İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LATEKS KATKILI SIVA HARÇLARININ ÖZELLİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilkur BAŞ

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Yapı Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yılmaz AKKAYA

HAZİRAN 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LATEKS KATKILI SIVA HARÇLARININ ÖZELLİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Bilkur BAŞ
(501051022)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Mayıs 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 02 Haziran 2009

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Yılmaz AKKAYA (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Mehmet Ali TAŞDEMİR (İTÜ)
Prof. Dr. Fevziye AKÖZ (YTÜ)

HAZİRAN 2009

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamda ve yüksek lisans öğrenim hayatımda fikir ve düşünceleriyle bana yön veren, her zaman destek olan hocam Doç. Dr. Yılmaz AKKAYA 'ya, tüm çalışmalarımda bana yardımcı olan Sayın Nazmiye PARLAK, Sayın Barış ÖZER ve bütün SIKA Yapı Kimyasalları laboratuvar görevlisi arkadaşlara, fikir ve düşünceleriyle bana yardımcı olan Sayın Arda KİREMİTÇİ 'ye yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca laboratuvar çalışmamda yardımcı olan Alper CERAN ve fikirleri ile yardımcı olan Yücel BABADAĞ 'a teşekkür ederim. Yüksek lisans öğrenimim sırasında hayatı benimle paylaşmaya başlayan ve desteğini esirgemeyen eşime, kardeşime, anne ve babama teşekkür ederim.

Haziran 2009

Bilkur BAŞ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
KISALTMALAR ..... **ix**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xiii**
ÖZET ..... **xv**
SUMMARY ..... **xvii**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL TANIMLAR **3**
2.1 Harç 3
2.1.1 Tanımı 3
2.1.2 Sınıflandırılması 3
2.1.3 Yapılarda harç kullanım yeri ve amacı 4
2.1.4 Harcın bileşenleri 5
2.1.4.1 Bağlayıcılar ve genel bağlayıcı türleri 5
2.1.4.2 Dolgu malzemeleri 5
2.1.4.3 Katkılar 6
2.1.4.4 Karma suyu 7
2.1.5 Harcın mekanik ve fiziksel özellikleri 7
2.1.5.1 Harcın mekanik özellikleri 7
2.1.5.2 Harcın fiziksel özellikleri 9
2.1.6 Harçta bulunması gereken özellikler 11
2.1.6.1 Basınç mukavemeti 11
2.1.6.2 Doluluk 12
2.1.6.3 Geçirimsizlik 12
2.1.6.4 Aderans 12
2.1.6.5 Hacim değişikliği 12
2.1.6.6 Dış etkilere dayanıklılık 13
2.2 Sıva 14
2.2.1 Tanımı 15
2.2.2 Sınıflandırılması 15
2.2.2.1 Üretim şekillerine göre sıva 16
2.2.2.2 Uygulandıkları duvar yüzeyine göre sıvalar 18
2.2.2.3 Uygulandığı yere göre sıvalar 19
2.2.3 Yapılarda sıva kullanım yeri ve amacı 19
2.2.4 Sıvalarda bulunması gereken özellikler 20
2.2.5 Sıva uygulama esasları 20
3. LATEKS KATKILI SIVA HARÇLARI **27**
3.1 Tanımı 27
3.2 Sınıflandırılması 28

3.3 Modifikasyonu 28
3.4 Kullanılan Malzemeler 30
3.4.1 Çimento 30
3.4.2 Polimerler 30
3.4.3 Agregalar 30
3.4.4 Diğer malzemeler 31
3.5 Karışım Oranları 31
3.6 Karıştırma İşlemi 31
3.7 Yerleştirme ve Kürleme 31
3.8 Lateks Katkılı Taze Harç Özellikleri 32
3.8.1 İşlenebilirlik 32
3.8.2 Hava sürükleme 33
3.8.3 Çalışma süresi 34
3.8.4 Su tutuculuk 34
3.8.5 Ayrışma 34
3.8.6 Sertleşme 35
3.9 Lateks Katkılı Sertleşmiş Harç Özellikleri 35
3.9.1 Mukavemet 35
3.9.2 Deformasyon, elastisite modülü ve poisson oranı 36
3.9.3 Rötre, sünme ve ısıl genleşme 36
3.9.4 Su geçirimsizlik 37
3.9.5 Adezyon 37
3.9.6 Darbe dayanımı 38
3.9.7 Aşınma dayanımı 38
3.9.8 Klorit iyon penetrasyonu ve karbonatlaşma direnci 38
3.9.9 Kimyasal dayanıklılık 39
3.9.10 Isı ve yangına dayanıklılık 39
3.9.11 Dona dayanıklılık 39
4. LATEKS KATKILI SIVA HARÇLARI İLE DENEYSEL ÇALIŞMA 41
4.1 Deneysel Çalışma Programı 41
4.2 Deneylerde Kullanılan Malzemeler 42
4.2.1 Kum 43
4.2.2 Çimento 43
4.2.3 Kimyasal katkı 43
4.3 Harç Karışım Oranlarının Belirlenmesi 43
4.3.1 Harç karışımlarının yapılması 44
4.4 Yapılan Deneyler 45
4.4.1 Lateks sistemlerde eğik yüzey yapışma dayanımı tayini 45
4.4.2 Yapışma dayanımı tayini 50
4.4.3 Eğilme – basınç deneyi 53
4.4.4 Rötre deneyi 55
4.4.5 Kılcallık deneyi 56
4.4.6 Hava muhtevası tayini 57
4.4.7 Birim hacim ağırlık tayini 58
4.4.8 Yayılma tablası deneyi 58
4.4.9 Daldırma ucu deneyi 59
5. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ 61
KAYNAKLAR 65
EKLER 69
ÖZGEÇMİŞ 89

KISALTMALAR

ASTM	**:** American Society for Testing and Materials
Fu	**:** Kopma yükü
fu	**:** Yapışma dayanımı
gr	**:** Gram
mm	**:** Milimetre
MPa	**:** Mega paskal
PÇ	**:** Portland Çimentosu
TS	**:** Türk Standartı
˚C	**:** Santigrat derece
τ	**:** Teğetsel kuvvetin oluşturduğu gerilme
σ	**:** Normal kuvvetin oluşturduğu gerilme

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Harçların yapıda kullanım şekli ve yeri. 5
Çizelge A.1 : Kum için seçilen karışım değerleri. 69
Çizelge A.2 : Kum karışım oranları..... 71
Çizelge C.1 : ASTM C 109/C 109M Harç karışım oranları……...73
Çizelge C.2 : Yayılma tablası sonuçlarına göre seçilen su miktarı. 73
Çizelge C.3 : 75mm-150mm silindir ön beton basınç dayanımları. 73
Çizelge E.1 : ASTM C 1059-99 tip1 ve tip2 lateks kıstasları. 76
Çizelge F.1 : Yapışma dayanımı sonuçları ve kopma şekli..... 79
Çizelge G.1 : Eğilme dayanımı deney sonuç çizelgesi..... 81

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Bağlayıcı malzeme çeşidine göre harçların sınıflandırılması. 4
Şekil 2.2 : Yapıda kullanım yerlerine göre harçların sınıflandırılması. 4
Şekil 2.3 : Üretim şekillerine göre sıvaların sınıflandırılması. 15
Şekil 2.4 : Bağlayıcı özelliklerine göre sıvaların sınıflandırılması. 15
Şekil 2.5 : Uygulandıkları duvar yüzeyine göre sıvaların sınıflandırılması. 16
Şekil 2.6 : Duvar bütününde uygulandığı yere göre sıvalar 16
Şekil 3.1 : Çimentoya katılan Polimerlerin sınıflandırılması. 28
Şekil 3.2 : Harçta lateks modifikasyon aşamaları. 29
Şekil 4.1 : Deneysel çalışma programı 42
Şekil 4.2 : Yarı silindir kalıp boyutları. 46
Şekil 4.3 : Nominal yapışma dayanımı. 47
Şekil 4.4 : Silindir numunenin kırılma anındaki iç kuvvetleri. 48
Şekil 4.5 : Değişik lateks uygulamalarında nominal yapışma dayanımı. 49
Şekil 4.6 : Lateksin (strien bütadien-SBR) kayma etkisinde davranışı. 49
Şekil 4.7 : Kopma şekli A (Adezyon kopması).. 51
Şekil 4.8 : Kopma şekli B (Kohezyon kopması). 52
Şekil 4.9: Kopma şekli C (Kohezyon kopması). 52
Şekil 4.10 : Yapışma dayanımı sonuçları grafiği. 53
Şekil 4.11 : Eğilme dayanımı sonuçları. 54
Şekil 4.12 : Basınç dayanımı deney sonuçları. 55
Şekil 4.13 : Rötre deney sonuçları. 56
Şekil 4.14 : Kılcallık katsayısı değişimi. 57
Şekil 4.15 : Hava muhtevası deney sonuçları. 57
Şekil 4.16 : Birim hacim ağırlık değişimi. 58
Şekil 4.17 : Yayılma tablası. 58
Şekil 4.18 : Daldırma ucu deney sonuçları 59
Şekil A.1 : Kum granülometri eğrisi. 70
Şekil B.1 : Lateks katkısı. 72
Şekil D.1 : Zwick / Roell karıştırma aleti. 74
Şekil E.1 : 75mm-150mm silindir numune kalıbı. 75
Şekil E.2 : Yarı silindir kalıp (Dummy section). 75
Şekil E.3 : Kumlanmış yarı silindir numuneler. 76
Şekil E.4 : Hazırlanmış eğik yüzey yapışma numuneleri. 76
Şekil F.1 : Karot alma işlemi. 77
Şekil F.2 : Karot alınmış numuneler. 77
Şekil F.3 : Epoksi reçine ile yapıştırılmış başlıklar. 78
Şekil F.4: Yapışma dayanımı test cihazı. 78
Şekil G.1 : 160x40x40 mm prizma kalıplar. 80
Şekil G.2 : Eğilme deneyi aleti. 80
Şekil G.3 : Basınç dayanımı deney aleti. 82
Şekil H.1 : Rötre numuneleri ve kürlenmeleri. 83

Şekil H.2 : Komperatör ile rötre okumaları. 83
Şekil I.1 : Hava muhtevası deney aleti. 84
Şekil J.1 : Birim hacim ağırlık deneyinin yapılışı. 85
Şekil K.1: Yayılma tablası deney aleti. 86
Şekil L.1 : Daldırma ucu deney aleti. 87

LATEKS KATKILI SIVA HARÇLARININ ÖZELLİKLERİ

ÖZET

Teknolojik gelişmeler sayesinde ve insan ihtiyaçları doğrultusunda çeşitli ve hızlı yapılan yapılar günümüzde ön plana çıkmıştır. Yapılara olan ihtiyaç, gelişen ve artan nüfus sonucu olarak artmıştır. Bu da yapıların hızlı yapılması için değişik yöntemler ve tekniklerin gelişmesini hızlandırmıştır. Hızlandırılmış inşaat süreleri ise beraberinde birçok sorunu getirmiştir. Bu sorunları çözmek için yapı kimyasalları sektörü günümüzde oldukça etkilidir. Değişik katkı maddeleri ile ana inşaat malzemelerinin güçlendirilmesi veya olumsuz özelliklerinin giderilmesi yapı kimyasallarının en önemli sektörüdür.

Bu çalışmada, brüt betonarme yüzeylerde sıva yapılacak yerlere lateks katkılarının uygulanma yöntemleri ve lateks katkıların başlıca fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Lateks katkıların olumlu özelliklerinin yanısıra olumsuz özelliklerine de değinilmiştir.

Çalışmanın literatür kısmında harçlar, sıvalar kısaca tanıtılmış ve beklenilen özellikler anlatılmıştır. Literatür çalışmanın ikinci bölümünde ise gelişmekte olan polimer teknolojisi, sınıflandırılması ve en belirgin özellikleri anlatılmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde ise, konu ile ilgili deneysel çalışmalarıma yer verilmiş ve polimer esaslı lateks katkılı uygulamalar değişik yöntemlerle denenerek başlıca fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır.

Beşinci bölümde yapılmış olan deneysel çalışmanın sonuçları sıralanmış, sonuçların nedenleri irdelenmeye çalışılmıştır.

Lateks uygulaması için en yüksek performans, harcın içine lateks katılarak yapılan uygulama olduğu görülmüştür. Harcın içine katılan lateks, harcın dayanımını, birim hacim ağırlığını düşürmüş, yapışma dayanımı, rötre, işlenebilirliği ve kılcallığı ise büyük ölçüde arttırmıştır.

CHARACTERISTICS OF PLASTER MORTARS WITH LATEX ADDITIVE

SUMMARY

Fast and unconventional construction methods became more favorable with the advance of technology and human needs. As the population growth increase, the need for new types of structures also increase, this encourage for different methods and techniques in construction, many problems have arisen due to repeated construction periods. In order to solve these problems, construction chemicals have been affectively employed. The most important benefit of construction chemicals is to increase the effectiveness and advantages of conventional materials in construction

In this work different methods of applying latex additive and its mechanical and pyhsical properties are studied which is used for smooth surfaces. Advantages and disadvantages of various latex additives are also studied.

In the literature section, mortars and plasters are characterized and expected properties are presented. Main properties of polymers and polymer technology characterization are studied in the second part of the literature section.

Experimental study related to this work takes place in the fourth section. Different methods of polymer based latex addition to mortars and its mechanical and physical properties are studied.

At the fifth section, results of experimental study, reasons of results and their relation to each other are studied.

Best method for applying latex additive, is found as adding latex directly in mortar. By this method, the strength, unit weight of mortar is decreased; bonding strength, shrinkage, workability and capilarity of mortar increased.

1. GİRİŞ

Gelişen teknik ve teknolojinin ışığında yapı inşaatlarında kullanılan malzemeler ve uygulama teknikleri amaca en uygun olarak şekillenmektedir. Günümüzde yapılardan beklenilen özellikler, insanların ihtiyaçları ve beklentilerinin doğrultusunda değişmektedir. Yakın geçmişte yapılan yapıların özelliklerine dikkat edecek olursak işlevsellik en önemli yapıya şekil veren unsurdu. Daha geçmişe gidecek olursak, uygarlıklar yapıları kendi ihtişamlarını ve görkemlerini göstermek için kullanmışlardır.

Günümüzde ekonomik gelişmelere paralel olarak yapılardan beklenen özellikler ise amaca uygunluk, ekonomiklik ve görsel olarak estetik olmasıdır. Nüfusun ve teknolojinin gelişimi doğrultusunda yapıların yapım aşamasının gittikçe kısalması gerekmiştir. Yapıların inşaat sürelerini kısaltmak için değişik teknikler geliştirilmiş ve gelişen bu teknikler giderek daha detaylı ve hatasız yapı inşaatlarına doğru ilerlemeye yardımcı olmuşlardır.

Yapı inşaatlarının hızlanmasına en önemli katkılardan biri yapı malzemelerinin gittikçe daha şekillenmesi ve malzeme özelliklerindeki çeşitliliktir. Kullanılan farklı inşaat teknikleri avantajları ile birlikte birçok dezavantaj da getirmiştir. Bu noktada yapı malzemeleri değişik sorunları çözebilmek için daha geliştirilmiş ve çeşitlendirilmiştir.

Betonarme yapıların ana malzemelerinden biri olan harç ve beton, çeşitli kimyasal katkılar sayesinde performansları arttırılmakta ve istenilen özellikler kazandırılmaktadır. Geleneksel sıva ve harç yapımı günümüzde istenilen özelliklere cevap verememektedir.

Özellikle kalıp teknolojisinin ilerlemesi ve beton yerleştirmesine verilen önemin artması sayesinde taşıyıcı sistemlerde betonun kalıptan pürüzsüz ve brüt çıkmasına sebep olmuştur. Bu özellik taşıyıcı sistem açısından bir avantaj olmakla beraber çeşitli sorunları da beraberinde getirmiştir. Yapının kaba uygulamasının ardından yapılan harç ve sıva uygulamalarında harcın brüt yüzeye tutunması zorlaşmıştır.

Eski sistemlerde kalıp yüzeyi pürüzlü olduğu için harç ve sıva uygulamalarında herhangi bir sorun olmamaktaydı. Günümüzde yapı malzemeleri teknolojisi de bu sorun için alternatif çözümler getirmektedir. Polimer esaslı katkılar sayesinde yüzey sıva uygulamalarına uygun hale getirilmekte veya harcın içine katılarak harç bu yüzeye tutunabilir hale getirilmektedir.

Bu araştırmada brüt yüzeylere uygulanan polimer esaslı lateks katkıların sıva uygulamalarındaki performansı ve en iyi sonuç veren uygulama biçimi araştırılmıştır. Deneysel çalışmalar yardımıyla lateksin harcın içine katılması durumunda harcın diğer fiziksel ve mekanik özellikleri de irdelenmiştir.

2. GENEL TANIMLAR

2.1 Harç

Harç, yapılarda bağlayıcı bir malzeme olarak kullanılır. Yapılarda kullanım yeri, şekli ve özelliğine göre farklılık göstermesine rağmen yapılarda kullanılan vazgeçilmez bir malzemedir.

Harçlar, sıvalar yapı elemanlarını meydana getiren taş, tuğla ahşap gibi yapı malzemelerini bütünleyici, onları bir arada tutucu, dış etkilere karşı koruyucu ve dekoratif fonksiyonlarla kullanılmışlardır.

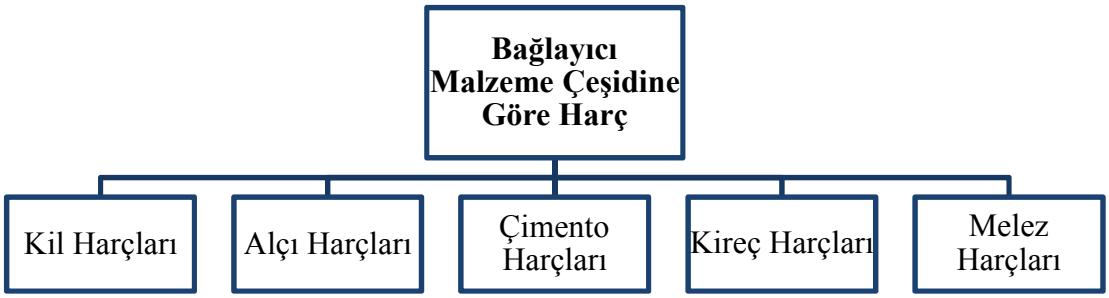
Harç, yapıdaki kullanılma şekli ve yerine göre ağırlıkça veya hacımca önceden tespit edilen miktarda bağlayıcı malzeme ve kumun kuru olarak karıştırılması, bu karışıma hidratasyon ve işlenebilme özelliği sağlayıcı nitelikte gerekli miktarda suyun ilave edilmesi ve tekrar karıştırılması suretiyle elde edilir. Gerekli hallerde mineral esaslı boya pigmenti ve katkı maddeleri ilave edilmesi mümkündür. [18], [22].

2.1.1 Tanımı

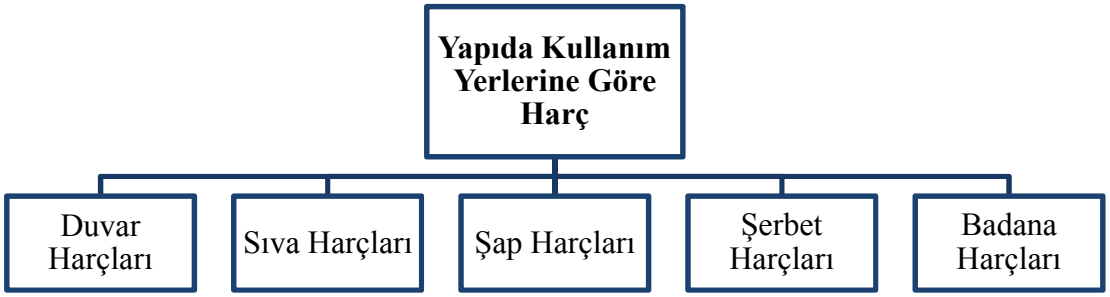
Bağlayıcı malzeme, dolgu malzemesi ve suyun belirli oranlarda karışımı ile elde edilen, katılaşma özelliğindeki hamurlara "harç" denir. Bir başka tanımda ise; bağlayıcı malzeme, kum, su ve gerektiğinde katı maddelerin karıştırılmasından meydana gelmiş, doluluk, mukavemet, geçirimsizlik, aderans, dış etkilere dayanıklılık gibi mekanik ve fiziksel özellikler gösteren inorganik hamurlara "harç" denir. [2], [18].

2.1.2 Sınıflandırılması

Harçlar yapılarına giren bağlayıcı malzeme çeşidine göre kil, alçı, kireç, çimento, melez harç olmak üzere beş gruptur. Yapıda kullanım yerlerine göre duvar harçları sıva harçları, şap, şerbet ve badana olmak üzere dört grupta toplanabilir. [18]



Şekil 2.1 : Bağlayıcı malzeme çeşidine göre harçların sınıflandırılması.



Şekil 2.2: Yapıda kullanım yerlerine göre harçların sınıflandırılması.

2.1.3 Yapılarda harç kullanım yeri ve amacı

Yapıda harç kullanımının temel amacı, yapı bileşenlerini meydana getiren elemanların, birbirleri ile bağlantısını sağlayarak bir bütün oluşturmaktır. Böylece, bileşene gelen basınç yüklerinin dağılımını gerçekleştiren harç, bileşenin esnemesine de yardımcı olur. Taş veya tuğladan yapılmış olan, bir çok eski eserin kalın duvarlarında kullanılmış olan harçlar, sınırlı basınç dayanımına sahip olsa da, bunun bir harç için oldukça doyurucu olduğu bilinmektedir. Harç kullanımının diğer bir sebebi ise, yapı elemanlarını dış havanın bozucu etkilerinden korumaktır.

Duvar harçları, kagir elemanları birleştirmek ve yatay yükleri almak amacıyla hazırlanan çimento, kireç veya melez harçlarıdır.

Yapılarda harç kullanım şekli;

- Taşıyıcı duvarlarda 300 kg çimento dozajlı harç

- Zararlı su ile temas eden yerlerde 400-600 kg çimento dozajlı harç

- Taşıyıcı niteliği çok önemli olmayan yerlerde melez harç

- Taşıyıcı niteliğinin yanında su etkisinin bulunmadığı yerlerde kireç harcı

- Duvarlarda iri kumlu harç tercih edilir. [18], [23].

Çizelge 2.1 : Harçların yapıda kullanım şekli ve yeri.

ÖZELLİĞİ	KULLANIM YERİ	HARÇ ÇEŞİDİ
Aderans Kolay İşlenebilme	Tavan, duvar sıvası	Kireç, Melez Harç
Mukavemet Geçirimsizlik	Zemin kaplaması, Tecrit, şap	Çimento harç
Sudan zarar görür düzgün yüzeyler, dekoratif işler	İç sıva, süsleme	Alçı Harçları

2.1.4 Harcın bileşenleri

Harçlar, bileşiminde bir katkı malzemesi bulunmadığı durumlarda çoğunlukla üretimleri için kullanılan bağlayıcıların niteliğine göre isimlendirilirler. (örneğin çimento harç ve sıvaları, kireç harç ve sıvaları, alçı harç ve sıvaları, gliserinli harç vb.). Çimento harç malzemeleri bağlayıcılar, dolgu malzemeleri ve karma suyu ve katkı malzemelerinden oluşmaktadır. [18], [22], [37].

2.1.4.1 Bağlayıcılar ve genel bağlayıcı türleri

Bağlayıcılar, kırma taş, tuğla kırıkları, çakıl, kum gibi dolgu maddelerini birbirine bağlayarak, bir anlamda yapıştırarak, yapay taş oluşumuna imkân veren malzemelere verilen addır. Bağlayıcı maddeler genel olarak toz halindedir.

Bir başka tanımda ise, çimento, kireç, alçı gibi su ile karıştırıldığında plâstik bir hamur veren, bir süre katılaştıktan sonra sertleşme özelliğine sahip olan ve bundan dolayı taş ve kumu bağlamada kullanılan maddeler olarak tarif edilmişlerdir.

Kimyasal özellikleri ve bağlama mekanizmaları değişik olan bağlayıcı türleri genel olarak alçı, kireç, çimento başlıkları altında toplanabilir. [14].

2.1.4.2 Dolgu malzemeleri

Dolgu malzemeleri, harç ve sıva yapımında, bağlayıcı maddelerle birlikte kullanılan, mineral kökenli, farklı boyutlara sahip malzemelerdir. Doğal veya yapay yollarla elde edilmeleri mümkündür. Kum ve çakıllar tâbii agregaları oluştururken, kırma

taşlar, yüksek fırın cürufları, kazan külleri, pişmiş killer ve bunların geliştirilmesiyle elde edilen maddeler sunî agregaları oluşturur. Agregaları, ince ve iri agrega olmak üzere, iki gruba ayırmak mümkündür. İnce agrega boyutları belirli bir değerden küçük olan tanelerden meydana gelir. İri agrega ise boyutları belirli bir değerden büyük olan tanelerden oluşur.

Agrega boyutları, harçlarda kullanılacak bağlayıcı miktarı konusunda etkilidir. Küçük boyutlu agregatların iri boyutluları arasında kullanılmasının sağlandığı, karışım oranlarının iyi belirlenmiş örneklerde, agrega yüzeyini saran bağlayıcı miktarı ve sertleşme ile olan hacim küçülmesi az olup, harcın mukavemeti yüksektir.

