

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KİMYASAL KATKILARIN SIVA HARÇLARI
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Yücel BABADAĞ

Anabilim Dalı: İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Programı: YAPI MÜHENDİSLİĞİ

OCAK 2009

**KİMYASAL KATKILARIN SIVA HARÇLARI
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Yücel BABADAĞ
(501051130)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 20 Ocak 2009**

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Yılmaz AKKAYA
Diğer Jüri Üyeleri: Prof.Dr. Mehmet Ali TAŞDEMİR
Doç.Dr. Nabi YÜZER (YTÜ)

OCAK 2009

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans tez çalışmalarına fikirleriyle yön veren ve desteğini esirgemeyen danışmanım ve hocam Doç. Dr. Yılmaz Akkaya'ya, tüm laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan, Sika Yapı Kimyasalları A.Ş.'den Sayın Nazmiye Parlak, Sayın Barış Özer ve laboratuvar görevlisi tüm çalışanlara yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca tüm hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen aileme ve özellikle anneme minnetlerimi sunarım.

Aralık 2008

Yücel Babadağ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL TANIMLAR	3
2.1. Harç	3
2.1.1. Yapıdaki Kullanım Yerlerine Göre Harçlar	4
2.1.2. Bağlayıcı Çeşidine Göre Harçlar	4
2.2. Harçların Özellikleri	4
2.2.1. Harçların Üretim Yöntemi	4
2.2.2. Harçlarda Bulunması Gereken Özellikler	4
2.2.2.1. Mekanik Mukavemet	5
2.2.2.2. Doluluk	5
2.2.2.3. Geçirimsizlik	5
2.2.2.4. Aderans	5
2.2.2.5. Hacim Değişikliği	6
2.2.2.6. Dış Etkilere Dayanıklılık	6
2.2.3. Harcın Dayanıklılığı	6
2.2.3.1. Yağışlar Güneş Rüzgâr	7
2.2.4. Yapıdaki Kullanımı Yeri ve Amacı	9
2.3. Sıva	10
2.3.1. Sıva Katmanları	10
2.3.2. Kıvam	11
2.3.3. Sıva Çeşitleri	11
2.3.3.1. Üretim Şekillerine Göre	13
2.3.4. Sıvalarda Bulunması Gereken Özellikler	15
2.3.5. Yapıda Kullanım Yeri ve Amacı	16
2.3.6. Sıva Yapım Kuralları	16
2.3.7. Uygulama Esasları	18
2.3.8. Sıva Taşıyıcıları	22
2.3.8.1. Metal Depluvayye	22
2.3.8.2. Galvanizli Örgü Tel	22
2.3.8.3. Kaneviçe	23
2.4. Sıva Yapımında Kullanılan Malzemeler	23
2.4.1. Bağlayıcılar	23
2.4.1.1. Çimento	25

2.4.1.2. Alçı	29
2.4.1.3. Kireç	32
2.4.1.4. Puzolanlar	34
2.4.2. Dolgu Malzemeleri	37
2.4.3. Katkı Maddeleri	39
2.4.3.1. Katkı Malzemeleri	40
2.4.3.2. Karma Suyu	42
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	43
3.1. DeneySEL Çalışma Programı	43
3.2. Deneylerde Kullanılan Malzemeler	44
3.2.1. Kum	44
3.2.2. Çimento	45
3.2.3. Kimyasal Katkı	45
3.3. Karışım Malzemeleri Şartları	46
3.3.1. Harç Karışımları	47
3.3.1.1. Karıştırma İşlemi	48
3.3.1.2. Bekletilmiş Karışım	48
3.3.1.3. Uzatılmış Karışım	49
3.4. Yapılan Deneyler	51
3.4.1. Yayılma Tablası (Flow Table) Deneyi	51
3.4.2. Eğilme-Basınç Deneyi	53
3.4.3. Taze Harcın Kıvam Tayini (Daldırma Ucu Kullanılarak)	54
3.4.4. Taze Harcın Hava Muhtevası Tayini	54
3.4.5. Rötire Deneyi	57
3.4.6. Kılcal Su Emme Katsayısı Tayini	59
3.4.7. Isıl Genleşme Katsayısı Tayini	63
3.5. Çatlak Tespiti için Gözlemsel Çalışma	64
3.6. Yapışma Dayanımı Tayini	65
4. SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER	68
KAYNAKLAR	72
EKLER	75
ÖZGEÇMİŞ	99

KISALTMALAR

PÇ	: Portland Çimentosu
KÇ	: Katkılı Çimento
CÇ	: Yüksek Fırın Cürufu Çimentosu
TÇ	: Traslı Çimento
BPÇ	: Beyaz Portland Çimentosu
HÇ	: Harç Çimentosu
UKÇ	: Uçucu Kül Çimentosu
SDÇ	: Sülfata Dayanıklı Çimento
EYÇ	: Erken Dayanımı Yüksek Çimento
PCÇ	: Portland Cürufu Çimento
PLÇ	: Portland Kalkerli Çimento
PKÇ	: Portland Kompoze Çimento
KZÇ	: Kompoze Çimento
PZÇ	: Puzolanik Çimento
TS	: Türk Standardı
BYG	: Bitkisel, Yüzey Aktif Madde ve Geciktirici Esaslı Katkı
H	: Hızlandırıcı Esaslı Katkı
Y-MFS	: Yüzey Aktif Madde ve MFS Esaslı Katkı
BYH	: Bitkisel, Yüzey Aktif Madde ve Hızlandırıcı Esaslı Katkı
BYG-2	: Bitkisel, Yüzey Aktif Madde ve Geciktirici Esaslı Katkı
BY	: Bitkisel ve Yüzey Aktif Madde Esaslı Katkı
mm	: Milimetre
gr	: Gram
°C	: Santigrat derece
MPa	: Mega pascal

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1: Harçların yapıda kullanım şekli ve yeri.....	9
Tablo 2.2: Çimento Türleri (TS EN 197-1).....	28
Tablo 3.1: Kum Granülometrisi.....	45
Tablo 3.2: Katkıların Kimyasal Yapısı.....	45
Tablo 3.3: Kimyasal Katkıların Bazı Özellikleri	46
Tablo 3.4: Karışım Miktarları.....	46
Tablo 3.5: Standart Karışım Malzemeleri ve Şartları.....	47
Tablo 3.6: Normal ve Uzatılmış Karışım Sonrası Deney Sonuçları.....	50
Tablo 3.7: 1 Saat Bekleme Sonrası Hava Muhtevası.....	51
Tablo 3.8: TS-EN 934-3'teki Standart Değerler.....	51
Tablo 3.9: Yayılma tablası sonuçları.....	52
Tablo 3.10: Eğilme – Basınç Deney Sonuçları.....	53
Tablo 3.11: Rötire Değerleri.....	57
Tablo 3.12: Kılcal Su Emme Deneyi Numune Ağırlık Tablosu.....	62
Tablo 3.13: Kılcal Su Emme Katsayı Tablosu.....	63
Tablo 3.14: Isıl Genleşme Katsayısı deney sonuçları.....	64
Tablo 3.15: Kopma Mukavemet Tablosu.....	67
Tablo A-1: Kum Karışım Değerleri.....	74
Tablo D-1: Isıl Genleşme Deneyi Boy değişimi ölçüm sonuçları.....	83
Tablo I-1: Sertleşmiş Harç Deney Sonuçları Özet Tablosu.....	98

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1: Harç Çeşitleri.....	3
Şekil 2.2: Bağlayıcı Maddeler.....	24
Şekil 3.1: Kumun Granülometri Eğrisi.....	41
Şekil 3.2: Deneylerde Kullanılan Y-MFS, BYH, BYG-2, BY İsimli Katkılar.....	47
Şekil 3.3: Harç Karışımının Kalıplara Doldurulması.....	48
Şekil 3.4: Yayılma Tablası Deneyi.....	52
Şekil 3.5: Yayılma Tablası Deney Grafiği.....	53
Şekil 3.6: Eğilme-Basınç Mukavemeti Grafiği.....	54
Şekil 3.7: Eğilme Deney Düzeneği.....	54
Şekil 3.8: Basınç Deneyi Düzeneği.....	55
Şekil 3.9: Daldırma Ucu Deneyi.....	56
Şekil 3.10: Hava Muhtevası Ölçümü.....	56
Şekil 3.11: Rötire Kalıbına Pimlerin Montajı Sonrası Görüntü.....	57
Şekil 3.12: Harç Rötire Kalıbına Döküldükten Sonra Görüntü.....	57
Şekil 3.13: Komperatörle Rötire Okuması Yapılırken Görüntü.....	58
Şekil 3.14: Kılcallık Numunelerinin Ağırlık Tartımı.....	59
Şekil 3.15: Kılcallık Numuneleri Etüvde.....	60
Şekil 3.16: Numuneler Geçirimsiz Hale Getirilirken.....	60
Şekil 3.17: Geçirimsiz Malzeme (parafin) İle Kaplanmış Numuneler.....	61
Şekil 3.18: Geçirimsiz Numuneler Su İçerisinde Bekletilirken.....	61
Şekil 3.19: Isıl Genleşme Katsayısı Grafiği.....	62
Şekil 3.20: Sıva Uygulaması.....	65
Şekil 3.21: Standart Kopma Şekilleri.....	66
Şekil 3.22: Çekme Cihazı.....	67
Şekil A-1: EN 480-13 Kum Gradasyon Eğrisi.....	73
Şekil B-1: BYG katkılı harç rötire grafiği.....	75
Şekil B-2: H katkılı harç rötire grafiği.....	76

Şekil B-3: Y-MFS katkılı harç rötre grafiği.....	77
Şekil B-4: BYH katkılı harç rötre grafiği.....	78
Şekil B-5: BYG-2 katkılı harç rötre grafiği.....	79
Şekil B-6: BY katkılı harç rötre grafiği.....	80
Şekil B-7: Referans harç rötre grafiği.....	81
Şekil C-1: Kılcal Su Emme Katsayısı Grafiği	82
Şekil H-1: BYG katkılı harç çatlak takibi.....	90
Şekil H-2: H katkılı harç çatlak takibi.....	91
Şekil H-3: Y-MFS katkılı harç çatlak takibi.....	92
Şekil H-4: BYH katkılı harç çatlak takibi.....	93
Şekil H-5: BYG-2 katkılı harç çatlak takibi.....	94
Şekil H-6: Referans harç çatlak takibi.....	95

KİMYASAL KATKILARIN SIVA HARÇLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

ÖZET

Kimyasal katkılar günümüzde yapı sektöründe yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu çerçevede yapı ve yapı elemanlarının kalitesinin artmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Sıva ve harç katkıları da bu gelişmeden üzerine düşen payı çıkarmıştır. Çalışmalar sonucunda bu katkılar sıva harçlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinde ciddi gelişmeler sağlamıştır.

Sıva ve harçtan, kullanılan malzemelere de bağlı olarak beklenen özellikler değişmektedir. Ancak genel anlamda sıva harçlarından; yüksek elastikiyet, düşük ısıl genleşme, yüksek yapışma kabiliyeti, düşük kılcal su emme, yüksek buhar geçirgenliği ve hava koşullarına dayanıklılık beklenmektedir. Bu aşamadan sonra kullanılan kimyasal katkılar bu beklentileri karşılamak görevini görüyor. İşlenebilirlik, su geçirimsizlik, ısıl genleşmeye karşı çeşitli katkılar geliştirilerek sıva harçlarının performansı artırılmıştır.

Çalışmanın literatür kısmında harçlar ve sıvalar hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca harç ve sıva yapımında kullanılan malzemeler incelenmiştir. Bu malzemelerin özellikleri, tarihçeleri, türleri, yapıdaki kullanım yerleri ve amaçları hakkında detaylar verilmiştir.

Bu çalışmada sıva ve harç yapımında kullanılan farklı kimyasal katkıların sıva ve harçların üzerindeki etkileri incelenmiştir. Taze ve sertleşmiş harç deneyleri yapılarak deney sonuçları standartta göre değerlendirilmiştir. Deneylerde dolgu malzemesi olarak TS EN 480-13'e uygun kum, bağlayıcı olarak CEM I PÇ 42,5 çimento, karma suyu ve 6 adet kimyasal katkı kullanılmıştır. Katkılar, kimyasal esaslarına göre BYG, H,Y-MFS, BYH, BYG-2 ve BY olarak isimlendirilmiştir. Toplam 6 adet katkılı 1 adet katkısız referans harç olmak üzere 7 adet sıva harcı karışımı yapılmıştır. Standartta belirtildiği gibi; normal, uzatılmış ve 1 saat bekletilmiş karışımlar yapılarak taze harç deneyleri yapılmıştır. Daha sonra eğilme-basınç, kılcal su emme, ısıl genleşme, rötre ve yapışma dayanımı tayini deneyleri yapılmıştır. Bunun yanında uygulamada olabilecekleri görmek amacıyla 30x30 cm boyutundaki alt betonlara sıva uygulaması yapılarak çatlak gelişimi gözlenmiştir. Deneysel kısımda detaylı olarak yapılan çalışmalar açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde ise deney sonuçları değerlendirilmiş ve önerilerde bulunulmuştur. Kullanılan BYG, H, Y-MFS, BYH, BYG-2 ve BY isimli katkıların yapılan deneyler sonucunda sıva harçları üzerindeki etkileri yorumlanmıştır.

EFFECTS OF CHEMICAL ADDITIVES ON CEMENT BASED PLASTERS

SUMMARY

Chemical additives are consistently used by construction industry nowadays. Nonetheless, chemical additives undertake an important role for improving the properties of structures and structural elements. The properties of plasters and mortars can be enhanced by additives as well. It has been observed by many researchers that additives can produce major improvements on the physical and chemical characteristics of plasters.

Properties of plasters and mortars depend on its constituent materials. But generally, plasters should have high elasticity, low thermal expansion, high adhesion, low capillary water absorption, high steam permeability and weather endurance. Some chemical additives are especially developed to improve certain qualities such as, workability, water resistance and thermal expansion.

In the literature part of the research, general properties on plasters and mortar are given. Also materials, which are used in production of plasters and mortars, are analysed. Details about properties, short histories, types and usage examples are given.

In this research; effects of different types chemical additives, which are used in plaster production, on plasters and mortars are evaluated. Fresh and hardened plaster tests are performed and evaluated based on the relevant standarts. During the experimental tests; sand, complying with TS EN 480-13, is used as filling material. CEM I PÇ 42.5 type cement is used as binder material. Properties of six different chemical additives are tested. Additives are coded as BYG, H, Y-MFS, BYH, BYG-2 and BY based on their chemical composition. Totally 7 plaster mixes are used, including a reference mix, without admixture. As specified in the standart, normal mix, extended mix and 1 hour waited mix were tested and after that fresh mortar experiments are performed. On the other hand, plaster is also applied on 30x30 cm subconcrete to see the crack propagation. All experiments and inspections are explained in the experimental part of the thesis.

At the fourth part, results of the experiments are discussed. Performance of the additives which are named; BYG, H, Y-MFS, BYH, BYG-2 and BY are evaluated and conclusions are drawn according to the experimental test results and chemical ingredients of the additives.

1.GİRİŞ

İnşaat sektöründeki işlevini gün geçtikçe artıran harç ve sıvalar,yapının her alanında önemli bir yer işgal etmektedir. Gelişen koşullar yapı sektöründe de etkisini gösteriyor. Buna bağlı olarak günümüz inşaat uygulamalarının kalite ve dayanıklılığı da artmaktadır. Ayrıca geliştirilen yeni ürün ve hizmetler sayesinde istenmeyen ve üstesinden gelinemeyen sorunlara çözümler bulunmaktadır. Harç ve sıvalar da bu gelişmelerden olumlu anlamda etkilenmektedir. Üretilen kimyasal katkılar, kullanıma hazır kuru ve yaş karışımlar ve buna ek olarak sayılabilecek bir çok yenilikler bulunmaktadır.

Geleneksel harç ve sıva üretiminde karşılaşılan bir çok sorun bulunmaktadır.Bunlar uygulama problemleri olabildiği gibi malzeme özelliklerinin yetersizliğinden de kaynaklanabiliyordu. Zira bu malzemeler dönemindeki ihtiyaçları karşılarsa da günümüz ihtiyaçlarına cevap verememektedir.

Bununla birlikte sıva ve harçlarda kullanılan kimyasal katkı çeşitleri de oldukça artmıştır. Akışkanlaştırıcılar (kıvam artırıcılar), hava sürükleyiciler, priz geciktirici / hızlandırıcılar, geçirimsizlik sağlayan katkılar ve buna benzer çok sayıda ürün kullanıma sunulmuştur.

Aynı zamanda bağlayıcı çeşitleri ve özellikleri de oldukça geniş bir yelpazede karşımıza çıkmaktadır. Alçı, çimento, kireç ve puzolanlar, bağlayıcı seçenekleri olarak elimizde bulunmakta. Fakat kullanım yoğunluğu, hem elde etme kolaylığı hem de malzemenin daha iyi tanınmasından dolayı çimentodadır.

Tüm bu gelişmelerin yanında kullanılan malzemelerin performansının artırılması ve özelliklerinin geliştirilmesi çalışmaları devam etmektedir. Amaç eldeki malzemeden optimum fayda sağlayabilmektir. Örneğin akışkanlık sağlayan bir kimyasal katkının aynı zamanda su geçirimsizliğine de katkı sağlaması ya da hava sürükleyici katkının mukavemet artışı da sağlaması çalışmaları yapılmaktadır.

Yapılan tüm bu çalışmalarda amaç, minimum maliyet ile maksimum performans sağlamaktır. Araştırmalarda ekonomik verilerde göz ardı edilememektedir. Çünkü

yapılan araştırmalarda asıl amaç her ne kadar bilimsel veriler ışığında çalışılan alanda gelişme sağlamak olsa da maliyet kısmı da dikkate alınmak durumundadır. Her ne kadar performansı yüksek bir ürün ya da metot ortaya çıkarsanız da maliyet açısından kabul edilebilir limitler içerisinde kalmazsa teoriden uygulamaya geçişte sıkıntı oluşturmaktan kaçınılamaz.

Bu çalışmada farklı katkıların, sıva harçlarının taze ve sertleşmiş haldeki özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Standartlara uygun karışım ve karışım sonrası taze ve kuru harç için fiziksel ve mekanik özellikler sağlanmıştır. Kullanılan kimyasal katkı dozajları, maliyetleri göz önüne alınarak uygun düzeyde tutularak gereken işlenebilirlik ve taze harç özellikleri sağlanmıştır. Araştırma sonucunda katkıların deneysel performansları karşılaştırılarak kullanılabilir bir sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır.

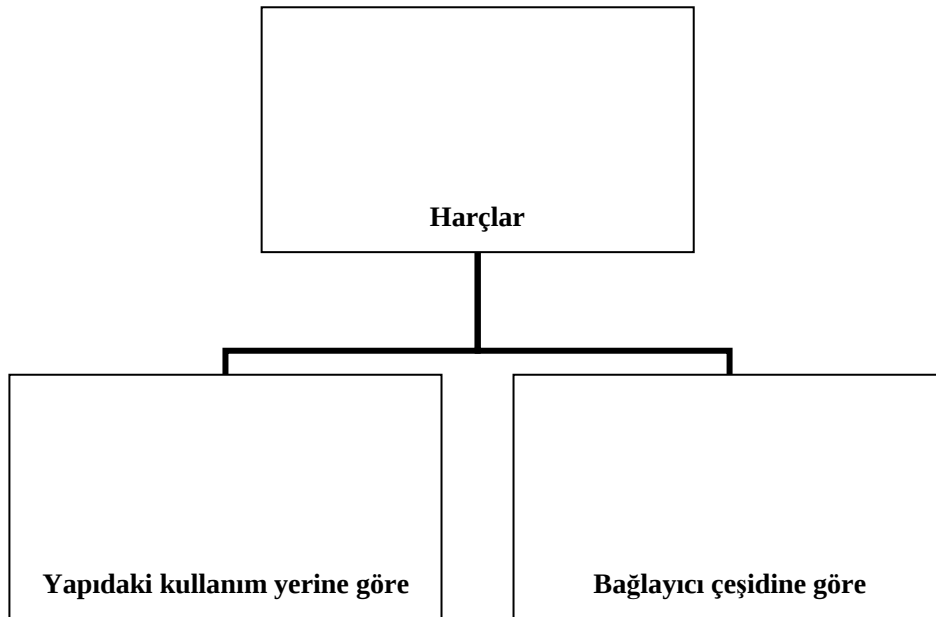
2. GENEL TANIMLAR

2.1. HARÇ

Tarihi yapılarda 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.

Bağlayıcı malzeme, dolgu malzemesi ve suyun belirli oranlarla 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. [1],[2]



Şekil 2.1: Harç Çeşitleri

2.1.1 Yapıdaki kullanım yerine göre harçlar

- Duvar Harçları
- Sıva Harçları
- Şap
- Badana
- Şerbet [1]

2.1.2 Bağlayıcı çeşidine göre harçlar

- Killi Harçlar
- Alçı
- Kireçli Harçlar
- Çimentolu Harçlar
- Melez Harçlar [1]

2.2. HARÇLARIN ÖZELLİKLERİ

2.2.1. Harçların Üretim Yöntemi

Harç, yapıdaki kullanılma şekli ve yerine göre ağırlıkça veya hacimca 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. [2]

2.2.2. 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. [2]

2.2.2.1 Mekanik Mukavemet

Harcın mekanik mukavemetine kumun granülometrisi, su/çimento oranı ve bağlayıcı norm mukavemeti etki eder.

2.2.2.2 Doluluk

Doluluk harca mukavemet, geçirimsizlik, dış etkilere karşı dayanım gibi bir çok özellik kazandıran önemli bir faktördür. Doluluğun sağlanması için granülometri şartlarına kesinlikle uyulması gerekir.

2.2.2.3 Geçirimsizlik

Granülometri şartlarının iyi düzenlenmemesi ve bünyesinde fazla su bulunması harcın geçirimsizliğinin 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 kullanılmak 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.

2.2.2.4 Aderans

Bağlayıcının uygulandığı yüzeyin pürüzlülüğüne ve özelliğine bağlı olarak harcın yapışma 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.

2.2.2.5 Hacim Değişikliği

Bağlayıcının cinsine göre harçta meydana gelen kimyasal reaksiyonlar sonucu hacim değişikliği görülür. Örneğin: Yağlı kireç harçları bünyesine CO₂ aldığından hacim artmasına, çimento harçları ise hidrasyon olayı sonucu hacim eksilmesine (rötre) uğrar. Çimento harcında meydana gelen rötre değeri %0,08-0,12 arasındadır. Rötre dolayısıyla meydana gelen çatlaklar geçirimsizliği artırıcı ve mukavemeti düşürücü niteliktedir. Rötre şapta fazla, melez harçta az görülür. Çimento harcında rötrenin azaltılması için çimento miktarını azaltmak, kumu çoğaltmak, parafın veya havadan nem çekici tuzlar ilave etmek, ayrıca katılaşma bittikten sonra iki hafta kadar nemli ortamda tutmak yararlıdır.

