çiçeklenme (Efflorasence): Çiçeklenme, çimentonun hidratasyonu sonucunda oluşan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'in ve beton içerisinde bulunan bazı tuzların zamanla sertleşmiş beton yüzeyine çıkarak oluşturduğu beyaz lekelerdir (Şekil 4.6). Renkli betonlarda estetik açıdan renk kalitesini bozmakla beraber, betonun dayanım gibi performans özelliklerine fazla bir etkisi bulunmamaktadır.



Şekil 4.7. Çiçeklenme

- Çatlaklar: Betonda; sertleşmeden önce, sertleşme esnasında ve sertleştikten sonra fiziksel, kimyasal, termal ve yapısal etkenler sonucunda oluşan yüzeyde görülebilen, sebeplerine göre çeşitli şekiller ve farklı uzunluk, genişlik, derinliklerde meydana gelen ayrılmalara çatlak denir. Çatlaklar; plastik rötre çatlakları, yanlış derz sonucu çatlama, sürekli dış etkiden kaynaklanan çatlaklar, izolasyon derzi olmamasından kaynaklanan çatlaklar, donma-çözülme sonucu oluşan çatlaklar, düzensiz çatlaklar ve oturma çatlakları olarak gruplanabilir (Şekil 4.7).

Beton nem, sıcaklık değişimleri ve yük taşımasından dolayı eğilen, büzüşen ve genişleyen bir malzemedir. Bu hareketler sonucu betonda çatlaklar görülmesi doğaldır. Betonda görülen çatlakların oluşma nedenleri farklıdır ve bu nedenler bilinerek önceden gerekli önlemler alınmalıdır. Beton çatlamaya meyilli bir malzemedir ve asla betonun çatlamayacağı düşünülmemelidir [24].



Şekil 4.8 Çatlak tipleri: a)plastik rötre çatlakları b)yanlış derz sonucu çatlama c)sürekli dış etkiden kaynaklanan çatlaklar d) izolasyon derzi olmamasından kaynaklanan çatlaklar e)donma-çözülme sonucu oluşan çatlaklar f)düzensiz çatlaklar g) oturma çatlakları

5. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Deneyssel çalışma öncesinde, aderans ve durabilite kavramlarını ilişkin deneyssel çalışmalar irdelenmiştir.

M. Naderi tarafından farklı ortam koşullarına maruz kalan çeşitli onarım harçlarının aderansını incelediği çalışmada; ortam sıcaklığı, sıcaklık değişimleri ve donma çözülme çevrimleri temsili ortam koşulları olarak seçilmiştir. Farklı özellikteki onarım harçları eş özellikteki yüksek dayanımlı bloklara uygulandıktan sonra karotla alınan numuneler belirlenen ortam koşullarına maruz bırakılmışlardır; farklı ortam koşullarının farklı sürelerde aderans dayanımında azalmaya neden olduğu gözlenmiştir [25].

Veleso ve Veiga tarafından gerçekleştirilen benzer bir çalışmada da eş özellikli tuğlalar üzerinde farklı içerikli sıvalara ıslanma-kuruma ve donma çözülme çevrimleri uygulanmış ve aderans değeri ölçümleri yapılmıştır. Islanma kuruma çevrimleri sonucunda belirgin bir ağırlık kaybı gözlenmezken donma çözülmede tersi görülmüştür [26].

Kalıp ayırıcıların performans özelliklerinin incelendiği çalışmada farklı tipte kalıp ayırıcıların çelik ve ahşap kalıplarla kullanımı karşılaştırılmış ve kalıptan çıkan betonların yüzey özellikleri incelenmiştir, kalıp ayırıcının kimyasal yapısı ile beton yüzeyindeki delik sayısı ilişkilendirilirken kalıp tipine uygun kalıp ayırıcı seçiminin önemi vurgulanmıştır [12].

Kalıp ve kalıp ayırıcı seçimini içeren bir diğer çalışma da 2007 yılında Yük. Mimar İhsan Eriş tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada uygulamada en sık kullanılan dört türden kalıp iç yüzey malzemesi ile beş tür kalıp ayırıcı yağ belirlenerek bunların kombinezonları denenmiş ve aderans dayanımları hesaplanmıştır.

50×50×5 cm boyutlarında özel olarak hazırlanmış olan kalıplardan 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. Ahşap ve MDF iç yüzey

malzemeli kalıplara seçilen beş tür kalıp ayırıcı yağ uygulanırken birer de yağsız şahit numune bırakılmış; metal ve pleksiglas iç yüzey malzemeli kalıplar içinse iki tür kalıp ayırıcı yağ seçilmiş ve birer şahit numune bırakılmıştır. Bu kalıplar için kendiliğinden yerleşen beton (KYB) ve normal beton (NB) üretilmiştir. Kalıplarından çıkarılan beton altlıkların yüzeylerinde belirli birleşim oranlarında 5 cm çap ve 2cm yükseklikte silindirik harç numuneler özel hazırlanmış harç kalıbıyla üretilmiş ve 3, 7, 14 ve 28. günlerde çekip koparma (pull-off) deney metoduyla aderans dayanımları belirlenmiştir [9]. Elde edilen sonuçlarda doğru kalıp sistemi ve kalıp ayırıcıları kullanılmasının önemi vurgulanmıştır.

6.DENEYSEL ÇALIŞMA

6.1 Deneysel Çalışmanın Programlanması:

Çalışmanın amacı doğrultusunda öncelikle yapılacak deneyler belirlenmiş, üretilmesi gereken numune sayısı ve buna bağlı olarak deney tarihleri tespit edilmiştir.

Hazırlanan program;

- Mevcut malzeme ve ekipman kontrolünün yapılması
- Deneysel çalışmada kullanılacak örneklerin üretilmesi
- Belirlenen deneylerin yapılması
- Deney sonuçlarının değerlendirilmesini kapsamaktadır.

6.2.Deneysel Çalışmada Kullanılan Malzemeler:

Sıvayı temsil etmek üzere üretilen harcın bileşiminde Normal Portland Çimentosu, Sakarya dere kumu ve su; farklı iç yüzey malzemeli kalıplar içinse beş ayrı kalıp ayırıcı yağ kullanılmıştır.

1. Çimento

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

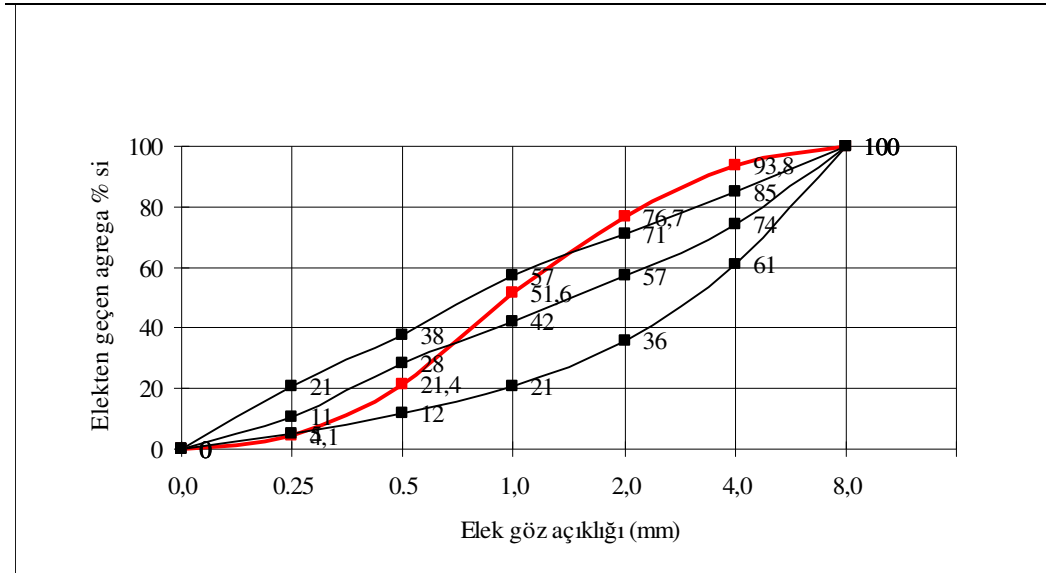
2.Kum

Deneysel çalışma kapsamında üretilen harç için Sakarya Dere Kumu kullanılmıştır. Kumun TSE 12620'ye göre referans granülometriye uygun olarak granülometri eğrisi çizilmiştir.(Şekil 6.1) Eleme işlemi sonucunda kullanılan malzemenin elek analizi sonuçları Çizelge 6.1'de verilmiştir.

Çizelge 6.1.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	

Mevcut kum elek analizini yapmak üzere elek takımına dökülmüştür.



Şekil 6.1 Kuma ait Granülometri Eğrisi

4.Kalıp Ayırıcı Yağlar

Kullanılan kalıp ayırıcı yağlar;

B:Konsantre kalıp yağı

C:Separol-S3

D:Yapol 217

E:Yapol

F:Rheofinish 301

şeklinde kodlanmıştır.

A, yağsız numuneyi temsil etmektedir.

- **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.

- **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.

- **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.

- **Yapol ve Tanımı**

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

- **Rheofinish 301 ve Tanımı**

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

6.3. Deneysel Çalışmada Kullanılan Cihazlar

Deneyisel 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. Ultrases ölçüm cihazı
5. Çekip koparma (Pull- off) cihazı
6. Kumpas: 0,01 mm hassasiyetli, dijital göstergeli
7. Deney Pressi: Seidner firmasının 20 tonluk (200 kN) yük uygulayabilen Form Test isimli basınç presisi ve 1 tonluk (10kN) eğilme uygulayabilen eğilme presisi ile çalışılmıştır.
8. Komparatör: 0,01 mm hassasiyetli
9. Kronometre
10. Etüv

6.4. Deneyler

Yapılan deneyler;

- Taze harç deneyleri
- Sertleşmiş harçta fiziksel deneyler ve mekanik deneyler
- Aderans dayanımı ve durabilite deneyleri olarak gruplanmıştır.

6.4. 1. Taze Harç Deneyleri

6.4.1.1. Taze Harçta Kıvam Tayini Deneyi

Karıştırma ve yerleştirme işleminin minimum enerji ile ve homojenliğini yitirmeden, ayrışmadan yapılması ve kalıbını boşluksuz doldurabilmesi ile ilgili bir özellik olan

işlenebilmenin belirlenmesi için sarsma tablası deneyi uygulanmıştır.[27] Deney, yatay bir tablayı bir dişli yardımıyla belli bir yükseklikten düşürmek suretiyle yapılır. Tablanın üzerine sacdan yapılmış kesik koni kalıp, çapı küçük olan daire yüzeyi üste gelecek şekilde yerleştirilip, içi kıvamı ölçülecek taze harçla doldurulur. Daha sonra kalıp görevi gören kalıp şakülü olarak yukarı çekilmek suretiyle çıkartılır.

Dişliye bağlı olan bir kol yardımıyla tabla 12.5 mm yükseklikten 10 saniyede 15 kez düşürülür. Bu işlem sonucunda taze beton tabla üzerinde dairesel olarak yayılır.

Yayılmış betonun çapı ölçülür ve yayılmamış betonun çapına oranlanırsa betonun işlenebilme özelliği yani kıvamı bulunur. Doğru sonuca ulaşmak için dairenin üç ayrı yerinden okuma yapıp bunların ortalaması alınır.

R:Yayılmış taze harcın çapı

r:yayılmadan önceki çapı

$$Kıvam = \frac{R}{r} \quad (6.1)$$

Çizelge 6.2 Taze harçta kıvam deneyi sonuçları

	R ₁	R ₂	R ₃	R _{ort} (cm)	R (cm)	Kıvam
K1-1	14.4	14.5	14.3	14.4	10	1.44
K1-2	14.3	14.3	14.2	14.3	10	1.43
K1-3	13.9	14.1	13.8	13,9	10	1.39

6.4.1.2 Taze Harçta Birim Ağırlık Tayini Deneyi

Birim ağırlık, malzemenin boşlukları dahil ağırlığının tüm hacmine oranıdır. Taze harcın birim ağırlığı ise belirli bir hacmin içine sıkıştırılarak yerleşmiş harcın birim hacmine isabet eden ağırlığının kg/dm³ veya gr/cm³ olarak ifade edilmesidir. [28]

Hacmi belirli çelik kaplar önceden tartılmış, daha sonra harçla doldurulup titreşim masasında sıkıştırılmış, üzerindeki fazla harçlar mala ile düzeltilip tekrar tartılmıştır. Deneysel çalışmada üretilen harcın birim ağırlığını belirlemek için yapılan ölçümler Çizelge 6.3'te verilmiştir.

Çizelge 6.3 Taze harcın birim ağırlıkları

Kalıp ismi	Kalıbın boş ağırlığı (gr)	Harç + kalıp ağırlığı (gr)	Harcın birim ağırlığı (gr/dm ³)
A	10180	11800	2,11
B	10100	11750	2,15
C	10480	12100	2,11
D	10240	11920	2,19
E	10250	11870	2,11
F	10150	11790	2,14
G	10750	12400	2,15
H	10300	11940	2,14
I	10900	12580	2,19
J	9950	11600	2,15
K	9980	11660	2,19

6.4.2. Sertleşmiş Harçta Fiziksel Deneyler:

6.4.2.1. Kapiler Su Emme Tayini Deneyi:

Kapiler su emme, suyun bir yapı malzemesinde mevcut kılcal boru şeklindeki boşluklarda basınç vb. herhangi dış kuvvetin etkisi olmadan yükselmesidir.[29] Kapiler (kılcal) su emme tayini, cismin alt yüzünden suya değdirilmesi ve kılcallık yoluyla suyun zamana bağlı olarak yükselmesi ile saptanan bir büyüklüktür. Sonuçta malzemenin ağırlık artışı ile kılcal su emme (kılcallık) katsayısı belirlenir. Birimi $\text{cm}^3/\text{cm}^2 \sqrt{\text{dak}}$ veya $\text{cm}^3/\text{cm}^2 \sqrt{\text{sn}}$ dir.