Harcın dayanımını etkileyen bir diğer unsur ise, agreganın biçimidir. Yuvarlak veya köşeli şekile sahip agregatlardan, sürtünme miktarını ve buna bağlı sağlamlığı arttırması sebebiyle, köşeli olanlar tercih edilir. [3], [17].

2.1.4.3 Katkılar

Katkı maddeleri, beton ve harca belirli bazı özellikler kazandırmak veya bazı özelliklerini düzeltmek için bağlayıcı, agrega ve su dışında karışım öncesi ve sonrasında ilâve edilen maddelerdir.

Harç ve sıvaya yeni özellikler kazandırmak üzere bağlayıcı ve dolgu maddeleri ile karıştırılarak kullanılan malzemelere “katkı malzemeleri” denir.

a) Kimyasal Katkılar

1. Akışkanlaştırıcılar; Harçlarda aynı kıvamın veya işlenebilirliğin daha az su ile elde edilmesini sağlarlar. Taze harçta kullanılan su azaldıkça dayanım artar. Azalttığı su miktarı ile doğru orantılı olarak normal ve süper akışkanlaştırıcılar olarak ikiye ayrılırlar.
2. Priz geciktiriciler; Taze harcın katılaşmaya başlama süresini uzatırlar.
3. Priz hızlandırıcılar; Priz geciktirenlerin aksine bu katkılar, harcın katılaşma süresini kısaltırlar.
4. Antifrizler; Suyun donmasını zorlaştırır ve don olayı sebebiyle çimentonun mukavemet kazanmasındaki aksamaya engel olurlar. Bu katkıların harç içindeki miktarı hava sıcaklığına göre ayarlanabilir.
5. Hava sürükleyici katkılar; Harç içinde çok küçük boyutlu ve eşit dağılan

hava kabarcıkları oluşturarak betonun geçirimsizliğini, dona karşı derincini ve işlenebilirliğini arttırırlar.

6. Su geçirimsizlik katkıları; Sınırlı miktarda hava sürükleyen katkılardır, ancak yerine yerleşmiş betonun su sızdırmazlığının sağlanması uygun yerleştirme tekniğinin iyi bir şekilde yapılmasına bağlıdır.

b) Mineral Katkılar

Çimento gibi öğütülmüş toz halde silolarda depolanan cüruf, uçucu kül, silis dumanı, taş unu vb. çeşitli endüstriyel üretimlerin yan ürünü olan maddelere mineral katkı adı verilir. Mineral katkılar; tek başına iken çimento gibi bağlayıcı özellik taşımazlar fakat birlikte kullanıldıklarında çimentoyla benzer görev yaparlar, dolaysıyla çimento ekonomisi sağlarlar. Mineral katkılardan yüksek dayanımlı beton üretiminde de yararlanılır. [18], [17], [31], [36].

2.1.4.4 Karma suyu

Karma suyunda organik maddeler, madensel ve organik yağlar, endüstri atıkları ile kullanılacak bağlayıcıya zararlı olabilecek miktarlardaki mangan bileşikleri, amonyum tuzları ve kükürt trioksit suları bulunmamalıdır. Bu konuda kullanılacak suyun en iyisi içilebilecek özellikteki sular olmalıdır. Harç karışımında, suyun donma noktasını düşürecek herhangi bir madde kullanılmamalıdır. [22].

2.1.5 Harcın mekanik ve fiziksel özellikleri

Harç yapılırken bileşenleri ve kullanım yeri doğrultusunda harçtan beklenen farklı fiziksel ve mekanik özellikler vardır. Mekanik ve fiziksel özellikler bir harcı tanımlamaya yetecek özelliklerdir.

2.1.5.1 Harcın mekanik özellikleri

Malzemenin dış kuvvetlerin etkisi altında değişik zorlamalar karşısında malzemede oluşan şekil değişiklikleri ve bu etkiler altında malzemenin gösterdiği dayanma gücü özelliklerine mekanik özellikler adı verilir. [29].

Bu özellikler taşıyıcı malzeme olarak kullanılan yapı malzemelerinde olduğu gibi aynı zamanda sıva ve harçlar içinde büyük ölçüde önem taşır. Yapının dış kuvvetlere karşı uzun süre karşı koyması, fonksiyonlarını yerine getirmesi büyük ölçüde malzemenin mekanik özelliklerine bağlıdır. [14].

Basınç, çekme, eğilme dayanımı

Mekanik mukavemet hallerinin başında basit mukavemet durumları adı verilen basınç, çekme ve kayma dayanımları gelir. Malzemenin bu özelliklerini saptamak için söz konusu malzeme örneklerini yük altında denemek gerekir. Statik deneme yöntemlerinde malzemeye etkiyen dış kuvvetler yavaş yavaş arttırılır.

Deneylerde yük artımı sabit bir hızda uygulanır ve her an için iç ve dış kuvvetler birbirine eşittir. Kesin sonuç elde edilene kadar yük artırılır. [14].

Yapışma dayanımı

Yapışma dayanımı, alt tabaka üzerine uygulanmış sıva ve örgü harçlarına yüzeye dik olarak doğrudan yük uygulanmasıyla meydana gelen en büyük çekme gerilmesi olarak belirlenir. Çekme yükü, harç yüzeyindeki deney alanına yapıştırılan çekme başlıklı tanımlanmış plâka vasıtasıyla uygulanır. Elde edilen yapışma dayanımı, kopma yükünün yük uygulanan alana bölümüdür.

Yapışma dayanımı harç ve sıvaların önceden hazırlanmış tabakayla ilişkili olarak tespit edilir. Deneysel yöntemlerin tümünde, bir alt tabaka önceden hazırlanır ve sıva bu tabakaya uygulanır. Dayanım testlerinde ayrıca kopma yükü tespit edilir. [14].

Aşınma dayanımı

Üzerinde belirli bir hareketli yükün mevcut olduğu beton, asfalt veya harç zeminlerde aşınma olasıdır. Aşınmanın yük etkisinde oluştuğu, aynı zamanda çevresel ve su ile ilgili problemlerinde malzemenin aşınmasına zamanla yardımcı olduğu saptanmıştır. Sıcaklık değişimi, su emme-bırakma olaylarının birbiri ardına takibi, bağlayıcının zayıflamasına dolayısıyla bir yük etkisinde aşınmanın artmasına sebep olur.

Özellikle hava alanları gibi yoğun beton yüzeyleri mevcut zeminlerde, yüzeyde malzemeden kopan agrega parçacıklarının dış yükler yardımıyla zemini aşındırdığı ve maliyeti yüksek tamiratlara sebep olduğu bilinmektedir. [14].

Darbe dayanımı

Yapı malzemeleri bazı koşullarda, örneğin ağır bir cismin düşmesi veya darbe etkisi yaratacak diğer kuvvetlerce aşınmaya, yırtılmaya, kırılmaya, burulmaya vs. maruz

kalırlar. Düşey ve yatay yapı elemanlarına uygulanan sıvalarda darbeye karşı dayanım hesapları mutlak suretle yapılmaktadır.

Dış cephelerde mantolama üstü olarak tabir edilen sıva katmanlarında analizler mutlak suretle yapılmakta ve darbeye dayanım sonuçları sürekli iyileştirilmektedir.

Üzerinde ağır sanayi makineleri bulunan şap zeminlerde genellikle sürekli darbelere maruz bir zemin mevcuttur. Hareketli yükün belirli bir T titreşim periyodunda, aynı noktaya sabit veya geniş bir alana yayılı tesiriyle etkidiğini düşünürsek tahribat süreye, yüke ve titreşime bağlı olarak önceden test yöntemleriyle tespit edilip ona göre malzeme kullanılabilir. Aynı zamanda kuvvetin uygulama hızı, gerilme yığılmasının şiddeti, çevresel etkiler (sıcaklık gibi) darbe dayanımını etkileyen faktörlerdir. [14].

2.1.5.2 Harcın fiziksel özellikleri

Birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, su emme oranı, kapilerite, geçirimlilik, termik genleşme, dona dayanım olarak ele alınacak fiziksel özellikler, harç ve sıvaları tanımlamak için son derece önemli özelliklerdir.

Birim Hacim ağırlık, özgül ağırlık

Malzemenin boşluklarını da içeren birim hacminin ağırlığına, *birim hacim ağırlık* denir. Δ; (gr/cm^3)

Malzemenin boşlukları çıktıktan sonra, cismin ağırlığının katılar hacmine oranına *yoğunluk* denir. [d; (gr/cm^3,kg/m^3,kg/lt)]. Boşluksuz bir malzemede birim hacim ağırlık ve yoğunluk birbirine eşittir.

Özgül ağırlık bir malzemenin yoğunluğunun aynı hacimdeki suyun $+4^oC$ deki yoğunluğuna oranı olarak tanımlanır.

Malzemelerin herhangi bir birim hacimdeki toplam ağırlığını, içindeki su miktarı porozite, tanelerin ya da katı kısımların minerolojisi, kimyasal bileşimi ile ayrışma derecesi belirlemektedir. Birim hacim ağırlıkları fazla olan malzemelerin poroziteleri ve su emme değerleri düşük, özgül ağırlıkları yüksektir. Malzemede iki tür birim hacim ağırlık tarifi vardır. Bunlardan birincisi kuru birim hacim ağırlık diğeri ise suya doygun birim hacim ağırlıktır. [12].

Boşlukluk (porozite)

Yapılarda kullanılan birçok malzeme az veya çok miktarda boşlukludur. Boşluklu malzemede birim hacime karşıt gelen boşluk oranı o malzemenin porozitesi diye adlandırılır.

Porozitenin artması mukavemetin ve ısı iletkenliği özelliklerinin azalmasına neden olur. Yapı malzemelerinin çevre koşulları nedeniyle yüzey alanına bağlı olan bozunma reaksiyonları malzemenin porozitesi ile doğrudan ilgilidir. [18].

Su emme oranı ve kılcallık

Boşluklu bir malzeme, su içinde kalınca veya su ile temas halinde bulunması durumunda dışa açık boşlukları oranında bir miktar su emer. Malzemenin fazla miktarda su emmesi birçok özelliklerinin genellikle zararlı yönde değişmesine neden olur. Malzemenin emdiği su miktarı mekanik özelliklerini ve dona dayanıklılığını önemli ölçüde etkiler.

Her numune için emilen su miktarının, numunenin kuru ağırlığına oranı o numunenin ağırlıkça su emme oranını vermektedir. Aynı şekilde emilen su miktarının, numunenin hacmine oranı hacimce su emmeyi vermektedir.

Malzemenin su emme miktarı veya rutubeti cismin içinde bulunduğu ortamın nem derecesi ile ilişkilidir. Malzemenin uygun seçimi durumunda; örneğin iyi bir sıva malzemesi ortamın rutubetini dengeleyici bir görev yapabilir.

Kılcallık (kapilerite); yapı elemanlarının (örneğin sıvalar) bir yüzeyiyle temas eden su bazı koşullar yerine getirildiği taktirde malzeme bünyesinden yukarılara doğru çıkar. Bu olay kılcal boşluklar sayesinde meydana gelir ve adına "kapilerite" denir. [12].

Geçirimlilik

Harç numunelerde, bir basınç farkı etkisiyle suyu veya buharı bir taraftan diğer tarafa geçirme yeteneğidir. Bu özellik, belirtilen koşullarda birim alandan birim zamanda geçen su miktarı ile tanımlanır ve geçirimlilik (permeabilite) katsayısı ile ifade edilir.

Geçirimlilik; harçtaki poroziteye, agreganın granülometresine, boşlukların birbiri ile bağlantılı olmasına, bağlayıcı dozajına bağlıdır.

Geçirimlilik, buhar geçirgenliği, su geçirgenliği ve olarak tanımlanabilir.

Buhar geçirimliliği; değişik koşullarda iki farklı hacim arasındaki buhar basıncı da farklı değerler verir. Sıcaklık değerlerine bağlı olarak farklı değerler gösteren buhar basıncı, yüksek basınçtan alçak basınca doğru akım oluşturur. Bu buhar basıncı sonucu malzemelerin, bünyelerinden buhar akımı geçirmelerine "difüzyon" denir. Buhar akımının geçişi buhar difüzyon katsayılarına bağlıdır.

Su geçirimliliği; malzemenin bir basınç farklı etkisiyle suyu bir taraftan diğer tarafa geçirme yeteniğidir. Bu özellik, belirtilen koşullarda birim alandan, birim zamanda geçen su miktarı ile tanımlanır ve permeabilite katsayısı ile ifade edilir. [14], [12].

Hacim değişikliği ve rötre

Bağlayıcının cinsine göre harçta meydana gelen kimyasal reaksiyonlar sonucu hacim değişikliği görülür. Örneğin: Yağlı kireç harçları bünyesine CO_2 aldığından hacim artmasına, çimento harçları ise hidratasyon olayı sonucu hacim eksilmesine (rötre) uğrar. Çimento harcında meydana gelen rötre değeri %0,08-0,12 arasındadır. Rötre dolayısıyla meydana gelen çatlaklar geçirimliliği arttırıcı ve mukavemeti düşürücü niteliktedir. Rötre şapta fazla, melez harçta az görülür. Çimento harcında rötrenin azaltılması için çimento miktarını azaltmak, kumu çoğaltmak, parafin veya havadan nem çekici tuzlar ilave etmek, ayrıca katılaşma bittikten sonra iki hafta kadar nemli ortamda tutmak yararlıdır. [11].

2.1.6 Harçta bulunması gereken özellikler

Bir harçta bulunması gereken özellikleri basınç mukavemeti, doluluk, geçirimsizlik, aderans, katılaşma sırasında hacim değişikliği göstermemesi, aşınmaya ve dış etkilere karşı direncinin yüksek olması şeklinde sayabiliriz. Kullanılma yerine göre bu özelliklerden bazıları diğerlerine göre daha fazla önem kazanmaktadır. Bu özellikleri gerçekleştirebilmek için gerekli faktörler ise bağlayıcı cinsi ve miktarının kumun cinsinin seçimi ve granülometrisinin düzenlenmesi, yoğurma suyunun cins ve miktarının seçimi, iyi işçilik şartlarının (karıştırma, taşıma, yerleştirme, bakım) sağlanmasıdır. [18].

2.1.6.1 Basınç mukavemeti

Basınç mukavemeti, sertleşmiş harcın içine koyulan bağlayıcı malzeme miktarı ve harcın başlıca fiziksel bütünlüğü ile ilgilidir. Harcın mukavemetinin yüksek olması

harcın içindeki malzemelerin uygun seçilmesi ve bağlayıcı malzemelerin optimum şekilde uygulamasının yapıldığının göstergesidir.

2.1.6.2 Doluluk

Doluluk, katılaşmış olan harca ortak fiziksel özellik, basınç mukavemetinde yükselme, geçirgenliğin azalması ve dış etkenlere dayanıklılık gibi özelliklerini pekiştirmesine yardımcı olur. [11].

2.1.6.3 Geçirimsizlik

Granülometri şartlarının iyi düzenlenmemesi ve bünyesinde fazla su bulunması harcın geçirimliliğinin artmasında rol oynar. Bu nedenle çimento harçlarında rötreyi arttırmayacak oranda bağlayıcı miktarını yükseltmek veya kauçuk, balmumu, parafin, bitüm, sabun, trass, kalsiyum klorür, sika, silistom gibi çeşitli katkı maddeleri kullanmak suretiyle geçirimsizlik sağlamak mümkündür. Ancak kalsiyum klorürünün rötreyi %50-100 arttırması özelliği nedeni ile harca %1 'den fazla katılmamalıdır. Harcın türleri içinde çimento ve puzolanik harçların geçirimsizliği yüksektir. [11].

2.1.6.4 Aderans

Yapıda birlikte kullanılan iki farklı malzeme, meydana gelen etkiler nedeniyle şekil değiştirir ve iki malzeme arasında gerilmelerin geçişi meydana gelir. Arada kayma olmadan bu tür geçişin ortaya çıkmasına aderans denir.

Harçlarda aderans, uygulandığı yüzeyin pürüzlülüğüne ve bağlayıcı miktarına göre uygulandığı yüzeye tutunma gücüdür**.** Plastik kıvamdaki harç kurumuş ve taze haldeki harçlara oranla daha yüksek aderansa sahiptir. Harcın türleri içinde yüksek aderansa sahip olarak kireç ve melez harçlar söylenebilir**.** [18].

2.1.6.5 Hacim değişikliği

Bağlayıcının cinsine göre harçta meydana gelen kimyasal reaksiyonlar sonucu hacim değişikliği görülür. Örneğin: Yağlı kireç harçları bünyesine CO_2 aldığından hacim artmasına, çimento harçları ise hidratasyon olayı sonucu hacim eksilmesine (rötre) uğrar. Çimento harcında meydana gelen rötre değeri %0,08-0,12 arasındadır. Rötre dolayısıyla meydana gelen çatlaklar geçirimliliği arttırıcı ve mukavemeti düşürücü niteliktedir. Rötre şapta fazla, melez harçta az görülür. Çimento harcında rötrenin

azaltılması için çimento miktarını azaltmak, kumu çoğaltmak, parafin veya havadan nem çekici tuzlar ilave etmek, ayrıca katılaşma bittikten sonra iki hafta kadar nemli ortamda tutmak yararlıdır. [11].

2.1.6.6 Dış etkilere dayanıklılık

Sertleşmiş harç ve sıvaların donmaya karşı davranışı yapısında bulunan su ve boşluklu yapısıyla ilgilidir. Don durumunda suyun malzeme içindeki ilerleyişi önemlidir. Don durumunda bağlayıcı jelin içindeki su sıfır derecenin altında donmaz. Ancak kapiler boşluklarda bulunan su, donmaya başlayınca, jel boşluklarının içindeki suyu da çeker ve kendi hacmini artırır. Hacmi genişleyen buz, boşluğun çeperlerine basınç uygulama başlar ve çatlamasına neden olur.

Donmaya dayanım, harç karışımı içindeki su/çimento oranına ve yapısında bulunan sürüklenmiş hava miktarına bağlıdır.

Harcın dış etkilere dayanıklılığını anlayabilmek için öncelikle bina cephelerini etkileyen faktörleri bilmek gereklidir. Bu faktörler;

1. Meteorolojik faktörler;

- Yağışlar (su, kar, yağmur, dolu)

- Güneş

- Rüzgar, hava hareketleri

Mekanik faktörler;

- Deprem

- Mekanik aşınmalar

3. Kimyasal faktörler;

- Gazlar ($S0_2$, H_2S0_4 ve CO)

- Duman, hava kirliliği

4. Biyolojik faktörler:

- Hayvanlar (kuşlar, böcekler vs.)

- Bitkiler

Harcın sertleşmesi sırasında su, hidratasyon için gereklidir. Ancak uzun süreli suya maruz kalan cephelerde aşınmalar meydana gelir. Kar, cephelerde donmaya sebep olur. Harcın yapısına giren su donarken genleşir ve mikroçatlaklar oluşur. Bu mikroçatlaklar zamanla genişleyerek harcı çatlatır. Dolu ise mekanik darbe etkisi yaptığı için yüzeyde aşınmalar oluşturur. Güneş ve rüzgar sertleşme sırasında gereken suyu buharlaştırdığı için hidratasyonu etkiler. Hidratasyonunu tamamlayamayan harç gereken mukavemete ulaşamaz. Ayrıca güneşin radyasyonu da cephelerde önemli kirlenmelere sebep olmaktadır. Özellikle polimer katkılı harçların radyasyona direnci zayıftır.

Bu sayılan faktörlere göre harçta bulunması gereken özellikler; geçirimsiz ve gözeneksiz, yani doluluğu yüksek olmalı, yüzeyi nefes alabilmeli, buhar geçirgenliği yüksek olmalıdır, mekanik etkilere dayanımı ve aderansı iyi olmalıdır, yüzeyi kaygan olmalı ve gelen suyu duvar bünyesine geçirmemelidir, hacim değişikliklerinde çatlamaları önleyecek kadar elastik olmalıdır, ısıl değişimler karşısında hacmi değişmemelidir. [18], [22].

2.2 Sıva

Yapılarda sıva uygulamasına tarih öncesi devirden beri rastlanmaktadır. Değişik yörelerde kullanılan kil esaslı, saman katkılı sıva harçlarının yanı sıra kireç hamuru katkılı kil harçlar ve kireç bağlayıcı kullanılarak oluşturulan harçlar sıva olarak kullanılmıştır.

Çimentonun 19.yy'dan itibaren piyasada yer alarak yapıda kullanıma girmesi ile birlikte, çimento bağlayıcı kullanılarak yapılan harçlarla sıva yapılmaya başlandı ve kısa sure içinde bu uygulamanın hızla yaygınlaştığı dikkat çekmektedir.

Çimentonun sıvaya getirdiği dayanımın dış koşullara dayanıp ve nispeten geçirimsizlik özelliklerinin yanında çatlamalar açısından çok hassas oluşu ve kireç ile üretilmiş harçlardaki plastisiteye sahip olmayışı ile bir ölçüde kullanıcıları bu tür mahsurları bertaraf edilmesinin yollarını aramaya yöneltmiştir. Zaman içerisinde bünyesindeki bağlayıcıların oranları düzeyinde onların özelliklerini de gösteren alçı-kireç, kireç-çimento melez sıva harçları yapılır ve uygulanır olmuştur. [28].

2.2.1 Tanımı

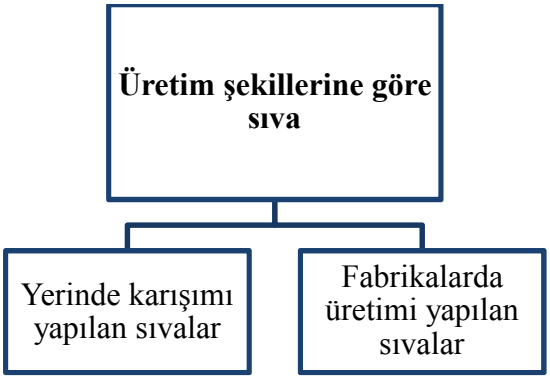
Yapıda iç ve dış duvar yüzeylerine ve tavanlara belirli bir kalınlıkta uygulanan harç esaslı sürekli kaplamalara "sıva" denir. Sıva harcı, duvar ve tavanlarda kagir ve hımış yüzeyleri düzgünleştirmek ve korumak için kullanılan bir tür harçtır.

Plastik kıvamda iken duvarlara ve tavana uygulanan ve daha sonra sertleşen sıvalar genellikle çimento, kireç, alçı ile kum ve su karışımından oluşurlar.

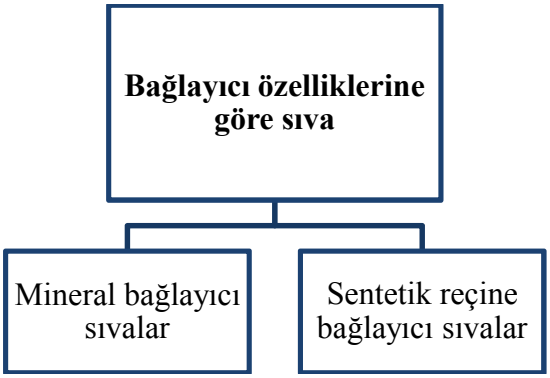
Bir sıva başlıca, dolgu malzemesi, bağlayıcı ve sudan oluşur. Sıvaları boyalardan ayıran özellik, dolgu olarak kullanılan agreganın iri olması, bağlayıcı olarak çoğu kez kireç ve çimento kullanılmasıdır. [19], [28], [21].

2.2.2 Sınıflandırılması

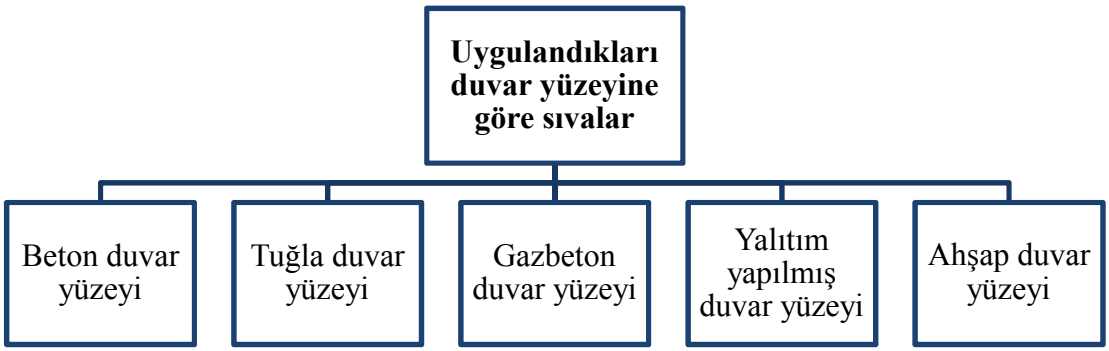
Sıva, üretim şekillerine göre yerinde karışım yapılan (geleneksel) sıvalar, fabrika üretimi yapılan hazır sıvalar, bağlayıcı özelliklerine göre mineral bağlayıcılı, sentetik reçine bağlayıcılı, uygulandığı duvar yüzeyine göre beton duvar yüzeyi, tuğla duvar yüzeyi, gazbeton duvar yüzeyi, yalıtım yapılmış duvar yüzeyi, ahşap duvar yüzeyi, uygulandığı yere göre iç sıva, dış sıva başlıkları altında incelenebilinir..



Şekil 2.3 : Üretim şekillerine göre sıvaların sınıflandırılması.



Şekil 2.4: Bağlayıcı özelliklerine göre sıvaların sınıflandırılması.