2.2.2.6 Dış Etkilere Dayanıklılık

Isı derecelerinin yükselmesi harçların katılaşmasını hızlandırmakta, düşmesi ise geciktirmektedir. Güneş ve rüzgâr etkisi kısa zamanda harcın suyunu alarak hidrasyonun tamamlanmasını engellemektedir. Bu etkiyi önlemek için yüzeyleri rutubetli ortamda tutmak faydalıdır. Yüksek dozajlı çimento, puzolan, cüruf ve alüminli çimento ile yapılmış harçların kullanılmasına itina göstermek gerekir. Alüminli çimento ile yapılan harçlar hariç don etkisi diğer harç türlerine zararlı etki yapar. Çimento harçlarında uygulama ısı minimum +6°C ye kadardır. Soğuk ortamda çimento harçlarına %2-3 oranında CaCl₂ katmak yararlıdır. [2]

2.2.3. Harcın Dayanıklılığı

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 (SO_2 , H_2SO_4 ve CO)

- Duman, hava kirliliği

4. Biyolojik faktörler:

- Hayvanlar (kuşlar, böcekler vs.)

- Bitkiler

Harcın sertleşmesi sırasında su, hidrasyon için gereklidir. Ancak uzun süreli suya maruz kalan cephelerde aşınmalar meydana gelir. Kar, cephelerde donmaya sebep olur. Harcın yapısına giren su donarken genişler 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 hidrasyonu etkiler. Hidrasyonunu 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, ısı değişimleri karşısında hacmi değişmemelidir. [1]

2.2.3.1. Yağışlar, Güneş, Rüzgâr

Yağışlar (Kar, yağmur, dolu) meteorolojik faktörlerden biridir. Yağışlarla değişik biçimlerde karşılaşılır. (Kar, dolu, yağmur) her birinin bina kabuğuna fiziksel ve mekanik etkileri değişiktir. Özellikle karın mekanik etkisi sonucu bina çatılarının

biçimlenmesi değişiklik göstermektedir. Bol yağmur yağışı ve özellikle kar yağışı alan bölgelerde ve ölkelerde bina çatılarının oldukça dikleştii görölmektedir. Bu durum, değişik bölge ve ölkelerde yöresel mimariyi oluşturmuştur. (İsviçre, Almanya, Belçika ve diğer kuzey ölkelerde bina klasik tipleri dik kırma çatılı ve balkonsuzdur. Bu mimari bizde de dağ evi olarak adandırılan Abant, Sapanca, Kartal kaya'da uygulanmaktadır.)

Bol kar yağışı alan bölgelerde sıcaklığın uzun süre düşük olmasından dolayı yağan kar uzun bir süre erimez ve bulunduğu zemine kendi ağırlığını iletir. Çatıyı dik yapmaktaki amaç kar yağdığı gibi çatıdan uzaklaştırmak ve böylece çatı konstrüksiyonuna vereceği yükten kurtulmaktır.

Yağmurun cephelere etkisi ıslaklık olarak ortaya çıkar. Su, korunmayı gerektiren etmenlerin başında gelenidir. Suyun etkisi katı, sıvı ve gaz halleri olmak üzere üç değişik şekilde karşılaşılır. Eritme ve taşıma eylemlerinin olduğu yerde su vardır.

Kuruma ve şişme olayları da suya bağlıdır. Don olayının nedeni sudur. Sıva, boya kabartmaları ve kaplamaların dökölmelerinin büyük kısmının nedenleri suya bağlı olaylardır.

Su, metal kısımları havanın oksijeni ile korozyona uğratar. Su, kılcal boşluklarda süratle yayılabilir. Sıcaklığın sıfır derecenin altına düşmesi kılcal kanallarda suyun donmasına neden olur. Sıvalardaki kılcal rötre çatlaklarından pratik olarak kaçınılamaz. Bu çatlaklar şişme kuruma değişimleri ile aktif hale getirilirler. Gözle görölemeyen bu çatlaklarda su hızla yayılır. Nemli sıva şişmeye başlar ve böylece çatlak kenarları birbirine değerek çatlaklar kapanır. Oluşan basınç sonucunda çatlak kenarları tozlaşır. Kuruma ve şişme olayları devam ettikçe çatlak büyür.

Don nedeni ile oluşan hasarlar da bilinmektedir. Su az veya çok geçirimsiz bir tabakanın arkasına biriktiği zaman don olması halinde buz oluşması ile geçirimsiz tabaka parçalanmakta veya dökölmektedir.

Güneş ışınlarında bulunan mor ötesi, kızıl ötesi gibi ışınlar bina cepheleri üzerinde gözle görülür hasarlara neden olurlar. Mor ve ötesi ışınlar malzemenin rengini açar. Bu sorun daha çok organik pigmentlerin kullanıldığı boyalarda görülür. Aynı zamanda mor ve ötesi ışın, malzemelerin bünyesinde tahribata neden olur. Örnek

olarak stropor gösterilebilir. Güneş altında uzun süre kalan stropor tozlaşarak dökülür.

Dilatasyon (genleşme) olayı yapılarda ve kontrüksiyonda makro ölçekte kontrol edilebilir. “Dış yüzey malzemesi, güneşin UV ve IR ışınlarından zarar görmemelidir.”

Genleşme ile cephe kaplamalarında oluşacak hasarlar suyun, donarak ve buharlaşarak oluşturacağı hasarlar bu yolla önlendiği gibi, dilatasyon derzleri ile önlenebilir.

Rüzgarın en zayıf etkilerinden biri yağmurla birlikte olduğunda suyun duvara temasının ve iç yüzeylere iletilmesinin hızlanmasıdır. Diğer bir etkisi de mekanik şekilde oluşmaktadır. Kuvvetli esen rüzgâr beraberinde sürüklediği kum benzeri malzemelerle mekanik aşındırma etkisi yapmaktadır. [3], [4], [5]

2.2.4. Yapıda Harç Kullanımı, 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.

Tablo 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

Duvar harçları, kargir elemanları birleştirmek ve yatay yükleri almak amacıyla hazırlanan çimento, kireç veya melez harçlarıdır. Taşıyıcı duvarlarda 300 kg zararlı su ile temasta bulunan yerlerde 400-600 kg çimento dozajlı, taşıyıcı niteliğı çok önemli olmayan yerlerde melez ve taşıyıcı niteliğı yanında su etkisinin de bulunmadığı yerlerde ise kireç harçları (250-300kg dozlu) kullanılır. Duvar harçlarında genellikle iri kum tercih edilir. [1],[2]

2.3. SIVA

Sıva harcı, duvar veya tavanlarda kagir ve hımış yüzeyleri düzgünleştirmek ve korumak için kullanılan bir çeşit harç diye tarif edilir. Bir başka tanımda ise yapıda iç ve dış duvar yüzeylerine ve tavanlara belirli bir kalınlıkta uygulanan harç esaslı sürekli kaplamalara “sıva” denir. 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, bağılayıcı ve sudan oluşur. Sıvaları boyalardan ayıran özellik, dolgu olarak kullanılan agreganın iri olması, bağılayıcı olarak çoğı kere kireç ve çimento kullanılmasıdır. [1], [6], [9]

2.3.1. Sıva Katmanları

- Kaba sıva

İnce sıvanın taşıyıcı duvar elemanı olan duvar gövdesine bağlantısını sağılayan tabakadır. Kaba sıvaların sertliğı duvar gövdesi kadar ve daha az, fakat ince sıvadan daha fazla olmalıdır. Kaba sıva harcına rijit olmayan gövde olması halinde belirli bir miktar kireç katılabilir. Rijit duvar gövdesi halinde ve mozaik sıva yapılması planlandığında, kaba sıva karışımına kireç katılmalı, dozaj daha yüksek yapılmalıdır.

- Altlık

Kaplama altlığı; gövdenin sıvayı taşıyamadığı durumlarda veya çok özel duvar kesitlerinde söz konusu olabilen tabakadır.

- İnce Sıva

İnce sıvalar elenmiş ince kum ve sıva cinsine göre hazırlanan karışımlar ile yapılır. İnce sıvanın üzerine hazır plastik bağlayıcılı sıva gelecek ise düz yapılır ve hazır sıva altlığı olur. Hazır sıvalar çoğu kez geleneksel kireç-çimento ince sıvaların deseninde olur ve benzer isimler alır.

Geleneksel sıvaların başlıca bağlayıcı maddeleri çimento, kireç, çimento-kireç ve alçı olabilir.

Karışımın içindeki malzeme, uygulama metotları ve yüzey görünümüne göre değişik isimler alırlar. [7], [8]

2.3.2. Kıvam

Kıvam; harcın işlenebilme yeteneğine denir. Bu tabir beton harcında kullanıldığı gibi sıva harcı için de kullanılmaktadır. Harcın, kullanım amacına uygun yoğunlukta olması anlamına gelir.

Kıvam Çeşitleri:

1. Plastik Kıvam
2. Akıcı Kıvam

1. Plastik Kıvam

Çelik mala üzerine alındığında dağılmadan, akmadan duran harca plastik kıvamda yapılmış harç denir. Harç yapıldıktan sonra koni şeklinde toplandığında, dağılmadan durur.

2. Akıcı Kıvam

Çelik mala üzerine alındığında dağılan, bir miktar akan harca akıcı kıvamda yapılmış harç denir. Harç yapıldıktan sonra koni şeklinde toplandığında dağılmaz durur. [9]

2.3.3. Sıva Çeşitleri

Sıva harçları 4 grup altında incelenebilir:

1. Üretim şekillerine göre;
 - Yerinde kanşım

- Fabrika üretimi
2. Bağlayıcı özelliklerine göre;
- Mineral bağlayıcılı
 - Sentetik bağlayıcılı
3. Uygulandığı duvar yüzeyine göre;
- Beton yüzeyi
 - Tuğla yüzeyi
 - Gazbeton yüzeyi
 - Ahşap yüzeyi
 - Yalıtım malzemesi yüzeyi
4. Duvar bütününe uygulandığı yere göre;
- İç Sıva
 - Dış Sıva

Sıva, yapıda kullanıldığı ortamın koşulları gereği değişik uygulama teknikleri ve malzeme gerektirmektedir.

Kullanıldıkları 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 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. [10], [11], [12]

2.3.3.1. Üretim Şekillerine Göre

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 m³ kuma 150 kg çimento ve 0.200 m³ 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 [12], [14], [15], [16]

2.3.4. Sıvalarda Bulunması Gereken Özellikler

- Geçirimsiz olmalı
- Gözeneksiz olmalı
- 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, akamamalıdır. Renkleri solmamalıdır.
- Küfe ve rutubete dayanıklı olmalıdır. [16], [17]

2.3.5. Yapıda 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. [7], [10]

2.3.6. Sıva Yapım Kuralları

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 veya 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. [7], [10]

2.3.7. Uygulama Esasları

- 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 masterında yapılmasını sağlamak için, en çok iki metre ara ile tesviye şeritleri (anolar) hazırlanacaktır. Anolar ve kasalara uyularak duvar yüzü masterında 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 kalmayınca 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 pahlı olacaktır. Gerektiğinde köşe profili kullanılmalıdır.
- Bu teknik şartname kapsamında yapılacak sıvanın ilgili yapı öğeleri ile uyumlu olması, İdarece aksi öngörülmemişse İdarece tasdikli projesinde belirtilmiş olması gereklidir. Yapılacak sıvanın birden çok kat halinde uygulanması öngörülmüşse, her katın uygulanmasından sonra durum idarece kararlaştırılan usulle tespit edilmeli ve bir üstteki kat uygulamasına ancak bu işlemten sonra devam edilmelidir.
- 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 serpmeye 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 °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 işlerinin 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) merdivenkovanı, 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 Sıvalar, yüksek mukavemetli düşük esneklikte sıvalardır. Yapının ısı ve mekanik hareketlerine karşı hassas, kolay çatlayabilir sıvalardır. Bu bakımdan düşük mukavemetli hafif duvar malzemesi üzerinde (duvar malzemesi birim hacim ağırlığı 1000 kg/m³'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 olarak 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 karıştırılmalıdır.

- 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/m³'den az) ve yapının hareket beklenen bölümlerinde veya prefabrike yapı sistemlerinde kullanılmamalıdır. Betonarme perde duvarları ve yığma yapılarda kullanılabilir. Mermer sıvaların değişik görünüş ve renkler meydana getirmemesi için ölçülere dikkat edilmeli, en az bir yüzeye yetecek harç bir kerede karılmalıdır. [18]

2.3.8. Sıva Taşıyıcıları

2.3.8.1. Metal Depluvayye

Yumuşak çelik bir levhada yer yer açılan yarıkların enlemesine çekilerek boşluklar oluşturulması ile meydana gelen metal depluvayyenin ağırlığı, normal sıvalar için en az 1,6 kg/m², hafif sıvalar için 1.2 kg/m², özel uygulamalar için ise daha ağır olmalıdır. Metal ekipman, alçılı sıva kullanıldığında galvanizlenmelidir.

2.3.8.2. Galvanizli örgü tel

Galvanizli örgü tel, çapları 0,60 mm. ile 1,5 mm. arasında olan galvanizli yumuşak telden örülmüş veya örüldükten sonra galvanizlenmiş olmalı ve deliklerinin karşılıklı iki kenarı arasındaki uzaklık 15 mm. ile 30 mm. arasında bulunmalıdır.

2.3.8.3. Kaneviçe

Kaneviçeler, pamuklu kanaviçelerden (TS 108) ibaret oldukları gibi korozyona dirençli metal, kaba kendir kumaş, uygun cam veya sentetik liflerden de olabilir. Ayrıca alkaliye dirençli cam (fiber) filelerde kullanılabilir.

Kaneviçeler sıva malzemelerinin kolayca geçmesine izin verecek kadar irilikte ağ gözlü olmalıdır. Genellikle mevzii gerilme zorlamalarının olduğu kalorifer peteklerinin bağlantı yerlerinde taşıyıcı malzeme olarak kullanılır. Aksi takdirde buralarda kılcal çatlaklar oluşur. Bu tür malzemeler mala çalışmaları sırasında meydana gelebilecek kopma yırtılmalarını önleyebilecek derecede kabul edilebilir bir çekme dayanımına sahip olmalıdır. [1]

2.4. SIVA YAPIMINDA KULLANILAN MALZEMELER

Harç ve sıvaların doğal ve sentetik katkı maddeleri içeren veya içermeyen türleri bulunmaktadır. Ancak bu malzemeler çoğunlukla üretimleri için kullanılan bağlayıcıların niteliğine göre isimlendirilirler. (örneğin çimento harç ve sıvaları, kireç harç ve sıvaları, alçı harç ve sıvaları, gliserinli harç vb.)

2.4.1. Bağlayıcılar

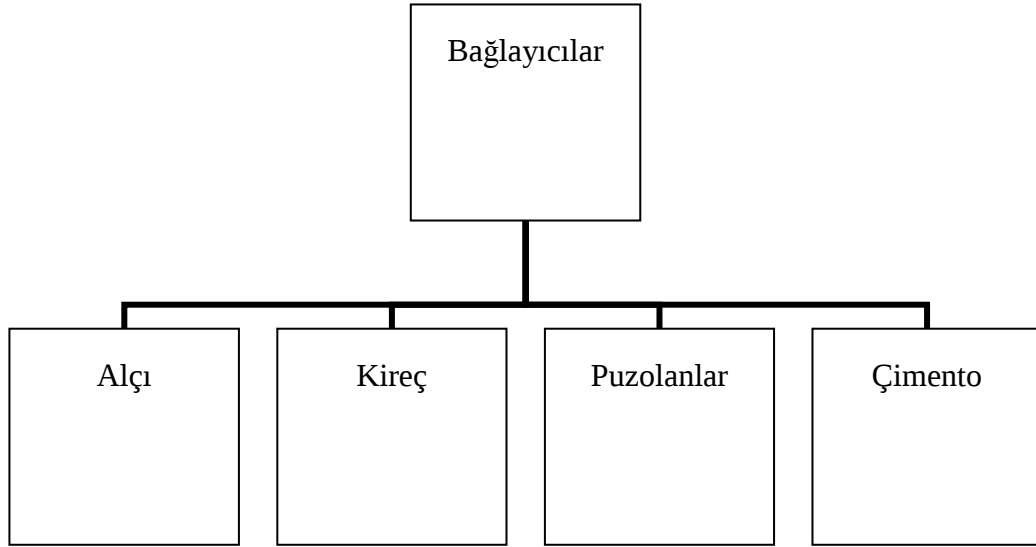
Bağlayıcılar, kırma taş, tuğla kırıkları, çakıl, kum gibi dolgu maddelerini birbirine bağlayarak, bir anlamda yapıştırarak, yapay taş oluşumuna imkan veren malzemelere verilen addır. Bağlayıcı maddeler genel olarak toz halindedir.

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

Doğal taş, agrega ve çeşitli kâgir nitelikteki yapı malzemelerini birbirine bağlamak ve bu şekilde suni taş meydana getirmek amacıyla kullanılan havada ve suda

katılaşma özelliği gösteren kalsiyum esaslı alçı, çimento gibi malzemeler bu grupta toplanır.

Bu tür malzemeleri katılaşma özelliği gösterdikleri ortama göre ikiye ayırabiliriz. Havada katılaşma özelliği gösteren bağlayıcı malzemeler (alçı, hava kireci). Hem havada hem de su içinde katılaşma özelliği gösteren bağlayıcı malzemeler (su kireci, puzolan ve çimentolar).



Şekil 2.2: Bağlayıcı Maddeler

Bağlayıcı madde olarak bilinen ve ince toz halinde bulunan malzemeye su ilave edilerek meydana getirilen hamurun başlangıçta sahip olduğu plastikliği zamanla kaybetme ve bunu izleyerek sertleşme özelliği vardır. Bu özelliği sayesinde bağlayıcı madde, tanelerden oluşan muhtelif malzemedeki, taneleri birbirine bağlamak suretiyle istenilen şekil ve boyutta yapı elemanlarının elde edilmesini sağlar.

Kimyasal özellikleri ve bağlama mekanizmaları değişik olan bağlayıcı grupları olarak alçı, kireç, çeşitli çimentolardan başka bitüm, katran, kil ve kolloidal özellikli bazı maddeler de sayılabilir.

Çimento, kireç, alçı, çimento-kireç, alçı-kireç, mineral bağlayıcılardır. Genellikle yerinde karışımı yapılan geleneksel sıvalar bu sınıfa girer.

2.4.1.1. Çimento

Çimentonun Tanımı

Portland çimentosu, killi ve kalkerli hammadelerin pişirilmeleriyle elde edilen klinkerin az miktarda (%3 - %6 oranında) alçıtaşı ile birlikte çok ince parçacıklar oluşturabilecek derecede öğütülmesi sonucunda elde edilen ve su ile birleştiğinde bağlayıcı özellik kazanan bir üründür.

Portland çimentosu, gerek kendi başına gerekse yanısıra katılan kum, çakıl, kırmataş, gibi malzemelerle birlikte su ile birleştiğinde önce yumuşak, plastik bir karışım elde edilmekte ve zamanla yavaş yavaş sertleşerek katı, taş gibi bir duruma gelmektedir.

Kireç, alümin, demiroksit ve silis bileşimli hammaddelerin uygun oranda karıştırılıp yüksek sıcaklıkta, sinterleşmeye kadar (1350–1450 °C) pişirilmeleri sonucunda elde edilen ürüne “klinker” adı verilmektedir.

Klinker, yaklaşık olarak 1–25 mm. çapında pürüzlü ve gözenekli yüzeye sahip, sert ve yuvarlak şekildedir; karakteristik olarak, parlak ve yeşilimsi-koyu gri (veya gri-siyah) renktedir.

Portland çimentosu, klinkerin küçük bir miktar alçıtaşı ile birlikte öğütülmüş şeklidir. Alçıtaşı, klinker öğütülmesi safhasında katılır ve klinker ile birlikte öğütülür. Çimento üretiminde, klinker öğütülürken bir miktar alçıtaşı katılmasındaki amaç; çimentonun su ile birleştiğinde göstereceği sertleşme hızını kontrol edebilmektir.

Çimento Türleri

TS EN 197–1 kapsamındaki 27 farklı genel çimento aşağıdaki beş ana tipte olmak üzere gruplandırılmış ve işaretleri Tablo 2.2’de verilmiştir.

- CEM I Portland çimentosu
- CEM II Portland-kompoze çimento
- CEM III Yüksek Fırın Cürufllu çimento
- CEM IV Puzolanlı çimento

– CEM V Kompoze çimento

- **Portland Çimentosu (PÇ)**

Yapay çimento olarak da bilinen portland çimentosu ilkel kalker (kireçtaşı) ve kil (tebeşir) dir. Portland çimentosu üretiminde belirli miktarda kireç (CaO), silis (SiO_2), alümin (Al_2O_3) ve demir oksit (Fe_2O_3) içeren hammaddeler belirli oranlarda karıştırılır, erime (sintirleşme) sıcaklığına kadar pişirilir, fırından çıkan ve klinker denilen fındık veya ceviz büyüklüğündeki malzeme soğutulur ve öğütülür. Öğütme işleminde priz süresini ayarlamak için belirli oranda alçıtaşı eklenir ve Portland çimentosu elde edilir.

Pişirilmek üzere hazırlanan %23 – 31 oranı kil içeren portland çimentosunun bileşimi;

Silis oksidi (SiO_2)	% 20 - 23
Alümin (Al_2O_3)	% 6.5 – 8.5
Demiroksit (FeO)	% 2 – 4
Kireç (CaO)	% 60 – 65
Manyezi (MgO)	% 2'den az

Kalsiyum sülfat (anhidrit) (CaSO_4) % 2'den az içerir.

Portland çimentoları, 28 günlük basınç dayanımlarına göre ;

Portland çimentosu 32.5 (PÇ 32.5)

Portland çimentosu 42.5 (PÇ 42.5)

Portland çimentosu 52.5 (PÇ 52.5) olmak üzere üç tiptir.

- **Yüksek Fırın Cüruf Çimentosu (CÇ)**

Yüksek fırında demir cevheri işlenerek pik demirle aynı anda ortaya çıkan, ani soğutulmayla pozolanik aktivite kazanan ve granül hale gelen içeriğiyle kalsiyum,

magnezyum ve alüminyum silikatları olan bazık karakterli maddeye granule yüksek fırın cürufu denir.

Yüksek fırın cüruf çimentosu ise kütlece %20-80 oortland çimento klinkeri ve %80-20 granüle yüksek fırın cürufunun bir miktar alçıtaşı –kalsiyum sülfat dihidrat- ile birlikte ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) öğütölmesi sonucu elde edilen hidrolik bağlayıcıdır.

- **Uçucu Küllü Çimento (UKÇ)**

Ağırlıkça karşılıklı olarak %10-30 oranında uçucu kül ve %90-70 oranında Portland çimento klinkerinin bir miktar alçıtaşı – kalsiyum sülfat dihidrat – ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ile birlikte öğütölmesiyle elde edilen hidrolik bağlayıcıdır.

- **Portland Cürufllu Çimento (PCÇ)**

Belirli oranlarda Portland çimentosu klinkeri ve katkı maddelerinin, priz düzenleyici olarak da alçıtaşı – kalsiyum sülfat dihidrat – ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) katılarak öğütölmesi ile elde edilen bir bağlayıcıdır.

- **Portland Kalkerli Çimento (PLÇ)**

Belirli oranda Portland çimentosu klinkeri ile kalkerin, priz düzenleyici olarak da alçıtaşı – kalsiyum sülfat dihidrat – ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) katılarak öğütölmesi sonucunda elde edilen çimentodur.