Bu çalışmada 4×4×16 ebatlarında üretilen harç örnekleri 28 günlük iken kapiler su emme tayini deneyleri yapılmıştır. Deney yapılırken 7 gün önceden kütleme suyundan örnekler çıkarılmış ve ortam koşullarında kurumaya bırakılmışlardır. Deney günü geldiğinde numuneler tartılmış ve bir kaba örneklerin oturtulacağı bagetler yerleştirilmiş, örneklerin sadece alt yüzeylerinden suya geçecek şekilde su ilave edilmiştir. Daha sonra bir kronometre yardımıyla süre tutulmuş ve aralıklarla tartım yapılmıştır. Deney boyunca su seviyesi kontrol edilmiş, örneklerin tabanından yukarı çıkmasına izin verilmezken su seviyesi düştüğünde su ilavesi yapılmıştır.

$$N = \frac{m_1 - m_0}{A\sqrt{t}} \quad (6.2)$$

N: Kılcallık katsayısı

m : örneklerin ortam nemi ağırlığı (gr)

m₀: örneklerin ilk ağırlıkları (gr)

m₁: örneklerin belli bir zaman dilimi sonunda ağırlıkları (gr)

A: örneklerin suya değen taban alanları (cm²)

t: örneklerin suyla temas ettikleri süre (sn)

Kılcallık deneyi numuneleri boyut ve alanları Çizelge 6.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 6.4: Kılcallık deneyi numuneleri boyut ve alanları

	a(cm)	b(cm)	L(cm)	A (cm ²)
K2-1	4,09	4,038	16	16,51
K2-2	4,06	4,063	16	16,50
K2-3	4,1	4,055	16	16,65

Kılcallık deneyi sonuçları Çizelge 6.5'te verilmiştir:

Çizelge 6.5: 28günlük kılcallık deneyi sonuçları:

	K2-1	N2-1	K2-2	N2-2	K2-3	N2-3
ortam nemi ağırlığı(gr)	574,8		581,3		586,19	
ilk ağırlık(gr)	574,89		581,43		586,28	
4.dk ağırlığı	575,14	0,007572389	581,71	0,008483	586,55	0,00811
9.dk ağırlığı	575,3	0,003230886	581,87	0,003232	586,69	0,002804
16.dk ağırlığı	575,44	0,002120269	582,04	0,002575	586,79	0,001502
25.dk ağırlığı	575,56	0,001453899	582,12	0,000969	586,85	0,000721
36.dk ağırlığı	575,63	0,000706756	582,25	0,001313	586,96	0,001101
49.dk ağırlığı	575,75	0,001038499	582,37	0,001039	587,03	0,000601
1 saat 04 dk ağırlığı	575,88	0,000984411	582,5	0,000985	587,13	0,000751
1 saat 21 dk ağırlığı	575,97	0,000605791	582,6	0,000673	587,2	0,000467
1 saat 40 dk ağırlığı	576,09	0,000726949	582,69	0,000545	587,27	0,000421
2 saat 01 dk ağırlığı	576,27	0,000991295	582,77	0,000441	587,32	0,000273
2 saat 24 dk ağırlığı	576,28	5,04826E-05	582,87	0,000505	587,41	0,000451

2 saat 49 dk ağırlığı	576,39	0,000512592	582,96	0,000419	587,48	0,000323
N (cm3/cm2\dak)		0,001666185		0,001765		0,00146
Nort	0,001630395					

6.4.2.2. Su Emme Tayini Deneyi:

Kılcallık deneyi yapıldıktan sonra numunelere su emme deneyi uygulanmıştır. 2 saat 49 dakikalık kılcallık deneyinden çıkan örnekler 20° C ± 5° C su bulunan bir kapta tüm yüzeyi suyla temas edecek şekilde 24 saat bekletilmişlerdir. Su emme deneyi sonuçları Çizelge 6.6’da verilmiştir.

Çizelge 6.6 Su Emme Deneyi Sonuçları:

örnek adı	K2-1	K2-2	K2-3
a(cm)	4,1	4,1	4,1
b(cm)	4,0	4,1	4,1
L(cm)	16,1	16,1	16,1
Ortam nem ağırlığı (P ₀ ,gr)	574,8	581,3	586,19
suya doymuş ağırlık (P ₁ ,gr)	586,47	592,55	597,61
su içindeki ağırlık (P ₂ ,gr)	327,1	331,7	333,6
Su emme yüzdesi (S _a ,%)	2,03	1,94	1,95
Birim hacim ağırlık (Δ,gr/cm ³)	2,17	2,19	2,18
özgül ağırlık (δ, gr/cm ³)	2,22	2,23	2,22

Su emme deneyinden elde edilen verilerle aşağıdaki formüller kullanılarak yapılan hesaplardan çıkarılan sonuçlar Çizelge 6.6’ da verilmiştir.

$$S_a = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \times 100 \quad (6.3)$$

$$\Delta = \frac{P_0}{a \times b \times L} \quad (6.4)$$

$$\delta = \frac{P_0}{P_1 - P_2} \quad (6.5)$$

Sa : Ağırlıkça su emme yüzdesi (%)

Δ₁ : Birim hacim ağırlık (gr/cm³)

Δ_2 : özgül ağırlık (gr/cm³)

P_0 : Ortam nemli ağırlığı (gr)

P_1 : suya doymuş ağırlık (gr)

P_2 : su içindeki ağırlık (gr)

6.4.2.3 Ultrases Hızı Tayini Deneyi:

Üretilen 4×4×16 cm boyutlarındaki harç örneklerine 3,7, 14 ile 28. günlerde ve 25. ile 50.çevrimler sonrasında ultrases hızı tayini deneyi uygulanmıştır. Ultrases hızı tayini deneyi tahribatsız bir deney yöntemi olduğundan bu deneyden çıkan örnekler üzerinde eğilmede çekme ve basınç deneyleri de gerçekleştirilmiştir. 4×4×16 cmlik numunelerin ultrases ölçüm cihazıyla sesin bir uçtan bir uca geçiş süresi ve hızı tespit edilmiştir. (Çizelge 6.7)

Çizelge 6.7 Ultrases Deneyi Sonuçları

kür süresi	ort. geçiş hızı (km/sn)
3 gün	3.91
7 gün	4.15
14 gün	4.17
28 gün	4.20
25 donma-çözülme çevrimi sonrası	4.16
25 ıslanma kuruma çevrimi sonrası	4.19
50 çevrim(25 donma- çözülme çevriminin ardından 25 ıslanma- kuruma çevrimi)	4.22
50 çevrim (25 ıslanma-kuruma çevriminin ardından 25 donma çözülme çevrimi)	4.35

6.4. 3. Sertleşmiş Harçta Mekanik Deneyler

6.4.3.1. Eğilmede Çekme Deneyi

Eğilmede çekme dayanımını belirlemek için orta noktasından yüklenmiş basit kiriş metodu ile eğilmede çekme tayini deneyi uygulanmıştır.

Mesnetler arası mesafe 100 mm alınmıştır. 4×4×16 boyutlarındaki, prizmatik deney örneği mesnetler üzerine tam ortalanacak şekilde yerleştirilmiştir. Yüklemenin yapıldığı yön ile örneğin yükü aldığı üst yüzeyin tam 90° açı yapmasına dikkat edilmiştir. Yükleme örneğin tam ortasına yapılmıştır ve kırılma gerçekleşene kadar devam edilmiştir. Kırılmanın olduğu andaki P yükü göstergeden okunmuştur.

$$\sigma_{\text{eğilme}} = \frac{3}{2} \times \left(\frac{P \times l}{b \times h^2} \right) \quad (6.6)$$

$\sigma_{\text{eğilme}}$: eğilme dayanımı (N/mm²)

P= Deney pressinden okunan kırılma anındaki yük (N)

l= Yükleme tablası mesnetleri arasındaki açıklık (mm)

b= Kırılma kesitinin genişliği (mm)

h= Kırılma kesitinin genişliği (mm)

Çizelge 6.8: Eğilmede Çekme Deneyi Sonuçları

kür süresi	ort eğilme dayanımı (N/mm ²)
3 gün	5.89
7 gün	6.86
14 gün	7.31
28 gün	8.75
25 donma-çözülme çevrimi sonrası	6.97
25 ıslanma kuruma çevrimi sonrası	10.93
50 çevrim(25 donma- çözülme çevriminin ardından 25 ıslanma- kuruma çevrimi)	8.49
50 çevrim (25 ıslanma-kuruma çevriminin ardından 25 donma çözülme çevrimi)	8.44

6.4.3.2. Basınç Deneyi

Eğilmede çekme deneyi sonrası ikiye (a ve b parçası olmak üzere) bölünen örnekler basınç deneyine tabi tutulmuştur. a ve b parçaları sırasıyla deney pressinin yükleme başlıkları arasına yerleştirilip yüke maruz bırakılmışlardır. İşlem sabit hızla ve darbe etkisi yapmayacak şekilde kırılma gerçekleşene kadar devam etmiş, kırılma anında deney pressinde okunan en büyük yük, basınç kuvveti olarak kaydedilmiştir (Çizelge 6.9).

Çizelge 6.9: Basınç Deneyi Sonuçları

kür süresi	ort basınç dayanımı (N/mm ²)
3 gün	32.53
7 gün	51.27
14 gün	60.57
28 gün	66.39
25 donma-çözülme çevrimi sonrası	63.10
25 ıslanma kuruma çevrimi sonrası	56.33
50 çevrim(25 donma- çözülme çevriminin ardından 25 ıslanma- kuruma çevrimi)	68.61
50 çevrim (25 ıslanma-kuruma çevriminin ardından 25 donma çözülme çevrimi)	67.58

Basınç dayanımı;

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (6.7)$$

σ = Basınç dayanımı (N/mm²)

P=Kırılma yükü (N)

A:Yüklemenin yapıldığı kesit alanı(mm²)

olarak hesaplanmış, her iki parçadan elde edilen değerin ortalamasından basınç dayanımına ulaşılmıştır.

6.4.4. Aderans Dayanımı Tayini (Çekip Koparma Deneyi)

‘Kalıp ve Kalıp Ayırıcı Yağ Türünün Beton ve Sıva Arasındaki Aderansa Etkisi’[9] konulu çalışmada duvarı temsil etmek üzere üretilen 5050×50×5 cm’lik beton altlıklar 25×50×5 cm boyutlarında olacak şekilde ikiye bölünüp her iki yüzüne uygulanan 5 cm çap ve 2 cm yüksekliğindeki silindirik harçlar 28 günlük dayanıma ulaştığında aderans dayanımı belirlenmek üzere çekip koparma (pull-off) deneyi gerçekleştirilmiştir.

Çekip koparma deneyleri tamamlandıktan sonra, numuneler buzluk ve etüve yerleştirilmek üzere 2 gruba ayrılmıştır. 25 çevrim sonrası tekrar çekip koparma deneyi uygulanmıştır.

25 çevrim sonucunda buzluk ve etüvden çıkarılan numunelerin çekip koparma deneyleri gerçekleştirildikten sonra, son 25 çevrim için etüvden çıkanlar buzluğa buzluktan çıkanlar etüve yerleştirildi.

6.5. Deneysel Çalışmada İzlenen Yol:

Öncelikle çimento bazlı harcın farklı kalıp ve kalıp ayırıcılar kullanıldığında beton yüzeyle olan aderansının değişimi, sonrasında ıslanma-kuruma ve donma çözünme gibi tekrarlı ortam şartlarından durabilitesinin nasıl etkilendiği incelenmiştir.

Altlık olarak ‘Kalıp ve Kalıp Ayırıcı Türünün Beton ve Harç Arasındaki Aderansa Etkisi’ yüksek lisans tez çalışmasında kullanılan beton numuneler kullanılmıştır.

Deneysel çalışmada; kalıpları içerisinde üretilmiş 8 adet 50×50×5 cm boyutlarındaki beton numune, 25×50×5 cm olacak şekilde, durabilite deneylerinde eşit şartlarda karşılaştırma yapabilmek amacıyla, ikiye bölünmüş; her bir beton

altlığın ön ve arka yüzeyleri üzerinde (özel hazırlanmış harç kalıbı yardımıyla) 5 cm çap ve 2 cm yüksekliğindeki silindirik harç numunelerinden 8'er adet üretilmiştir.

Üretilen bu harçların 28. gün, her 8'inden 2'sinin (her başlık sırasından birer tane; toplamda her bir kalıp-kalıp yağı ikilisinden 4 adet numune alacak şekilde) aderans dayanımı ölçümleri çekip koparma (pull-off) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde; harç başlıkların üzerine özel üretilmiş metal başlıkların epoksiyle yapışması sağlandıktan sonra bu metal başlık pull-off cihazının merkezine vidalanır ve ayrılma gerçekleşene dek başlıklara kuvvet uygulanır. Düzenekte cihaza bağlı kuvvetölçer kopma meydana gelene kadar uygulanan kuvveti göstermektedir.

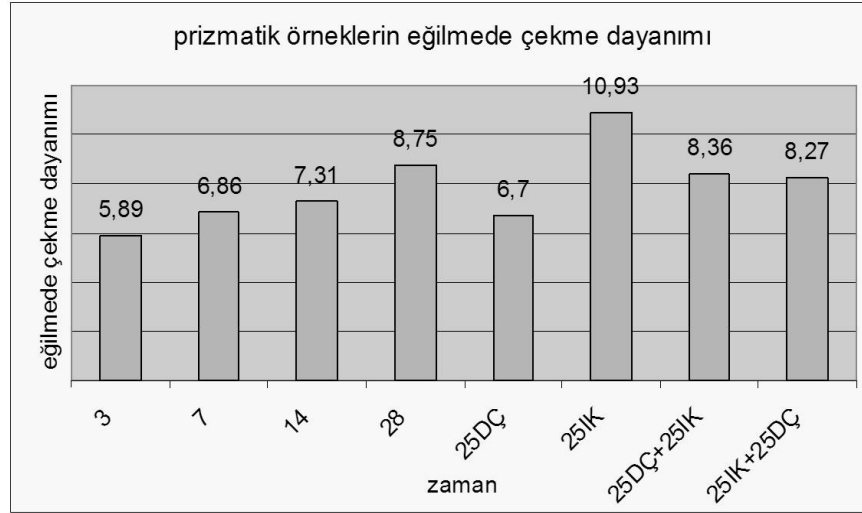
Silindirik örneklerden başka fiziksel (kılcallık, su emme, özgül ağırlık ve birim hacim ağırlık, ultrases hızı tayini) ve mekanik (eğilmede çekme, ve basınç) deneylerde kullanılmak üzere 4×4×16 cm boyutlarında 30 adet prizmatik örnek de üretilmiştir.

Aderans dayanımı ölçümü yapılan örnekler iki gruba ayrılmıştır: Birinci grup, -20 °C' de 18 saat boyunca derin dondurucuda bekletilip 6 saat için kapağı açılarak ortam sıcaklığında bekletilerek donma çözünme etkisine maruz bırakılırken; 18 saat etüvde 60°C' de tutulan ikinci gruba 6 saat boyunca 2 saatte bir su püskürtülerek ıslanma-kuruma etkisi oluşturulmuştur.

Bu işlem 25 gün boyunca aralıksız devam etmiştir. Ardından her beton altlığın 3'er harç başlığına çekip koparma deneyi uygulanmış ve iki grup etüvden derin dondurucuya, derin dondurucudan etüve olacak şekilde yer değiştirmiştir. Toplam 50 çevrim sonucunda tüm numuneler hem ıslanma- kuruma hem de donma- çözünme tekrarlarına maruz kalmıştır. Bütün çevrimlere 4×4×16 cm'lik prizmatik örnekler de ultrases hızı tayini, eğilmede çekme ve basınç dayanımı ölçümlerinde kullanılmak üzere katılmıştır.