Şekil 2.5: Uygulandıkları duvar yüzeyine göre sıvaların sınıflandırılması.



Şekil 2.6: Duvar bütününde uygulandığı yere göre sıvalar

Sıva, yapıda kullanıldığı ortamın koşulları gereği değişik uygulama teknikleri ve malzeme gerektirmektedir.[28], [20], [1].

2.2.2.1 Üretim şekillerine göre sıva

Yerinde karışım yapılan sıvalar

Düz Sıva; ortalama 2 cm kaba sıva üzerine 0.8 cm ince sıva olmak üzere çoğunlukla iki tabaka halinde yapılan, harca katılan bağlayıcı cinsine ve miktarına göre isimlendirilen sıvadır.

Yaprak sıva; malzeme olarak belirli oranlarda 0–1 mm dane büyüklüğü sınıfı kum veya mermer tozu, çimento, sönmüş kireç hamuru ve gerektiğinde toz boya kullanılıp yeni sıvanmış harç yüzeyine sünger veya top haline getirilen bez parçası basılıp çekilmek suretiyle yapılan sıvadır.

Serpme püskürtme sıva; malzeme olarak belirli oranlarda kum, sönmüş kireç, iri ve ince agrega, mermer pirinci, mermer tozu, çimento ve gerektiğinde toz boyanın karışımından meydana gelen sıvanın püskürtme makinası kullanılarak uygulanması suretiyle yapılan sıvadır.

Püskürtme sıvalar, özel püskürtme makinesi ile takviyeli kaba sıva üzerine uygulanır. İçinde kireç, çimento, kum iri ince agrega vardır. Renkli hazırlanan harç, cephenin her yerinde sıvanın aynı kalınlıkta olması için kat kat vurulur.

Çarpma-mala, serpme sıva; belli oranlarda hazırlanan çimento, kum, su ve agreganın karıştırılmasından elde edilen harçlarla kaba sıvanın üzerine çelik mala ile çarptırılarak uygulanan ince sıva harcından oluşan sıvadır. Yapıların genellikle subasman kısımlarında kullanılır. Kaba sıva 500-600 dozajlı, çarpma sıva kireçsiz ve 550-660 dozajlıdır.

Silme sıva;.belirli oranlarda üç ve dört numaralı mermer pirinci,mermer tozu,kireç, toz boya ve çimento karışımı kullanılıp, yapılan bu sıva yüzeyine renkli taş veya cam kırıkları kuru olarak tahta mala ile bastırılır. Gömülmesi sağlandıktan sonra ıslatılıp perdahlanmak suretiyle yapılan sıvadır.

Tarak (edelputz) sıva; belirli oranlarda malzemenin karıştırılmasından elde edilen harçla yapılan kaba ve üzerine uygulanan ince sıvanın prizden sonra taraklanarak yapılan türüdür. İstenilen renkte olabilir. Özel bir dokusu vardır.

Mozaik sıva; binaların genellikle dış ve nadiren iç yüzeylerinde düz veya renkli olarak 15 mm veya 20 mm kalınlığında olup uygulama mala ile yapılır. Çimentonun prizinden sonra murç, düz veya dişli kalemlerle taraklanarak işlenir.

Mermer sıva; çimento, sönmüş kireç, agrega olarak mermer tozu ve renklendirici katılmak suretiyle kaba sıva üzerine uygulanan rijit bir sıvadır. Kaba sıva üzerine 4-6 mm kalınlığında vurulur.

Merdane sıva; binaların düz ve mermer sıva yüzeylerinin düzgün pürüzlü olması istendiğinde perdahlanan yüzeyde merdanenin aşağıdan yukarı çekilmesi suretiyle, renkli ve renksiz yapılan sıvadır.

Alçı sıva; ince kum veya ince taneli agregalar kullanılarak saf alçı ile yapılır. Alçı şaplı veya kireçli olursa işlenebilirlik açısından daha iyi sonuçlar verir. Alçı, dış sıva olarak kullanılacak ise, tamamen dehidrate olmuş alçı taşından veya aktive edilmiş doğal anhidritten oluşturulur.1 m^3 kuma 150 kg çimento ve 0.200 m^3 kireç hamuru katılarak hazırlanan harçla ortalama 2 cm kalınlığında kaba sıva, üzerine 750 kg ince alçı ve yeteri kadar su katılarak elde edilen harç ile ortalama 0.6 cm kalınlığında ince sıvanın tahta mala kullanılması ile uygulanır.

Fabrikada üretilen sıvalar

Fabrikalarda üretilerek piyasada özel ambalajlar içinde satılan kopolimer, akrilik emülsiyon esaslı, yapısındaki malzemeden dolayı desen verilebilme özelliğine sahip, suya dayanıklı, dekoratif görünümlü malzemelerdir.

Bünyesindeki suyun buharlaşmasıyla kuruyarak devamlı bir film tabakası oluşturur.Atmosfer etkilerine doğrudan maruz kalan, yapıların dış cephelerinde kullanılır.Genelde; saf akrilik polimer, akrilik kopolimer, PVA kopolimer, akrilonitrile akrilikasit esteri, metakrilik asit esteri, vinilpropionat, stiren, butodien, vinil klorid, vinil versetat, vinil aromatic gibi polimer ve/veya kopolimer bağlayıcıları vardır.

Yapılarda iç ve dış sıva uygulamalarında kullanılır.Harcın yüzeye uygulaması püskürtme ve mala uygulama yönteminde farklılık olmaktadır.

Hazır sıva çeşitleri şunlardır;

1. Mineral esaslı düz veya desenli görünen hazır sıvalar

2. Granit tipi hazır sıvalar

3. Hazır ipek sıvalar

4. Perlit sıvalar

5. Hazır kenitex püskürtme sıvalar

6. Sentetik reçine bağlayıcılı sıvalar. [1], [27], [13], [32].

2.2.2.2 Uygulandıkları duvar yüzeyine göre sıvalar

Sıvalar uygulandıkları duvar yüzeyine göre; beton duvar yüzeyi, tuğla duvar yüzeyi, gazbeton duvar yüzeyi, yalıtım malzemesiyle kaplanmış duvar yüzeyi, ahşap duvar yüzeyi olmak üzere beşe ayrılır.

Sıva uygulamasını yaparken uygulama yapılan duvar malzemesinin özelliklerini iyi bilmek ve buna göre önlem almak gerekebilir. Örneğin gazbeton duvar yüzeyine uygulama yapmadan önce gazbetonu nemlendirmek gerekebilir, çünkü gazbeton çok fazla su emen bir malzemedir ve sıvanın içindeki suyu çekerek sıvanın çatlamasına neden olabilir.

2.2.2.3 Uygulandığı yere gore sıvalar

Uygulandığı yerlere göre sıvaları "iç sıvalar" ve "dış sıvalar" olarak iki ayrı başlık altında toplamak mümkündür.

İç sıva; duvarların çevreledikleri mekanların iç yüzeylerine uygulanan sıvalarda, koruyuculuk amacı yanında daha düzgün, duvar gövdesini gizleyen, toz ve kir tutmayan, kolay temizlenebilen dekoratif bir yüzey elde etmek ya da kendisinden daha estetik bir bitirme malzemesine uygun zemin hazırlamak amacıyla kullanılan sıvalar iç sıva diye adlandırılır.

Dış sıva; duvarların dış yüzlerine uygulanan sıvalar ise dış sıvalardır. Atmosfer etkilerine yoğunlukla maruz kalan duvar elemanlarının dolayısıyla tüm yapının bu etkenlerden korunması ve yapının karakterine uygun görünüm sağlanması amacıyla dış duvarların dış yüzeylerine yapılan sıvalardır. [28], [19], [20].

2.2.3 Yapılarda sıva kullanım yeri ve amacı

Sıvalar, tatbik edildikleri yapı elemanlarının yüzeylerini örtmeleri ve düzgün göstermelerinin yanı sıra, kaplamış bulundukları kısımları, dolayısıyla yapının tümünü atmosfer koşullarından koruma, ısı yalıtımı ve ses yutuculuk gibi işlevlere sahiptir.

Sıvalar içte ve dışta olmak üzere iki türde yapılabilir: İçte uygulanan sıvalar, koruyuculuk amacı yanında ve daha fazla düzgün, duvar gövdesini gizleyen, toz ve kir tutmayan dekoratif bir yüzey elde etmek amacıyla yapılır. Duvarın dış tarafına yapılan sıvalar ise, atmosfer etkilerine maruz duvar elemanlarının bu etkenlerden korunması, yapının bünyesine suyun girmesinin önlenmesi ve yapının karakterine uygun bir dış görünüm verilmesi amacı ile yapılır.

Dış yüzeydeki yağmur suyunu kesite almayacak sıvanın, duvar kesitindeki su buharının dış ortama çıkışına yüksek direnç göstermeyecek asgari bir buhar geçirgenlik değerine sahip olması gerekmektedir.

Sıvaların dayanıklılığını sağlayan en önemli faktör sıva harcının doluluğudur. Doluluğu sağlanmış bir sıva harcının mukavemet ve geçirimsizlik ile dekoratif yüzeyler elde edilmesi gibi çeşitli amaçlarla ele alınması halinde, sıva bünyesindeki bağlayıcının bu özellikleri sağlayacak şekilde seçilmesi ön görülmektedir. [28].

2.2.4 Sıvalarda bulunması gereken özellikler

- Geçirimsiz olmalıdır.
- Gözeneksiz olmalıdır.
- Yüzey nefes alabilmeli, buhar geçirgenliği yüksek olmalıdır.
- Duvar iç, dış ve kendi bünyesindeki fiziksel, kimyasal ve mekanik etkilerden korunmalıdır.
- Aderansı iyi olmalıdır. Katmanlar arası sürtünme kuvveti fazla olmalı, tutunma kabiliyeti yüksek olmalıdır. Uygulanan yüzeye yapışmalı ama çok kalın ve sert olmamalıdır.
- Yüzeyi kaygan olmalı, gelen suyu duvar bünyesine geçirmemeli, kısa sürede ve kolayca aşınmamalıdır.
- Yeteri kadar mukavemetli ancak hacim değişikliklerinde çatlamaları önleyecek kadar elastik, duvarın hava ve nem alışverişini sağlayacak kadar gözenekli olmalıdır.
- Isı değişimleri sırasında genleşme büzülme yapmamalı, çatlamalar olmamalıdır.
- Malzeme seçimleri istenen performansa uygun olmalı, akmamalıdır. Renkleri solmamalıdır.
- Küfe ve rutubete dayanıklı olmalıdır. [32], [26].

2.2.5 Sıva uygulama esasları

İnorganik ve organik bağlayıcı esaslı sıva uygulamalarında özellikle dikkat edilmesi gereken önemli hususlar vardır.

- Kireç, alçı, çimento takviyeli kireç ve çimento gibi inorganik esaslı bağlayıcılarla yapılmış sıvalar için öncelikle dikkat edilmesi gereken nokta doluluk oranı yüksek ve standardına uygun karışıma sahip olmalıdırlar.
- Özellikle duvar sıvasına duvar işlendikten ve prizini aldıktan sonra başlanmalı, önce iç sıva sonra dış sıva tatbikatına geçilmelidir.
- Yeni uygulanan sıvanın aşırı güneş, rüzgâr, yağmur ve don etkisine maruz kalmamasına dikkat edilmeli özellikle +5°C ısı altında uygulama yapılmamalıdır.

- Uygulanacak her yeni sıva tabakasının bir evvelkinden daha düşük dozajda olması ve yeterli sertleşme sağlanması için tatbik edilen her yeni tabaka için en az 24 saat beklenmesi gerekmektedir.

- Sıva harcının uygulamada mümkün mertebe kuru olarak ve yüzeye kuvvetle çarparak çekilmesi bir tabaka için en az 20 mm kalınlığında ve daima iki tabakalı yapılması yüzeydeki taşmış harçlar ve muhtemel kil ve tozların temizlenmesi yüzeyin ıslatılması farklı cins malzemelerin birleşme yerlerinde veya yapının deplasman gösterebilecek derzlerinde sıva telli tatbik edilerek sıvaya geçilmesi gereklidir.

- Yapının bütün işleri bittikten sonra sıra sıvaya gelmeli, sıva yapıldıktan sonra malzeme çekmek için duvar yıkılmamalı, içte yapılacak sulu harç, döşeme tesviyesi gibi işlemlerle malzemenin içerden duvarı ıslatması önlenmelidir.

- Sıva yapılacak yüzey, artıklardan, fazla harçlardan temizlenmelidir.

- Sıva iskelesinin sıvanacak yüzeyle ilişkisi olmamalıdır.

- Bir cepheye yetecek harç, bir kerede harman halinde hazırlanmalıdır. Sıvalar yağmur altında veya yağmur tehlikesi olan günlerde yapılmamalıdır. Sıva yapılan yerde çevre sıcaklığı 5°C 'nin altına düşmemeli, 35 °C'nin üzerine çıkmamalıdır.

- Sıvanmaya başlayan cephenin bir gün içerisinde mutlaka bitirilmesi gerekir. Eğer cephe bitirilemeyecek kadar büyükse, dilatasyon derzlerinin bulunduğu yerlerde vaya girintisi-çıkıntısı çok olan yerlerde veya pencere boşluklarının fazla olduğu yerlerde, sıva kalınlığında çıta çakarak sıva yüzeyi sınırlandırılır.

- Dış sıvaların yapımından sonra ıslatılmaya devam edilmelidir.

- Dış sıvaya taraklanarak bir doku verilecekse taraklama işleminin sıvanın kıvamında yapılması gerekir.

- Dış sıvalar tamir kabul etmeyeceğinden sıva yukarıdan aşağıya doğru yapılmalıdır.

- Sıva öncelikle temiz yüzeye, yeterli bilgi ve kaliteli işçilik şartları altında uygulanmalıdır.

- Uygulandığı yüzeyi tesviye edebilir şekilde tatbik edilmelidir.

- Yapının bütününe uygun estetik görünüm kazandırmak veya bu amaca uygun bir bitirme malzemesine zemin hazırlayabilecek nitelikte olmalıdır.

- Sıvaya başlamadan önce sıva yapılacak yüzeydeki taşmış harçlar ve diğer bulaşıklar kazınıp temizlenecek, duvar yüzü ve tavanda birleşen köşe yerleri bol su ile ıslatılacak ve gerekirse yıkanacaktır. Duvarın sıva suyunu emmesini önlemek için sıva aralıklı olarak ve gereği kadar ıslatılacaktır. Dış yüzeylerdeki sıvaların şiddetli güneş ve fazla rüzgârlı havada yapılması uygun değildir.

- Duvarı teşkil eden malzeme zamanla don ve başka etkilerle bozulmuş ise, gereken düzeltme yapılmadan sıvaya başlanmayacaktır.

- Duvar harcı iyice kuruduktan sonra sıva yapılacaktır. Duvar sıvaları kaba ve ince olmak üzere genellikle iki kat yapılacaktır. Birinci kat kaba sıva yapıldıktan sonra kaba yüzeyi, ince sıvanın iyice kaynaması için, mala ile sık sık çizilecektir. Duvara malzeme ve inşa tarzının imkân verdiği hallerde tek kat sıva yapılabilir

- Sıva yüzlerinin düşey ve düzlem olarak mastarında yapılmasını sağlamak için, en çok iki metre ara ile tesviye şeritleri (anolar) hazırlanacaktır. Anolar ve kasalara uyularak duvar yüzü mastarında sıvanacaktır.

- Kaba sıva iyice sertleştikten sonra ince sıva yapılacaktır. İnce sıva yüzleri istenilen şekle göre tirfil, tahta ya da demir mala ile düzgün yüzey elde edilinceye ve çatlak kalmayıncaya kadar perdahlanacaktır.

- Duvar yüzeyinde sıvanması gereken metal ve ağaç yüzeyler varsa bu yüzeylerin sıva teli, cam file ya da metal depluvayye gibi malzemelerle kaplanmasından sonra sıva yapımına geçilecektir.

- Sıvanacak yüzeylerin kesiştikleri köşeler plan ya da özel şartnamesinde belirtildiği gibi keskin, yuvarlak ya da pahalı olacaktır. Gerektiğinde köşe profili kullanılmalıdır.

- Sıva harcında çimento dozajının yüksek tutulmasından kaçınılmalıdır.

- Düzgün ve homojen bir sıva yüzü elde etmek için gerekli sıva tabakalarının sayısı kaplanacak yüzeydeki engebeler ile ilgili ise de sıvalar normal olarak kaba ve ince olmak üzere 2 kat halinde uygulanmalıdır.

Ancak moloz taşı veya harman tuğlası gibi malzemeden örülmüş yüzeylerdeki engebeler kaba sıva uygulanmadan üçüncü bir ince serpme temel katı ile düzeltilmeli, ancak mala perdahı yapılmamalıdır. Sıva katlarının sayısı standartlara ve şartnamelere uygun olmalıdır.

- Sıvanın suyunu çekerek ufalanmasına yol açmaması için kaplanacak yüzeye ve ince sıvadan önce kaba sıvaya su püskürtülmelidir.

- Çiçeklenmeye, kuruma sırasında yapı malzemesinin yüzeyine suyun taşıdığı Na, Mg tuzları sebep olduğundan, sıva tabakası uygulanmadan önce yüzey bünyesinin tamamen kurumuş olmasına özen gösterilmelidir.

- Sıvalarda karışım oranları hacimce belirlenmelidir. Kürek hesabı ile ölçü kullanılmamalıdır. Sıva harcı malzemeleri ile ince sıva malzemesinin karışım oranları standartlara ve şartnamelere uygun olmalıdır.

- Çalışma ortamı sıcaklığının +5 ^{0}C derece altında olduğu durumlarda özel tedbir alınmadıkça harç yapılmamalıdır.

- Zor sıva tutan yüzeyler üzerine yapılacak sıvalar ile aderans temininde, özel teknik şartnamesine uygun olarak bu amaçla üretilmiş katkı maddeleri kullanılabilir veya yüzey özel basınçlı sulu kumlama makineleriyle pürüzlendirilmelidir.

- Kaba ve ince sıva tabakasının uygulanması arasında en az iki gün beklenmelidir. Kaba sıva yapıldıktan sonra yüzeyi ince sıvanın kavramasını kolaylaştıracak şekilde mala ile sık olarak çizilmelidir.

- Alçı sıva yüzeyinin parlak olması istendiğinde galvanizli mala ile perdahlanmalı, daha parlak olması için keçe kaplı mala kullanılmalıdır.

- Sıva kaplama veya pervaz altına girdiği takdirde girme payı en az 2 cm olmalıdır. Pervazsız kapıların kasalarına birleşen sıvada, birleşme yerlerinde çatlakları önlemek için ara kesitte derz yapılmalı veya başka önlemler alınmalıdır.

- Sıva taşıyıcısının uygulamasına geçmeden önce bütün tesisat islerinin tamamlanmış olmasına, sıva teli çekimi ve sıva işlemi sırasında tesisatın zarar görmemesine dikkat edilmelidir.

- Madeni aksam üzerinde paslandırıcı etkisi olan alçı sıvalar sıva teli üzerine temas edecek sıva tabakasında uygulanmamalıdır. Kaba ve ince sıvada alçı sıvalar kullanılabilir.

- Kireç sıvalar düşük mukavemetli esnek sıvalar olduğundan her tür duvar ve tavan yüzeyi için uygun iç ve dış sıvalardır. Düşük mukavemetli hafif duvar malzemesi üzerinde ve yapının hareket beklenen bölümlerinde tercih edilmelidir. Aşınma direncinin düşük olması nedeniyle genel kullanıma açık binaların (konutlar hariç) merdivenkovası, koridor gibi bölümlerinde, ayrıca binaların zemin ve zemin seviyesi altındaki bodrum dış duvarı dış sıvalarında kullanılmamalıdır.

- Kireç sıvalar, kolay nem alıp verebilme özelliklerinden dolayı ağır yağışlı bölgelerde dış sıva olarak su emmeyi kesici bir katkı maddesi ilavesi veya bir yüzey kaplaması ile birlikte kullanılmalıdır.

- Alçı sıva, kumlu alçı sıva ve kumlu kireç-alçı sıvalar düşük mukavemetli esnek sıvalardan olduğundan her tür duvar ve tavan yüzeyi için uygun iç sıvalardır. Düşük mukavemetli hafif duvar malzemesi üzerinde ve yapının hareket beklenen bölümlerinde tercih edilmelidir. İç ortam nemini dengeleyici özelliğinden dolayı iç sıvada tercihen kullanılır. Dış sıva olarak veya iç ortam hava neminin devamlı yüksek olduğu yapı bölümlerinde kullanılmamalıdır. Ancak konut mutfak ve banyolarında kullanılmasında bir sakınca yoktur.

- Çimento takviyeli kireç sıvalar, yeterli mukavemeti yeterli aşınma direnci ve uygun esnekliği ile her türlü düşük veya yüksek mukavemetteki duvar ve tavan yüzeylerine İç ve dış sıva olarak uygulanabilir. İç ve dış sıva olarak yapının karşılaşabileceği tüm mekanik ve fizik gerilimleri rahatlıkla karşılayabilir. Bu bakımdan dış sıva olarak en geniş uygulama alanı olan sıva türüdür. İç ortam neminin devamlı yüksek olduğu hacimlerin duvar ve tavan sıvası olarak kullanılabilir. Çimento takviyeli kireç sıvalar zemin ve zemin seviyesi altında bodrum dış duvarları dış sıvası olarak kullanılmamalıdır.

- Dış sıva olarak kullanılan çimento takviyeli kireç sıvalardan yüksek bir nem kesicilik veya tutuculuk istendiği takdirde, çimento miktarının artırılması yerine sıva harcına kılcal emmeyi kesici özel katkı maddeleri katılmalı veya ilave bir yüzey kaplaması yapılmalıdır.Çimento Sıvaları, yüksek mukavemetli düşük esneklikte sıvalardır. Yapının ısıl ve mekanik hareketlerine karşı hassas, kolay çatlayabilir sıvalardır.

Bu bakımdan, düşük mukavemetli hafif duvar malzemesi üzerinde (duvar malzemesi birim hacim ağırlığı 1000 kg/m^3'den az) ve yapının hareket beklenen bölümlerinde, veya hareketli yapı sistemlerinde iç ve dış sıva olarak kullanılmamalıdır. Çimento sıvaların bu özellikleri dolayısıyla yapıda sınırlı uygulama alanı olup, zemin ve zemin seviyesi altındaki bodrum dış duvarları dış sıvası olarak, dış şartlara açık betonarme döşemelerin tavan sıvası olarak tercihen kullanılmalıdır. İç ortam neminin devamlı yüksek olduğu yapı bölümlerinde iç sıva alarak veya yüksek aşınma direnci aranan umuma açık binaların merdiven evi, koridor gibi bölümlerinde kullanılır. Betonarme tavan sıvası olarak da kullanılabilir. Çimento sıvalar serpme (çarpma) suretiyle de uygulanabilir.

- Püskürtme sıva yapılacak yüzeyler badana veya benzeri kaplamalardan temizlenmiş olmalıdır. Diğer sıva çeşitlerinin aksine bu uygulamanın yapılacağı yüzeyin pürüzsüz olması istenir. Püskürtme sıvada istenen renk ve görünüş daha önce yapılacak örneklerden seçilmeli, tüm yüzeyde aynı görünüşün sağlanması için harç bir yüzeye yetecek kadar hazırlanmalı, kıvamı deney ile tespit edilmeli ve her kullanıştan önce karıştırmalıdır.

- Düzgün bir yüzey ve kalınlık elde edebilmek için püskürtme üç tabaka halinde yapılmalıdır. Tabakalar uygulanırken çalışma istikametleri her seferinde farklı olmalı ve çalışma hızı bütün yüzeyde değişmeden aynı olmalıdır (farklı çalışma hızları sıvanın değişik kalınlıklarda olması sonucuna yol açar).

- Sistre (Edelputz) Sıvalar, malzeme ve görüntü yönünden duvarda hazırlanmış örneklerinden seçilmeli, yapımında uzman işçiler kullanılmalıdır. Sıvanın son katında hiçbir ek yeri belli olmamak üzere, yatay ve düşey hatlarla sınırlı yekpare yüzeylerin herbiri bir defada sıvanmalı ve prizden sonra özel sistre ile kazınmalıdır.

- Mermer sıvaların ortak özelliği sıva harcındaki yüksek çimento dozajıdır. Bunun sonucu bu sıvalar da çimento sıvalar gibi yüksek mukavemette fakat düşük esneklikte sıvalardır. Çatlamaya yatkın sıvalar olduklarından, düşük mukavemetli hafif duvar malzemesi üzerinde (duvar malzemesi birim hacim ağırlığı 1000 kg/m^3'den az) ve yapının hareket beklenen bölümlerinde veya prefabrike yapı sistemlerinde kullanılmamalıdır. [32], [26], [30].

3. LATEKS KATKILI SIVA HARÇLARI

3.1 Tanımı

Lateks, beyaz serbestçe akan bir sıvıdır ve bazı bitkilerin sütlü özüdür. Ayrıca doğal kauçuğun ham maddesidir. Yapısında % 60 su, %35 kauçuk ve % 5 protein ihtiva eder.

Dandelion, guayule, goldenrod, osade orange ve çok sayıda bitki lastik kaynağı olarak denenmiş, fakat hiçbiri Amerika'nın yerli bitkisi olan ve lateks üreten "*Hevea brasiliensis"* kadar başarılı olamamıştır. Ağaçların lateks vermeleri için yedi yıl geçmesi gerekir ve bundan sonra da birkaç yıl ürün verirler.