- **Portland Silis Dumanlı Çimento (PSFÇ)**

Belirli oranlarda Portland çimentosu klinkeri ile silis dumanının, priz önleyici olarak da alçıtaşı – kalsiyum sülfat dihidrat – ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) katılarak öğütölmesi sonucunda elde edilen çimentodur.

- **Portland Kompoze Çimento (PKÇ)**

Portland kompoze çimento, belirli oranlarda Portland klinkerinin ve katkı maddelerinin, priz düzenleyici olarak da alçıtaşı – kalsiyum sülfat dihidrat – ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) katılarak öğütölmesi neticesinde elde edilen çimentodur.

Tablo 2.2: Çimento Türleri (TS EN 197-1)

Ana Tipler	27 ürüne ait işaret (Genel Çimento Tipleri)		Bileşim (kütlece ^{a)} % olarak)										Minör İlave Bileşen	
			Ana Bileşenler											
			Klinker K	Yüksek Fırın Curufu S	Silis Dumanı D ^{b)}	Puzolan		Uçuşu Kül		Pişmiş Şist T	Kalker			
						Doğal P	Doğal Kalsine Edilmiş Q	Silissi V	Kalkersi W		L	LL		
CEM I	Portland Çimento	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
CEM II	Portland-Curufllu Çimento	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Portland-Silis Dumanlı Çimento	CEM II/A-D	90-94	-	6 - 10	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Portland-Puzolanlı Çimento	CEM II/A-P	80-94	-	-	6 - 20	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21- 35	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5	
	Portland-Uçuşu Küllü Çimento	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	6 - 20	-	-	-	-	0-5	
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5	
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5	
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5	
	Portland-Pişmiş Şistli Çimento	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5	
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5	
	Portland-Kalkerli Çimento	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5	
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5	
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	0-5	
		CEM II/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	0-5	
	Portland-Kompoze Çimento ^{c)}	CEM II/A-M	80-94	6 - 20										0-5
		CEM II/B-M	65-79	21 - 35										0-5
CEM III	Yüksek fırın Curufllu Çimento	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
CEM IV	Puzolanik Çimento ^{c)}	CEM IV/A	65-89	-	11 - 35					-	-	-	0-5	
		CEM IV/B	45-64	-	36 - 55					-	-	-	0-5	
CEM V	Kompoze Çimento ^{c)}	CEM V/A	40-64	18-30	-	18 - 30			-	-	-	-	0-5	
		CEM V/B	20-38	31-50	-	31 - 50			-	-	-	-	0-5	

a Çizelgedeki değerler ana ve minör ilâve bileşenlerin toplamı ile ilgilidir.

b Silis dumanının oranı % 10'la sınırlanmıştır.

c Portland Kompoze çimento CEM II/A-M ve CEM II/B-M'de, Puzolanik Çimento CEM IV/A ve CEM IV/B'de, Kompoze Çimento CEM V/A ve CEM V/B'de klinkerin yanındaki diğer ana bileşenler çimentoya ait işaretle beyan edilmelidir (Madde 8).

- Puzolanik Çimento (PZÇ)**

Farklı özellikteki birçok hidrolik bağlayıcının veya hidrolik bağlayıcılarla kimyasal bakımdan atıl öaddelerin miktarları usulüne göre tespit edilmiş, mükemmelen homojenleştirilmiş ve çok ince öğütülmüş olan karışımlardan meydana gelir.

Hidrolik bağlayıcılardan birisi ile volkanik puzolanlar tras, pişmiş kül vb. Yüksek fırın letyesinden başka puzolanların karışımı, %65-89 veya %45-64 oranında Portland çimentosu klinkeri ile %11-35 veya %36-55 oranında katkı maddelerinin, priz düzenleyici olarak da alçıtaşı – kalsiyum sülfat dihidrat – ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) katılarak öğütülmesi neticesinde elde edilen çimentodur. [1], [19], [20]

2.4.1.2. Alçı

Tanımı

Alçı taşının (jips: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) çeşitli derecelerde pişirilmesi sonucu elde edilen, su ile karıştırıldığında kısa süre içinde katılaşma özelliği gösteren beyaz renkli inorganik esaslı bir bağlayıcı türüdür.

Sınıflandırması

Alçıyı kullanılma yeri ve saflık derecesine göre sınıflandırmak mümkündür. Kullanılma yerine göre kalıp, yapı ve şaplı alçı olmak üzere 3 sınıfa, saflığına göre ise %60–100 arasında olmak üzere 4 sınıfa ayrılır.

Tarihçesi

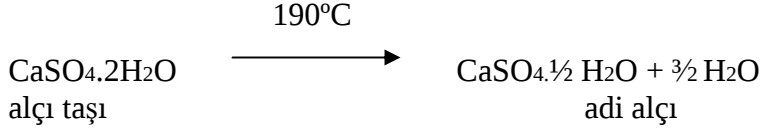
Bağlayıcı yapı malzemesi olarak alçının Mısır'da Gizza piramidinde ve Sakkura mezarında kullanıldığı, Yunan ve Roma yapılarında duvar sıvası, renkli fresk ve stük (mermer taklidi) olarak yer aldığı bilinmektedir.

Üretim Yöntemi

Adi alçı alçı taşının düşey fırında önce toz haline getirilip sonradan pişirildiği Marmit kazanları veya döner fırınlarda (1-30m) 110–130°C arasında pişirilmesi, öğütülmesi, elenmesi ve havadan aldığı rutubeti kaybeymesi için silolarda bekletilmesi sonucunda elde edilmektedir.

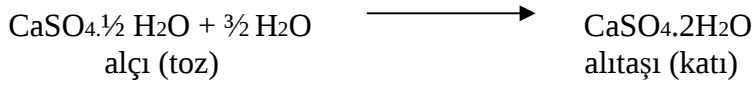
Şaplı alçı ise adi alçıdan daha yüksek derecede pişirildikten sonra şap ilave edilmesi ve tekrar 1200°C ye kadar pişirilip öğütülmesi ile elde edilir.

Alçının hammaddesi doğadaki alçıtaşı veya jips ile anhidrittir. Alçıtaşı $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dur, anhidrit ise CaSO_4 ten ibarettir. 190°C civarında pişirilen jips, alçı dediğimiz toz haldeki beyaz renkli malzemeye dönüşür.



Sıcaklık 200°C nin üstüne çıkarsa alçı taşı suyunun tümünü kaybeder, ancak elde edilen toz bağlayıcı değildir, yani priz yapmaz. Ancak 600°C yi aşarsa elde edilen alçı çok özel ve çok dayanıklı bir alçının üretiminde kullanılır. Bu kristal suyu içermeyen ve sapla veya jelâtinle karıştırılmış alçılara döşeme alçısı, Keene Çimentosu denilir.

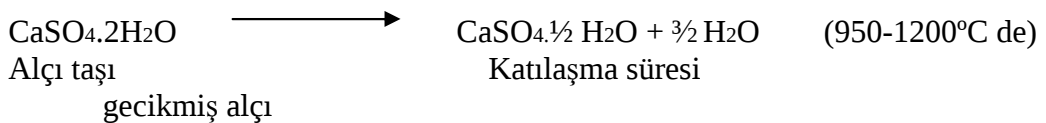
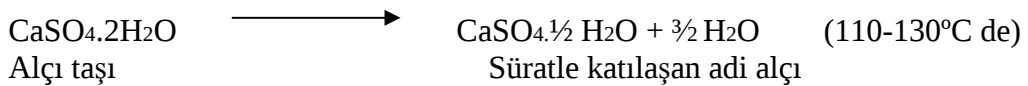
Alçının katılaşması ve sertleşmesi yukarıda yazılan üretim reaksiyonunun tersi reaksiyonla meydana gelir.



Katılaşmanın fiziksel nedeni kristalleşme, kimyasal nedeni ise hidrasyondur. Hidrasyon moleküler yapısına hidrat suyu almak demektir. Alçıdan elde edilen alçıtaşı, doğadaki alçıtaşından (jipsten) farklıdır, saftır, ince kristallidir, beyazdır.

Özellikleri

Alçı kristal bir içyapıya sahiptir. Katılaşma özelliği pişirilerek iç yapısı bozulan alçının su ile karıştırıldıktan sonra yeniden kristalleşmesi şeklinde görülen birbirine dönüşebilen bir kimyasal olaydır.



Alçı su ile yoğrulduğunda hacimce genişlemeye uğramakta, katılaştıktan 24 saat

sonra da tane haldeki hacmine nazaran artış göstermektedir. Alçı katılaşma sırasında bir miktar ısı verir ancak rötresi yoktur ve çatlama göstermez. Alçının katılaşması sırasında hidrasyon için gerekli su miktarı toz alçı ağırlığının %20'si kadar olmalıdır. Plastik kıvam için %60, sulu kıvam için %100 su gereklidir. Ancak fazla suyun buharlaşarak boşluk meydana getirmesi mukavemeti düşürücü rol oynar. Alçının katılaşmasını geciktirmek için 60°C'nin üzerinde ısı, şeker, tutkal, kazein, alkol ve boraks, hızlandırmak için yoğurma suyunun azlığı yanında tuz, şap gibi katkı maddeleri kullanılır. Alçı asit reaksiyonlu olup rutubetli ortamda demiri korozyona uğratar. Aderansının kâğır ve demire iyi olması yanında ahşaba karşı zayıftır. Ateşe karşı dayanıklı bir malzeme olup ısı iletim katsayısı değeri $\lambda = 0.22-0.47 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ yüksektir.

Alçının hidrasyonu çok hızlıdır 3–15 dakika sürer. Pratik açıdan bu bir sakıncadır. Prizi geciktirmek için zayıf asitler (limon asidi, sirke), tutkal, talk gibi katkılar kullanılır. Hidrasyon ne kadar hızlı ise kristaller o kadar büyük ve mukavemet o kadar düşük olur.

Görünüşte dolu imiş gibi gözükten yapay alçıtaşı aslında çok boşlukludur. Alçıtaşının porozitesi %25–60 arasında değerler alır. Alçıtaşının suya dayanıklılığı da iyi değildir. Bu bakımdan hava etkilerine açık yerlerde kullanılması tavsiye edilmez. Alçının silise bağlantısı da iyi değildir. Bu bakımdan da harç için elverişli sayılmaz.

Alçıdan elde edilen yapay alçıtaşının içi boşlukludur. Porozitesi %25–60 arasında değişen bu malzeme, suya dayanıklı olmayıp, bina dış yüzeylerinde kullanıma uygun değildir. Ayrıca alçının kumun ana maddesi olan silis ile uyumu iyi olmadığından, harç yapımına uygun sayılmaz. Ancak alçının saç veya bitkisel liflerle karıştırılması sonucu oluşturulmuş, dayanıklı saf alçı sıvalar üretilmiştir.

Doğada alçı, içerdiği su molekül yapısına göre doğal alçı olan seleit ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) veya anhidrit (susuz CaSO_4) olarak adlandırılır. Doğal alçı olan selenitin saydam camsı yapıda, birbirine paralel düzgün lifsel dokuda olabileceği gibi sıkı mikrokristal yapıda bulunması da mümkündür. Özgül ağırlığı ise $2,3 \text{ gr/cm}^3$ tür. Anhidrit alçı ise sıkı kristal yapıda olup, özgül ağırlığı $2,8-3,0 \text{ gr/cm}^3$ tür. Açık hava veya nemli ortamlarda bulunduğu zaman anhidrit, yapısına su alarak selenite dönüşürken, hacminde artış gösterir.

Isıtılmanın yapılmış olduğu ortam, alçı adı ile bilinen hemi-hidrat kalsiyum sülfatın, sertleşme süresi üzerinde etkili rol oynar. Hemi-hidrat alçı, alçı taşının su buharlı ortamda, yüksek basınç altında ısıtılmasıyla elde edilmişse, harç olarak hazırlandığında su ile reaksiyonu yavaşlatır. Ancak kuru atmosferde, normal basınç altında ısıtılarak üretildiyse, su ile olan reaksiyonu hızlanır.

Alçıtaşı, saf halde bulunsa da, genellikle kil, kireçtaşı, silis, demir, vb. bileşimler içerir. Saf halde beyazrenklidir. Eğer çeşitli bileşikler içeriyorsa gri, kahverengi veya kırmızımsı kahverengi olabilir.

Yapıda Kullanım Yeri ve Amaçları

En eski bağlayıcı maddelerden olan alçı artık günümüzde bağlayıcı madde olarak pek kullanılmamaktadır. Alçı günümüzde içine başka malzeme katılmadan tek başına kullanılır. Alçı içine, ona çekme yönünden dayanım sağlamak üzere lifli malzemeler konulur.

Alçı, M.Ö. 3000 yıllarında Ortadoğu ve Mısır'da, harç ve sıva olarak yoğun olarak kullanılmıştır. Alçının hammaddesini oluşturan alçıtaşı, kaya tabakaları şeklinde bulunur. Taş, ezilip öğütüldükten sonra, içerdiği suyun %75'ini kaybedene kadar ısıtılarak, harç ve sıva olarak kullanılan alçıya dönüşür. [1], [22]

2.4.1.3. Kireç

Tanımı

Kireç taşının çeşitli derecelerde pişirilmesi sonucu elde edilen, su ile karıştırıldığında, tipine göre hava veya suda katılaşma özelliği gösteren beyaz renkli, inorganik esaslı bir bağlayıcı türüdür.

Sınıflandırılması

Kireci, içindeki kil miktarına bağlı olarak, yalnız havada katılaşma gösteren hava kireci (yağlı kireç) ve hem havada hem de suda katılaşma özelliği gösteren su kireci

(hidrolik kireç) olmak üzere iki tipe ayırmak mümkündür.

Tarihçesi

Kireç bilinen en eski bağlayıcılardan biridir. Eski Babil, Mısır, Finikeliler, Hitit ve Persler tarafından hava kireci yapıda bağlayıcı malzeme olarak kullanılmıştır. Romalılar devrinde su kireci bulunmuş ve su içi inşaatlarında kullanılmıştır. Bu arada Puzolan Kireç (volkanik esaslı, killi, kalkerli toprak) ile Türkler tarafından da Horasan adı altında kullanılmıştır.

Üretim Yöntemi

Kireç taşları ocaktan çıkarılıp belli büyüklükte kırıldıktan sonra kömürle tabakalar şeklinde istif edilerek meydana getirilen yığınlar halinde veya fırınlarda (aralıklı veya çalışan kule tipi) yapılan pişirilme sonucu sönmemiş kireç olarak elde edilir. Piyasada üretim yöntemine göre alevli ateşte pişirilmiş çalı kireci, kömür ateşte pişirilmiş kömür kireci, mermer kireci ve esmer kireç yaygın kireç türleridir.

Özellikleri

Su kireçleri suda katılaşma özelliği gösteren ve sudan etkilenmeyen kireç türleridir. Bu özelliği ile su yapılarından kullanılması tercih sebebidir. Kireçlerin genel bir özelliği ise kâgir malzeme ile yüksek aderans göstermesi ve deformasyon kabiliyetlerinin üstünlüğüdür. Bu nedenle kireç harçları plastik bir bünyeye sahip olduklarından işlenebilme ve yerleşme özellikleri yüksek değerdedir.

Yapıda Kullanım Yeri ve Amaçları

Hava kireçleri suya maruz kalmayan yapı bölgelerinde, su kireci ise su içindeki yapılarda kullanılır. Su ve hava kireçlerinin hacim artışlarının zararlı etkilerini azaltmak üzere kumla karıştırılarak tabakalar halinde kullanılması CO₂ gazının nüfuzu için gereklidir. Kalın uygulanacak kireç tabakalarında iç kısımların sertleşmesi CO₂ nüfuzu ile mümkündür. Kumla karıştırma kireç tabakalarının CO₂ 'e ulaşmasına yardımcı olur.

Kireç badana yapımında aderansı artırmak için bazı katkı maddeleri kullanılır.

Bunların başında özellikle tutkal, zeytinyağı ve tuz gelmektedir.

2.4.1.4. Puzolanlar

Tanımı

Puzolanlar, kendi başlarına bağlayıcı olmadıkları halde veya çimento gibi diğer bağlayıcılarla karıştırılınca bağlayıcılık özelliği kazanan maddelerdir. Bu olay, adi sıcaklıkta çimento veya kirece su eklenmesi sonucu puzolanların, bu bağlayıcıların içindeki serbest kireç ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ile birleşmesiyle gerçekleşir.

Sınıflandırılması

Puzolanlar, bileşimlerinde çok miktarda silis ve daha az alüminyum içeren maddeler olup, tabii ve suni puzolanlar olarak iki grupta isimlendirilir.

a. Tabii puzolanlar;

1. Volkanik puzolanlar

Volkanik toz ve küllerin meydana getirdiği tüflerdir.

2. Tras

Sünger taşının bulunduğu yataklardaki ocaklardan elde edilir. Ocaklarda çıkarılarak, tuffstein olarak adlandırılan malzeme, ince bir şekilde öğütülünce “tras” adını alır. Son derece sert bir kaya olan tras, öğütülmeden önce iyice kurutulmalıdır.

Pişmiş ve öğütülmüş kil yapay bir tras, doğal volkanik camlar ise doğal bir tras türü olmaktadır.

3. Gaize

Gri veya sarımsı-gri renklerde olabilen yumuşak bir kayadır. Yapısının %80’ini silis oluşturur. Bu silisin büyük bir kısmı suda çözünür.

4. Toz haline getirilmiş bazı lavlar ve volkanik kökenli kumlar (arenler)

b. Suni puzolanlar

Yapay puzolanlar arasında öğütölmüş tuğla dışında, termik santral baca külleri (uçucu kül), silis dumanı, yüksek fırın cürüfları da sayılabilir. Bu sonuncular puzolan tanımına tam uymazlar, zira kendileri de zayıf bağlayıcıdırlar.

1. Pişmiş Kil

Kilin 600-800°C’de pişirilmesi sonucu kaolinit kristal suyunu kaybederek silis ve alümine ayrışır. Sonuçta elde edilen ürün kireç ile reaksiyona girer. Saf killer 600-700°C’de, marnlı killer ise 800°C’de pişirilip, öğütölerek puzolan olarak kullanılabilir hale gelir. En iyi puzolan killeri, pipo toprakları olarak bilinen refrakter killer olurken, marnlı killer orta kaliteye sahiptirler.

2. Tuğlalar ve Toz Haline Getirilmiş Kiremitler

Horasan adlı bağlayıcı, tuğla ve kiremit tozlarının kireçle karıştırılması sonucu üretilmiştir. Kireç harçlarından üstün olan bu harç, özellikle suya karşı son derece dirençlidir.

3. Yüksek Fırın Letiyesi

Bünyesinde alüminyum, silis, kireç bulunduran bu madde, çok az kireç veya çimento ile karıştırılıp, bağlayıcılık özelliği kazandığından puzolan olarak kabul edilir. Çimento kadar mukavemetli oluşu, yapısında kireç bulundurmadiğı için kimyasal açıdan dayanıklılığı onu diğler puzolanlardan ayırır.

4. Uçucu Kül

Uçucu kül, toz halinde veya öğütölmüş taşkömürü veya linyit kömürünün yüksek sıcaklıklarda yanması sonucunda oluşan ve baca gazları ile sürüklenen, silis ve alümino-silisli toz halinde bir yanma kalıntısıdır.

Termik santrallerde kömürün yanması sonucu geriye kalan toz halindeki kül olup, çimento inceliğinde ve puzolanlık özelliğine sahiptir.

Tarihçesi

Eski Mısır’da ve Önasya’da tuğlanın (pişmiş kil) öğütölerek kirece katılması düşünülmüştür. Böylece elde edilen harca “horasan” denilmektedir. Osmanlılar bu

harcı geniş ölçüde ve bilinçli olarak kullanmışlardır. Avrupa’da ise Romalılar Napoli civarındaki Puzzuoli kasabasının toprağından yararlanmışlardır. Bu toprak camlaşmış volkan toprağıdır ve puzolan sözcüğü bu kullanımdan kaynaklanmıştır. Almanlar ise puzolana tras derler.

Özellikleri

Puzolanlar kimyasal olarak SiO_2 ve az miktarda Al_2O_3 den oluşan maddelerdir. Suyla karıştırıldıklarında çamur haline gelir, kuruduktan sonra tekrar eski hallerine dönerler. Ancak bunlar kireçle karıştırılırsa bağlayıcılık kazanır ve suda erimeyen bir kalsiyum silikat tuzuna dönüşürler. SiO_2 içeren her toprağın puzolan olamayacağı açıktır. Hangi toprağın bu özelliğe sahip olduğu, aktivite testleri yapılarak belirlenir.

Puzolanlar kirece katıldıkları gibi çimentoya da üretim sırasında katılırlar. Böylece katkılı Portland çimentosu, traslı çimento dediğimiz türde çimentolar elde edilir.

Puzolan-kireç birleşiminin daha başarılı olması için bazı koşullar vardır: puzolan çok ince öğütülmelidir, ortam sulu olmalıdır, gerekli uzun zaman geçmelidir. Puzolanların kireci tespit etmeleri, çimento yönünden önemlidir. Böylece çimentolarda su etkisiyle eriyen kireç, erimez duruma geçer ve çimento kimyasal etkilere daha dayanıklı olur.

Çimento bünyesindeki kirecin mevcudiyeti bağlayıcının mekanik mukavemetini azalttığı gibi, kimyasal mukavemetin de yüksek değerler almasına engel olur. Çimento içindeki kireç, su ile karşılaştığında çözünerek, malzeme yapısında boşluklar oluşturur. Bu da, bağlayıcı üzerinde negatif bir etki oluşturduğundan istenmeyen bir olaydır. Bu sakıncaların giderilmesi için kirecin, silis bakımından zengin puzolanlarla birleştirilerek, suda erimeyen silikatları oluşturması sağlanmıştır. Silis oranı yüksek volkanik topraklar, termik santral baca külleri, yüksek fırın cürufları ve son yıllarda gündemde olan silis dumanı “silica fume” bu amaçla kullanılan diğer puzolanlardır. Klasik çağda ise daha az reaktif olan, yapay puzolanik malzemeler (demir cürufu, kırılmış tuğla, çömlek vb.) kullanılmıştır.

Kirecin hammaddesini oluşturan kalker %25 kül içerirse, pişirme sonucu açığa çıkan kireç bir miktar silis ile birleşerek, çimentonun esası olan kalsiyum silikat oluşumuna yol açar. Söndürme sırasında toz haline geçen kısım ise su kireci diye adlandırılıp,

geçen yüzyılda horasan harcını oluşturan malzemedir.

Yapıda Kullanım Yeri ve Amaçları

Puzolanlar kireç harçlarında kullanıldıklarında harç üzerinde iyi bir etki yaparak, onları suya dirençli hale getirmesi sebebiyle, senelerce kullanılmışlardır. Ancak, bu puzolanik etkinin açığa çıkması çok uzun zaman alır. Bu yüzden, çimentonun bulunmasıyla yerlerini bu yeni malzemeye bırakmış olan puzolanlar, günümüzde çimentonun korozyona karşı mukavemetini yükseltmek, priz esnasında oluşacak ısı miktarını azaltmak, deformasyon yapma kabiliyetini arttırmak, betonun işlenebilme özelliğini arttırmak, su geçirimsizliğini daha az olan harç ve beton üretmek için çimentoya katılarak kullanılır.