7. DEĞERLENDİRME VE İRDELEME

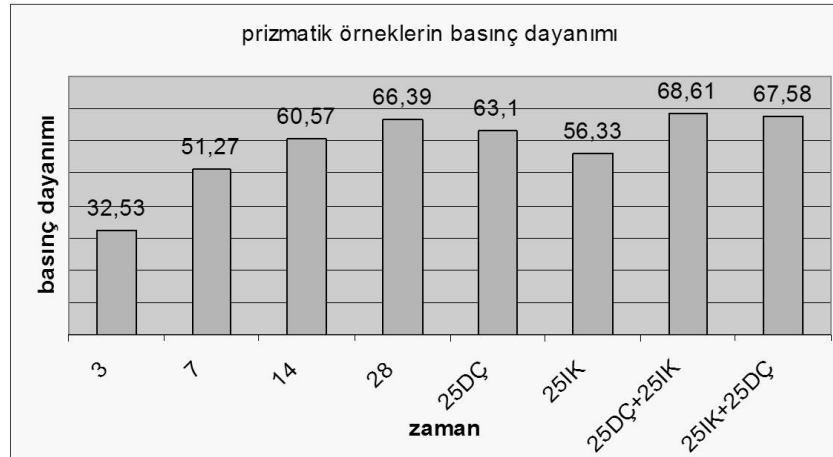
- Prizmatik Numunelerin Eğilmede Çekme Dayanımları:



Şekil 7.1.Prizmatik numunelerin eğilmede çekme dayanımları

Islanma-kuruma çevrimleri eğilmede çekme dayanımı değerini arttırırken donma-çözünme çevrimlerinin bu değeri düşürdüğü gözlenmiştir.

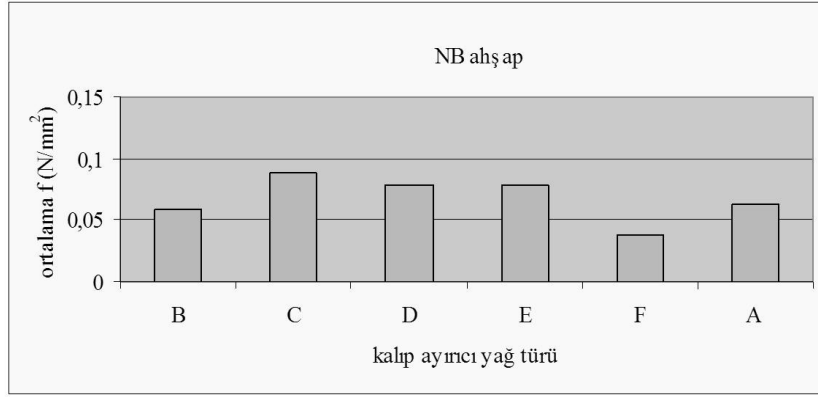
- Prizmatik Numunelerin Basınç dayanımları:



Şekil 7.2 Prizmatik numunelerin basınç dayanımları

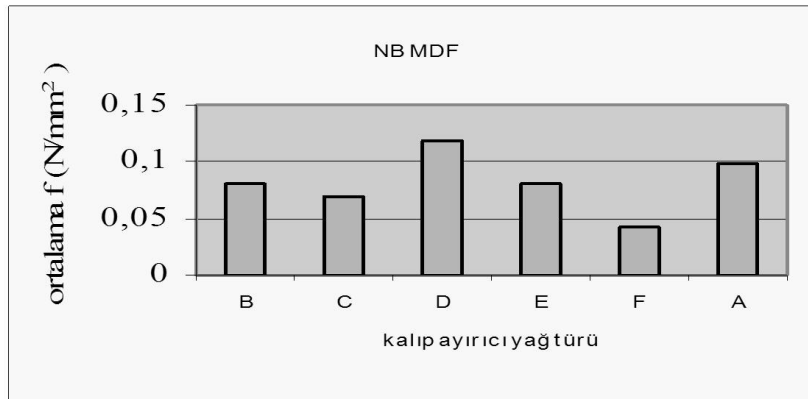
Tekrarlı çevrimler sonucunda basınç dayanımının önce azalıp sonra arttığı gözlenmiştir.

- 28 günlük harç başlıklarla NB altlıkların aderans dayanımı değerleri ve ara yüzeylerin durumu :



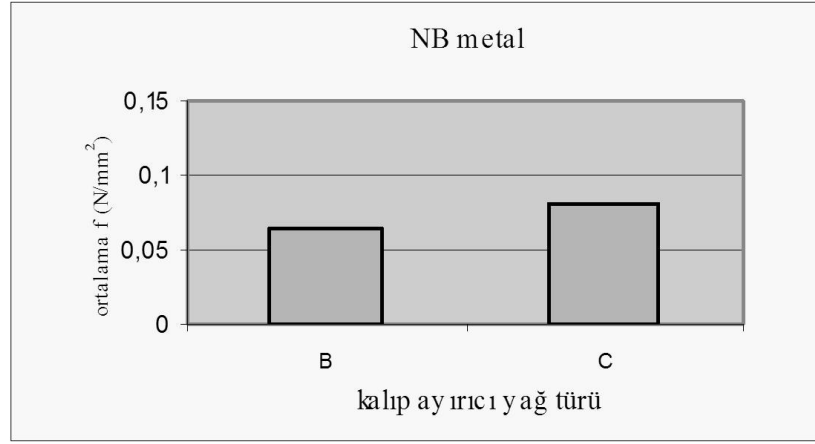
Şekil 7.3 Ahşap kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları

Farklı kalıp ayırıcılar uygulanmış ahşap kalıplardan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans değerleri bakımından belirgin bir şekilde en düşük değeri RF301 vermiştir (Şekil 7.3).



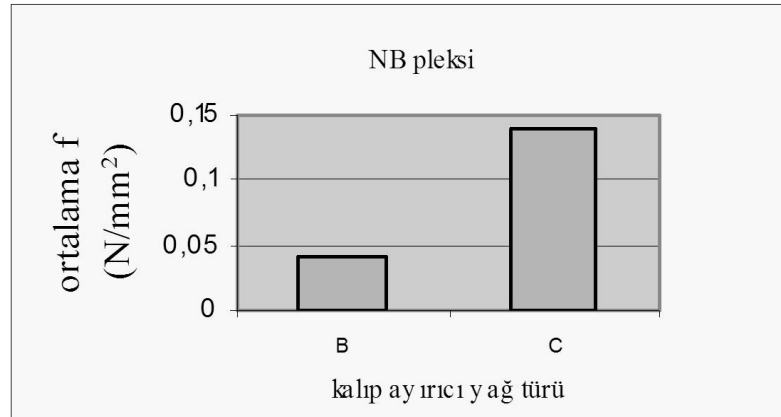
Şekil 7. 4 MDF kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları

Farklı kalıp ayırıcılar uygulanmış MDF kalıplardan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki en düşük aderans değerlerini RF301 vermiştir (Şekil 7.4).



Şekil 7.5 İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları

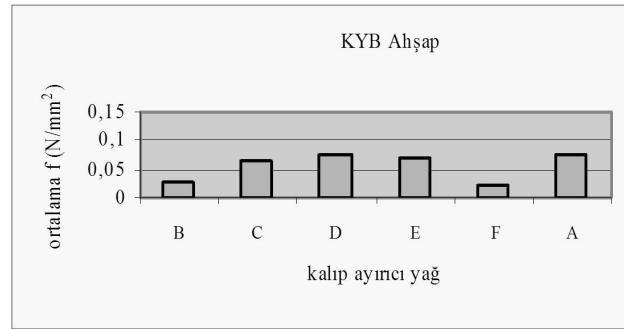
Metal iç yüzeyli kalıplar için NB altlıklarda Separol S3 kullanılan kalıptan çıkan örneklerde, Konsantre kalıp yağı kullanılanlara göre daha yüksek aderans değeri elde edilmiştir (Şekil 7.5).



Şekil 7.6 İç yüzeyi pleksi kaplı kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları

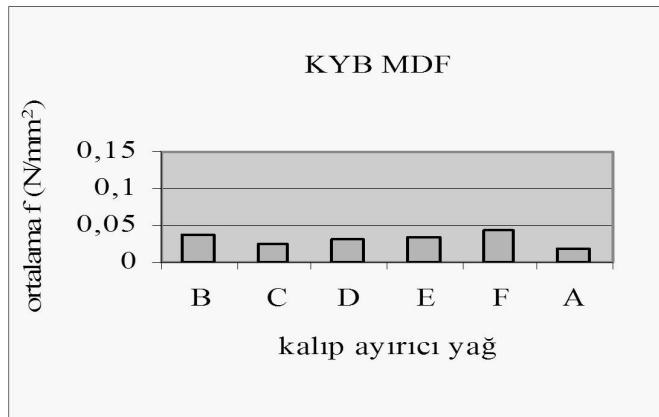
Pleksi iç yüzeyli kalıplar için NB altlıklarda Separol S3 kullanılan kalıptan çıkan örneklerde, Konsantre kalıp yağı kullanılanlara göre daha yüksek aderans değeri elde edilmiştir.(Şekil 7.5)

- 28 günlük harç başlıklarla KYB altlıkların aderans değerleri ve ara yüzeylerin durumu :

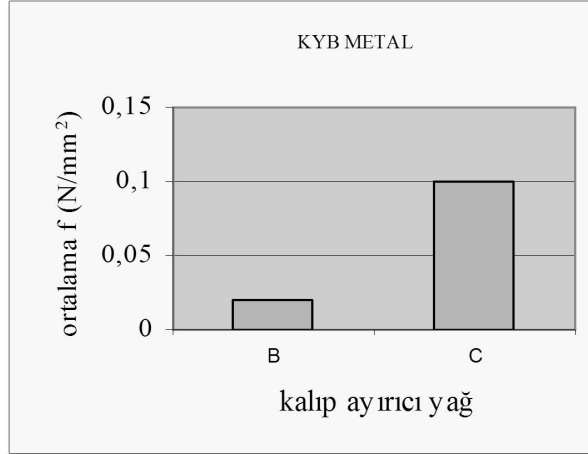


Şekil 7.7 Ahşap kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları

Ahşap kalıplardan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans değerleri bakımından en düşük değeri RF301 verirken en yüksek değeri yağsız numune vermiştir. (Şekil 7.7) MDF kalıplar içinse yağsız numunede en düşük değer gözlenmiştir. (Şekil 7.8)

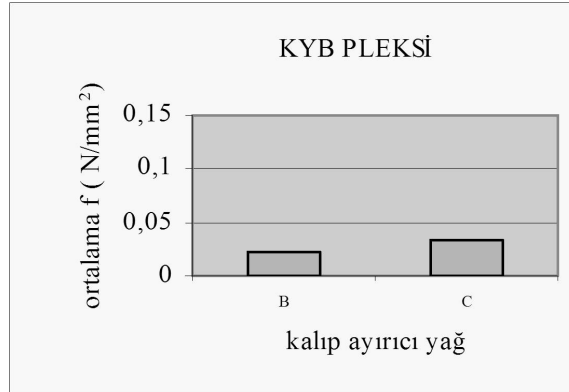


Şekil 7.8 MDF kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları



Şekil 7. 9 İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları

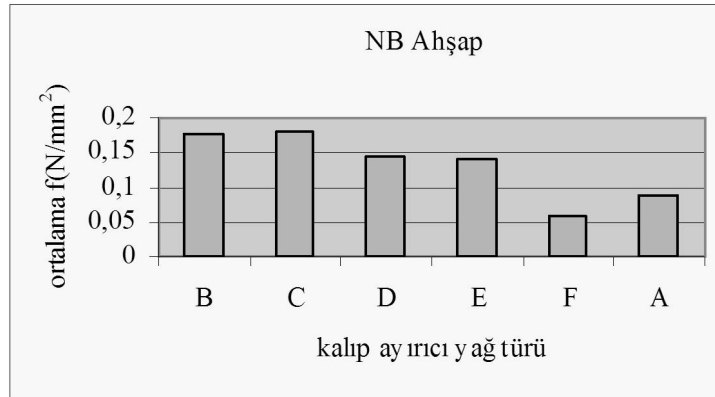
Metal iç yüzeyli kalıplar için KYB altlıklarda Separol S3 kullanılan kalıptan çıkan örneklerde, Konsantre kalıp yağı kullanılanlara göre daha yüksek aderans değeri elde edilmiştir (Şekil 7.9).



Şekil 7.10 İç yüzeyi pleksi kaplı kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları

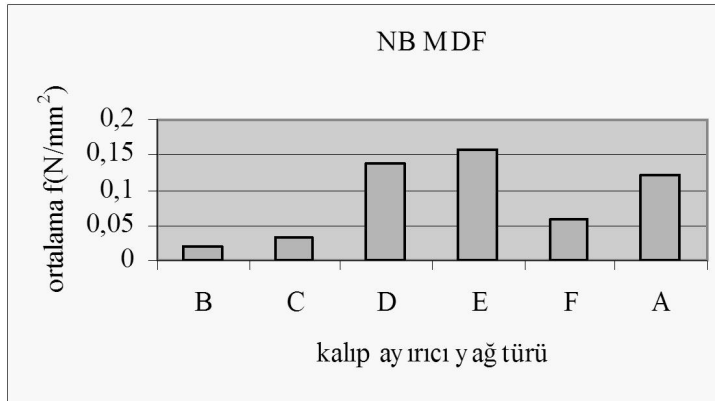
Pleksi iç yüzeyli kalıplar için KYB altlıklarda Separol S3 kullanılan kalıptan çıkan örneklerde, konsantre kalıp yağı kullanılanlara göre daha yüksek aderans değeri elde edilmiştir. (Şekil 7.10)

- NB altlık ve harç başlıkların 25 donma-çözünme çevrimi sonrası aderans değerleri ve ayrılma yüzeylerinin durumu:



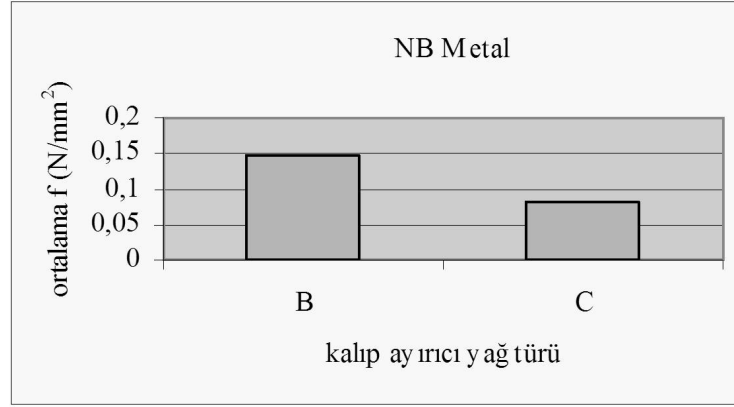
Şekil 7.11. Ahşap kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözülme çevrimi sonrası)

25 donma çözülme çevrimi sonrası gerçekleştirilen pull-off deneylerinde en düşük aderans dayanımı değerini RF301 kalıp ayırıcı yağlı ahşap kalıptan çıkan numune vermiştir.



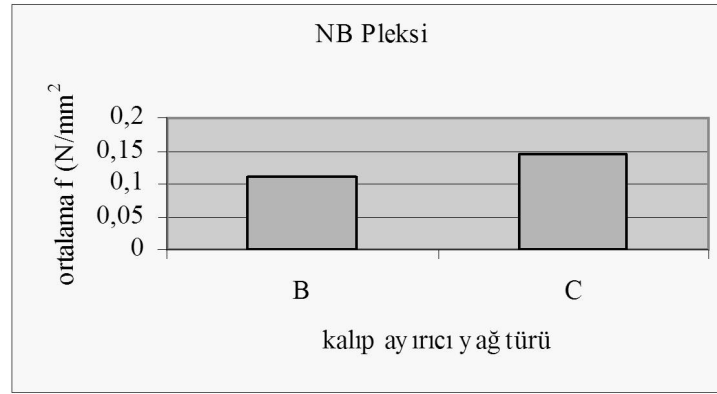
Şekil 7.12 MDF kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözülme çevrimi sonrası)

Mdf kalıptan çıkan NB altlıklarından 25 donma çözülme çevrimi sonrası en yüksek aderans dayanımı değerini veren numuneler Yapol 217 ve Yapol yağ kullanılan numuneler olmuştur.