Lateks, sıvının ufak kaplar içerisinde toplanmasına olanak sağlayacak şekilde, ağaçların çizilmesiyle elde edilir. Bu kaplar, kirlenmeyi veya kokuşmayı önlemek için sık sık toplanır. Lateks ile dolu bu kaplar toplama istasyonlarına taşınır; burada süzülür ve bir koruyucu katılır.

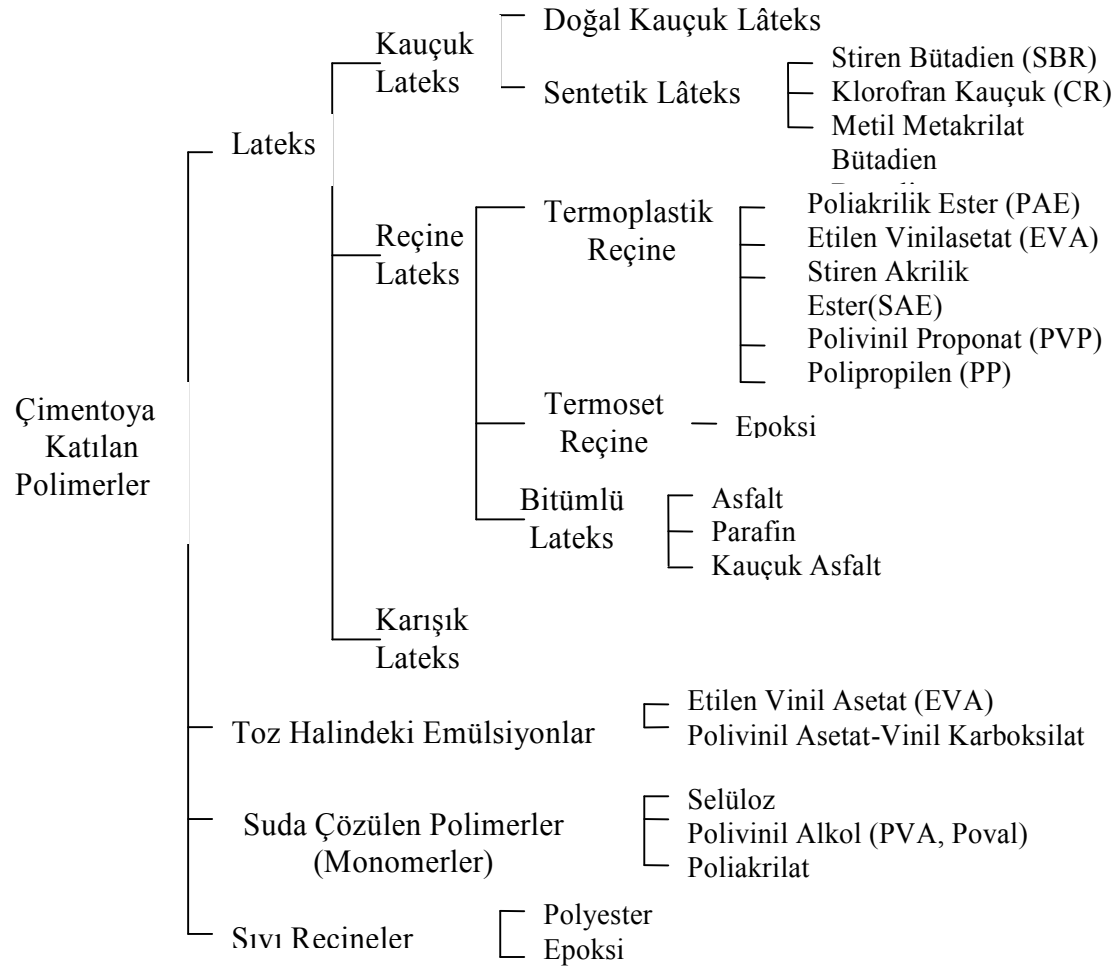
Kauçuk ağacının, lateksin ana maddesi olan cis-poliizopreni, ne gibi bir prosesle ürettiği bilinmemektedir, fakat lateks üretiminin biyokimyası konusundaki ilerlemeler, başlangıç maddesinin asetik asid olabileceği konusunda yeterli kanıta sahiptirler. Lateks, ağacın öz suyu değildir, fakat tam olarak anlaşılamayan başka görevleri vardır.

Lateks, katı, disperse organik polimer moleküllerinin sıvı sürfaktan içinde ağırlık olarak %45-50 oranında dağılı halde bulunmasıyla oluşan, süt kıvamında beyaz renkli bir maddedir. Lateks kuruması esnasında, bu katı partiküller birbirine yapışarak sürekli bir film tabakası oluşturulmasını sağlar.

Lateksler, tekrar çözülebilen ve tekrar çözülemeyen lateksler olarak ikiye ayrılır. Tekrar çözülebilen latekslerin suyla teması sonucunda tekrar çözülmesi söz konusudur. Bu yüzden suya maruz kalmayacak şekilde projelendirilmelidir. [25], [16].

3.2 Sınıflandırılması

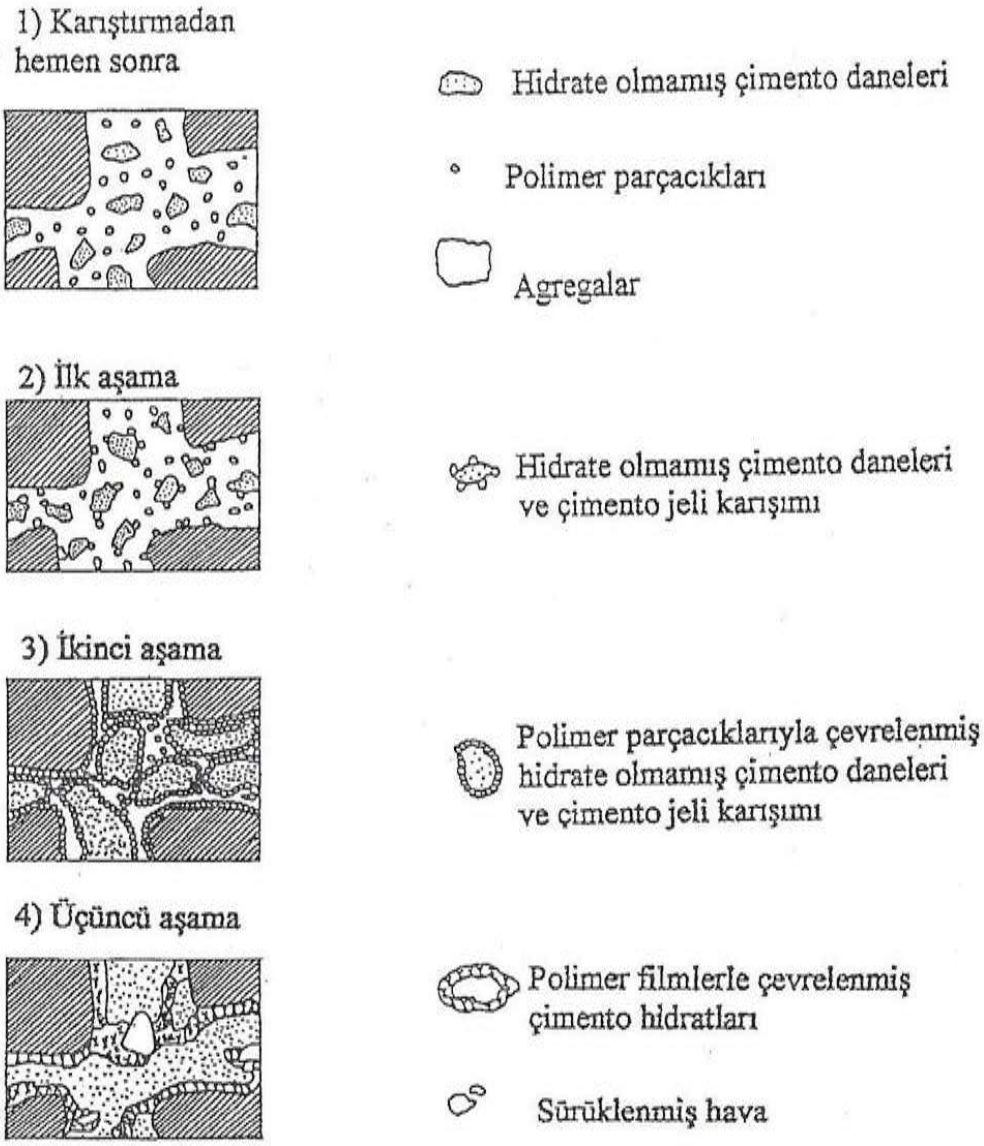
Günümüzde bir çok değişik formülde lateks üretimi yapılmaktadır, ancak bu ürünlerin hepsi beton katkı maddesi olarak kullanılmaz. Polimer modifiyeli harç ve betonlarda kullanılan lateksler Şekil 3.1.'de görülmektedir. [14]



Şekil 3.1 : Çimentoya katılan polimerlerin sınıflandırılması. [14]

3.3 Modifikasyonu

Beton katkı maddesi olarak kullanılan lateksin betona uygulanması iki farklı yöntemle gerçekleştirilir. Bunlardan ilki, karışıma polimerizasyonun tamamlamış, film halinde lateks katmaktır. Diğeri ise, monomer formda olan disperse lateksin karışıma katılarak polimerizasyonunu çimento hidratasyonu ile birlikte gerçekleştirmesidir. [14]



Şekil 3.2: Harçta lateks modifikasyon aşamaları. [14]

Çimento hamurunun içine karıştırılan lateksin modifikasyonu üç adımda oluşmaktadır. İlk aşamada, karışıma eklenen lateks, karışım içinde düzgün bir şekilde dağılır. Polimer partikülleri, çimento jeli ve hidrate olmamış çimento daneleri üzerinde kısmen birikmeye başlar. Bu olay, zıt yüklü polimer ve çimento danelerinin birbirini çekmesinden ötürü meydana gelir. İkinci aşamada, çimentonun jel yapısının yavaş yavaş oluşmasıyla birlikte polimer tanecikleri kapiler boşluklarda kapalı kalırlar. Bu tanecikler çimento jeli ile anidr çimento parçacıkları üzerinde sürekli bir katman oluşturacak şekilde toplanırlar ve benzer şekilde agrega üzerindeki silikat katmanına bağlanırlar. Karışımdaki büyük gözenekler (birkaç angstrom- birkaç bin angstrom) polimerler (500-5000 angstrom büyüklüğünde) ile doldurulur. Üçüncü aşamada, kapiler su, çimentonun hidratasyonu ile azalmaya başlayınca polimer

tabakası oluşmaya başlar. Bu tabaka agrega yüzeyindeki silikat tabakasına bağlanır. Böylece hamur içindeki büyük gözenekler dolar. Suyun tamamen çekilmesiyle birlikte polimerler bir film tabakası oluşturarak birbirlerine bağlanırlar ve monolitik bir ağ yapısı oluştururlar. Agrega bu yapı ile çevrilir. (Şekil 3.2). [14]

3.4 Kullanılan Malzemeler

Polimer modifiye harç ve betonun işlem teknolojisi, normal harç ve betonun işlem teknolojisinden çok farklı değildir. Polimer modifiyeli sistemler de normal harç ve betonda olduğu gibi karıştırılır ve dökümü yapılır. Ancak kürleme koşulları biraz farklıdır. Polimer modifikasyonunda kullanılan malzemeler, çimento, polimer, agrega ve diğer malzemeler olarak dörde ayrılır.

3.4.1 Çimento

Polimer modifiye sistemlerde portland çimentosu en çok kullanılan çimento çeşididir. Bunun yanı sıra sülfata dayanıklı portland çimentosu, beyaz portland çimentosu, alüminli çimento gibi diğer çimentolar da kullanılmaktadır. Ancak hava sürükleyici çimento kullanılmamalıdır. [14]

3.4.2 Polimerler

Çimentoya katılan polimerler Şekil 3.2'de görüldüğü gibi, lateks, toz halindeki emülsiyonlar, suda çözülen polimerler, sıvı reçineler ve monomerlerdir. Saydığımız polimerler arasında en çok kullanılan polimerler latekslerdir. Lateksler arasında ise stiren bütadien kauçuk (SBR), poliakrilik ester (PAE) ve poli(etilen-vinil asetat) (EVA) en yaygın olarak kullanılanlardır. [38]

3.4.3 Agregalar

Polimer modifiye harç ve betonun hazırlanmasında kullanılan agregalar, normal harç ve betonda kullanılanlarla aynıdır. Dere kumu ve çakılı, kırma taş, silisli kum ve yapay hafif agregalar geleneksel sistemlerde kullanılan agregalardır. Polimer modifiye sistemlerde korozyona karşı direnci arttırmak için silisli kum ve çakıl kullanılabilir. Ayrıca kullanılan agrega çok fazla nemli olmamalı, temiz ve iyi durumda olmalıdır. [14].

3.4.4 Diğer malzemeler

Bu malzemeler, çeşitli renklendiriciler, mukavemet arttırıcılar, köpük gidericiler gibi diğer katkı maddeleridir. Bu malzemeleri kullanırken uygun test koşulları sağlanmalıdır. [14].

3.5 Karışım Oranları

Polimer modifiye sistemleri hazırlarken, karışım oranlarının belirlenmesindeki amaç optimum sonuca ulaşmaktır. Bu optimumu belirlerken göz önüne alınan faktörler, işlenebilirlik, mukavemet, süneklik, adezyon, su geçirimsizliği ve kimyasal dayanım gibi faktörlerdir. Ortaya çıkan ürünün özelliğini belirleyen değişken ise su-çimento oranından daha çok polimer-çimento oranıdır. Bu oran polimerlerdeki toplam katı taneciklerinin ağırlığının çimento ağırlığına bölünmesiyle bulunur.

Birçok uygulama alanına göre, polimer modifiyeli harç karışımlarında, karışım oranları birbirlerinden çok farklı olmamakla birlikte yaklaşık olarak çimento-ince agrega: 1-2 1-3, polimer-çimento: %5-20 ve su-çimento: %30-60 arasındadır. [14], [17], [24], [38], [15].

3.6 Karıştırma İşlemi

Polimer modifiyeli sistemlerde karıştırma işlemi geleneksel araçlarla yapılmaktadır. Karışım oranları belirlendikten sonra ilk olarak polimer lateksi su ile karıştırılır ve çimento-agrega karışımına eklenir. Toz halindeki emülsiyonlar ve suda çözülen polimerler kuru karışıma eklenir. Bunlara su daha sonra ilâve edilir. Sıvı reçineler ve monomerler de kuru karışıma eklenen polimerlerdir.

3.7 Yerleştirme ve Kürleme

Polimer modifiye harç ve betonun yerleştirilmesi normal harç ve betonda olduğu gibidir ancak kürleme koşulları biraz farklıdır. Polimer modifiye sistemler normal harç ve betona göre daha az çalışma süresi sağlarlar. Bu yüzden eğer priz geciktirici herhangi bir katkı maddesi kullanılmadıysa karışım karıştırıldıktan sonra bir saat içinde yerleştirilmelidir. Bu karışımların yapısında bulunan polimerlerin metallerle adezyonu yüksek olduğu için işlem sonrasında kullanılan aletler hemen temizlenmelidir.

Yüzey kaplama işlemi yapılırken, öncelikle yüzey tamamen temizlenmelidir. Daha sonra mala ile uygulanan karışımın malalama işlemi normal harç ve betona göre daha zordur. Çünkü polimer modifiye harç, normal harca göre daha fazla terleme yapar. Bu yüzden malalama işlemi iki ya da üç kez tekrarlanmalıdır. Polimer modifiyeli betonlarda ise aşırı vibrasyondan, meydana gelebilecek ayrışma olayları yüzünden kaçınılmalıdır. Büyük alanların doldurulmasında, her 3-4 metrede bir 15 mm kadar derz bırakılmasında fayda vardır.

Polimer modifiye harç ve beton 5ºC'nin altında ve 30ºC'nin üzerinde sıcaklıklara maruz bırakılmamalıdır. Ayrıca polimer partiküllerinin, betonun suyla aşınması sonucunda ortaya çıkmasını önlemek için yüzeyin polietilen tabakasıyla kaplanmasında fayda vardır. Soğuk bölgelerdeki uygulamalarda ise yüksek dayanımlı çimento ve alüminli çimento kullanılması tavsiye edilir.

Geleneksel sistemlerde 28 günlük ıslak kürleme koşulları polimer modifiyeli sistemler için geçerli değildir. Bu sistemlerde birkaç günlük ıslak kürlemenin ardından kuru kürleme yapılır. Kürleme sırasında sıcaklık önemli bir faktördür. Uygun sıcaklık koşulları sağlanırsa kürleme daha iyi sonuçlar verir.

Genel olarak, polimer lateksleri, toz halindeki emülsiyonlar ve suda çözülen polimerler zehirli maddeler olmadığı için elle temas edilebilir malzemelerdir. Ancak birçok sıvı reçine ve monomerler zehirlidir ve uygulama sırasında fazladan önlem gerektirir. [17], [24], [38], [15].

3.8 Lateks Katkılı Taze Harç Özellikleri

Genellikle, taze veya sertleşmiş lateks katkılı harç ve betonlar normal harç ve betonlara göre daha üstün özelliklidir ve bu özellikleri belirleyen faktörler çok çeşitlidir. Temel faktörler olarak, kullanılan malzemelerin çeşitleri ve miktarları, yerleştirme ve kürleme şartları, test metodları ve çevresel faktörleri sıralayabiliriz. [14].

3.8.1 İşlenebilirlik

Genel olarak, lateks modifiyeli harç ve beton, normal harç ve betona göre işlenebilirlik açısından daha üstündür. Bunun sebebi, polimerlerin, bilye hareketi sayesinde birbirleri üzerinden rahatça kayabilmesidir. Bilye hareketinin yansıra,

sürüklenmiş olan hava ve sürfaktan (yüzey gerilimini azaltan madde) miktarı da işlenebilirlik özelliklerini belirleyen faktörler arasındadır.

Normal harç ve betonlarda karışıma su eklenerek akışkanlık artırılır. Ancak eklenen su miktarı arttıkça taze beton ve harçta segregasyon (ayrışma) artar. Karışıma lateks eklenmesi, daha az su kullanarak ve böylece segregasyonu önleyerek, aynı akışkanlıkta kıvam elde edilmesini sağlar. Sonuç olarak suyu azaltılan hamurun mukavemeti artar ve kuruma rötresi azalır.

Bu konuyla ilgili Kuhlman ve Foor tarafından yapılan çalışmalarda, çimento hamuruna %15 oranında (katı polimer tanecikleri-çimento ağırlığı) SBR lateksi katılarak elde edilen karışımlarda işlenebilirliğin arttığı, bunun yanında karışımın su oranının azaltılabildiği görülmüştür. Kaba agrega – ince agrega oranının 1,04 – 1,20 olduğu bu karışımlarda, su-çimento oranı 0,33 iken çökme miktarı 203 mm, 0,37 iken 152 mm olarak saptanmıştır.

Süper akışkanlaştırıcı katkı maddesi (melamin ve naftalin formaldehit sülfonatlar) içeren karışımlarda lateks, çökme kaybını kontrol altında tutmak için kullanılır. Süper akışkanlaştırıcılar betona yüksek işlenebilirlik kazandıran katkılardır. Ancak bu katkıların etki süresi çok kısa olup 30-60 dakika arasındadır. Bu süre sonunda beton akışkanlığını kaybeder ve dozaj tekrarı yapılması gerekir. Eğer süper akışkanlaştırıcılar lateksle birlikte kullanılırsa, çalışma süresi 3 saate kadar çıkabilmektedir. Her iki katkı maddesinin birlikte kullanıldığı bu betonlar, yüksek kaliteli ve pahalı betonlardır. [14].

3.8.2 Hava sürükleme

Normal harç ve betona oranla, lateks modifiyeli harç ve betonda, sürfaktanların etkisiyle, hava sürükleme daha fazla olur. Bir miktar hava sürüklenmesi, dona karşı dayanımın artmasını ve düzgün kıvam elde edilmesini sağladığı için gereklidir. Ancak gereğinden fazla miktarda hava sürüklenirse mukavemette azalma meydana gelir. Bu yüzden karışım içindeki hava miktarını dengelemek amacıyla köpük oluşmasını önleyen katkı maddeleri kullanılır. Son zamanlarda, polimerik modifikatör olarak kullanılan latekslerin içerisine köpük giderici maddeler eklenerek sürüklenen hava miktarı daha düşük olan kompozitler elde edilmiştir.

Bir çok lateks modifiyeli harç karışımlarında hava içeriği %5-20 arasında, beton karışımlarında ise %2 den azdır. Bu da hemen hemen normal harç ve betonunkiyle

aynıdır. Hava içeriğinin beton karışımlarda daha az olmasının sebebi, daha iri agrega kullanıldığı için hava geçişinin daha zor olmasıdır. [14].

3.8.3 Çalışma süresi

Taze beton ve harç için çalışma süresi kavramı, priz süresinden farklı bir kavramdır. Taze betonun çalışma süresi dış yüzeyin sertleşmesiyle birlikte sona erer. Hava sıcaklığı, rüzgâr hızı ve havadaki nem oranı betonun çalışma süresini etkileyen faktörlerdir. Lateks modifiyeli karışımlarda, karıştırma yapıldıktan sonra havayla temas etmeye başlayan karışımın çalışma süresi yaklaşık olarak 15-30 dakikadır. [14].

3.8.4 Su tutuculuk

Su tutma yeteneği, lateks modifiye harç ve betonlarda, normal harç ve betona oranla oldukça iyileştirilmiştir. Karışımın polimer-çimento oranı karışımın su tutma yeteneğini belirler. Kullanılan lateksin yapıdaki iç boşlukları doldurduğunu daha önce belirtmiştik. Bu boşlukların dolması, suyun içerde hapsolarak buharlaşmasını önler. Yapı içinde buharlaşamayan su, çimentonun hidratasyonunu tamamlamasını sağlar. Tamamen hidrate olan çimento hamurunun mukavemeti daha fazla olur.

Hidratasyon için gerekli olan suyu bünyesinde hapsedebilen bu karışımlarda ıslak kürleme yapılmasına gerek yoktur. Karışım döküldükten sonra sadece birkaç gün boyunca ıslatmak yeterlidir. Sertleşmesi için gereken sürenin kalanında karışım kendi kendini hidrate ederek rötre çatlaklarının oluşmasını önler.

Geleneksel harçla, seramik yapıştırma işlemi yaptıktan sonra alt tabakada, su kaybı nedeniyle hidratasyon olayı tamamlanamaz (dry-out) ve bu yüzden hamurun bağlayıcılığı zayıf olur. Bu olay, lateks modifiyeli harç kullanılarak önlenebilir. [14].

3.8.5 Ayrışma

Akıcı kıvamlarına rağmen, lateks modifiyeli harç ve betonlar, ayrışmaya karşı, normal harç ve betondan daha dirençlidir. Bunun sebebi, lateksin hidrofilik kolloidal özelliği ve yapısındaki sürfaktanların su azaltıcı ve hava sürükleyici etkisidir. Ayrışmaya karşı direnci fazla olan bu sistemlerde, terleme ve ayrışmadan dolayı meydana gelen düşük mukavemet ve düşük su geçirimsizliği meydana gelmez. [14].

3.8.6 Sertleşme

Genel olarak lateks modifiyeli harç ve betonların sertleşmesi, kullanılan polimer tipine ve lateks-çimento oranına bağlı olarak normal harç ve betondan daha geç olur. Sertleşme süresindeki gecikme oranı, kullanılan polimer miktarı arttıkça artmaktadır. Doğal kauçuk lateksiyle modifiye edilmiş olan sistemler, lateks modifiyeli sistemler içinde en geç priz yapan karışımlardır. Lateksin priz geciktirme etkisi, yapısında bulunan sürfaktanların, çimentonun hidratasyonunu önlemesi nedeniyle oluşur. [14].

3.9 Lateks Katkılı Sertleşmiş Harç Özellikleri

Sertleşmiş lateks modifiyeli harç ve betonun bir çok özelliği normal harç ve betona oranla oldukça gelişmiştir. Bu özellikler, mekanik mukavamet, deformasyon davranışı, elastisite modülü, Poisson oranı, rötre, sünme davranışı, ısıl genleşme, su geçirimsizlik, adezyon, darbe dayanımı, aşınma dayanımı, klorit iyon penetrasyonu ve karbonatlaşma direnci, kimyasal dayanım, ısı ve aleve dayanım, dona dayanım olarak sıralanabilir. [14].

3.9.1 Mukavemet

Sertleşmiş lateks modifiyeli çimento hamurunun, normal çimento hamuruna göre çekme mukavemetinde önemli bir artış vardır. Ancak basınç dayanımında önemli bir artış olmamaktadır. Bu olay, polimerlerin çekme mukavemetinin fazla olmasından ve adezyonun artmasından kaynaklanmaktadır. Polimer modifiyeli harç ve betonun mukavemet özelliklerini etkileyen faktörler arasında temel olarak, kullanılan malzemelerin cinsi, karışım oranları, sürüklenmiş hava miktarı ve kürleme yöntemleri yer alır.