2.4.2. 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 tabii agregaları oluştururken, kırma taşlar, yüksek fırın cürufları, kazan külleri, pişmiş killer ve bunların geliştirilmesiyle elde edilen maddeler suni agregaları oluşturur. Malzeme tabiattan çıkarıldığı gibi kullanılıyorsa, tüvenon agregası olarak, yıkandıktan sonra ise, sınıflandırıldığı agregası grubu adı altında isimlendirilir.

Agregaları, ince ve iri agregası olmak üzere, iki gruba ayırmak mümkündür. İnce agregası boyutları belirli bir değerden küçük olan tanelerden meydana gelir. Kum denilen malzeme ince agregadan başka bir şey değildir. İri agregası ise boyutları belirli bir değerden büyük olan tanelerden oluşur. Çakıl bir doğal (iri agregası) agregasıdır. Bazı hallerde iri agregası olarak çakıl yerine doğal taş bloklarının konkasör denilen aletlerle parçalanması sonunda elde edilen kırmataş da kullanılır. Buna göre, kırmataş yapay bir agregasıdır. Doğal kumun bulunmaması halinde öğütülerek yapay ince agregası da elde edilebilir.

Eski eserlerde en yaygın olarak kullanılmış agregalar ise, başta kum olmak üzere, tuğla ve kiremit kırıkları, kırılmış taş, mermer, tras, istiridye kabukları, yüksek fırın cürufları ve külleridir. Dolgu maddesinin boyutu, dayanıklılığı, içeriği harç ve sıvanın

mukavemetini doğrudan etkiler. Bunu dikkate alarak, eski eser onarımlarında, çoğunlukla silis içeren, yıkanmış olması sebebiyle bünyesinde kil ve silt gibi zararlı maddeleri barındırmayan dere kumları kullanılmalıdır. Deniz kumları homojen, temiz ve ince taneli olmalarına rağmen içerdiği tuz sebebiyle harç mukavemetini düşürür. Topraktan çıkarılan kum ise içerisinde olabilecek kil ihtimali yüzünden, iyice yıkandıktan sonra kullanılır.

Bir bağlayıcı madde yalnız kum ile birlikte kullanılırsa harç elde edilir. Çimento hem ince agrega, hem de iri agrega ile birlikte kullanılırsa beton üretilir.

Agrega boyutları, harç ve sıvada kullanılacak bağlayıcı miktarı konusunda etkilidir. Küçük boyutlu agregatların iri boyutlular 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 şekle sahip agregatlardan, sürtünme miktarını ve buna bağlı sağlamlığı arttırması sebebiyle, köşeli olanlar tercih edilir.

Kum, doğal, kırma veya bunların karışımı ile elde edilen ve kare delikli, göz açıklığı 8 mm olan elekten geçen kum olmalıdır. Bazı sıvalarda desen ve renk vermek amacı ile kum yanında renkli çakıl ve kırma taş kullanılır. Bunlar karışımın gereği olan elekten elenerek kullanılmalı, dolgun olan türleri seçilmelidir. İnce sıvada deniz kabukları bulunmamalıdır. Agreganın yeterli sertlikte olması, uygulama sırasında ufalanıp parçalanmaması gerekir.

Harç kumu muhtevası, su emmesi yüksek malzeme, maden kaynakları daneleri, bitkisel toprağın katılmış daneleri (humus), yumuşak marn, kil veya tebeşir ihtiva etmemelidir. Deniz kumu, zararlı etkisi sebebiyle harç kumu olarak yıkanmadan kullanılmamalıdır. Bu malzemeler sıvada lekeler oluşturup kraterlere, sıva patlamalarına neden olurlar.

Harç kumları, mümkün olduğunca boşluksuz bir yapıya sahip olmalıdır. Bundan dolayı da öncelikle granülometrisi ayarlanmış kumlar kullanılmalıdır. Yuvarlak dane formu idealdir. Yassı ve uzunlamasına kırılmış daneler harcın işlenebilirliği ile yoğunluğunun giderilmesinde zorluk çıkarır. [24], [25]

2.4.3. Katkı Maddeleri

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

a) Kimyasal Katkılar

1. Alışkanlaştırıcılar; 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 süperalışkanlaştırıcılar olarak ikiye ayrılırlar.
2. Priz gecitiriciler; Taze harcın katılaşmaya başlama süresini uzatırlar.
3. Priz hızlandırıcılar; Priz geciktirenlerin aksine bu katkılar, harcın katılaşma süresini kısaltırlar. Bazı uygulamalarda erken kalıp almada ve soğuk hava dökümlerinde don olayı başlamadan harcın katılaşmasını sağlamak amacıyla kullanılırlar.
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 katılardır ancak yerine yerleşmiş betonun su sızdırmazlığının sağlanması uygun yerleştirme tekniğinin iyi bir şekilde yapılmasına bağlıdır.

b) Mineral Katkılar

Çimento gibi öğülmüş toz halde silolarda depolanan cüruf, uçucu kül, silis dumanı, taş unu vb. Çeşitli endüstriyel üretimlerin yan ürünü olan maddelere mineral

katkı adı verilir. Mineral katkıları tek başına iken çimento gibi bağlayıcı özellik taşımazlar fakat birlikte kullanıldıklarında çimentoyla benzer görev yaparlar, dolayısıyla çimento ekonomisi sağlarlar. Mineral katkılardan yüksek dayanımlı beton üretiminde de yararlanır. [2], [24], [26], [27]

2.4.3.1. Katkı Malzemeleri

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

Albert Neuburger 1930’da yapmış olduğu çalışmalarında arap zamkı, hayvan tutkalı, gergedan kanı, incir sütü ve yumurtanın bağlayıcılar ile kullanılan ilk organik katkıları olduğunu belirtmiştir. Albümin, keratin, kazeinin ise Mısır’da yaygın olarak kullanılan organik polimerik yapıştırıcılar olduğu bilinmektedir.

İngiltere’de 8-9. yüzyıllarda yaygın kullanımı görülen malt ve üründen hava sürükleyicisi olarak, sertleşme sonrası harç dayanımını arttırmak amacıyla faydalanılmıştır. Erken dönemlerde kullanılan kireç harçları ve özellikle sıvalarının mukavemetini arttırmak için bitkisel lifler, hayvan kıl ve tüyleri kullanılmıştır.

Roma’lılar kireçle beraber katkı maddesi olarak puzolanik malzemelerin, İngiliz, Alman ve Hollanda’lılar da buna eşdeğer malzemeleri kullanmasını biliyorlardı. Ancak bu malzemeler pahalı ve zor bulunduğu için yaygın olarak kullanılamıyordu. Bu nedenle zayıf kireç harçlarının özelliklerini geliştirmek için ustalar kan, yumurta akı, şeker, tutkal vs. gibi organik katkı maddelerini kullanmışlardır. Bu tür organik malzemelerin niteliği ve kullanıldığı tarihler hakkında yeterli kaynak halen bulunmadığı için bu konudaki çalışmalara devam edilmektedir. Arap zamkı, kemik tutkalı, yumurta akı, incir sütü gibi daha pek çok maddelerin eski çağlarda yapıştırıcı veya katkı maddesi olarak kullanılmış olduğu bilinmektedir. Vitruvius’tan öğrenildiğine göre, incir sütü, çavdar hamuru, domuz yağı, kesilmiş süt, sertleşmeyi sağlamak için, yumurta akı ve kan sertleşmeyi geciktirmek için, malt ve ürün de hava sürükleyici olarak sertleşmeden sonra dayanımı arttırmak için kullanılmışlardır.

Bunlardan başka bazı yerlerde keten, saman, hatta, çimen gibi bitki lifleri, hayvan kılı özellikle sıvalara katılarak dayanma gücünün artırılmasına çalışılmıştır. Kireç

ve alçı sıvalar için katkı maddesi ve ilave bağlayıcı olarak kullanılan kıllar sağlam, yağ ve diğer kirlerden uzak olan öküz, at, keçi, hatta seyrek olmakla beraber bazen de insan saçı olabiliyordu.

Eski ustalar harç ve sıvaların mekanik özelliklerini artırmak için çok çeşitli doğal organik maddeler kullanmışlardır. Kullanılan katkı maddelerinden en çok bilinen bazıları kan, albümin, peynir, yumurta, zamk, çeşitli bitkisel lifler ve reçinelerdir.

Özellikle bu tür organik katkı maddelerinin çevre koşullarına karşı davranışları, dayanma süreleri, avantaj ve dezavantajlar konusunda bir çok yayınlanmış kaynak vardır.

Katkı maddesi olarak kırılmış ve öğütülmüş, pişmiş toprak malzemeler, demir cevheri, odun kömürü gibi inorganik malzemeler de kullanılmıştır. Puzolanik karakteri olan veya olmayan kil ve diğer silikatlı malzemeler harçlara ve sıvalara katılarak bu malzemelerin hidrolik özellikleri arttırılmaya çalışılmıştır.

Puzolanik toprakların bulunmadığı yerlerde M.Ö. 150'de Mısır'dan, Vitruvius zamanından 1850'lere kadar farklı bölgelerde yapılmış olan uygulamalardan, harç içerisine albümin, kitre zamkı, doğal reçineler, balmumu, kazein, keratin, ürin, malt, gomalak, yumurta akı, yumurta sarısı, peynir, pirinç, kesilmiş süt, arpa suyu, pamuk, kıtık, hayvan kılı, saman, kara ağaç kabukları vb. katkı malzemelerinin kullanıldığı anlaşılmıştır.

İnorganik kökenli katkı maddeleri bağlayıcılık işleminde ivmelendirici bir faktördür. Bu katkıların sentetik maddelerle birleşimi ile işlenebilirlik ve kireç harçlarının yapışma özelliğinin geliştirmesi sağlanır.

Günümüzde kullanılan katkı maddeleri, donmaya karşı olanlar (kalsiyum klorür), suya direnç gösterenler (kalsiyum stearat veya mineral yağlar), hava sürükleyicileri (kalsiyum lignosülfat), su emmeyi geciktirenler (naphto-sülfat, sodyum glukonat), renk vericiler (çeşitli pigmentler) şeklinde karşımıza çıkar.

Harç yapımında kullanılan bu maddeler, hızlandırıcı, plastikleştirici, geciktirici özellikler taşırlar. [1], [22]

2.4.4. 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 (SO_3) ile lağım suları bulunmamalıdır.

Bu konuda kullanılacak suyun en iyisi içilebilecek özellikteki sular olmalıdır. Harç karışımında, suyun donma noktasını düşürecek herhangi bir madde kullanılmamalıdır. [28]

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1 Deneysel Çalışma Programı

Sıva ve sıva harçları ile ilgili yapılan deneysel çalışmalarda altı adet farklı kimyasal katkı kullanılarak bir adet katkısız referans harç olmak üzere yedi adet farklı karışım yapılmıştır. Kullanılan kimyasal katkılar; BYG, H, Y-MFS, BYH, BYG-2, BY ve Referans harç olarak adlandırılmıştır. Tüm karışımlarda aynı granülometriye sahip kum, aynı özelliklerde çimento kullanılıp aynı karıştırma şekli uygulanmıştır. Deneylere başlamadan önce kullanılacak kimyasal katkı oranlarının belirlenmesi çalışması yapılarak hava muhtevası ve yayılma değerlerinin EN 934-3 'teki standart değerlerin içinde kalması sağlanmıştır. Hava muhtevası tayininde standart basınçlı metot kullanılmıştır. Kıvam tayininde ise standart daldırma ucu kullanılmıştır. Ayrıca yayılma tablası deneyi de yapılmıştır.

İlk olarak eğilme-basınç deneyleri yapılmıştır. 40x40x160 mm boyutundaki standart prizmatik kalıplar kullanılmıştır. Eğilme ve basınç deneyleri 7 ve 28 günlük standart prizmatik numunelerde gerçekleştirilmiştir. Eğilme deneyi yapıldıktan sonra iki parçaya bölünmüş olan numuneler üzerinde basınç deneyi yapılmıştır. Deneyler 40x40x160 mm boyutundaki standart prizmatik kalıplarda üçer adet numune üzerinde yapılmıştır.

Kılcal su emme deneyi 28 günlük numuneler üzerine uygulanmıştır. Deneyde 40x40x160 mm boyutundaki standart kalıplar kullanılmıştır. Kılcallık deneyi için numuneler iki parçaya ayrılıp dört tarafı geçirimsiz madde ile kaplanmıştır. Sonuçlar kullanılarak kılcal su emme katsayısı hesaplanmıştır.

Rötre deneyi 1, 4, 7 ve 28 günlük numuneler üzerinde yapılmıştır. Deneyde 20x20x285 mm boyutundaki standart prizmatik rötre kalıpları kullanılmıştır. Rötre ölçümleri kalıp içine yerleştirilen rötre pimler kullanılarak komperatör ölçümlerine

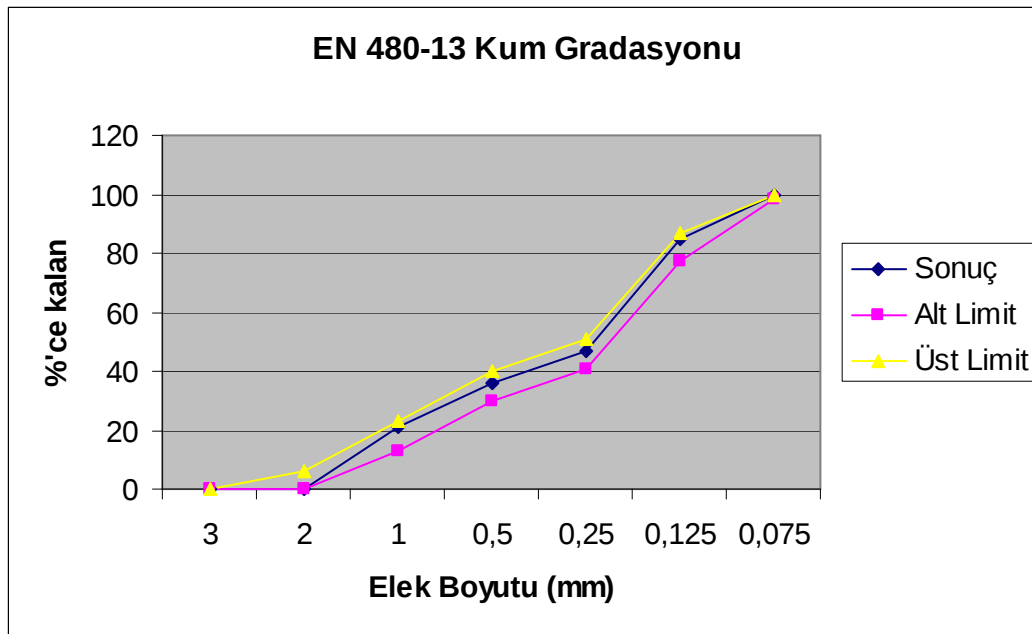
bağlı olarak yapılmıştır. Boy değişim ölçümleri yapılarak numunelerin rötre değerleri hesaplanmıştır.

Isıl genleşme deneyi 1, 7 ve 28 günlük numuneler üzerinde yapılmıştır. Isıl genleşme deneyinde 20x20x285 mm boyutundaki standart kalıplar kullanılmıştır. Isıl genleşme deneyi numuneleri belirlenen sıcaklık değişimlerine maruz bırakılarak ölçümler yapılmıştır.

3.2. Deneylerde Kullanılan Malzemeler

3.2.1.Kum

Deneyde kullanılan kum granülometrisi Tablo 3.1 'deki gibidir.



Şekil 3.1: Kumun Granülometri Eğrisi

Tablo 3: Kum Granülometrisi

Elek göz açıklığı (mm)	Elekten geçen kütlece (%)
4.0	100
2.0	94–100
1.0	77–87
0.5	60–70
0.25	39–49
0.125	13–23
0.063	0–2

* EN 480-13'e göre kullanılacak kumun granülometrisi

3.2.2.Çimento

Deneylerde EN 197-1'e uygun olan 42,5 dayanım sınıfında CEM I çimento (ASLAN CEM I 42.5R) kullanılmıştır.

3.2.3. Kimyasal Katkı

Kimyasal katkı olarak BYG, H ve bunlara ek olarak Y-MFS, BYH, BYG-2, BY olarak adlandırılan bitkisel, yüzey aktif madde, geciktirici, hızlandırıcı ve MFS (melamin formaldehit sülfonat) esaslı katkıları kullanılmıştır.

Tablo 3.2; Katkıların Kimyasal Yapısı

Kimyasal Yapısı					
	Bitkisel Esaslı	Yüzey Aktif Madde Esaslı	Geciktirici Esaslı	Hızlandırıcı Esaslı	MFS* Esaslı
BYG	+	+	+	-	-
H	-	-	-	+	-
Y-MFS	-	+	-	-	+
BYH	+	+	-	+	-
BYG-2	+	+	+	-	-
BY	+	+	-	-	-

Tablo 3.3; Kimyasal Katkıların Bazı Özellikleri

Katkılar	Görünüm	Yoğunluk (g/cm³)	pH	Katı Madde Miktarı (%)	Viskozite (cp)
BYG	Kahverengi Likit	1,0486	9,69	16,11	62
H	Sarı Homojen Süspansiyon	1,0568	9,69	8,51	193
Y-MFS	Sarı Homojen süspansiyon	1,0905	10,33	15,46	10
BYH	Sarı Kızıl Likit	1,0256	9,67	5,62	15
BYG-2	Sütlü Kahve Likit	1,0754	8,89	17,12	18
BY	Sütlü Kahve Likit	1,0529	9,58	12,87	5

* **MFS;** Melamin Formaldehit Sülfonat

3.3. Karışım Malzemeleri ve Şartları

Deneylerde kullanılan kum çimento karışım oranları Tablo 1'deki gibidir. TS EN 480-13'te belirtilen karışım miktarı oranlanarak bu karışım elde edilmiştir. EN 480-13'teki karışım toplam ağırlığı 4080 gr (Tablo 3.4). Kullanılan karıştırıcıya uygun olmadığı için bu miktar toplam 2500 gr olarak revize edilmiştir.

Tablo 3.4: Karışım Miktarları

	%	Miktar (g)
1/2 mm Kum	17,72	443,05
15/20 AFS	16,03	400,85
38/42 AFS	5,91	147,68
60/70 AFS	32,91	822,80
95/110 AFS	11,81	295,37
Kum Toplamı (gr)	84,39	2109,75
Çimento (ASLAN CEM I 42,5 R)	15,39	392,25
Genel Toplam	100	2500,00

Tablo 3.5: Standart Karışım Malzemeleri ve Şartları

	Kontrol karışımı	Deney karışımı
Kum	3 440 g	3 440 g
Çimento	640 g	640 g
Kimyasal katkı Maddesi	sıfır	Uygun miktarda (imalatçı talimatı)
Su	Gerektiği kadar	Gerektiği kadar
EN 1015-4'e göre Ölçülen kıvam Değerleri	40 mm +-5mm	Kontrol karışım kıvamına göre +-3mm

3.3.1. Harç Karışımları

Deneyisel çalışmalara ilk başlandığında kullanılacak katkıların dozajları ve harcın bu katkılarla çalışma şeklinin nasıl olacağı ilk olarak belirlenerek elde edilen ve EN 934-3'te istenen ani hava muhtevası, 1 saat bekleme sonrası hava muhtevası, uzatılmış karışım sonrası hava muhtevası ve bunların referans harç ile olan ilişkileri elde edilmiştir. Seçilen altı adet katkı (Y-MFS, BYH, BYG-2, BY, BYG, H) ve katkısız (referans) harçlar kullanılarak karışımlar yapılmıştır.



Şekil 3.2: Deneylerde Kullanılan Y-MFS, BYH, BYG-2, BY İsimli Katkılar



Şekil 3.3: Harç Karışımının Kalıplara Doldurulması

H hariç tüm diğer katkılar için katkı oranı çimento yüzdesi üzerinden hesaplanmıştır. H ise karışım suyunun belirli oranında kullanılmıştır. Ayrıca katkılı harçlar ile referans harcın daldırma ucu değerlerinin de belirli sınırlar içerisinde kalması için çalışmalar yapılmıştır. Katkıların ve karışım görüntüsü Şekil 3.2 ve 3.3'te verilmiştir.

3.3.1.1. Karıştırma İşlemi

EN 480-13'te belirtildiği gibi kuru karışım, suyun yarısının ilavesi, kalan suyun yarısının ilavesi ve ardından kimyasal katkı maddesinin eklenmesi ve bu karıştırma süresinin toplam 6 dakika olarak yapılmıştır. Kimyasal katkı ilavesi sonrası karıştırmaya hızlı olarak devam edilmiştir. Karıştırma işlemi sonrası EN 1015-4'e göre karışım kıvamı ve 1015-7'ye göre hava muhtevası tayin edilmiştir.

3.3.1.2. Bekletilmiş Karışım

Normal karıştırma işlemi yapıldıktan sonra harç 1 saat bekletilerek kıvam ve hava muhtevası tayini tekrar yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 3.7'de verilmiştir.

3.3.1.3. Uzatılmış Karışım

Normal karıştırma işlemi yapıldıktan sonra karıştırma işlemine 15 dakika daha düşük hızda devam edilmiştir. Karıştırma işleminden sonra hava muhtevası ve kıvam tayini yapılmıştır.

Deneylerde kullanılacak katkı oranlarının belirlenmesi için yapılan çalışma örnekleri Tablo 6 da verilmiştir. Yapılan çalışmalar sonunda standart değerler içerisinde ve optimum maliyetle kullanılacak katkı oranları ve deneysel değerler Tablo 7’deki gibi belirlenmiştir.

Çalışmalara başlandığında katkılar için herhangi bir tanımlanmış kullanım oranı bulunmuyordu. Bundan dolayı çalışmanın ilk aşamasında bu konu üzerinde yoğunlaşıldı. Kullanılacak malzeme seçimi ve bunun standart değerlere uygunluğu sağlandıktan sonra kimyasal katkıların karışımlardaki miktarlarının belirlenmesi için denemelere başlandı.Bu sırada kullanım talimatı bulunan H ve BYG çalışma sırasında katkı oranı belirlenmesinde yardımcı olarak kullanıldı.Çalışmalar sonunda katkı oranları ve elde edilen harç özelliklerinin standart değerler içerisinde kalması sağlanmıştır.Bunlar Tablo 3.6 ve 3.8’de özetlenmiştir.