Şekil 7.13 İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözülme çevrimi sonrası)

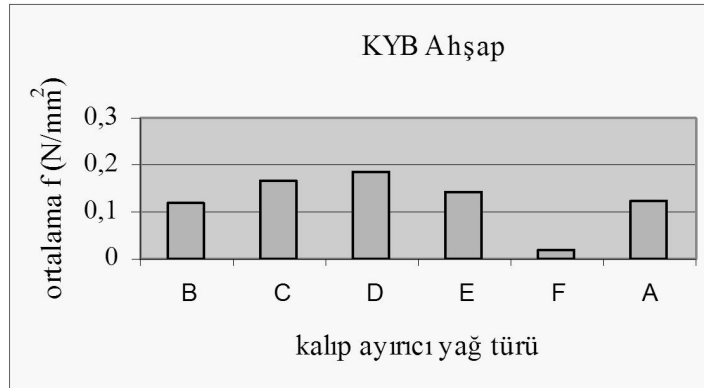
Metal iç yüzeyli kalıptan çıkanlarda ise konsantre kalıp yağı kullanılan numunelerde Separol 3 e göre yüksek aderans değeri elde edilmiştir.



Şekil 7.14. İç yüzeyi pleksi kaplı kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözülme çevrimi sonrası)

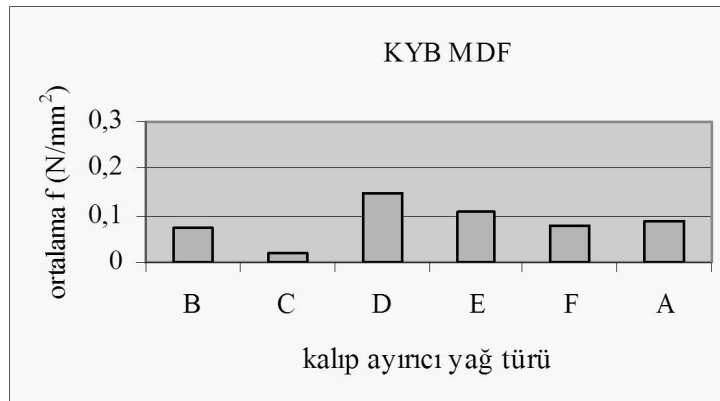
Pleksi iç yüzeyli kalıp için ise konsantre kalıp yağı kullanılan numunelerde Separol 3 e göre düşük aderans değeri elde edilmiştir.

- KYB altlık ve harç başlıkların 25 donma-çözünme çevrimi sonrası aderans değerleri ve ayrılma yüzeylerinin durumu:



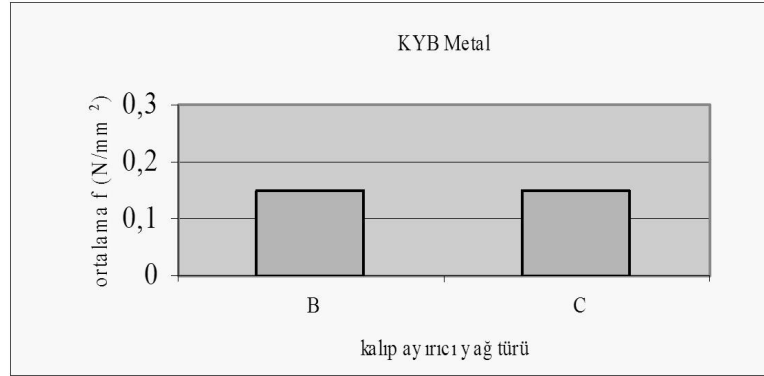
Şekil 7.15 Ahşap kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözülme çevrimi sonrası)

25 donma çözülme çevrimi sonrası gerçekleştirilen pull-off deneylerinde en düşük aderans dayanımı değerini KYB için de RF301 kalıp ayırıcı yağlı ahşap kalıptan çıkan numune vermiştir.



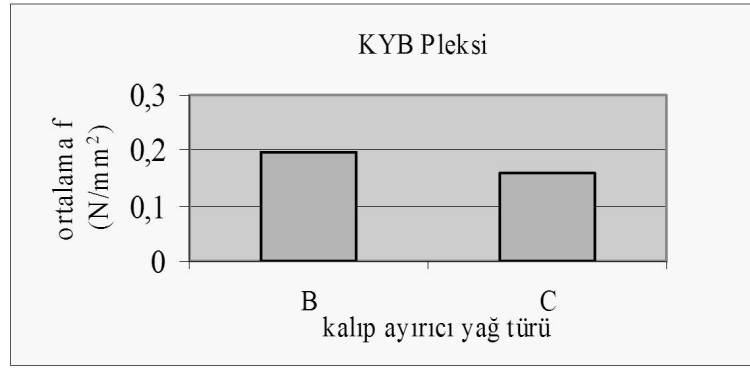
Şekil 7.16 MDF kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları(25 donma çözülme çevrimi sonrası)

Donma çözölme çevrimleri sonrası MDF kalıp için konsantre kalıp yağı en düşük değeri verirken Yapol 217 en yüksek değeri vermiştir (Şekil 7.16).



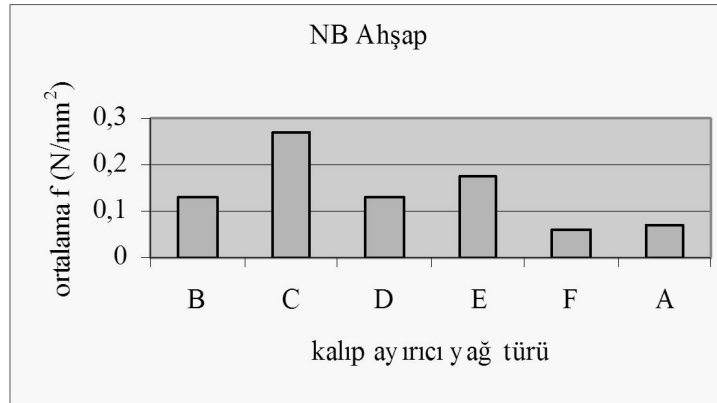
Şekil 7.17 İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözölme çevrimi sonrası)

İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki 25 donma çözölme çevrimi sonrası aderans dayanımı değeri Konsantre kalıp yağı kullanılan örneklerde Separol 3 kullanılanlara göre daha yüksektir (Şekil 7.17). Bu durum pleksi iç yüzeyli kalıplar için de geçerlidir (Şekil 7.18).



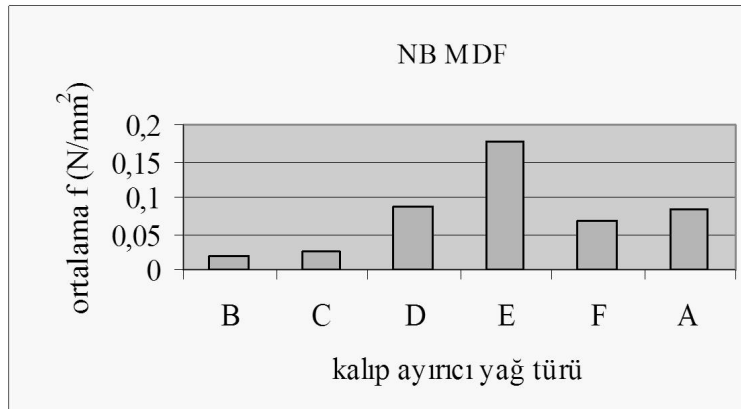
Şekil 7.18 İç yüzeyi pleksi kaplı kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 donma çözölme çevrimi sonrası)

- NB altlık ve harç başlıkların 25 ıslanma kuruma çevrimi sonrası aderans değerleri ve ayrılma yüzeylerinin durumu:

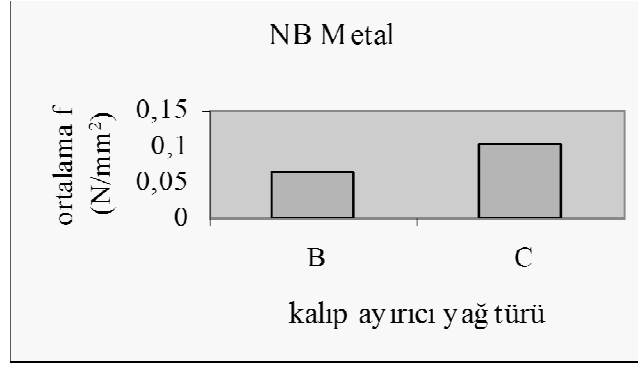


Şekil 7.19 Ahşap kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)

Seaprol 3 kullanılan kalıp 25 ıslanma kuruma çevrimi sonrası ahşap kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı değeri en yüksek kalıp olurken aynı durumda MDF kalıplar için Seaprol3 ün yerini Yapol almıştır (Şekil 7.19, Şekil 7.20)

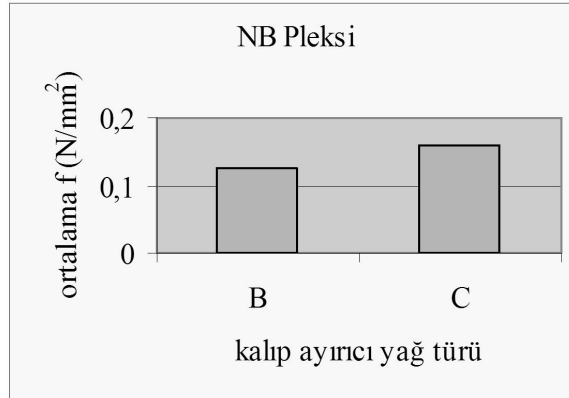


Şekil 7.20 MDF kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)



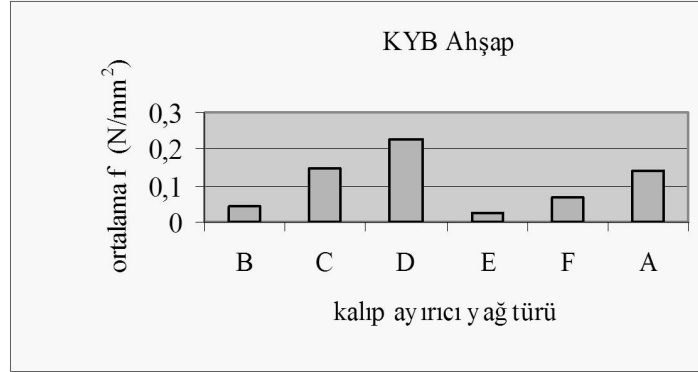
Şekil 7.21 İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)

Metal ve pleksi iç yüzeyli kalıplar için 25 ıslanma kuruma çevrimi sonrası Separol 3 kullanımında Konsantre kalıp yağına göre daha yüksek aderans dayanımı değerleri elde edilmiştir. (Şekil 7.21, Şekil 7.22)



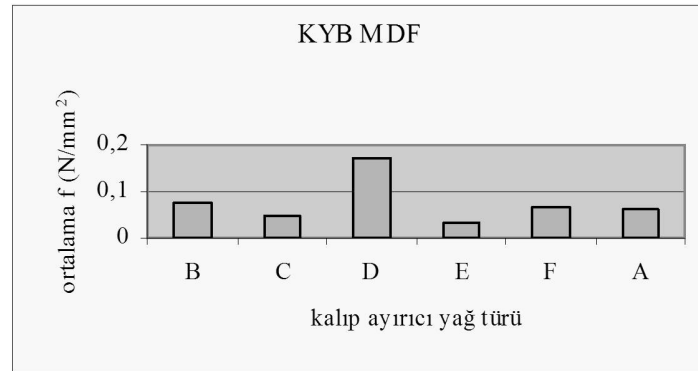
Şekil 7.22 İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)

- KYB altlık ve harç başlıkların 25 ıslanma kuruma çevrimi sonrası aderans değerleri ve ayrılma yüzeylerinin durumu Çizelge 7.6 'da verilmiştir.

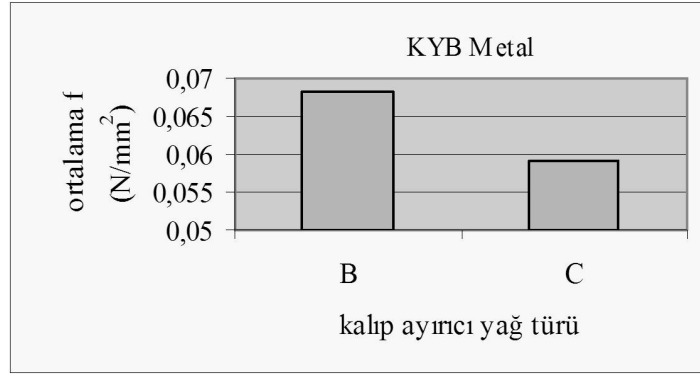


Şekil 7.23 Ahşap kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)

Yapol 217 kullanılan numuneler, 25 ıslanma kuruma çevrimi sonrası hem ahşap hem de MDF kalıptan çıkmış KYB altlıklar için en yüksek aderans dayanımı değerini verirken Yapol kullanılanlar da en düşük değeri vermişlerdir. (Şekil 7.23, Şekil 7.24)

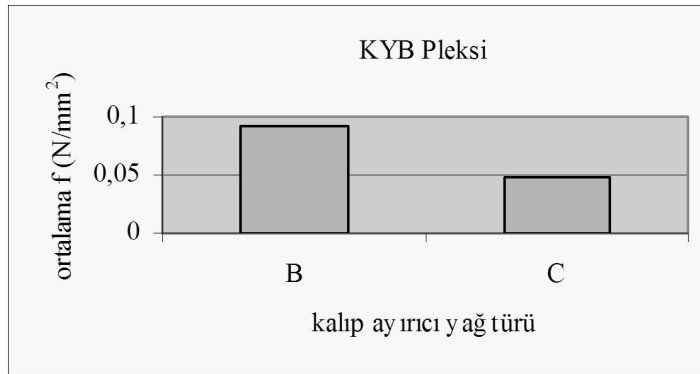


Şekil 7.24 MDF kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)



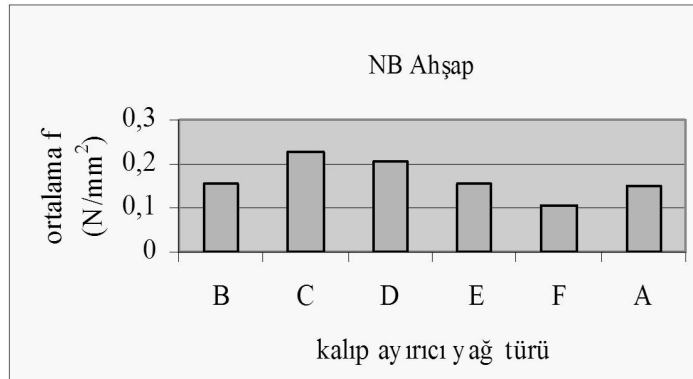
Şekil 7.25 İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkmış KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)