Lateksle modifiye edilen harç ve betonlarda, kullanılan lateks mukavemetinin yüksek olması, kompozitin mukavemetini artırır. Lateksin mukavemetini etkileyen faktörler ise yapısındaki monomer, plastikleştirici, sürfaktan ve köpük önleyici katkı miktarıdır. Lateksin yapısında bulunan monomerler lateksin mukavemetini arttırırken plastikleştiriciler azaltmaktadır. Genel olarak, lateksin mukavemeti sürfaktan içeriğinin arttırılması ile artar. Ancak aşırı miktarda sürfaktan kullanılması, hidratasyonu önlediği ve fazla hava sürüklenmesine sebep olduğu için betonun mukavemetini azaltır. Lateks için uygun sürfaktan oranı %5-30 arasındadır. Ayrıca son zamanlarda üretim aşamasında latekse katılan köpük önleyici katkı miktarının

artması hava miktarını azalttığı için mukavemeti artırır.

Lateksle modifiye edilmiş sistemlerde mukavemeti etkileyen bir diğer faktör de karışımın polimer oranıdır. Karışımdaki polimer-çimento oranı mukavemet üzerinde su-çimento oranından daha etkilidir. Uygun kürleme yapılmış olan karışımlarda maksimum mukavemet, %20-30 polimer-çimento oranı ile sağlanır. Daha fazla lateks kullanılması halinde mikro strüktürde boşluklar ve kopmalar oluşur ve mukavemet azalır. %5 oranından daha az lateks kullanılması halinde ise sistemin mukavemeti gelişmez. Sonuç olarak %5-20 polimer-çimento oranı uygun kürleme yapıldığı takdirde idealdir. Polimer-çimento oranının artması ile karışımın su oranı %30 civarına kadar inebilir. Su miktarında meydana gelen bu önemli azalma sistemin mukavemetini arttırır.

Geleneksel harç ve betonlarda ıslak kürleme yapılarak mukavemet arttırılmaktadır. Ancak polimer modifiyeli sistemlerde ıslak kürleme polimerlerin yapısını bozduğu için uygun değildir. Birçok lateks modifiyeli harç ve betonlarda, başlangıçta ıslak daha sonra kuru kürleme yapılarak yüksek mukavemet elde edilir. Birkaç günlük ıslak kürleme, çimentonun hidratasyonu için gereklidir. Daha sonra yapılan kuru kürleme polimerizasyonun tamamlanmasını sağlar. Polimerizasyonunu tamamlayan karışımda yapı içindeki su dışarı çıkamayacağı için, geç hidratasyon için su kürüne tekrar ihtiyaç duyulmaz ve gereken su buradan temin edilir. [14].

3.9.2 Deformasyon, elastisite modülü ve poisson oranı

Lateks modifiyeli harç ve betonun elastikliği ve esnekliği normal harç ve betona göre daha fazladır. Bu özellik karışımdaki polimerlerin elâstik cisimler olmasından kaynaklanır. Karışıma katılan polimer tipi ve miktarı ürünün elâstikliğini belirler ancak Poisson Oranı'nı neredeyse hiç değiştirmez. [14].

3.9.3 Rötre, sünme ve ısıl genleşme

Lateks modifiyeli harç ve betonlarda kuruma rötresi normal harç ve betona göre daha az ya da daha fazla olabilir. Genellikle polimer-çimento oranı arttıkça rötre miktarı azalma eğilimindedir.

Kuruma rötresi, kuru kürleme işlemiyle birlikte artmaya başlar ve 28 günlük kuru kürleme periyodunun ardından sabit duruma gelir. Lateks modifiyeli harç ve betonlarda kuruma rötresi, polimer-çimento oranının artması ile artar. PVA, NR ve

CR eklenerek modifiye edilen harçlar, normal harçlara göre daha fazla rötre yaparlar. Özellikle polivinil asetat katkılı harçlarda rötre miktarı, oldukça yüksektir. Polimer katkılı harç ve betonlarda rötre miktarı, polimer içine etilen katılması ile normal harç ve betonun rötre miktarının yarısına kadar indirilebilir. %17-40 etilen oranlı polimerlerin %15-20 oranında kullanılmasıyla ortaya çıkan rötre mitarı makul düzeydedir. Yapısındaki sürfaktan miktarı diğer latekslerden birkaç kat fazla olduğu için NBR katkılı harç ve betonlarda rötre miktarı oldukça azdır. [14].

3.9.4 Su geçirimsizlik

Su geçirimsizlik özelliği, sertleşmiş çimento hamurunun boşluk yapısı ve miktarı tarafından belirlenen bir özelliktir. Çimento kristalleri arasındaki boşluklar, dış ortamdan, su, çeşitli gazlar ve kimyasalların yapı bünyesine girmesini ve dolaşmasını kolaylaştırarak korozyona sebep olurlar. Polimer modifiyeli harç ve beton, yapısındaki bu boşlukların polimer filmlerle doldurulduğu bir strüktüre sahiptir. Kullanılan polimer tipi ve polimer-çimento oranı, bu boşlukların doldurulabilme özelliğine belirler. Karışımda kullanılan polimer miktarı arttıkça iç boşluklar azalır. Böyle bir içyapı, suyun emilmesini ya da dışarı çıkmasını önler. Bu durumda polimer modifiyeli harç ve betonların su geçirimsizliği normal harç ve betonlara oranla oldukça yüksektir.

Polimerlerin suya dayanımı oldukça düşüktür ve suya maruz kaldıklarında mukavemetleri önemli ölçüde azalır. Ancak birçok lateks katkılı harç, su emmeden sonra katkısız harçlarınkinden daha yüksek olan mukavemetlerini kaybetmezler ve pratik uygulamalarda problem yaratmazlar. Zayıf su direnci, lateks katkılı harçlardaki polimer fazının kısmen dağılmasına sebep olur. Eğer polimer fazında geri dönüşümsüz kimyasal değişmeler meydana gelmemişse, yeniden kurutularak mukavemet tekrar kazandırılabilir. [14].

3.9.5 Adezyon

Lateks modifiyeli harç ve betonun adezyonu normal harç ve betona göre oldukça fazladır. Dolayısıyla seramik, taş, tuğla gibi maddeleri yapıştırmak için iyi bir malzemedir. Yüksek adezyon özelliği yapıdaki polimerlerin kimyasından kaynaklanmaktadır. Polimerler, adezyon yeteneği çok yüksek malzemelerdir. Ancak nemli ortamlarda, suya dayanımı düşük olduğu için yeterli adezyon sağlayamazlar. Karışımın adezyonunu, kullanılan polimer cinsi ve miktarı belirler. Kullanılan

polimer miktarı arttıkça adezyon artmasına rağmen, belirli bir oradan fazla kullanılırsa iç yapıda bozulmalar oluşur. Yapıştırıcı olarak kullanılacak olan harçlarda polimer-çimento oranı yaklaşık olarak 1/3 civarındadır.

Genel olarak, lateks modifiyeli sistemlerin kuru ortamda adezyonu yüksek olur ve bu yüzden döküm yapılmadan önce yüzeyin kurutulması istenir. Ancak bazı durumlarda kaplama yapılacak yüzeyin, su birikintileri oluşmayacak şekilde ıslatılması gerekir. Aksi takdirde kuru olan alt tabaka, dökülen karışımın suyunu emerek plâstik rötre çatlaklarının oluşmasına neden olur. Sıcak bölgelerde yapılan kaplama işleminden sonra yüzeyin ıslatılması, buharlaşmadan dolayı soğumaya neden olur. Bu olay, iki katman arasındaki sıcaklık farkını azaltarak termal basıncın minimuma inmesini sağlar. [14].

3.9.6 Darbe dayanımı

Lateks modifiyeli harç ve betonların darbe dayanımı, normal harç ve betonlara göre daha fazladır. Bu sonuç, polimerlerin kendi darbe dayanımlarının yüksek olmasından kaynaklanır. Bu yüzden kullanılan polimer miktarı arttıkça darbe dayanım miktarı da artmaktadır. Elastomerler kullanılarak modifiye edilen harcın darbe dayanımı, termoplâstik reçineli harca göre daha fazladır. [14].

3.9.7 Aşınma dayanımı

Lateks modifiyeli harç ve betonun aşınma dayanımı karıştırılan polimerin tipine miktarına ve aşınma şartlarına bağlıdır. Genel olarak, polimer-çimento oranının artması aşınma dayanımını arttırır. [14].

3.9.8 Klorit iyon penetrasyonu ve karbonatlaşma direnci

Havadaki çeşitli gazların ve kimyasalların yapısında bulunan klorit iyonları ve karbondioksit, betonun gözeneklerinden içeri girerek korozyona sebep olur. Lateks modifiyeli sistemlerde geçirgenlik düşük olduğu için klorit iyonları ve karbondioksit penetrasyonuna direnç normal harç ve betondan daha fazladır. Geçirimsizlik, %15 polimer-çimento oranıyla maksimuma ulaşır. Dana fazla polimer kullanılması geçirimsizliğin artmasına bir katkıda bulunmaz. %10'dan az kullanılması ise normal betonun geçirimsizliğini etkilemediği için mantıksızdır. [14].

Marusin, %25 oranında akrilik ve SBR lateksi kullanılarak üretilen, %2-4 oranında hava içeriğine sahip 10 cm'lik küp numunelerde, emilen klorit iyon miktarını ölçmek için çalışmalar yapmıştır. Her iki numunede de klorit iyon miktarı % 0.02 – 0.03 ve derinlik 12-25 mm olarak ölçülmüştür. [14].

3.9.9 Kimyasal dayanıklılık

Lateks modifiyeli harç ve betonun kimyasal dayanımı kullanılan polimer tipine ve miktarına bağlı olarak değişir. Karışımın yapısında bulunan çimento hidrate kristalleri, organik-inorganik asitler ve sülfonatlara karşı dayanıksızdır. Ancak bu kristaller, sülfatlar hariç çeşitli tuzlara karşı dayanıklıdır. Kompoziti bir bütün olarak ele aldığımız zaman ise yağlara karşı dayanıklı, solventlere karşı dayanıksız olduğunu söyleyebiliriz. [14].

3.9.10 Isı ve yangına dayanıklılık

Lateks modifiyeli karışımlar, yüksek sıcaklığa maruz kaldıklarında mukavemetlerinde ani bir düşme meydana gelir. Bu olay, polimerlerin termal dayanımlarının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden polimer miktarındaki bir artış ısıl dayanımı düşürmektedir. Birçok termoplastik polimerlerin içyapısı 80-100ºC sıcaklığında bozulur. Normal hava koşullarında mukavemetleri normal harç ve betonlara göre oldukça fazla olan modifiye sistemler, yüksek sıcaklığa maruz kaldıkları takdirde normal harç ve betonla hemen hemen aynı mukavemete sahip olmaktadırlar.

Lateks modifiyeli sistemlerin termal dayanımı, çeşitli faktörler tarafından belirlenir. Bunlar, polimer-çimento oranı, ortam sıcaklığı ve kullanılan polimerlerin termal özellikleridir. Çimento hamuruna katılan polimerler en fazla 150ºC ye kadar dayanabilmektedirler. Daha fazla ısıtılırsa, kompozitin yapısal özelliği bozulur. [14].

3.9.11 Dona dayanıklılık

Lateks modifiyeli harç ve betonların, donma ve erimeye karşı dayanıklılığı normal harç ve betonlara göre daha fazladır. Bunun sebebi, polimerlerin boşlukları doldurmasından dolayı porozitenin (su geçirimlilik) azalmasıdır. Ancak polimer-çimento oranının arttırılması sonucu dona dayanıklılık her zaman artmayabilir. Sürüklenmiş olan hava miktarı da önemli bir ölçüttür ve polimer oranının artmasıyla bu hava miktarı da artacağından, dona dayanıklılık eğrisinde azalma görülebilir.

Uzun süreli dış hava koşullarında, lateks modifiyeli harç ve betonun donmaya karşı dayanıklılığı normal harç ve betona oranla daha iyi olduğu görülmüştür. Betonun yapısına giren su, donma ve erime olayları ile malzemeler arası adezyonu azaltır. [14]

4. LATEKS KATKILI SIVA HARÇLARI İLE DENEYSEL ÇALIŞMA

Lateks katkılı sıva harçları ile yapılan deneysel çalışmaların temel amacı, sıva harçları için kullanılan lateks katkısının harcın başlıca fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisinin incelenmesidir. Harçların en önemli sorunu olan brüt yüzeylere yapışma sorununu gidermek için kullanılan lateksin en uygun kullanım şeklini belirlemek deneylerde yol gösterici bir unsur olmuştur. Farklı metodlarla yüzeylere uygulanan lateks katkılarının en performanslı harç seçilip harcın içindeki mekanik ve fiziksel değişiklikler incelenmiş ve nedenleri araştırılmıştır.

Deneysel çalışmalarda lateks katkılarının güncel uygulanma şekli yanında üreticilerin ve standartların önerdiği şekillerde reçeteler hazırlanmış ve bu şekilde deneylere devam edilmiştir.

4.1 Deneysel Çalışma Programı

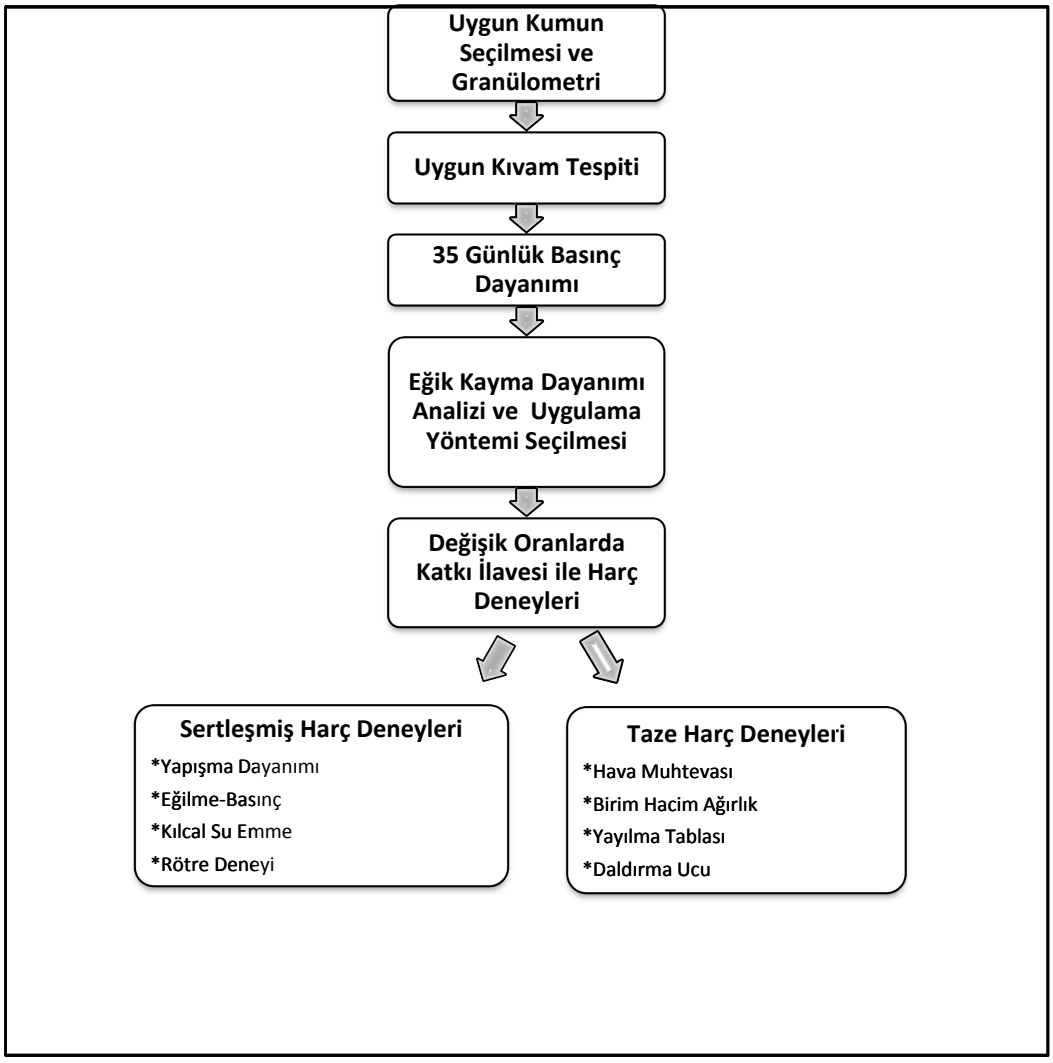
Sıva ve sıva harçları için yapılan deneysel çalışmalarda kullanılacak malzeme seçimleri ilgili standartlara ve üreticilerin kullanım için önerileri ışığında seçilip, standartlarda istenilen performansı gösterdiğinden emin olduktan sonra dört farklı üreticilerin lateks katkıları ile aynı reçeteler hazırlanarak, farklı kullanım yöntemleri ile lateks yapışma sistemleri ve kayma dayanımı analizi yapılmıştır (ASTM C 1042-99 – Lateks sistemlerinin eğik kesme dayanımı ile analizi).

Bir katkı üreticisi seçilerek aynı deney metoduyla en iyi sonuç veren uygulama şekli seçilmiş ve bu uygulama şekli doğrultusunda değişik oranlarda lateks katkısı kullanılara başlıca mekanik ve fiziksel özellikleri araştırılmıştır. [5].

Deneysel çalışma programını kısaca maddeleştirecek olursak;

1. Çalışmalarda kullanılacak olan uygun kum ve işlenebilirliği en uygun kıvamın seçilmesi.

2. Harç malzemeleri seçildikten sonra harcın istenilen dayanım sınıfında olduğunu belirlemek amacıyla standartlartta istenilen dayanım deneyi.
3. Uygun reçete oluşturulduktan sonra değişik üreticilerle yapılmış değişik uygulamalarla eğik kayma dayanımı analizi.
4. Eğik kayma dayanımı analiz sonuçlarına göre seçilen üreticinin değişik uygulama biçimleri ile kayma dayanımı analizi.
5. Seçilen uygulama biçimine göre değişik oranlarda katkı ilavesi ile sertleşmiş harç deneyleri; eğilme, basınç, yapışma dayanımı, kılcal su emme deneyi, rötre deneyi.
6. Seçilen uygulama biçimine göre değişik oranlarda katkı ilavesi ile taze harç deneyleri; daldırma ucu, yayılma tablası, hava muhtevası, birim hacim ağırlık tayini.



Şekil 4.1: Deneysel Çalışma Programı

4.2 Deneylerde Kullanılan Malzemeler

4.2.1 Kum

Deneylerde kullanılan kum ASTM C 778 de belirtildiği özelliklere sahip doğal silika kumudur. Tüm deneylerde kullanılan kum limit 1 ve limit 2 değerlerinin arasında seçilmiştir. [8].

Seçilen kum granülometrisi doğrultusunda mevcut kumlara elek analizi yapılmış ve bu doğrultuda seçilmiş olan işletme değerlerine ulaşılabilecek şekilde mevcut kumlar Çizelge A.2 de verildiği oranlarda karıştırılmıştır.

4.2.2 Çimento

Deneylerde 52,5 dayanım sınıfında olan ASTM C150 ye uygun olan CEM 1 (Aslan PÇ 52,5) kullanılmıştır. Deneylerin yapımı sırasında çimentonun nem almamasına ve kuru ortamda tutulmasına özen gösterilmiştir. [9].

4.2.3 Kimyasal katkı

Deneylerde süperakışkanlaştırıcı olarak FFN kullanılmıştır. İşleme sorunu olan harçlarda işlenme özelliğini arttırmak için kullanılmıştır. Kullanma önerisi çimento ağırlığının minimum % 0,5 i ve % 3 ü arasındadır.

Deneylerde su geçirimsizlik ve yapışma özelliği denenen lateks katkısı kullanılmıştır. Kullanılan katkı strien bütadien emülsiyondur (SBR). Beyaz renkli ve akışkan bir yapıya sahiptir. Harca katıldıktan 10 dakika sonra kaba koyulma işleminin yapılması önerilir. Ayrıca uygulamasında karıştırılma işlemine çok dikkat etmek gerekir ve gerekiyorsa uygulama sırasında dinlendikçe tekrar karıştırmak gerekir. Yoğunluğu 1,015 ± 0,01 kg/lt (+20 ^{o}C de), Ph değeri 8-10 arasındadır.

4.3 Harç Karışım Oranlarının Belirlenmesi

Harç karışım oranları ASTM C 109/C 109M de belirtildiği oranlarda yapılmıştır (Çizelge C.1). Bu oranlara göre yayılma tablasında 25 düşüş yapıldıktan sonra 110 ± 5 mm değeri veren kıvamda su miktarı belirlenmesi gerekmektedir. [6].

Gerekli su miktarını belirlemek için yayılma tablası deneyi yapılmıştır. Yapılan yayılma tablası deney sonuçlarına göre 6 numune için 500 gr çimento, 1375 gr kum,

130 gr su karışım oranları belirlenmiş ve bu karışım oranları ile bütün deneyler yapılmıştır (Çizelge C.2).

Harç karışımları için su miktarı 230 gr olarak belirlendikten sonra bu kıvamın çok kuru olması ve işlenme sorunu olduğu için su oranı, kum oranı, çimento oranı sabit tutularak süperakışkanlaştırıcı FFN katılarak kıvam tayini yapılmıştır. Bu tayine göre 130 mm lik yayılma değeri uygun kabul edilerek çimento ağırlığınca % 2 oranında FFN akışkanlaştırıcı katılmıştır.

Karışım miktarları karıştırıcı hacmine uygun olması açısından çimento 500 gr, su 230 gr, kum 1375 gr olarak seçilmiştir.

Ayrıca ASTM C 1042-99 da belirttiği üzere 75mm ye 150 mm lik silindir numuneler için hazırlanmış ve karışım oranları belirlenmiş harçlar 28 gün suda 7 gün havada kürlendikten sonra en az 31 MPa lık dayanım istenmektedir. Son olarak da elde ettiğimiz harç karışım oranlarıyla hazırlanan 3 adet numunelerin 35 günlük basınç dayanımı sonuçlarını kontrol ederek karışım oranları doğrulanmış olur (Çizelge C.3). 35 günlük basınç dayanımı ortalamaları 45,7 MPa olarak ölçülmüştür, dolayısıyla harç karışım oranları standartların öngördüğü şekildedir. [5].

4.3.1 Harç karışımlarının yapılması

Deneylerde kullanılan harç karıştırıcısı ASTM C 305-06 'ya uygun Zwick / Roell marka cihazdır. Cihaz manuel olarak veya satandartlara uygun olarak otomatik seçenekleri vardır. Harcın cihazda karıştırılması ASTM C 305-06 'ya göre yapılmıştır. [10].

Buna göre kısaca karıştırma işlemi;

1. Kullanılacak mikser küreğinin ve kabın kuru bir şekilde konumlandırılması.
2. Bütün suyun ve katkının kaba koyulması.
3. Bütün çimentonun kaba koyulması ve karıştırıcının ilk 30 saniye boyunca düşük hızda çalıştırılması.
4. İkinci 30 saniye düşük hızda çalıştırırken kumun 30 saniyelik periyot içinde kaba koyulması.
5. 30 saniye boyunca orta hızda karıştırılması.

6. 90 saniye karıştırılmanın durdurulması ve ilk 15 saniye içinde kabın etrafının ve küreğin temizlenip etraftaki kum veya karışmamış parçaların karıştırılması ve kalan sürede harcın dinlenmesi.
7. 60 saniyelik orta hızda karıştırma işlemi.

4.4 Yapılan Deneyler

4.4.1 Lateks sistemlerde eğik yüzey yapışma dayanımı tayini

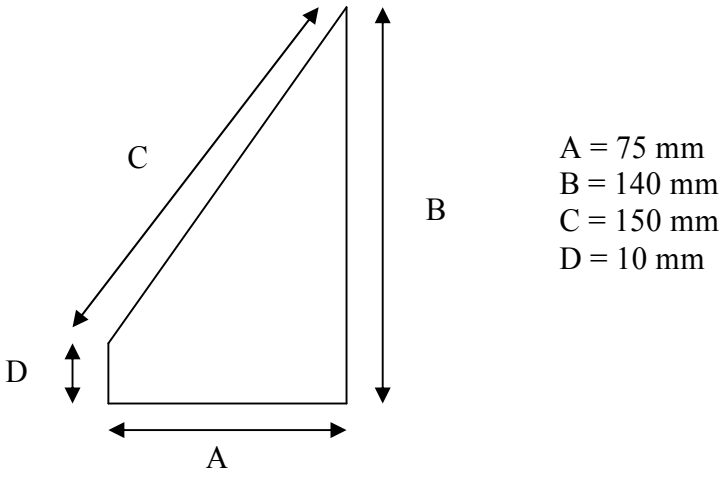
Lateks yapışma sistemlerinde eğik yüzey kayma dayanımı tayininde, önceden dökülmüş sertleşmiş yarı silindir numunenin üzerine lateks uygulaması yapılmış taze harç uygulaması yapılmasıyla ve elde edilen yeni tam silindirin basınç dayanım cihazında test edilip değerlerin hesaplanması yoluyla yapılır.

Deney için gerekli olan silindir kalıplar 75mm çapında ve 150 mm yüksekliğinde olmalıdır. Numune kalıplarının yatay ve dikey kuvvetlere karşı dirençli olması ve beton ile reaksiyona girmeyecek metalden yapılması gerekmektedir.

Deneyde sertleşmiş yarı silindir numunelerin hazırlanması için gerekli olan "dummy section" adı verilen yarı silindir kalıplar mevcuttur. Bu kalıplar hacim olarak silindir kalıp hacminin yarısına eşittir ve silindir kalıbın içerisine tam oturarak istenilen boyutlardaki yarı silindir numuneleri elde etmek için kullanılır.