Tablo 3.6: Normal ve Uzatılmış Karışım Sonrası Deney Sonuçları

Normal Karışım								Uzatılmış Karışım					
	BYG	H	Y-MFS	BYH	BYG-2	BY	Referans Harç	BYG	H	Y-MFS	BYH	BYG-2	BY
Su (g)	415	440	410	410	410	420	500	410	440	410	410	410	420
Katkı Yüzdesi	0,5	10	0,375	1	0,8	1,35	0	0,5	10	0,375	1	0,8	1,35
Hava Muhtevası (%)	14,5	4,3	16,5	19	14,5	16	2,7	15	8	20	20,5	17	20,5
Daldırma Ucu (mm)	39	41	40,5	42	40	40	42	-	-	-	-	-	-
Su Kesme (%)	17	12	18	18	18	16	0	-	-	-	-	-	-

Tablo 3.7: 1 Saat Bekleme Sonrası Hava Muhtevası

1 Saat Bekleme Sonrası Hava Muhtevası							Standart Değerler
	BYG	H	Y-MFS	BYH	BYG-2	BY	
Hava Muhtevası (%)	15	7	16	18	15	17	> A - %3

Tablo 3.8: TS-EN 934-3'teki Standart Değerler

	Normal Karışım	Uzatılmış Karışım
	Standart Değerler	
Su (g)	-	-
Katkı Yüzdesi (%)		
Hava Muhtevası (%)	$\%14 < A < \%20$	$< A + \%5$ $> A - \%5$
Daldırma Ucu (mm)	Referans harç ± 3 mm	
A =Normal Karışımındaki Hava Muhtevası		

3.4.Yapılan Deneyler

3.4.1. Yayılma Tablası (Flow table) Deneyi

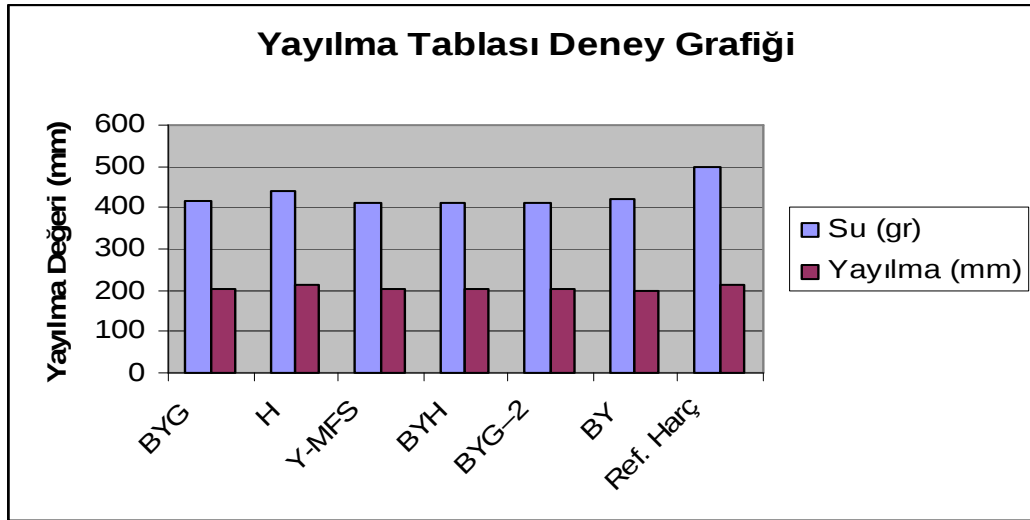
Bu deney EN 1015-9 Metot B'de tarif edildiği gibi yapılmıştır. Normal karıştırma işlemi yapıldıktan sonra harç deney için standart kesik koniye doldurularak yapılmıştır. Ölçüm sonuçları Tablo 3.9 ve Şekil 3.4 ve 3.5'te gösterilmektedir.

Tablo 3.9: Yayılma tablası sonuçları

Yayılma Tablası Sonuç	Su (gr)	Yayılma (mm)
BYG	415	203
H	440	213
Y-MFS	410	205
BYH	410	204
BYG-2	410	201
BY	420	199
Referans Harç	500	213



Şekil 3.4: Yayılma Tablası Deneyi



Şekil 3.5: Yayılma Tablası Deney Grafiği

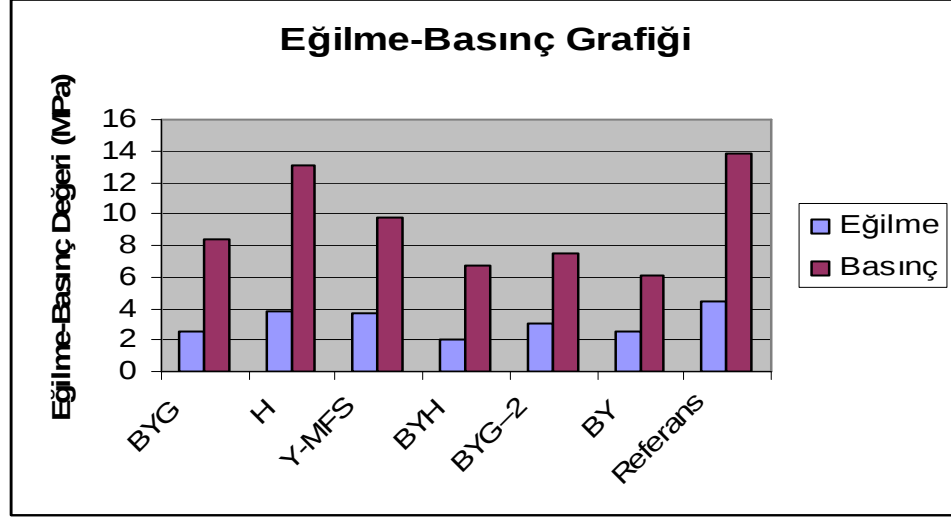
3.4.2. Eğilme – Basınç Deneyi

Eğilme – Basınç deneyleri EN 1015-11'e göre yapılmıştır. EN 480-13'te belirtildiği gibi yapılan karışımdan sonra EN 1015-3'e göre numune alma işlemi yapılarak harç kalıplara alınmıştır. EN 1015-11'e göre 20 C sıcaklık %95 bağıl nem olan ortamda 2 gün kalıp içerisinde, 5 gün kalıptan alındıktan sonra, 21 gün 20 C sıcaklık ve %65 bağıl nemli ortamda bekletilerek kür şartları sağlanmıştır. 28 gün sonunda numuneler önce eğilme cihazına daha sonra basınç cihazına konularak ölçümleri yapılmıştır (Tablo 3.10 – Şekil 3.6, Şekil 3.7 ve Şekil 3.8).

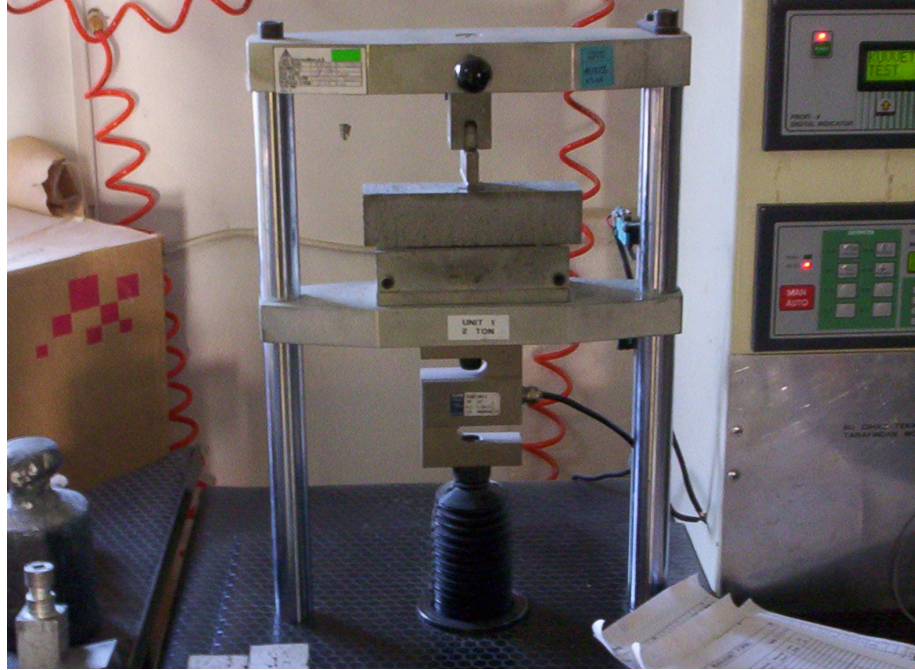
Tablo 3.10: Eğilme – Basınç Deney Sonuçları (MPa)

	Eğilme	Basınç	Standart Sınıfları
BYG	2,54	8,41	CS IV
H	3,76	13,05	CS IV
Y-MFS	3,63	9,83	CS IV
BYH	2,08	6,72	CS IV
BYG-2	3,00	7,50	CS IV
BY	2,54	6,11	CS IV
Referans	4,40	13,80	CS IV

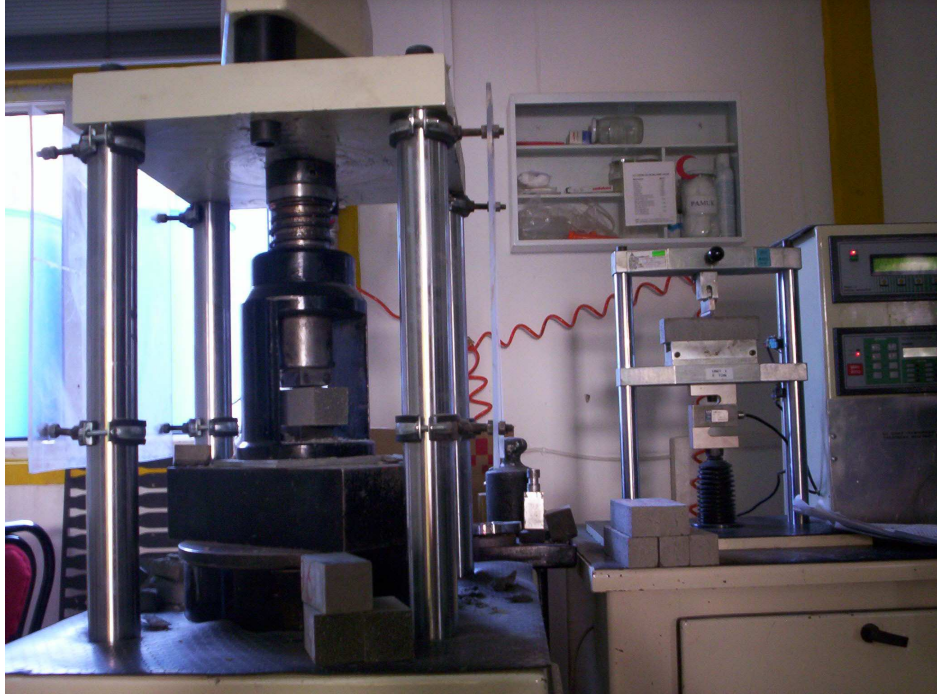
Ayrıca bulunan mukavemet değeri; EN 934-3 sayfa 6 çizelge 2’de belirtilen referans karışımının mukavemet değerinin % 70’inden büyük olmalı. Bu değeri BYH, BYG-2, BY ve BYG’nin sağlamadığı, Y-MFS ve H’nin sağladığı görülmüştür.



Şekil 3.6: Eğilme-Basınç Mukavemeti Grafiği



Şekil 3.7: Eğilme Deney Düzeneği



Şekil 3.8: Basınç Deneyi Düzeneği

3.4.3. Taze Harcın Kıvam Tayini (Daldırma Ucu Kullanılarak)

Bu deney EN 480-13'e göre yapılan karışım sonrasında daldırma ucu kabı 2 tabaka halinde ve her seferinde 10 tokmak darbesiyle yerleştirme işlemi yapılarak doldurulup ve daldırma ucu cihazının serbest düşmesi sonucu harca girdiği uzunluk okunmuştur. Bu işlem EN 1015-4'e uygun olarak yapılmıştır. Değerler Tablo 3.6'da işlenmiştir. Şekil 3.9'da deney yapılışı görülmektedir.

3.4.4. Taze Harcın Hava Muhtevasının Tayini

EN 480-13'e göre yapılan karışım işlemi bitirildikten sonra harç hava ölçüm kabına 2 tabaka halinde ve EN 1015-7'ye uygun olarak yerleştirilmiştir. Gerekli sıkıştırma ve düzeltme işlemi yapılarak boşluksuz bir şekilde doldurulmuştur. Daha sonra cihazda gerekli okuma yapılmış ve hava muhtevası % olarak belirlenmiştir. Değerler Tablo 3.6'da toplu olarak verilmektedir (Şekil 3.10).



Şekil 3.9; Daldırma Ucu Deneyi



Şekil 3.10; Hava Muhtevası Ölçümü

3.4.5. Rötre Deneyi

Rötre deneyinde EN 480-13'e göre karışım lar yapılmıştır. Deneyde 2,5x2,5x28,5'lik kalıplar ile rötre pimleri kullanılmıştır. Karıştırma sonrası kalıplara yerleştirilen numuneler 2 gün kalıpta 20°C sıcaklık ve %95 bağıl nem olan ortamda bekledikten sonra pimleriyle birlikte kalıptan sökülmüştür. Bundan sonra %65 bağıl nem olan ortamda bekletilmiştir. Numunelere 1-4-7-28 gün okumaları yapılmıştır. Bu süreçte boy değişimleri izlendi ve rötre miktarları hesaplandı. Grafikler Ek 1-7 arasında verilmiştir. Sonuçlar Tablo 3.11'de verilmiştir.



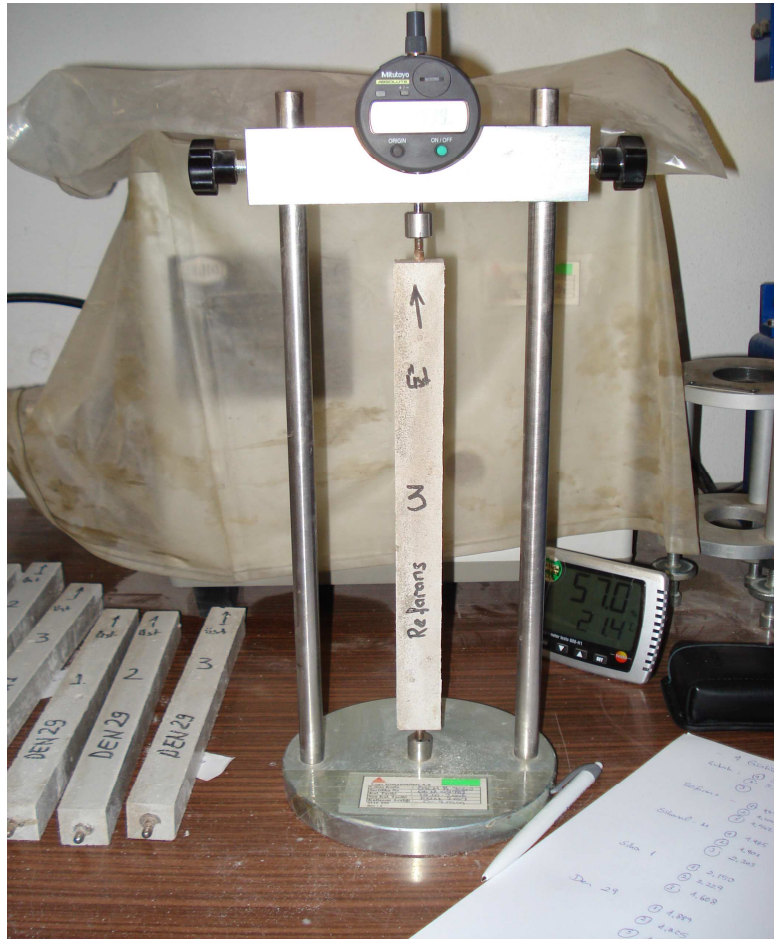
Şekil 3.11; Rötre Kalıbına Pimlerin Montajı Sonrası Görüntü

Tablo 3.11; Rötre Değerleri

	Gün	BYG	H	Y-MFS	BYH	BYG-2	BY	Referans
Rötre Okumaları (Ortalama)(mm/m)	1	0,109	0,062	0,076	0,174	0,063	0,092	0,016
	4	0,576	0,609	0,479	0,400	0,584	0,428	0,381
	7	0,488	0,846	0,702	0,513	0,799	0,558	0,450
	28	0,837	-	0,752	0,714	-	0,727	0,733



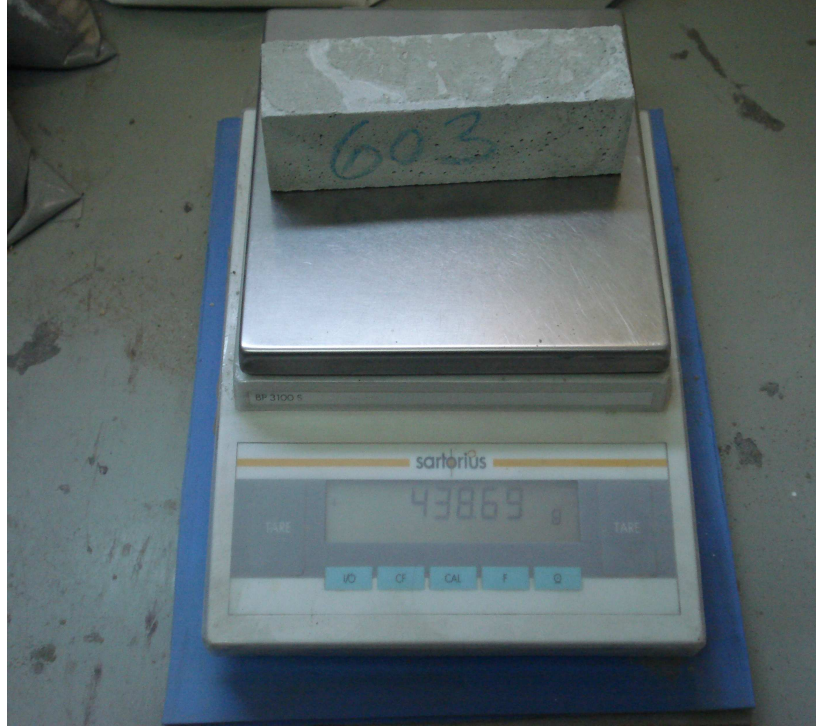
Şekil 3.12; Harç Rötire Kalıbına Döküldükten Sonra Görüntü



Şekil 3.13; Komperatörde Rötire Okuması Yapılırken Görüntü

3.4.6. Kılcal Su Emme Katsayısı Tayini

Kılcal su emme deneyinde EN 480-13'e göre karışımlar yapılmıştır. Daha sonra EN 1015-18'e uyularak kılcallık deneyi yapılmıştır. Numuneler döküldükten sonra 2 gün kalıpta bekletilmiş ve kalıptan çıkarılmıştır.



Şekil 3.14; Kılcallık Numunelerinin Ağırlık Tartımı

Kalıp söküldükten sonra 28. günlük kılcallık numuneleri alınarak ağırlıkları tartılmıştır. TS-EN 1015-18'e göre numuneler bu ağırlık tartımından sonra dört tarafı geçirimsiz malzeme ile kaplanarak iki parçaya ayrılması istenmiştir. Geçirimsiz malzeme olarak parafin kullanılmıştır. Ancak geçirimsiz malzeme parafin etüvde eridiği için uygulama sırasında değişikliğe gidilmiştir. Öncelikli olarak geçirimsiz malzeme ile kaplama yerinde numuneler iki eşit parçaya ayrılmıştır (Şekil 3.15).

Daha sonra bu parçalar 48 saat boyunca sabit ağırlığa erişene kadar etüvde tutulmuş ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Numuneler sabit ağırlığa eriştikten sonra 4 tarafları geçirimsiz malzeme parafin ile kaplanmıştır (Şekil 3.14 ve Şekil 3.16).



Şekil 3.15; Kılcallık Numuneleri Etüvde



Şekil 3.16; Numuneler Geçirimsiz Hale Getirilirken

Numune çevresinin geçirimsiz malzeme ile kaplanmasının ardından standartta belirtilen yükseklikteki, 5 ila 10 mm su yüksekliğine sahip kabın içerisinde sırasıyla 10 dakika ve 90 dakika bekletilmiş ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler sonunda elde edilen ağırlık tartım sonuçları kullanılarak kılcal su emme katsayısı standartta belirtilen şekilde hesaplanmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17;Geçirimsiz Malzeme (parafin) İle Kaplanmış Numuneler



Şekil 3.18;Geçirimsiz Numuneler Su İçerisinde Bekletilirken

Geçirimsiz hale getirilen numuneler TS EN 1015-18’de belirtildiği gibi belirtilen su yüksekliğinde olan kabın içerisine yerleştirilmiştir. Su içerisinde bekletilme süresi kabın kenarındaki kronometre yardımı ile yapılmıştır (Şekil 3.18). Ayrıca numunelerin alt yüzlerinin direkt olarak kabın tabanı ile teması engellenmiştir. Numunelerin alt yüzeyinden itibaren 5–10 mm arasında su yüksekliği sağlanmıştır. Deney grafiği Ek 11’de verilmiştir. Numuneler N1, N2, N3, N4, N5 ve N6 olarak isimlendirilmiştir. Deney sonuçları Tablo 3.12 ve 3.13’te verilmiştir.

Tablo 3.12; Kılcal Su Emme Deneyi Numune Ağırlık Tablosu

		N1	N2	N3	N4	N5	N6
BYG	P.Ö.	209,17	207,36	213,11	208,37	210,58	208,1
	P.A.	216,21	219,84	214,93	214,44	213,9	217,58
	10 dk.	218,75	222,45	217,12	216,67	216,06	219,79
	90 dk.	221,75	225,35	219,97	219,51	219,03	222,61
H	P.Ö.	225,4	226,51	230,9	232,89	227,99	231,04
	P.A.	233,22	233,55	239,04	238,53	235,52	239,61
	10 dk.	236,15	236,59	241,94	241,85	238,58	242,81
	90 dk.	242,1	242,5	247,5	247,61	243,85	247,82
Y-MFS	P.Ö.	208,59	207,27	210	203,68	211,97	206,94
	P.A.	216,53	216,04	221,27	220,06	218,75	213,02
	10 dk.	219,1	218,41	223,73	223,04	221,55	215,91
	90 dk.	223	222,26	227,77	226,86	225,24	219,78
BYH	P.Ö.	206,8	199,56	205,5	198,82	204,41	201,33
	P.A.	208,96	211,82	214,16	215,72	207,61	213,74
	10 dk.	211,6	214,25	216,47	217,75	209,86	215,99
	90 dk.	214,54	217,2	219,21	220,75	212,72	218,78
BYG-2	P.Ö.	207,51	206,04	208,71	208,8	204,27	206,03
	P.A.	212,53	216,3	210,92	216,24	215,04	212,82
	10 dk.	214,84	218,57	212,87	218,18	217,09	215,04
	90 dk.	217,66	221,57	216,02	221,2	220,03	217,81
BY	P.Ö.	204,73	206,66	204,73	202,4	209,15	206
	P.A.	212,93	215,03	211,72	214,31	218,55	216,62
	10 dk.	215,09	217,17	213,92	216,68	220,93	218,85
	90 dk.	218,14	219,83	216,54	219,55	223,78	221,36
Referans	P.Ö.	232,46	235,17	232,11	233,22	236,04	235,64
	P.A.	240,88	241,95	240,79	244	239,33	239,6
	10 dk.	243,1	244,15	243,18	246,8	242,13	242,78
	90 dk.	249,64	250,71	249,84	253,04	248,24	249,47
P.Ö. = Parafin kaplanmadan önceki ağırlık (gr)							
P.A. = Parafin kaplandıktan sonraki ağırlık (gr)							
10 dk. = Numune 10 dakika su içerisinde bekletildikten sonraki ağırlığı (gr)							
90 dk. = Numune 90 dakika su içerisinde bekletildikten sonraki ağırlığı (gr)							

$$\text{Kılcal Su Emme Katsayısı} = 0,1 \cdot (M_{90} - M_{10}) \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{dk}^{0,5}) \quad (3.1)$$

W0; Belirlenmiş bir değer yoktur.