25 ıslanma kuruma çevrimi sonrası, hem metal hem pleksi iç yüzeyli kalıplardan çıkan KYB altlıkların harç başlıklarla arasındaki aderans dayanımının değeri Konsantre kalıp yağı kullanılan örneklerde Separol 3 kullanılanlara göre yüksek çıkmıştır. (Şekil 7.25, Şekil 7.26)



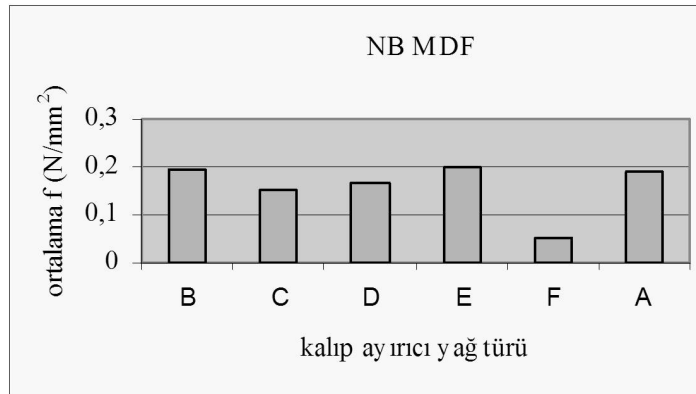
Şekil 7.26 İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 ıslanma – kuruma çevrimi sonrası)

- 25 donma-çözünme çevriminin ardından 25 ıslanma kuruma çevrimine maruz kalan NB altlık ve harç başlıkların aderansı :

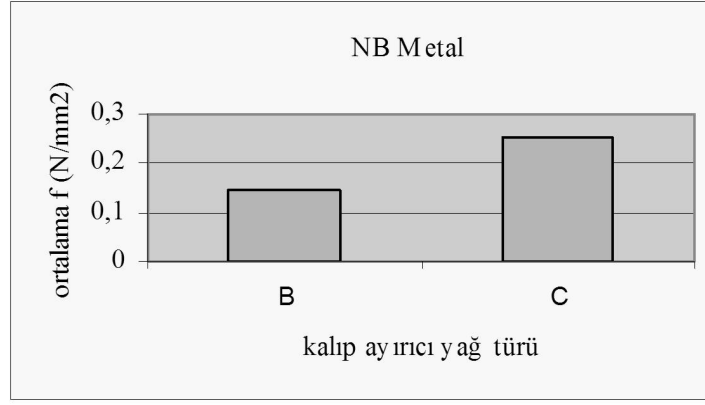


Şekil 7.27 Ahşap kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)

RF301 uygulanan NB altlıklarda, hem ahşap hem MDF kalıplardan çıkanlar için 25 donma çözülme çevriminin ardından 25 ıslanma kurumaya maruz kaldıktan sonra diğer yağlara göre en düşük aderans dayanım değeri gözlenmiştir (Şekil 7.27, Şekil 7.28).

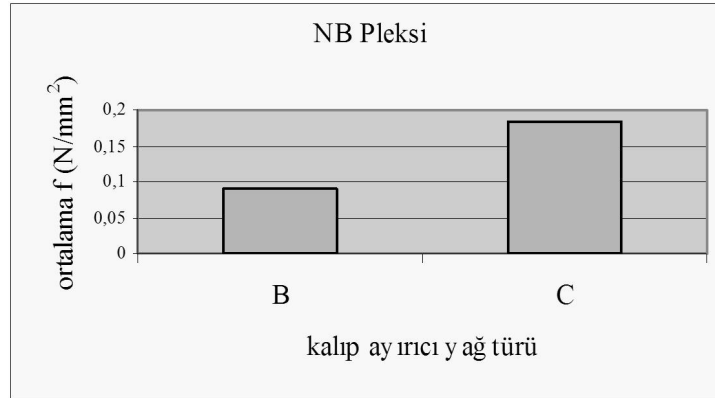


Şekil 7.28 MDF kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)



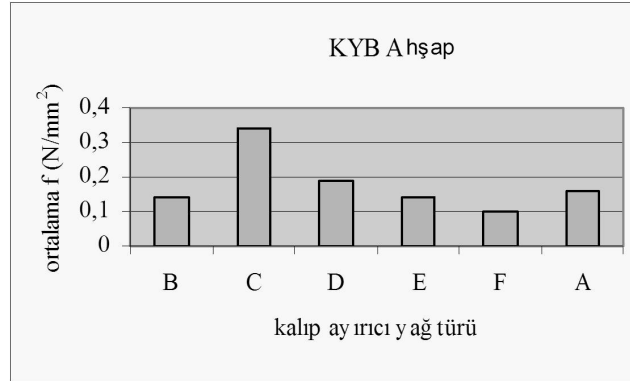
Şekil 7.29 İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)

Separol 3 uygulanan NB altlıklarla harç başlıkların 25 donma çözülme çevriminin ardından 25 ıslanma kurumaya maruz kaldıktan sonraki aderans dayanım değeri hem hem metal hem de pleksi kalıptan çıkmış örneklerde konsantre kalıp yağına göre yüksektir (Şekil 7.29, Şekil 30).



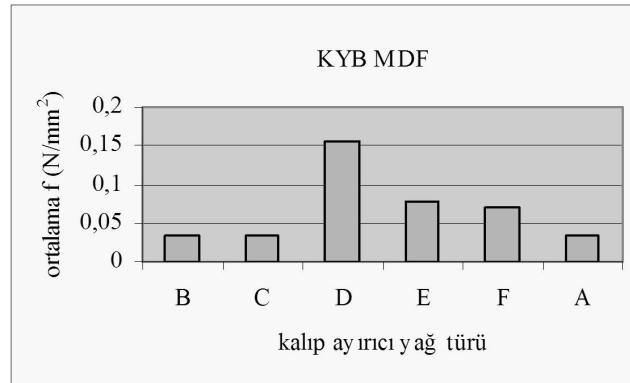
Şekil 7.30 İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)

- 25 donma-çözünme çevriminin ardından 25 ıslanma kuruma çevrimine maruz kalan KYB altlık ve harç başlıkların aderans dayanımı değerleri ve ara yüzeylerin durumu:

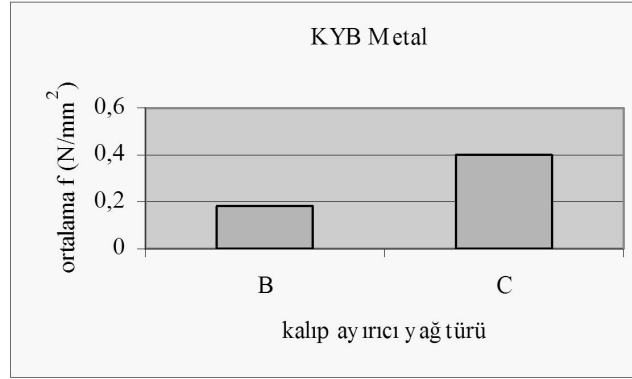


Şekil. 7.31 Ahşap kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)

RF 301 kullanılan ahşap kalıptan çıkarılmış KYB altlıkla harç başlık arasındaki aderans dayanımı değeri 25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi sonrasında diğer yağların verdiği sonuçlara göre en düşük, Separol 3ünki ise en yüksektir (Şekil 7.31). MDF kalıpta ise en yüksek değeri Yapol 217 vermiştir (Şekil 7.32).

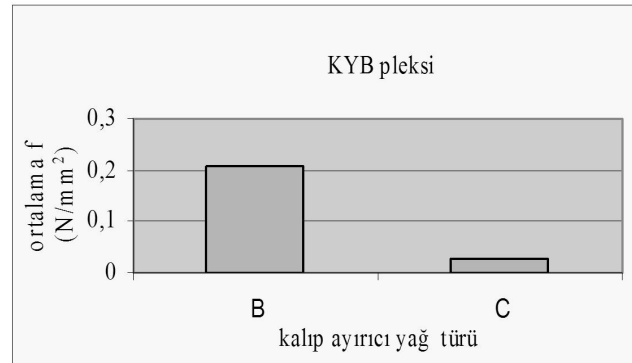


Şekil 7.32 MDF kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)



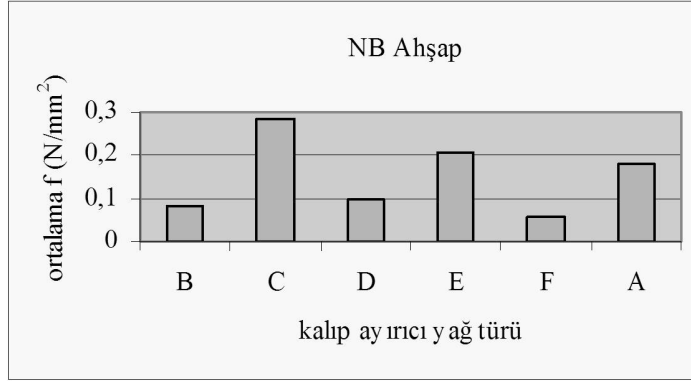
Şekil 7.33 İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkmış KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)

Separol 3 kullanılan metal iç yüzeyli kalıptan çıkan KYB altlıkla harç başlık arasındaki aderans değeri, 25 donma çözülmeve 25 ıslanma kuruma çevriminden sonra konsantre kalıp yağı kullanılana göre yüksektir.(Şekil 7.33) Bu durum pleksi iç yüzeyli kalıptan çıkan numunelerde tersidir (Şekil 7.34).



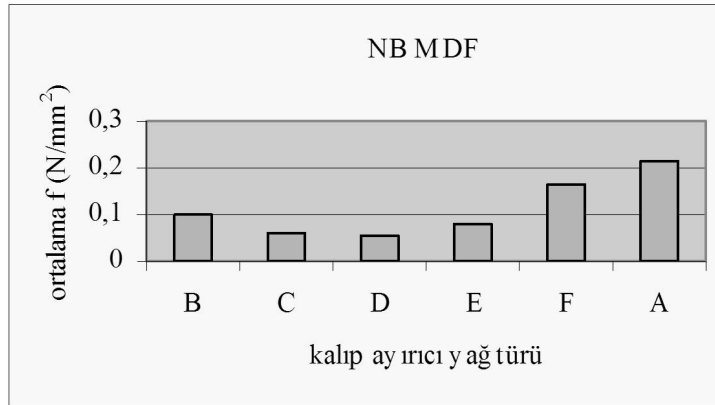
Şekil 7.34 İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 Çevrim donma çözülmenin ardından 25 çevrimi ıslanma kuruma çevrimi)

- 25 ıslanma kuruma çevrimi sonrası 25 donma-çözünme çevrimine maruz kalan NB altlık ve harç başlıkların aderansı:

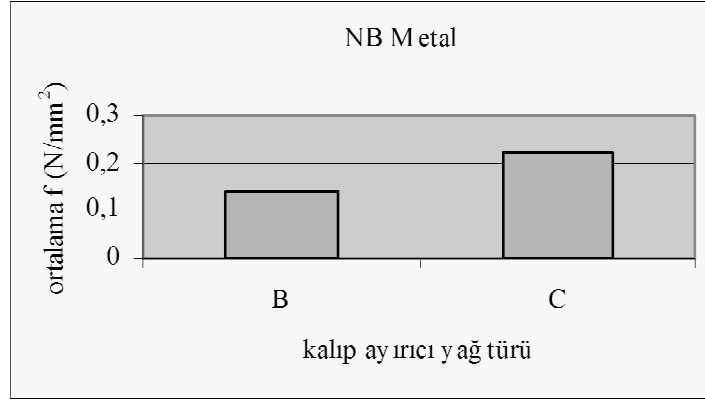


Şekil 7.35 Ahşap kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (İlk 25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözünme)

İlk 25 ıslanma kuruma çevriminin ardından 25 donma çözülme çevrimine maruz kalan numuneler için, ahşap kalıptan çıkan NB altlıklar harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümlerinde en yüksek değeri Separol 3 kullanılan numune vermiştir (Şekil 7.35). MDF kalıptan çıkanlardaysa e yağsız numunede en yüksek aderans dayanımı değeri elde edilmiştir (Şekil 7.36).

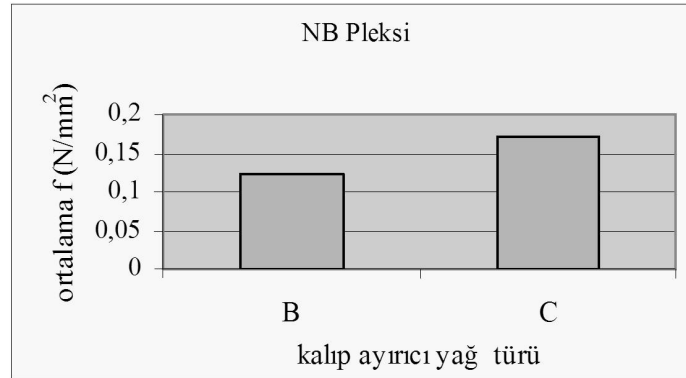


Şekil 7.36 MDF kalıptan çıkan NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (İlk 25 çevrim ıslanma kuruma, ikinci 25 çevrimi donma çözünme)



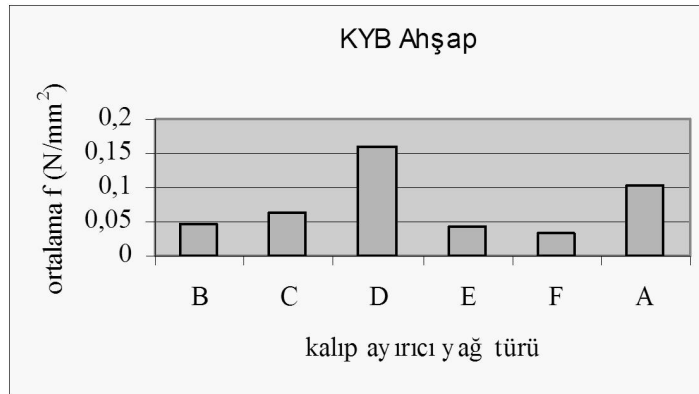
Şekil 7.37 İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözünme)

Hem metal hem pleksi kalıplardan çıkan 25 çevrim ıslanma kuruma,nın ardından 25 çevrim donma çözünme sonrası Separol 3 kullanılan NB altlıklarla harç başlıkların aderansı konsantre kalıp yağı kullanılanlara göre yüksektir.(Şekil 7.37,Şekil 7.38)



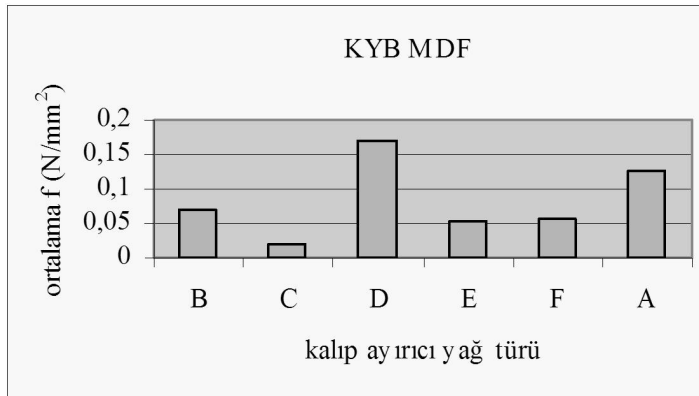
Şekil 7.38 İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış NB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 çevrim ıslanma kuruma, ikinci 25 çevrimi donma çözünme)

- 25 ıslanma kuruma çevriminin ardından 25 donma çözülme çevrimine maruz kalan KYB altlıklarla harç başlıkların çekip koparma deneyi sonuçları :

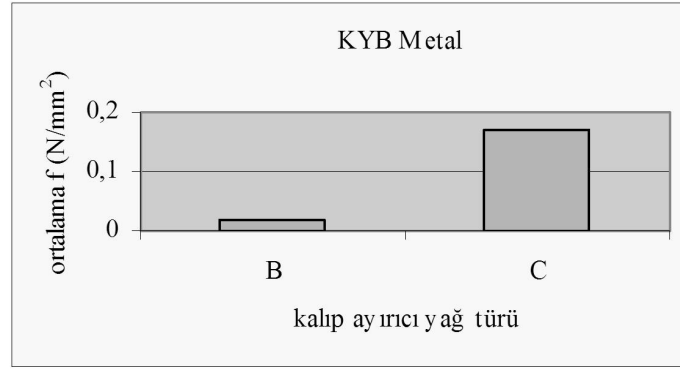


Şekil 7.39. Ahşap kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (ilk 25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözülme)

Yapol 217 kullanılan KYB altlıklarla harç başlıkların arasındaki aderans dayanım değerleri, 25 ıslanma kuruma, ve 25 çevrimi donma çözülme çevriminin ardından sorma hem ahşap hem de MDF kalıptan çıkan altlıklar için en yüksek değeri vermiştir (Şekil 39,Şekil 40).