Deney çalışmasında yarı silindir kalıplar ahşaptan yapılmıştır ve harcın suyunu emmemesi için vernikleme işlemi yapılmıştır.

Her deney için 3 'er adet numune hazırlanır. Deneyin yapılmasında yarı silindir kalıplar, silindir kalıpların içine koyularak üzerine hazırlanmış olan harç, 3 katman halinde 25 'er defa şişlenerek yerleştirilir. Daha sonra numunelerin üzeri cam veya benzeri bir malzemeyle kapatılarak su kaybı engellenir. 7 gün boyunca kalıpta kalır ve 7. Gün kalıptan çıkarılıp ASTM C 192 de belirtildiği gibi 28 gün boyunca suda kürlenmeye bırakılır. Daha sonra 7 gün havada kurumaya bırakılır. [7].



Şekil 4.2: Yarı silindir kalıp boyutları.

Yarı silindir numuneler kürleme işleminden sonra harcın içindeki kumları açığa çıkarmak için kumlama işlemine tabi tutulurlar.

Yarı silindir numuneler kalıba yerleştirilir ve üst beton uygulamasına geçilir. Üst beton uygulamasında kalıbın içine yerleştirilen yarı silindir numunenin eliptik yüzeyine lateks uygulaması yapılır.

Tip 1 adı verilen lateks uygulaması eliptik yüzeye fırça yardımı ile üreticilerin tavsiye ettiği 1:1 oranda su:lateks karışımı sürülmesi uygulamasıdır.

Tip 2 adı verilen lateks uygulaması eliptik yüzeye fırça yardımıyla 1:1:2 oranda lateks:su:çimento karışımı sürülür.

Tip 3 adı verilen lateks uygulaması standartlarda olmamasına karşı üreticilerin tavsiye ettiği ve yüzey uygulamalarında oldukça yaygın olarak kullanılan lateks, su, çimento karışımına kum ilavesidir. Bu uygulamada 1:1:2:6 oranlarda su:lateks:çimento:kum karışımı fırça yardımı ile eliptik yüzeye sürülür. Kullanılan kum piyasada "Sakarya kumu" olarak adlandırılan iri taneli kaba sıva kumudur.

Eliptik yüzeylere fırça yardımıyla lateks uygulaması yapıldıktan 10 dakika sonra hazırlanmış harç ile eliptik yüzeyin üzeri 15 mm kalınlığında harç ile sıvanır ve kalıba yerleştirilip üzerine üst harç adı verilen ikinci harç uygulanır. Uygulama sırasında kalıp 3 seferde doldurulur ve 25 er defa harç şişlenir. Bu şişlemeler sırasında alt tabakaya uygulanan lateks uygulamasına zarar verilmemesine özen gösterilmesi gerekir.

Numuneler kalıpta 1 hafta kalıp ve kalıptan çıkarıldıktan sonra, tip 1 lateksleri havada, tip 2 ve tip 3 adı verilen lateks uygulaması da suda kürlenmiştir. Bu kürleme işlemleri ASTM C 192 'ye göre yapılmıştır.

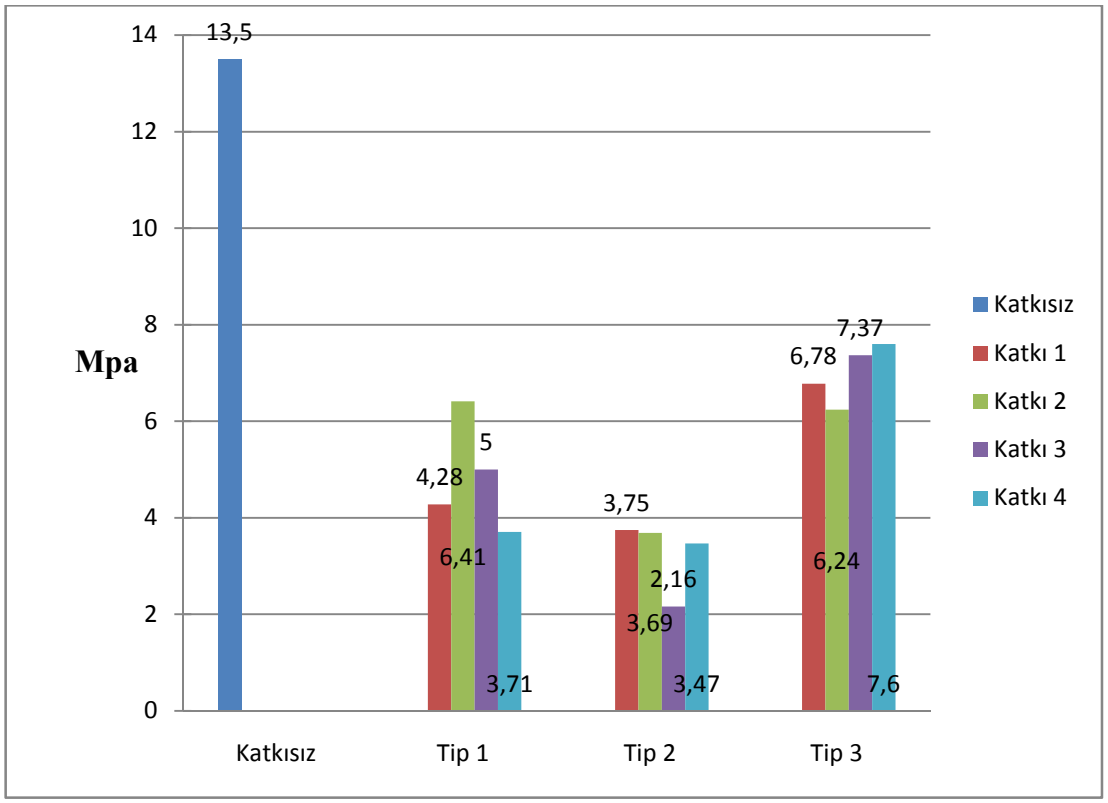
Numuneler yedinci günde kalıptan çıkarılıp ve ondördüncü günde basınç testine sokulmuştur.

Tip 1 lateks uygulama sistemlerinin daha çok su ile temasın olmadığı ve fazla rutubetin olmadığı yerler için bir irdeleme olması için havada kürlenmesi istenmiştir.

Tip 2 lateks uygulama sistemlerinin ise su içinde veya aşırı rutubetli ortamda kullanıldığı yerler için bir irdeleme olası için suda kürlenmesi istenmiştir.

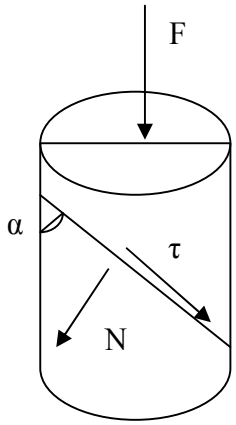
ASTM C 1059-99 standartının istediği sadece kırılma yükünün yapışma eliptik alanına bölünmesiyle elde edilen nominal yapışma değerinin belli bir değerin üzerinde olmasıdır. [4], [5].

Eliptik yüzey alanı 9116 mm^2 olarak alınmıştır. Yapışma dayanımı, numunenin kırıldığı zamanki basınç değerinin eğik yüzey alanına bölünmesi ile hesaplanmıştır.



Şekil 4.3: Nominal yapışma dayanımı.

Burada Tip 1 lateks uygulamasının istenilen nominal yapışma değerinin üzerinde olduğu sonucuna varabiliriz. Uygulanan kuvvet etkisiyle numunelerdeki kırılma zayıflatılmış olan, yani ara beton yüzeyinden kırılmıştır. Buradaki kırılma nedeni kayma etkisi ile olmuştur. Dolayısıyla burada aslında numunenin kayma dayanımından bahsetmek daha doğru olur.



Şekil 4.4: Silindir numunenin kırılma anındaki iç kuvvetleri.

Numunenin üzerine uygulanan kuvvet ara beton katmanı üzerinde iki bileşene ayrılır. Numunelerin kırılma şekli kayma kırılmasıdır. Buradaki kayma gerilmesi denklemi aşağıda belirtilmiştir.

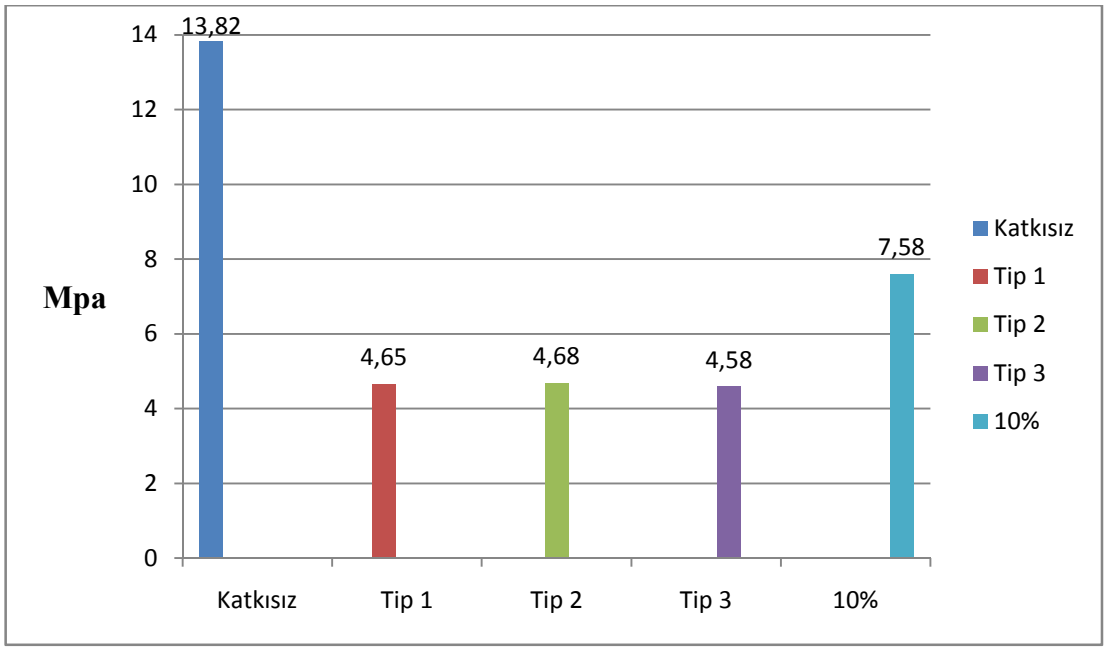
$$\tau = \sigma \times \cos\alpha \qquad \textbf{(4.1)}$$

Burada α açısı 30 derecedir.

Kırılma yükleri doğrultusunda bulunmuş olan kayma dayanımları değerleri hesaplanmıştır.

Katkı 1 lateksi seçilerek değişik lateks uygulama metodları aynı deney düzeneği kapsamında yapılmıştır. Deney sonuçlarının daha sağlıklı olması açısından aynı şekilde bütün numuneler havada kürlenmiş ve ara yüzey pürüzlülüğü değişmemesi açısından kumlanmamıştır.

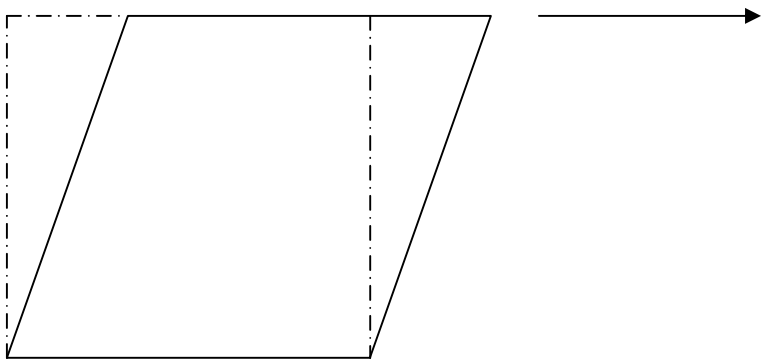
Bu kapsamda yapılan deneyde katkısız üst harç, ara yüzeye fırça ile uygulanan tip 1 lateks olarak adlandırılan su:lateks 1:1 karışımı, ara yüzeye fırça ile uygulanan tip 2 lateks olarak adlandırılan su:lateks:çimento 1:1:2 karışımı, ara yüzeye fırça ile uygulanan tip 3 lateks olarak adlandırılan su:lateks:çimento:kum 1:1:2:6 (ince taneli olan harç ile aynı kum kullanıldı) karışımı, üst harç içine çimento ağırlığının % 10 kadar lateks karışımı uygulaması yapılmıştır.



Şekil 4.5: Değişik lateks uygulamalarında nominal yapışma dayanımı.

Değişik kür koşulları ve ara yüzeye kumlama işlemi yapılmış nominal değerlerden farklı olarak aynı koşullarda havada kürlenmiş ve ara yüzeye kumlama işlemi yapılmamış deney sonuçlarının değişkenlerinin daha az olması sebebiyle daha sağlıklı veriler olduğu kanısına varılmıştır. Ayrıca ara yüzeye uygulanan lateks uygulama şekillerinin nominal yapışma dayanımının harcın içine katılan lateks uygulamasından daha düşük değerler gösterdiği gözlemlenmiştir. Burada ayrıca çıkartılan bir sonuç da ara yüzey Tip 3 uygulamasında lateks:su:çimento:kum karışımında iri taneli kumlu karışımın daha iyi sonuç vermesidir.

Lineer polimerlerin butadiene grubunda olan lateks (strien bütadien-SBR) amorf bir yapıya sahiptir. Kayma kuvveti etkisinde kolayca şekil değiştirir. Düşük kuvvetli kayma etkisinde kuvvet kesildikten sonra kendini büyük ölçüde geri toplar.



Şekil 4.6: Lateksin (strien bütadien-SBR) kayma etkisinde davranışı.

Yapılan deneylerde kullanılan lateks malzemesinin kayma etkisinde şekil değiştirmesi harç ile karşılaştırıldığında çok yüksektir. Dolayısı ile numunelerin ara yüzeylerinde lateks katkısı üzerinde kayma gerilmelerinde lateks harca göre düşük kuvvetler altında uzamaya başlayıp arada bulunan bağlayıcı malzeme olan çimento veya agrega (kum) tutuculuğu bittiği anda şekil değiştirmeye devam edip artan kuvvetler doğrultusunda numuneler kırılmıştır. Ara yüzeyde bulunan lateks, karışımının içinde harç ile bağlayıcı olabilen çimento, kum miktarı ve tane büyüklüğü arttıkça nominal yapışma dayanımı artmıştır. En yüksek performansı ise harcın içine karıştırılan lateks uygulama şekli vermiştir. Harcın içine karıştırılan lateks katkısız bir harç kadar kayma kuvvetine direnememiş olmasına karşın diğer lateks uygulamalarıyla karşılaştırıldığında daha iyi bir sonuç vermiştir.

4.4.2 Yapışma dayanımı tayini

Yapışma dayanımı deneylerinde daha önceden hazırlanmış olan alt tabaka betonuna lateks uygulama şekilleri uygulanarak üst tabaka harcı dökülmesi ve belirlenen şartlarda kürlendikten sonra alanları belirlenmiş şekilde yüzeye dik kuvvet uygulayarak tabakaların arasındaki yapışma dayanımı bulunmuştur. Deneyler TS EN 1015-12 ye uygun olarak yapılmıştır. [34].

Yapışma dayanımı, alt tabaka üzerine uygulanmış sıva ve örgü harçlarına yüzeye dik olarak doğrudan yük uygulanmasıyla meydana gelen en büyük çekme gerilmesi olarak belirlenir.

Çekme yükü, harç yüzeyindeki deney alanına yapıştırılan çekme başlıklı tanımlanmış plâka vasıtasıyla uygulanır. Elde edilen yapışma dayanımı, kopma yükünün yük uygulanan alana bölümüdür.

Katkısız uygulaması, hazırlanmış olan alt betonun üzerine harç uygulaması direk olarak yapılmıştır.

Tip 1 uygulaması, hazırlanmış olan alt betonun yüzeyine 1:1 oranda su:lateks karışımı sürülerek üzerine hazırlanmış olan harç uygulaması yapılmıştır.

Tip 3 uygulaması, hazırlanmış olan alt betonun yüzeyine 1:1:2:6 oranda su:lateks:çimento:kum karışımı uygulaması yapılıp üzerine hazırlanmış olan harç uygulaması yapılmıştır.

% 4,6 uygulaması, hazırlanmış olan alt betonun üzerine uygulanan harç, çimento ağırlığının % 4,6 oranında lateks katkısı içermektedir.

% 11,5 uygulaması, hazırlanmış olan alt betonun üzerine uygulanan harç, çimento ağırlığının % 11,5 oranında lateks katkısı içermektedir.

% 23 uygulaması, hazırlanmış olan alt betonun üzerine uygulanan harç, çimento ağırlığının % 23 oranında lateks katkısı içermektedir.

Üst harçlar standartta belirtilen kür koşullarında bekletildikten sonra karot aleti ile alt tabakaya 2 mm girecek şekilde kesilmiştir. Herbir uygulamadan belirtilen mesafe aralıkları ile beşer adet karot alınmıştır. Dolayısı ile her bir numuneden beşer adet çekme deneyi yapılmıştır. Kesilen dairesel kesitler üzerine çekme başlıkları epoksi reçine ile üst harca yapıştırılmıştır.

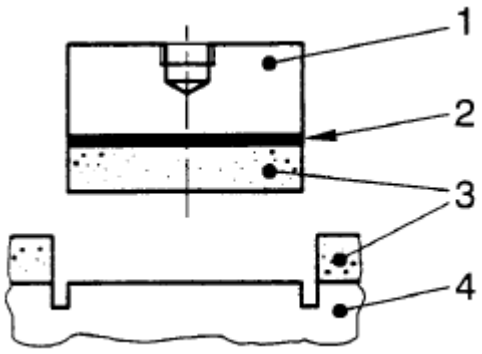
Çekme işlemi numuneler 28 gün bekledikten sonra yapılmıştır. Yapışma dayanımı, kopma yükünün kesit alanına bölünmesi ile bulunmuştur.

fu Yapışma dayanımı (N / mm2).

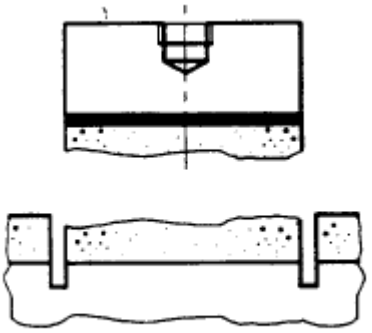
Fu Kopma yükü (N).

A Silindir şekilli numunenin yük uygulanan alanı (1962,5 mm^2).

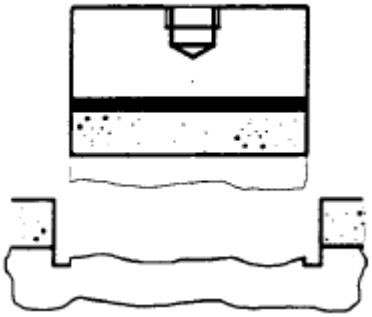
$$fu = Fu / A \quad \textbf{(4.2)}$$



Şekil 4.7: Kopma şekli A (Adezyon kopması). 1-Çekme başlığı 2-Epoksi reçine 3-Harç 4-Alt tabaka.



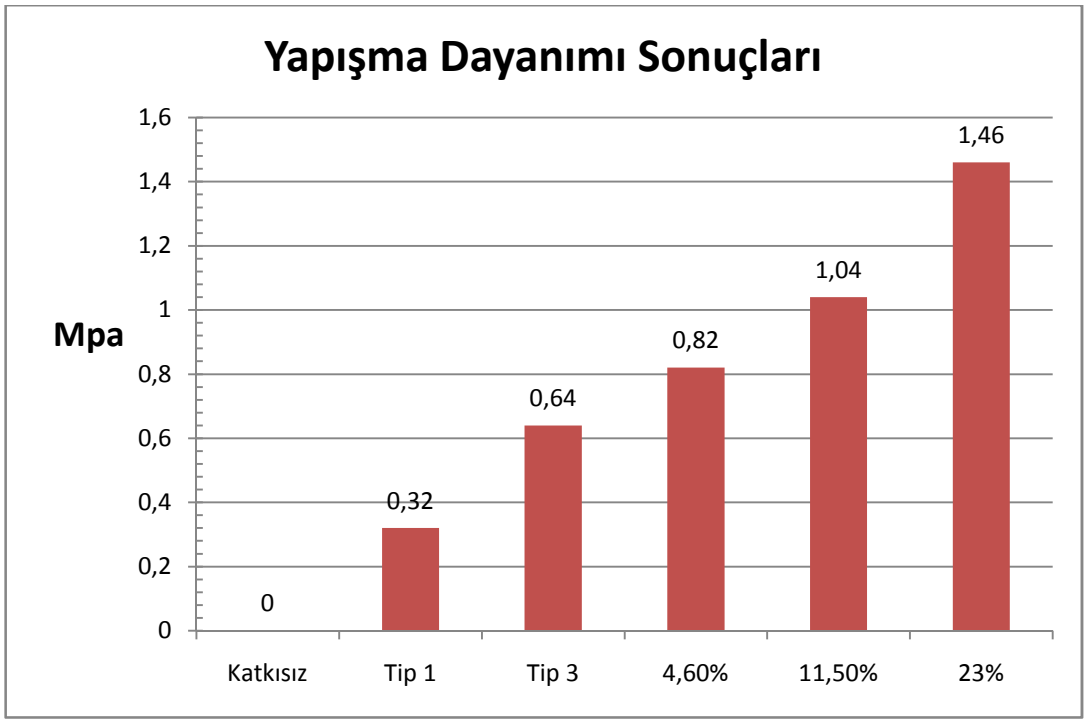
Şekil 4.8: Kopma şekli B (Kohezyon kopması).



Şekil 4.9: Kopma şekli C (Kohezyon kopması).

Çekme işlemi yapıldıktan sonra kopma şekli incelenmiş ve belirtilmiştir. Kopma şekli, yapışma dayanımının değeri ile de değerlendirme vermiştir. Üç şekilde kopma tanımlanmıştır; birinci kopma şekli ara yüzeydendir bu durumda deneyde bulunan değer kopma dayanımına eşittir, ikinci kopma şekli üst harcın içinden ayrılması bu durumda yapışma dayanımı deneyle bulunan değerden daha büyüktür, üçüncü kopma şekli alt tabakadan kopma bu durumda yapışma dayanımı bulunan değerden daha büyüktür.

Lineer polimerlerin butadiene grubunda olan lateks (strien bütadien-SBR) amorf bir yapıya sahiptir. Amorf yapılı polimerlerde uzun ve karışık yapılı zincirlerin komşuları ile uyum sağlayıp düzenli yapı meydana getirmeleri çok zordur. Bir lineer polimerin genel görünüşü pişmiş makarnayı andırır, zincirleri birbiri ile dolaşmış halde bulunur. Basit çekme etkisinde bu zincirler uzayarak ve birbirleriyle nispeten paralel konuma geçer ve yük arttırıldıkça birbirleri üzerlerinde tutunarak ve kayarlar.



Şekil 4.10: Yapışma dayanımı sonuçları grafiği.

Yapışma dayanımı deney sonuçlarında katkısız olarak alt betonun üzerine dökülen ve ara yüzeye hiçbir işlem uygulanmayan numunelerden herhangi bir sayısal değer alınamamıştır. Bu da katkısız olarak yapılmış numunelerin yapışmasının çok az olmasından meydana gelmektedir. Deney sonuçları incelendiğinde harcın içine katılarak uygulanan numunelerde ara yüzeye uygulanan numunelere göre oldukça büyük bir yapışma dayanımı artışı vardır. Lateks miktarı harç içinde arttırıldıkça da bu yapışma dayanımı lineer olarak artmaktadır.

4.4.3 Eğilme – basınç deneyi

Eğilme-basınç deneyi TS EN 1015-11 de belirtildiği gibi yapılmıştır. [33].

Katkısız, %4,6 lateks katkılı, %11,5 lateks katkılı, % 23 lateks katkılı harçlar 160x40x40 mm ebatlarındaki prizma şekilli kalıplara 3 er adet olmak üzere doldurulmuş, 2 gün sonra kalıptan çıkarılmış, standartta belirttiği koşulda kürlenmiştir.

Kürlenmesi tamamlanmış ve 28 gün olmuş numuneler eğilme aletine yerleştirilip eğilme deneyi yapılmıştır. Deney aletinde alt mesnetler arasındaki mesafe 100 mm dir.