W1; $c \leq 0,40 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5})$

W2; $c \leq 0,20 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5})$

Tablo 3.13; Kılcal Su Emme Katsayı Tablosu (kg / (m².dk^{0,5})

	N1	N2	N3	N4	N5	N6	Ortalama	Standart Sınıfları
BYG	0,300	0,290	0,285	0,284	0,297	0,282	0,290	W1
H	0,595	0,591	0,556	0,576	0,527	0,501	0,558	W0
Y-MFS	0,390	0,385	0,404	0,382	0,369	0,387	0,386	W1
BYH	0,294	0,295	0,274	0,300	0,286	0,279	0,288	W1
BYG-2	0,282	0,300	0,315	0,302	0,294	0,277	0,295	W1
BY	0,305	0,266	0,262	0,287	0,285	0,251	0,276	W1
Referans	0,654	0,656	0,666	0,624	0,611	0,669	0,647	W

3.4.7. Isıl Genleşme Katsayısı Tayini

Isıl genleşme katsayısı tayininde EN 480-13'e göre karışımlar yapılmıştır. Karıştırma işlemi yapıldıktan sonra harç karışımı rötne kalıplarına yerleştirilmiştir. Numuneler kalıp içerisinde 2 gün daha sonrasında ise kalıptan çıkarılarak kür odasında bekletilmiştir. Isıl genleşme numunelerine 1-7-28 günlük boy değişimi okumaları yapılmıştır.

Numuneler okumalar sırasında sırasıyla 5 ve 30 derece arasında sıcaklıklara maruz bırakılmıştır. 20 derece'de bekletilen numunelere ilk okuma yapıldıktan sonra 3 saat süreyle 5 derece, bunun ardından 3 saat süreyle 30 derecede iklimlendirme cihazında bekletilerek ölçümler yapılmıştır. Elde edilen değerler TIB-101'de verilen formül kullanılarak ısı genleşme katsayısı hesaplanmıştır. Sonuçlar Şekil 3.19 ve Tablo 3.14'te verilmiştir.

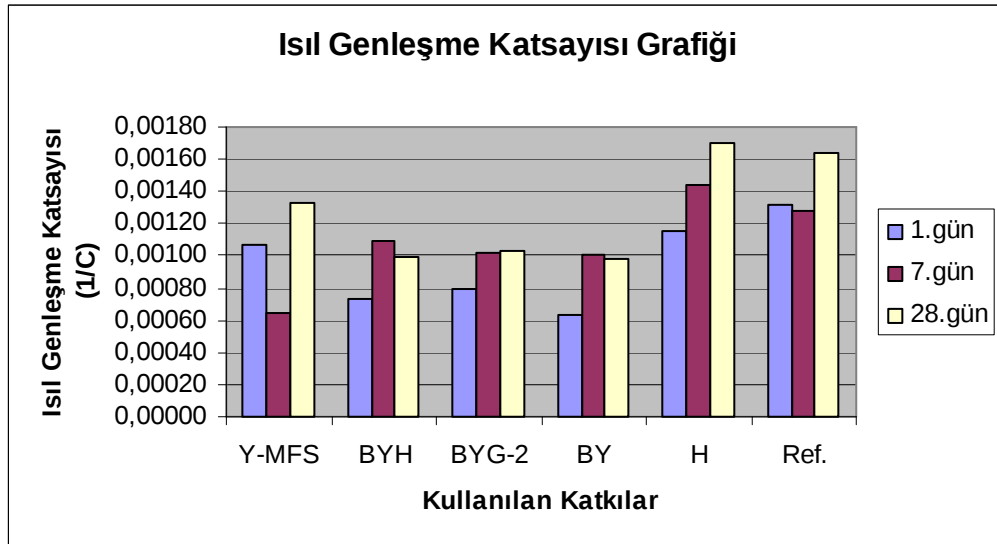
$$\alpha = \Delta l / l_0 \cdot \Delta T \quad (3.2)$$

α =Isıl genleşme katsayısı [1/°C]

Δl =30°C ile 5°C arasındaki boy farkı

ΔT =Boy değişim ölçümü yapılan sıcaklıklar farkı [°C]

l_0 =Test başlangıcında 20°C'de ölçülen boy



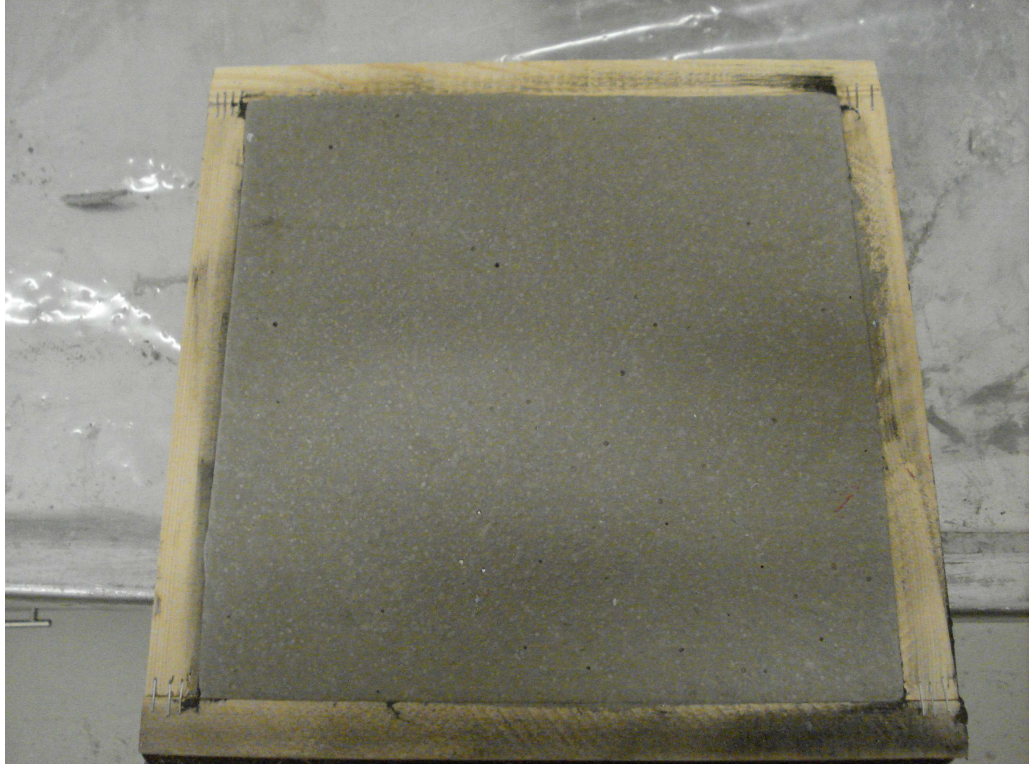
Şekil 3.19; Isıl Genleşme Katsayısı Grafiği

Tablo 3.14; Isıl Genleşme Katsayısı deney sonuçları (1/°C)

	1.gün	7.gün	28.gün
Y-MFS	$1,07 \times 10^{-3}$	$0,65 \times 10^{-3}$	$1,33 \times 10^{-3}$
BYH	$0,74 \times 10^{-3}$	$1,10 \times 10^{-3}$	$0,99 \times 10^{-3}$
BYG-2	$0,80 \times 10^{-3}$	$1,02 \times 10^{-3}$	$1,04 \times 10^{-3}$
BY	$0,64 \times 10^{-3}$	$1,01 \times 10^{-3}$	$0,98 \times 10^{-3}$
H	$1,15 \times 10^{-3}$	$1,44 \times 10^{-3}$	$1,70 \times 10^{-3}$
Ref.	$1,32 \times 10^{-3}$	$1,28 \times 10^{-3}$	$1,64 \times 10^{-3}$

3.5. Çatlak Tespiti için Gözlemsel Çalışma

Deneysel çalışmanın diğer bir kısmında hazırlanan beton altlıklara sıva uygulaması yapılarak çatlak takibi yapılması düşünülmüştür. Sıvanın uygulama sonrası hareketi gözlemlenmek istenmiştir. Bunun için 30x30 cm boyutlarında beton altlıklar hazırlanmıştır. Ortalama sıva uygulama kalınlığı olarak 1~1,5 cm belirlenerek üretilen altlıkların kenarlarına bu kalınlıkta çıtarlar çevrilmiştir. Çıtarlar yapıştırıcı malzeme ile beton altlıklara Şekil 3.20'deki gibi monte edilerek sıva uygulaması yapılmıştır. Uygulamadan sonra numuneler $20 \pm 2^\circ\text{C}$, $\%95 \pm 5$ bağıl nemli kür odasında 2 gün muhafaza edildikten sonra $\%65 \pm 5$ bağıl nemli ortamda 28 gün muhafaza edilmiştir. Yapılan gözlemlerde kullanılan katkıların herhangi birisinde çatlak gelişimine rastlanmamıştır. Gözlem fotoğrafları eklerde verilmiştir.



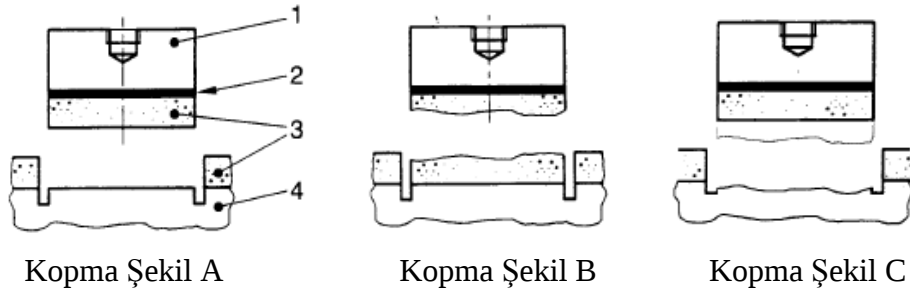
Şekil 3.20; Sıva Uygulaması

Harç uygulamasının genel görüntüsü Şekil 3.20’de verilmiştir.

3.6. Yapışma Dayanımı Tayini

Deneysel çalışmanın son kısmında sıvanın alt tabakaya yapışmasının tayini için kopma mukavemeti belirleme çalışması yapılmıştır. Deney TS EN 1015-12’ye uygun olarak yapılmıştır. Alt beton olarak standartta tanımlanan şartlara uygun beton kullanılmıştır. Uygulanan sıva harcı 7 gün 20 ± 2 °C sıcaklıktaki ortamda, 21 gün ise 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl neme sahip ortamda bekletilmiştir. Daha sonra sertleşmiş harca çekme başlıkları yapıştırılmış ve standartta tanımlanan çekme hız aralığında işleme tabi tutulmuştur ve sonuçlar deney föyüne kaydedilmiştir.

Deney numunelerinin hepsinin harç tabakasından koptuğu görülmüştür. Standartta 3 çeşit kopma tanımlanmıştır. Kopma şekilleri de aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.21; Standart Kopma Şekilleri

- 1 Çekme başlığı
- 2 Yapıştırıcı tabakası
- 3 Harç
- 4 Alt tabaka

Kopma Şekli A - Yapışma Düzleminde Kopma (Adezyon Kopması)

Kopma Şekli B - Harç Tabakasında Kopma (Kohezyon Kopması)

Kopma Şekli C - Alt Tabakadan Kopma (Kohezyon Kopması)



Şekil 3.22; Çekme Cihazı

Tablo 3.15; Yapışma Dayanımı Tablosu

Katkılar	Okumalar (kN)	Ortalama	Yapışma Day. (N/mm ²)	Kopma Şekli
BYG	0,24 0,09 0,09 - -	0,140	0,084	B
BYH	0,28 0,24 0,31 0,20 0,21	0,248	0,149	B
H	0,20 0,64 0,10 0,10 0,06	0,220	0,132	B
Y-MFS	0,20 0,18 0,21 0,20 0,25	0,208	0,125	B
BYG-2	0,10 - - 0,02 0,01	0,043	0,026	B
REF	0,22 0,23 0,34 0,28 0,29	0,272	0,164	B

$$f_u = \frac{F_u}{A}$$

f_u : Yapışma dayanımı (N/mm²)

F_u : Kopma kuvveti (N)

A: Alan (mm²)

Çekme uygulanan başlıkların alanı 1661 mm² olarak hesaplanmıştır.

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER

Yayılma Tablası (Flow Table) deneyinde, en fazla yayılma H içeren harçta görülürken, en az yayılma sonucu katkı oranı yüksek olmasına rağmen BY içeren harçta görülmüştür. H, kullanılan katkıları içerisinde en yüksek katkı oranı ve en yüksek su içeren karışıma sahipti, bununla paralel olarak da yayılma değeri yüksek çıkmıştır. Yüksek katkı içeriğine rağmen yayılma değerinin daha yüksek çıkmamasına neden olarak katı madde oranının diğerlerine göre daha az ve viskozitesinin yüksek olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Kullanılan katkıları içerisinde optimum ortalamaı veren Y-MFS eklenen harç olmuştur. En düşük katkı oranı kullanılan bu karışım diğerlerinden daha iyi işlenebilirlik sağlamıştır. Ayrıca katkı dozunun düşük olması maliyet açısından da avantaj olarak yorumlanabilir.

Sertleşmiş harçlarla ilgili sonuçlar Ek Tablo I-1de özetlenmiştir. Eğilme – Basınç deneyleri sonucunda en yüksek eğilme değerini H kodlu harç vermiştir. Katkı dozunun yüksek olmasına ve hızlandırıcı esaslı bir katkı olmasından dolayı mukavemet değeri diğerlerine göre yüksek çıkmıştır. Ayrıca yüksek katkı oranı ve hızlandırıcı esasının yanında düşük hava muhtevasının da mukavemet üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmüştür.

Basınç dayanımı sonuçları da beklendiği gibi eğilme değerleriyle benzer sonuçlar vermiştir. BYG-2 ve BY benzer formülasyona sahip olmalarına rağmen katkı dozu yüksek olan BY eklenen harcın mukavemet değerlerinin düşük olması herhangi bir kimyasal nedene bağlanamamıştır.

Yüzey aktif madde esaslı bir katkı olan BYH, priz hızlandırıcı içermesine rağmen mukavemet artırıcı içermediği için harcın eğilme – basınç değerleri düşük çıkmıştır.

Y-MFS eklenen harcın mukavemet değerinin H eklenen harçtan sonraki en yüksek mukavemet değerini vermesi kimyasal yapısındaki Melamin formaldehit sülfonat'tan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Deney sonucunda sadece Y-MFS ve H kodlu harçların mukavemet değerleri standartın istediği sınırlar içerisinde kalmıştır. Diğer katkılı harçların mukavemet değerleri, referans harcın mukavemetinin % 70'inden daha küçük çıkmıştır.

Harçların ileri yaş rötre değerleri birbirlerine yakın değerler vermiştir. Bunun yanında erken yaşta ise eklenen kimyasal katkıların rötre miktarını referans harca göre bir miktar artırdığı görülmektedir. Burada erken yaşta gerekli ve uygun kür uygulamasının kullanılmasının bu katkılar için önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Zira uygulanan kür sonucunda rötre ilerlemesinin yavaşladığı görülmüştür. Ayrıca çatlak takibi için yapılan uygulama sonucunda harçlarda herhangi bir çatlak gelişimine rastlanmamıştır.

Rötre değeri en fazla çıkan BYG kodlu harç olmuştur. Harcın plastik kıvama getirilmesine yönelik bir katkı olduğu için rötreye etkisi olmamıştır.

Deney sonucunda en düşük değeri BYH kodlu harç vermiştir. Bu sonucun hava sürükleyici etki yapan yüzey aktif madde esasından kaynaklandığını düşünülmektedir.

BY eklenen harç, kılcal su emme değeri en düşük karışım olarak gözlenmektedir. BYH, BYG-2 ve BYG kodlu harçların kılcal su emme katsayısı değerleri birbirlerine çok yakın değerler vermiştir. Katkıların ortak özellikleri yüzey aktif madde esaslı olmaları. Bunun bir sonucu olarak harç karışımları sertleşmeye bırakıldıklarında harcın içerisinde kılcal boşluklar oluşmaktadır. Yüzey aktif madde içerisindeki bileşenleri bu boşluklar arasında tıkaç görevi görerek suyun ilerlemesini engelliyorlar. Buna bağlı olarak kılcal su emme katsayısı değerleri düşük çıktığı şeklinde yorumlanmaktadır.

Kılcal su emme katsayısı değeri en yüksek H kodlu harçta hesaplanmıştır. Genel su geçirimsizlik katkısı olan H'dan sonra en yüksek değer Y-MFS kodlu karışımdan elde edilmiştir. Burada beklenenin aksine kılcal su emme sonuçları yüksek çıkmıştır. Y-MFS, içerdiği tenside (loril eter sülfat) tipinden kaynaklanan mikro boşluklardan dolayı düşük kılcal su emme değeri beklenirken tam tersi sonuç vermiştir. Bunun nedeninin dışa kapalı boşluklar oluşması beklenirken, açık boşlukların oluşarak su emme miktarını artırmış olabileceği düşünülmektedir.

Isıl genleşme katsayısı değeri en düşük BYH ve BY kodlu harçlarda hesaplanmıştır. Harç karışımı sırasında çimento ile birlikte kalsiyum silikat bileşiklerinin oluşturduğu rijit yapının ısı genleşmenin düşük çıkmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Isıl genleşme katsayısı en yüksek değer H kodlu harçtan gelmiştir. En yüksek ikinci değer Y-MFS kodlu harçta görülmüştür. Isıl genleşme katsayıları yakın çıkmasına karşın bu iki katkı aynı özellikte katkılar değildir.

Bunların dışında BYG-2 kodlu katkının eklendiği harçta ısı genleşme katsayısı değeri de BYH ve BY olarak kodlanan harca yakın bir değer vermiştir. Bunun nedeninin de BYG-2'nin içeriğindeki nitrat tipinin çimentonun oluşturduğu kompozit yapıya yaptığı etkiden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan deneyler sonucunda en yüksek yapışma dayanımı değerini referans harç, en düşük değerleri ise BYG ve BYG-2 vermiştir. Kimyasal katkıların yapışma dayanımı değerlerini düşürdüğü görülmüştür. Özellikle hava sürükleyici özellikteki katkılar BYG ve BYG-2'nin yapışma dayanımı değerlerinin düşük çıktığı görülmektedir.

Ayrıca deney sonuçlarına göre yapışma dayanımı değerlerinin mukavemet değerleri ile paralel sonuçlar verdiği görülmüştür. En yüksek mukavemet değerine sahip referans harcın yapışma dayanımı değeri de karışımlar içerisinde en yüksek değer olmuştur. Karışımların hava muhtevası değerleri de yapışma dayanımı ile paralellik göstermiş olsa da kesin bir şekilde benzerlik kurulamamıştır. Bunun nedeni hava muhtevası oranlarının birbirine çok yakın olmasıdır.

Deney sonuçlarına göre mukavemet açısından değerlendirildiğinde Y-MFS kodlu katkının en iyi performansı verdiği görülmektedir. Mukavemet değeri dışındaki deney sonuçlarına göre BYH kodlu katkının düşük rötre, kılcal su emme, ısı genleşme ve yüksek yapışma dayanımı ile kullanılan katkılar arasında en iyi sonuçları verdiği görülmektedir.

ÖNERİLER

Deneylerde 6 adet kimyasal katkı kullanılmıştır. Kullanılan kimyasal katkılardan içerdikleri kimyasal çeşidine ve oranına göre değişik performanslar beklenmekteydi. Deneyler sonunda beklenen performanslar ve çıkan sonuçlar standartlar çerçevesinde ele alınmıştır.

Rötre deneyi sonucundan da görüldüğü gibi, kullanılan kimyasal katkılar erken yaşta rötre ilerlemesini referans harca göre artırmıştır. Bunun yanında ileri yaşlarda uygulanan kür ile bu ilerlemenin yavaşladığı belirlenmiştir. Uygulamaya yönelik yapılabilecek bir öneri olarak kür şartlarına mümkün olduğu kadar dikkat edilmesi sıva sağlığı ve kullanım ömrü açısından olumlu olacağı düşünülmektedir.

Isıl genleşme açısından katkıların kimyasal özelliklerinde bazı değişiklikler yapılarak bu özelliğin iyileştirilmesi sağlanabilir.

Çalışmanın tamamında aynı çimento kullanılmıştır. Ancak bilindiği üzere kimyasal katkılar farklı çimentolar ile farklı şekilde çalışarak farklı sonuçlar verebilmektedir. Elde edilebilecek veri zenginliği ve değerlendirme kolaylığı açısından farklı bir çimento ile aynı deneyler yapılarak performanslar karşılaştırılabilir ve bunun sonucunda çimentonun da katkı performansı ve sıva harcının performansı üzerindeki etkileri daha açık biçimde görülebilir.