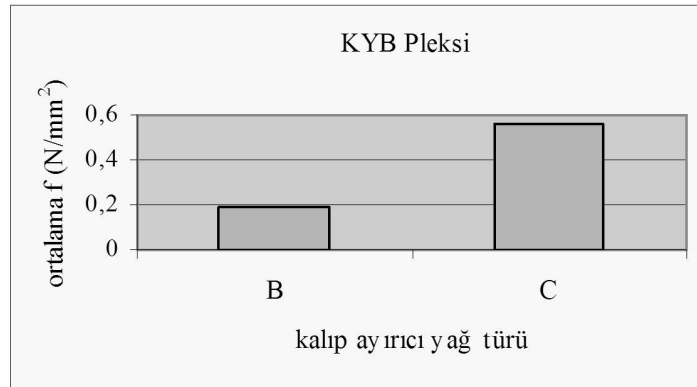


Şekil 7.40 MDF kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözünme)



Şekil 7.41 İç yüzeyi metal plakayla kaplı kalıptan çıkmış KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (ilk 25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözülme)

Metal ve pleksi iç yüzeyli Separol 3 uygulanmış kalıptan çıkan KYB altlıklarla harç başlıkların aderans değeri 25 ıslanma kuruma ve 25 donma çözülme çevriminden sonra konsantre kalıp yağı uygulanan kalıplarınkine göre daha yüksektir (Şekil 7.41, Şekil 7.42).



Şekil 7.42 İç yüzeyi pleksi plakayla kaplı kalıptan çıkmış KYB altlıklarla harç başlıklar arasındaki aderans dayanımı ölçümü sonuçları (25 çevrim ıslanma kuruma, İkinci 25 çevrimi donma çözülme)

8. SONUÇLAR

- Ultrases geçiş hızı ölçümlerinde, 25 ıslanma-kuruma çevriminin ardından ultrases geçiş hızında azalma görülmüştür, eş zamanlı olarak 25 donma çözülme çevrimine maruz kalan numunelerde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. 25 donma-çözülmenin ardından 25 ıslanma kuruma çevrimine maruz kalan numunelerin geçiş hızı düşmeye devam ederken 25 ıslanma-kuruma çevrimi sonrası 25 donma çözölmeye maruz kalan numunelerin ultrases geçiş hızında artış gözlenmiştir.
- Eğilmede çekme deneylerinde, 25 çevrim donma çözölmeye maruz kalan örneklerden 28.gün sonuçlarına göre düşük değerler elde edilirken ıslanma kuruma çevrimlerinden çıkanlarda bunun tersi sonuçlar gözlenmiş; iki grubun yer değiştirmesinin ardından 50.çevrimler sonunda her iki grup da tekrar 28.gün değerlerine yaklaşmıştır. Bu nedenle 50 çevrim için donma-çözünme tekrarlarının eğilmede çekme dayanımını olumsuz, ıslanma-kurumanınsa olumlu etkidiğı düşünölmektedir.
- Basınç deneyinde, 25 ıslanma-kuruma çevrimi de donma- çözölmeye çevriminin de basınç dayanımını azalttığı, tek başına ıslanma-kuruma etkisinin donma çözölmeye oranla daha düşük değerler elde edilmesine neden olduğı görölmüştür. Derin dondurucudaki numuneler etüve, etüvedekiler derin dondurucuya geçtikten sonraki 25 çevrimin sonucunda her iki grupta da 28.gün basınç dayanımı değerlerinden yüksek değerler elde edilmiştir. Donma- çözölmeye sonrası ıslanma-kuruma çevrimine maruz kalan grupla elde edilen değerler diğlerinden daha yüksektir.
- Çevrimler öncesi, 28 günlük harçlarla gerçekleştirilen çekip koparma deneylerinde Rheofinish 310 kalıp ayırıcı yağın uygulandığı örneklerde hem NB hem KYB altlıklar için en düşük aderans dayanımı değerleri elde edilmiştir. Metal ve pleksi kalıplarda da Separol S3 kalıp ayırıcı konsantre kalıp yağına göre daha yüksek aderans dayanımı göstermiştir.
- Ahşap kalıplardan çıkan beton altlıklara uygulanan harcın çekip koparılması sonrası betonla harç arasındaki pürüzlü ayrılma yüzeyinde lif izleri belirgin, diğerkalıplardan ahşaba kıyasla daha düzgün ayrılma yüzeyi elde edilmiştir.

- 25 donma- çözünme tekrarına maruz kalan numuneler: Ahşap kalıp için Rheofinish 310 kalıp ayırıcı yağın uygulandığı numuneler en düşük aderans değerini verirken, MDF’ de Rheofinish 310 kalıp ayırıcı yağ ile birlikte Separol S3 kalıp ayırıcı yağda düşük değerler elde edilmiştir. Metal ve pleksi içinse konsantre kalıp yağı ve Separol S3 birbirlerine yakın sonuçlar vermiştir. Yüzey özellikleri açısından bakıldığında karşılıklı parça alış veriş i hemen hepsinde pürüzlü ayrılma yüzeyine neden olmuştur.
- 25 ıslanma –kuruma tekrarına maruz kalan numuneler: donma çözünme çevrimleriyle hem yüzey özellikleri hem de aderans dayanımı değerleri bakımından benzer sonuçlar vermiştir.
- 50 çevrimin numunelerde kür etkisi yaptığı düşünülebilir; aderans dayanımı değerleri belirgin bir şekilde artmıştır.
- Artışın belirgin bir şekilde gözlenmediği Rheofinish 301 (Bitkisel yağ emülsiyonu esaslı) kalıp ayırıcı yağın kullanıldığı ve yağsız numunelerdir. Her ikisinde de beton altlık belirgin bir şekilde yıprandığından yapışma mukavemeti diğer örneklerdeki gibi artış göstermediği düşünülebilir. Buna göre farklı kalıp ve kalıp ayırıcı tiplerinden alınan sonuçlar, kalıp ayırıcıların önemini vurgulamakla birlikte, bunların seçiminde kimyasal yapının ayırt edici faktör olduğunu ortaya koymuştur.
- KYB örneklerinde beton yüzeyinde delik miktarının yüksek miktarda olduğu durumlarda düşük aderans değeri elde edilmiştir.
- Deneysel çalışmadan çıkarılan bu sonuçlar doğrultusunda, çimento bazlı harçlarda ortam koşullarının aderans dayanımı ve durabiliteye uzun zaman dilimine yayılı etkilerini gözlemlemek amacıyla, daha fazla sayıda çevrim içeren bir çalışmayla ortam koşullarını temsil eden tekrarlı etkilerin yıpranma gözlenene kadar sürdürülmesi önerilmektedir. Bunun yanı sıra, ortam koşullarının aderans ve durabiliteye etkilerinin erken yaşlardaki harç ve betonlar için de incelenmesi yeni bir araştırma konusu olarak düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Postacıoğlu B.** , 1987. “ *Beton Bağlayıcı Maddeler, Agregalar ve Beton, Cilt 2*”, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Teknik Kitaplar Yayınevi.
- [2] **Pizzy, A. , Mittal K.L.** , 2003. Handbook of Adhesive Technology.
- [3] **Url-1** <<http://www.specialchem4adhesives.com>>, alındığı tarih 21 Mart 2007.
- [4] **Url-1** <<http://tr.wikipedia.org> >, alındığı tarih 27 Mart 2007.
- [5] **TS EN 828 2002** “Yapıştırıcılar-İslanabilirlik –Katı Yüzeyin Temas Açısının ve Kritik Yüzey Geriliminin Ölçülmesi Yoluyla Tayini,” *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara
- [5] **Mays, G.C. , Hutchinson, A.R.** ,1992. Adhesives In Civil Engineer, Cambridge University Pres.Cambridge, ENGLAND.
- [6]**Arslan, M.** , 2001. Beton (Dökümü,Kalıpları, Kusurları, Dayanıklılığı), Atlas Yatın Dağıtım, Ankara,
- [7] **Url-3** <<http://www.akcansa.com.tr/>>, alındığı tarih 7 Ocak 2009.
- [8] **Arslan, M.** 1999. “Su Emici Astarlı ve Drenaj Özelliği Bulunan Kalıpların Beton Yüzey Özellikleri Üzerine Etkileri” Tr. J. of Engineering and Environmental Science.23, 121-131.TÜBİTAK
- [9] **Eriş, İ.** , 2007. “ Kalıp ve Kalıp Ayırıcı Yağ Türünün Beton ve Sıva Arasındaki Aderansa Etkisi” Yüksek Lisans Tezi ,İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL
- [10] **Karagüler, M.E.** , Eylül-Ekim 2002. *Mimarlıkta Beton, Mimari Beton*, THBB Hazır Beton Dergisi,53,56-61
- [11] **Arslan.M.** , **Subaşı, S.** 2003. “Kalıp Teknolojilerindeki Gelişmelerin Betonarme Elemanların Dayanıklılığına Etkileri”, 3. *Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu*, ANKARA.
- [12] **Özkul, H.** , **Özer B.** , **Parlak N.** , **Sağlam R.** , 2007. “Kalıp Ayırıcıların Performans Özellikleri”, 12. *Beton Prefabrikasyon Sempozyumu*, İSTANBUL.
- [13] **Kurt, E.B.**, 2007 .“Silis Dumanının Betonun Durabilite Özelliklerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi ,İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü,İSTANBUL
- [14] **Karagüler, M.E.** 2003 “Onarım Harçlarında Performans Kriterleri ve Durabilite Sorunu” TMH – Türkiye Mühendislik Haberleri SAYI 426 - 2003/4
- [15] **Sevgül, T.** , **Öner,A.** , **Direr, S.** İslanma Kuruma Çevrimi – Dinamik Elastisite Modülü İlişkisi
- [16] **Akman, S.**, “Betonda Dayanıklılık Özelliği ve Önemi, <[http:// e-kutuphane.imo.org.tr](http://e-kutuphane.imo.org.tr)>, alındığı tarih 21 Nisan 2009.

- [17] **Erdoğan T.Y.**, 2003. *Beton* ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Ankara .
- [18] **Kuloğlu, Ş.** , 2003. “Çimento Esaslı Tamir Harçlarının Durabilite Özellikleri” Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL
- [19] **Akman, S.**, 1987. “*Yapı Malzemeleri*” İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Matbaası,İSTANBUL
- [20] **Akman, S.** , 2000. “*Yapı Hasarları ve onarım ilkeleri*” TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul.
- [21] **Yüzer, N.** 2003. “Betonarme Yapılarda Korozyon Ölçüm Yöntemleri” . TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 426 -2003/4
- [22] **Url-4** <<http://www.teknointel.com/> , alındığı tarih 21 Mart 2009
- [23] **COŞGUN, T.** , 2005 “*İstanbul’da Deprem Sonrası Yapılan İncelemelerde Karşılaşılan Korozyon Hasarı Üzerine Bir İnceleme*” TMMOB İstanbul Bülten Sayı:78
- [24] **Engin, Y.** 2006 “*Beton ile İlgili Yaşanabilecek Problemler*” Hazır Beton, Sayfa 58-63
- [25] **Naderi M.** ,2008. Adhesion of Different Concrete Repair Systems Exposed to Different Environments, *The Journal of Adhesion*, London,ENGLAND
- [26] **Velosa, A.L, Veiga M.R.** 2006 ‘ ‘*Development of Artificial Ageing Tests for Renders – Application to Conservation Mortars*’’, Proceedings of 7th International Brick Masonry Conference (7IBMAC). London, ENGLAND.
- [27] **Akman, M.S.** , "Yapı Malzemeleri", İTÜ Kütüphanesi, İstanbul.
- [28] **TS 2941** Taze Betonda Birim Ağırlık, Verim ve Hava Miktarının Ağırlık Yöntemi ile Tayini , *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara
- [29] **TS 4045** Yapı Malzemelerinde Kapiler Su Emme Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

EKLER

EK A : Deneysel Çalışmaya Ait Fotoğraflar

EK B : Ultrases Deneyi Sonuçları

EK C: Eğilmede Çekme Deneyi Sonuçları

EK D: Basınç Dayanımı Sonuçları

EK E: Aderans Deneyi Sonuçları

EK A :Deneysel Çalışmaya Ait Fotoğraflar



Şekil A.1 Kıvam tayini deneyi için kesik koni şeklindeki kalıba doldurulmuş taze harç



Şekil A. 2 Kıvam tayini deneyinde kalıp çıkarıldıktan sonra sarsma tablası üzerindeki harç



Şekil A.3 Sarsma tablasında 15 kez düşürüldükten sonra tablo üzerindeki harç



Şekil A.4. Kıvam tayini deneyinde sarsma tablası 15 kez düşürüldükten sonra harcın
çapının ölçülmesi



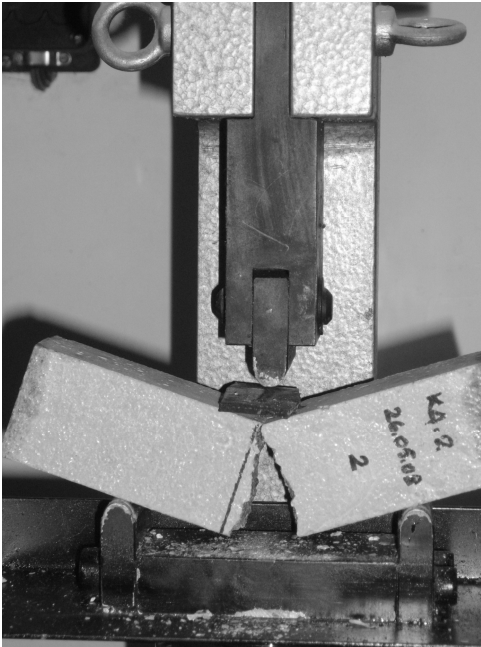
Şekil A.5 Fiziksel ve mekanik ölçümlerde kullanılan prizmatik harç örnekleri