Yapışma dayanımı formulü 4.3 de belirtilmiştir.

$$f = 1{,}5 \times \frac{\square\,\square\,\square}{\square\,\square\,\square^{2}} \qquad \textbf{(4.3)}$$

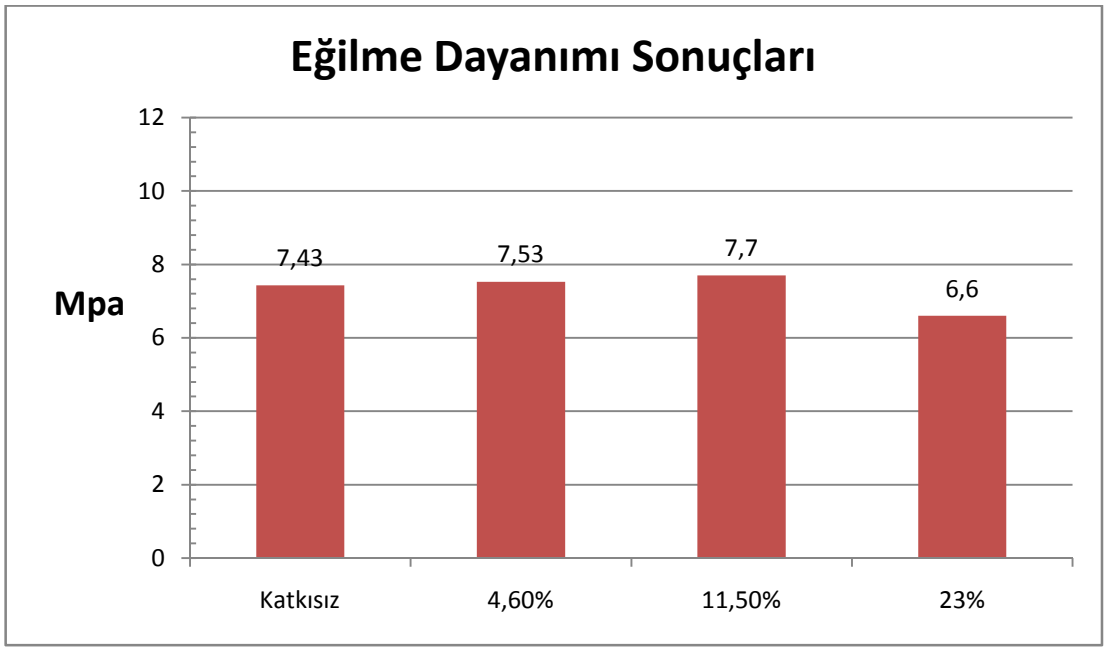
f : Eğilme dayanımı.

F: Numuneye uygulanan en büyük kuvvet.

L: Mesnet silindirlerin eksenleri arasındaki mesafe.

b: Numune genişliği.

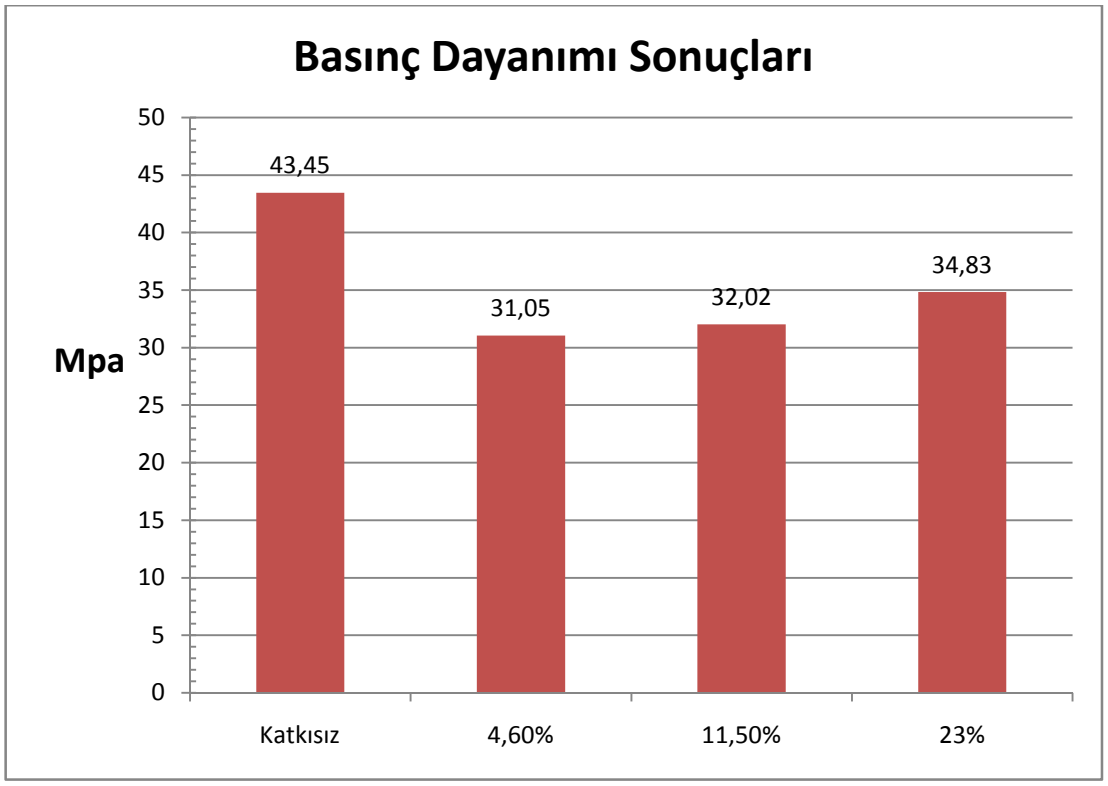
d: Numune yüksekliği.



Şekil 4.11: Eğilme dayanımı sonuçları.

Eğilme deneyinde 2 parçaya bölünen numuneler daha sonra basınç testine tabi tutulmuştur. Her bir harç ürün grubu için altı adet basınç deney numunesi kullanılmıştır. Basınç dayanımı için kuvveti etkidiği alan 1600 mm2 alınmıştır.

Basınç dayanımında, katkısız harcın lateks katılmış harçlara göre 28 günlük basınç dayanımının daha yüksek olduğu gözlemlenmiş ve lateksli harçların da lateks oranı arttıkça basınç dayanımının arttığı, fakat katkısız harç değerine ulaşamadığı gözlemlenmiştir.



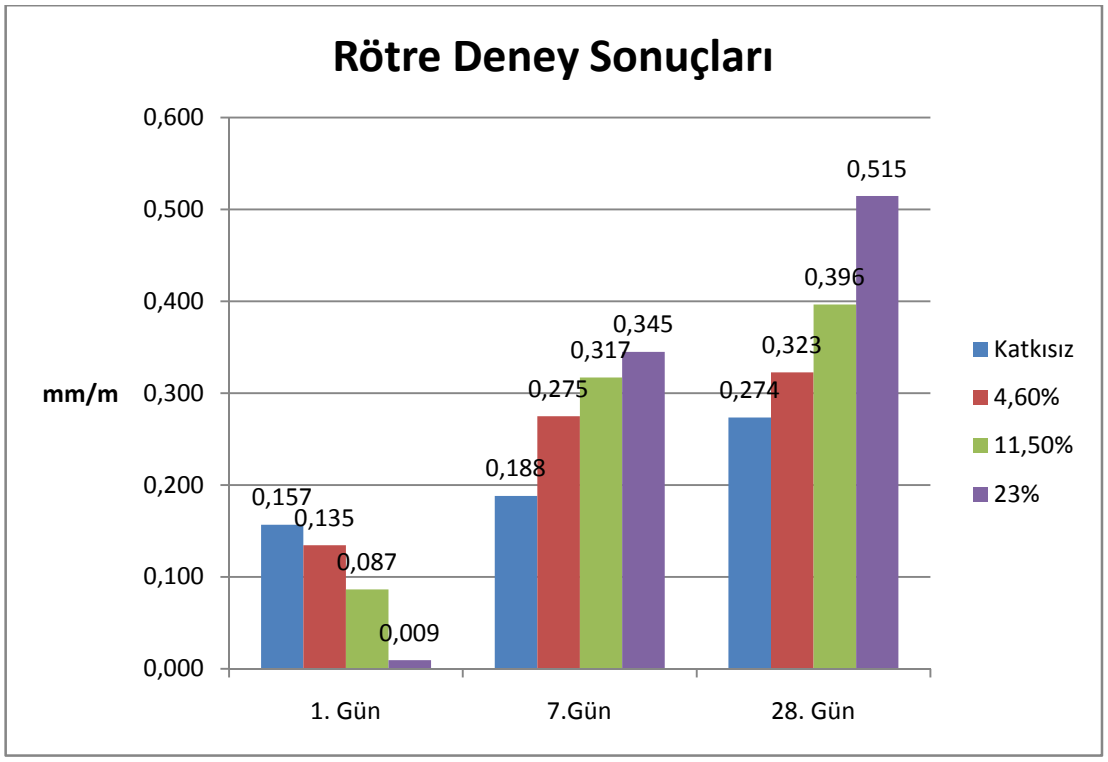
Şekil 4.12: Basınç dayanımı deney sonuçları.

4.4.4 Rötre deneyi

Rötre deneyinde katkısız ve belirli oranlarda lateks katılmış harçlar 25x25x285 milimetrelik kalıplara üçer tane numune olmak üzere okuma pimleri ile koyulmuş ve numuneler 2 gün kalıpta 20 derece sıcaklık ve %95 bağıl nemli ortamda bekletilmiştir. Kalıptan çıkarıldıktan sonra %65 bağıl nemli ortamda bekletilmiştir. 1-7-28 günlük okumalar yapılmış ve boy değişimleri yoluyla rötre miktarı hesaplanmıştır.

Rötre okumaları komperatör ile yapılmıştır. Her okuma öncesi komperatör korelasyon kontrolü yapılmıştır. Rötre değeri boy değişiminin ilk boy değerine bölünmesiyle elde edilir.

.



Şekil 4.13: Rötre deney sonuçları.

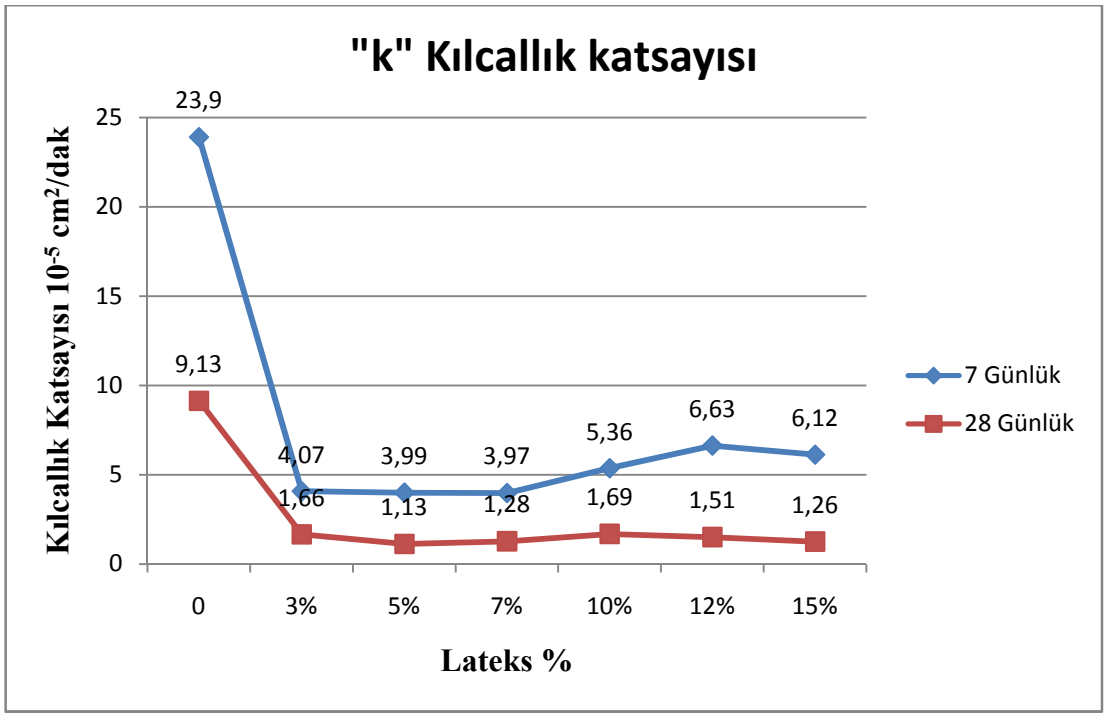
4.4.5 Kılcallık deneyi

Kılcallık deneyinde her harç numunesinden ikişer adet olmak üzere numune alınmış 7 ve 28 günlük kürleme işlemlerinden sonra numunenin etrafı parafin sürülerek sadece alt yüzeyinden su emmesi sağlanmıştır. Deneyde kullanılan taban alanı 44,15 cm^2 olarak hesaplanmıştır. Kılcallık katsayısı 7 ve 28 günlük harçlarda hesaplanmıştır.

Kılcallık katsayısı aşağıda verilen denklem yardımıyla bulunmuştur

$$q^2 = k \; x \; t \qquad \textbf{(4.4)}$$

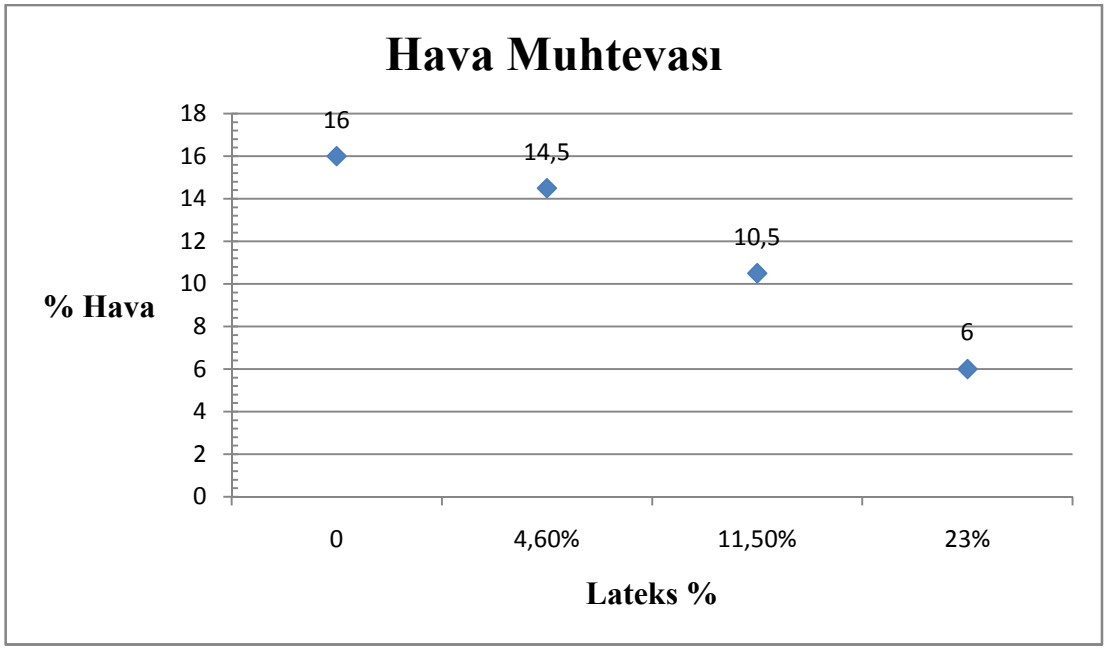
Burada q birim alandan emilen su miktarı (cm^3/cm^2), k kılcallık katsayısı (cm^2/dakika), t zamanı (dakika) belirtir.



Şekil 4.14: Kılcallık katsayısı değişimi.

4.4.6 Hava muhtevası tayini

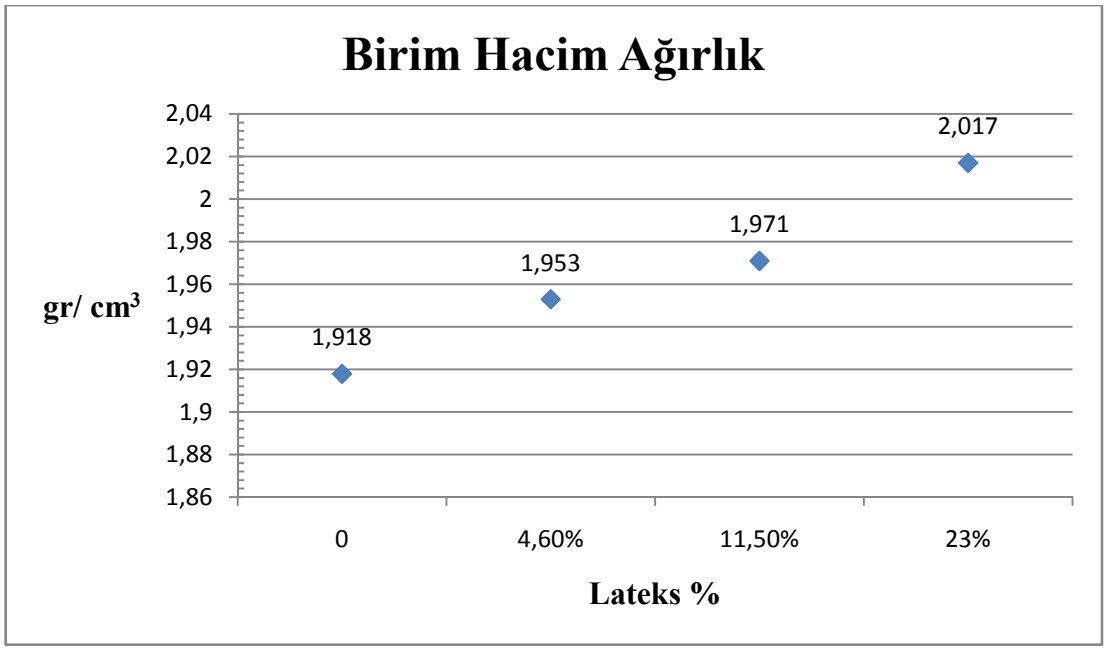
Değişik oranlarda lateks içeren harçlar yapıldıktan sonra hava muhtevası ölçüm kabına 2 tabaka halinde TS EN 1015-7 ye uygun olarak yerleştirilmiştir. Gerekli şişleme ve düzeltmelerden sonra kalıba tam olarak yerleştirilmiştir. Daha sonra cihazda okumalar yapılmıştır. [35].



Şekil 4.15: Hava muhtevası deney sonuçları.

4.4.7 Birim hacim ağırlık tayini

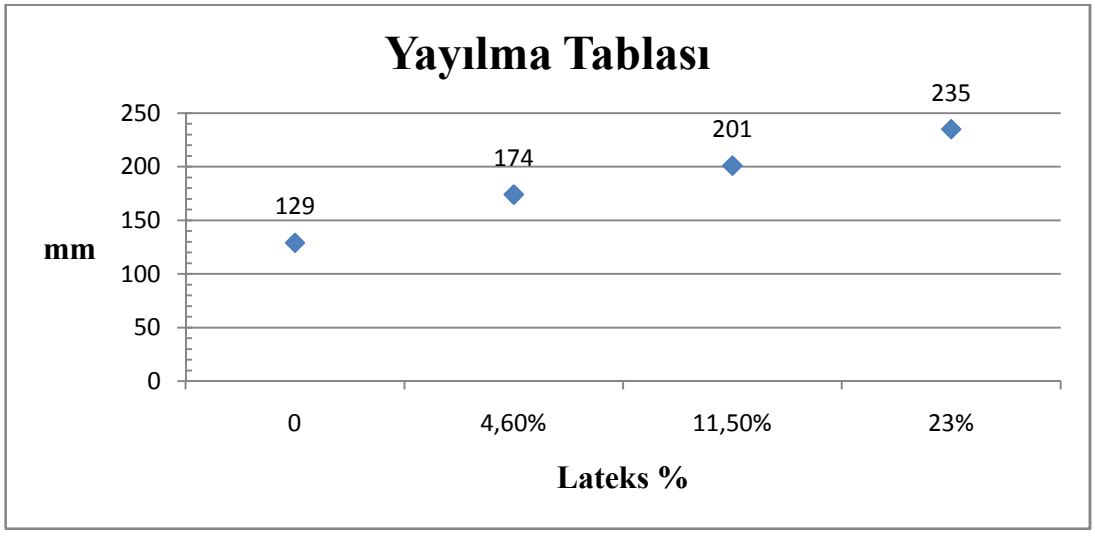
Deneyde hacimi önceden belirlenmiş hava muhtevası kabının içine değişik oranlarda lateks katılmış taze harçlar standartlarda belirtildiği şekilde yerleştirilip ağırlığı ölçülmüştür. Kabın hacmi 1002,94 ml olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.16: Birim hacim ağırlık değişimi.

4.4.8 Yayılma tablası deneyi

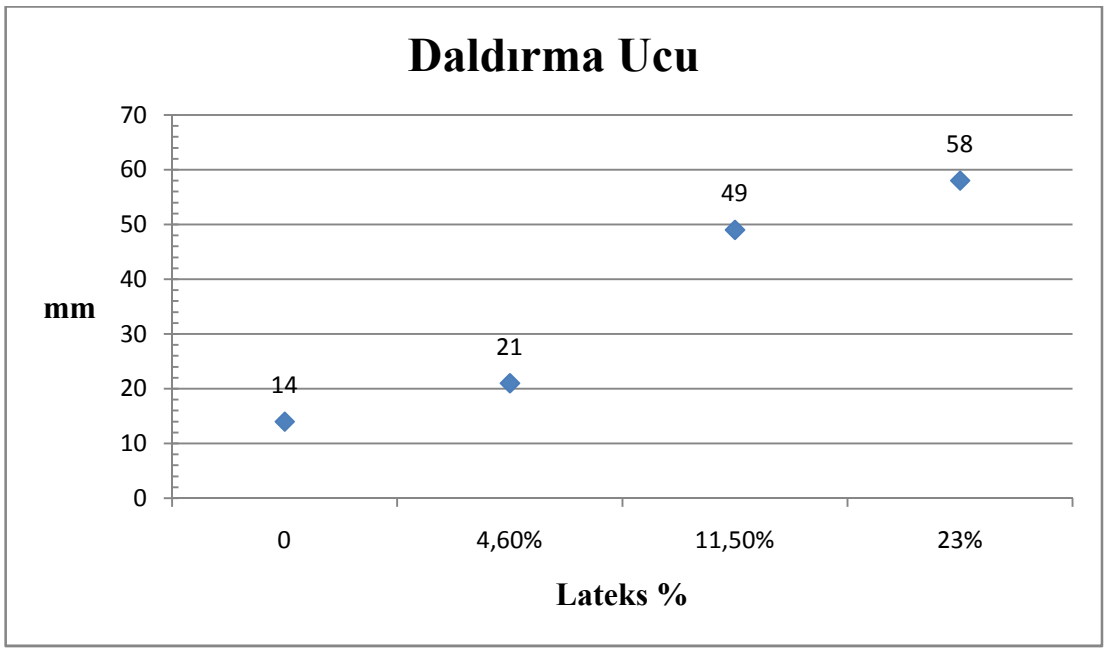
Yayılma tablası deneyi TS EN 1015-9 'da tarif edildiği gibi yapılmıştır. Yarı konik kalıp şişlenerek doldurulduktan sonra 15 düşüş yapılmış ve yayılma miktarı ortalama alınarak ölçülmüştür.



Şekil 4.17: Yayılma tablası sonuçları.

4.4.9 Daldırma ucu deneyi

TS EN 1015-4 ‘e tarif edildiği gibi taze harçlar üretildikten sonra daldırma ucu kabı 2 seferde 10 ar defa şişlenerek yerleştirilmesinden sonra yerleştirilerek daldırma ucu aletinin belirli mesafeden serbest düşüşü yapılır ve harcın içine ne kadar girdiği kaydedilir. [34].



Şekil 4.18: Daldırma ucu deney sonuçları.

5. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Yapıların üretilmesi esnasında karşılaşılan en önemli sorunlardan biri olan brüt yüzeylere harç uygulamaları için kullanılan lateks katkılarının en performanslı uygulama yönteminin belirlenmesi için çalışma yapılmıştır.

Yapılan deneylerde lateks katkısı olarak SBR (stiren butadien lateks) kullanılmıştır. Katkısız kullanılan harçta ise işleme akışkanlığına getirebilmek için FFN akışkanlaştırıcı katkı kullanılmıştır.

Çalışmada, standartlar çerçevesinde lateks katkılar ele alınmış ve değişik uygulama yöntemleri denenmiştir. Değişik uygulama metodlarından en performanslısı seçilerek harç içindeki mekanik ve fiziksel değişiklikler araştırılmıştır.

Lateks sistemlerde eğik yüzey yapışma dayanımı tayini

- Değişik katkı üreticileri ile yapılan denemede çok değişken sonuçlar çıktığı gözlemlenmiştir. Sonuçlara bakıldığında uygulama yöntemlerinden özellikle iyi performans veren biri gözlemlenememiştir. En iyi sonucu katkısız olarak yapılan uygulama vermiştir, diğer uygulamalarda belirli bir dağılım gözlemlenememiştir. Uygulama metodlarında dağınık dağılım olmasının nedeni, ara yüzeye uygulanan kumlama işlemi ve değişik kürleme koşulları olduğu düşünülmektedir. Kumlama işlemi sırasında hernekadar aynı süre, aynı kum taneleri ile yapılsa da eliptik yüzeylerde farklı pürüzlülüğe neden olmuştur. Ayrıca lateks katkı üreten üreticiler pürüzlü yüzeylerde lateks uygulamalarını önermemektedirler.

- Katkı üreticilerinden biri seçilerek, aynı kürleme şartlarında ve ara yüzey kumlanmadan yapılan denemelerde ise, Tip 1, Tip 2, Tip 3 uygulamaları birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Harç içine belirli bir oranda karıştırılarak yapılan denemede ise lateks uygulamaları arasında en yüksek dayanım elde edilmiştir. Katkısız olarak deneme yapılan harcın dayanımı ise en yüksek çıkmıştır. Kumlama yapılmadan elde edilen sonuçların daha güvenilir olduğu düşünülmektedir. Lineer polimer olan lateks katkıların amorf bir yapıya sahip olduğu bilinmektedir.

Kayma kuvveti etkisinde düşük kuvvetler altında şekil değiştirmeye başlayan lateks sistemleri bağlayıcı özelliği olan harç ve çimentodan daha erken şekil değiştirmeye başlayarak çimentonun tutuculuğu bittiği noktada şekil değiştirmeyi sürdürerek numunelerin daha az kuvvet altında kırılmasına sebep olmaktadır. Uygulama yöntemlerinden ara yüzeye lateks sürme metodları ile ara yüzeydeki şekil değiştirmenin daha az kuvvetler altında başlamasına sebep olduğu için eğik yüzey yapışma dayanımı daha düşük çıkmıştır. Harcın içine karıştırma işleminde ise ara yüzeyde lateks çok ince bir film tabakası şeklinde kaldığı için daha yüksek kayma kuvvetlerine dayanmış ve eğik yüzey yapışma dayanımı daha yüksek çıkmıştır.

Yapışma dayanımı tayini

- Çekme etkisinde lateks uygulamalarının davranışını incelemek amacıyla yapılan deneylerde, harcın içine lateks katılarak yapılan uygulamaların daha iyi sonuçlar verdiği ve harcın içine katılan lateks oranı arttıkça yapışma dayanımının arttığı gözlemlenmiştir. Katkısız olarak yapılan numuneler ise sayısal değer alınamadan kopmuştur. Ara yüzeye katman olarak uygulanan sonuçlar ise çok daha düşük çıkmıştır.

- Amorf yapıya sahip olan basit çekme kuvveti etkisinde birbiri ile dolanmış lateksin karışık haldeki zincirleri parallel konuma geçer ve birbirleri ile tutunarak çekme dayanımını arttırırlar. Çekme kuvveti etkisinde harç içine katılan lateks harcın çekme kuvveti altındaki performansı, ara yüzeye uygulanan lateksten daha yüksek yıkmıştır.

Eğilme-basınç dayanımı

- Değişik oranlarda lateks katılarak yapılan harçların eğilme dayanımı lateks miktarı arttıkça az da olsa artmış, fakat belirli bir orandan sonra düşmüştür. Lateks katkıların eğilme dayanımı üzerinde önemli bir etkisi olmadığı söylenebilir.

- Değişik oranlarda lateks katılarak yapılmış harçların basınç dayanımı lateks oranı arttıkça düşük seviyelerde olarak artmıştır, bunun nedeni lateks oranı arttıkça harcın içindeki boşluk oranının azalmasıdır. Lateksli harçların basınç dayanımı latekssiz yapılan, katkısız harçtan daha düşüktür. Bunun nedeni ise, harcın içinde lateksin, film tabakası şeklinde bir bağ oluşturması ve çimentonun bağlayıcı yüzeyini azaltması olarak yorumlanabilir.

Rötre deneyi

- Lateksin harç içerisinde boşlukları doldurarak su ile dolu olan boşlukları çevreleyerek harç içerisindeki suyun daha geç buharlaşmasına sebep olduğu bilinmektedir.

- Harç içindeki lateks miktarı arttırıldıkça harcın içindeki suyun buharlaşmasını geciktirdiği için numunelerin kalıptan çıkarıldığı ilk günler rötre miktarı katkısız harca göre oldukça düşmesine ve lateks miktarına bağlı olarak da düşmesine rağmen lateksin su tutuculuğu bittikçe rötre miktarı artmış ve ilerleyen günlerde lateksli harcın rötre miktarı lateks miktarı arttıkça artmıştır. Katkısız harca göre rötre miktarı oldukça yüksektir.

- Lateks katkılı harçların rötre miktarlarının normal harçlara göre daha yüksek olduğu bilinmektedir, bunu önlemek için polimerin içine etilen katılabilir.

Kılcallık deneyi

- Lateks katkılı harçların su geçirimliliğinin ve kılcallığının düşük olduğu bilinmektedir. Deney sonuçları da bunu doğrulamıştır. Lateks katkılı harcın kılcallık katsayısı normal harcın kılcallık katsayısına göre oldukça düşüktür. Kılcallık katsayısında, lateks miktarı arttırıldıkça önemli bir değişme olmadığı gözlemlenmiştir.

Hava muhtevası deneyi

- Lateks katkılı harçların hava sürükleyici bir özelliği olduğu bilinmektedir, fakat bu deneyde kullanılan katkıların bileşiminde hava sürüklemeyi önleyici ve köpürmeyi önleyici katkılar olması sebebiyle latekslerin hava sürükleyici özelliği etkili olmamıştır. Lateks miktarı arttırıldıkça hava muhtevasının düştüğü gözlemlenmiştir. Dolayısıyla lateks miktarı arttırıldıkça harçlardaki düşük de olsa basınç dayanımı artışını da açıklamaktadır.

Birim hacim ağırlık

- Harçlarda yapılan deneylerde lateks miktarı arttırıldıkça birim hacim ağırlığın arttığı gözlemlenmiştir. Birim hacim ağırlığın artmış olması hava muhtevasının azalması sebebiyle boşluğun yerini su ve lateks doldurmuştur. İki deney sonucu birbiri ile bağlantılıdır ve birbirini doğrular niteliktedir.

Yayılma tablası deneyi

- Lateks miktarı arttırıldıkça harcın akışkanlık kıvamının arttığı bilinmektedir. Yapılan deneylerde de harcın içine koyulan lateks miktarı arttırıldıkça harcın işlenebilir kıvamı oldukça artmıştır.

Daldırma ucu deneyi

- Harcın içine katılan lateks miktarı arttıkça daldırma ucu deneyi değerleri de artmıştır. Bu deney harcın işlenebilirliği ile ilgili olduğu için yayılma tablası deneyini doğrular niteliktedir. Latekslerin harçların akışkanlık kıvamını arttırması önemli ve olumlu bir özelliğidir, bu sayede harca daha az su katılarak dayanımını arttırmak mümkün olabilir.

Lateks katkıların harç içinde uygulama yöntemi ve performansları ile ilgili çalışma yapılmış ve sonuç olarak lateks katkıların en iyi performansı harcın bileşimine katılarak olduğu sonucuna varılmıştır. Harç içinde kullanırken en önemli olarak dikkat edilmesi gereken harcın rötre değerini önemli ölçüde arttırmasıdır. Harcın rötresi önemli ölçüde arttığı için görsel önemi olan yerlerde harcın son kat sıva olarak kullanmak yerine ara katman sıva olarak kullanmak daha olumlu sonuç vermektedir. Ayrıca harcın dış cephelerde uygulanması incelenmeli ve ısıl iletkenlik ve dış etkenlere (güneş ışığı gibi) maruz kaldığı zaman davranışlarının irdelenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

[1] **Akın, A.,** 1997. Yapı Kabuğundaki Dış Sıva Hasarlarının Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[2] **Akman, S.,** 1990, "Yapı Malzemeleri", İTÜ İnşaat Fakültesi, İstanbul.

[3] **Arıoğlu, E.,** Arıoğlu N., Yılmaz A. O., 1999, Çözümlü Beton Agregaları Problemleri, Evrim Yayınevi, İstanbul.

[4] **ASTM C1059-99**, Standard Specification for Latex Agents for Bonding Fresh To Hardened Concrete.

[5] **ASTM C1042-99**, Standard Test Method for Bond Strength of Latex Systems Used With Concrete By Slant Shear.

[6] **ASTM C109/C 109-M**, Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)

[7] **ASTM C 192,** ASTM C192/C192M-05 Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory

[8] **ASTM C778,** Standard Specification for Standard Sand.

[9] **ASTM C150**, Standard Specification for Portland Cement.

[10] **ASTM C305-06**, Standard Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency.

[11] **Babadağ, Y.,** 2008. Kimyasal Katkıların Sıva Harçları Üzerindeki Etkileri, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[12] **Baradan B.** Ege Üniversitesi Yapı Malzemesi Ders Kitabı.

[13] **Bayındırlık Bakanlığı,** 1988. Yapı İşleri Birim Fiyat Tarifleri, Ankara.

[14] **Ceran, A.,** 2008. Polimer Esaslı Lateks Katkının Çimento Harç Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.

[15] **Doğu, E.,** 1993, Polimer Katkılı Çimento Betonları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[16] **Dr. Bilge A. N., Dr Gürkan E.,** 1975. Çağlayan Kimya Sözlüğü, İstanbul.

[17] **Erdoğan N.,** 2005. Çimento Harçlarının Niteliklerinin İyileştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi,* İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[18] **Eriç, M.,** 2002. Yapı Fiziği ve Malzemesi, Kazmaz Matbaası, İstanbul.

[19] **Hasol D.,** 1993. "Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü", YEM, İstanbul.

[20] **İşözen H,** 1991. Sıva ve Alçı I, *Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri*, YEM, İstanbul

[21] **Kafesçioğlu R,** 1984**.**Cephe Kaplama Malzemeleri ve Doğramaları Semineri, *Yapı Endüstri Merkezi*, İstanbul

[22] **Mavi Ö**, 2002. Kireç Harç ve Sıvaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[23] **Orton A.,** 1986. "Structural Design of Masonary", New York.

[24] **Popovics, S.,** 1992. Concrete Materials, Noyes Publications, New Jersey.

[25] **Prof. Dr. Çataltaş İ.,** 1985. "Kimyasal Proses Endüstrileri", İstanbul.

[26] **Prof. Dr. Gürdal E., Doç. Dr. Karagüler M. E.,** Yüksek Lisans Yapı Korunumu ve Yapı Hasarları Ders Notları, İstanbul

[27] **Prof. Dr. Gürdal E, Prof. Dr. Ersoy H.Y,** 1987. Boya ve Sıva Kaplama Kursu Notları, YEM, İstanbul

[28] **Prof. Dr. Eriç M., Prof. Dr. Gürdal E., Prof. Dr. Toydemir N., Doç. Dr. Ersoy H.Y.,** 1989. Yapı Fiziği Açısından Cephe Kaplamaları Sorunları ve Çözüm Yolları I, *Dizayn Konstrüksiyon*, 47s.

[29] **Prof. Dr. Onaran K.,** 1995. Malzeme Bilimi. İstanbul.

[30] **Sıva İşleri Uygulamaları,** Alsecco İnş. Ve San. Tic. A.Ş.

[31] **Sika Yapı Kimyasalları A.Ş.,** Katkı Malzemeleri Kataloğu.

[32] **TS 1481,** 1988. Sıva Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

[33] **TS EN 1015-11**/Ekim2000, Sertleşmiş Harcın Basınç ve Eğilme Dayanımı Tayini.

[34] **TS EN 1015-12**/Ekim2000, Sertleşmiş Sıvanın Alt Tabakaya Yapışma Dayanımı Tayini.

[34] **TS EN 1015-4**/Ekim2000, Taze Harç Kıvamının Tayini.

[35] **TS EN 1015-7**/Ekim2000, Taze Harcın Hava Muhtevası Tayini.

[36] **TS EN 934–2**, 2002. Kimyasal katkılar - Beton, harç ve şerbet için - Bölüm 2: Beton katkıları – tarifler ve özellikler, uygunluk, işaretleme ve etiketleme, *Türk Standartları Enstitüsü,* Ankara.

[37] **TS EN 998-2**/Nisan 2003, Kagir Harcı Özellikleri.

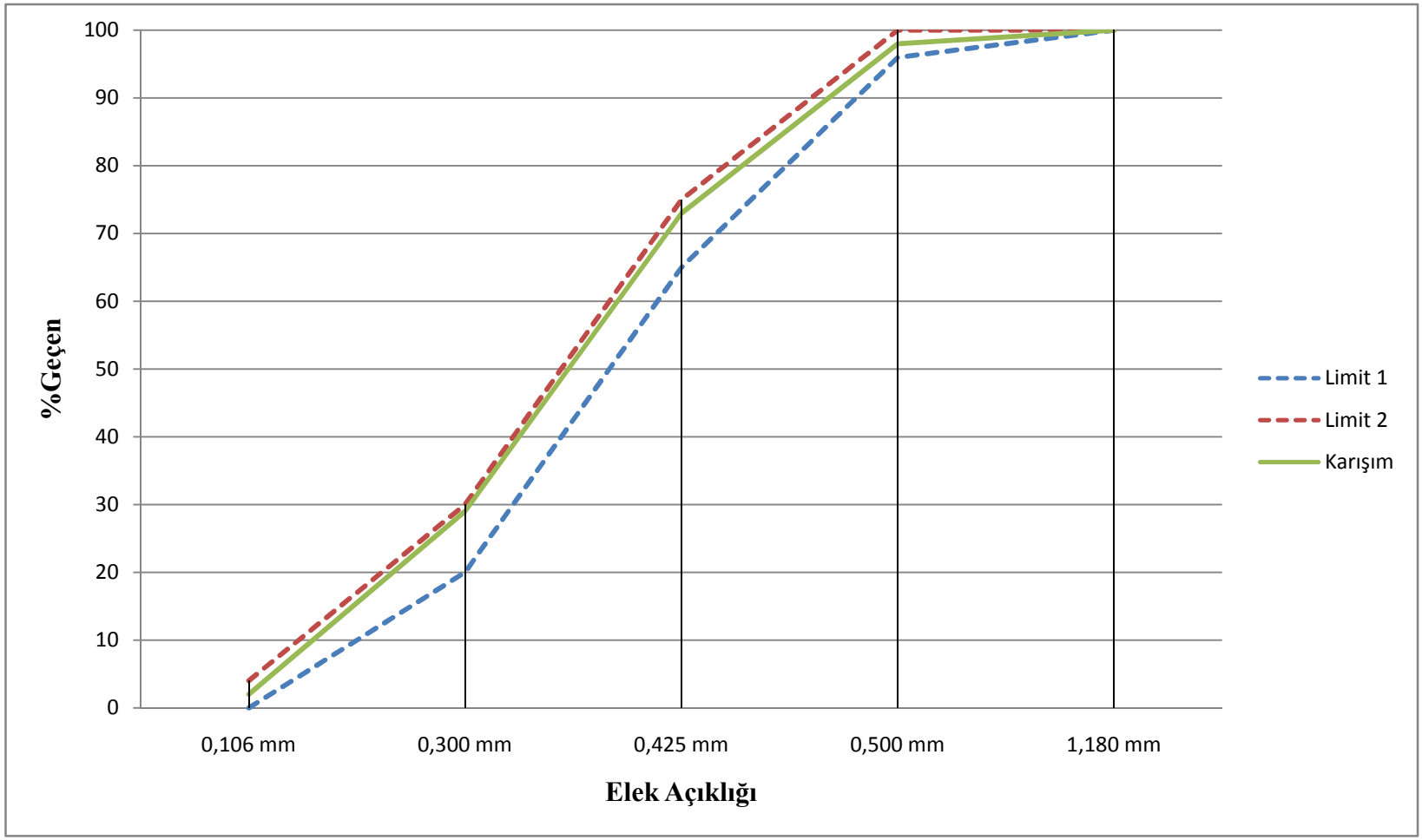
[38] **Url** <*http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/ctus/11_e.html*>, alındığı tarih 10.02.2009

EKLER

EK A : Seçilen Kum

Çizelge A.1 : Kum için seçilen karışım değerleri.

	Elek Açıklığı	0,106 mm	0,300 mm	0,425 mm	0,500 mm	1,180 mm
Elekten geçen %	Limit 1	0	20	65	96	100
	Limit 2	4	30	75	100	100
	Karışım	2	29	73	98	100



Şekil A.1 : Kum granülometri eğrisi.

Çizelge A.2 : Kum karışım oranları.

	Kum Cinsi				
Elek Açıklığı (mm)	38-42 AFS	60-70 AFS	0,425 Kum	0,300 Kum	Karışım
1,18	100	100	100	100	100
0,500	96	100	100	100	98
0,425	90	99	0	100	73
0,300	21	93	0	0	29
0,106	1	7	0	0	2
Pan	0	0	0	0	0
Karışım Yüzdesi	50	20	22	8	100

EK B : Lateks Katkı



Şekil B.1: Lateks katkısı.

EK C : Harç Karışım Oranları

Çizelge C.1 : C 109/C 109M Harç karışım oranları.

	6 Adet Numune İçin	9 Adet Numune İçin
Çimento (gr)	500	740
Kum (gr)	1375	2035

Çizelge C.2 : Yayılma tablası sonuçlarına göre seçilen su miktarı.

Su Miktarı (gr)	Yayılma (mm)
272	157
260	149
243	123
240	121
230	112

Çizelge C.3 : 75mm-150mm silindir ön beton basınç dayanımları.

Numune No	Basınç Dayanımı (MPa)	Ortalama Basınç Dayanımı (MPa)
1	47,5	
2	42,5	45,7
3	47,0	

EK D : Karıştırma Aleti



Şekil D.1: Zwick / Roell karıştırma aleti.

EK E : Eğik Yüzey Yapışma Dayanımı Deneyi



Şekil E.1: 75mm-150mm silindir numune kalıbı.



Şekil E.2: Yarı silindir kalıp (Dummy section).



Şekil E.3: Kumlanmış yarı silindir numuneler.



Şekil E.4: Hazırlanmış eğik yüzey yapışma numuneleri.

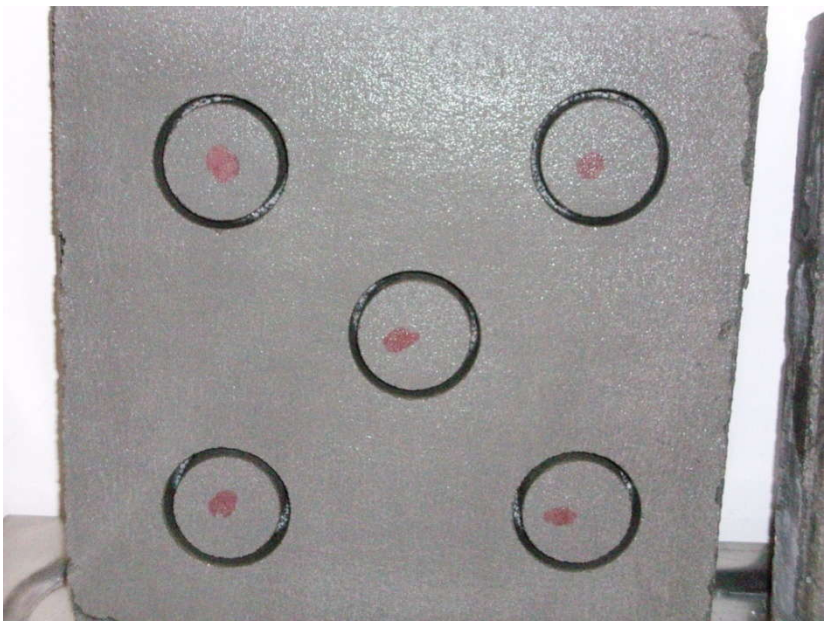
Çizelge E.1 : ASTM C 1059-99 tip1 ve tip2 lateks kıstasları.

Lateks	Yapışma Dayanımı Minimum (Mpa)
Tip 1	2,8
Tip 2	8,6

EK F : Yapışma Dayanımı Deneyi



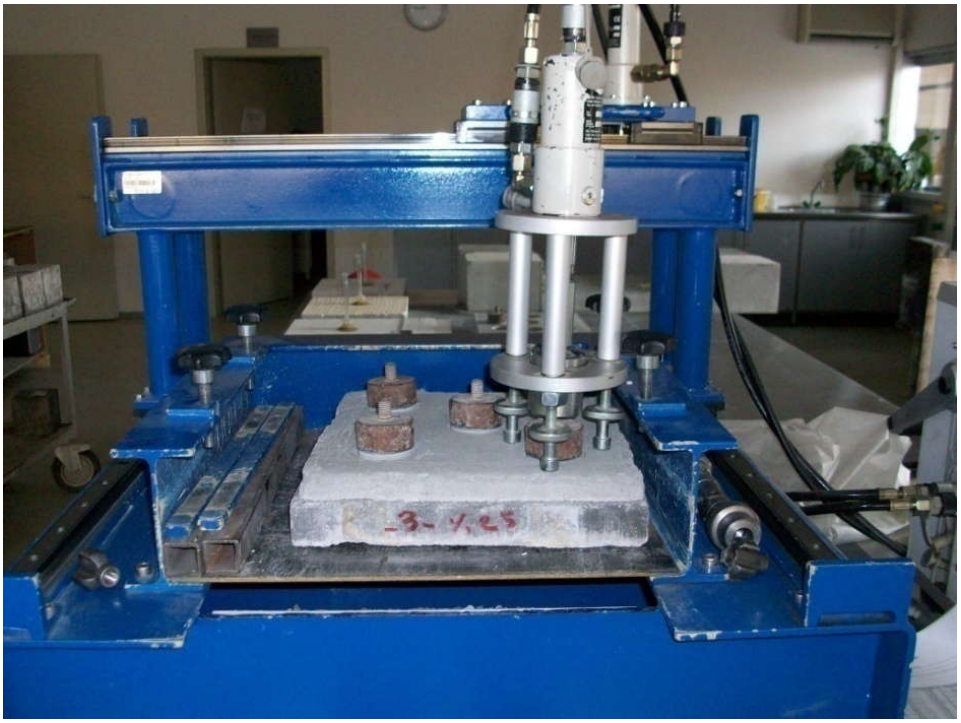
Şekil F.1: Karot alma işlemi.



Şekil F.2: Karot alınmış numuneler.



Şekil F.3: Epoksi reçine ile yapıştırılmış başlıklar.



Şekil F.4: Yapışma dayanımı test cihazı.

Çizelge F.1 : Yapışma dayanımı sonuçları ve kopma şekli.

Uygulama Adı	Yapışma Dayanımı (MPa)	Ortalama Yapışma Dayanımı (MPa)	Kopma Şekli
Katkısız	-	-	-
Tip 1	0,25 0,31 0,34 0,34 0,34	0,32	A
Tip 3	0,70 0,62 0,68 0,40 0,79	0,64	A
% 4,6	0,70 0,95 0,75 0,86 0,82	0,82	A
% 23	0,67 1,07 0,77 1,37 1,31	1,04	B
% 11,5	1,56 1,45 1,27 1,22 1,80	1,46	B

EK G : Eğilme Basınç Deneyi



Şekil G.1: 160x40x40 mm prizma kalıplar.



Şekil G.2: Eğilme deneyi aleti.

Çizelge G.1 : Eğilme dayanımı deney sonuç çizelgesi.

Uygulama Şekli	**Eğilme Dayanımı (MPa)**	**Ortalama Eğilme Dayanımı (MPa)**
Katkısız	7,6	7,43
	7,4	
	7,3	
%4,6	8	7,53
	7,6	
	7	
%11,5	7,4	7,70
	8,0	
	7,7	
%23	6,3	6,6
	6,5	
	6,6	



Şekil G.3: Basınç dayanımı deney aleti.

EK H : Rötre Deneyi



Şekil H.1: Rötre numuneleri ve kürlenmeleri.



Şekil H.2: Komperatör ile rötre okumaları.

EK I : Hava Muhtevası Deneyi



Şekil I.1: Hava muhtevası deney aleti.

EK J : Birim Hacim Ağırlık Deneyi



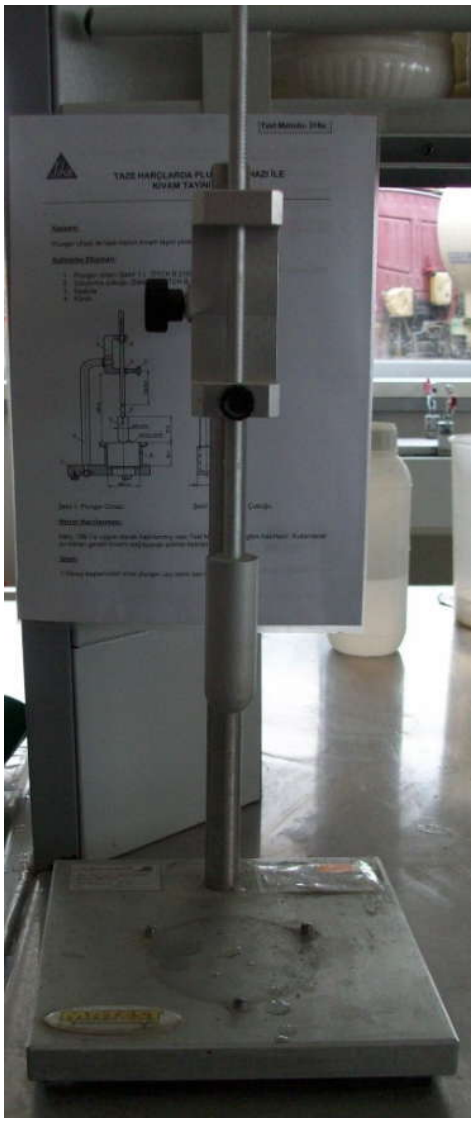
Şekil J.1: Birim hacim ağırlık deneyinin yapılışı.

EK K: Yayılma Tablası Deneyi



Şekil K.1: Yayılma tablası deney aleti.

EK L: Daldırma Ucu Deneyi



Şekil L.1: Daldırma ucu deney aleti.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Giresun ‘da doğan Bilkur BAŞ eğitim hayatına Kocaeli ‘nde başlamıştır. Orta öğretimini Gebze Anadolu Lisesi, lise öğretimini Burak Bora Anadolu Lisesinde bitirdikten sonra 1998 yılında Kocaeli Üniversitesi inşaat mühendisliği programına başlamıştır. 2004 güz yarıyılında inşaat mühendisliğini bitirdikten sonra özel bir firmada kontrol mühendisi olarak çalışmaya başlamıştır. 2005 yılı güz yarıyılında İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Yapı Malzemeleri Anabilim Dalı ‘nda yüksek lisans yapmaya hak kazanmıştır. Daha sonra iki ayrı şirkette şantiye şefi olarak çalışmaya devam edip halen şantiye şefi olarak çalışmaktadır.