KAYNAKLAR

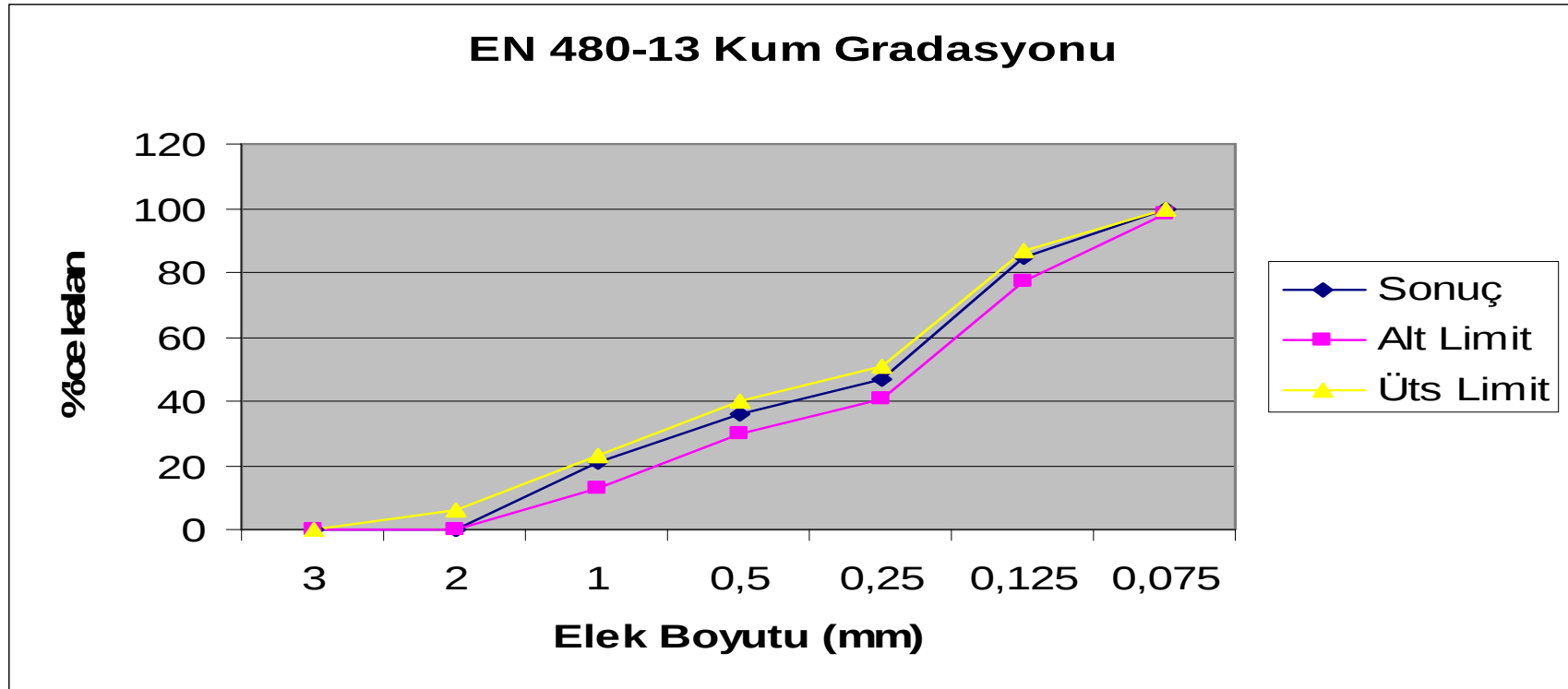
- [1] **Mavi Ö**, 2002. Kireç Harç ve Sıvaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [2] **Eriç M**, 2002. Yapı Fiziği ve Malzemesi, İstanbul
- [3] **Tüz Ö**, 1996. Bina Cephelerindeki Hasarlar Nedenleri ve Giderilme Yolları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [4] **Addleson, L**, 1972. Materials for Builings Vol2 Chaper River Pres, London.
- [5] **Kafesçioğlu R**, 1984.Cephe Kaplama Malzemeleri ve Doğramaları Semineri, *Yapı Endüstri Merkezi*, İstanbul
- [6] **Ersoy H.Y.**, 2001. Kompozit Malzeme, İstanbul
- [7] **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 II, *Dizayn Konstrüksiyon*, 48s
- [8] **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
- [9] **Gürer C.**, 2007. Yapı Teknolojisi Ders Notları, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitim Bölümü, Afyon
- [10] **Prof. Dr. Eriç M**, 1992. Yapıda Sıva Uygulamaları ve Sorunları, *İnşaat Dergisi*, İstanbul

- [11] **İşözen H**, 1991. Sıva ve Alçı I, *Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri*, YEM, İstanbul
- [12] **Akın A**, 1997. Yapı Kabuğundaki Dış Sıva Hasarlarının Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [13] **Artel T**, 1961. Yapı Malzemesi, İstanbul
- [14] **Prof. Dr. Gürdal E, Prof. Dr. Ersoy H.Y**, 1987. Boya ve Sıva Kaplama Kursu Notları, YEM, İstanbul
- [15] **Bayındırlık Bakanlığı**, 1988. Yapı İşleri Birim Fiyat Tarifleri, Ankara
- [16] **TS 1481**, 1988. Sıva Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara
- [17] **Prof. Dr. Gürdal E., Doç. Dr. Karagüler M. E.**, Yüksek Lisans Yapı Korunumu ve Yapı Hasarları Ders Notları, İstanbul
- [18] **Sıva İşleri Uygulamaları**, Alsecco İnş. Ve San. Tic. A.Ş.
- [19] **Prof. Dr. Postacıoğlu B**, 1986. Bağlayıcı Maddeler, Beton Cilt I, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul
- [20] **Erdoğan, T.Y.**, 2007. Beton Oluşturan Malzemeler , Çimentolar, Ankara
- [21] **Özdöl Gülrü**, 2004. Çimentonun Fiziksel Özelliklerinin Üretilen Standart Harcın Mukavemetine Etkilerinin Araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [22] **Güleç A**, 1992. Bazı Tarihi Anıt Harç ve Sıvaların İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [23] **TS 1262**, 1988. Sıva Yapım Kuralları, Bina İç Yüzeylerinde Kullanılan, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara

- [24] **Erdoğan N.**, 2005. Çimento Harçlarının Niteliklerinin İyileştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [25] **Arioğlu N., Yılmaz A.O.**, 1999. Çözümlü Beton Agregaları Problemleri, İstanbul
- [26] **Sika Yapı Kimyasalları A.Ş.**, Katkı Malzemeleri Katalogu
- [27] **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
- [28] **TS 2848**, 1977. Kâğıt Duvar Harçları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

EKLER

Ek A . Kum Granülometrisi

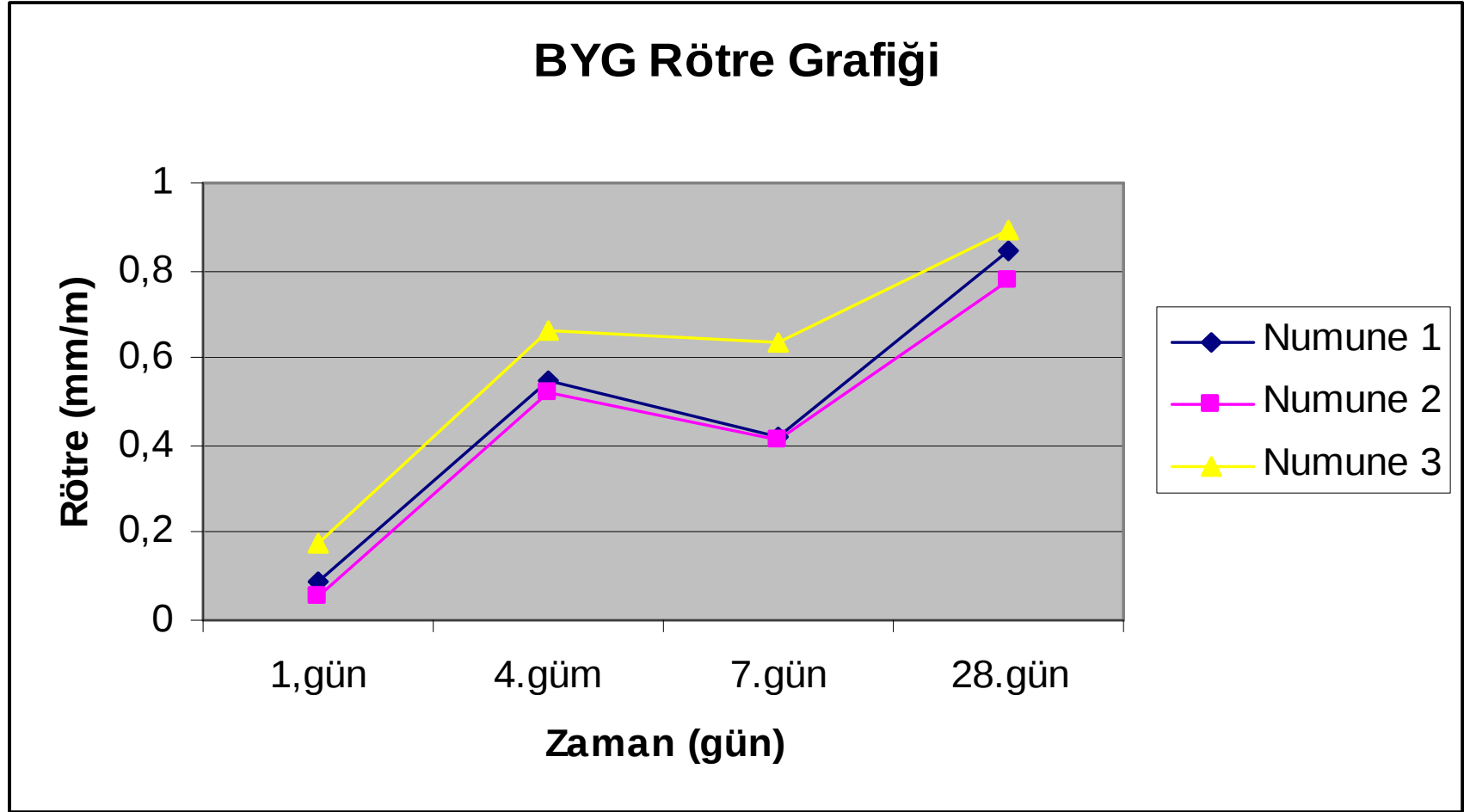


Şekil A-1: EN 480–13 Kum Gradasyon Eğrisi

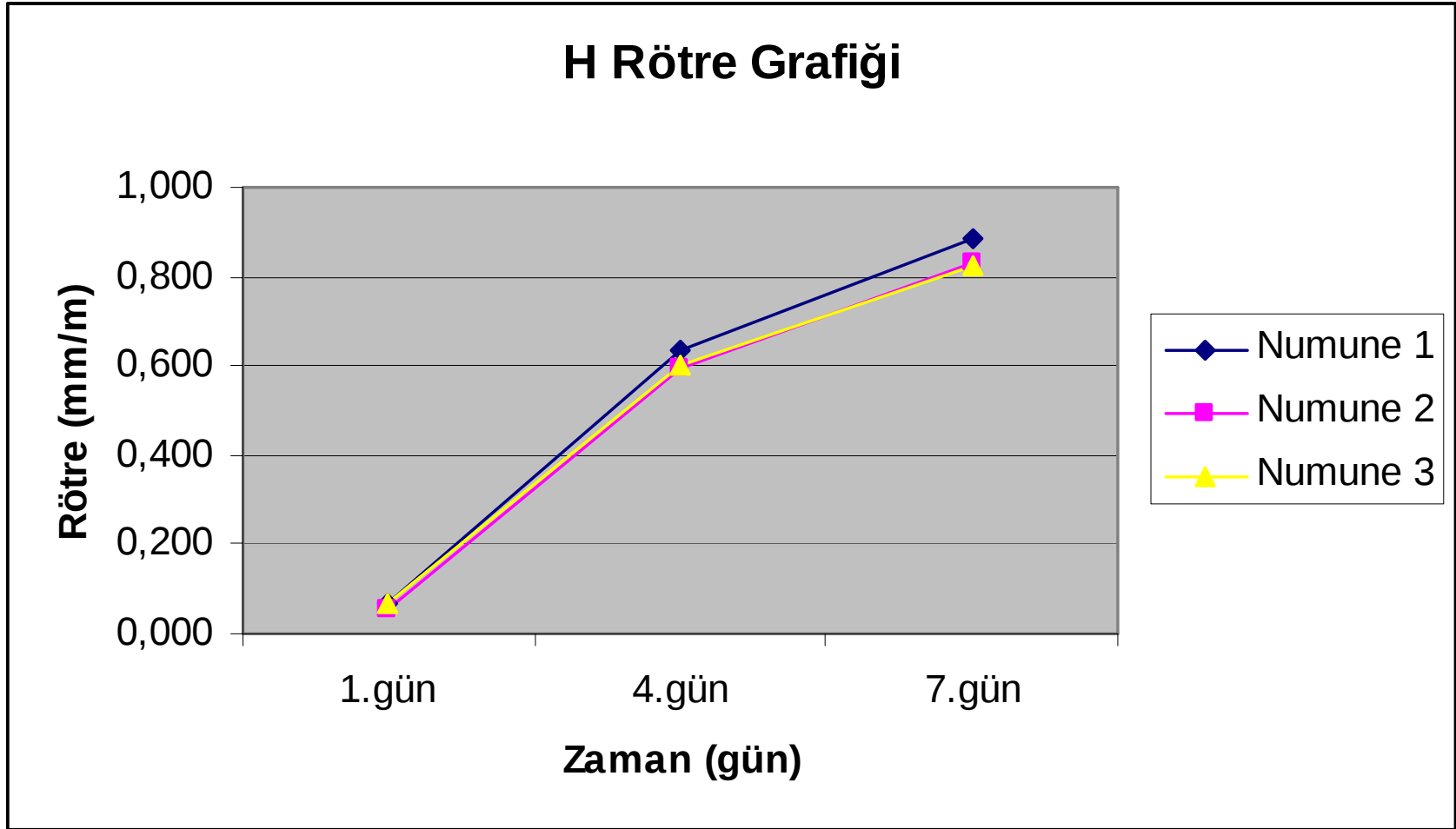
Tablo A-1 Kum Karışım Değerleri

Elek Açıklığı	1/2mm	15/20 AFS	38/42 AFS	60/70 AFS	95/110	Elek Açıklığı	Sonuç	Alt Limit	Üst Limit
3	0	0	0	0	0	3	0	0	0
2	1	0	0	0	0	2	0	0	6
1	89	10	0	0	0	1	21	13	23
0,5	100	80	0	0	0	0,5	36	30	40
0,25	100	100	93	0	3	0,25	47	41	51
0,125	100	100	100	77	57	0,125	85	77	87
0,075	100	100	100	100	100	0,075	100	98	100
Karışım Yüzdesi	0,21	0,19	0,07	0,39	0,14				

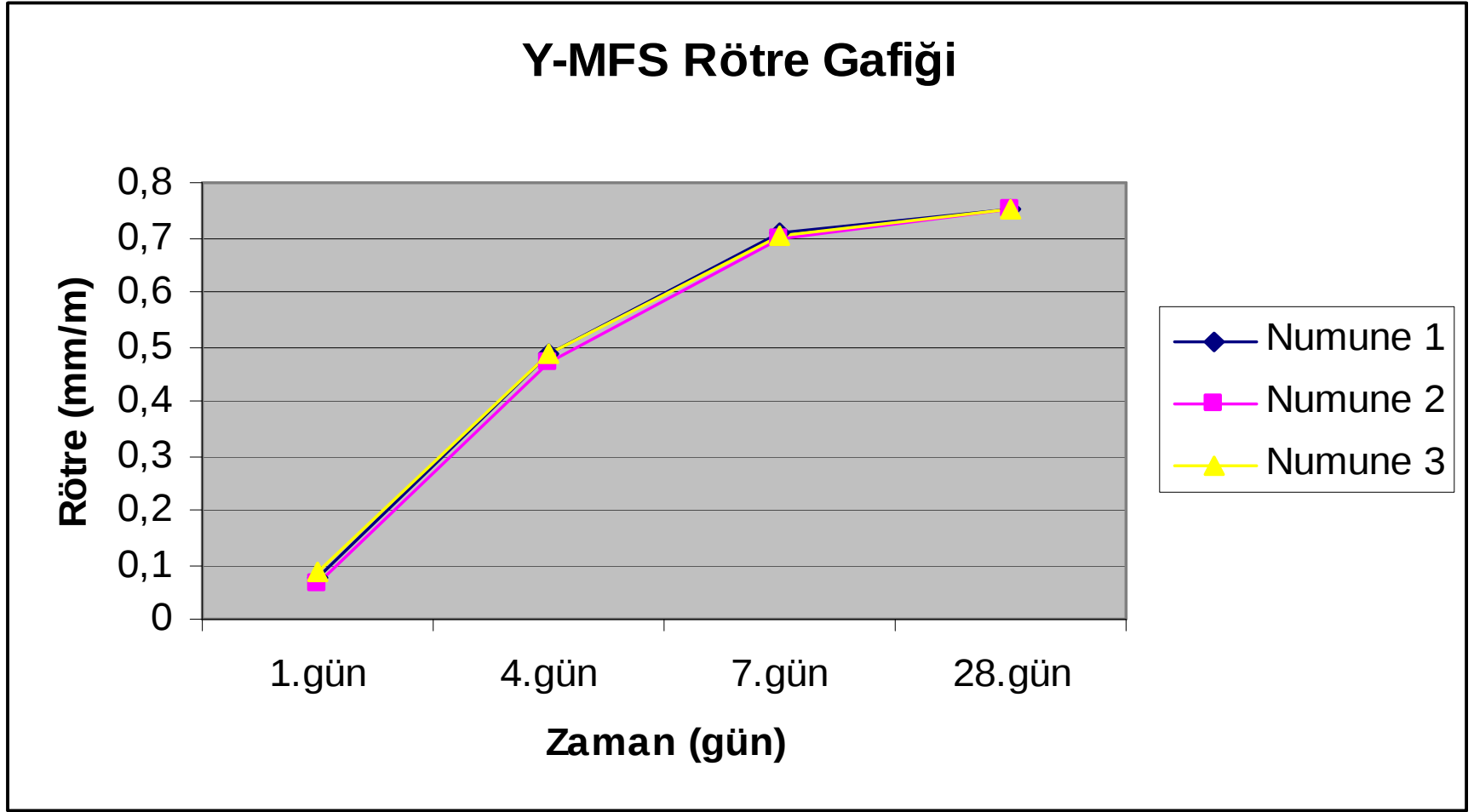
Ek B. Rötre Deney Grafikleri



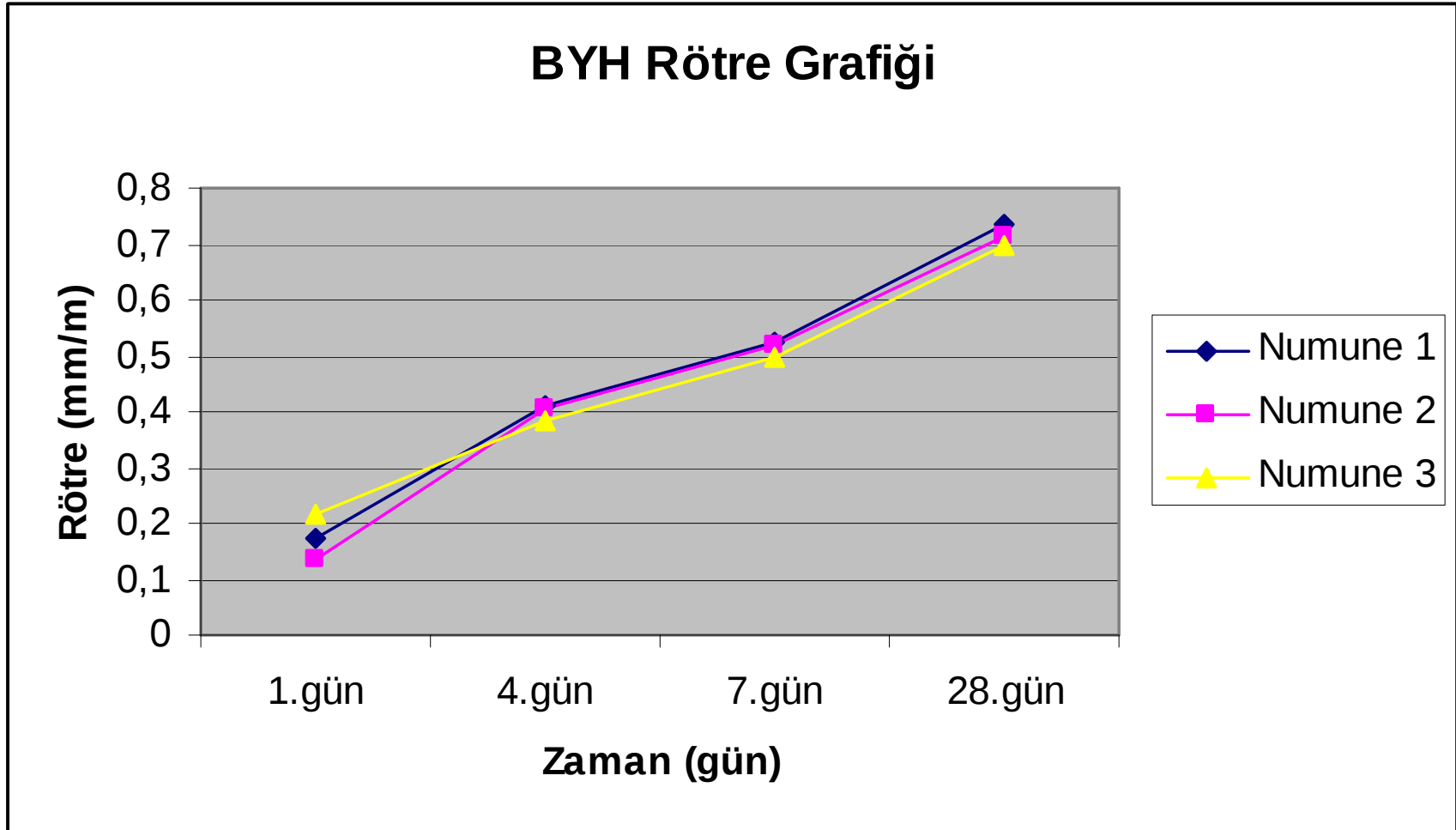
Şekil B-1: BYG katkılı harç rötre grafiği



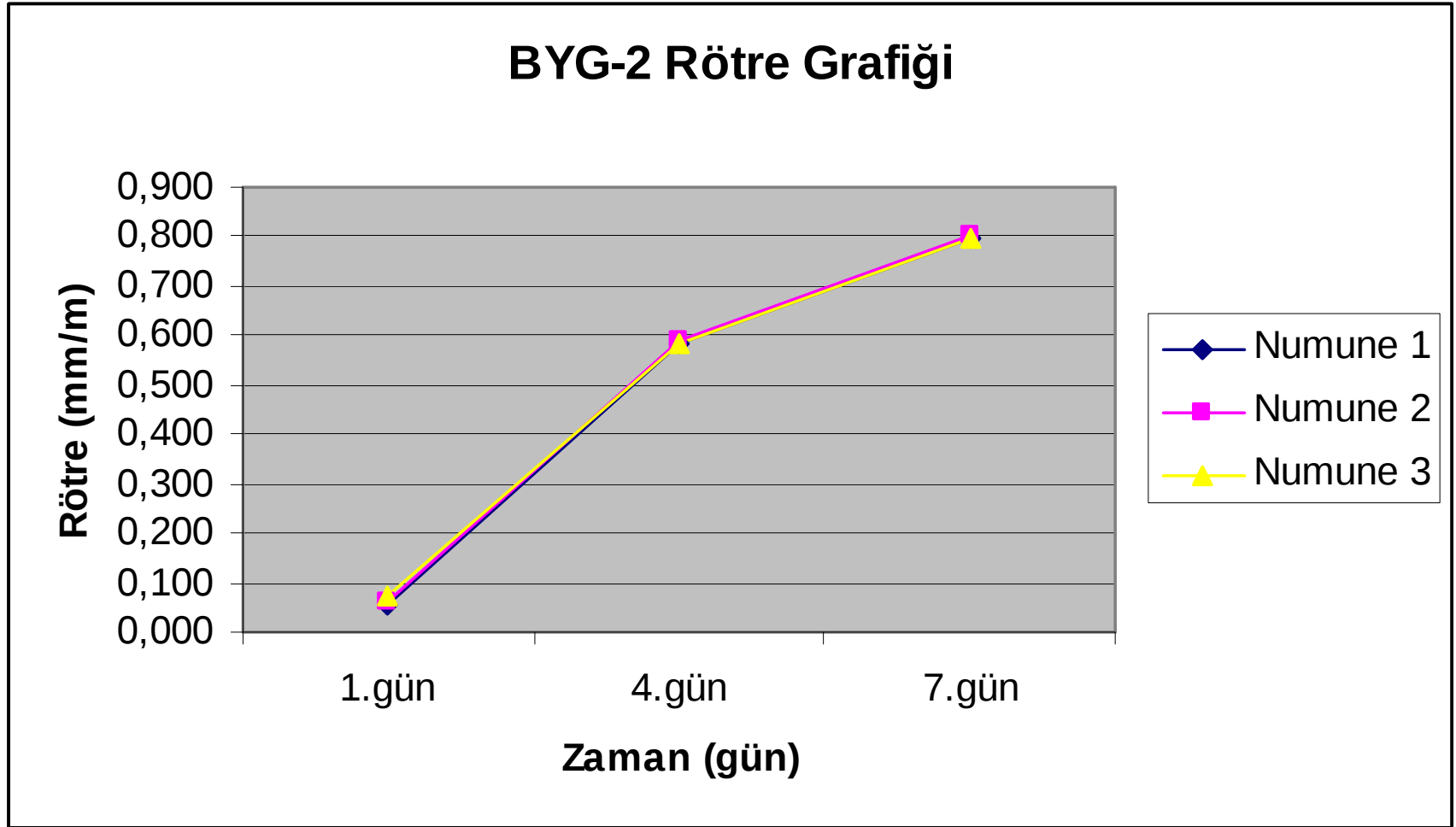
Şekil B-2: H katkılı harç rötre grafiği



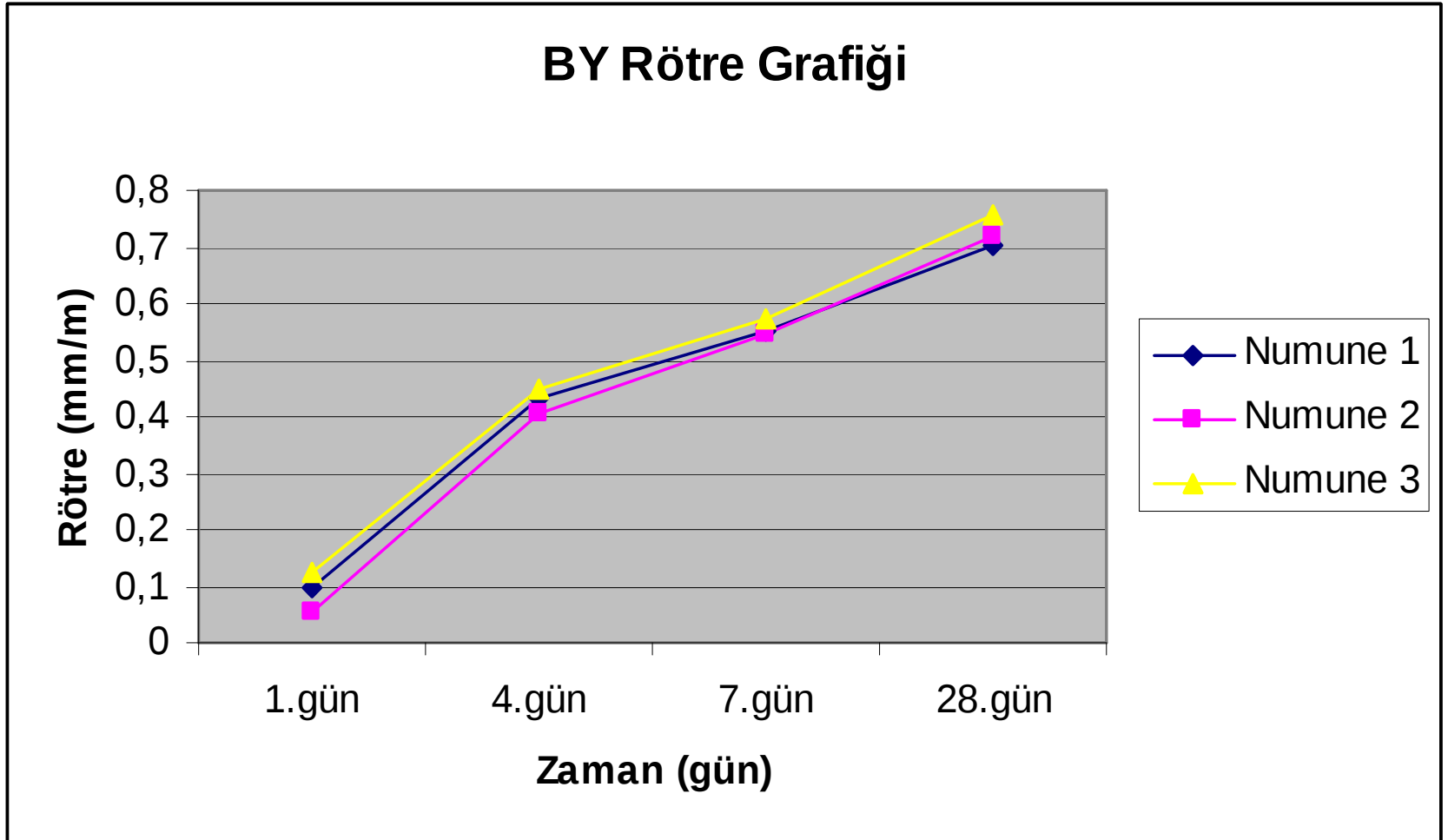
Şekil B-3: Y-MFS katkılı harç rötre grafiğı



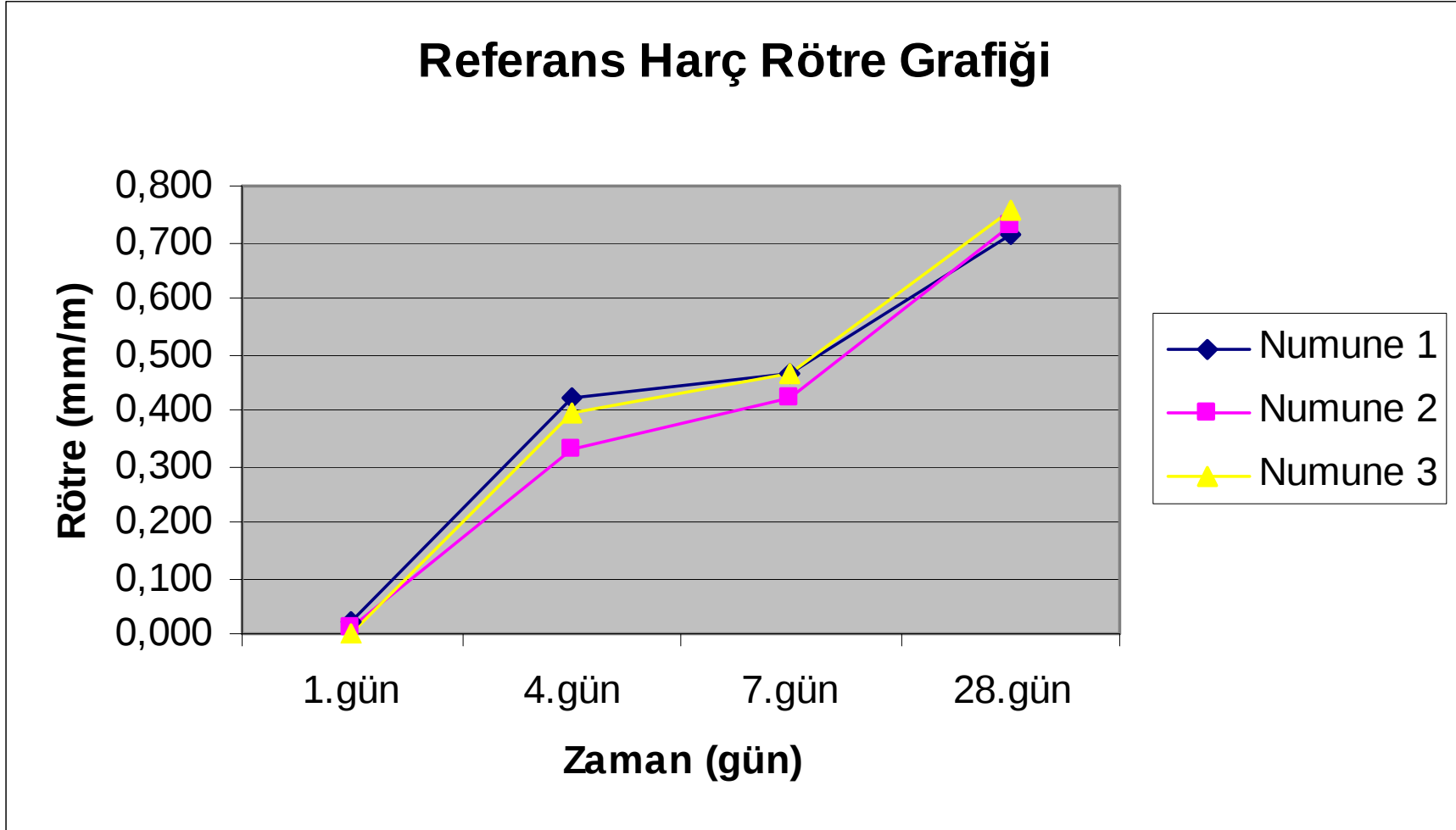
Şekil B-4: BYH katkılı harç rötre grafiği



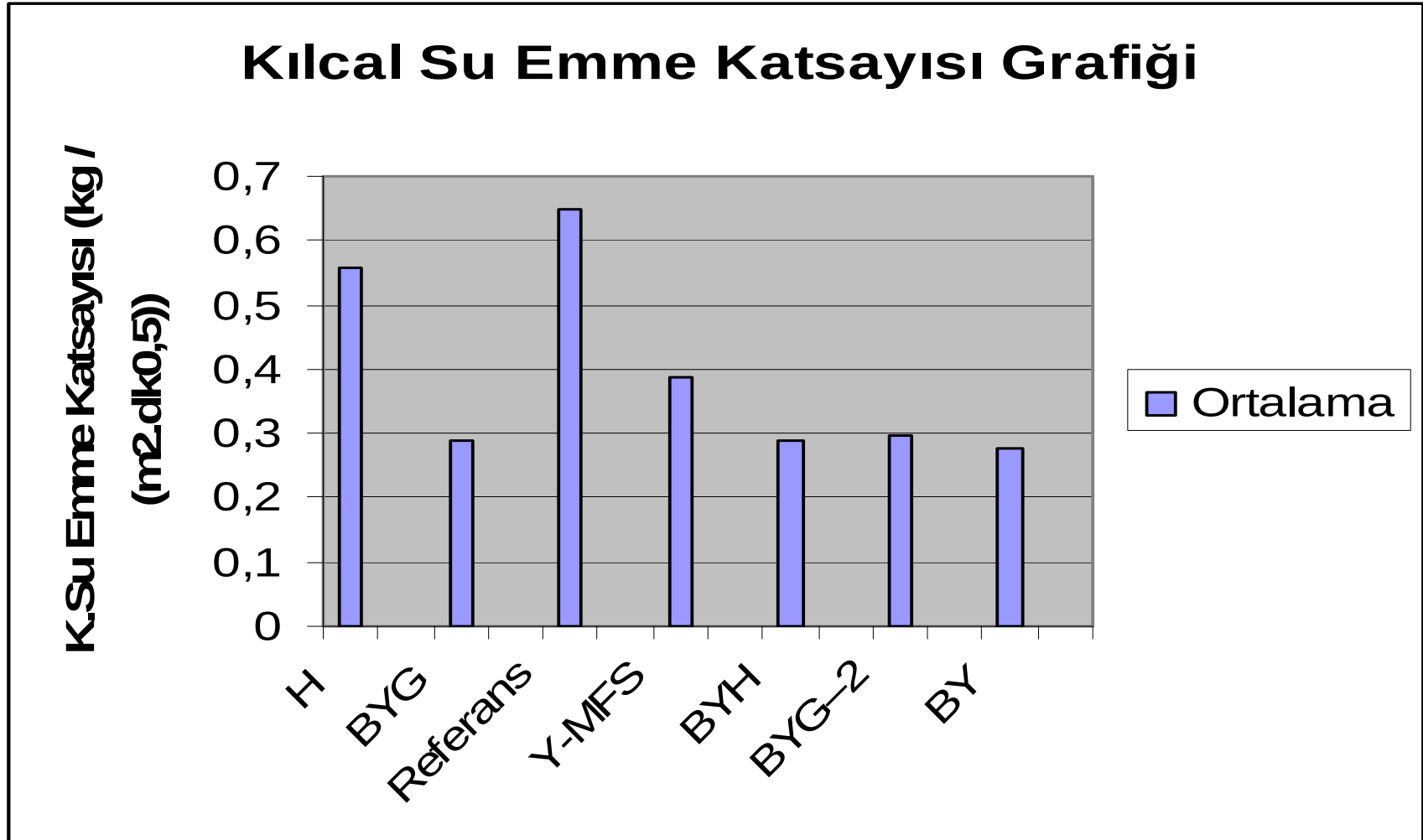
Şekil B-5: BYG-2 katkılı harç rötre grafiği



Şekil B-6: BY katkılı harç rötre grafiğı



Şekil B-7: Referans harç rötre grafiği



Şekil C-1. Kılcal Su Emme Katsayısı Grafiği

Ek D. Isıl Genleşme deney sonuçları**Tablo D-1.** Isıl Genleşme deneyi boy değişim ölçüm sonuçları (mm/m)

Isıl genleşme	1.gün			7.gün			28.gün		
	20 derece	5 derece	30 derece	20 derece	5 derece	30 derece	20 derece	5 derece	30 derece
Y-MFS	2,171	2,128	2,186	2,018	1,988	2,021	1,948	1,929	1,992
	1,992	1,950	2,004	1,841	1,811	1,842	1,769	1,749	1,808
	2,018	1,975	2,029	1,864	1,834	1,864	1,798	1,780	1,841
BYH									
	2,117	2,081	2,120	1,968	1,897	1,951	1,939	1,960	2,008
BYG-2	2,075	2,053	2,091	1,944	1,870	1,927	1,921	1,939	1,992
	2,524	2,430	2,484	2,355	2,288	2,340	2,329	2,386	2,444
BY	1,957	1,935	1,973	1,832	1,764	1,819	1,814	1,834	1,884
	2,307	2,254	2,284	2,142	2,079	2,125	2,118	2,137	2,184
H	1,902	1,876	1,915	1,749	1,689	1,741	1,731	1,736	1,812
	1,676	1,644	1,696	1,530	1,463	1,521	1,499	1,519	1,577
	1,521	1,490	1,545	1,384	1,325	1,381	1,357	1,375	1,434
Referans	1,424	1,383	1,435	1,301	1,262	1,315	1,225	1,219	1,283
	1,903	1,864	1,918	1,790	1,754	1,805	1,713	1,700	1,644
	1,777	1,734	1,794	1,672	1,634	1,684	1,589	1,584	1,761

Ek F. Deneylerde Kullanılan Ekipman Bilgileri



Kür Kabini Kullanım Özellikleri;

Kullanım Aralığı; $-40 \sim +180^{\circ}\text{C}$

Bölüntü Değeri; $0,1^{\circ}\text{C}$, %1 rh



Rötre Cihazı Kullanım Özellikleri;

0,001 mm hassasiyetli, TS 12808 Büzülme Oranı Tayini'ne uygun.

Harç Presi;

Kullanım Aralığı; 1–10 kN / 30–300 kN

Bölüntü Değeri; 0,1 kN

Harç Karıştırıcısı;

EN 196–1 ‘e uygun özelliklerde karıştırıcı

Hava Muhtevası Test Cihazı ;

%1 hassasiyetli hava ölçer.

Daldırma Ucu (Plunger) Cihazı;

1 mm hassasiyetli ölçer

Ek G. Deneylerde Kullanılan Çimentonun Test Sonuçları



2007_24.Hafta

Rapor Tarihi: 21/06/2007

Dönem: 11-Jun/ 17-Jun 2007

	CEM I 42,5 R Value	CEM I 42,5 R St. Lower Limit	CEM I 42,5 R St. Upper Limit
Çözünmeyen Kalıntı (%)	0.79 /	-	5.00
MgO (%)	2.02	-	-
SO ₃ (%)	2.56 /	-	4.00
K ₂ O (%)	0.73	-	-
Kızdırma Kaybı (%)	3.42 /	-	5.00
Cl (%)	-	-	0.10
Serbest CaO (%)	0.84	-	-
C ₃ A (%)	8.37	-	-
2C ₃ A+C ₄ AF (%)	-	-	-
Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	3.12	-	-
Özgül Yüzey (cm ² /gr)	3 160	-	-
Su/Çimento Oranı (%)	29.5	-	-
Priz Başlangıcı (dakika)	195 /	60	-
Priz Sonu (dakika)	240	-	-
Hacim Genleşmesi (mm)	0.5	-	10.0
2 Günlük Basınç Dayanımı (N/mm ²)	23.8 /	20.0	-
7 Günlük Basınç Dayanımı (N/mm ²)	44.2	-	-
28 Günlük Basınç Dayanımı (N/mm ²)	60.2 /	42.5	62.5

UMRAN DİLAVER MEHTER
KALİTE VE GELİŞTİRME MÜDÜRÜ

ORHAN PEZEK
LABORATUVAR ŞEFİ

7 Günlük Dayanımlar: 1 Hafta Önceki
28 Günlük Dayanımlar : 4 Hafta Önceki

2007_32.Hafta

Rapor Tarihi: 15/08/2007

Dönem: 06-Aug/ 12-Aug 2007

	CEM I 42,5 R Value	CEM I 42,5 R St. Lower Limit	CEM I 42,5 R St. Upper Limit
Çözünmeyen Kalıntı (%)	0.69 ✓	-	5.00
MgO (%)	1.54	-	-
SO ₃ (%)	2.58 ✓	-	4.00
K ₂ O (%)	0.66	-	-
Kızdırma Kaybı (%)	3.51 ✓	-	5.00
Cl (%)	-	-	0.10
Serbest CaO (%)	0.68	-	-
C ₃ A (%)	8.26	-	-
C ₂ S (%)	7.30	-	-
C ₃ S (%)	65.00	-	-
Özgü Ağırlık (gr/cm ³)	3.13	-	-
Blaine (cm ² /gr)	3 340	-	-
Su/Çimento Oranı (%)	30.5	-	-
Priz Başlangıcı (dakika)	210 ✓	60	-
Priz Sonu (dakika)	270	-	-
Hacim Genleşmesi (mm)	0.0 ✓	-	10.0
2 Günlük Basınç Dayanımı (N/mm ²)	25.5	20.0	-
7 Günlük Basınç Dayanımı (N/mm ²)	46.0	-	-
28 Günlük Basınç Dayanımı (N/mm ²)	54.6 ✓	42.5	62.5

UMRAN DİLAVER MEHTER
KALİTE VE GELİŞTİRME MÜDÜRÜ

ORHAN PEZEK
LABORATUVAR ŞEFİ

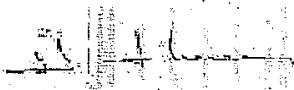
7 Günlük Dayanımlar: 1 Hafta Önceki
28 Günlük Dayanımlar : 4 Hafta Önceki

2007_36.Hafta

Rapor Tarihi: 14/09/2007

Dönem: 10-Sep/ 16-Sep 2007

	CEM I 42,5 R Value	CEM I 42,5 R St. Lower Limit	CEM I 42,5 R St. Upper Limit
Çözünmeyen Kalıntı (%)	0.69	-	5.00
MgO (%)	1.78	-	-
SO ₃ (%)	2.60	-	4.00
K ₂ O (%)	0.66	-	-
Kızdırma Kaybı (%)	3.15	-	5.00
Cl (%)	-	-	0.10
Serbest CaO (%)	0.63	-	-
C ₃ A (%)	8.88	-	-
C ₂ S (%)	7.62	-	-
C ₃ S (%)	64.33	-	-
Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	3.14	-	-
Blaine (cm ² /gr)	3 320	-	-
Su/Çimento Oranı (%)	31.5	-	-
Priz Başlangıcı (dakika)	185	60	-
Priz Sonu (dakika)	225	-	-
Hacim Genleşmesi (mm)	0.0	-	10.0
2 Günlük Basınç Dayanımı (N/mm ²)	26.5	20.0	-
7 Günlük Basınç Dayanımı (N/mm ²)	46.0	-	-
28 Günlük Basınç Dayanımı (N/mm ²)	56.8	42.5	62.5




UMRAN DİLAVER MEHTER
 KALİTE VE GELİŞTİRME MÜDÜRÜ

ORHAN PEZEK
 LABORATUVAR ŞEFİ

7 Günlük Dayanımlar: 1 Hafta Önceki
 28 Günlük Dayanımlar : 4 Hafta Önceki

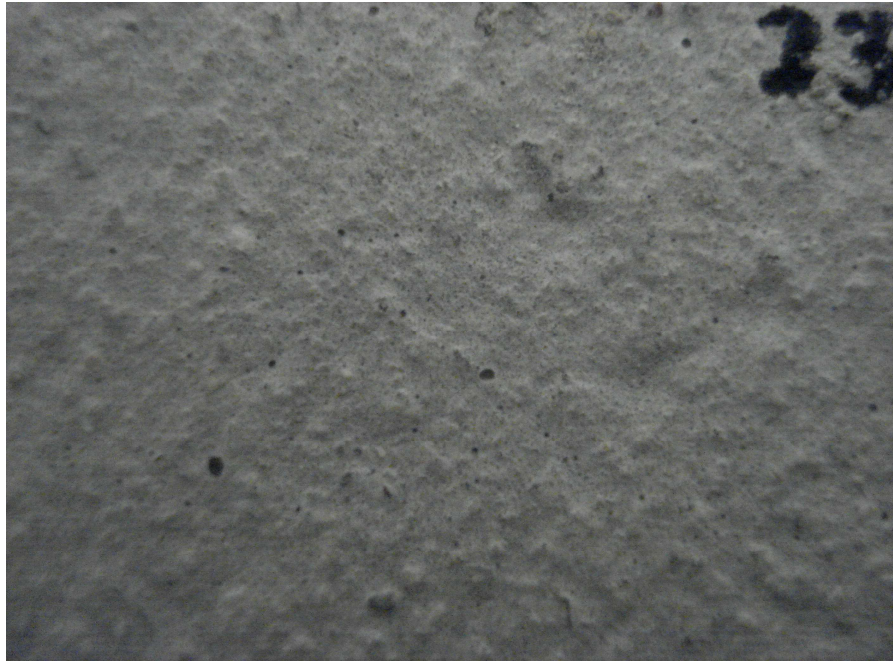
Ek H. Çatlak Gelişimi Takibi Fotoğrafları



Şekil H-1: BYG katkılı harç çatlak takibi



Şekil H-2: H katkılı harç çatlak takibi



Şekil H-3: Y-MFS katkılı harç çatlak takibi



Şekil H-4: BYH katkılı harç çatlak takibi



Şekil H-5: BYG-2 katkılı harç çatlak takibi



Şekil H-6: Referans harç çatlak takibi

Tablo I-1: Sertleşmiş Harç Deney Sonuçları Özet Tablosu

	Basınç Dayanımı (MPa)	Rötre (mm/m)	Kılcallık ((kg / (m ² .dk ^{0,5}))	Isıl Genleşme (1/°C)	Yapışma Dayanımı (N/mm ²)
BYG	8,41	0,837	0,290	-	0,084
H	13,05	0,846*	0,558	1,70x10 ⁻³	0,132
Y-MFS	9,83	0,752	0,386	1,33x10 ⁻³	0,125
BYH	6,72	0,714	0,288	0,99x10 ⁻³	0,149
BYG-2	7,50	0,799*	0,295	1,04x10 ⁻³	0,026
BY	6,11	0,727	0,276	0,98x10 ⁻³	-
Referans	13,80	0,733	0,647	1,64x10 ⁻³	0,164

Not: * işaretli rötre okumaları 7 günlük sonuçlardır.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Ankara’da doğan Yücel Babadağ, eğitim hayatına İstanbul’da başlamıştır. İlkokulu 100. Yıl İlkokulu, ortaokulu Anadolu Hisarı İlköğretim Okulu’nda tamamlamıştır. Lise öğrenimini Halide Edip Adıvar Lisesi’nde bitirdikten sonra Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde üniversite öğrenimine başladı. 2005 bahar yarıyılında İnşaat Mühendisliği’ni başarıyla tamamlamıştır. Aynı yıl güz döneminde İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Yapı Malzemeleri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans yapmaya hak kazanmıştır. Halen özel bir firmada Kalite Güvence ve Kalite Kontrol Mühendisi olarak çalışmaktadır.