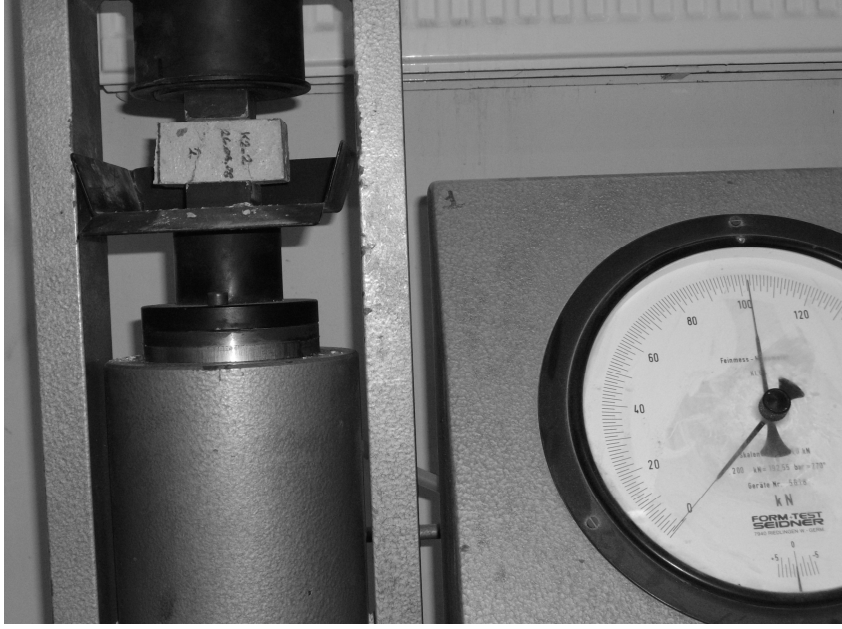
Şekil A.6 Ultrases geçiş hızı tayini deneyinin uygulanması



Şekil. A.7 Eğilmede çekme deneyinin yapıldığı press



Şekil A.8 Eğilmede çekme deneyi



Şekil A.9 Basınç deneyinin uygulanması



Şekil A.10 Beton altlık üzerinde özel hazırlanmış harç kalıbının kullanılması



Şekil A.11 Beton altlığa özel hazırlanmış kalıpla uygulanan harç başlıklar



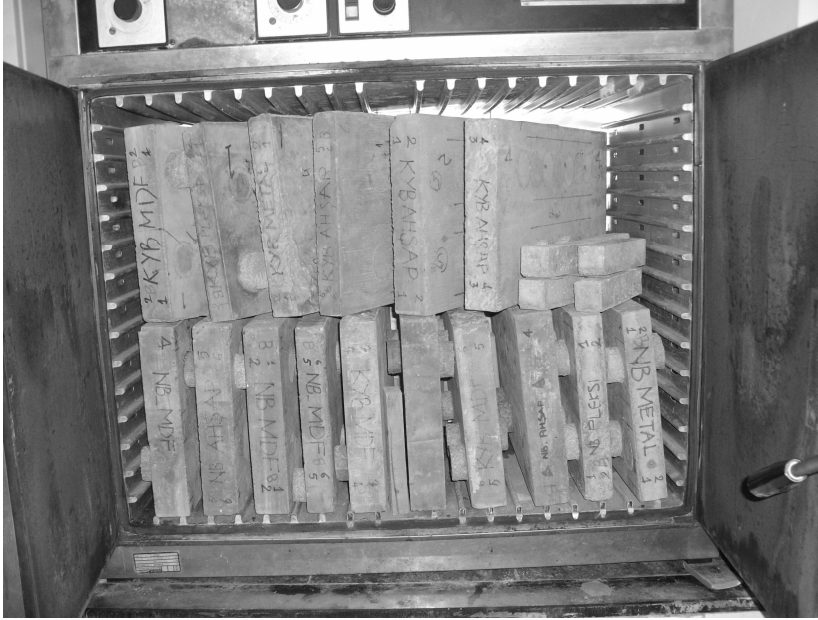
Şekil A.12 Altlıkların her iki yüzüne de uygulanmış harç başlıklar



Şekil A.13 Pull- off deney düzeneği



Şekil A.14 P ull-Off Cihazı



Şekil A.15 Islanma – Kuruma tekrarlarında etüvdeki numuneler



Şekil A.16 Donma çözünme tekrarlarında derin dondurucuda bekletilen numuneler

EK B : Ultrases Deneyi Sonuçları**Çizelge B-1: Ultrases Deneyi Sonuçları**

kür süresi	örnek adı	a (mm)	b (mm)	L (mm)	geçiş süresi (µsn)	Geçiş hızı (km/sn)	Ortalama hız (km/sn)
3gün	K5-1	40.73	40.08	160.27	41	3.91	3.91
	K5-2	40.58	40.39	160.1	40.9	3.91	
	K5-3	40.69	40.04	160.2	40.9	3.92	
7 gün	K4-1	40.23	40.32	161.03	38.9	4.14	4.15
	K4-2	40.29	40.69	160.97	38.4	4.19	
	K4-3	40.17	40.41	160.77	38.9	4.13	
14gün	K5-1	40.88	40.67	160.36	38.2	4.20	4.17
	K5-2	41.19	40.21	160.14	38.7	4.14	
	K5-3	41.57	40.39	160.56	38.6	4.16	
28.gün	K3-1	40.39	40.17	160.68	38.5	4.17	4.20
	K3-2	40.79	40.25	160.89	38.1	4.22	
	K3-3	40.64	40.53	160.73	38.3	4.20	
25 donma çözülme çevrimi sonrası	K3-1	40.35	42.68	160.09	38.9	4.12	4.16
	K3-2	40.2	41.4	161.85	38.4	4.22	
	K3-3	40.51	42.24	161.74	38.9	4.16	
25 ıslanma kuruma çevrimi sonrası	K4-1	40.41	41.17	160.92	38.7	4.16	4.19
	K4-2	40.13	41.15	160.83	38.2	4.2	
	K4-3	40.48	41.53	161.17	38.3	4.21	
50.cevrim (25 donma-çözülme çevriminin ardından 25 ıslanma-kuruma çevrimi)	K1-1	41.26	40.14	160.04	37.9	4.22	4.22
	K1-2	41.85	40.21	160.3	37.9	4.23	
	K1-3	41.59	40.22	161.15	37.9	4.25	
	K2-1	41.05	40.25	160.52	38.2	4.20	
	K2-2	40.66	40.5	160.43	39	4.11	
	K2-3	41.08	40.84	161.12	37.3	4.3	
50 çevrim:	K1-1	40.84	40.07	161.2	37	4.36	4.35

(25 ıslanma- kuruma çevriminin ardından 25 donma çözülme çevrimi)	K1-2	41.85	40.21	162.11	37.7	4.30	
	K1-3	41.11	40.11	162.58	37.7	4.31	
	K2-1	40.59	40.28	160.75	36.9	4.36	
	K2-2	40.59	40.54	160.32	36.9	4.34	
	K2-3	41.02	40.22	160.62	36.3	4.43	

EK C: Eğilmede Çekme Deneyi Sonuçları

Çizelge C-1: Eğilmede Çekme Deneyi Sonuçları

kür süresi	örnek adı	a (mm)	b (mm)	l (mm)	kuvvet (N)	eğilme dayanımı (N/mm ²)	ort eğilme dayanımı (N/mm ²)
3gün	K5-1	40.73	40.08	160.27	2450	5.62	5.89
	K5-2	40.58	40.39	160.1	2600	5.90	
	K5-3	40.69	40.04	160.2	2350	5.40	
7 gün	K4-1	40.23	40.32	161.03	2700	6.19	6.86
	K4-2	40.29	40.69	160.97	3050	6.86	
	K4-3	40.17	40.41	160.77	2450	5.60	
14gün	K5-1	40.88	40.67	160.36	3050	6.77	7.31
	K5-2	41.19	40.21	160.14	2900	6.53	
	K5-3	41.57	40.39	160.56	3900	8.63	
28.gün	K3-1	40.39	40.17	160.68	3700	8.52	8.75
	K3-2	40.79	40.25	160.89	3900	8.85	
	K3-3	40.64	40.53	160.73	3950	8.88	
25 donma- çözülme çevrimi sonrası	K31	40.35	42.68	160.09	3000	6.12	6.97
	K3-2	40.2	41.4	161.85	3200	6.97	
	K3-3	40.51	42.24	161.74	3150	6.54	
25 ıslanma kuruma çevrimi sonrası	K4-1	40.41	41.17	160.92	3800	8.32	10.93
	K4-2	40.13	41.15	160.83	4950	10.93	
	K4-3	40.48	41.53	161.17	3750	8.06	
50 çevrim (25 donma- çözülme çevriminin ardından 25 ıslanma- kuruma çevrimi)	K1-1	41.26	40.14	160.04	3900	8.80	8.49
	K1-2	41.85	40.21	160.3	3750	8.31	
	K1-3	41.59	40.22	161.15	3900	8.70	
	K2-2	41.05	40.25	160.52	3450	7.78	
	K2-2	40.66	40.5	160.43	3850	8.66	
	K2-3	41.08	40.84	161.12	3600	7.88	
50 çevrim: (25 ıslanma- kuruma çevriminin ardından 25 donma çözülme çevrimi)	K1-1	40.84	40.07	161.2	3400	7.78	8.44
	K1-2	41.85	40.21	162.11	3700	8.20	
	K1-3	41.11	40.11	162.58	3650	8.28	
	K2-1	40.59	40.28	160.75	3950	8.99	
	K2-2	40.59	40.54	160.32	3850	8.67	
	K2-3	41.02	40.22	160.62	3400	7.69	

EK D: Basınç Dayanımı Sonuçları**Çizelge D-1: Basınç Dayanımı Sonuçları**

kür süresi	örnek adı	a (mm)	b (mm)	l (mm)	kuvvet (N)	basınç dayanımı (N/mm ²)	Ortalama basınç dayanımı (N/mm ²)
3 gün	K5-1a	40.73	40.08	160.27	54000	33.15	32,53
	K5-1b	40.73	40.08	160.27	56000	34.37	
	K5-2a	40.58	40.39	160.1	51500	31.73	
	K5.2b	40.58	40.39	160.1	54000	33.27	
	K5-3a	40.69	40.04	160.2	52000	31.95	
	K5-3b	40.69	40.04	160.2	50000	30.72	
7 gün	K4-1a	40.23	40.32	161.03	85000	52.82	51,27
	K4-1b	40.23	40.32	161.03	82000	50.96	
	K4-2a	40.29	40.69	160.97	84000	52.12	
	K4-2b	40.29	40.69	160.97	86000	53.36	
	K4-3a	40.17	40.41	160.77	80000	49.79	
	K4-3b	40.17	40.41	160.77	78000	48.54	
14.gün	K5-1a	40.88	40.67	160.36	105000	64.21	60,57
	K5-1b	40.88	40.67	160.36	102000	62.38	
	K5-2a	41.19	40.21	160.14	101000	61.30	
	K5.2b	41.19	40.21	160.14	98000	59.48	
	K5-3a	41.57	40.39	160.56	97000	58.34	
	K5-3b	41.57	40.39	160.56	96000	57.73	
28.gün	K3-1a	40.39	40.17	160.68	107000	66.23	66,39
	K3-1b	40.39	40.17	160.68	104000	64.37	
	K3-2a	40.79	40.25	160.89	112000	68.64	
	K3-2b	40.79	40.25	160.89	106000	64.97	
	K3-3a	40.64	40.53	160.73	112000	68.90	
	K3.3b	40.64	40.53	160.73	106000	65.21	
25 donma çözülme cevrimi sonrası	K31a	40.35	42.68	160.09	110000	68.15	63,10
	K31b	40.35	42.68	160.09	104000	64.68	
	K3-2a	40.2	41.4	161.85	91000	56.59	
	K3-2b	40.2	41.4	161.85	100000	61.71	
	K3-3a	40.51	42.24	161.74	108000	66.65	
	K3-3b	40.51	42.24	161.74	107000	66.20	
25 ıslanma kuruma cevrimi sonrası	K41a	40.41	41.17	160.92	103000	63.72	56,33
	K4-1b	40.41	41.17	160.92	88000	54.82	
	K4-2a	40.13	41.15	160.83	95000	59.18	

	K4-2b	40.13	41.15	160.83	98000	60.52	
	K4-3a	40.48	41.53	161.17	83000	51.26	
	K4-3b	40.48	41.53	161.17	80000	48.47	
50 çevrim (25 donma- çözülme çevriminin ardından 25 ıslanma- kuruma çevrimi)	K11a	41.26	40.14	160.04	112000	67.86	68,61
	K1-1b	41.26	40.14	160.04	113000	67.50	
	K1-2a	41.85	40.21	160.3	115000	68.70	
	K1-2b	41.85	40.21	160.3	106000	63.72	
	K1-3a	41.59	40.22	161.15	118000	70.93	
	K1-3b	41.59	40.22	161.15	111000	67.60	
	K21a(22.05)	41.05	40.25	160.52	109000	66.38	
	K2-1b	41.05	40.25	160.52	120000	73.79	
	K2-2a	40.66	40.5	160.43	119000	73.17	
	K2-2b	40.66	40.5	160.43	108000	65.73	
	K2-3	41.08	40.84	161.12	112000	68.16	
	K2-3	41.08	40.84	161.12	114000	69.79	
50 çevrim: (25 ıslanma- kuruma çevriminin ardından 25 donma çözülme çevrimi)	K11a	40.84	40.07	161.2	105000	64.28	67,58
	K1-1b	40.84	40.07	161.2	103000	61.53	
	K1-2a	41.85	40.21	162.11	112000	66.91	
	K1-2b	41.85	40.21	162.11	108000	65.68	
	K1-3a	41.11	40.11	162.58	116000	70.54	
	K1-3b	41.11	40.11	162.58	99000	60.98	
	K21a(26.05)	40.59	40.28	160.75	123000	75.76	
	K2-1b	40.59	40.28	160.75	121000	74.53	
	K2-2a	40.59	40.54	160.32	118000	72.68	
	K2-2b	40.59	40.54	160.32	102000	62.17	
	K2-3a	41.02	40.22	160.62	110000	67.04	
	K2-3b	41.02	40.22	160.62	113000	68.87	

EK E: Aderans Deneyi Sonuçları

Çizelge E.1 Normal betona ait 28 günlük çekip koparma deneyi sonuçları:

Kalıp Malzemesi	Kalıp Ayırıcı Yağ Türü*	Ortalama f (N/mm ²)	Açıklama
ahşap	B	0,059	Beton- harç arası, pürüzlü yüzey
	C	0,088	
	D	0,078	
	E	0,078	
	F	0,037	
	A	0,063	
mdf	B	0,081	Beton- harç arası, düzgün ayrılma yüzeyi
	C	0,069	
	D	0,120	
	E	0,081	
	F	0,043	
	A	0,099	
metal	B	0,064	Beton- harç arası, düzgün ayrılma yüzeyi
	C	0,082	
pleksi	B	0,042	Beton - harç arası, düzgün ayrılma yüzeyi
	C	0,141	

*:B,C,D,E,F kodları sırasıyla Konsantre kalıp yağı, Separol S-3, Yapol 217,Yapol ve Rhofinish 301 kalıp ayırıcı yağlarını; A ise yağsız numuneyi temsil etmektedir.

Çizelge E.2 KYB’a ait 28 günlük çekip koparma deneyi sonuçları

Kalıp Malzemesi	Kalıp Ayırıcı Yağ Türü*	Ortalama f (N/mm ²)	Açıklama
ahşap	B	0,025	Ayrılma beton-harç arasından ahşap lifleri gözleniyor
	C	0,066	
	D	0,076	
	E	0,068	
	F	0,020	
	A	0,075	
mdf	B	0,039	Ayrılma beton-harç arasından
	C	0,025	
	D	0,031	
	E	0,035	
	F	0,044	
	A	0,018	
metal	B	0,021	Ayrılma beton-harç arasından
	C	0,101	
pleksi	B	0,023	Ayrılma beton harç arasından
	C	0,034	

Çizelge E-3 25 donma çözünme çevrimine maruz kalan numunelerin çekip koparma deneyi sonuçları

Kalıp Malzemesi	Kalıp Ayırıcı Yağ Türü*	Ortalama f (N/mm ²)	Açıklama
ahşap	B	0,177	Beton harç arası, kenarlarda iri agregaların yoğunlukta olduğu Kısımlar pürüzlü diğer kısımlar parlak
	C	0,182	Beton harç arası, düzgün yüzey, yüzeyde ahşap lif izleri belirgin değil.
	D	0,144	Beton harç arası, harcın boşlukları betonla dolmuş.
	E	0,140	Beton harç arası, kısmen beton yüzeyde harç görülüyor.
	F	0,058	Beton harç arası, pürüzlü yüzey
	A	0,089	Beton harç arası ayrılma, yüzeyde ahşap lif izleri belirgin değil.
mdf	B	0,019	Ayrılma yüzeyinde nem gözlemlendi, yapışma gerçekleşmemiş.
	C	0,033	Beton harç arası pürüzlü ayrılma yüzeyi
	D	0,138	Beton harç arası pürüzlü ayrılma yüzeyi
	E	0,159	Beton-harç arası düzgün ayrılma yüzeyi
	F	0,061	Beton harç arası pürüzlü ayrılma yüzeyi
	A	0,121	Beton-harç arası düzgün ayrılma yüzeyi
metal	B	0,146	Beton harç arası, kısmen karşılıklı parça alış veriş
	C	0,082	Beton harç arası
pleksi	B	0,110	Beton harç arası kısmen pürüzlü
	C	0,144	Beton harç arası, betonun boşlukları harçla dolmuş, kısmen pürüzlü

*:B,C,D,E,F kodları sırasıyla Konsantre kalıp yağı, Separol S-3, Yapol 217, Yapol ve Rhofinish 301 kalıp ayırıcı yağlarını; A ise yağsız numuneyi temsil etmektedir.

Çizelge E-4. 25 donma çözünme çevrimine maruz kalan KYB numunelerin çekip koparma deneyi sonuçları

Kalıp Malzemesi	Kalıp Ayırıcı Yağ Türü*	Ortalama f (N/mm ²)	Açıklama
ahşap	B	0,120	Beton harç arası, lifler belirgin.
	C	0,165	Beton harç arası, lifler belirgin.
	D	0,186	Beton yüzeyde harçtan izler, kısmen parçalar kaldığı gözlemlendi. Yüzeyde ahşap lifler belirgin.
	E	0,143	Beton harç arası, lifler belirgin
	F	0,017	Yapışma gerçekleşmemiş
	A	0,123	Lifler belirgin, beton harç arası
mdf	B	0,076	Beton harç arası, düzgün ayrılma yüzeyi
	C	0,0188	Beton harç arası kısmen pürüzlü yüzey
	D	0,147	Beton harç arası, kısmen pürüzlü yüzey, betondaki izler harç yüzeyine geçmiş.
	E	0,107	Beton harç arası, parlak yüzey
	F	0,078	Beton harç arası düzgün yüzey
	A	0,091	Beton harç arası, kısmen pürüzlü
metal	B	0,152	Beton harç arası, beton boşlukları harçla dolmuş, pürüzlü yüzey
	C	0,151	Karşılıklı parça alış veriş (betondan parça kopması, beton yüzeyde kısmen harç kalması)
pleksi	B	0,197	Beton harç arası
	C	0,161	Beton harç arası, pürüzlü yüzey

*:B,C,D,E,F kodları sırasıyla Konsantre kalıp yağı, Separol S-3, Yapol 217,Yapol ve Rhofinish 301 kalıp ayırıcı yağlarını; A ise yağsız numuneyi temsil etmektedir.

Çizelge E.5. 25 ıslanma kuruma çevrimine maruz NB kalan numunelerin çekip koparma deneyi sonuçları

Kalıp Malzemesi	Kalıp Ayırıcı Yağ Türü*	Ortalama f (N/mm ²)	Açıklama
ahşap	B	0,129	Lif gözlenmiyor, pürüzlü yüzey
	C	0,271	Harcın boşlukları betonla dolmuş
	D	0,130	Parlak yüzey
	E	0,176	Lif gözlenmiyor, pürüzlü yüzey
	F	0,058	Beton harç arası düzgün ayrılma
	A	0,072	Beton harç arası
mdf	B	0,019	Yapışma gerçekleşmemiş
	C	0,025	Yapışma gerçekleşmemiş
	D	0,088	Beton harç arası, parlak yüzey
	E	0,176	Beton harç arası, parlak yüzey
	F	0,069	Harç boşlukları betonla dolmuş, kısmen pürüzlü yüzey
	A	0,084	Harç boşlukları betonla dolmuş, kısmen pürüzlü yüzey
metal	B	0,064	Beton harç arası, pürüzlü yüzey
	C	0,105	Beton harç arası kısmen parlak yüzey
pleksi	B	0,124	Beton harç arası kısmen parlak yüzey
	C	0,159	Beton harç arası kısmen parlak yüzey

*:B,C,D,E,F kodları sırasıyla Konsantre kalıp yağı, Separol S-3, Yapol 217,Yapol ve Rhofinish 301 kalıp ayırıcı yağlarını; A ise yağsız numuneyi temsil etmektedir

Çizelge E.6 25 ıslanma kuruma çevrimine maruz kalan KYB numunelerin çekip koparma deneyi sonuçları

Kalıp Malzemesi	Kalıp Ayırıcı Yağ Türü*	Ortalama f (N/mm ²)	Açıklama
ahşap	B	0,046	Beton harç arası,lifleri almış
	C	0,147	Lifleri almış.
	D	0,227	Pürüzlü yüzey.
	E	0,024	Yapışma gerçekleşmemiş
	F	0,070	Betondan parça almış.
	A	0,140	Betondan parça almış,pürüzlü ayrılma yüzeyi
mdf	B	0,076	Parlak yüzey,beton harç arası
	C	0,049	Parlak yüzey, kenarlarda tutunma yok
	D	0,172	Beton harç arası, kısmen pürüzlü yüzey
	E	0,032	Beton harç arası, kısmen pürüzlü yüzey
	F	0,065	Beton harç arası, kısmen pürüzlü yüzey
	A	0,060	Beton yüzeyde harç kaldı
metal	B	0,068	Beton harç arası, kısmen pürüzlü yüzey
	C	0,059	Harç boşlukları betonla dolmuş, pürüzlü yüzey
pleksi	B	0,093	Beton harç arası kısmen parlak yüzey
	C	0,047	Beton yüzeyinde harç kaldı

Çizelge E.7 25 Çevrimi donma çözülme deneyinin ardından 25 ıslanma kuruma çevrimine maruz kalan NB altlıklarla harç başlıkların çekip koparma deneyi sonuçları:

Kalıp Malzemesi	Kalıp Ayırıcı Yağ Türü*	Ortalama f (N/mm ²)	Açıklama
ahşap	B	0,158	İnce tabaka halinde beton alınmış.
	C	0,228	Kısmen parlak yüzey
	D	0,207	Lif izleri gözleniyor, pürüzlü yüzey; karşılıklı parça alış verişi.
	E	0,155	Beton harç arası, kısmen pürüzlü yüzey
	F	0,104	Beton harç arası
	A	0,148	Beton yüzeyde belirgin yıpranma var, lif izine rastlanmıyor, pürüzlü yüzey
mdf	B	0,194	Harcın boşlukları betonla dolmuş, pürüzlü yüzey
	C	0,151	Beton harç arası ayrılma yüzeyi
	D	0,165	Kısmen pürüzlü, kısmen parlak yüzey
	E	0,200	Parlak yüzey, beton harç arası
	F	0,053	Beton harç arası ayrılma yüzeyi
	A	0,188	Beton harç arası, parlak yüzey
metal	B	0,146	Pürüzlü yüzey, harç boşlukları betonla dolmuş
	C	0,253	Betondan parça almış, kısmen parlak yüzey
pleksi	B	0,090	Karşılıklı parça alış verişi
	C	0,184	Karşılıklı belirgin parça alış verişi

*:B,C,D,E,F kodları sırasıyla Konsantre kalıp yağı, Separol S-3, Yapol 217,Yapol ve Rhofinish 301 kalıp ayırıcı yağlarını; A ise yağsız numuneyi temsil etmektedir.

Çizelge E.8 25 donma çözülme çevriminin ardından 25 ıslanma kuruma çevrimine maruz kalan KYB altlıklarla harç başlıkların çekip koparma deneyi sonuçları:

Kalıp Malzemesi	Kalıp Ayırıcı Yağ Türü*	Ortalama f (N/mm ²)	Açıklama
ahşap	B	0,143	Beton yüzeyde harçtan kalıntılar gözleniyor; lif izleri var.
	C	0,334	Beton harç arası, lifler gözleniyor.
	D	0,187	Beton yüzeyde harçtan kalıntılar gözleniyor, harç lifleri almış.
	E	0,141	Beton harç arası, lifler gözleniyor.
	F	0,099	Beton harç arası ayrılma yüzeyi
	A	0,160	Harçta lif izleri, yer yer lifin kendisi mevcut, beton yüzeyde harç kalıntıları gözleniyor.
mdf	B	0,034	Yapışma yetersiz
	C	0,033	Yapışma yetersiz
	D	0,155	Beton yüzeyde harç gözleniyor, pürüzlü yüzey.
	E	0,078	Parlak yüzey. Kyb'nin boşlukları (hava kabarcıkları) belirgin; kyb den ince bir tabaka almış.
	F	0,071	Parlak yüzey, kyb' den kaynaklanan kabarcıklar gözleniyor.
	A	0,033	Beton harç arası, nemli görünüm yetersiz yapışma
metal	B	0,180	Parlak yüzey
	C	0,401	Betondan parça almış
pleksi	B	0,209	Kısmen pürüzlü yüzey
	C	0,026	Beton harç arası

Çizelge E.9 25 ıslanma kuruma çevriminin ardından 25 donma çözülme çevrimine maruz kalan NB altlıklarla harç başlıkların çekip koparma deneyi sonuçları:

Kalıp Malzemesi	Kalıp Ayırıcı Yağ Türü*	Ortalama f (N/mm ²)	Açıklama
ahşap	B	0,083	Harç yüzeyinde beton gözlendi
	C	0,282	Pürüzlü ayrılma yüzeyi,betondan parça kopmuş
	D	0,101	Nemli görüntü,pürüzlü yüzey
	E	0,207	Beton ve harçtan karşılıklı parça kopmuş.
	F	0,057	Beton harç arası, kenarlarda nemli görüntü
	A	0,183	Lif gözükmüyor. Karşılıklı parça alış verişi
mdf	B	0,102	Beton harç arası düzgün ayrılma yüzeyi
	C	0,058	Boşluklu yüzey,beton harç arası
	D	0,053	Harcın ortası beyaz, kenarlar koyu renk;beton yüzeyde durum tam zıttı.
	E	0,082	Karşılıklı parça alış verişi
	F	0,165	Betondan parça almış.
	A	0,215	Pürüzlü ayrılma yüzeyi, betondan büyük-küçük parça kopması
metal	B	0,143	Kısmen nemli(koyu renk) görüntü, betondaki izleri almış
	C	0,222	Betondan büyük küçük parçalar almış, pürüzlü yüzey
pleksi	B	0,123	Pürüzlü yüzey, iri tanelerin denk geldiği kısımlarda harçta kısmen ayrışmalar var.betondan parça kopmuş
	C	0,172	Parlak yüzey, beton harç arası

*:B,C,D,E,F kodları sırasıyla Konsantre kalıp yağı, Separol S-3, Yapol 217,Yapol ve Rhofinish 301 kalıp ayırıcı yağlarını; A ise yağsız numuneyi temsil etmektedir.

Çizelge E.10: 25 ıslanma kuruma çevriminin ardından 25 donma çözülme çevrimine maruz kalan KYB altlıklarla harç başlıkların çekip koparma deneyi sonuçları

Kalıp Malzemesi	Kalıp Ayırıcı Yağ Türü*	Ortalama f (N/mm ²)	Açıklama
ahşap	B	0,045	Lif izleri var.
	C	0,063	Lifleri almış, beton harç arası
	D	0,160	Lif izleri az. beton harç arası
	E	0,045	Lif izleri görülüyor, kyb yüzeyindeki hava boşlukları var.
	F	0,034	Beton harç arası, beton yüzeyde belirgin yıpranma
	A	0,104	Lif izleri var, harç ince tabaka halinde beton almış, kyb'nin boşlukları(gözenekler) harcın yüzeyinde mevcut
mdf	B	0,069	Kısmen pürüzlü, nemli(koyu renk) görüntü
	C	0,021	Betondan parça almış, beton yüzeyindeki iz nemli görünümde
	D	0,171	Betondan küçük parçalar almış, parlak yüzey
	E	0,050	Parlak yüzey ,beton harç arası,beyaz lekeler var
	F	0,059	Parlak yüzey ,beton harç arası
	A	0,127	Tabaka halinde beton kopması
metal	B	0,018	Tamamen beyaz renkli lekelerle kaplı
	C	0,169	Beton harç arası kısmen pürüzlü yüzey
pleksi	B	0,195	Beton harç arası pürüzlü yüzey
	C	0,56	Kyb'nin boşlukları (hava kabarcıkları) harç üzerinde görülüyor; harç başlık ince tabaka halinde beton almış.

*:B,C,D,E,F kodları sırasıyla Konsantre kalıp yağı, Separol S-3, Yapol 217,Yapol ve Rhofinish 301 kalıp ayırıcı yağlarını; A ise yağsız numuneyi temsil etmektedir.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Işıl SUNGUR

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 07.01.1984

Adres: Gayrettepe, İSTANBUL

Lisans Üniversitesi: Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü