

**II. ULUSAL
ALÇI
KONGRESİ
BİLDİRİLERİ**

02-03 MAYIS 1997

ALÇİDER

— TÜRKİYE ALÇI ÜRETİCİLERİ DERNEĞİ —

Değerli Alçı Dostları,

Alçıyı tanıtmak ve alçı kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla Yapı Endüstri Merkezinin önderliğinde, 1991 yılında düzenlenen I.ULUSAL ALÇI KONGRESİ'nin sonuçları göz önüne alınarak hazırlık çalışmalarına başlanılan II.ULUSAL ALÇI KONGRESİ 2-3 Mayıs 1997 tarihlerinde, YAPI 97 İstanbul Fuarı etkinlikleri çerçevesinde düzenlenmiştir.

II.ULUSAL ALÇI KONGRESİ, I.Kongrenin en başarılı sonuçlarından biri olarak kurulan ALÇI ÜRETİCİLERİ DERNEĞİ tarafından YAPI ENDÜSTRE MERKEZİ'nin desteği ile düzenlenmiştir.

Eurogypsum üyesi olan ALÇI ÜRETİCİLERİ DERNEĞİ; Alçı Kongrelerini 2 yılda bir tekrarlamayı ve Uluslararası bir düzeye yükseltmeyi amaçlayan çalışmalarını siz değerli alçı dostlarının desteği ile sürdürmek ve ülkemizdeki tüm alçı üreticilerini çatısı altında görmek arzusundadır.

KONGRENİN AMACI

- * Alçı üretimini normlaştırmak,
 - * Alçı üretiminde kullanılan katkıları yerileştirmek,
 - * Alçı kullanımını yaygınlaştırmak,
 - * Alçı ve Alçıya dayalı yeni ürünler üretim yöntemlerinin araştırılmasını teşvik etmek,
 - * Alçı üretim ve kullanım teknolojisini geliştirmek ve kalite kontrolünü sağlamak ve bu yolla,
- Yapının oluşum süresince kullanılan ve yapının kullanım süresince tüketilecek enerjiyi en az düzeye indirmek,
 - Yapının bünyesini sağlıklı oluşturmak,
 - İnsan sağlığı açısından en uygun düzeyde biyoklimatik konfor şartlarının gerçekleştirilmesini sağlamak,
 - Malzeme ve işgücü olarak devre dışı kalan saklı güçleri aktif hale getirmek amacı ile tüm yetkilileri bir araya getirerek bilgi alış-verişi ve tartışma ortamı sağlamaktır.

KONGRE DÜZENLEME KOMİTESİ

Prof.Mimar.Ruhi KAFESCİOĞLU
Haydar KAYA
Ümit GÜRBÜZ
Halit KURDOĞLU
İhsan EKER
Muharrem DALOĞLU
Mehmet ÇINAR

Alçı Üreticileri Derneği Başkanı
ABS A.Ş.
ABS A.Ş.
ENTEGRE A.Ş.
BİLTEPE A.Ş.
DALSAN A.Ş.
ASTAŞ A.Ş.

DANIŞMA KURULU

Prof.Mimar.Ruhi KAFESCİOĞLU
Prof.Dr.Erol GÜRDAL
Prof.Dr.Halit Yaşa ERSOY
Ümit GÜRBÜZ
İ.Ergin ALBAYRAK

Alçı Üreticileri Derneği Başkanı
İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi
M.S.Ü. Mimarlık Fakültesi
ABS A.Ş.
ABS A.Ş.

II. ULUSAL ALÇI KONGRESİ KONGRE PROGRAMI

I. GÜN - 02 MAYIS 1997 CUMA

I. OTURUM Başkan Prof. Dr. Erdoğan YÜZER - İ.T.Ü. Maden Müh. Fakültesi

| | | |
|---------------|---|---|
| 09:00 - 10:00 | | Kayıt |
| 10:00 - 10:05 | | Açılış Konuşması Y. MİM. Doğan HASOL - Y.E.M. Yönetim Kurulu Başkanı |
| 10:05 - 10:10 | | Açılış konuşması Prof. MİM. Ruhi KAFESCİOĞLU - Alçı Üreticileri Derneği Yön. Kur. Bşk. |
| 10:10 - 10:20 | | Oturum Başkanının Açıklaması Prof. Dr. Erdoğan YÜZER - İTÜ Maden Fakültesi |
| 10:20 - 10:40 | 1 | Türkiye'de Alçı Taşı Yatakları ve Özellikleri Prof. Dr. Mustafa ERDOĞAN - İTÜ Maden Müh. Fakültesi |
| 10:40 - 11:00 | 2 | Türkiye'de Alçı Taşı Üretim, Tüketim ve Eskişehir Yöresi Potansiyelinin Değerlendirilmesi Prof. Dr. Rifat BOZKURT - O.Ü. Müh. MİM. Fakültesi |
| 11:00 - 11:20 | 3 | Yard. Doç. Dr. Hüriyet AKDAŞ - O.Ü. Müh. MİM. Fakültesi Alçı Taşının Minerolojisi ve Alçı Çeşitleri ile Faz Oluşumları Kimya Müh. Basri AVDAN - ABS AR-GE Koord. Yard. |
| 11:20 - 11:40 | | Çay - Kahve arası |
| 11:40 - 12:00 | 4 | Alçı Üretimi Yöntemlerinin Yapı Mühendisliği Açısından Önemi Yard. Doç. Dr. Şükrü YETGİN - K.T.Ü. Gümüşhane Müh. Fakültesi |
| 12:00 - 12:20 | 5 | Desulfojipsüm Çamurunun Alçı Üretiminde Kullanımı Yard. Doç. Dr. İhsan TOROĞLU - Z.K.Ü. Müh. Fakültesi |
| 12:20 - 12:40 | 6 | Araştırma Görevlisi. Aysen YAVUZDOĞAN - Z.K.Ü. Müh. Fakültesi Araştırma Görevlisi. Berrin DÖNGEL - Z.K.Ü. Müh. Fakültesi Çayırhan Termik Santrali Desulfojipslerinin Stabilizasyon Malzemesi Olarak Kullanılması Doç. Dr. Fahri ÖZBAYOĞLU - N.Ü. Müh. MİM. Fakültesi |
| 12:40 - 13:10 | | Yard. Doç. Dr. Ali GÜREL - N.Ü. Müh. MİM. Fakültesi |
| 13:10 - 14:00 | | Sorular - Yanıtlar Yemek Arası |

I. GÜN - 02 MAYIS 1997 CUMA

II. OTURUM Başkan Prof. Dr. Erol GÜRDAL - İ.T.Ü. MİM. Fakültesi

| | | |
|---------------|----|--|
| 14:00 - 14:10 | | Oturum Başkanının Açıklaması Prof. Dr. Erol GÜRDAL - İ.T.Ü. MİM. Fakültesi |
| 14:10 - 14:30 | 7 | Yapı Öğelerinin Yangın Direnimsel Değerlerinin Artırılmasında Alçı Uygulamaları Prof. Güner YAVUZ - Y.T.Ü. MİM. Fakültesi |
| 14:30 - 14:50 | 8 | Doç. Dr. Ayşe BALANLI - Y.T.Ü. MİM. Fakültesi Çelik Bir Binanın Taşıyıcı Sisteminin Alçı ile Yangına Karşı Korunumu Dr. MİM. Yeşim Kamile Aktuğlu ORBAY - 9 Eylül Üniversitesi MİM. Fak. |
| 14:50 - 15:30 | 9 | Alçı Kimyasalları DOW Chemical - Daniel Zweifel |
| 15:30 - 15:50 | 10 | Alçı Hamuru ve Harçlarının Elastik Özelliklerini Etkileyecek Faktörler Prof. Dr. Halit Yaşa ERSOY - M.S.Ü. MİM. Fakültesi |
| 15:50 - 16:10 | | Y. İç Mimar Sedat KURUGÖL - M.S.Ü. MİM. Fakültesi |
| 16:10 - 16:30 | 11 | Çay - kahve arası Alçı Dış Yüzeylerde Bitirimsel İşlemleri ve Uygulama Örnekleri, Gözlemler Doç. Dr. Bilge IŞIK - İ.T.Ü. MİM. Fakültesi |
| 16:30 - 16:50 | 12 | Styropor Agregalı Alçı Blokların Fiziksel Özellikleri Prof. Dr. Erol GÜRDAL - İ.T.Ü. MİM. Fakültesi |
| 16:50 - 17:10 | 13 | Alçı Yoğunluğunun Isı İletkenliğine Etkisi Kimya Müh. Binnur KAYA - ABS Laboratuvar Şefi |
| 17:10 - 17:40 | | Sorular - Yanıtlar |

II. GÜN - 03 MAYIS 1997 CUMARTESİ

III. OTURUM Başkan Prof.Dr.Halit Yaşa ERSOY - M.S.Ü.Mim.Fakültesi

| | | |
|---------------|----|--|
| 10:00 - 10:10 | | Oturum Başkanının Açıklaması Prof.DR.Halit Yaşa ERSOY - M.S.Ü.Mim.Fakültesi |
| 10:10 - 10:30 | 14 | Alçı ile ilgili Standartlar Kimya Yük.Müh.Orhan İŞİTMAN - ABS AR-GE Koordinatörü |
| 10:30 - 10:50 | 15 | Alçı Yapı Elemanlarının Teknik ve Ekonomik Yönden Değerlendirilmesi Yard.Doç.Dr.Gülser ÇELEBİ - G.Ü.Müh.Mim.Fakültesi |
| 10:50 - 11:10 | 16 | Mekan Düzenlemesinde Alçı Kullanımı Doç.Dr.Nuran YENER - M.S.Ü.Müh.Mim.Fakültesi |
| 11:10 - 11:30 | 17 | Alçı Sıvalı Duvarlar ve Alçı Panellerde Ses İletimi Prof.Gülin BİRLİK - ODTÜ Müh.Bilimleri Böl. |
| 11:30 - 11:50 | | Çay - Kahve Arası |
| 11:50 - 12:10 | 18 | Isparta Pomzasının Hafif Açık Kaplamada Kullanımı Doç.Dr.Ahmet ŞENTÜRK ,S.D.Ü.Müh.Mim.Fakültesi Doç.Dr.Lutfullah GÜNDÜZ , S.D.Ü.Müh.Mim.Fakültesi Araştırma Görevlisi. Beytullah ŞAHİN - S.D.Ü. Müh.Mim.Fakültesi |
| 12:10 - 12:30 | 19 | 19.Yüzyıl Saray Yapılarında Stucco'nun Yeri Y.Mm.Erdal EREN - T.B.M.M.Milli Saraylar Daire Başkanlığı Y.Heykeltraş İnci DURAK - T.B.M.M. Milli Saraylar Daire Başkanlığı |
| 12:3 - 12:50 | 20 | Kazakistan Ahmet Yesevi Kulliyesi Restorasyonunda Kullanılan Kalsiyum Sülfat Bazlı Bağlayıcıların nitelikleri Prof.Dr.Erol GÜRDAL Doç.Dr.Ahmet ERSEN Doç.Dr.Mustafa KARAGÜLER |
| 12:50 - 13:10 | | Sorular - Yanıtlar |
| 13:10 - 14:30 | | Yemek Arası |

II. GÜN - 03 MAYIS 1997 CUMARTESİ

IV. OTURUM Başkan Prof.Mim.Ruhi KAFESCİOĞLU

| | | |
|---------------|----|---|
| 14:30 - 14:50 | 21 | Alçı Duvar Elemanları Üretimi ve Teknolojisi Yard.Doç.Dr.Mansur SÜMER - S.A.Ü.Müh.Fakültesi |
| 14:50 - 15:10 | 22 | Giydirme Cephe Alçı Kullanımı Araştırma Görevlisi Y.Mim.Yaşar SUBAŞI - D.Ü.Müh.Mim.Fakültesi |
| 15:10 - 15:30 | 23 | Alker Kullanımı Halinde Alçı Talebi Projeksiyonu Doç.Dr.Bilge IŞIK - İ.T.Ü.Mim.Fakültesi Mim.İmran AĞAN |
| 15:30 - 16:00 | | Çay - kahve arası |
| 16:00 - 18:00 | | Panel - Alçının Geleceği (Sorular, Açıklamalar, Tartışma) Prof.Mimar.Ruhi KAFESCİOĞLU |
| 18:00 - 19:00 | | Kokteyl |

TÜRKİYE ALÇITAŞI YATAKLARI

Mustafa ERDOĞAN*

ÖZET

Ülkemizde, Tersiyer yaşlı çökeller içinde depolanmış, geniş yayımlı alçıtaşı yatakları bulunmaktadır. Büyük oranda çimento ve daha düşük oranlarda da kimya ve seramik sanayileri ile yapı sektöründe hammadde olarak değerlendirilen bu yataklar, Batı, Orta, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerine dağılmış durumdadır.

Günümüze dek konuyla ilişkili olarak sürdürülen araştırmalardan ülkemizdeki yatakların jeolojik ve jeokimyasal açıdan ayrıntıda incelenmediği, bu yüzden alçıtaşı potansiyelimizin sağlıklı olarak belirlenemeyeceği anlaşılmaktadır.

Bu yazıda, varolan bilgilerin ışığı altında Türkiye alçıtaşı yataklarına değinilmiş ve Tersiyer sonrası gelişen evaporit çökel havzaları ile alçıtaşı oluşumları açıklanmaya çalışılmıştır.

1. GİRİŞ

Uygurlık tarihi kadar eski bir bağlayıcı olan alçının, M.Ö. 9000' li yıllarda Çatalhöyük'te ilk kez kireçle karıştırılarak sıvada kullanıldığı yazılı kayıtlardan bilinmektedir. Öte yandan, Sümer ve Asur dönemlerinde (M.Ö. 7000) kent içi yapılar ile yollarda, Mısır'daki Firavun mezarlarında (M:Ö: 2800) ve piramitlerde alçıdan bağlayıcı olarak yararlanılmıştır. Eski Yunan ve Roma uygarlıklarında (M.Ö. 350 - 40) alçının duvar ve ahşap tavan sıvasında kullanıldığı görülmektedir.

Avrupadaki alçı kullanımı M.S.200'lü yıllarda gündeme gelmiş ve 1200' ün sonlarında Pariste ulusal malzeme olarak ilan edilmiştir.1666 yılındaki Londra yangınında ahşap yapıların etkilenmediği görülerek, Paris'te alçının kullanımına zorunluluk getirilmiş, alçı üretimi özendirilmiş, alçı ustaları korumaya alınmış ve meslek okulları açılmaya başlamıştır.

İslam mimarisinde alçının özel bir yerinin olduğu görülmektedir. Atlantik kıyısından Hint okyanusu'na kadar uzanan geniş coğrafya içindeki tüm camilerin siva ve süslemesinde alçı kullanılmıştır. Benzer şekilde, Selçuklu ve Osmanlı eserlerinde de alçının yaygın olarak kullanıldığı dikkati çekmektedir.

Uygulama, onarım, şekillendirme ve işlenme kolaylığı; nem düzenleme ve yalıtım (ısı ve sese karşı) özelliğinin bulunması; yangına dayanıklılığı ve ucuzluğu nedeniyle alçı özlü hazır yapı elemanlarının gelişmiş ülkelerdeki tüketimi çok hızlı bir biçimde artmaktadır. ABD ve Avrupa ülkelerindeki ulusal alçıtaşı üretiminin yaklaşık % 50'si bu amaçla kullanılmaktadır. Geriye kalan % 20-25'i çimento sektöründe, % 30-35'i ise diğer sektörlerde değerlendirilmektedir.

Ülkemizdeki alçıtaşı, alçı ve alçı esaslı hazır yapı elamanı üretiminde gözlenen çarpıcı gelişmelere karşın, gelinen noktanın yeterli olmadığı görülmektedir. Ulusal alçıtaşı üretimimizin % 68'nin çimento sanayinde, % 13'nün gübre sanayinde, % 11'nin inşaat sektöründe, geriye kalan % 2'sinin seramik ve % 6'sınında diğer alanlarda tüketildiği göz önüne alınırsa, Batı ülkeleri'ne oranla yapı alçısından yeterince yararlanmadığımız ortaya çıkmaktadır. Ülkemizdeki kentleşme süreci, nüfus artış hızı ve sağlıklı yapıların yenilenme zorunluluğu dikkate alındığında Türkiye alçıtaşı yatakları ayrı bir önem kazanmaktadır.

2. TANIM VE GENEL ÖZELLİKLER

Doğada genellikle jips , anhidrit ve selenit olarak rastlanan ve Ca^{++} , SO_4^- iyonlarının bileşiminden oluşan ve oluşum ortamına göre içeriğinde bazen su bulunan mineral topluluğuna halk ya da ticaret dilinde mineral farklılığına bakılmaksızın alçıtaşı denilmektedir. Yapı alçısı jips ($CaSO_4+2H_2O$) kayacından, bazı özel alçılar ise anhidrit ($CaSO_4$) kayasından elde edilmesine karşın alçıtaşı denildiğinde jips anlaşılmalıdır. Jips ve anhidrit'in alçı üretiminde değerlendirilmeleri, aynı ortamda birlikte bulunmaları, ortam basıncı ve suyun etkisiyle zaman zaman biri birilerine dönüşmeleri nedeniyle, bu yazıda alçıtaşı ifadesi her iki mineral için birlikte kullanılmıştır.

Jips, içeriğinde iki molekül su bulunan ($CaSO_4.2H_2O$) kalsiyum sülfattır. Monoklinik sistemde kristalleşir. Sertliği 2, yoğunluğu ise 2,2-2,4 gr/cm^3 arasında değişmektedir. Anhidrit, jipsin susuz ($CaSO_4$) şeklidir. Ortorombik sistemde kristalleşir. Mohs'a göre sertliği 3-3,5, yoğunluğu 2,7-3,0 gr/cm^3 tür. Makroskopik olarak sertlik ve yoğunluk farkı jips ile anhidritin birbirinden ayrılmasında önemli bir veridir. Bir hidrotermal oluşum olan jips albatrısı ve selenite doğada az rastlanmaktadır.

Jipsin kullanım alanı anhidrite göre daha yaygındır. Anhidrit daha çok özel alçı, gübre sanayii, sülfirik asid ve yapay kükürt eldesinde tüketilmektedir. İnce taneli ve masif yapıli albatr ile selenit süs eşyası ya da heykelcilikte kullanılmaktadır.

Alçı eldesinde kullanılan saf alçıtaşı (jips) teorik olarak %32,5 CaO, %46,6 SO_3 ile %20,9 kristal suyu, anhidrit ise; %41,2 CaO, %58,8 SO_3 içermektedir. Safsızlıklar nedeniyle doğada bu oranlara sahip jips ve anhidrit çok az miktarda bulunmaktadır.

3. ALÇITAŞININ OLUŞUM ORTAMI

Jips ve anhidrit oluşumları, Ca^{++} beslenimi yüksek, orta derecede alkanite ve ortam sıcaklığı gerektiren, nötr çözelti koşullarındaki lagünel ve karasal sabhka türü ortamlarda ekonomik ölçekte depolanabilen bir evaporitik kayaç türüdür. Çökelin yeniden ortama dönmemesi, çözeltinin sıcaklık ve pH değerine bağlıdır. Na^+ , K^+ , Mg^{++} gibi katyonlar ile CO_3^{--} , HCO_3^- , Cl^- gibi anyonlar jips çökeliimini olumsuz yönde etkilemekte ve çözünmesini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca çökelleme ortamına giren kırıntılı malzeme, jips çökellerinin üzerini kapatarak çökelin çözelti ile reaksiyonunu önlemektedir. Bu nedenle jips-anhidrit yatakları dereceli geçiş gösteren klastik ara seviyeler içerirler. çözelti sıcaklığının iyon dengesini koruyacak düzeyde kalması, çökelin sürekliliğini sağlamaktadır. Lagünel ve karasal sabhkalarda buharlaşma hızının çok yüksek olması halinde yatak kalınlığı artmakta ve çökelleme sürekliliği kesintiye uğramaktadır. Buharlaşma hızı ve ortamdaki basınca bağlı olarak suyun uzaklaşması sonucu jips, anhidrite dönüşmektedir. Bu nedenle aynı çökelle ortamında jips ve anhidrit düzeylerine birlikte rastlanmaktadır.

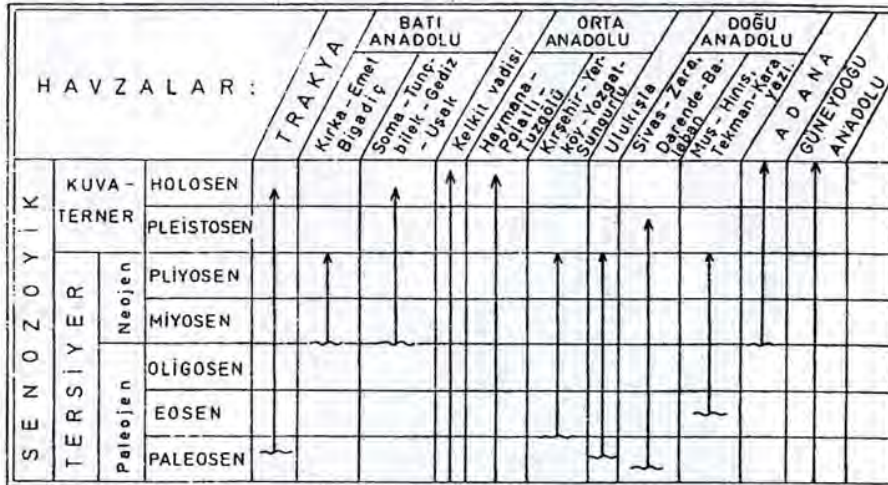
Jips oluşumu açık denizlerde, set barlarla ayrılmış denizlerde, kıyı sabhkaları ile palya ve dūnlerde de gerçekleşmektedir. Ayrıca hidrotermal getirime bağıli olarak oluşmuş jips yataklarına

da rastlanmaktadır. Lagüner ve karasal sabhka türü ortamların dışındaki jips oluşumları ekonomik değildir

4. TÜRKİYE ALÇI TAŞI YATAKLARI

Mesozoyik sonunda Anadolu yarımadası yeni bir jeolojik evreye girmiştir. Laramiyen döneminde oluşan irili ufaklı bir çok çökel havzasında Senezoyik boyunca binlerce metre kalınlığında tortul ve volkanik malzeme birikmiştir. Bu çökellerin büyük bir kısmı denizel, çok az bir kısmında lagünel ve karasal kökenlidir. Anadoludaki bilinen, borat, jips - anhidrit ve tuz yatakları bu dönemin ürünleridir. Bu bildiriye konu olan ekonomik özellikteki jips - anhidrit yatakları, lagünel ve karasal ortamlarda gelişmiştir. Tuzgözü havzasında gerçekleştirilen petrol sondajlarında, bölgedeki jips - anhidrit oluşumunun Üst Kretase'ye kadar uzandığı saptanmıştır. Kuvaterner boyunca sınırlı alanlarda jips - anhidrit oluşumu devam etmiştir.

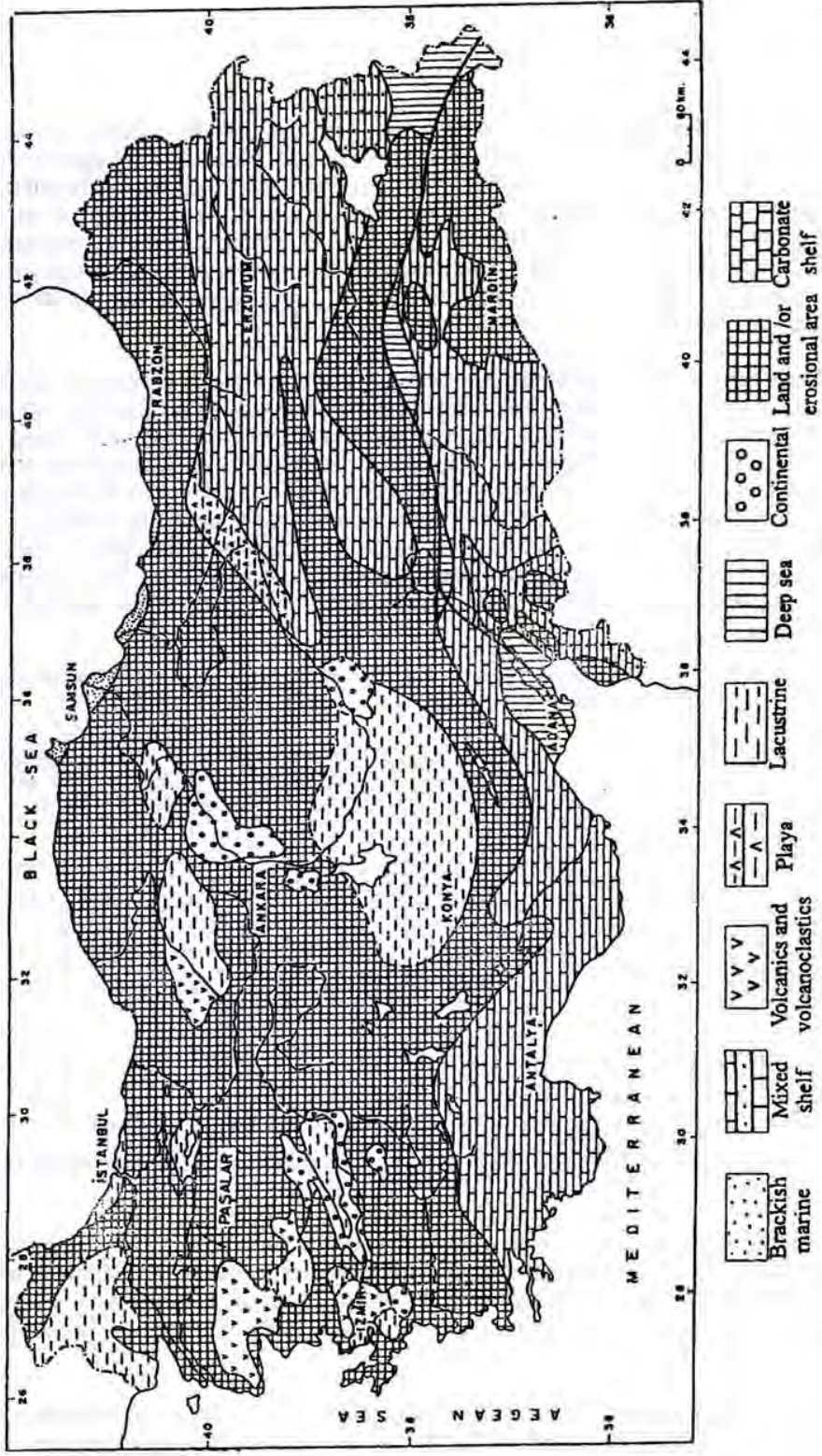
Türkiye'deki Paleojen (Paleosen, Eosen ve Oligosen) yaşlı çökellerin çok geniş alanlar kaplamasına rağmen, bu evredeki evaporitik oluşumlara Tuzgözü havzasında, Yozgat - Yerköy havzasında, Çankırı - Çorum havzasında, Ulukışla havzasında, Sivas - Hafik - Zara havzasında, Kelkit havzasında, Darende - Balaban havzasında ve Güneydoğu havzasında rastlanmaktadır. Ayrıca evaporitler, Trakya havzasında, Soma - Tunçbilek - Gediz - Uşak havzasında, Denizli bölgesinde, Tuzgözü havzasında, Sivas - Hafik - Zara havzasında, Karacaören - Muş - Hınıs havzasında, Adana havzasında, Güneydoğu ve Doğu Anadolu'da, Neojen dönemi boyunca da oluşmaya devam etmiştir. Bu çökel havzalarından bazılarında (Kırka, Emet, Bigadiç) boratlar oluşken, Tuzgözü ve Tuzluca (Kars) havzasında jips - anhidritle birlikte yer yer kaya tuzu da çökelmiştir (Şekil 1).



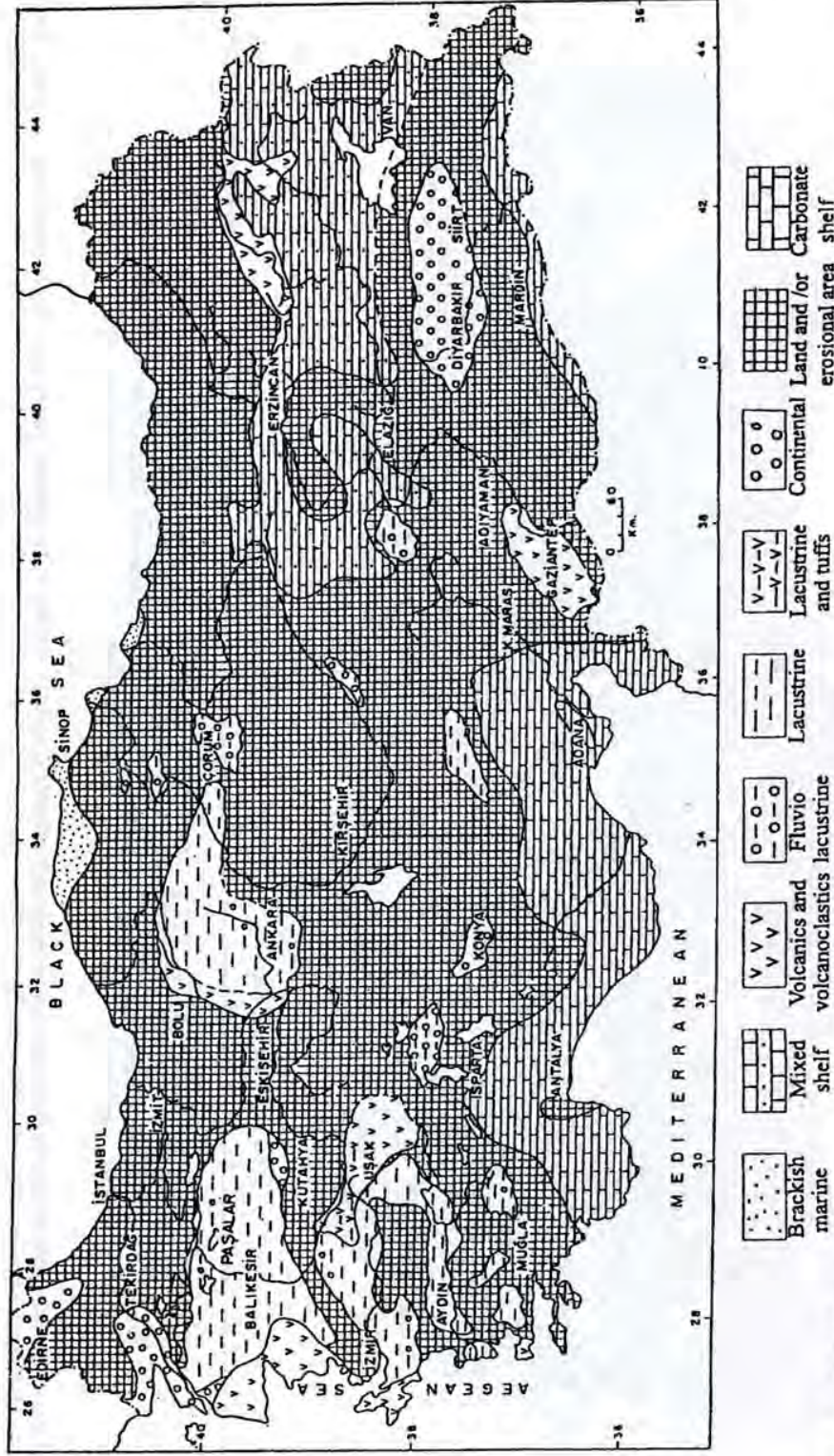
Şekil 1. Laramiyen sonunda Anadolu'da gelişen Senezoyik yaşlı havzalar ve stratigrafik durumları (KETİN,1983)

Yukarıda verilen bilgilerden hareketle Ülkemizin, Batı, Orta, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Tersiyer yaşlı çökeller içinde, çok geniş alanlar boyunca mostra veren ekonomik alçı taşı yataklarına sahip olduğu görülmektedir. Şekil 2,3,4,5, Ülkemizde Miyosen - Pliyosen dönemi boyunca oluşan evaporitik çökel havzalarının paleocoğrafik haritalarını ve yaklaşık yayılım alanlarını göstermektedir (19).

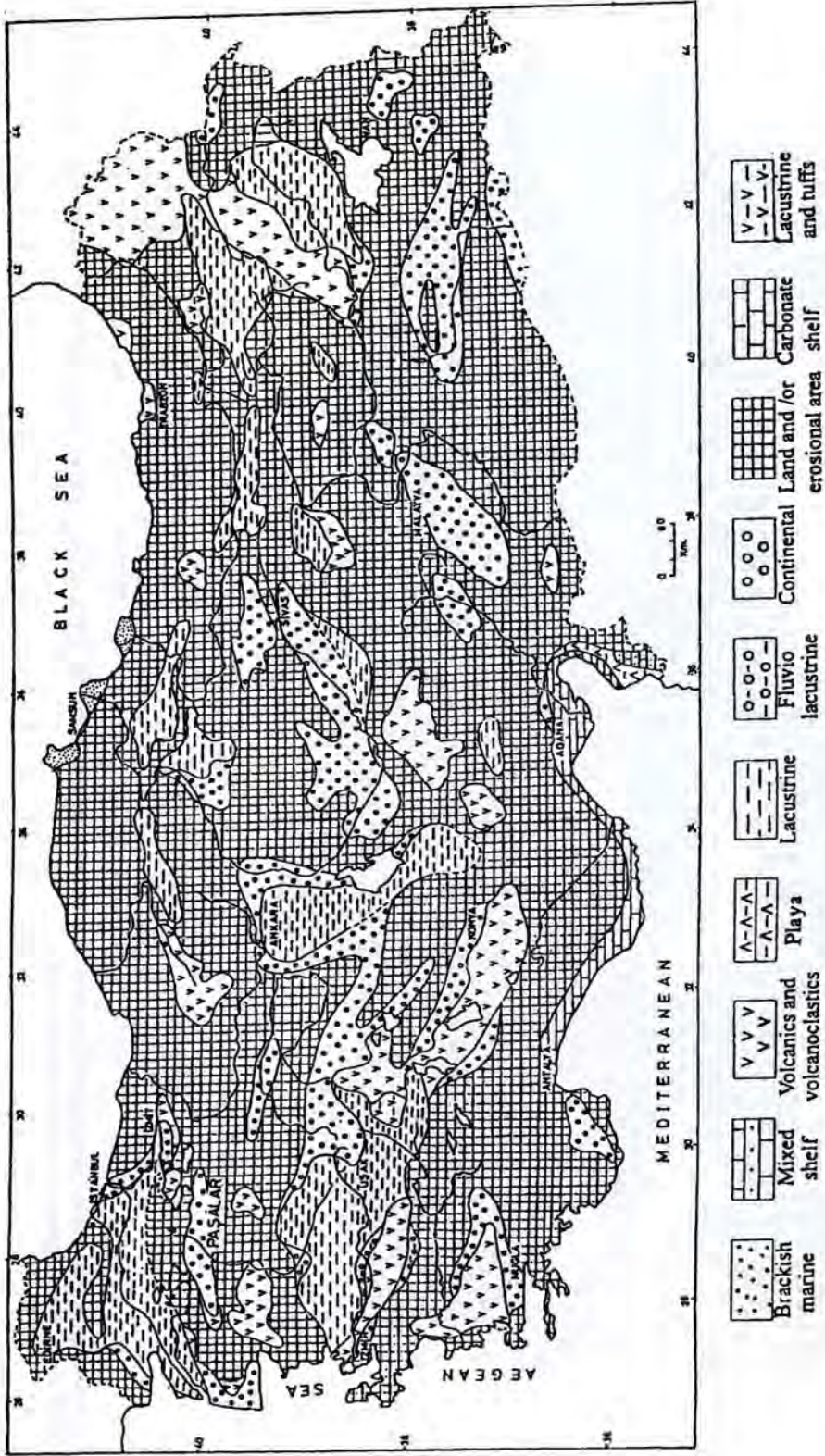
Jeolojik olarak varlıkları bilinen bu yatakların, jeolojisi, mineralojik bileşimleri, jeokimyasal özellikleri ve rezerv büyüklükleri günümüze dek ayrıntılı olarak araştırılmamıştır. Genel jeoloji amaçlı incelemelerde alçıtaşı oluşumları formasyon düzeyinde ayrıntılanmıştır. Hazırlanan haritalar küçük ölçekli olduğundan amaca yönelik bilgiler vermemektedir. Çimento ve Azot sanayi



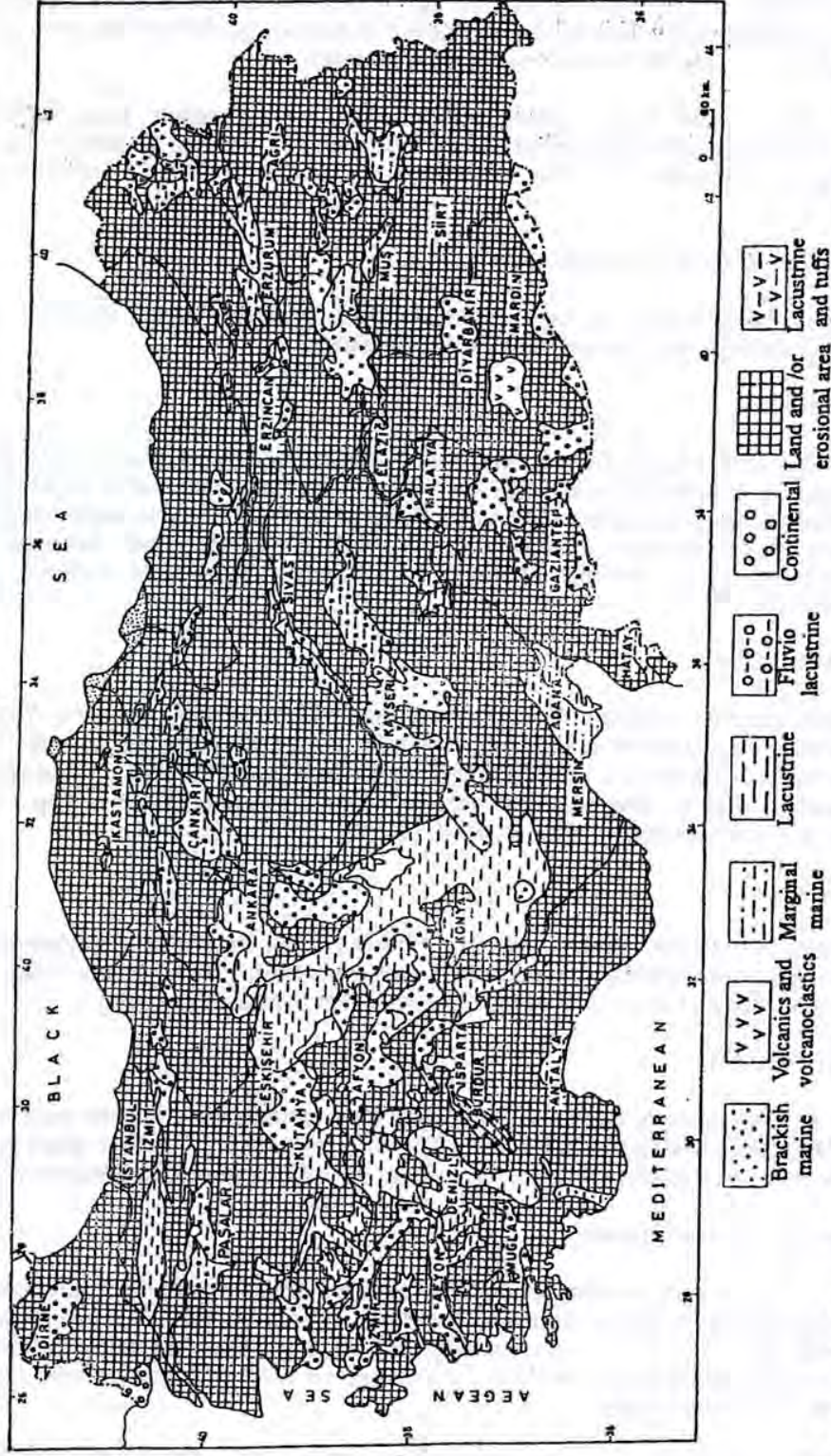
Şekil 2. Türkiye'nin Alt Miosen'deki paleocoğrafik haritası ve evaporitik çökeltiler açısından ümitli göl (lacustrine), karasal (continental) çökeltiler alanlarının dağılımı (Görür ve diğerleri, 20).



Şekil 3. Türkiye'nin Orta Miosen'deki paleocoğrafik haritası ve evaporitik çökeltiler açısından ümitli göl (lacustrine), akarsu-göl (fluvio lacustrine), karasal (continental) çökeltilerinin dağılımı (Görür ve diğerleri, 20).



Şekil 4. Türkiye'nin Üst Miosen'deki paleocoğrafik haritası ve evaporitik çökeller açısından Ümitli göl (lacustrine), akarsu-göl (fluvio lacustrine), karasal (continental) çökel alanlarının dağılımı (Görür ve diğerleri, 20).



Şekil 5. Türkiye'nin Pliosendeki paleocoğrafik haritası ve evaporitik çökeller açısından önemli göl (lacustrine), akarsu-göl (fluvio lacustrine), karasal çökel alanlarının dağılımı (Görür ve diğerleri, 20). (continental)

ile yapı sektörünün gereksinimini karşılamak amacıyla sınırlı bazı lokasyonlarda MTA Enstitüsü tarafından 1943-1990 yılları arasında inceleme yapılarak raporlar hazırlanmıştır. Ayrıca petrol havzalarında gerçekleştirilen sondajlarda evaporitik birimler kesilmiş ve bunların düşey dağılımı hakkında bilgi edinilmiştir. Bu nedenle ülkemizdeki alçıtaşı yataklarının envanterini sağlıklı olarak çıkartmak şu an için olanaksız görünmektedir. Açıklanan bu bilgiler, günümüze dek sürdürülen ve sonuçları yayınlanan sınırlı sayıdaki araştırmaya dayandırılmıştır.

Bu incelemede Türkiye alçıtaşı yatakları, Batı Anadolu, Orta Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu olmak üzere dört bölge altında incelenmiştir. Mevcut bilgilerden hareketle her bölgedeki alçıtaşı oluşumları, jeolojik, mineralojik ve rezerv özellikleri yönünden kısaca değerlendirilmiştir.

4.1. BATI ANADOLU ALÇITAŞI YATAKLARI

Batı Anadolu bölgesindeki alçı taşı yatakları, Denizli, Kütahya, Afyon, Balıkesir, Bursa, Bolu, Tekirdağ ve Çanakkale illeri çevresinde kümelenmektedir..

Denizli Alçıtaşı Yatakları

Denizli'de Sarayköy ilçesine bağlı Yeşilyurt ve Gölemezli köyleri ile Honaza bağlı Kızılyer köyü çevresinde alçıtaşı yataklarına rastlanmaktadır. Neojen yaşlı olan bu yataklar marn-kireçtaşı araseviyelidir. Kızılyer yatağı büyük oranda jipsten oluşmaktadır. Bu bölgede saptanan görünür rezerv 8-10 milyon ton dolayındadır. Yeşilyurt yatağında 1,25 milyon ton rezerv hesaplanmıştır. Gölemezli bölgesindeki rezerv oldukça sınırlıdır. Sarayköy bölgesindeki rezervler halen işletilmektedir (4,5,8,10).

Kütahya Alçıtaşı Yatakları

Kütahya'daki alçıtaşı yatakları Gediz çevresindeki Deresevindik, Taşdere, Yaylaköy, Güzüngüllü, Hacıaliler ve Kayacıköy dolayındaki 30 km²'lik bir alanda yüzeylenmektedir. Büyük oranda Jips'ten (%90-95) oluşan bu yataklar marn ve tüfitlerle araseviyelidir. Bölgedeki Jips katmanlarının kalınlığı 10-25 m. arasında değişmektedir. Yataklar işletmeye uygun olup 5 milyon ton görünür, 29 milyon ton olası rezervi bulunmaktadır(5,8,19).

Afyon Alçıtaşı Yatakları

Afyon il sınırları içindeki alçıtaşı yatakları Emirdağ ilçesi dolayında yüzeylenmektedir. Yatakta genellikle jips ve az oranda da anhidrit mineralleri gözlenmektedir. Neojen yaşlı göl sel marn ve kil ve tuf çökelleriyle birlikte oluşmuştur. Yatağa ilişkin ayrıntılı bilgi yoktur.

Balıkesir Alçıtaşı Yatakları

Balıkesir alçıtaşı yatakları Susurluk çevresinde yüzeylenmektedir. Neojen yaşlı kil-tüffit aratabakalıdır. Mineralojik olarak büyük bir kısmı jipsten oluşmaktadır. Yapılan araştırmalarda bölgedeki görünür rezervin 1 milyon ton, olası rezervin ise 50 milyon ton olduğu hesaplanmıştır(9).

Tekirdağ - Çanakkale alçıtaşı yatakları

Tekirdağ - Çanakkale il sınırları içinde kalan bölgede Miyosen yaşlı alçıtaşı yataklarına rastlanmaktadır. Eceabat'tan başlayıp Gelibolu , Şarköy ve Mürefte'ye' kadar uzanan alanda beş ayrı noktada kalınlıkları 3 - 5 m arasında değişen alçıtaşı oluşumları bulunmaktadır. Jips minerallerinin gözleendiği bu yatakların belirlenen toplam rezervi 6,7 milyon ton kadardır (27). Bu alanda henüz işletme yapılmamaktadır.

Batı Anadolu bölgesindeki bu yatakların dışında, Bursa (Gemlik) ve Bolu çevresinde Miyosen yaşlı alçıtaşı oluşumları yüzeylenmektedir. Sözü edilen bu yataklara ilişkin ayrıntılı bir araştırma yapılmamıştır.

4.2. ORTA ANADOLU ALÇITAŞI YATAKLARI

Orta Anadolu bölgesinde yaşı Üst Kretaseden Neojen'e kadar uzanan geniş alçıtaşı oluşumları yüzeylenmektedir. Bu yataklar Eskişehir, Ankara, Kırıkkale, Niğde, Kayseri, Yozgat, Çorum, Çankırı ve Sivas illerinde yer almaktadır. Evaporitik kayalar açısından çok zengin bir çeşitlilik gösteren Beypazarı, Tuzgölü ve Kızılırmak çevresi birer havza niteliğindedir.

Eskişehir alçıtaşı yatakları

Eskişehir dolayındaki alçıtaşı yatakları Mihallıcık ve Sivrihisar'da yüzeylenmektedir. Marn ve kil araseviyeleri içeren Neojen yaşlı istif büyük oranda jipsten oluşmaktadır. Sarılar köyü alçıtaşı yatağında yapılan sondajlarda 15 m. ye ulaşan jips bantları kesilmiştir. Bölgedeki rezerv küçüktür (2,7).

Ankara alçıtaşı yatakları

Nallıhan, Polatlı, Ayaş, Kalecik, Beypazarı ve Bala dolayında geniş yayımlı jips yatakları bulunmaktadır. Neojen yaşlı istif içindeki kil ve marn birimleriyle yanal -düşey geçiş gösteren alçıtaşı oluşumları Pliyosen çökelleri tarafından üzerlenmektedir. Ayrıca Tuzgölü havzası içinde kalan Şereflikoçhisar'da kaliteli ve Eosen yaşlı jips yatakları yüzeylenmektedir. Bala dolayındaki alçıtaşı rezervleri yoğun olarak işletilmektedir. Bölgedeki rezervler konusunda yapılmış ayrıntılı çalışma yoktur. Yöredeki toplam rezervin bir milyar tonun üzerinde olduğu tahmin edilmektedir (5,11,12,14,25).

Aksaray alçıtaşı yatakları

Tuzgölü çökel havzası içinde kalan Aksaray ve çevresinde geniş alçıtaşı rezervleri bulunmaktadır. Bölgede gerçekleştirilen petrol sondajlarının değişik düzeylerinde çok sayıda evaporit oluşumları kesilmiştir. Genellikle anhidritten oluşan bu oluşumlar havza kenarlarına doğru jipse dönüşmektedir. Ekonomik önemi bulunan rezervler Eosen yaşlıdır (14).

Konya alçıtaşı yatakları

Cihanbeyli, Halkapınar ve Ereğli arasında geniş yayımlı evaporitik kayaç rezervleri bulunmaktadır. Cihanbeyli ve çevresindeki oluşumlar Tuz gölü çökel havzasının özelliklerini taşımaktadır. Mostra veren birimlerin yaşı Oligo - Miyosendir. Halkapınar ve Ereğli çevresindeki Eosen - Oligosen yaşlı bu rezervler, Ulukışla rezervinin devamını oluşturmaktadır. Bu alanda, Ulukışla oluşumu kadar kaliteli ve zengin rezerv bulunmaktadır. Bölgede Rezerv ve kalite belirleme araştırması yapılmamıştır.

Niğde alçıtaşı yatakları

Niğde - Ulukışla dolayında çok büyük rezervli alçıtaşı yatakları bulunmaktadır. Geniş yayımlı Ulukışla Tersiyer havzasında oluşan bu çökellerin yaşı Oligosen - Eosen'dir. Jips - anhidrit minerallerinin birlikte gözlendiği yatakta kalınlık yer yer 40 m'ye ulaşmaktadır. Ortalama kalınlık 10 - 15 m arasında değişmekte ve Ulukışla'nın güneyinde 1 - 2 m'ye düşmektedir. Bölgede başta Azot sanayi olmak üzere çok sayıda özel sektöre ait ocakta üretim yapılmaktadır. Ulukışla'dan Konya Ereğlisi'ne kadar uzanan bu kesimde çok zengin alçıtaşı rezervinin bulunduğu bilinmektedir.

Yozgat alçıtaşı yatakları

Yozgat çevresindeki rezervler, Çiçekdağ ve Yerköy ilçelerinde kümelenmiştir. Oligo - Miyosen yaşlı jips oluşumlarının Yerköy yakınlarındaki kalınlığı 8 m'ye ulaşmaktadır (5,14).

Konglomera, kumtaşı, kilitaşı ve marn istifi içinde yer almaktadır. Bölgedeki potansiyele ilişkin her hangi bir araştırma mevcut değildir

Çankırı alçıtaşı yatakları

Çankırı - Çorum havzasının Oligo - Miyosen yaşlı çökellerin üst düzeylerinde jips yatakları bulunmaktadır. Şabanözü ile Çerkeşli ve Kurşunlu arasındaki bölgede yüzeylenen bu oluşumlara ilişkin ayrıntılı bilgiye ulaşılamamıştır (12).

Çorum alçıtaşı yatakları

Yozgat - Çankırı - Çorum havzası'nın Oligo - Miyosen yaşlı çökellerinin Çorum il sınırları içinde kalan uzantısında jips yatakları bulunmaktadır (12). Yatağa ilişkin ayrıntılı bilgi edinilememiştir

Sivas alçıtaşı yatakları

Sivas - Hafik - Zara Tersiyer havzasında, kalınlığı binlerce metreye ulaşan Oligo - Miyosen yaşlı lagünel - denizel çökeller içinde çok zengin jips rezervleri bulunmaktadır. Bu oluşumlar daha kuzeydeki Şebinkarahisar' a kadar uzanmaktadır. Bölgede, Miyosen yaşlı alıcalı lagünel jipsler ile denizel jipslere birlikte rastlanmaktadır. Her iki gurup oluşumun havza ortasındaki yanıl - düşey geçişleri izlenebilmektedir. Jipsler içinde gelişmiş büyük karst yapıları görülmektedir. Bölgedeki rezerv milyarlarca ton dolayındadır (1).

Orta Anadolu'da, sayılan illerin dışındaki Kırıkkale, Kırşehir, Nevşehir, Kayseri, Amasya, Tokat'ta alçıtaşı rezervlerinin bulunduğu bilinmektedir. Sözü edilen bu rezervlere ilişkin ayrıntılı çalışmalara rastlanmamıştır (12).

4.3. DOĞU ANADOLU ALÇITAŞI YATAKLARI

Doğu Anadolu alçıtaşı yatakları, Erzincan, Erzurum ve Kars dolayında bulunmaktadır. Bunların dışında Muş - Hınıs - Malazgirt havzası ile Tekman - Karayazı Tersiyer havzasında Miyosen - Pliyosen yaşlı alçıtaşı oluşumlarına rastlanmaktadır.

Erzincan alçıtaşı yatakları

Erzincan il sınırları içinde Kemah, Ilıç, Tercan ve Çayırılı dolayında kalınlıkları 2 - 3 m'yi geçmeyen jips yatakları bulunmaktadır. Söz konusu jips tabakaları kilitaşı ve marnlar içinde merccek şeklinde yer almaktadır. Bölgedeki alçıtaşı rezervinin yayılımı, rezervi ve kalitesine ilişkin her hangi bir araştırma yapılmamıştır (15).

Erzurum alçıtaşı yatakları

Erzurum çevresindeki en önemli alçıtaşı oluşumu Aşkale ilçesi yakınlarında bulunmaktadır. Yatak çimento fabrikası tarafından işletilmektedir. Neojen yaşlı istifler içinde yer alan jips tabakaları marn ve kilitaşları ile ara seviyelidir. Bu yatağın rezervi 20 milyon ton dolayındadır (13). Buna ek olarak, Oltu, Narman, ve Tortum dolaylarında da evaporit oluşumlarına rastlanmaktadır. Bu yataklar üzerine yapılmış her hangibir araştırma yoktur.

Kars alçıtaşı yatakları

Kğızman - Tuzluca havzasında, Aras vadisi boyunca pliyosen yaşlı, ekonomik alçıtaşı yatakları bulunmaktadır. Kağızman bölgesinde, Pliyosen çökellerinin üst kesimlerinde killere araseviyeli ve kalınlığı yer yer 40 m'ye ulaşan kil içerikli jips çökelleri görülmektedir. Tuzluca'nın 2 km KD'sunda, tuz yatakları ile birlikte oluşmuş Pliyosen yaşlı jips oluşumları bulunmaktadır. Jipsler, kalınlığı yer yer 40 m' ye varan killere ara katkılıdır. İstif içinde net kalınlığı

15 m'ye varan jips tabakaları gözlenmektedir (17). Bu yataklar üzerine yapılmış ayrıntılı araştırma yoktur.

Doğu bölgesin'de, sayılan bu yatakların dışında Malatya, Tunceli ve Muş çevresinde alçıtaşı oluşumları mevcuttur.

4.4. GÜNEYDOĞU ANADOLU ALÇITAŞI YATAKLARI

Güneydoğu Anadolu Bölgesi alçıtaşı yatakları Siirt; Batman ve Diyarbakır çevresinde kümelenmektedir. Güneydoğu havzasının Paleosen, Eosen Miyosen yaşlı çökelleri içinde jips ve anhidrit oluşumları yer almaktadır. Bölgede gerçekleştirilen petrol sondajlarında, kalınlıkları yer yer 200 - 220 m' ye varan jips - anhidrit yatakları kesilmiştir. Yüzey mostralarında jips şeklinde görülen evaporitlerin Siirt, Kurtalan, Hasankeyf, ve Garzan çayı vadisi arasında hesaplanan toplam rezervi 13.5 milyar ton dolayındadır (23,28).

5. TÜRKİYE ALÇITAŞI REZERVLERİ

Yukarıda da değinildiği gibi Türkiye alçıtaşı rezervleri konusunda ayrıntılı araştırma yapılmamıştır. Bu nedenle Ülkemizin alçıtaşı rezervlerini sağlıklı olarak belirleme olanağı yoktur. Konuyla ilgili sınırlı sayıda araştırımdan Türkiye alçıtaşı oluşumlarının iler düzeyindeki rezerv dağılımı aşağıda verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi ülkemizin görünür rezervi 212 milyon ton, olası rezervi ise 1.6 milyar tondur. Türkiye'nin gerçek potansiyeli, bu rakamların çok üzerinde olup kesin sonuçlar ancak araştırmalarla belirlenebilecektir.

| İller | Rezerv (milyon Ton) | |
|------------|---------------------|-------|
| | Görünür | Olası |
| Kütahya | 5 | 29 |
| Denizli | 10 | 25 |
| Afyon | ? | ? |
| Balıkesir | 1 | 50 |
| Bursa | ? | ? |
| Çanakkale | ? | ? |
| Tekirdağ | 6.7 | ? |
| Eskişehir | 12 | 36 |
| Ankara | 2 | 16 |
| Aksaray | ? | ? |
| konya | ? | ? |
| Niğde | 25 | 162 |
| Yozgat | ? | ? |
| Çankırı | 150 | 775 |
| Çorum | ? | ? |
| Sivas | 50 | 500 |
| Erzurum | ? | ? |
| Erzincan | ? | ? |
| Kars | 20 | 35 |
| Siirt | ? | ? |
| Diyarbakır | ? | ? |
| Batman | ? | ? |
| Toplam | 212.2 | 1628 |

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. ALAGÖZ, C.A., (1967), Sivas Çevresi ve Doğusunda Jips Karstı Olayları, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Yayını No: 175, ANKARA.
2. ATABEK, S., (1943), Sazılar (Eskişehir) İstasyonu Civarında Bulunan Jips Yatakları Hakkında Rapor, MTA Rp. No: 1402, ANKARA.

3. BISTRITSCHAN, K., (1955), Bicer Alçı Zuhurunun Jeolojik Detayı, MTA Rp. No: 2331, ANKARA.
4. BISTRITSCHAN, K., (1956), Polatlı (Sazılar), Gediz (Şırlarköy), Denizli (Kızılyerköy ve Ulukışlar) Jips Zuhurlarında Yapılan Bit Tetkik Gezisi Hakkında Rapor, MTA Rp. No: 2497, ANKARA.
6. BISTRITSCHAN, K., (1956), Bicer ve Ortaklar Jips Zuhurlarında Açılan Sondajlar Hakkında Rapor, MTA Rp. No: 2498, ANKARA.
6. BISTRITSCHAN, K., (1957), Sazılar Alçı Zuhurunda Yapılan Sondajlar Hakkında Rapor, MTA Rp. No: 2500, ANKARA.
7. BRENNICH, G., (1958), Gediz-Denizli Civarındaki Alçı Zuhurları, MTA Rp. No: 2664, ANKARA.
8. BRENNICH, G., (1965), Balıkesir Vilayetindeki Jips Zuhurları, MTA Genel Müdürlüğü Rp. No: 64, ANKARA.
9. BRENNICH, G., (1966), Sarayköy (Denizli Vilayeti) Çevresi Jips Zuhurları, ANKARA, MTA Genel Müdürlüğü Rp. No: 43,
10. BRENNICH, G. (1967), Nallıhan-Beypazarı Jips Zuhurları, MTA Arşivi, No: 4821, ANKARA.
11. BRENNICH, G., (1967), Çankırı-Çorum-Amasya-Kayseri-Ankara Çevresindeki Jips Zuhurları, MTA Arşivi Rp. No: 5000, ANKARA.
12. BRENNICH, G., (1968), Erzurum Vilayeti Jips Yatakları, MTA Genel Rp. No: 4862, ANKARA.
13. BRENNICH, G., (1968), Ankara ve Niğde Vilayetlerinin Şereflikoçhisar-Aksaray Zuhurları Hakkında Rapor, MTA Rp. No: 4506, ANKARA, Bölgelerindeki Jips
14. BRENNICH, G., (1968), Erzincan Vilayetindeki Jips Zuhurları, MTA Genel Müdürlüğü Rp. No: 4489, ANKARA.
15. ÇAYIRLI, H., BAŞ, H., (1991), Alçıtaşı ve Türkiye Alçıtaşı Yatakları, Ulusal Alçı kongresi, 4 - 5 Kasım, İSTANBUL.
16. ÇELİK, E., (1979), Tuzluca Kayatuzu Etüdü ve Aramaları Ön Raporu, MTA Arşivi Rp. No: 6607, ANKARA.
17. DEAN, W.E., SCHREIBER, B.C., (1979), DENİZER EVAPORİTLER, Türkiye Petrolleri Yer Bilimleri Yayınları, ALTINLI, İ.E. Çevirisi, Nuray Matbaası, ANKARA, A.O.
18. FERSTL, H., (1963), Gediz Çevresindeki Jips Zuhurları, MTA Genel Arşivi Rp. No: 3246, ANKARA.
19. GÖRÜR, N., at al, (1995), Miocene to Pliocene Palaeogeographic Evolution Of Turkey and its Surroundings, Journal of Human Evolution, Academic Press Limited, pp: 309-324.
20. KETİN, İ., (1983), Türkiye Jeolojisine Genel Bakış, İTÜ matbaası, Gümüşsuyu, İstanbul.
21. ÖZDEMİR, Ö., (1975), Evaporitler, TPAO Yayını, ANKARA.
22. ÖZGÜNER, A. M., (1990), Siirt-Diyarbakır-Mardin (Musaybin) Yöresi Alçıtaşı (Kükürt) Sahaları Genel Jeolojisi Raporu, MTA Arşivi Rp. No: 9144, ANKARA, Maden Jeolojisi ve
23. SUNER, F., UZ, B., ARIOĞLU, E., (1991), Alçıtaşının Oluşumu ve Ekonomikliğini Denetleyen Etkenler, Ulusal Alçı Kongresi, 4 -5 Kasım, İSTANBUL.
24. TAŞKIN, C., (1974), Şereflikoçhisar (Ankara) Civarındaki Tuğla-Kiremit ve Jips Araştırılması, MTA Genel Arşivi Rp. No: 5131, ANKARA, Hammadde İmkânlarının
25. TOPKAYA, M. Ve Diğerleri, (1980), Alçıtaşı ve Anhidrit Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş. Kimya Sektörü Araştırması, İSTANBUL.
26. UZ, B., ve Diğerleri, (1991), Gelibolu Yarımadası Şarköy (Tekirdağ) Alçıtaşı Zuhurlarının Değerlendirmesi, Ulusal Alçı Kongresi, 4 -5 Kasım, İSTANBUL, Jeolojik Etüd ve
27. UZKUT, İ., (1967), Güneydoğu Anadolu ve Özellikle Koziük-Melefan Bölgesi Tuz, Potas ve Jips İhtimalleri, MTA Arşivi Rp. No: 4278, ANKARA

TÜRKİYE ALÇITAŞI ÜRETİM, TÜKETİM VE ESKİŞEHİR YÖRESİ POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

HÜRRİYET AKDAŞ
RIFAT BOZKURT

ÖZET

Alçıtaşı yatakları dünya üzerinde bol ve çok yaygın olarak görülmesinin yanısıra bazı ülkeler bu kaynaktan yoksundur. Alçıtaşı kaynakları olmayan gelişmiş ülkeler sentetik alçı üretmek yada ithal etmek zorunda kalmaktadırlar. Türkiye alçıtaşı (jips ve anhidrid) potansiyeli yönünden tahmini 3 milyar tonluk potansiyeli ile şanslı bir konumdadır. ABD, alçıtaşı tüketiminin %70 'den fazlasını alçı ürünleri üretiminde özellikle inşaat sektörü için kullanmaktadır. Türkiye'nin konut sorunu, yıllardır devam eden problem olmasına rağmen Türkiye bu potansiyelini inşaat sektörüne yeteri kadar tanıtamamış ve kullanamamıştır.

Türkiye de alçıtaşı ve alçı üretimi iç anadolu bölgesinde yoğunlaşmıştır. Sebebi de kaliteli alçıtaşı yataklarının bu bölgede olması ve diğer bölge ve büyük şehirlere ulaşımın kolay olmasından kaynaklanmaktadır. İç anadolu bölgesinde alçıtaşı ve alçı üretimin büyük bölümü Ankara yöresinden gerçekleşmektedir. Bunu ikinci olarak Eskişehir ve yöresi takip etmektedir. 1996 yılı toplam Türkiye alçıtaşı üretimi 2.5 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Bunun yaklaşık 800 bin tonu (%33) alçı ve alçı ürünleri, geri kalan 1.5 milyon tonu (%60) ise çimento endüstrisinde, % 7 ise tarım ve diğer alanlarda değerlendirilmektedir. Türkiye'nin 1980'li yılların sonundan itibaren alçı üretiminde hızlı bir artış gözlenmektedir. Nedeni ise özellikle konut sektörünün gelişmesine ve yeni alçı üretim tesislerinin devreye girmesine bağlı olmaktadır.

Eskişehir yöresindeki alçı üreticilerin en büyük problemi alçıtaşı yataklarına olan uzaklığıdır. Bu durum üretim maliyetlerinde önemli rol oynamaktadır. Yöredeki alçı üretim tesisleri hammaddelerini büyük oranda Ankara bölgesinden temin etmektedirler.

YAZARLARIN ÖZGEÇMİŞLERİ

Yrd. Doç. Dr. Hürriyet AKDAŞ, 1981 yılında Eskişehir Devlet Mimarlık Mühendislik Akademisi, Maden Müh. Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl İTÜ Maden Fakültesi maden işletme ana bilim dalında yüksek lisans eğitimine başlayarak 1984 yılında yüksek mühendis ünvanı aldı. Yüksek lisans eğitimi esnasında 1983 yılında Anadolu Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. 1984-1986 yılları arasında askerlik görevini tamamlayarak İTÜ, Maden Fakültesinde, doktora çalışmalarna başladı. Anadolu Üniversitesi tarafından 1988 yılında ABD, Colorado School of Mines'da doktora çalışmaları yapmak üzere görevlendirildi. 1993 yılında ABD 'de doktora çalışmasını tamaladıktan sonra Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Maden Müh. Bölümü, Maden İşletme ana bilim dalında Yrd. Doç. olarak öğretim üyeliğine atandı. Halen bu görevini sürdürmekte olup evli ve bir çocuk babasıdır.

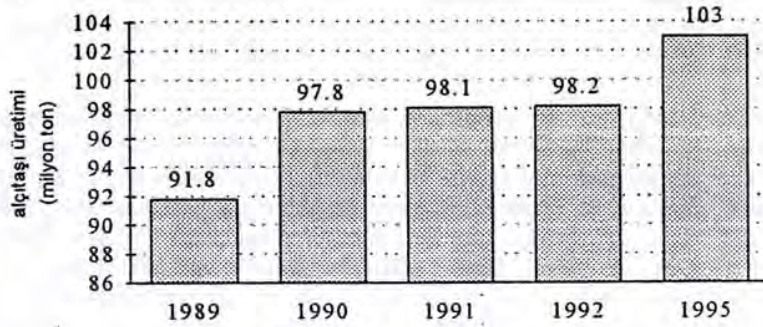
Prof. Dr. Rifat BOZKURT, 1962 yılında İstanbul Üniversitesi 'nden mezun olmuş bir müddet Maden Yardım Komisyonunda çalışmış, akademik hayata 1966 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi kadrosunda başlamıştır. 1974 yılında İTÜ Maden Yatakları kürsüsünde doktora tezini tamamlamış, Divriği Demir Madeni oluşumuna yeni bir boyut getiren araştırması ile 1980 yılında Doçent olmuştur. Eskişehir-Kütahya Magnezitlerinin sinterleme karakterlerini saptayan çalışması ile 1989 yılında Profesör olmuştur. Metalik ve endüstriyel hammadde yatakları ile ilgili 9 araştırma projesi yürütmüştür ve 30'dan fazla yayını vardır. 1978 - 1993 yılları arasında Maden Mühendisliği Bölüm Başkanlığı yapmıştır, halen Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığını yürütmektedir.

1. GİRİŞ :

Türkiye alçıtaşı rezervleri çok geniş alanlarda ve kalitede olduğu pek çok araştırmacı tarafından belirtilmektedir. Ancak bu araştırmalar yüzeysel anlamda olup yeterli ekonomik boyutta çalışmalar yapılmamıştır. Bundan başka alçı üretim tesislerinin kurulma yerinin seçimi hammadde kaynağına yakın olması önemli bir araştırma konusudur. Hem hammadde olarak hem de mamul madde olarak ucuz olan alçının Türkiye'de yeteri kadar kullanılmadığı da görülmektedir.

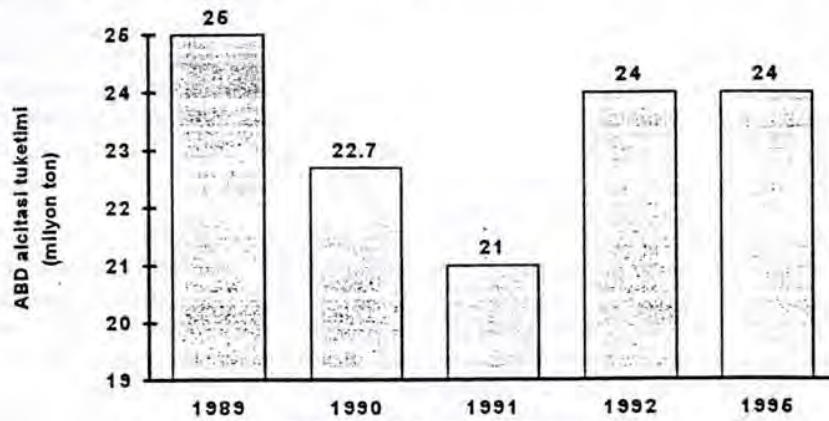
2. DÜNYA ÜRETİMİ, TÜKETİMİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dünya üzerinde genel olarak bakıldığında, alçıtaşı yataklarının tüm kıtalara yayıldığı ve büyük miktarlarda bulunduğu bilinmektedir. Gerçekte bu büyük yatakların değerlendirilmesi ülkelerin pazar durumuna, taşıma maliyetlerine ve işletme imkanlarına ve kullanımına bağlı kalmaktadır. Dünyada çoğu gelişmiş ülkeler alçıtaşıdan mamul alçı üretimi yaparak inşaat sektöründe tüketmektedir. Dünya alçıtaşı üretiminin tahmini miktarları Şekil 1.de verilmektedir.



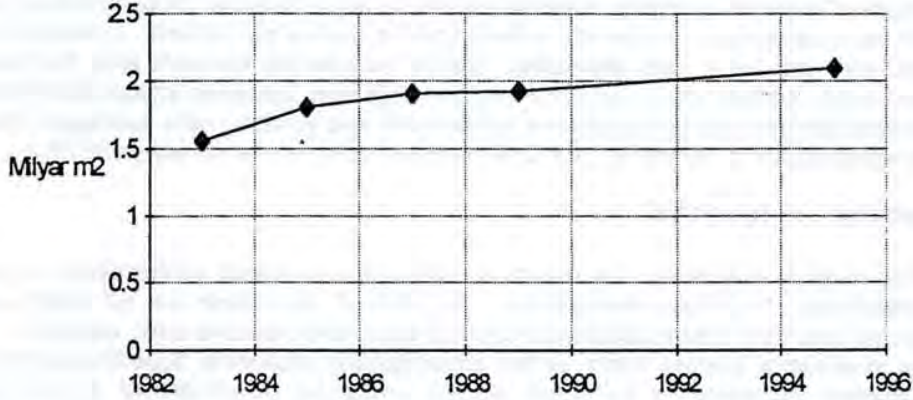
Şekil 1. Dünya alçıtaşı üretimi

ABD dünyada en çok alçıtaşı üretimi ve tüketimi ile ilk sırada yer almaktadır. ABD her yıl alçıtaşı talebinin yaklaşık %30-35 'ini Kanada ve Meksika'dan sağlamaktadır. Bunun nedeni ABD'nin doğu kesiminde alçıtaşı rezervlerinin olmayışdır. Bu sebeple doğu bölgesindeki eyaletlerin alçıtaşı talebini Kanada'dan sağlaması daha ekonomik olmaktadır. ABD, 1995 yılında 16 milyon ton alçıtaşı üretimini 19 eyalette bulunan 58 alçıtaşı ocağından 31 şirketle gerçekleştirmiştir. Yine aynı yılda 27 eyaletdeki 14 şirketin 73 adet tesisinde alçı ve alçılı yapı malzemesi üretimini tamamlamıştır. ABD alçıtaşı tüketiminin son yıllara göre değişimi Şekil 2. de verilmektedir.



Şekil 2. ABD alçıtaşı tüketimi.

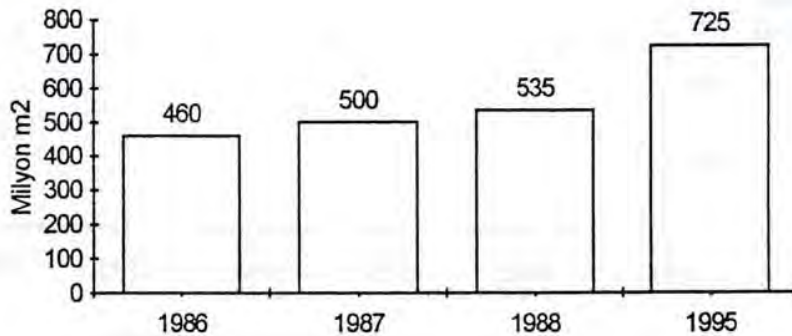
ABD, yıllık alçıtaşı tüketiminin %70 'inden fazlasını kalsine ederek alçı ve alçı ürünleri olarak inşaat sektörü için kullanmaktadır. Diğer yüzdeler ise çimento ve tarım sektöründe harcanmaktadır. Bu bilgilerden, ABD alçıtaşı tüketimi büyük oranda inşaat sektörüne bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 2. de 1990 ve 1991 yılları arasındaki tüketimin azalması inşaat sektöründeki durgunluktan kaynaklanmaktadır. ABD mamul alçıyı çoğunlukla inşaat sektöründe prefabrik alçı malzeme üretiminde değerlendirmektedir (Şekil 3.). İnşaat sektöründe alçıdan yapılan çeşitli malzemelerin kullanımı her yıl artmaktadır.



Şekil 3. ABD alçı plaka üretimi.

ABD'den sonra en büyük alçıtaşı üreticisi olarak Kanada gelmektedir. Kanada üretimi 1990 'lı yılların başında 8 milyon tonun üzerine çıkmıştır. Üretimin büyük bölümünü ABD'ne ihraç etmektedir ve ABD 'deki inşaat sektöründeki herhangi bir gerilemeden etkilenmektedir. Kanada'nın yurtiçi tüketimi üretimin %25 'i civarındadır. 1991 yılında 6 milyon tonluk alçıtaşı üretimi gerçekleştiren Meksika, son yıllarda alçıtaşı üretiminde gelişmeler kaydederek %75'ni ABD'ye vermektedir.

Avrupa ülkeleri arasında önemli alçıtaşı üreten ülkeler Fransa (5.6milyon ton), İngiltere (4 milyon ton), İspanya (5milyon ton) ve Almanya sayılabilir. Almanya sentetik jips üretiminde 800 000 ton ile önemli bir yere sahiptir ve alçıtaşı tüketimi 5 milyon tonun üzerindedir. Avrupa ülkelerinde de alçıtaşı tüketimi inşaat sektörüne bağlıdır. Avrupa ülkelerinin toplam 20 milyon ton/yıl üzerinde alçıtaşı üretimleri bulunmaktadır. İngiltere, Fransa Almanya İtalya İskandinav ülkeleri, Belçika, İspanya, Avusturya, İrlanda ve İsviçre dahilindeki Batı Avrupa alçılı yapı malzemesi (plaka) üretim değişimi Şekil 4. de verilmektedir.



Şekil 4. Batı Avrupa alçı plaka üretimi

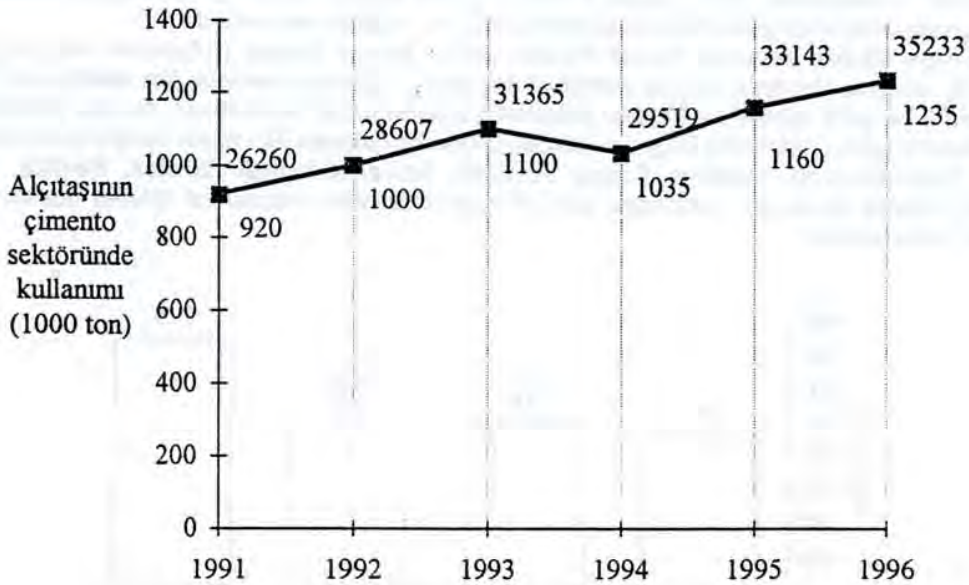
Uzakdoğu ülkelerine bakıldığında, açığa üretiminde Çin 8 milyon ton/yıl üretimiyle ön sırada gelmektedir. Çin bu üretimini kendi iç piyasasında tüketmektedir. Diğer önemli bir açığa üreticisi olan Avustralya üretiminin bir kısmını Japonya'ya vermektedir. Japonya doğal açığa yataklarına sahip olmadığından ihtiyacını sentetik jips üretiminden ve yurtdışından (Tayland ve Avustralya) sağlamaktadır. Japonya'nın yıllık tüketimi 6.5 milyon tonun üzerindedir. 1980'li yılların ortalarında Japonya tüketimini ağırlıklı olarak inşaat sektöründe (%60) değerlendirmiştir. Çimento sektöründe %30 oranında ve diğer alanlarda %10 olarak tüketmiştir. Japonya 1992 yılında yaklaşık 550 milyon m² alçılı levha üretmiştir. Uzakdoğuda Tayland 6 milyon ton açığa üretimi ile önemli bir konumdadır.

Sonuç olarak Dünyadaki gelişmiş ülkelerde alçığa'nın alçı ürünlerine dönüştürülmesi ile inşaat sektöründe hazır yapı malzemeleri imalatında kullanılması ön planda gelmektedir. Özellikle duvar ve tavan kaplaması, sıva gibi hazır yapı elemanları üretimi ve tüketimi devamlı artış halindedir. Bu yaygın üretim ve tüketim sadece alçığa'nın ucuz olmasından değil aynı zamanda inşaat sektörüne hız da getirmesidir. Bunlara ilaveten alçığa'nın konutlarda kullanılması ses yalıtımı, nem ayarlayıcı özelliği ve yangına karşı dayanıklılığı ve ısı iletkenliği gibi özelliklerinden dolayı da tercih edilmektedir.

3. TÜRKİYE ÜRETİMİ ve TÜKETİMİ

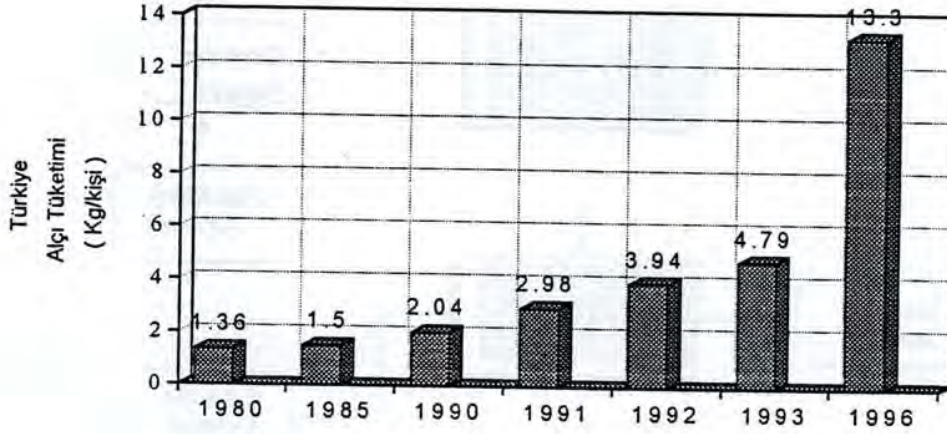
Türkiye'nin 1980'li yıllarda alçığa üretimini bir milyon ton civarında gerçekleştirmiş ve üretimini %68 çimento sektöründe, %13 tarım sektöründe, %11 inşaat sektöründe ve %8 diğer alanlarda değerlendirmiştir. Bu yıllardaki üretim çoğunlukla çimento sanayisinin talebine bağlı kalmıştır.

Alçığa üretimimiz üzerine kesin veriler olmadığından tebliğdeki değerler tahmini olarak bulunmuştur. Çimento endüstrisinde kullanılan alçığa miktarının bulunmasında % 3.5 oranında alçığa kullanıldığı varsayımına dayanarak tahmin edilmiştir. Türkiye'nin son yıllarda çimento üretim değerlerine bağlı olarak hesaplanan sektördeki alçığa kullanımı Şekil 5.de görülmektedir. Şekil 5.'deki eğrinin üzerindeki rakamlar yıllık Türkiye çimento üretimini, altındaki değerler ise sektörde kullanılan alçığa miktarını göstermektedir. 1990 yılından bu yana çimento üretiminde artışın nedeni Türkiye'de konut üretiminin ve yeni çimento fabrikalarının devreye girmesi yüzündendir.



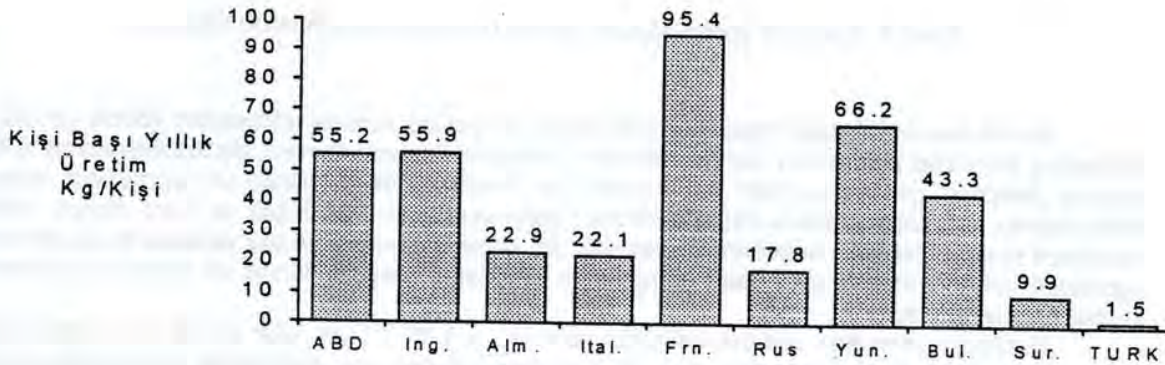
Şekil 5. Türkiye de çimento sektöründe alçığa tüketimi

Türkiye'nin 1980'li yıllarda alçı üretimi 150 - 200 bin ton gibi düşük seviyelerde seyretmiştir. 1996 yılında İstanbul, Ankara, Eskişehir, Niğde, Tarsus ve Çankırı yöreleri esas alındığında alçı üretiminin 750 - 900 bin ton civarında gerçekleştiği tahmin edilmiştir. Türkiye'nin 1980'li yıllarda kişi başına düşen alçı tüketiminin çok düşük olduğu gözlenirken, 1990'lı yılların başından itibaren önemli artışlar olduğu kaydedilmiştir (Şekil 6). Bu önemli artışa rağmen Türkiye hala Dünya kişi başı alçı tüketim ortalamasının (16.8 kg/kişi) altında kalmaktadır.



Şekil 6. Türkiye kişi başı alçı tüketimi.

Bazı Ülkelerin Kişi Başına Yıllık Üretimleri (1985)

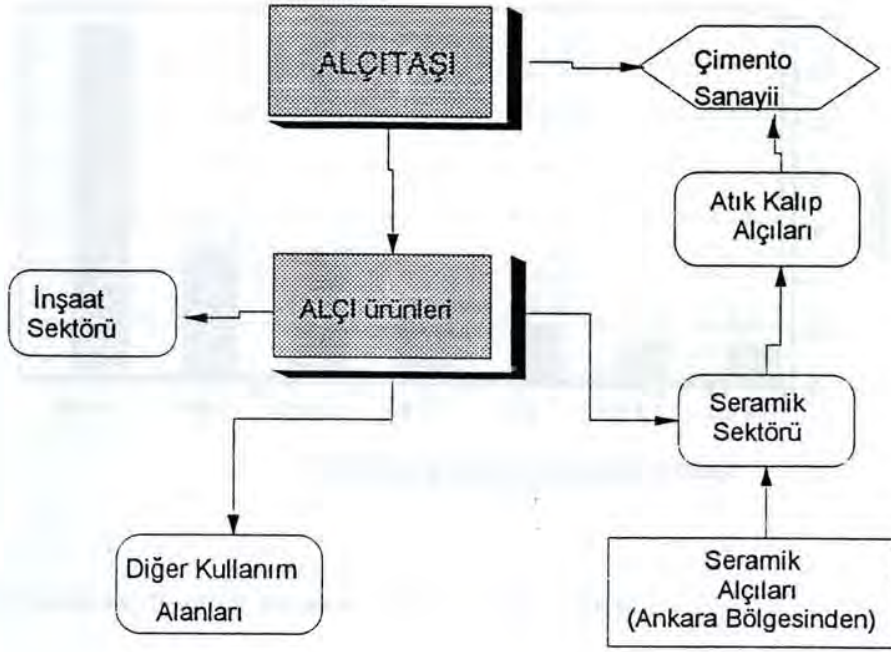


Şekil 7. Bazı ülkelerin kişi başına düşen yıllık üretimleri.

4. ESKİŞEHİR YÖRESİ TÜKETİMİ ve ÜRETİMİ

Eskişehir yöresinde alçıtaşını tüketen iki önemli sektör bulunmaktadır. Bunlardan çimento sanayii yıllık yaklaşık 25 bin ton alçıtaşına gereksinim duymaktadır. Alçıtaşı ihtiyacı olan diğer sektör

İse alçı ve alçı ürünleri üreten üç tesistir. Bu üç tesisin yaklaşık alçıtaşı ihtiyacı 150 bin ton 'dur. Eskişehir'e 40 Km mesafede Bozüyük'te yerleşik tesislerden biri yörede en yüksek kapasiteye sahip olup çeşitli alçı ürünleri ve inşaat sektörü için blok üretimi gerçekleştirmektedir. Diğer iki tesis küçük ölçekte olup Eskişehir Sevinç Köyü'nde ve Çukurhisar mevkiinde faaliyet göstermektedir. Bu iki tesis çeşitli toz alçı ürünleri üretmektedirler. Şekil 8. de Eskişehir yöresinin alçıtaşı kullanım ve alçı ürünlerinin sektörel kullanımı verilmektedir.



Şekil 8. Eskişehir yöresi alçıtaşı ve Alçı ürünlerinin sektörlerde kullanımı

Bu iki sektör, alçıtaşı ihtiyacının çok büyük bölümünü Ankara yöresinden (Bala) ve çok az bölümünü Sivrihisar yöresinden karşılamaktadır. Eskişehir Çimento Sanayii alçıtaşı ihtiyacının %70'ini Ankara Bala'dan geri kalan %30 luk kısmını ise Bozüyük 'deki Toprak ve Eczacıbaşı seramik endüstrisinin atık kalıp alçılarını değerlendirerek karşılamaktadır. Atık teksir ve kalıp alçıları mevcut tesislerde kırılıp öğütülerek değerlendirilmektedir. Bu sanayiide kullanılan atık alçılarda en büyük sorun içerdikleri yabancı madde olan demir parçalarıdır. Bu demir parçalar kırma ve öğütme işlemlerinde problem yaratmaktadır.

Eskişehir yöresinde seramik sektörü yatırımları önemli bir yer tutar ve bir kısım yatırımlarda devam etmektedir. Bu sektörün ihtiyacı olan α ve teksir alçısını yine çoğunlukla Ankara bölgesindeki üreticilerden ve bir kısım da Eskişehir bölgesinden karşılamaktadır. Seramik sektörünün yıllık alçı ihtiyacı 15 bin tonun üzerindedir. Kullanılan α alçısında büyük problem olmamakla birlikte, daha iyi kalitede ve priz başlangıç ve bitiş süresinin iyi belirlenmesi arzu edilmektedir. Özellikle parti olarak alımlarda hem satıcı firma hem de alıcı firma karşılıklı numune çalışmaları ile kontrolü yapılarak rapor edilmektedir.

5. SONUÇLAR

Dünyada gelişmiş ülkelerde alçıtaşı üretimi, büyük oranda inşaat sektöründe , özellikle alçılı levha üretiminde tüketilmektedir. Yine bu ülkelerde alçıtaşının tüketildiği ikinci sektör ise çimento endüstrisidir.

Yapılan tahmini istatistikler sonucunda alçı ürünlerinin Türkiye'de halen istenilen düzeyde kullanılmadığı ortaya çıkmaktadır. Türkiye alçıtaşı üretiminin Çimento endüstrisinde kullanımını 1980'li yıllarda %68 iken 1996 yılında çimento üretiminin artmasına rağmen %60 ' da kaldığı gözlenmiştir. 1996 yılında alçı ve alçı ürünleri üretiminde alçıtaşı tüketiminin %33 olduğu ve inşaat sektörüne doğru yöneldiği söylenebilir. %7 'lik oran ise tarım sektörü ve diğer alanlarda değerlendirilmiştir.

Türkiye'de kişi başı alçı tüketimi 1990'lı yılların başından itibaren hızlı bir artış göstererek 1996 yılında 13 Kg/kişi olduğu tespit edilmiştir. Bu rakam dünya kişi başı tüketim ortalamasının altındadır.

Eskişehir yöresinin Ankara bölgesinden sonra alçıtaşı tüketimi ve alçı ürünleri üretimi yönünden ikinci sırada olmasına karşın, doğal hammadde ihtiyacının çok büyük bir bölümünü Ankara yöresinden karşılamaktadır. Bu durum ucuz olan hammaddenin nakliye masraflarının artmasına neden olmaktadır. Buna ilaveten Ocak ayında yürürlüğe giren yeni trafik yasasında getirilen tonaj sınırlamalarında sektörü olumsuz yönde etkilemektedir. Yıllık 150 bin ton alçı ihtiyacını karşılayabilmesi için yöreye yakın alçıtaşı rezervlerinin kalite, kullanım ve işletilebilirlik konularında ayrıntılı çalışma ve araştırmaların yapılmasının yanı sıra yeni rezervlerinde belirlenmesi gerekmektedir.

Eskişehir Çimento Endüstrisinin atık kalıp alçıları değerlendirilmesi çevre problemlerinin giderilmesi açısından örnek bir uygulamadır.

Alçıtaşı işletmeciliğinin mostralarda yapılması ve hala taş ocakları kanununun kapsamında yer alması sektörü olumsuz etkilemektedir. Son yıllarda taleplerdeki artış ile ocakların verimsizleşmeye başlayarak ve önümüzdeki yıllarda ciddi dekapaj sorunları ortaya çıkabilir. Bu sebeple ocaklarda açık işletmelerde uygulandığı gibi planlı programlı çalışmalarla üretimin yapılması ve teknik elemanların (maden ve jeoloji) görevlendirilmesi sektörün gelişmesine katkı sağlayacağı açıktır.

KAYNAKLAR

1. Bektaş UZ , "Batı Anadolu Alçı Yatakları ve Çimento Endüstrisinde Değerlendirilmesi", Ergin ARIOĞLU I. Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri, 4 - 5 Kasım 1991.
Fazlı ÇOBAN
Halis MANAV
2. Ergin ARIOĞLU, "Unutulan Madenimiz; Alçıtaşı", Dünya Ekonomi Gazetesi, 13-14 Ocak 1987.
Bektaş UZ
Hürriyet AKDAŞ
3. C. L. ADAMSON, "The Gypsum Industry in Australia", Industrial Minerals, April 1988.
4. Hüseyin ÇAYIRLI, " Alçıtaşı ve Türkiye Alçıtaşı Yatakları ",I. Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri, Hasan BAŞ 4 - 5 Kasım 1991.
5. John BENBOW, " World Gypsum - a review ",Industrial Minerals, April 1988 .
6. M. Rifat BOZKURT, " Endüstriyel Hammaddeler" ders notları
7. Nilüfer AÇIKALIN, " Dünyada ve Türkiye' de Jips ve Anhidrit ", MTA, Fizibilite etüd dairesi, Eylül 1993.
8. "Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri ", DPT, 7.beş yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyon Raporu, Cilt 2, 1996 Ankara

9. Mineral Facts and Problems, 1985 Edition, USBM.
10. Mining Engineering, June 1990, June 1991, June 1992, June 1993, June 1996.
11. MTA Raporları NO: 2497, 3246, 2500, 4819, 2331 ve 2498.
12. "Alçıtaşı ve Anhidrit ", Türkiye Sınayi Kalkınma Bankası A.Ş. Kimya Sektör Araştırması, 1980.

ALÇI TAŞININ MİNEROLOJİSİ, ALÇI ÇEŞİTLERİ,FAZLARIN OLUŞUMU VE ANALİZİ

H.BASRI AVDAN

BİLDİRİ ÖZETİ:

Alçı taşı,kimyasal bileşimi kalsiyum sülfat olan bir mineral olup,bileşiminde iki molekül kristal suyu bulunan türüne JİPS ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$),susuz kalsiyum sülfat mineraline de ANHİDRİT ($CaSO_4$) denir.Her birinin ayrı ayrı bulunduğu yataklar olmasına rağmen,bu iki mineral çok defa bir lükte bulunurlar.

Alçı taşı (jips)tabiatta Doğal Anhidrit,Bassanit,Jips,Alıbat,İpek Jipsi ve Selenit olmak üzere 6 şekilde bulunur.Alçı üretimi için en uygun olanı ve en çok bulunanı JİPS'tir.

Alçı pişirim şekillerine göre Alfa Hemihidrat ,Beta Hemihidrat ve Ölü alçı(susuz alçı) olmak üzere 3 şekilde elde edilmektedir.

Kullanım alanlarına göre alçı çeşitleri ;Yapı Alçıları,KalıpAlçıları,Tıpta kullanılan Ortopedik Alçı ,Dişçi Alçısı,Şap alçısı olarak 5 ana grupta incelenebilir.Bunun dışında azda olsa özel amaçlar için üretilen alçılar da vardır.(Kuyumcu alçısı,Hava Alanı Tamir Alçısı gibi)

Alçı taşının (jips) kalsinasyonu sırasında pişirme sıcaklığı,pişirme zamanı ve fırın tipine(pişirme şekline)bağlı olarak çeşitli fazlar oluşmaktadır.Bunlar Hemihidrat ($CaSO_4 \cdot 1/2 H_2O$),Hemihidrata dönüşebilen ANHİDRİT III (AIII),hemihidrata dönüşümü zor olan ve oldukça stabl bir yapıya sahip olan ANHİDRİT II (AII) ile pişirim anında pişmeden kalan jips DİHİDRAT olarak sıralanabilir.Alçı kalitesi yönünden bu fazların oluşum oranları önem arz etmektedir.Bu nedenle işletmeler fırından çıkan alçının faz analizlerini sık sık yapmak durumundadırlar.

Faz analizlerinin yapımı için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.Burada biraz fazla zaman olsa da geçerli olan bir yöntem ve buna bağlı hesaplamalar anlatılacaktır

YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ:

1954 yılında Ankara-Polatlı 'ya bağlı Karayavaşan köyünde dünyaya gelmişim.İlkokula köyde başlayıp Polatlı'da bürdüm.Ortaokulu ve Liseyi Polatlı'da tamamladım.1971 yılında Eskişehir İ.T. LA.'ya bağlı Kimya Mühendisliği Yüksek Okuluna kaydoldum.1975 yaz döneminde mezun oldum.Askere alınincaya kadar ücretli öğretmenlik yaptım.1976 yılı Mart ayında 138 dönem yedek subay adayı olarak Tuzla Piyade Okulunda askerlik görevime başladım.Askerliğimi 1977 yılında P. Teğ. olarak Mardin-Nusaybin 117. Seyyar Jandarma Alayında tamamladım.

1977 yılında Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Eskişehir Bölge Müdürlüğünde Kimya Mühendisi olarak göreve başladım.1979 yılında Devlet Memurluğundan ayrılarak Eti Gıda San.A.Ş.Bozüyük tesislerinde Vardiya İşletme Şefi olarak göreve başladım.1984 yılında Üretim Şefi olarak Eskişehir fabrikasına atandım.1986 yılında Suudi Arabistan'a Badrah Bisküli fabrikasında Üretim Müdürü olarak çalışmaya gittim.1988 yılı sonunda yurda kesin dönüş yaptım.

1989 yılında ABS Alçı ve Blok Sanayi A.Ş.Bozüyük fabrikasında Kalite Kontrol Şefi olarak göreve başladım.1995 yılından beri aynı firmada AR-GE ve Kalite Kontrol Koordinatör Yardımcılığı görevini yürütmekteyim.

ALÇI TAŞININ MİNEROLOJİSİ VE ALÇI ÇEŞİTLERİ İLE FAZ OLUŞUMLARI:

Alçı taşı, kimyasal bileşimi kalsiyum sülfat olan bir mineral olup, bileşiminde iki mol kristal suyu bulanan türüne JİPS ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), susuz kalsiyum sülfat mineraline de ANHİDRİT (CaSO_4) denir. Her birinin ayrı ayrı bulunduğu yataklar olmasına rağmen, bu iki mineral çok defa birlikte bulunur.

Alçı taşı, tabiiatta 6 şekilde çökelmiş halde bulunur. Bunlar Doğal Anhidrit, Bassanit, Jips, Albatr, İpek Jipsi ve Selenit'tir.

DOĞAL ANHİDRİT:

Susuz kalsiyum sülfattır. CaSO_4 Yapısında kristalizasyon suyu bulunmayan yoğun ve alçı taşına (jipse) göre daha sert olan yoğun bir tabaka olarak jips yataklarında tabakalar halinde bulunur. Anhidrit kayacı, çoğunlukla açık gri veya mavimsi gri renktedir. Anhidrit yatakları kurak olmayan bölgelerde mostra vermez. Ancak çok dik yamaçlarla cevher yataklarının kolayca aşındığı yerde anhidrit rastlanır. 100 gram suda 0.2 gram anhidrat erimektedir.

BASSANİT:

Bassanit, anhidrit ile jips arasında ayrı bir mineral fazı oluşturmaktadır. Doğada doğrudan teşhis edilmesi olanaksızdır. Ancak X ışınları veya iyi hazırlanmış örnekler üzerinde petrografik yoldan tanımlanması mümkündür. Normal koşullarda Bassanit yarı dengeli olduğundan şekil değiştirir. Bununla beraber kalsiyum sülfat (alçı taşı) yataklarının % 1 kadar Bassanit içerdiği sanılmaktadır.

JİPS : $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Bünyesinde 2 molekül su ihtiva eder, genellikle kayaç halinde masif bir şekilde bulunur. Anhidritten kolayca ayırt edilebilir, çünkü anhidrite göre çok yumuşaktır ve tırnakla kolayca çizilebilir. Jipsin Mohs cetveline göre sertliği 2 civarında olmasına karşın Anhidritin sertliği 3-3.5 arasında değişir. Yine Jipsin özgül ağırlığı 2.2-2.4 arasında olduğu halde Anhidritin özgül ağırlığı 2.7-3.0 arasında değişir. Jipsin rengi genelde beyaz ve beyazımsı kül rengindedir. Jipsin içindeki yabancı maddeler jipse ve ondan elde edilecek alçıya da renk verirler. Petrografik bakımdan jips kayaçlarının çoğu tanelidir. Ticari bakımdan tane çapları ile kalsiyum sülfat içeriği arasında bağlantı bulunmaktadır. Yabancı madde etrafında oluşan kristaller iri taneli olurlar. Halbuki saf olarak oluşan kristal taneleri daha ufaktır. Buda üretim aşamasında maliyeti ve kaliteyi etkilemektedir. Jips yataklarının çoğunda ayrı iki yaşa ait iki tür jips kristali görülmektedir. Bazı yataklarda da lifli kristaller keçe gibi birbirine geçmiş kütleler halinde bulunur.

ALBATR:

Yoğun, ince taneli bir jips kayacıdır. Bu tür jips, heykeltıraşlar tarafından keski ile işlenebilmesi, bakımından çok değerli heykel malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bazan ticari yatakları oluşturacak kadar büyüklerine rastlanmaktadır.

İPEK JİPSİ:

Lifli jips, iğne şekilli kristallerden oluşmuştur. Bunlar basınç altında oluşmuş minerallerdir, bunlara bu bakımdan parlaklığı da göz önüne alınarak İpek Jipsi adı verilmektedir. Bunlar genellikle kayaçların çatlak ve kırıklarında oluşurlar.

SELENİT:

Büyük düz yüzeyleri gösteren iri ve saydam jips kristallerine Selenit denir. Bunlar bazen ok demiri şeklinde ikiz kristal durumları gösterirler. Selenit su ile dolu bir ortamda gelişir. Selenit iğne görünüşte mikayı andırır. Gerek Selenit gerek İpek Jipsin ekonomik değeri azdır. Çünkü taşlar içerisinde genellikle tali derecede yer alırlar. İri kristalli Selenit yatakları bazı hallerde işletilmektedir.

Kalsiyum sülfat, evaporit yataklarının başlıca mineral elementlerinden biridir. Saf olduğu zaman aşağıdaki kimyasal bileşimleri gösterir;

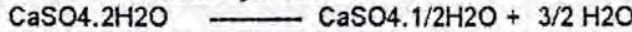
| | <u>Kireç (CaO)</u> | <u>Kükürt trioksit (SO₃)</u> | <u>Kristal su</u> |
|----------|--------------------|---|-------------------|
| Jips | %32.6 | %46.5 | %20.9 |
| Anhidrit | %41.2 | %58.8 | - |

Gerek jips gerekse anhidrit hiçbir zaman saf halde bulunmazlar. Bunun iki nedeni vardır. Bu iki mineralden her biri diğerine dönüşebilmektedir. Ayrıca alçı taşı yataklarına oluşum sırasında veya

sonradan yabancı maddeler karışmış olabilir. Bu yabancı maddelerden başlıcaları: Kalsiyum Karbonat (CaCO₃), Magnezyum Karbonat (MgCO₃), Klorürler, diğer sülfatlar, kil mineralleri yahut silis olabilir. Bunun sonucu olarak alçı taşı ancak %85 ile %95 arasındaki saflıkta elde edilmektedir. Jips genelde taş ocağından çıkarıldığı kalitesi ile ve hiçbir işleme tabi tutulmaksızın kullanılmaktadır.

JİPSTEN ALÇI ÜRETİMİ VE ALÇI ÇEŞİTLERİ:

Tabiatta bulunan alçı taşı minerallerinden alçı üretiminde alçı üretiminde kullanılmaya en uygun olanı Jipstir. Jips ısı etkisiyle kristal suyunu kolayca kaybederek alçıya dönüşebildiğinden alçı imalinde ekonomik ve elverişlidir. Alçı taşından alçı eldesi ince öğütülmüş mineralin 120-160 C derecede ısıtılmasıyla olur.



şeklinde ifade olunan bir reaksiyonla alçı elde edilmektedir. Bu reaksiyon tersinir olup suyla muamele elde edilen alçı ekzotermik reaksiyon sonucunda kaybettiği 3/2 molekül suyu tekrar bünyesine alarak sertleşmektedir. Bu özelliğinden dolayı çok çeşitli alanlarda kullanım imkanı bulunmuştur. Ancak ısıtılma süresi ve sıcaklığı iyi kontrol edilmediği veya gereğinden fazla ısıtıldığı zaman susuz alçı (kalsiyum sülfat) oluşabilmektedir. Isıtılma süresinin ve sıcaklığının iyi kontrol edilmeyişi alçı bünyesinde kaliteyi etkileyen çeşitli fazların oluşumuna neden olmaktadır.

Alçı (hemihidrat) pişirim şekillerine göre 3 şekilde elde edilmektedir.:

1-BETA HEMİHİDRAT: Jipsin atmosferik şartlarda 120-160 C derecede pişirilmesinden elde edilir. Kısa yuvarlak pirinç tanelerine benzeyen kristallerden oluşmuştur. Düşük kıvamlıdır yani fazla suya ihtiyaç gösterir. Uzun bir donma süresine sahiptir. Yapısı itibariyle yüksek yüzey alanına sahiptir. Süngerimsi yapıda, gözenek ve çatlaklar ihtiva eder. Şekil 1-a

2-ALFA HEMİHİDRAT: Jipsin basınçlı buhar atmosferinde pişirilmesinden elde edilir. Büyük iğne yapılı ince uzun kristallerden oluşmuştur. Şekil 1-b Yüksek kıvamlıdır yani karışımı için beta hemihidrata göre daha az suya ihtiyaç gösterir.

İki hemihidratın yoğunlukları ve çözünme ısıları değişiktir. Beta hemihidratın yoğunluğu 2.60-2.64 gr/cm³ civarında iken alfa hemihidratın yoğunluğu 2.75-2.78 gr/cm³ civarındadır. Hidratasyon sıcaklığı alfa hemihidratta 4100 cal.mol.gr iken beta hemihidratta 4600 cal.mol.gr civarındadır. X ışını analizinde ikisinde difraksiyon pikleri verirler fakat bu piklerin yükseklikleri değişiktir.



Şekil 1: a-alfa hemihidrat b-beta hemihidratın toz halinde çekilmiş fotoğrafları (Fransız Ulusal Alçıılık Yayınından)

3-ÖLÜ ALÇI (ANHİDRİT II): Jipsin yüksek sıcaklıklarda bünyesindeki iki mol suyun tamamının uçurulmasıyla elde edilen susuz alçıdır. Anhidrit II nin su ile katılma özelliği yoktur. Doğal anhidrit ile özdeşdir. Bu anhidrit çeşitli katkı maddeleri ile piriz yapabilir hale gelir. Bu özelliğinden yararlanılarak çeşitli alçı türlerine katılır.

KULLANIM ALANLARINA GÖRE ALÇI ÇEŞİTLERİ:

1-YAPI ALÇILARI:Tamirat işleri,kartonpiyer işlerinin ilk kaba şekillendirmesinde,ince sıva,kalıp yapma,rabitz sıva ve süsleme işlerinde,duvar kaplamaları,alçı duvar levhaları ve yapı elemanlarının yapımında kullanılan alçılardır.

6 grupta toplanabilirler.:

A-Yapı alçısı:Jipsin pişirilip öğütülmesiyle elde edilen genellikle bina bölümlerinin fabrikada imalatı veya yerinde yapım işlerinde kullanılan,kullanım amacına uygun olarak içine çeşitli katkı maddeleri ilave edilmiş alçılardır.

B-Normal alçı:Jipsin öğütülerek pişirilmesinden elde edilen bünyesinde yarım mol su ihtiva eden beta hemihidratır.

C-Katkılı normal alçı:Normal alçının işleme özelliklerini daha iyi hale getirmek için kullanım amacına uygun olarak içine çeşitli katkı maddelerinin ilavesiyle elde edilen bir yapı alçısıdır.

D-Susuz alçı :Jipsin öğütülmesi ve bünyesindeki 2 mol suyun tamamen uzaklaştırılması veya doğal kaynaklı anhidritin öğütülmesiyle elde edilen bir yapı alçısıdır.

E-Katkılı susuz alçı :Susuz alçının işleme özelliklerini daha elverişli hale getirmek için amaca uygun katkı maddelerinin ilavesiyle elde edilen bir yapı alçısıdır.

F-Saten alçı:Alçı sıva kaplanmış duvarlara veya brüt beton yüzeylere uygulanabilen yapışma özelliği artırılmış bir yapı alçısıdır.

2-KALIP ALÇILARI:Genelde seramik ve porselen sanayinde yapılacak imalatın kalıbının çıkarılmasında kullanılan alçılardır.Bu alçılar üçkısımda incelenebilir.:

A-Teksis Kalıbı Alçısı:Genelde alfa alçılardan yapılan yüksek kıvamlı alçılardır.Yani az su ile karıştırılabilen,yüksek mukavemete sahip alçılardır.Kendi arasında normal teksir alçısı ve Torna teksir alçısı olarak ikiye ayrılır.Teksis alçısı genelde seramik sanayinde çamur dökümünde kullanılan alçı kalıpların dökümünde kullanılan ana kalıpların yapımında kullanılır.Torna teksir alçısı ise genelde porselen sanayinde kullanılan,tornada işlenerek basılacak tabakların şekli verilebilen alçılardır.

B-Seramik Kalıbı Alçısı:Seramik sanayinde içine dökülen çamurun suyunu emerek şekil almasını sağlayan kalıpların imalinde kullanılan alçılardır.Poroziteleri dolayısıyla su emme özellikleri yüksek olan çoğunlukla beta hemihidrat olarak üretilirler.Az oranda alfa hemihidrat ihtiva edebilirler.Teksis alçısına göre daha yumuşak ve gözeneklidir.

C-Kiremit kalıbı alçısı:Kiremit sanayinde koyu kıvamdaki çamurun preslerde basılarak şekil almasında kullanılan kalıpların yapımında kullanılır.poroziteleri ve mukavemetleri seramik kalıbı ile teksir kalıbı alçısı arasındadır.

3-TIPTA KULLANILAN ORTOPEDİK ALÇILAR:Donma süresi ve sertleşme süresi özel katkı maddeleri ile düşürülmüş olan alçılardır.Ortopedide kırıkların tedavisinde;bezle beraber kırığın sarılmasında kullanılır.Son zamanlarda pahalı olmasına karşı daha kullanışlı olan sentetik maddeler piyasaya sürülmektedir.

4-DİŞÇİ ALÇISI:Yüksek buhar basınçlarında pişirilmiş ve donma süresi ile yüzey sertliği özel katkılarla kullanıma uygun hale getirilmiş alfa hemihidratır.Yoğunluğu fazladır ve çok az suyla karışabilir.Son zamanlarda piyasaya sürülen plastik maddeler kullanımı azaltılmasına karşı diş protezleri tarafından halen tercih edilmektedir.

5-Şap alçısı:Doğal anhidrit veya ölü alçının belirli oranda yüksek kıvamlı alfa alçısı ile karıştırılarak kimyasallarla akışkanlığı ve yapışma özelliği artırılmış alçılardır.Yüksek kıvamlı,basınca dayanıklı makine ile dökülebilen ve kendiliğinden seviyeye gelen akışkan bir alçıdır.Son zamanlarda özellikle tabandan ısıtılmalı inşaatların şaplanması için kullanılmaktadır.En büyük özelliği çok düzgün bir yüzey vermesi ve 8 saat sonra üzerinde gezilebilecek sertliğe ulaşmasıdır.Türkiye'de henüz pek rağbet görmemesine karşı Avrupa'da çok kullanılmaktadır.

Bunun dışında azda olsa özel amaçlar için üretilmiş alçılarda vardır.(Kuyumcu alçısı,Hava alanı tamir alçısı gibi)

ALÇININ PIŞİRİLMESİ VE OLUŞAN FAZLAR:

Alçı Teknolojisi Türkiye'de henüz yeni yeni gelişmeye başladığı halde Avrupa'da tamamen bir sektör haline gelmiştir.Fransa'da LA FARGE,İngiltere'de BRITISH GYPSIUM ve Almanya'da KNAUFF gibi dünya piyasalarına teknoloji transferi yapabilen dev firmalar ortaya çıkmıştır.Yurdu

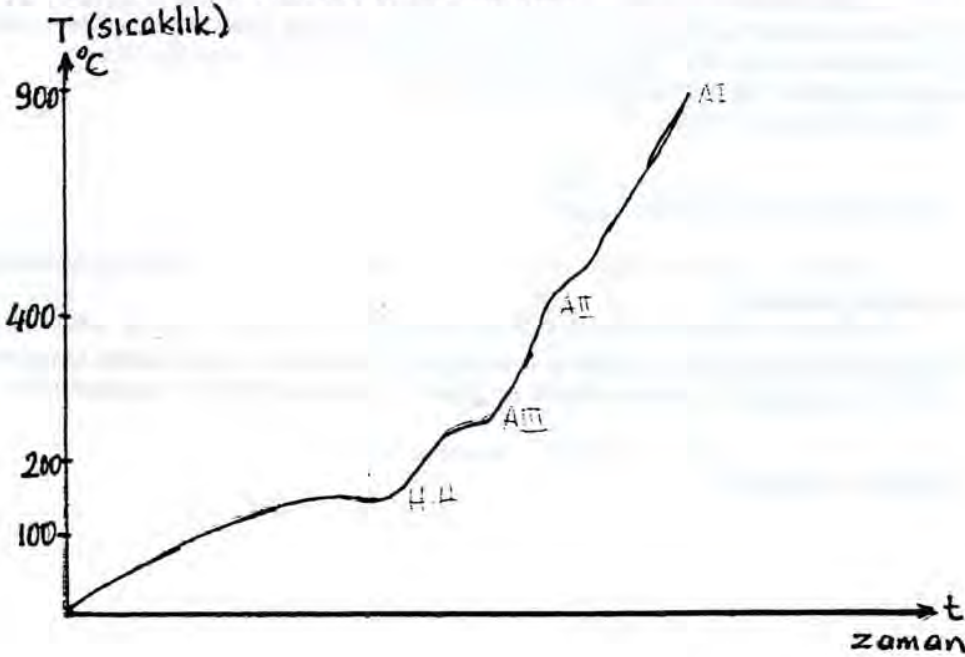
muzda ise genelde küçük işletmeler halinde alçı üretimi yapılmaktaydı. Dolayısıyla inşaatlarda alçı kullanımı pek gelişmemiştir. 1982 yılında ABS Alçı ve Blok Sanayinin üretime başlamasıyla inşaatlarda alçı kullanımı yerleşmeye ve artmaya başlamıştır. 1990 lı yıllarda ise yeni büyük işletmeler de açılmaya başlanmış ve halen yeni yatırımlar genişleyerek devam etmektedir.

Dolayısıyla alçı pişiriminde kullanılan çok farklı teknoloji ve fırın tipleri geliştirilmiş ve transfer edilmiştir. Sırf bu fırınların incelenerek karşılaştırmalarının yapılması tez konusu olabilir.

Biz burada bu teknolojilerin üzerinde fazla durmadan alçı pişirimi anında gözlenen farklı yapıları bahsedeceğiz ki bunlara alçının fazları ve bunu tesbit yöntemlerine de faz analizi denir.

Alçının pişirimi anında oluşan fazlar: Hemihidrat, anhidrit III (AIII), anhidrit II (AII), anhidrit I dir. Bunun haricinde jips ile birlikte gelen doğal anhidrite anhidrit ile birlikte tesbit edilmektedir.

Jips fırında kalsine edilirken jips belirli bir noktaya kadar üzerine ısı almaya devam eder ve sıcaklığı düzgün bir şekilde artmaya devam eder ve belirli bir sıcaklığa erişince (120-130 C) sıcaklığı artmaz ve düz, yatay bir eğri çizer. Bu eğri boyunca jips bünyesinde bulunan 2 mol kristal suyunun 1.5 molünü atarak hemihidrata dönüşmektedir. Bu noktadan sonra sıcaklık aniden yükselmeye başlar. Bu sıcaklık artışının hızı ve ısının şiddetine göre alçı içindeki fazlardan ilk önce havanın nemini dahi alarak hemihidrata dönüşebilen çözünür anhidrit III yani AIII oluşur. (yaklaşık 200 C civarında) Daha yüksek sıcaklıklarda ise AII oluşur. (350-400 C civarında) İki fazda da hemihidratın bünyesinde bulunan 0.5 mol suyu atarak susuz hale dönüşmüşlerdir. Aradaki fark AIII ün zamanla havanın nemini kolayca alarak hemihidrata dönüşmesi, AII nin daha stabil kalmasıdır. Sıcaklık, kalsinasyon derecesine yakın bir yere ulaşırsa (850-900 C) anhidrit I oluşur. Bu fazların oluşum yüzdeleri yapılan bir takım seri analizlerle tesbit edilmektedir.



ALÇI FAZ ANALİZİ:

Üretimin herhangi bir aşamasında kapalı ve hava almayacak bir kaba alınan numune için aşağıdaki işlem sırası takip edilerek faz analizi yapılır :

1-Numune kapalı kaptaki oda sıcaklığına kadar soğutulur.

2-Serbest nem veya AIII tayini için deney kabı tartılır (T1) içine kap büyüklüğüne göre (alçı kabının içine düzgün bir şekilde yayılarak kalınlığının 1 cm.den fazla olmıyacağı şekilde) numune konur. Numune ağırlığı (A) kap yeniden tartılarak hesaplanır. Dolu kap 12 saat nem dolubında veya laboratuarda açıkta bekletilir. Daha sonra 8 saat 40 C derecelik etüvde kurutulur. (Tam kurumanın sağlandığı 2 saat arayla numunenin ağırlığı tayin edildiğinde ağırlık farkının ihmal edilebilir

düzeyde olmasıyla kontrol edilebilir.) Kap desikatörde soğutulur,tartılır ve numunenin ağırlığı hesaplanır (B).Eğer $A > B$ ise serbest nem var demektir.:

$$\text{SERBEST NEM} = (A - B / A) \times 100$$

Eğer $A < B$ ise AIII var demektir. :

$$\% \text{ AIII} = (B - A / A) \times 1511$$

formüllerinden gerekli hesaplamalar yapılır.

3- % Hemihidrat (H.H.) tayini için 2 nolü basamakta soğutulup tartılan numunenin üzerini örtecek kadar su ilave edilerek üstü kapalı bir şekilde 2 saat bekletilir,üstü açılarak 40 C derecede etüvde kurutulur.Kuruyan numune desikatöre konularak soğutulur,tartılır ve yeni numune ağırlığı hesaplanır.(C). (numune AII tayininde kullanılmak üzere 300 C derecede 30 dakika bekletilir,soğutulur,numune ağırlığı hesaplanır M)

Eğer serbest nem varsa :

$$\% \text{ H.H.} = (C - B / B) \times 537$$

Eğer serbest nem bulunmadıysa:

$$\% \text{ H.H.} = (C - B / A) \times 537 - (\% \text{ AIII} \times 1.066)$$

formüllerıyla hesaplanarak % H.H. bulunur.

4- % Dihidrat (D.H.) miktarını bulmak için yeni bir kap alınır,tartılır (T2),içine 2. basamaktaki gibi numune konulur,suyu uçurulur veya AIII'ün Hemihidrata dönüşmesi sağlanır,etüvde kurutulur. ve numune tartılır,ağırlığı hesaplanır (F).Numune 300 C derecede 30 dakika bekletilir,soğutulur,numune ağırlığı hesaplanır (G).

Eğer serbest nem varsa :

$$\% \text{ D.H.} = \{ (F-G/F) \times 100 - (\% \text{ H.H.} \times 0.0621) \} \times 4.778$$

Eğer serbest nem bulunmadıysa :

$$\% \text{ D.H.} = \{ (F-G/F) \times 100 + (F-G/F) \times (B-A) \times 100 \} - (\% \text{ H.H.} \times 0.0621) - (\% \text{ AIII} \times 0.0662) \} \times 4.778$$

formülüyle hesaplanır.

5- % AII tayini için yeni bir kaba (T3) numune alınır (N) üzerine 100 gr suda 1 gr.K₂SO₄ çözülerek hazırlanmış eriyikten dökülerek üstü kapalı bir şekilde 48 saat bekletilir.Malzeme kurutulur ve 300 C derecede 30 dakika bekletilir,soğutulur ve numune ağırlığı hesaplanır (P)

$$\% \text{ AII} = \{ (P-N/N) - (M-A/A) \} \times 377.8$$

formülüyle hesaplanır.

TEMEL ALÇI ÜRÜNLERİ İLE ÜRETİM YÖNTEMLERİNİN YAPI MÜHENDİSLİĞİ AÇISINDAN ÖNEMİ

Şükrü YETGİN

ÖZET

Bu çalışmada, yapı alçılarının ana bileşenleri olarak bilinen α -yarı hidrat, β -yarı hidrat ile anhidrit türleri fiziksel ve mekanik deneylere tabi titılmıştır. Fiziksel deneylerden elde edilen sonuçlarla bu malzemelerin büyük ölçüde kimliklerini kanıtlayan özelliklere sahip oldukları anlaşılmıştır. Bunu izleyen aşamada da eğilmede çekme, basınç ve yapışma deneyleri gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. α -yarı hidrat ile β -yarı hidrat türleri değişen oranlarda birbirleriyle karıştırılarak elde edilen alçıların dayanımları α -yarı hidrat lehine %75'e varan bir yükseliş farkı göstermiştir. Bu dayanım yükselişi; üretim yöntemlerinin yönlendirilerek, alçıların içerisindeki α -yarı hidrat türü muhtevasının artırılması gerektiğini kanıtlamış bulunmaktadır; çünkü α -yarı hidrat buharlı düzenek içerisinde eksilen suyunu yavaş vermiş ve monoklinik bir kristalleşme ile daha sıkı bir yapı kazanmış bulunmaktadır.

Anahtar sözcükler: Kapalı düzenek, yarı hidrat, (çekme-) yapışma dayanımı, deney parçaları.

ÖZGEÇMİŞ

1953 Hekimhan'da doğan yazar ilk ve orta öğrenimini Malatya, Tunceli ve Erzurum'da tamamlamıştır. 1972 yılında Almanya'ya gitmiş ve orada üst lise öğrenimini görerek 1983 yılında mühendislik ve yüksek mühendislik tahsilini (Diplom-Ingenieur) Essen Üniversitesi'nde bitirmiştir. Aynı yıl askerliğini yapmış ve tekrar Almanya'ya dönerek Hannover Üniversitesi'nde doktora öğrenimine başlamıştır. Bu ülkenin çeşitli kuruluşlarında inşaat mühendisliği ve eğitimcilik çalışmaları da yürüten yazar 1990 yılında yurda dönüp kısa bir süre sonra KTÜ'de öğretim görevlisi olarak çalışmaya başlamış ve 1995 yılında yine Almanya'da doktora sınavını başarıyla vererek (Doktor-Ingenieur) aynı üniversiteye bağlı Gümüşhane Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne öğretim üyesi (Yrd. Doç. Dr.) ve bölüm başkanı olarak atanmıştır. Halen bu kurumda görevine devam eden yazar yapı malzemesi ve yapı fiziği bilim dallarında akademik çalışmalar yapmaktadır. Evli ve iki çocuğu vardır.

1. GENEL DURUM

Yapı alçısı adı altında ya da genel olarak inşaat alanında kullanılan alçı türlerini oluşturan üç temel öge bulunmaktadır. Bunlardan iki tanesi yarı hidrat çeşitleri olan α ve β olarak bilinmektedir. Bunların dışında yine ısıtma işlem sürecinde daha yüksek derecelerde elde edilen susuz alçı (anhidrit), aynı zamanda doğada da bulunmakta olup, üçüncü unsuru oluşturmaktadır. Yapıda kullanılan alçı türleri gerek yapı alçısı adı ile anılanı gerekse normal alçı (TS 370), yukarıda sözü edilen temel alçı ürünlerinin değişik oranlarda birbirleri ile karıştırılmasından meydana gelmektedir. Yapı alçısı daha çok anhidrit içermekte olup iç siva uygulamalarında tercih edilmektedir. Diğer yandan daha çok kabartma, dökme işçiliği ile birlikte siva işlemlerinde de kullanılan normal alçı ağırlıklı olarak yarı hidrat içermekte olup ortalama 15 dakikalık bir sürede katılaşmaya başlamaktadır. Bu süre yapı alçısının katılaşma başlangıcından (3 dakika) daha uzun görülmekte ise de, fazla miktarda bulunan anhidrit muhtevası yavaş katılaşığı için başlangıçta ancak yumuşak bir katılık göstermekte ve böylece yapı alçısına siva uygulamalarında yeterli işleme süresi kazandırmaktadır. Bazı özellikleri amaca uygun olarak iyileştirilen katılı alçılar, doğal temel özelliklere ek olarak katılaşma süresinin uzatılıp kısaltılması, yapışma yeteneğinin artırılması gibi özellikler kazandıklarından, bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

Şu halde bu çalışmaya konu olan temel alçı türleri (bileşenleri) α -, β -yarı hidrat türleri, anhidrit III (yarı anhidrit), anhidrit II (ölü anhidrit) ile bunların çeşitli oranlarda karışımları olmaktadır. α -yarı hidrat istenilen verimlilikte ancak kapalı yanma düzeneğinde üretilmekte olup geri kazanılan buhar sayesinde gerçek bir kristalleşme imkanı bularak düzgün monoklin kristalleri ile sıkı bir iç yapı arz etmektedir. Kapalı kazan yerine açık kazanlarda ısıtılarak elde edilen β -yarı hidrat, suyunu çabuk kaybettiğinden boşluklu ve dayanımı da o nispette düşük olmaktadır. β -yarı hidratın iç yapısı, kristalleri ana hatlarıyla bir oluşum göstermekte ise de, α -yarı hidratta olduğu gibi düzgün ve sıkı yapılı olamamaktadır (Krenkler, 1980).

Normal alçı, yahut kullanım alanına göre döküm alçısı olarak da adlandırılan bu tür, döner fırınlarda ya da karıştırıcı düzeneği bulunan "kazanlarda" ortalama 120 °C sıcaklıkta elde edilmektedir. Bu sıcaklığın alt ve üst sınırları hakkında kaynaklar arasında birlik görülmemektedir. Ancak 65°C'de yarı hidratın oluşmaya başladığı ve bu sıcaklığın, hammaddenin (jips) bir karışım olarak doğal iç yapısına göre, artış gösterdiği savında yaygın bir görüş birliği (Klein, 1993; Rösler, 1983) olduğu kolayca anlaşılmaktadır.

Diğer yandan anhidrit türleri de (CaSO₄) yarı hidratlar (CaSO₄.1/2H₂O) gibi benzer ısıtma düzeneğinde ayrı olarak üretilseler de bunlar daha çok "yürüyen ızgara" (ızgara band) üzerinde yüksek sıcaklık bölgesinde elde edilmektedir. Anhidritlerin elde edildikleri sıcaklık bölgeleri hakkında da kaynaklar ortak sınırları verememekteler, ancak yaklaşık olarak belirlenebilmeleri mümkün gözükmemektedir. Ortalama 500 ile 600°C arasında elde edilen anhidrit II (Karstein, 1992) inşaat alanında anhidrit kullanım gereksinimini büyük ölçüde karşılamaktadır. Bunun yanında anhidrit III bazı koşullarda daha 95°C'de oluşum göstermekle birlikte bu tür susuz alçının daha çok 180-240 °C arasında oluştuğu (Krenkler, 1980; Hürig 1994) açık olarak anlaşılmaktadır. 900-1100 °C arasında elde edilen anhidrit II türü, kumla karıştırılarak döşeme kaplamasında kullanılmaktadır. Ancak döşeme alçısı (Estrichtgips) söz konusu sıcaklıklarda küçük miktarlarda da olsa CaO ile SO₃ bileşenlerine ayrılmaktadır. CaO ise tıpkı Ca(OH)₂ ve bazı tuzlar gibi "ölü" alçının H₂O ile tepkimeye girmesine aracı (tezgen) olmaktadır.

Dayanımı ve yapışma özellikleri bakımından üstün niteliklere sahip olan α -yarı hidrat alçı türü, saf durumda ancak tıba ve porslen üretiminde kalıp yapımı gibi, sınırlı bir kullanım alanına sahipken, inşaatla kullanılan alçı çeşitleri içerisinde düşük oranda temsil edilen bir bileşen işlevini üstlenmektedir. Bu oran, kabartma alçısında (normal alçı) yaklaşık 15 m % α yarı hidrat, 20 m % anhidrit, 65 m % de β -yarı hidrat katılımıyla meydana gelirken, siva alçısında (yapı alçısı) toplam olarak 65 m % anhidritlerle birlikte, ancak 30 m % mertebesinde yarı hidrat ortaklığıyla gerçekleşmektedir (Krenkler, 1980). Siva alçısındaki yarı hidrat türü ise hemen hemen istisnasız daha az mukavim olan β bileşeni olarak ortaya çıkmakta ve geriye kalan küçük miktar çift hidratı (CaSO₄.2H₂O) temsil etmektedir.

Buraya kadar anlatılmaya çalışılan, mevcut alçı üretim yöntemleri ile elde edilen alçı ürünlerinin, inşaat alanındaki alçı gereksinimlerini alışlagelmiş istemler çerçevesinde karşılamakta

olduğudur. Ancak daha üstün özelliklere sahip alçı karışımları elde edebilmek için bileşenlerin katılım oranlarının mevcut durumdan farklı bir dağılım göstermesi gerekmektedir.

2. AMAÇ

Burada varılması gereken hedefle izlenilecek yol oldukça belirgin bir biçimde görülebilmektedir. Bu durumda α -yarı hidratin, 45.0 M/mm²'ye varan basınç dayanımı, benzer şekilde çekme dayanımı, aşınma dayanımı, yapışma özeliği ile, β -yarı hidrata göre üç katı sağlamlık arz etmekte olduğundan, gerek normal alçıda gerekse yapı alçısında daha yüksek oranlarda temsil edilmesi gerekir. α -yarı hidratin dayanımının anhidritlerinkinden de yüksek olduğu düşünülürse söz konusu bağlayıcı türünün daha verimli oranlarda kullanılması zorunluluğu kolayca anlaşılabilir. Bu zorunluluğun gerekçesini kanıtlamak amacıyla bir dizi araştırma ve deneyler bu çalışmanın esasını teşkil etmektedir.

2. İZLENİLEN YOL

2.1. Kaynaklar, Gereçler

Bu kapsamda öncelikle, yeri geldikçe tanıtılacak olan, yerli ve yabancı yazılı kaynaklar incelenmiş olup gerekli bilgi ve veriler toplanmıştır. Gereçlere gelince; α -yarı hidrat ile anhidrit (susuz alçı) Çankırı Baldudak alçı fabrikasından, laboratuvar olanakları Gümüşhane çimento fabrikasından, diğer araç ve gereçler ise "Gümüşhane" Erdoğan Ticaret yardımıyla temin edilmiştir.

2.2. Deneyler

2.2.1. Fiziksel Deneyler

Bu deneylere ağırlıklı esas teşkil eden kaynaklar, TS 370, DIN 1168 ile DIN 4208 olarak belirlenmiştir. Deneyler su/alçı oranının, dane inceliğinin, özgül kütlelerinin ve katılma başlangıcının belirlenmesi biçiminde sıralanmıştır. Deneylere tabi tutulan alçı türleri, yazının akışı içerisinde, büyük oranda α -yarıhidrat içeren tür α ile, büyük oranda β -yarıhidrat içeren yapı alçısı β ile ve yine büyük oranda anhidrit içeren susuz alçı a ile gösterilmiş bulunmaktadır (Çizelge 1).

Su/alçı oranının belirlenmesinde serpmel-ıslanma yöntemi uygulanmış olup bu deneyden elde edilen su muhtevası değerleri, katılma başlangıcını belirleme, eğilmede çekme ve basınç deneyleri için hazırlanan örneklerle de esas teşkil etmiştir.

Dane inceliği ise malzemenin özgül yüzeyi ile (cm²/g) ilgili olup eleme deneyi (Hiese/Knoblauch, 1988) ile belirlenmiştir. Bu deneyde, 3.15 mm, 1.25 mm ile 0.2 mm delik çaplı elek dizisi yerine 0.2 mm ve 0.09 mm delik çaplı elek takımı seçilmiştir. Burada mevcut elek takımı ile elde edilen sonuçlar üzerinden de (DIN 4188, Hipse/Knoblauch 1988) özgül yüzey hakkında benzer bir değerlendirme olanağı elde edilmiştir (Çizelge 1). Ayrıca eleme sonuçlarının gerek α -, gerekse β -yarıhidrat için, ölçünlerin öngördüğü sınırların altında bulunması (Scholz, 1991), bu malzemelerin kalitesini göstermektedir. Buna göre ϕ 0.2 mm elekten kalan kütle 12 m% oranının altında bulunmaktadır. ϕ 0.09 mm elekten kalan anhidrit ise 20 m% sınırını az bir oranla aşmaktadır; bu da söz konusu malzemenin kaba daneli olduğunu göstermektedir. Burada (Çizelge 1) verilen özgül yüzey değerleri ortalama düzeyde olup kaynaklardaki (Härig, 1994) değerlere orantılı olarak hesaplanıp alınmıştır. Elde bulunan malzemelerin özgül kütlesi tepkimesiz bir sıvı (terebentin) yardımı ile piknometre içerisinde hacmi belirlenerek bulunmuştur. Katılma başlangıcı süresinin belirlenmesi ise "kesme deneyi" ile gerçekleştirilmiştir. Bu deney (Hiese/Knoblauch, 1988) su/alçı oranına göre hazırlanmış yaklaşık 10 cm çapında ve 0.5 cm yüksekliğindeki "pasta" üzerinde açılan kesme izlerinin durumu gözlemlenerek değerlendirilmektedir. Deney sonuçlarına göre katılma, bıçak izi (yarık) kıyıları akmayıp bozulmadan durabiliyorsa, başlamış demektir.

Çizelge 1: Fiziksel deneylerin sonuçları

| Alçı | ρ_s | Dane inceliği | | | Su/Alçı oranı | Katılma başlangıcı |
|-------------------------|----------|------------------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|
| | | Elekte kalan kütle, m% | | Özgül yüzey | | |
| | | g/cm ³ | ϕ 0.09 mm | ϕ 0.20 mm | cm ² /g | w/g |
| α Yarı hidrat | 2.67 | 10.3 | 0.1 | 3500 | 52.0 | 24 |
| β Yarı hidrat | 2.60 | 12.4 | 0.2 | 3000 | 69.0 | 12 |
| a anhidrit | 2.86 | 22.8 | 3.3 | 2000 | 31.0 | 28 |

α : α -yarıhidrat; β : β -yarı hidrat; a: anhidrit

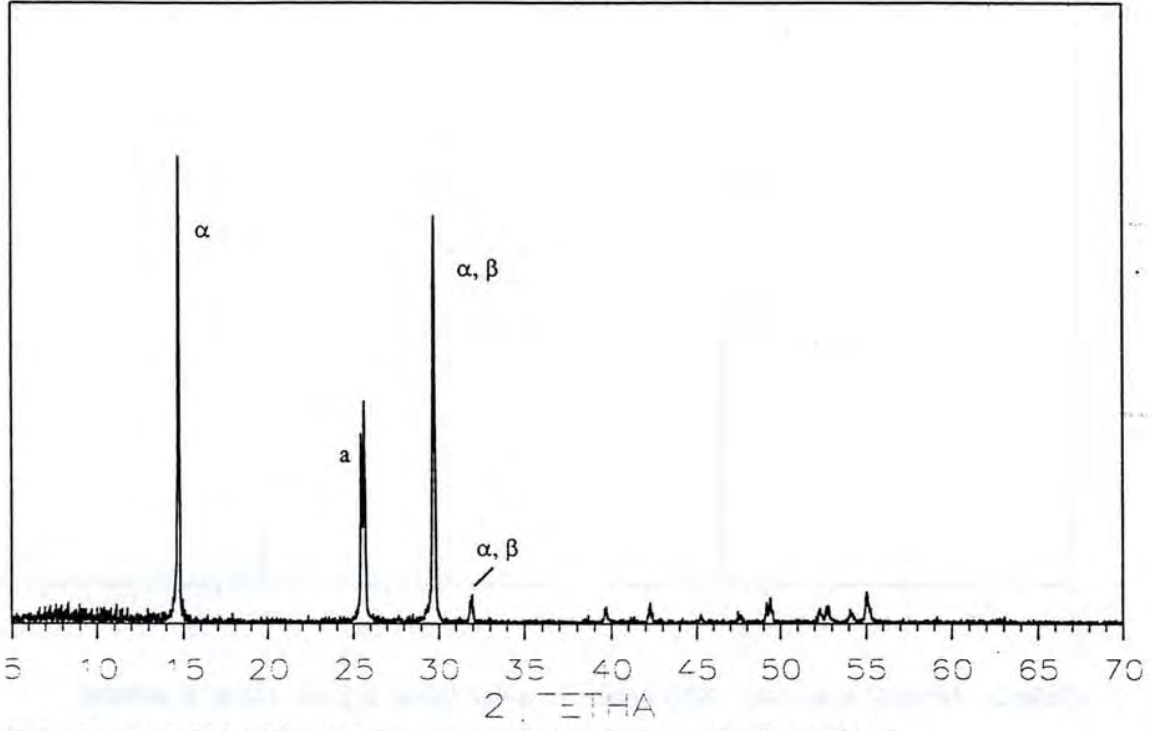
Fiziksel deneylerin sonuçları kısmen de olsa, malzemelerin nitelikleri hakkında önemli ipuçları vermektedir. Özgül kütlelerinin az da olsa düşük olması her üç malzemenin de 100 % saf olmadığına işaret sayılabilir. Nitekim bu sav diğer deneylerin sonuçları ile de desteklenmektedir. Kaynaklar (Rösler, 1983) özgül kütle için α -yarı hidrat için 2.76 g/cm³, β -yarı hidrat için 2.62 g/cm³, anhidrit için ise ortalama 2.95 g/cm³ olarak vermektedir. Burada her üç malzeme de az miktarda diğerlerinden içermektedir. Ancak, çok az olmakla birlikte, CaSO₄ dışında bazı yabancı bileşenlerin de bu malzemeler içerisinde bulunması olanaklı görülmektedir.

Katılım oranları bakımından dengeli bir karışım olarak ortaya çıkması gereken yapı alçısı örneği büyük oranda β -yarı hidrat içermekte ve bu türün özelliklerini ihtiva etmektedir. 2.60 g/cm³ özgül kütle ile söz konusu alçı türü 12 s'lik geçen bir süreden sonra katılmaya başlamaktadır. Kaynaklar (Härig, 1994) yapı alçısının katılma başlangıç süresini 3 dk. olarak vermekte ise de, 12 dk.'lık bir süre oldukça kısa bir katılma süresi olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, su/alçı oranının da (w/g=69.0 m%) yüksek olması (Krenkler, 1980), bu alçının faz türü hakkındaki savı ispatlar niteliktedir. Öte yandan $\rho=2.17$ g/cm³ özgül kütlesi, 52.0 m % su/alçı oranı ve 24 dk. katılma başlangıç süresi ile (Çizelge 1) söz konusu alçı türü çok büyük oranda α -yarı hidrat (CaSO₄.1/2H₂O) olarak ortaya çıkmaktadır. Anhidrit örneği ise, düşük oranda su/alçı oranı, ortalamanın biraz altındaki özgül kütlesi ve farklı katılma başlangıç süresi ile (Çizelge 1) özünü kanıtlar durumdadır.

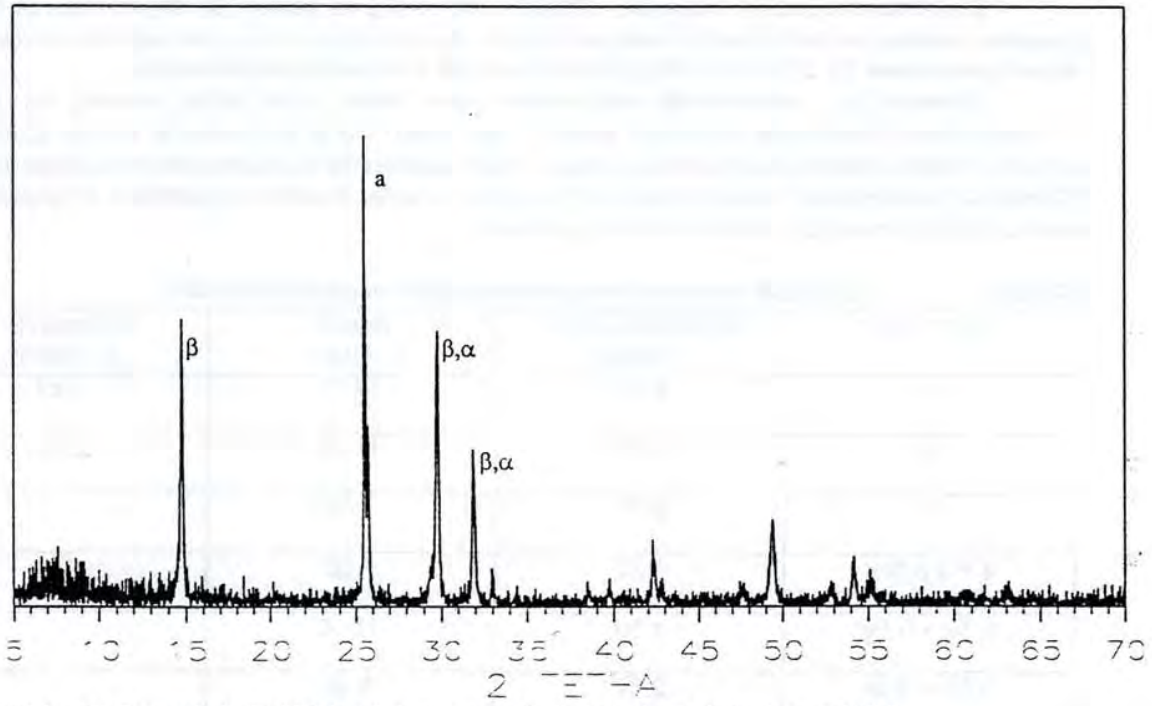
2.2.2. Röntgenografik İnceleme - Diffraktometre Yöntemi

Bu yöntemle incelenen her üç malzeme içinde ayrı ayrı çizimler (Çizim 1; 2; 3) çıkartılmış ve 2 θ açısına karşılık gelen yeşinlik "piklerle" (peaks) gösterilmiştir. Kaynaklar (SPDDM, 1974) birinci örneğin (Çizim 1) bir yarı hidrat türü olduğunu ancak az miktar da içinde anhidrit bulunduğunu karşılaştırmalı değerlerle ifade etmektedir. Benzer şekilde ikinci örneğin (Çizim 2) anhidrit karışımını bir yarı hidrat, üçüncü örneğin de (Çizim 3) bir anhidrit olduğu anlaşılmaktadır.

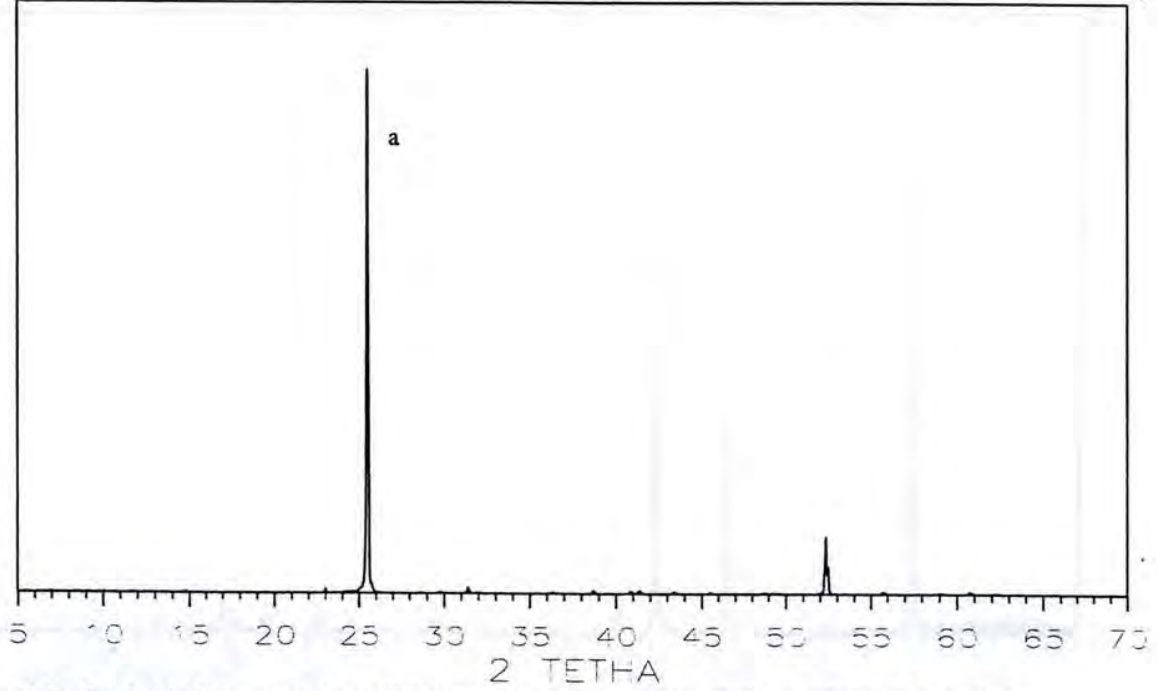
Yapılan XRD analizlerinden malzemenin hangi türden (faz) olduğu kesinlikle anlaşılmakla beraber içerisinde bulunan diğer katılımcı, veya az miktardaki refakatçi malzemelerin oranlarını aynı kesinlikle söyleyebilmek olanaklı bulunmamaktadır. Ancak kesafetin şiddeti "peak" ile gösteriminin sırası hangi tür katılımcının daha büyük oranda temsil edildiğine dair önemli ipucu vermektedir. Bu sonuçlar fiziksel deneylerin sonuçları ile birlikte değerlendirildiği takdirde malzemelerin türü hakkındaki bulgunun da doğruluğu kolaylıkla anlaşılmaktadır.



Çizim 1 : α -yarı hidrat XRD Analizi. α : α -yarı hidrat; β : β -yarı hidrat; a: anhidrit.



Çizim 2 : β -yarı hidrat XRD Analizi. α : α -yarı hidrat; β : β -yarı hidrat; a: anhidrit.



Çizim 3 : Anhidrit (susuz alçı) XRD Analizi. α : α -yarı hidrat; β : β -yarı hidrat; a: anhidrit.

2.2.3. Dayanım Deneyleri

Bu çerçevede yapılan deneyler, eğilmede çekme (β_e) ve basınç (β_b) dayanımları ile birlikte yapışma yeteneğinin belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu deneyler için de yine ağırlıklı olarak esas alınan şartnameler TS 370, DIN 1168, DIN 4208 ve DIN 1164 şeklinde belirlenmiştir.

Deneyler için sınıflandırılan malzemeler α -yarı hidrat, β -yarı hidrat, anhidrit, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'li (5 m%) anhidrit, yarı α -yarı hidrat yarı anhidrat, yarı β -yarı hidrat yarı anhidrat ve her üçünün de üçte bir oranda katılımıyla elde edilen karışım olarak belirlenmiş olup sonuçları bir çizelge halinde (Çizelge 2) sıralanmıştır. Anhidrit ve anhidrit karışımı deneyler ölçünlerin öngördüğü 28 günlük süre esas alınarak, ancak kum karıştırılmadan, yapılmıştır.

Çizelge 2 : α -, β -yarı hidrat ve anhidrit karışımları dayanım deneyleri sonuçları:

| Alçı türü | Eğilmede Çekme β_e , N/mm ² | Basınç β_b , N/mm ² | Yapışma β_v , N/mm ² |
|------------------------------------|---|---|--|
| α | 6.37 | 19.72 | 1.42 |
| β | 4.12 | 11.68 | 0.81 |
| a | 0.70 | 1.65 | - |
| a + 5 m% k | 1.25 | 5.00 | - |
| 0.5 α + 0.5a | 4.30 | 13.86 | - |
| 0.5 β + 0.5a | 2.67 | 8.26 | - |
| 1/3 α + 1/3 β + 1/3 a | 4.40 | 15.80 | - |

α : α -yarı hidrat; β : β -yarı hidrat; a: anhidrit; 5 m% k: $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Çizelge 3 : α -, β - yarı hidrat karışımları dayanım deneyleri sonuçları:

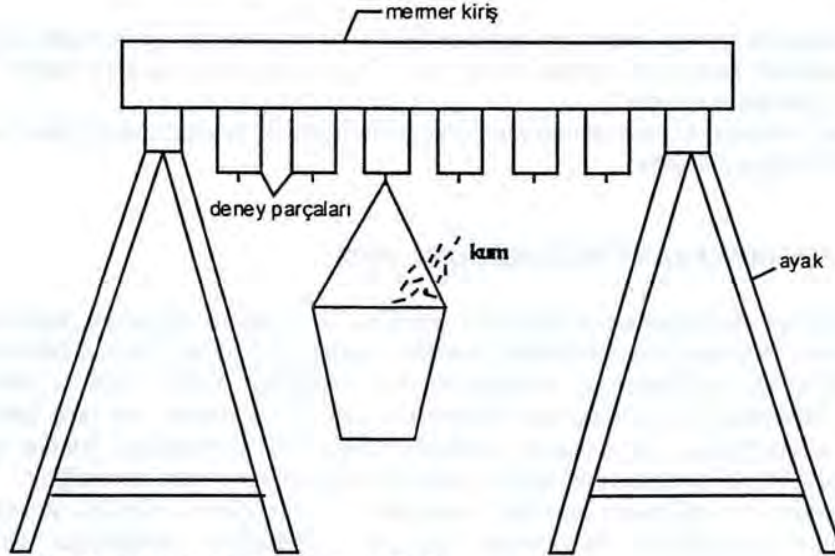
| Alçı türü (Kütle Oranı) | Eğilmede Çekme β_e , N/mm ² | Basınç β_b , N/mm ² |
|------------------------------|---|---|
| 1/10 α + 9/10 β | 4.42 | 12.82 |
| 3/10 α + 7/10 β | 4.63 | 13.32 |
| 5/10 α + 5/10 β | 4.81 | 14.17 |
| 7/10 α + 3/10 β | 5.23 | 16.34 |
| 9/10 α + 1/10 β | 6.00 | 18.64 |

α : α -yarı hidrat; β : β -yarı hidrat

İkinci bir aşamada ise α -, β -yarı hidratları, birbirleriyle ikişer basamak aralıklarla katılım oranları artırılıp eksiltmek suretiyle, elde edilen beş ayrı karışım, üzerinde de yukarıda sayılan dayanım deneyleri gerçekleştirilmiş bulunmaktadır (Çizelge 3).

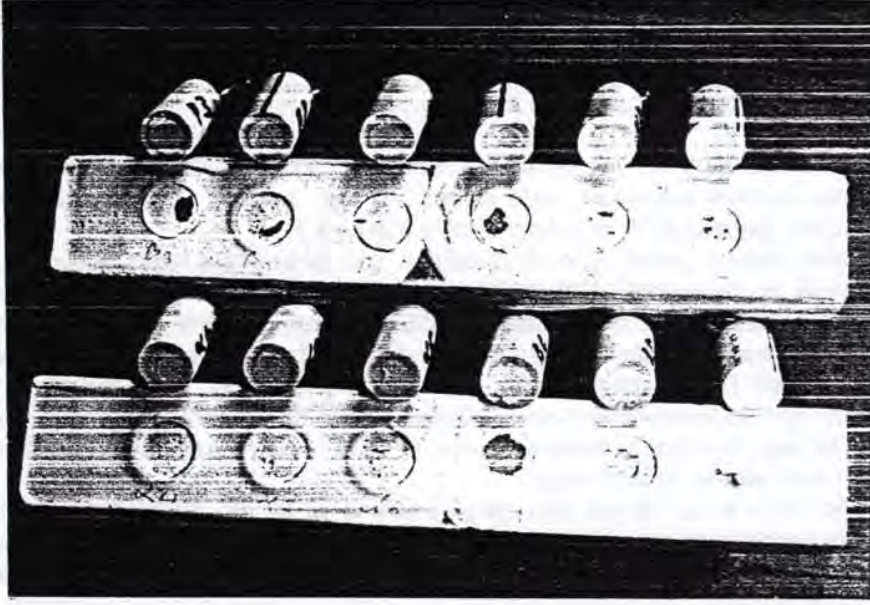
Yapışma deneyi yalnız α ve β deneyleri için öngörülmüş olup sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Ancak bu deneylerde DIN 1168'in öngördüğü örnek hazırlama ve uygulama yöntemi yerine, olanaklar gözönünde bulundurularak, farklı bir deney yöntemi izlenmiş bulunmaktadır. Bu amaç için önce 30 mm boyunda 12.5 mm iç çapında sert plastikten boru parçaları kesilmiş ve kalıp olarak hazırlanmıştır. Döküm zemini olarak küçük ebatlı ($l=280$ mm; $b=45$ mm; $h=30$ mm) mermer kirişler kullanılmıştır. İyi tıraşlanmış mermer yüzeyleri önce bir zımpara kağıdı ile pürüzlendirilmiş ve üzerine ince bir alçı tabakası serilmiştir. Bunun üzerine de boru parçaları sıra halinde dik olarak oturtulup aynı anda alçı ile doldurulmuştur.

Her iki nümune için altışar adet parça üretilmiş ve bu alçı doldurulmuş, boru parçalarının içerisine 3 mm kalınlığında çengel başlıklı vidalar merkezi olarak salınmıştır. Katılaştıran alçı, mermer zemin üzerinde boru parçası kalıplar içerisinde ve çengel uçlu olarak, bir hafta laboratuvar koşullarında bekletilmiştir. Daha sonra mermer kiriş ters çevrilerek iki mesnet üzerine oturtulmuş ve kum doldurmak için bir kova, katılaştıran alçı içerisinde gömülü bulunan çengele asılmıştır (Çizim 4)

**Çizim 4 : Alçı yapışma deney düzeneği**

Numune parçaları $2 \times (3+3)$ biçiminde kirişlere dizilmiş, yani bir kiriş üzerine üç adet α -yarı hidrat örneği, üç adet de β -yarı hidrat örneği yerleştirilmiş; böylece zemin pürüzlülüğündeki muhtemel farklılığın deney ortalamasını etkilemesi önlenmiştir.

Deney sırasında doldurma hızı (4 kg/dk) sabit tutulmuş ve sabit yükseklikten yavaşça kovaya doldurulan kum kütlesi, yer çekimi ile, deney parçasını zemininden koparınca dek arttırılmıştır. Neticede kum dolu kova tartılıp kovanın kütlesi çıkartılarak ağırlık kuvveti hesap edilmiştir. Elde edilen kuvvet "N" cinsinden 123 mm^2 'lik dairesel alana (Resim 1) bölünmek suretiyle malzemenin ortalama yapışma dayanımı N/mm^2 olarak bulunmuştur.



Resim 1: Deney parçalarının yapışma yüzeyleri

Yapışma deneyi hazırlama aşamasında boru parçalarının içi ve kesit yüzeyleri yağlanmış böylece borunun zemine yapışması önlenmiştir. Dolayısıyla yapışma alanı olarak yalnız borunun iç kesit alanı dikkate alınmıştır.

Bu deneyde de esas alınan su muhtevası, diğer deneylerde olduğu gibi, su/alçı oranına eşit düzeyde olmuştur (Çizelge 1).

3. DENEY NETİCELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yapılan deneylerden anlaşılması gerekeni iki noktada toplamak gerekmektedir. Birincisi, elde bulunan malzemelerin düşünülen özelliklere sahip olup olmadıklarının belirlenmesi ve böylece bu malzemelerin sınıflandırılıp adlandırılması olmaktadır. Gerek fiziksel deneylerin, gerekse dayanım deneylerinin sonuçları bu malzemeleri çok büyük oranda arı faza çok yakın, α -, β -yarı hidrat ve anhidrit (susuz alçı) olarak sınıflandırmaya imkan vermektedir. İkincisi ise, bu üç ana alçı türünün, özellikle basınç dayanımlarının, birbirleri ile karşılaştırılması gerektiğidir.

Basınç ve eğilmede çekme deneylerine koşut olarak yapılan yapışma deneyleri de malzemenin, tanımlanmış bir zemine yapışma yeteneğinin, dolayısıyla bir çekme-yapışma dayanımının göstergesi olması nedeniyle önem arz etmektedir. Buradaki yapışma zeminini, az pürüzlü mermer zemin üzerine serilmiş, numunelerin türünden alçı oluşturmuştur. Kopmalar ise yer yer hem alçı, hem de mermer zeminde cereyan etmiştir (Resim 1).

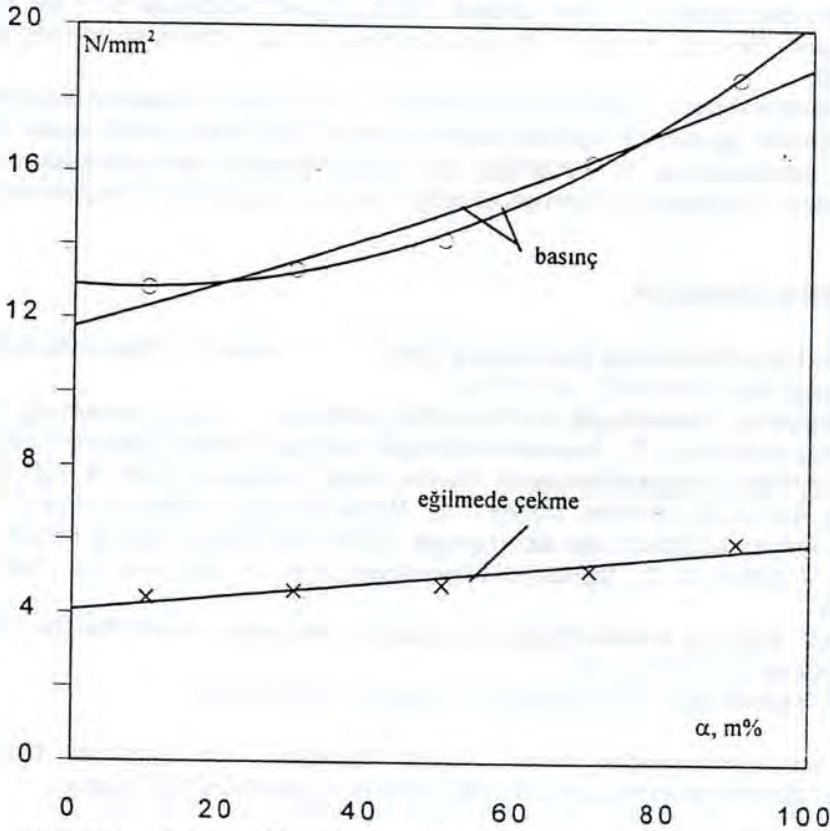
Yapışma deneylerinin sonuçları önemli bir farkı göz önüne sermektedir. α -yarı hidrat türü ile yapılan deneyler, ortalama $1,42 \text{ N/mm}^2$ (Çizelge 2) bir (çekme-) yapışma dayanımı ile β -yarı hidrat türünün $0,81 \text{ N/mm}^2$ olan yapışma dayanımı arasında yaklaşık 75 % oranında, α -yarı hidrat lehine bir fark olduğunu göstermektedir. Bu sonuç diğer dayanım sonuçları ile eşdeğer bir oran düzeyi oluşturmaktadır.

Açıklığa kavuşturulması gereken asıl odak noktası ise, karışım içerisinde artan oranda temsil edilen α -yarı hidrat türünün, dayanım açısından sağlayabildiği katkıdır. Yapılan tekil deneylerin sonuçları (Çizelge 2) α -yarı hidrat türünün, gerek eğilmede çekmede gerekse basınç deneyinde, açık farkla üstünlük sağladığını göstermektedir. α -yarı hidrat türü 50 m % oranında diğer türlerle karşılaştırıldığı takdirde, elde edilen dayanım sonuçları, yalın haldeki bu türlerin dayanım düzeylerinden daha yüksek olmaktadır (Çizelge 2; Çizelge 3).

Anhidrit türünün kullanılma zorunluluğu, doğada bulunması ve üretim sürecinde karışım bileşeni olarak ortaya çıkması nedeniyle, iktisatlı tüketim ilkesine bağlı bulunmaktadır; anhidrit kullanımının bir önemli nedeni de, kum karışımı ile, α -yarı hidratla β -yarı hidrat arasında bir basınç dayanımı gösterebilmesidir. Anhidritlerin çok yavaş katılaşmaları nedeniyle, beklenen yüksek dayanım düzeyine ancak geç erişilebilmektedir.

Anhidrit üretiminin daha çok ısı miktarını gerektirmesi ve anhidrit karışımlarının dayanımlarının β -yarı hidrat dayanımlarına yakın düzeylerde olması nedeniyle ikinci aşama deney dizisi bir α - β -yarı hidrat karışımı olarak seçilmiş bulunmaktadır. Ayrıca, yarı hidrat elde edilmesinin daha az enerji sarfıyatı ve dolayısıyla daha düşük sıcaklık düzeyi ($65\text{-}95^\circ\text{C}$) gerektirdiği de bir geçektir (Klein, 1993).

Şu halde, α - β -yarı hidrat karışımında, α -yarı hidrat türünün kütlele olarak artırılması ile elde edilen dayanım sonuçları (Çizelge 3) diyagram üzerinde de gösterilmek suretiyle (Çizim 5), dayanım değişiminin ve değişkeninin açıklıkla anlaşılması sağlanmış bulunmaktadır.



Çizim 5 : α - β -yarı hidrat karışımının, artan α -yarı hidrat kütlelerine (m%) göre, eğilmede çekme ve basınç dayanımları.

Her iki deney dizisinin sonuçları, artan α -yarı hidrat kütlesiyle, dayanımın da (N/mm^2) arttığını göstermektedir. Eğilmede çekme dayanımı, α -yarı hidrat artışına bağlı olarak, açık bir doğrusal ilişkiyle yükseliş göstermektedir (Çizim 5). Bu yükseliş farkı yuvarlak olarak 75% mertebelerindedir.

Öte yandan, basınç dayanımı sonuçlarının daha çok eğrisel bir seyir (Çizim 5) takip ettiği de belirgin olarak görülmektedir; ancak doğrusal bir çizgiden de büyük aralıklı sapmalar olduğu söylenemez. O nedenle gösterim hem doğrusal hem de eğrisel olarak üst üste (Çizim 5) çizilmiş bulunmaktadır. Bu karşılaştırma, eğrisel ilişkinin kesişme noktalarına daha yakın aralıklarda bir konum alması nedeniyle, basınç dayanımı değerlendirilmesinde eğrisel bağıntının esas alınması uygun görülmüştür. Buna göre 100% α -yarı hidratla elde edilen basınç dayanımı, 100% β -yarı hidratla elde edilen aynı büyüklüğe göre, yuvarlak olarak 70% artış göstermiş bulunmaktadır. Oysa bu oran, söz konusu bileşenlerin 50% katılımlarıyla ancak 20% düzeyinde kalabilmektedir.

4-SONUÇ

Yapılan deneylerin sonuçları bu çalışmada amaca erişildiğini göstermektedir. Bu amaç, yapıda kullanılan alçı çeşitleri içerisinde α -yarı hidrat bileşeninin artırılması gereğinin kanıtlanması şeklinde tanımlanmış bulunmaktaydı. Elde edilen basınç, eğilmede çekme ve yapışma dayanımı sonuçları, α -yarı hidratla β -yarı hidrat karışımları içerisinde α -yarı hidratın sürekli artırılmasıyla, yaklaşık 75% bir dayanım yükselmesi kazanılabileceğini açık olarak göstermektedir. Doğrusal bir ilişki ile değerlendirme yapılacak olursa, 75% α -yarı hidrat katılımıyla elde edilecek dayanım artışı oranın 55% mertebesinde olduğu görülür. Kaynakların savunduğu artış oranı burada elde edilememekle birlikte, erişilen sonuçlar, alçıların dayanımı ile ilgili yükseltilmesi gereken mühendislik istemlerine, cevap verebileceğini göstermektedir. Kaynaklarda (Krenkler,1980) sözü edilen alçı türleri arasındaki dayanım oranı yaklaşık 300% olarak verilmekte ise de bu fark, kaba bir kabullenmenin yanında, burada kullanılan alçı türlerinin saf olmayışına ve farklı deney koşullarına bağlanabilir.

Deney sonuçları, alçı üretim yöntemlerinin, α -yarı hidrat bileşeninin alçı içerisinde artırılması yoluna gidilmesi gerektiğini açıklıkla kanıtlamaktadır. Şu halde, gerek kapalı (buharlı) düzenek içerisinde, gerekse ızgara bant üzerinde, ekonomik yönlendirmelerle daha yüksek oranlarda α -yarı hidrat üretilerek, kullanılan alçıların genel olarak dayanım özelliklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir.

DEĞİNİLEN KAYNAKLAR

- 1-Krenkler, Karl, **Chemie des Bauwesens**, Band 1, Anorganische Chemie Springer Verlag, Berlin / Heidelberg/ New York 1980, s. 113-122.
- 2-Härig, Siegfried, **Technologie der Baustoffe**, Verlag C. F. Müller, Heidelberg 1994, s. 51-61.
- 3-Hiese, W./ Knobloch, H. , **Baustoffprüfungen**, Werner Verlag, Düsseldorf 1998, s. 171-184.
- 4-Scholz, Wilhelm , **Baustoffkenntnis**, Werner Verlag, Düsseldorf 1991, s. 152-164; 181-190.
- 5-Karsten, Rudolf, **Bauchemie**, Verlag C. F. Müller, Karlsruhe 1992, s. 175-176.
- 6-Rösler, Jürgen, **Lehrbuch der Mineralogie**, VEB Verlag, Berlin 1983, s. 659-665.
- 7-Klein, C. / Hurlbut, S. C. , **Manual of Mineralogy**, John, W. and Sons, Inc. , New York 1993, s. 423-428.
- 8-"SPDDM", **Selected Powder Diffraction Data for Minerals**, Search Manual , JCPDS, Philadelphia USA 1974, s. 53.
- 9-TS 370, **Yapı Alçıları**, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara 1996.

Ek: Özverili yardımlarından dolayı, Çankırı Baldudak Alçı Fabrikası, Gümüşhane Çimento Fabrikası, "Gümüşhane" Erdoğdu Ticaret yetkililerine teşekkürü borç bilirim.

DESÜLFOJİPSUM ÇAMURUNUN ALÇI ÜRETİMİNDE KULLANIMI

AYŞEN YAVUZDOĞAN
İHSAN TOROĞLU
BERRİN DÖNGEL

ÖZET:

Türkiye Kömür İşletmesi(TKI) Çayırhan bölgesi linyit kömürlerinin %4-5 oranında içerdiği kükürtlü bileşiklerin ekonomik şekilde fiziksel ve kimyasal yöntemlerle uzaklaştırılmayacağı birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Yerel tüketim dışında teshin ve sanayide tüketilemeyen Çayırhan linyit kömürleri bölgede 1987 yılında kurulan 2*150 MW'lık termik santralde yakılmak suretiyle değerlendirilmektedir. Santralin kuruluş yıllarında baca gazlarından çıkan kükürtlü ve azotlu bileşikler çevreyi çok fazla kirletmişlerdir.

1991 yılında ise, santral baca gazlarının zararlı etkilerini ortadan kaldırmak için kükürt arıtma tesisi (desülfürizasyon) kurulmuştur. Bu tesis ülkemizde termik santral baca gazlarındaki kükürtlü bileşikleri tutmaya yönelik ilk tesistir. Tesisin kükürt tutma verimi % 98'in üzerindedir. Halen, ülkemizde diğer yüksek kükürt içeren kömürlerin yakıldığı termik santrallarda da bu kükürt arıtma tesisinin benzerlerinin kurulmasına yönelik planlamalar yapılmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye Elektrik Kurumuna (TEK) ait Çayırhan Termik Santrali baca gazlarındaki kükürtlü bileşiklerin zararlı etkilerini gidermek üzere kurulan tesisin kuruluş gerekçesi, uygulanan kükürt arıtma prosesi, tesis akım şeması ve arıtma sırasında oluşan jips çamurunun (desülföjipsüm) özellikleri hakkında kısa bilgi verilmektedir. Kükürt arıtma tesisinden elde edilen jips çamurunun kurutulmuş kuru jips, alçı olarak değerlendirilmesi (çimento, yapı malzemesi olarak) ya da jips çamurunun değişik sıcaklıklarda (200-900 °C arası) dezitasyonu ile üretilen anhidritlerin çeşitli endüstri alanlarında kullanılabilirliği tartışılmıştır.

YAZARLARIN ÖZGEÇMİŞİ

(**) Arş.Gör. Ayşen YAVUZDOĞAN, 1966 yılında Zonguldak'ta doğmuştur. 1983-87 yılları arasında lisans eğitimini Hacettepe Üniv. Zonguldak Müh.Fak Maden Müh.Bölümü'nde tamamlamış, 1991 yılında ise Hacettepe Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Müh. Anabilim Dalında Yüksek mühendis ünvanı almıştır. Halen Z.Karaelmas Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı'nda doktora çalışmasını (tez aşamasında) sürdürmektedir ve 1989 yılından beri yine aynı üniversitede Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

(*) Doç. Dr. İhsan Toroğlu, 1959 yılında Mersin'de doğmuştur. İTÜ Maden Fakültesini 1981 yılında bitirmiş ve 1984 yılında Maden Yüksek mühendisi ünvanı almıştır. Doktorasını, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Cevher Hazırlama Anabilim Dalında, 1990 yılında tamamlamıştır. HÜ Zonguldak Mühendislik fakültesinde Araştırma görevlisi olarak 1983-1990 yılları arasında çalışmıştır. 1991 yılından itibaren Zonguldak Karaelmas Üniversitesinde Yardımcı Doçent kadrosuna atanmıştır. Ekim 1996 tarihinde ise Kömür Hazırlama ve Yıkama Dalında Doçent ünvanı almıştır.

(**) Arş.Gör. Berrin DÖNGEL 1972 yılında Zonguldak'ta doğmuştur. 1990 yılında Hacettepe Üniv. Zonguldak Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü'ne girmiş ve 1994 yılında mezun olduktan sonra da Z.Karaelmas Üniv. Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başlamıştır. Halen aynı üniversitede Maden Müh. Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimini (tez aşamasında) sürdürmektedir.

1. GİRİŞ

Ülkemizdeki termik santrallerin büyük bir kısmında kömür yakıt olarak tüketilmektedir. Bu kömürlerin çoğu yüksek yüksek değerlerde kükürt içermektedir. Bu nedenle kömüre dayalı termik santrallerinin baca gazlarından önemli derecede SO₂ bileşikleri havaya karışmakta ve çevreyi kirletmektedir. Bu sorunun çözümü için kükürtlü bileşikler kömürlerden termik santrallarda yakılmadan önce uzaklaştırılması gereklidir. Ancak kömürlerimiz üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, kömürlerimizin kükürtlü bileşiklerinin ekonomik olarak fiziksel ve kimyasal zenginleştirme yöntemleri ile kömürlerden uzaklaştırılmayacağı anlaşılmıştır. Bu nedenle termik santrallarda yakılan kömürlerin kükürtlü bileşiklerinin baca gazlarından arıtılması gerekmektedir. Baca gazlarından kükürtlü bileşiklerin uzaklaştırılması için birçok yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin başlıcaları Yaş Scrubber, Kuru Scrubber ve Akışkan Yatakta Yakma'dır. Çayırhan Termik Santrali kükürt arıtma (desülfürizasyon) tesislerinde bir Yaş Scrubber Yöntemi olan Bischoff prosesi uygulanmaktadır.

2. TEK ÇAYIRHAN TERMİK SANTRALI KÜKÜRT ARITMA TESİSİ

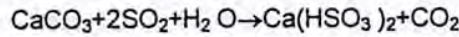
2.1. Kuruluş Gerekçesi

Türkiye Kömür İşletmesi(TKI) Çayırhan bölgesi linyit kömürlerinin %4-5 oranında içerdiği kükürtlü bileşiklerin ekonomik şekilde fiziksel ve kimyasal yöntemlerle uzaklaştırılmayacağı birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Yerel tüketim dışında teshin ve sanayide tüketilemeyen Çayırhan linyit kömürleri bölgede 1987 yılında kurulan 2*150 MW'lık termik santralde yakılmak suretiyle değerlendirilmektedir. Santralin kuruluş yıllarında baca gazlarından çıkan kükürtlü ve azotlu bileşikler çevreyi çok fazla kirletmişlerdir.

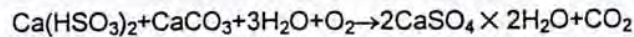
1991 yılında ise, santral baca gazlarının zararlı etkilerini ortadan kaldırmak için kükürt arıtma tesisi(desülfürizasyon) kurulmuştur. Bu tesis ülkemizde termik santral baca gazlarındaki kükürtlü bileşikler tutmaya yönelik ilk tesistir. Tesisin kükürt tutma verimi % 98'in üzerindedir. Halen, ülkemizde diğer yüksek kükürt içeren kömürlerin yakıldığı termik santrallarda da bu kükürt arıtma tesisinin benzerlerinin kurulmasına yönelik planlamalar yapılmaktadır.

2.2. Uygulanan Arıtma Prosesi

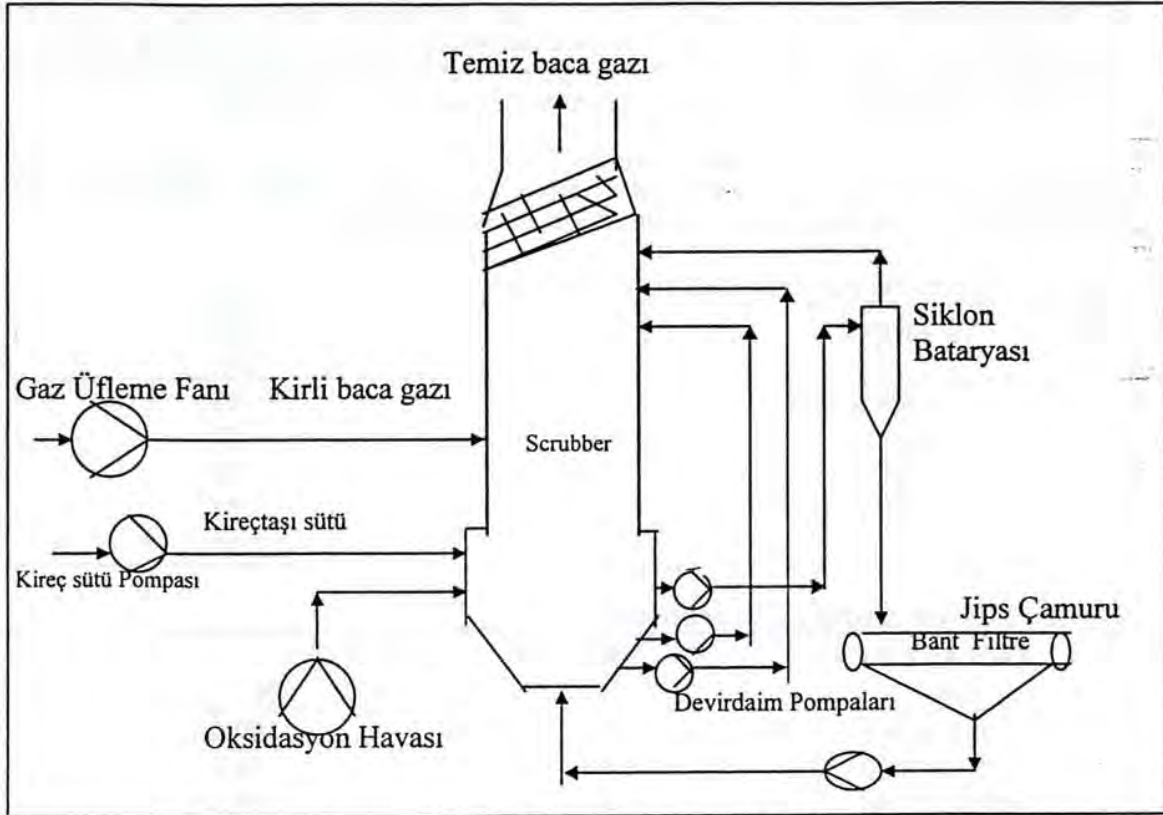
Çayırhan Desülfürizasyon tesisinde kireç taşı (CaCO₃) ve termik santral baca gazındaki kükürt oksitleri absorbe ederek kalsiyum sülfat ve kalsiyum sülfid oluşturma esasına dayanan Bischoff prosesi uygulanmaktadır. Bu proseste kullanılan kireçtaşı doğada bol miktarda bulunması ve ucuz olması nedeniyle endüstriyel ölçekte en çok uygulanan yöntemlerdendir. Proseste kullanılan yıkama kolonlarına Scrubber denilmektedir. Scrubber daire şeklinde yapılmış kolonlardır. Termik santral gazlarındaki çok ince boyutlu uçucu kül ve tozlar elektrofiltrelerde tutulur. Daha sonra toz içermeyen SO₂ ve NO_x içeren kirli gaz 2.4 m/sn hızla kolonun içine püskürtülür. SO₂ içeren gaz kolondan yukarı doğru çıkarken üzerine çeşitli yüksekliklerde süspansiyon şeklinde kireç sütü püskürtülür. Scrubber'ın absorpsiyon zonunda;



kimyasal reaksiyonu meydana gelir. Kolonun daha aşağı kısımlarından süspansiyon içerisine hava üflenir ve aşağıda verilen reaksiyona göre jips çamuru oluşur.



Gazın kireç taşı sütü ile temas süresi 6.2 saniye kadardır. Tüm basınç kaybı ise 13 milibar civarındadır. 1000 Nm³/h kirli gaz için 0.8 m³/h kireç sütü süspansiyonu gereklidir. Çayırhan termik santrali flue gas desülfürizasyon (FGD) tesisinin basitleştirilmiş akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çayırhan termik santrali flue gas desülfürizasyon (FGD) tesisi

2.3. Üretilen Jips Çamurunun Kalitesi

Bant filtreden alınabilecek jips çamurunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1. Tesisten Üretilen Jips Çamurunun Bazı Özellikleri(Proje Değerleri).

| Eleman | Ortalama (%) |
|---------------------------------------|------------------------|
| Nem | < 10 |
| CaSO ₄ * 2H ₂ O | > 94 |
| Cl, Suda çözülmüş | < 0.01 |
| MgO, Suda çözülmüş | < 0.1 |
| Na ₂ O, Suda çözülmüş | < 0.09 |
| K ₂ O, Suda çözülmüş | < 0.01 |
| SO ₂ | < 0.3 |
| CO ₂ | < 0.3 |
| Fe ₂ O ₃ | < 0.2 |
| pH | 6.5-7.0 |
| Ortalama tane boyutu | 40-90 mikron |
| Yoğunluk | 2100 kg/m ³ |

Bu çalışmada kullanılan üzere alınan jips çamurunun kimyasal analizleri Çizelge 2'de ve boyut analiz değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Kimyasal analizlerin saptanmasında Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. Boyut analizlerinin saptanmasında ise Micrometrics Accupys 1330 cihazı ve özgül ağırlık ölçümlerinde ise Sedigraf 5100 cihazı kullanılmıştır.

Jips çamuru üzerinde yapılan renk ölçümleri sonucunda %76.7 beyazlık saptanmıştır. Renk tayininde ise Dr.LANGE Color meter (FM1) cihazı kullanılmıştır. Ölçümler esnasında Y filtresi 545nm. dalga boyu ve standart renk olarak baryum sülfat kullanılmıştır.

Çizelge 2. Kimyasal Analiz Sonuçları (Fiili değerler)

| Bileşim | Miktar (%) |
|--|------------|
| CaSO ₄ × 2H ₂ O | 95.18 |
| SiO ₂ | 1.02 |
| MgO | 1.55 |
| Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃ | 1.25 |
| - | 1.10 |

Çizelge 3. Boyut Analizi (Fiili değerleri)

| Elek Açıklığı mm | Miktar % | Toplam Miktar % |
|------------------|----------|-----------------|
| -0.080+0.060 | 1.9 | 100.0 |
| -0.060+0.050 | 2.8 | 98.1 |
| -0.050+0.040 | 5.8 | 95.3 |
| -0.040+0.030 | 21.1 | 89.5 |
| -0.030+0.025 | 27.9 | 68.1 |
| -0.025+0.020 | 30.5 | 40.2 |
| -0.020+0.015 | 6.9 | 9.7 |
| -0.015+0.010 | 0.6 | 2.8 |
| -0.010 | 2.2 | 2.2 |
| Total | 100.0 | |

3. JİPS ÇAMURUNUN DEĞERLENDİRİLME OLANAKLARI

Daha önce özellikleri verilen ve bant filtreden alınan jips çamuru iki seçenek izlenerek değerlendirilir. Bu seçeneklerden birincisinde jips çamuru düşük sıcaklıkta kurutulur ve çimento içerisine karıştırılır. İkinci seçenekte ise çamur bir kurutma ve bir dizi dehidratasyon işlemi uygulandıktan sonra değerlendirilir.

Birinci seçenekte çamur 50 °C'de kurutulur ve yüzey rutubeti tamamen uzaklaştırılır. Kurutulmuş olan jips birçok amaçla kullanılmaktadır.

- Çimento klinkeri içerisine karıştırılır(İlk defa Güney Afrikada karıştırılmıştır).
- Toprak ıslahında(toprağı iyileştirici ve gübre olarak. Bu madde yonca yaprağı, baklagiller, yer fıstığı ve bezelyenin büyümesinde öncelikle çok önemlidir),
- Sülfirik asit üretiminde,
- Özel çimento üretiminde hammadde olarak,
- Madencilikte kömürtozu patlamalarını önlemede,
- Ayrıca böcek ilacı, dolgu ve maya bünyesinde besleyici olarak tüketilir.

İkinci seçenekte çamur önce düşük sıcaklıkta kurutulur. İçerisindeki bünye suyu çeşitli derecelerde ve koşullarda uzaklaştırılır. Genelde alçı olarak isimlendirilen bu ürünlerin ise birçok tüketim yeri vardır.

- 100-200 °C'de kurutulan numuneler alçı olarak tüketilir. Özellikle prefabrik binalarda, bina bölme duvarlarında blok ve kirişlerinin üretiminde tüketilir.
- Daha yüksek sıcaklıklarda kavruan jips ise anhidrit isimlendirilir ve birçok tüketim yeri vardır.

3.1. Jips Çamurunun Madencilikte Tüketim Olanakları

Madencilik sektöründe jips çamurunun düşük ve yüksek sıcaklıkta kavrulması ile elde edilen ürünler tüketilmektedir. Belli başlı tüketim yerleri aşağıda verilmiştir.

- Kömür tozu patlamalarını önlemede
- Yangın barajı yapımında
- Taban yolu dolgu maddesi olarak.

Bu yerlerinden en önemlisi taban yolu dolgu maddesi olarak tüketimidir.

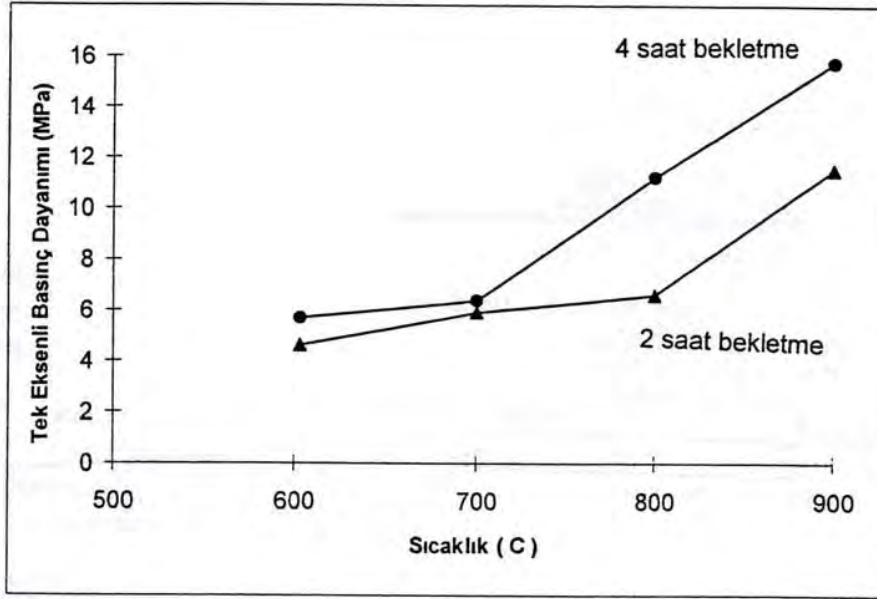
3.1.1. Taban Yolu Dolgusu Yapımında Anhidrit Dolgu Uygulaması

Maden ocaklarında taban yolların çevresi genellikle çimento ile doldurulur. Burada kullanılan çimentonun pahalı olmasından dolayı onun yerini alabilecek daha ucuz malzemelerin aranmasına neden olmuştur. Bu konuda yapılan araştırmalar sonucunda doğal olarak oluşan anhidritin kullanılabilceği saptanmıştır. Özellikle anhidrit yataklarına sahip olan Almanya'da konu çok araştırılmış ve bazı kömür işletmelerinde anhidrit dolgu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Almanyadaki doğal anhidrit dolgu uygulamaları ile ilgili bilgiler Çizelge 4'de verilmiştir.

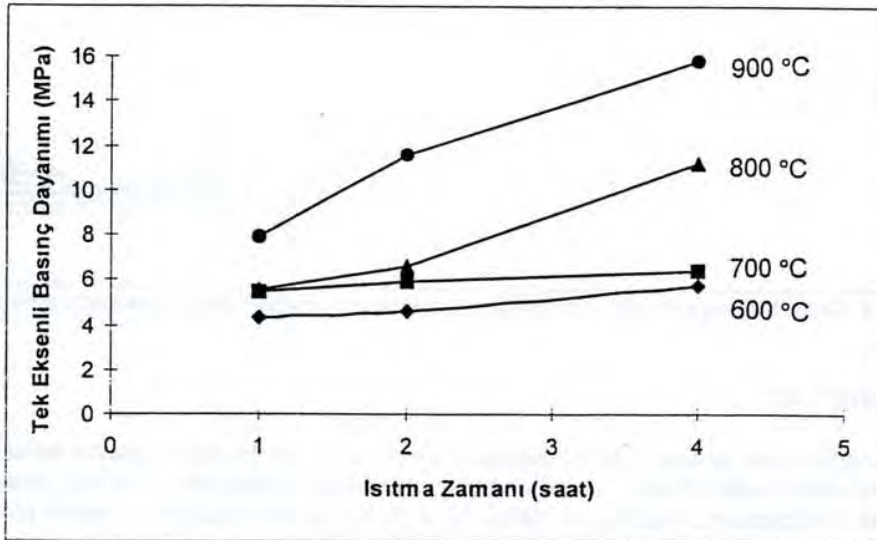
İngilterede ise British Gypsum firması iki tür doğal anhidriti piyasaya sunmaktadır. Bunlardan birincisi granüle(ANPAC C) halinde diğeri ise toz(ANHYDRITE SPEC 2) halindedir. ANPAK C malzemesi 28 günde kurduğunda tek eksenli basınç dayanımı 31.03 MPa ve ANHYDRITE SPEC 2 malzemesi ise 23.90 MPa olmaktadır.

Çizelge 4. Almanya'daki doğal anhidrit dolgu uygulaması

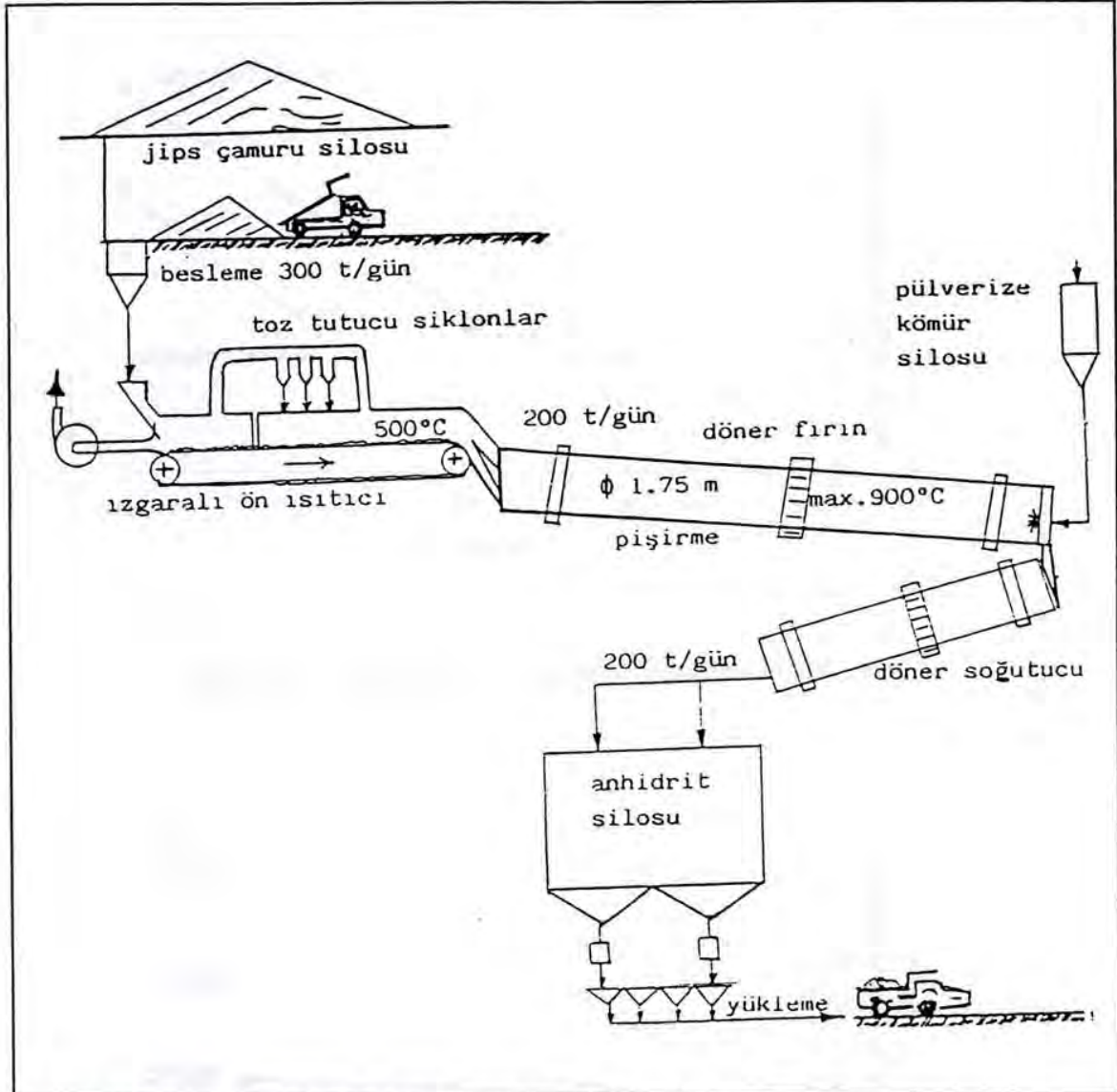
| İşletme Adı | Damar Kalınlığı(m) | Yeryüzünden Derinlik(m) | Havalandırma Sıcaklığı(°C) | Dolgu Duvarı Genişliği(m) |
|----------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Holland | 1.0-1.4 | 980 | 31.0 | 1.0 |
| Alstaden | 2.2 | 580 | 27.0 | 1.8 |
| Alstaden | 1.8-2.2 | 640 | 26.0 | 1.6 |
| Mont Cenis | 1.8-2.5 | 950 | 26.0 | 1.0 |
| Recklinghau | 1.6 | 580 | 31.0 | 1.5 |
| Recklinghau | 1.8 | 718 | 28.5 | 1.6 |
| Friedrich der grosse | 2.7-3.2 | 830 | 27.9 | 2.0 |
| Friedrich der grosse | 2.8 | 830 | 27.4 | 2.0 |
| Walsum | 2.2 | 940 | 25.1 | 1.8 |
| Jacobi/Franz | | | | |
| Haniel | 1.31 | 800 | 27.0 | 1.1 |
| Werne | 2.7 | 900 | 30.0 | 1.8 |
| Pluto | 3.2 | 770 | 30.0 | 2.5 |



Şekil 2. Tek Eksenli Basınç Dayanımının Sıcaklığa Bağlı Olarak Değişimi



Şekil 3. Tek Eksenli Basınç Dayanımının Isıtma Süresine Bağlı Olarak Değişimi



Şekil 4. Desülfojipsiyum çamurundan alçı üretimi için önerilebilecek tesis akım şeması

4.SONUÇLAR

Doğada bulunan kalsiyum sülfat bileşikleri yanında birçok kimyasal tesiste sentetik kalsiyum sülfat çeşitleri elde edilmektedir. Sentetik kalsiyum sülfatlı bileşiklerin üretildiği tesisler; Fosforik asit üretimi (fosfojipsium), hidroflüorik asit üretimi (flurojipsium), asit borik üretimi (borojipsium), SO_2 ve SO_3 içeren gazların nötralizasyonudur (desülfojipsium).

-Endüstriyel ölçekte üretilen desülfojipsiyum birçok Avrupa ülkesinde ve Japonyada çeşitli sanayi dallarında tüketilmektedir.

-Ülkemizde tek örnek olan Çayırhan Termik santrali desülfürizasyon tesisinden elde edilen desülfojipsiyum çamuru bugün herhangi bir sanayide değerlendirilmemektedir. Desülfojipsiyum çamurundan çeşitli tip alçı üretmek mümkündür. Bu çalışmada proses akım şeması önerilen alçı tesisinin Çayırhan'da kurulması durumunda üretilecek alçının Çayırhan Linyit kömürü ocaklarında taban yolu dolgu maddesi olarak kullanılması olasıdır. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda elde

edilen sonuçlar mekanik dayanım açısından çimento ile yapılan dolgulardan elde edilen değerlere ulaşmamış olsa da umut vadetmektedir. Ayrıca jips çamurundan üretilebilecek çeşitli tip alçılar, aynı kömür ocaklarında yangın barajı yapımında, kömür tozu patlamalarını önlemede kullanılabilir. Konu ile ilgili olarak ayrıntılı çalışmalar devam etmekte olup, çalışmaların ilk sonuçları burada sunulmuştur.

-Çayırhan'daki desülfürizasyon tesisinin benzerinin Bursa-Orhaneli termik santralında da kurulması projelendirilmiştir. Yeni kurulacak bu tesisten elde edilecek desülfürizasyonun şimdiden değerlendirilebileceği yerlerin planlanması ülkemiz ekonomisine büyük faydalar sağlayacaktır.

5. TEŞEKKÜR

Yazarlar, çalışmanın kimyasal analizlerin ve bazı testlerin yapılmasında katkılarından dolayı, Zonguldak Endüstri Destekleme Merkezine(ZEDEM) ve MATEL A.Ş.; Jips çamuru numunesinin alınması ve nakli esnasında gösterdiği katkılardan dolayı TKİ Orta Anadolu Linyitleri Müessese Müdürlüğü yetkililerine teşekkür eder.

6. KAYNAKLAR

1) Anon., 1987. 2x150 MW Çayırhan Power Plant Flue Gas Desulfurization Plant, Contract V.2. TEK Santraller, Pr. ve Ts. D. Bşk., 120.

2) Anon., 1986. Verwertungskonzept für die Reststoffe aus Kohlekratwerken, Gips aus der Rauchgasentschwefelung, *Elektrizitätswirtschaft* Jg.85, Helf 8, p.305-311.

3) Freas, R.C. 1994. In Donald D. Carr(Ed) *In Industrial Minerals and Rocks*, Environmental Uses Flue Gaz Desulfurization, SMME, Inc.

4) Genthe, M., 1971. Su ile Karıştırınca Sertleşen Malzemelerden Yapılan Galeri Refakat Barajları, Maden Müh. Odası Yayını, Madencilik-Mart, Cilt X, s.42-52.

5) Gürdal, E., 1991. Alçıtaşı ve Alçıtaşından Üretilen Malzemeler, Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri, 4-5 Kasım 1991, Yapı Endüstri Merkezi, İSTANBUL.

6) Hildebrand,V.M.,1990. Stand der Rauchgasreinigung bei EVU-Kraftwerken SO₂-Und NO_x-Minderung, *Elektrizitätswirtschaft*, Jg.89, Helf 9, p. 435-450.

7) Murakami, K. 1968. Utilization of Chemical Gypsum for Portland Cement. *In Proc. of the 5th Int. Symp. On the Chemistry of Cement*, Tokyo, 519pp.

8) Singh, M., et al., 1990. Durability of Phosphogypsum Based Mater-Resistant Anhydrite Binder, *Cement and Concrete Research*, Vol.20, pp.271-276.

9) Stahl, H. 1991. Die Flotation-auch ein Aufbereitungsverfahren im Umweltschultz. *Erzmetall* 44 , Nr. 4., s.192-195

10) Özkul, M.H., 1991. Kimyasal Alçının Kullanılma Olanakları, Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri, 4-5 Kasım 1991, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul.

11) Özkol, S. 1994. Flotation in environmental protection, *Bulletin of chamber of mining engineers of Turkey*, June, Volume XXXIII, pp. 25-31, Ankara.

12) Wills, B.A. 1988. *Mineral Processing Technology*: Pergamon Press. 4th. ed.

13), 1992. O.A.L. İşletmesi Müessesesi Yeraltı Ocaklarında Taban Yolu Kenar Dolgusu Yapımında Çayırhan Termik Santral Arıtma Tesisi Artığı Malzemenin Kullanım Olanaklarının Araştırılması, H.Ü. Zonguldak Müh. Fak. Mad. Müh. Böl. Teknolojik Araştırma Projesi, Zonguldak

ÇAYIRHAN TERMİK SANTRALİ DESÜLFOJİPSLERİNİN STABİLİZASYON MALZEMESİ OLARAK KULLANILMASI

Doç. Dr. Fahri Özbayoğlu
Yrd.Doç.Dr. Ali Gürel

ÖZET: Bilindiği gibi, ülkemizde üretilen elektrik enerjisinin, yaklaşık yarısı termik santrallerde gerçekleştirilmektedir. Genelde, düşük kalorili linyit kömürü kullanılan bu termik santrallerden çıkan SO₂ miktarı da, ülke bazında 500 10³ ton/yıl değerinin hayli üzerindedir. Enerji üretiminde, linyit kömürünün yanması sonucu ortaya çıkan SO₂, SO₃ gazlarının tutulması diğer bir terimle, desülfürizasyon teknolojileri arasında, en yaygın olarak kullanılan, kireçtaşı püskürtme yöntemidir.

Çevre koruması amacı ile, Çayırhan termik santralinde uygulanan desülfürizasyon işlemleri sonucunda, önemli oranlarda desülföjips atıkları oluşmakta ve bunlar yanında bulunan göletlerde toplanmaktadır.

Söz konusu bu depolama alanlarında meydana gelecek, olası sızıntılar, zeminin stabilitesini bozabilecek ve Sarıyer baraj gölünü kirletecek mahiyettedir.

Bu günkü koşullarda, bu atıkların değerlendirilmesi için gerekli yatırımlar, doğal alçıyı işletmeye göre, daha rantabl görünmemekle birlikte, atıkların değerlendirilmesinin, başka bir açıdan bakıldığında, ülke ekonomisi için yararlı olacağı görüşüdeyiz.

Gazi Üniversitesi, laboratuvarlarında yapılan deneyler sonunda, bu atık desülföjipsler 140° civarında, değişik oranlarda uçuçu kül, çimento ve kireçle karıştırılmış ve 28 günlük basınç dayanımının 30 MPa değerine ulaştığı izlenmiştir.

Desülföjipsler, kireçle değişik oranlarda karıştırıldıklarında, reaksiyon hızlandırıcı etki yapmakta ve dayanım artışı daha kısa sürede gerçekleşmektedir.

Yine söz konusu desülföjips örneklerinin % 10 - 20 kil oranlarına sahip topraklara, değişik oranlarda katkılarıyla, dayanım değerlerinin % 30 - 55 oranlarında arttığı izlenmiştir ve ucucu kül katkılarıyla, bu kimyasal jipslerin yol stabilizasyonunda, başarıyla kullanılabileceği görülmüştür.

Fahri Özbayoğlu: 1944 yılında Trabzon da doğdum. İtalya Bologna üniversitesinden 25.7.1969 tarihinde İnşaat Yüksek Mühendisi olarak mezun oldum. Doktora çalışmalarımı Ankara üniversitesinde, kasım 1982 yılında tamamladım.

Stajlarımı Almanya da Herman_Schaler Bauunternehmung Berlin; Siemens-Bauunion Mannheim; AR-GE KW Süd II München firmalarında yaptım.

Yüksek lisans çalışmamı bitirdikten sonra Bologna Üniversitesinde Geodezi bölümünde çalıştım. Sırası ile DSİ 12.Bölge Müdürlüğü Hidroloji şefliği, KÖŞİ İnşaat firmasında, Trabzon hava alanı inşaatı şantiye şefliği görevlerinde bulundum.

Eylül 1982-1995 yılları arasında Ankara Gazi Üniversitesinde öğretim üyesi olarak çalıştım. 1995 yılından beri ise Niğde üniversitesinde öğretim üyesi olarak çalışmaktayım.

Ali Gürel: 1959 yılında Ordu da doğdum. Almanya Marburg üniversitesinden ocak 1987 yılında Jeoloji Yüksek Mühendisi olarak mezun oldum. Doktora çalışmalarımı. Almanya'nın Göttingen üniversitesin de, litosfer dinamiği bölümünde, kasım 1991 yılında, tamamladım.

Stajlarımı Almanya da Marburg Üniversitesinde; Saarberg-Interplan, Uran GmbH; Mobil-Oil, Hannover, üniversite ve firmalarında yaptım.

Mart 1992 den Eylül 1993 tarihleri arasında Çevre Bakanlığı, Çevresel Elki Değerlendirme ve Planlama Genel Müdürlüğü'nün de uzman olarak çalıştım. Eylül 1993'den beri Niğde Üniversitesin de Öğretim üyesi olarak çalışmaktayım.

Eylül 1993-1996 yılları arasında Jeoloji Mühendisliği Bölüm başkanlığı ve 1997 yından beri de Maden Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'nı idari görev olarak yürütmekteyim.

Giriş

Son yıllarda, kamu maliyesi ödemeler dengesinde ortaya çıkan güçlükler nedeniyle hidroelektrik santrellerin yapımı yerine termik santral kurulması gündeme gelmiş ve halen ülkemizde üretilen elektrik enerjisinin, yaklaşık yarısı termik santrellerden üretilmeye başlanmıştır. Bilindiği gibi hidroelektrik santrallerin yapımı uzun yıllar almakta ve bu nedenle de termik santral inşaatları giderek artış göstermiştir. Genelde düşük kalorili linyit kömürü kullanılan bu termik santrallerden çıkan SO₂ miktarı da, ülke bazında 500 10³ ton/yıl değerinin hayli üzerindedir. Enerji üretiminde, linyit kömürünün yanması sonucu ortaya çıkan SO₂, SO₃ gazlarının tutulması, diğer bir terimle desülfürizasyon teknolojileri arasında, en yaygın olarak kullanılan, kireçtaşı püskürtme yöntemidir.

Çevre koruması amacı ile bir çok santralde uygulanan desülfürizasyon işlemleri, Çayırhan Termik Santralinde de başarı ile uygulanmakta ve bu işlemler sonucunda, önemli oranlarda desülfojips atıkları oluşmaktadır. Su ile karıştırılarak, çıkış halindeki baca gazları üzerine püskürtülen öğütülmüş haldeki kireçtaşı karışımı, desülfojips atıkları olarak, civarda bulunan gölette toplanmaktadır.

Söz konusu bu depolama alanlarında meydana gelecek olan sızıntılar, zeminin stabilitesini bozabilecek ve bağlantılı olduğu Sarıyar baraj gölünü kirletecek mahiyettedir. Bu günkü koşullarda, bu atıkların değerlendirilmesi için gerekli yatırımlar, doğal alçı işletmelerine göre, daha rantabl olarak görülmemekle birlikte, atıkların değerlendirilmesi açısından bakıldığında, ülke ekonomisi için hayli yararlı olacağı görülmektedir.

Kimyasal Alçının Oluşumu

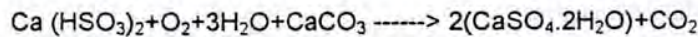
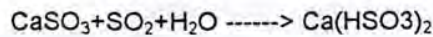
Ülkemizde bulunan çeşitli endüstrilerin atık maddesi olan kimyasal alçının bileşimi doğal alçı taşı ile aynıdır ve bilindiği gibi CaSO₄.2H₂O formülü ile tanımlanır. Murakami (1), değişik endüstri kollarında elde edilen kimyasal alçılar, su özel adlar altında toplanmıştır.

Tablo:1 Değişik Endüstri Kollarında elde edilen kimyasal alçılar

| Endüstri Alanı | Kimyasal Alçı |
|--|---------------|
| Fosforik asit üretimi | Fosfojips |
| NaCl üretimi | Saltjips |
| Hidroflorik üretimi asit üretimi | Florojips |
| Titandiyoksit üretimi | Titanojips |
| SO ₂ ve SO ₃ gazlarının desülfürizasyonu | Desülfojips |

Bunlardan desülfojips ve fosfojips, yaygın olarak üretilmektedir ve bu nedenle uygulamalar, bu iki tip kimyasal alçı üzerinde yoğunlaşmış bulunmaktadır. Saylak ve ark. (2), desülfojipslerin oluşumu ile ilgili olarak, linyit ile çalışan termik santrellerde SO₂ ve SO₃ içeren atık baca gazlarının, kireçtaşı ile desülfürizasyonu reaksiyonunu göstermiş ve bununla ilgili depolama sorunlarını vurgulamışlardır. Bu arıtma yönteminde, toz haline getirilen kireç (sönmüş veya sönmemiş) olarak, belirli oranlarda su ile karıştırılarak, baca gazları üzerine püskürtülmektedir.

Desülfojips oluşumu sırasındaki kimyasal reaksiyonlar şu şekildedir (3)



Çayırhan termik santral örneğinde görüldüğü gibi, kullanım alanlarının kısıtlı oluşu nedeniyle kimyasal jipsler, hem depolama sorunlarını ortaya çıkarmakta, hemde zemin ve yeraltı suyu kirlenmesine neden olmaktadır (3).

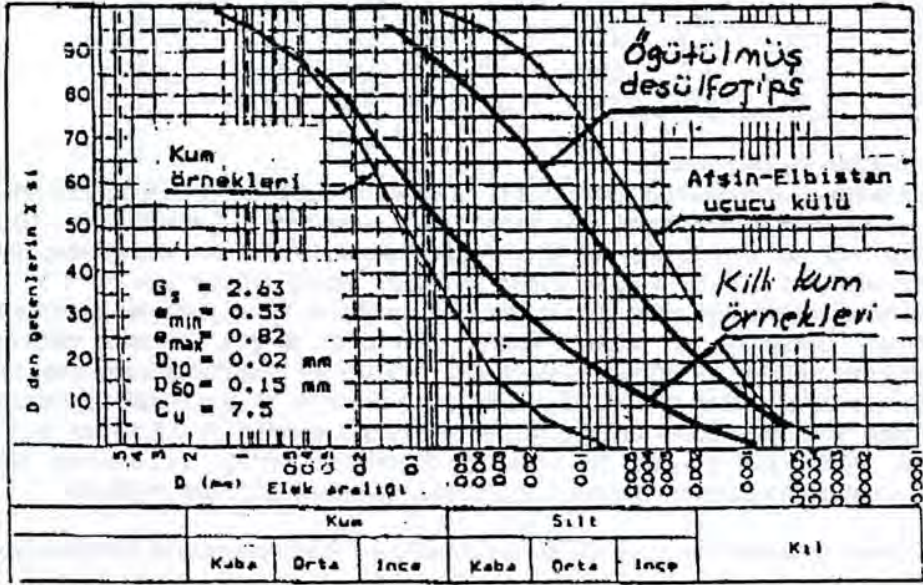
Doğal alçı taşı ile aynı kimyasal bileşime sahip olan kimyasal alçılar üretilen ürüne bağlı olarak bazı safsızlıklar içerir, bu da kimyasal alçının doğal alçı yerine kullanımını kısıtlar (3).

Suda çözünen safsızlıkları uzaklaştırmak için uygulanan pratik yöntemlerden biri de yıkamadır ve gerektiğinde bir kaç kez uygulanabilir. Kireç sütü ile yıkamanın bu safsızlıkları nötrleştirdiği belirlenmiştir. Bununla ilgili olarak, kristal yapıya yerleşmiş olan safsızlıkları uzaklaştırmak için 140-150 °C'de kalsine etmenin etkili olduğu belirlenmiştir (4).

Kujala (5)'nin yapmış olduğu araştırmalara göre, kimyasal jips ve kireç, kirecin yalnız başına yapmış olduğu stabilizasyonundan daha başka dayanma sonuçları vermektedir. Bu şekilde alçı-kireç karışımı Etrijit, (3CaO.Al₂O₃.3CaSO₄.32H₂O) oluşturarak dayanım artışları sağlamaktadır.

Meteryal ve Yöntem

Desülfojipslerin belirli oranlarda kireç, ucucu kül ve çimento katkısı ile killi kumlu zeminler üzerindeki stabilizasyon etkisini belirlemek üzere, uygulanan laboratuvar deneylerinde, Çayırhan termik santrellerinden alınan desülfojips örnekleri, kurutularak silt ve kil boyutunda öğütülmüş ve bunlara ait granulometrik dağılım eğrileri, laboratuvarda yapay olarak hazırlanan kum örnekleri ile birlikte, (şekil 1) de verilmiştir.



(Şekil-1) Örneklerin granulometrik dağılımı

Deneylerde kullanılan kum ve desülfojips örnekleri, belirli elek aralıklarında ve laboratuvar koşullarında yatay olarak hazırlanmış ve bu şekilde, tüm deney örneklerinin aynı granulometrik dağılıma sahip olmaları sağlanmıştır. Stabilizasyon deneylerine tabi tutulan kum örnekleri, açık havada kurutulmuş, katkı maddeleriyle ağırlıkça belirtilen oranlarda karıştırılarak sıkıştırılmıştır. % 15-25 oranlarında kil, uçucu kil, kireç, çimento ve kurutularak öğütülmüş desülfojips örnekleri karışımların, optimum nem ve maksimum proktor yoğunluğunda sıkıştırılmasına özen gösterilmiştir.

Sıkıştırma işlemi, serbest basınç cihazının hareket halindeki üst tablosundaki basınç halkasına, bir eşel eklenerek, sıkıştırma kontrolü sağlanmıştır. 38 mm çapında 76 mm yüksekliğindeki silindirik kalıplar içinde optimum nem civarında sıkıştırılan örneklerin aynı cihaza eklenen bir krika düzeneği ile, söz konusu boyutlarda zedelenmeden çıkarılmaları mümkün olmuştur.

Belirli granulometrik dağılıma sahip kum örnekleri, % 10 ile % 20 oranlarında kil katkılı olarak hazırlanmış ve bu örnekler % 5 ile % 10 arasında toz halinde sönmüş kireç katkısı yapılmıştır.

Deneylerde kullanılan Afşin-Elbistan uçucu küllerine ait kimyasal analiz ve endeks özellikleri (Tablo-2) ve (Tablo-3) de verilmiştir. Örnekler üzerine uçucu kül uygulaması % 0.5, 10 ile % 15 oranındadır.

Tablo 2: Deneylerde kullanılan Afşin Elbistan uçucu küllerinin endeks özellikleri;

| Özellikler | Değişim Aralıkları |
|--|--------------------|
| Dane Özgül Ağırlığı | 2.08 - 2.40 |
| Maks. kuru yoğunluk (Mg/m ³) | 1.10 - 1.25 |
| Optimum % Su Kapsamı | 24.4 - 30.40 |
| Plastisite | NP. |
| Puzolanik Aktivite | Yüksek |

Tablo:3 Afşin Elbistan uçucu küllerine ait Kimyasal Analiz sonuçları (6)

| Uçucu kül (An.tarihi) | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | Diğer | Kızdırma Kaybı |
|--------------------------|------------------|--|------|-----|-----------------|-------|-------------------|
| 7.11.1985 | 22.4 | 16.1 | 43.9 | 2.1 | 13.1 | 0.5 | 1.9 |
| 8.10.1987 | 26.8 | 19.0 | 38.6 | 2.4 | 10.4 | 0.9 | 1.9 |
| 18.01.1990 | 28.7 | 21.2 | 32.6 | 4.0 | 12.2 | 1.0 | 0.3 |

Deney Sonuçları ve Tartışma:

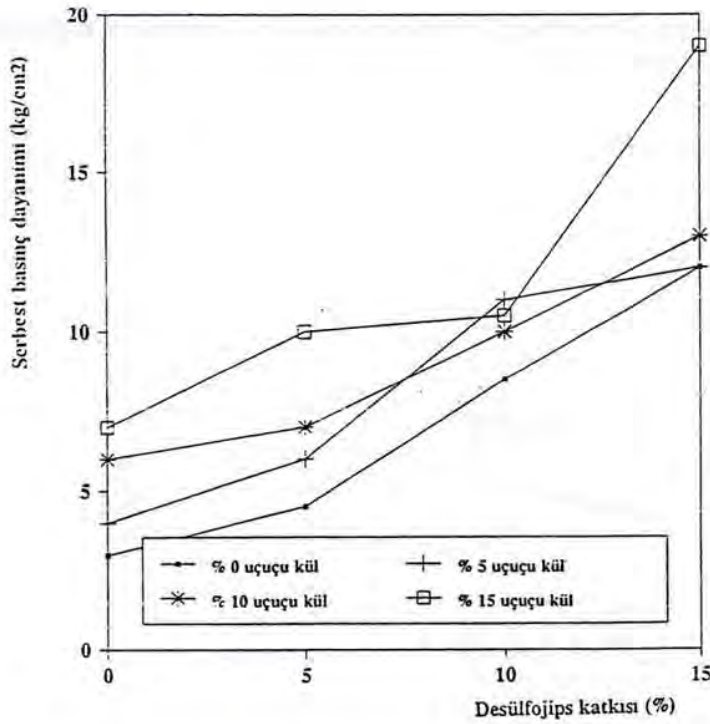
Labaratuvar koşullarında yapay olarak hazırlanan ve granulometresi belirli kum örnekleri (% 10 ila % 20 arasında killi topraklarda karıştırılmış), daha sonra ağırlıkça x.5 ile 10 arasında kireç, uçucu kül ve % 0,5, 10 ve %15 değerlerarasında değişen desülfojips, ikinci seri deneylerde ağırlıkça %5 ile %10 arasında çimento,, uçucu kül ve yine % 0,5, 10 % 15 desülfojips katkılarıyla sıkıştırılmış olarak, (tablo-4) ve (Tablo-5) de gösterilen sıkışma değerleri elde edilmiştir. Görüldüğü gibi uçucu sülfatla oranlarındaki artışlar, sıkışma parametrelerini fazlaca etkilememektedir. Değişik oranlardaki uçucu kül ve desülfojips katkısının, in serbest basınç dayanımlarına etkileri (Şekil-2)de verilmiştir. Kür süresi 30 gün olarak uygulanmış ve bu seri deneyler, %5 kireç katkısı ile yapılmıştır. Uçucu kül oranları % 0.5,10 ve %15 olan bu deneylerde, uçucu kül artışları ile dayanım değerlerinin arttığı ve özellikle desülfojips oranlarındaki artışların dayanım değerlerine olumlu katkılar sağladığı izlenmektedir.

Tablo 4: Zemin örnekleri kireç, uçucu kül ve desülfojips karışımlarına ait kompaksiyon deney sonuçları

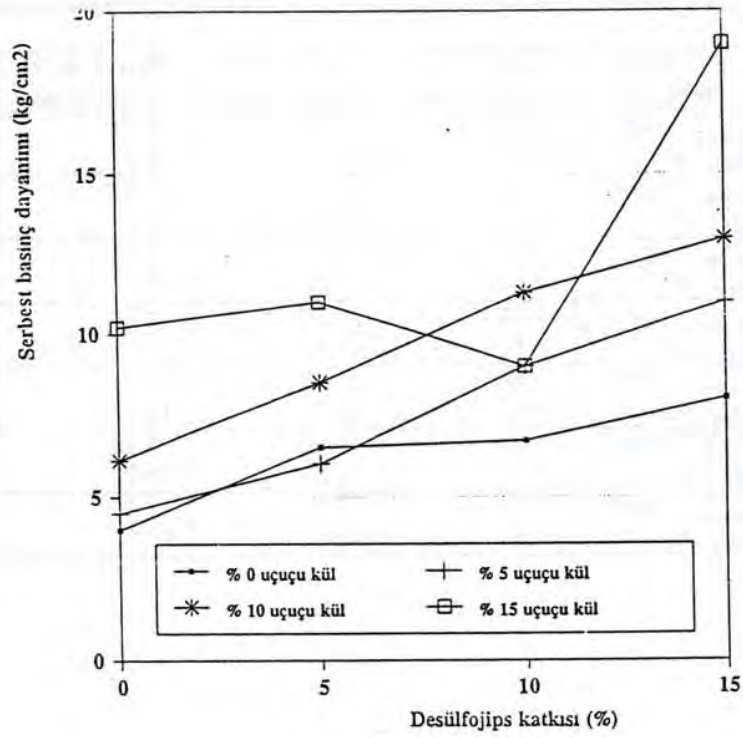
| | Sıkıştırma değerleri | Örn. + % 0 Desülfojips | Örn. + % 5 Desülfojips | Örn. + % 10 Desülfojips | Örn. + % 15 Desülfojips |
|---------------------------|---|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Katkısız | $\gamma_{k,max}$ t/m ³ W _{opt} % | 1.70 11.2 | 1.76 13.8 | 1.81 14.4 | 1.79 15.6 |
| % 5 Kireç % 5 Uç.Kül | $\gamma_{k,max}$ t/m ³ W _{opt} % | 1.72 13.8 | 1.70 14.1 | 1.74 16.0 | 1.80 17.0 |
| % 5 Kireç % 10 Uç.Kül | $\gamma_{k,max}$ t/m ³ W _{opt} % | 1.78 14.4 | 1.74 13.6 | 1.76 17.5 | 1.82 16.8 |
| % 5 Kireç % 15 Uç.Kül | $\gamma_{k,max}$ t/m ³ W _{opt} % | 1.75 14.1 | 1.73 14.5 | 1.77 16.2 | 1.81 15.7 |
| %10 Kireç % 5 Uç.Kül | $\gamma_{k,max}$ t/m ³ W _{opt} % | 1.73 10.3 | 1.70 12.8 | 1.80 17.1 | 1.76 16.6 |
| % 10 Kireç % 10 Uç.Kül | $\gamma_{k,max}$ t/m ³ W _{opt} % | 1.64 12.9 | 1.67 13.8 | 1.70 14.2 | 1.75 15.3 |
| % 10 Kireç % 15 Uç.Kül | $\gamma_{k,max}$ t/m ³ W _{opt} % | 1.65 13.7 | 1.68 15.2 | 1.73 13.8 | 1.74 14.0 |

Tablo 5: Zemin örnekleri çimento, uçucu kül ve desülfojips karışımlarına ait kompaksiyon deney sonuçları

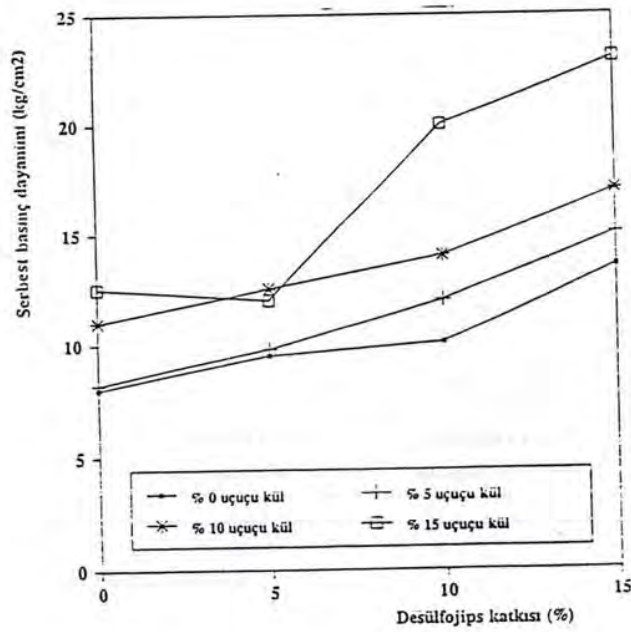
| | Sıkıştırma değerleri | Örn. + % 0 Desülfojips | Örn. + % 5 Desülfojips | Örn. + % 10 Desülfojips | Örn. + % 15 Desülfojips |
|---------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Katkısız | $\gamma_{k,max}$ t/m^3 | 1.70 | 1.72 | 1.77 | 1.85 |
| | w_{opt} % | 11.2 | 13.5 | 14.2 | 16.7 |
| % 5 Kireç % 5 Uç.Kül | $\gamma_{k,max}$ t/m^3 | 1.73 | 1.74 | 1.83 | 1.81 |
| | w_{opt} % | 12.6 | 13.6 | 15.5 | 18.6 |
| % 5 Kireç % 10 Uç.Kül | $\gamma_{k,max}$ t/m^3 | 1.73 | 1.67 | 1.75 | 1.77 |
| | w_{opt} % | 14.5 | 13.4 | 16.2 | 19.5 |
| % 5 Kireç % 15 Uç.Kül | $\gamma_{k,max}$ t/m^3 | 1.68 | 1.67 | 1.74 | 1.79 |
| | w_{opt} % | 10.6 | 13.4 | 17.5 | 16.8 |
| % 10 Kireç % 5 Uç.Kül | $\gamma_{k,max}$ t/m^3 | 1.68 | 1.80 | 1.77 | 1.83 |
| | w_{opt} % | 10.6 | 16.2 | 13.8 | 16.4 |
| % 10 Kireç % 10 Uç.Kül | $\gamma_{k,max}$ t/m^3 | 1.74 | 1.76 | 1.80 | 1.78 |
| | w_{opt} % | 13.3 | 16.2 | 18.2 | 16.5 |
| % 10 Kireç % 15 Uç.Kül | $\gamma_{k,max}$ t/m^3 | 1.67 | 1.70 | 1.70 | 1.73 |
| | w_{opt} % | 12.5 | 13.3 | 13.3 | 14.6 |



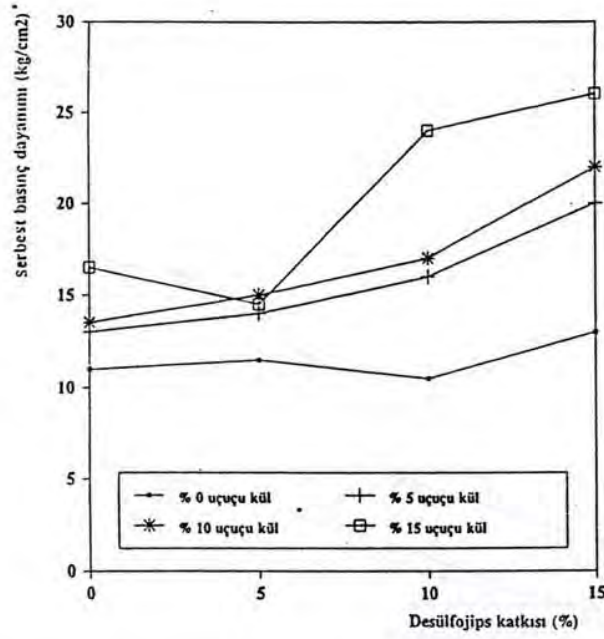
Şekil.2: Değişik oranlarda desülfojips katkısının uçucu kül oranlarına bağlı olarak dayanım değerlerinin etkisi (% 5 kireç katkılı).



Şekil.3: Değişik oranlarda desülfajips katkısının uçucu kül oranlarına bağlı olarak dayanım değerlerine etkisi (% 10 kireç katkılı)



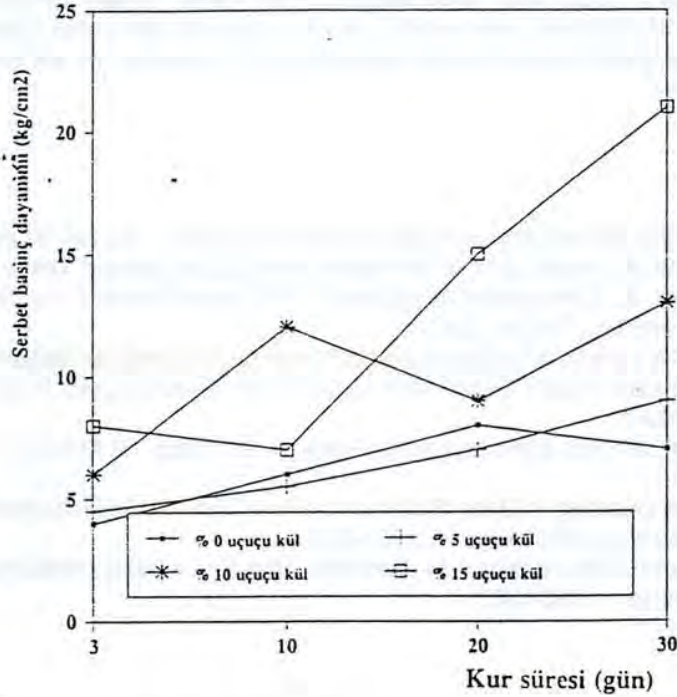
Şekil 4: Değişik oranlarda desülfajips katkısının uçucu kül oranlarına bağlı olarak dayanım değerlerine etkisi (% 5 çimento katkılı)



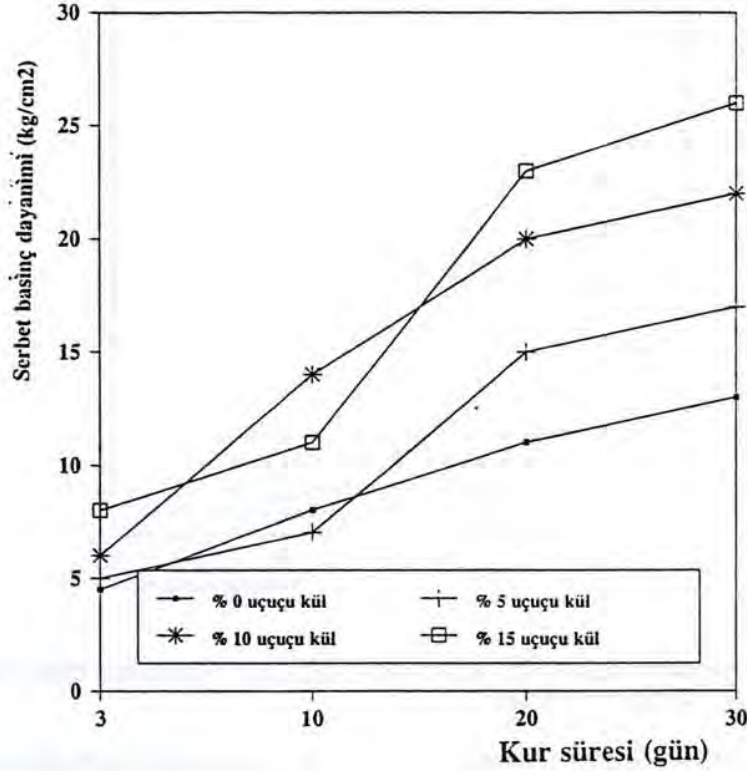
Şekil.5: Değişik oranlarda desülfajips katkısının uçucu kül oranlarına bağlı olarak dayanım değerlerine etkisi (% 10 çimento katkılı)

Yine benzer şekilde, değişik oranlardaki uçucu kül ve desülfajips katkısının, 30 günlük kür süreleri içinde, %10 luk kireç katkısı ile yapılan deneylerden elde edilen gu serbest basınç dayanım değerleri sonuçları Şekil 3 de verilmiştir. Şekil 2 ve Şekil-3'ün karşılaştırmasından da görüleceği gibi, kireç yüzdesinin artışı ile dayanım değerlerinde belirgin artışlar izlenmektedir. Şekil. 4 ve Şekil 5 de, aynı seri deneyler %5 ve %10 luk çimento kotlularıyla uygulanan deney sonuçları görülmektedir.

Şekil.6 ve Şekil 7 de kür zamanına bağlı olarak dayanım değerlerindeki artışlar verilmiştir. Bu sonuçlara göre, desülfajips katkısının, dayanım artışlarını hızlandırdığını ve dayanım değerlerinde olumlu etki yaptığını gözlenmiştir.



(Şekil-6) Değişik oranlarda desülfajips katkısının kür süresine bağlı olarak, dayanım değerlerine etkisi (%10 kireç katkılı)



Şekil 7: Değişik oranlarda desülfajips katkısının kür süresine bağlı olarak dayanım değerlerine etkisi (% 10 çimento katkılı).

Sonuç

Ülkemizde yıllık üretim toplamı 2.5 milyon ton aşan kimyasal alçının önemli bir kısmı doğada depolanmakta ve çevre kirliliğine yol açmaktadır. Çeşitli endüstri kollarında üretilen kimyasal alçıların, çok az bir kısmı değerlendirilebilmektedir. Bu atıkların değerlendirilmesi için gerekli tesislerin ön yatırımları, doğal alçı işletmelerine göre daha pahalı olmakla birlikte atık değerlendirmesi açısından ülkemiz için yararlı çalışmalar olarak görüyoruz. Endüstri sırasında ortaya çıkan kimyasal gipslerin, kireç ve diğer puzolonik katkı maddeleri ile yol stabilizasyonunda kullanılmasını öneriyoruz.

Kaynaklar

- 1-Murakami, K., Utilization of chemical gypsum for portland cement, in proc. of the 5th int. Semp. on the chemistry of cement, part IV Admixture and special cement Tokyo, 1968, 519 p.
- 2-Saylak, D., L., Gadolla, a., Commercial Application for FGD By-Products, Technical Report, Texas A&M University, Texas, 1992.
- 3-Özkül H- Voral S. 'artık kimyasal Alçılar ve İnşaat Mühendisliği Alanında Değerlendirilmesi' Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması Sempozyumu' S.267- 277.18- 19 Kasım 1993 Ankara
- 4-Ölmez H., Yılmaz V.'Fosfojips Rafinasyonunun Araştırılması'Doğa TV Kim D.C 12 S.3 1988 sayfa 305-314.
- 5- Kujala K., The use of Gypsum in Deep Stabilization; int. Conf. on Soil Mechanics and Foundation Engineering 1983 Helsinki p.925-928.
- 6-TEK. İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı- Santraller İşletme ve Bakım Müdürlüğü Depozit ve Kül Analiz Raporları. 1985-1993

YAPI ÖGELERİNİN YANGIN DİRENİM DEĞERLERİNİN ARTIRILMASINDA ALÇI UYGULAMALARI

Prof. Güner YAVUZ ; Doç.Dr. Ayşe BALANLI
Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
İstanbul

ÖZET

Can ve mal kayıplarına neden olan yapı yangınlarının şiddetini etkileyen etmenlerden başta geleni, yapının ögelerinde ve iç çevrelerinde yer alan yanıcılarıdır. Bir yangında öge ve bileşenler işlevlerini, durağanlık, geçişimsizlik ve yalıtkanlıkları ölçüsünde, sınırlı bir süre için sürdürürler. Bu ölçütler öge ve bileşenleri oluşturan gereçlerin yanmazlık, tutuşabilirlik, yangın yayımı ve yüzeyde alev yayılımı ile ilgili değerlerinden kaynaklanır. Yanmaz bir gereç olan alçıdan üretilen ürünler, içerdikleri boşluklar, bileşiminde bulunan ve çevresinden aldığı su ile önemli ölçüde yalıtkanlık sağlar. Alçı sıva, levha ve bloklar, ahşap, kagir blok, betonarme, çelik, alüminyum gibi yaygın kullanımı olan ürünlerle üretilmiş ögelerin yangın direnimlerini artırarak yapıların yangına karşı korunumunda önemli katkılar sağlar.

1. GİRİŞ

Yapılarda kullanım amacına bağlı olarak değişik şiddetlerde gelişen yangınların, taşıyıcı sisteme ve yapı içindeki malvarlığına zarar vermemesi, yapının işlevlerini kesintisiz sürdürebilmesi açısından büyük önem taşır. Bu nedenle yapı ögelerinin, beklenen şiddetteki bir yangına "direnim" göstermesi gerekir.

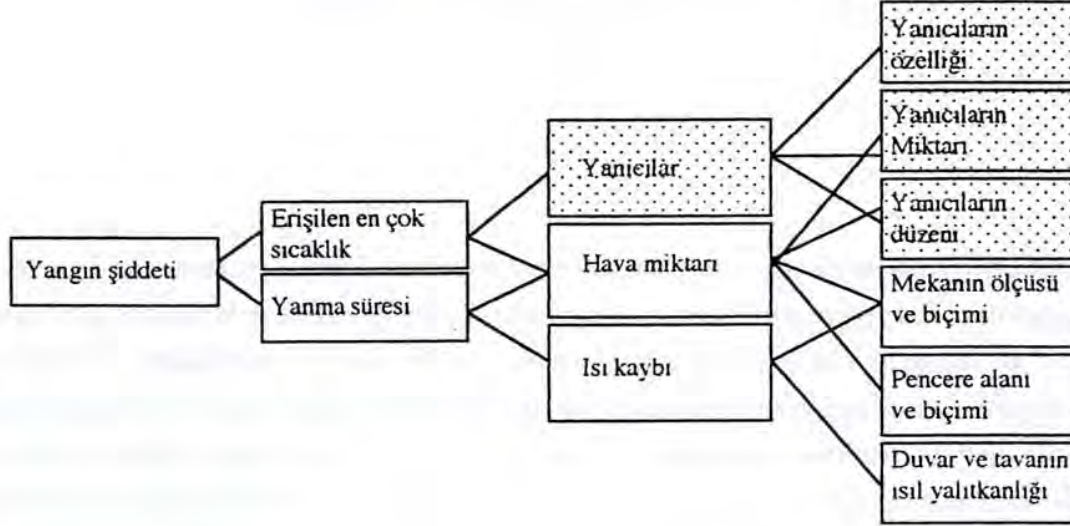
Ögelerin istenen yangın direnim değerlerini sağlayabilmesinde alçı ürünlerin katkısı büyüktür.

Alçının, dekoratif amaçlarla tüketilmesi yanında yangın korunumu alanında bilinçli kullanımı, yangın kayıplarının indirgenmesini, dolayısıyla ulusal ekonomiye önemli kazanımları getirecektir.

2. YANGIN VE YAPI ÜRÜNLERİ

Yapılar kendi ögelerinde ve iç çevrelerinde yer alan yanıcıların miktarına ve ısıl değerlerine bağlı olarak oluşacak bir toplam ısı değerine, "yangın yükü"ne sahiptirler.

Yangının şiddetini yapının yangın yükü belirler. Şekil 1'de görüldüğü gibi bir yapının ürünlerindeki yanıcıların özelliği, miktarı ve düzeni yangın şiddetini etkileyen etmenler arasında yer almaktadır.



Şekil 1. Yangın Şiddetini Etkileyen Etmenler

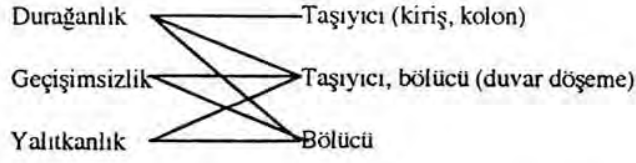
Şiddeti önceden saptanan bir yangında strüktür öge ve bileşenlerinin işlevlerini sınırlı bir süre için başarıyla sürdürmeleri istenir. Bu bağlamda öge,

- oDurağanlık (stability) : Aşırı sehim ya da göçmeye direnim
- oGeçişimsizlik (integrity) : Alev ya da sıcak gaz geçişimine direnim
- oYalıtkanlık (insulation) : Yangına bakışımı olmayan arka yüzde aşırı sıcaklık artışına direnim

olarak tanımlanan ölçütlerin tümüne ya da bazılarına göre değerlendirilir. Bu ölçütler ögelerin "yangına direnimi"ni tanımlar.

Uluslararası standart "sıcaklık/zaman eğrisi"nden yararlanılarak gerçekleştirilen yangın direnim deneylerinde ölçütlerin hepsi tüm ögelere uygulanmaz. Şekil 2'de hangi ögelerin hangi ölçütlerle değerlendirilebileceği görülmektedir

Yangına karşı direnim yalnızca sınırlı bir zaman dilimi (1/2, 1,2,3...saat) için düşünülmelidir. Bu sınırlar gerektiğinden yüksek tutulursa aşırı harcamalara yolaçılır.



Şekil 2 Yapı Ögelerinin Yangın Direnim Ölçütleri İle İlişkisi

Öge ve bileşenlerin gereçlerinin bir yangında gösterdikleri davranışların ve yapıda kullanıldıklarında yangın etkilerine dayanabilmeleri için kendilerinden istenen değerlerin neler olduğunun bilinmesi gerekir.

Gereçlerin yangına ilişkin fiziksel değerleri deneylerle belirlenir. Bu deneylerin uygulanma yöntemleri ve elde edilen sonuç değerler ulusal standartlarda ayrıntılı biçimde yer alır.

Yalnızca gereçlere özgü bilgiler veren standart yangın deneyleriyle, gereçlerde;

- o Yanmazlık
- o Tutuşabilirlik
- o Yangın yayımı
- o Üzeyde alev yayılımı ile ilgili değerler elde edilir.

Bir gereç ya yanmaz ya da yanıcıdır. İkisinin arasında bir tanımlama yoktur. Türk Standartları ve İstanbul Yangından Korunma Yönetmeliği'ne göre yapı gereçlerinin yanıcılık sınıfları Tablo 1'de verilmiştir.

İnorganik yapı gereçleri genelde yanmaz olup yangına ısı katkısında bulunmaz ve alev yaymazlar. Ancak yangında erişilen yüksek sıcaklıklardan çeşitli biçimlerde etkilenirler. Organik gereçler yanıcıdır ve böyle gereçler eriyikler ya da yüzeye boyalar uygulayarak yanmaz hale getirilemezler.

Yanıcı gereçler tutuşabilirlikleri ve yüzeyleri üzerinde alev yayılım hızları bakımından değişiklikler gösterirler. Üzeyde alev yayılımı açısından gereçler dört sınıfta değerlendirilir.

- Sınıf 1 Çok az,
- Sınıf 2 Az,
- Sınıf 3 Orta,
- Sınıf 4 Hızlı

alev yayılımı olan yüzeylerdir. Sınıf O, alev yayılımı olmayan yani yanmayan yüzeyleri belirtir.

Bir gerecin ısı değeri, tutuşma kolaylığı ve yanma sonucu salınan ısı miktarı yangının davranışını etkiler. Ayrıca gereçlerin duman üretim değerlerinin de deneylerle saptanması gerekir.

Tablo 1. Yapı Gereçlerinin Yanıcılık Sınıfları

| YAPI GEREÇLERİ | | | | | |
|----------------|------------|--|----|-------------------|--|
| A | YANMAZ | YANGINDA GÖZLENEN DAVRANIŞI | B | YANICI | YANGINDA GÖZLENEN DAVRANIŞI |
| A1 | Hiç yanmaz | Alevlenmez Yanmaz Işıdamaz Kömürleşmez | B1 | Zor alevlenici | Alev kaynağı kalktıktan sonra da yanmayı sürdürür |
| A2 | Zor yanıcı | Alev kaynağı varken kısmen yanar Işıdamaz Kısmen bozulur Ateşi iletmez Yangın yüküne katkısı olmaz | B2 | Normal alevlenici | Yanma ısısı, -alevlenme sıcaklığı, -yanma sıcaklığı, -duman oluşumu -zehirli gaz oluşumuna göre değişir. |
| | | | B3 | Kolay alevlenici | Yapıda kullanılamaz |

3. YANGIN VE ALÇI YAPI ÜRÜNLERİ

Alçı, yapıda harç, sıva, döşeme kaplaması, levha, blok, baca, tavan plağı, çatı döşemesi, önyapımlı duvar gibi her düzeydeki yapı ürününün (gereç, parça, bileşen, öge) üretiminde kullanılmaktadır.

Alçı yapı ürünlerinin kimyasal ve fiziksel yapısı, su ile ilişkisi, yangındaki davranışını olumlu yönde etkiler.

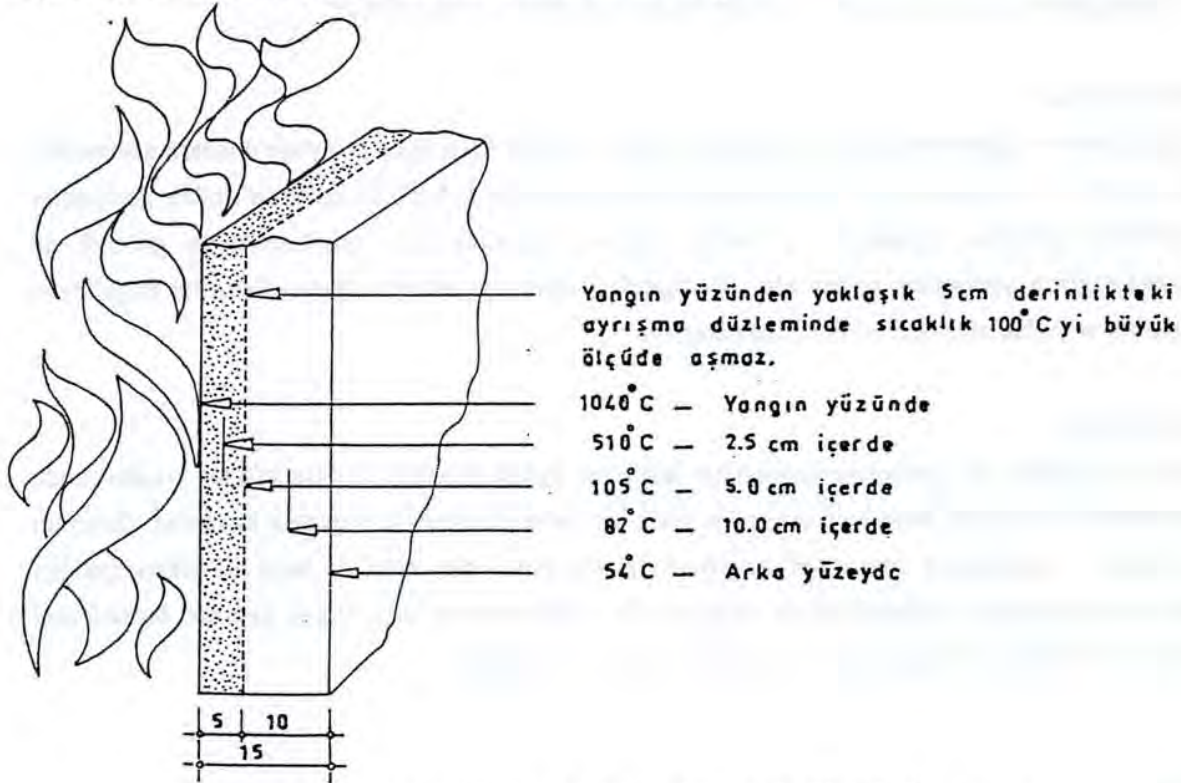
Kimyasal tanımı ile "yarım sulu kalsiyum sülfat" ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$) olan alçı, yapı ürünlerinin elde edilebilmesi için su ile karıştırıldığında, daha önce alçıtaşının pişirilmesi sırasında yitirdiği oranda kristal suyunu yapısına alarak "çift sulu kalsiyum sülfat" a ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dönüşür.

Alçı yapı ürünleri boşluklu (gözenekli) bir yapıya sahiptir. İçindeki devinimsiz hava ile ürünün ısı iletkenliğinin düşük olmasına neden olan boşluklar, su ile ürün ilişkisinde de etkinlik gösterir.

Yüzey gerilmeleri, suyun yüzey gerilimine karşı koyacak güçte olmayan alçı ürünlerin boşlukları, kılcal yolla suyu ve bulunduğu ortamın fazla nemini içeri çekerler. Ancak ürün aldığı bu serbest suyu yüzeyine doğru iter. Alçı yapı ürününün boşluklarındaki serbest su yaklaşık 100 °C'de

buharlaşıp yok olurken ısı iletkenliği de en düşük değerindedir. Sıcaklık artarsa kristal suyunu da yitirmeye başlar, yarım sulu kalsiyum sülfat ve susuz kalsiyum sülfata (anhidrit Ca SO_4) dönüşür. Bu arada ayrışma için yetecek olanda ısı enerjisini de tüketir. Ayrışan su buharı alev ile alçı ürün arasında bir katman oluşturur. Buhar katmanı ve ısı enerjisinin ayrışma için tüketilmesi nedeniyle, sıcaklık yangın yüzünden içe doğru gittikçe azalır. Isı iletkenlik değerinin en düşük olduğu kalınlıkta (ayrışma düzleminde) ayrışma biter. Şekil3'de Gypsum Association (USA) tarafından ASTM'e uygun olarak yapılan deneyde yangının başlamasından iki saat sonra alçı ürünün davranışı görülmektedir. Levhanın ön yüzünde sıcaklık 1040°C iken arka yüzde ancak 54°C olmuştur.

İnorganik bir gereç olduğu için yanmayan, yanıcılık sınıflarından A1 grubunda yer alan alçıdan üretilen ürünlerin bu yalıtkanlık özelliği öğelerin yangın direnime değerlerinin artırılmasında ve böylece yapıların yangın korunumlarında önemli katkılar sağlar.



Şekil 3 Yangının başlamasından İki Saat Sonra Alçı Ürünün Davranışı

4.YAPI ÖGELERİNİN YANGIN DİRENİM DEĞERLERİNİN ARTIRILMASINDA ALÇI UYGULAMALARI

Bazı yapı ürünleri yangında yanabilir (B sınıfı) ya da yanmaz (A sınıfı) ama eriyebilir, dayanımını yitirebilir, genleşebilir, büzülebilir, çatlayabilir. Etkilenen duvar, döşeme, çatı vb. yapı öğeleri ile

onların gövde, kaplama, kolon, kiriş vb. bileşenleri hem işlevlerini yitirir hem de yangın yayılımına yolaçabilir. Bu nedenle öge ya da bileşeni oluşturan yanan ya da yanmayan her gereç ve parçanın yangında gösterdiği davranışın irdelenmesi gerekir.

Ahşap, kagir bloklar, betonarme, çelik, alüminyum gibi yapıda, özellikle de yapının strüktür öğelerinde yaygın kullanımı olan ürünlerin yangında gösterdiği davranışların bilinmesi, önlem alabilmek açısından yarar sağlar.

oAhşap

Ahşap ve ürünleri yanıcıdır. Yüksek sıcaklıkta ($\infty 100^{\circ}\text{C}$) ahşap tümüyle kurur, bükülme, çarpılma ve ağırlık kaybı oluşur. Sıcaklık arttığında, çok ısınmış ahşap başka ısı kaynakları tarafından tutuşturulmaya hazır duruma gelir. Isı yalıtımı yapabilecek yanmaz bir ürünle kaplanması ahşabın hem tutuşmasını hem de bükülme ve çarpılmasını engeller ya da geciktirir.

oKagir Bloklar

Tuğla, beton ve gazbeton parçalarla üretilen öğeler yangına karşı önemli ölçüde direnime gösterirler. Bu ürünler A sınıfında yer alır. Büyük boşluklu parçalarda yüksek sıcaklıktan doğan gerilmeler nedeniyle çatlaklar oluşabilir. Çatlaklar ögenin geçişimsizlik, yalıtıkanlık ve giderek de durağanlığının yitmesine neden olur. Yangında yüksek sıcaklığın öğeye iletimini engelleyen kaplamalar çatlakları önleme açısından yararlıdır.

oBetonarme

Beton ve çeliğin ısı genleşme katsayıları birbirine yakın olmakla birlikte yüksek sıcaklıklarda genleşme farkı önemli değerlere ulaşır ve çelik ile beton arasındaki yapışma kaybolur. Betonun çatlama ve kavlanma sonucu açığa çıkan çelik donatı ısıyı daha da hızlı iletirken, çeliğin sıyrılmasıyla taşıyıcı gücünü yitirir ve göçebilir. Betonarmede yeterli pas payının bırakılması yanında ısı iletimini indirmek için ek önlem alınması da gerekir.

oÇelik

Çelik bileşenler (kiriş, kolon vb.) kritik sıcaklığa erişinceye dek işlevlerini sürdürürler. Kritik sıcaklığın üzerinde biçim değiştirerek (deformasyonla) göçmeye neden olabilirler.

Soğuyunca ilk dayanımının % 90'ını tekrar kazanabilen çelik taşıyıcıların, biçim değiştirmeleri durumunda yeniden kullanılma olanağı yoktur. Bu nedenle yangında kritik sıcaklığa erişmelerini engelleyecek kaplamalarla çözüm aranmalıdır.

oAlüminyum

Alüminyum ve alaşımlarının ergime noktası ve kritik sıcaklığı çeliğinkinden oldukça düşüktür. İstenen düzeyde yangın direnimli duruma getirilmesi çelik için önerilen çözümlerle aynıdır, ancak daha etkin bir yalıtıma gerek duyulur. Yangın karşısındaki davranışları belirtilen bu ürünlerle üretilmiş öğelerin yangın direnim değerleri alçı uygulamaları ile yeterli düzeye getirilebilir. Bu amaçla alçı, sıva, levha ve blok olarak yüzeylere kaplanmaktadır.

Yangın karşısındaki davranışları belirtilen bu ürünlerle üretilmiş öğelerin yangın direnim değerleri alçı uygulamaları ile yeterli düzeye getirilebilir. Bu amaçla alçı, sıva, levha ve blok olarak yüzeylere kaplanmaktadır.

oAlçı Sıva

Alçı sıvaların yangın etkisine karşı direnci, karışımlarına, uygulandığı yüzey ile arasındaki yapışmaya ve kalınlıklarına göre 1/2-4 saat arasındadır.

Alçı sıvaların yangına direnci katkılı alçıya perlit, vermikülit, cam lifi, asbest lifi gibi yanmayan agregalardan bir ya da ikisinin karıştırılmasıyla artırılır.

Kesintisiz bir yüzey oluşturan alçı sıvanın geçişimsizlik sağlaması da uygulandığı öge ya da bileşenin yangın direnimine önemli bir katkıdır. Ancak yangın sırasında sıvanın yüzeyden kopmaması, parçalanmaması için sıva ile uygulandığı yüzeyin değişik genleşme değerlerinde olmaması, yeterli yapışmanın sağlanması gerekir. Bunun için alçı levha ya da daha iyisi metal sıva altlıklarından yararlanılır (Şekil4) ve yüzeye iyi yapışan sıva karışımları seçilir. Hafif agregalı alçı sıvalar hem yalıtkanlıkları hem de yüzeye çok iyi yapışarak geçişimi önledikleri için uygulandıkları öğelerin yangın direnim değerlerini artırır.

oAlçı Levha (Plasterboard)

Alçı levhalar yüzeylerindeki karton nedeniyle yanıcı ürünlerin (B) zor alevlenici (B1) ve çok az alev yayılımı olan yüzeyler (Sınıf 1) sınıfında yer almaktadır. Ancak yanmaz yüzeylerle (alüminyum folyo, özel plastik vb.) kaplanmış, iç dolgusuna perlit, vermikülit, cam lifi, asbest lifi gibi agregalar katılmış, boşlukları artırılmış özel yangın levhaları yanmaz (A) ve alev yayılımı olmayan yüzeyler (Sınıf O) sınıfındadır.

Ahşap kirişli döşemelerde, çelik kolon ve kirişlerde, metal ya da ahşap dikmeli bölme duvarlarında, asma tavanda, çatılarda (kiremit altı levhası) ve sıva altlığı olarak kullanılan alçı levhalar ya öge ya da bileşenin çevresinde kaplanır ya da öge arada bırakılarak iki yüze uygulanır.

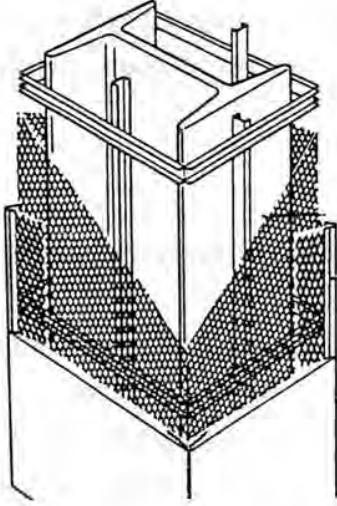
Şekil 5'de öğelerde yangın direnim amaçlı alçı levha uygulamaları görülmektedir.

oAlçı Blok

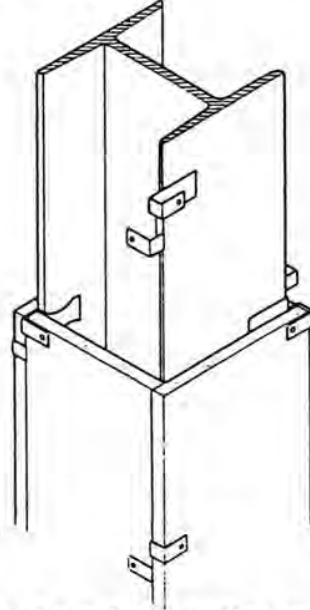
Çelik taşıyıcıların yangın direnim değerini artırmak için dikdörtgen ya da özel kesitli, boşluklu alçı bloklardan da yararlanılmaktadır. Taşıyıcı kesitine uyan özel bloklar nal, L ve U biçimlerinde üretilmektedir.(Şekil 6)

Alçı bloklarla kaplanmış çelik taşıyıcıların yangın direnimleri 1 1/2 ile 5 saat arasındadır.

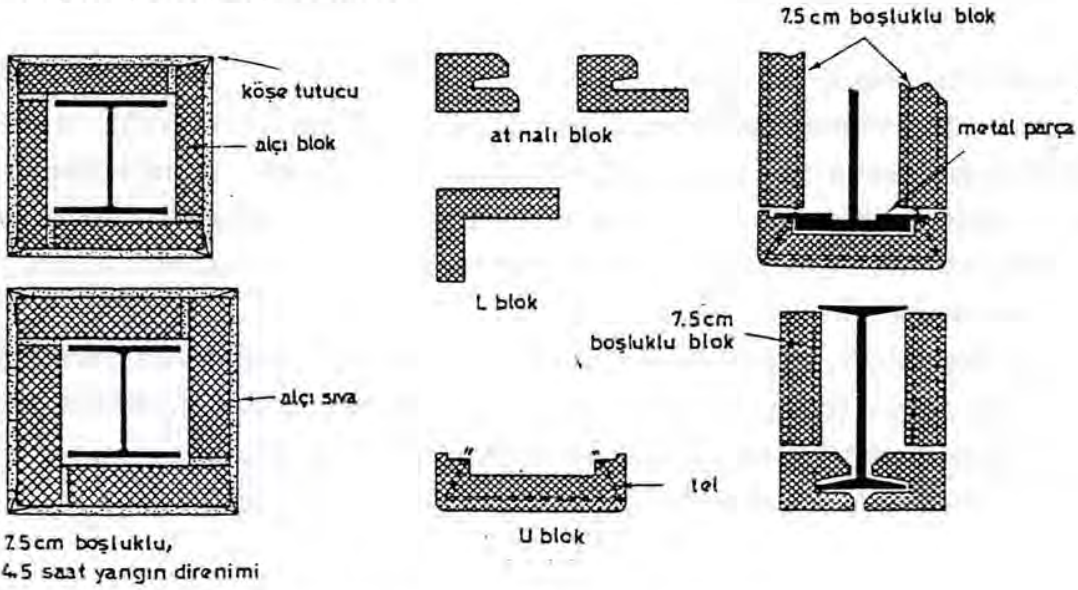
Tablo 2'de alçı sıva, levha ve blokların yangın direnimleri verilmiştir.



Şekil 4. Metal Sıva Altlığı ve Köşe Tutucular Kullanılarak Hafif Alçı Sıva Uygulanmış Çelik Taşıyıcı (4 saat yangın direnimi)



Şekil 5 Alçı Levha ile Kaplanmış Çelik Taşıyıcı



Şekil 6 Alçı Blok Türleri ve Taşıyıcıların Kaplanması

Tablo 2. Üzeri Alçı Ürünlerle Kaplanmış Bazı Öge ve Bileşenlerin Yangın Direnim Değerleri

| Öge ya da Bileşen | Kaplama Uygulanan Yüzey | Kaplama | Yangın Direnimi saat |
|---|--|--|----------------------|
| Çelik taşıyıcı kolon | Metal sıva altlığı | 38 mm.kumlu alçı sıva | 2 |
| | | 19 mm. hafif agregalı alçı sıva | 2 |
| Çelik Kiriş 350 mm. ara ile beton döşemeye bağlanmış | Metal sıva altlığı | 32 mm. hafif agregalı alçı sıva | 4 |
| Çelik ya da ahşap çerçeve | İki yüzde 9.5 mm.alçı sıva altı levhası | 5 mm.alçı sıva | 1/2 |
| | | 13 mm. kumlu alçı sıva | 1 |
| | | 10 mm. hafif agregalı alçı sıva | 1 |
| | | 16 mm. hafif agregalı alçı sıva | 1 1/2 |
| | | 25 mm. hafif agregalı alçı sıva | 2 |
| | 19 mm.alçı levha | 10 mm. hafif agregalı alçı sıva | 1 1/2 |
| | | 16 mm. hafif agregalı alçı sıva | 2 |
| Çelik taşıyıcı (ağırlık en az 44.8 kg/m) | 9.5 mm. alçı sıva altı levhası | 3 mm. kumlu alçı sıva | 1 |
| | | 6 mm. alçı sıva | 1 |
| | 19 mm.alçı levha | 9.5 mm.kumlu alçı sıva | 1 1/2 |
| | | 13 mm. kumlu alçı sıva | 2 |
| | Metal sıva altlığı | 32 mm.hafif agregalı alçı sıva | 4 |
| 90 mm. normal tuğla iç duvar | İki yüzde 11 mm. kumlu alçı sıva | 2 mm. kireçli alçı sıva | 4 |
| 16 mm. ahşap levha ile kaplanmış, 600 mm. aralıklı 175x44 mm. kesitli ahşap döşeme | | İki kat 12.7 mm.alçı yangın levhası | 1 |
| Çelik taşıyıcı | 50 mm. dolu alçı blok | Bir yüzde 13 mm. kumlu alçı sıva | 4 |
| | 75 mm. boşluklu alçı blok | 13 mm.kumlu alçı sıva | 4 1/2 |

5. SONUÇ

Alçı, kimyasal, fiziksel özellikleri ve su ile ilişkisi nedeniyle yanmayan, tutuşmayan, yüzeyinde alev yayılımı olmayan ve yangın yaymayan bir gereçtir. Üzeri yanicılarla kaplanmış olanlar dışında tüm alçı ürünleri ve özellikle de yangın için üretilmiş olanlar, belirtilen bu nitelikleri ile ögelerin yangın direnim değerlerini artırmada önemli yararlılıklar sağlar.

Alçı ürünler, yangından olumsuz etkilenebilecek ve yapının belirlenmiş süreden önce işlevini yitirmesine, göçmesine neden olabilecek yapı öge ve bileşenlerinin üzerine uygulanarak onların durağanlığını, geçişimsizliğini, yalıtkanlığını ve sonuçta yangın direnirni değerlerini artırır.

Yangın direnirni ölçütlerine göre tasarlanmış ve üretilmiş bir yapı, bireylerin onu güvenliikle boşaltmasına olanak sağlaması yanında yangının, oluştuğu mekanın sınırlarını aşarak tüm yapıya ve çevredeki yapılara yayılımını geciktirerek, itfaiyenin etkili ve bilinçli bir kurtarma ve yangın savaşını sürdürmesine yardımcı olur.

KAYNAKLAR

- Balanlı, Ayşe, "Yurdumuzda Alçının Yapı Maliyetine Sağlayacağı Yararlılıkların Araştırılması" Yayınlanmamış Doktora Tezi, İDMMA, 1981.
- British Gypsum, **Housing Rehabilitation Handbook**. London:1978.
- British Gypsum, **Pocket Book**. Third Edition. London:1979.
- Cote, E.Arthur (ed.) **Fire Protection Handbook**. Seventeenth Edition. Massachusetts:National Fire Protection Association, 1991.
- Everett, Alan (ed.) **Materials**. Mitchell's Building Series. Fifth Edition. England: Longman, 1995.
- Martin, David (ed.) **Specification 80**. Building Methods and Products. V1-V3 London: The Architectural Press,1980.
- Türkiye Yangından Korunma ve İtfaiye Eğitim Vakfı **Yangından Korunma Yönetmelikleri**. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yangından KorunmaYönetmeliği ve Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli ve Zararlı Maddeler Tüzüğü.İstanbul:1992
- Yavuz, Güner. "Yapılarda Yangın Korunumu-Mimari Tasarım Etkileşimi" YEM, Bina Yangın Güvenliği Semineri İstanbul: 28 Mart 1996.
- Yavuz, Güner "Yapıda Yangın Korunumu ve Mimari Tasarıma Etkisi" Yayınlanmamış Doğentlik Tezi, İDMMA, 1979.

ÇELİK BİR BİNANIN TAŞIYICI SİSTEMİNİN, ALÇI İLE, YANGINA KARŞI KORUNUMU

YEŞİM KAMİLE AKTUĞLU ORBAY

BİLDİRİ ÖZETİ

Bir binanın çelik taşıyıcılı olması, çok büyük avantajlar getirirken, çelik malzemenin yüksek ısıya karşı dayanımının sağlanması için yangına karşı önlem alınmalıdır.

Günümüzde, ilerleyen teknoloji sayesinde, bu önlem konusu, hangi malzeme ile olsun'u tartışılmaktadır. Bu malzemeler arasında da, avantajlar açısından ALÇI, en başta yerini almaktadır, diğer koruyucu malzemelere kıyasla...

Bildiride, alçı malzemenin diğer koruyucu malzemeler ile karşılaştırması yapılacak ve çelik için önemi vurgulanacaktır.

YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ

- 1963'te, İzmir'de doğdu
1981'de, İzmir Bornova Anadolu Lisesi'nden mezun oldu-
İngilizce eğitilmiş, 2.yabancı dil'i Almanca
1981'de, ilk tercihi olan,Ege Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Mimarlık Bölümü'nü birincilikle kazandı
1985'te, TAÇ Vakfı-Türkiye Anıt-Çevre-Turizm Değerlerini Koruma Vakfı tarafından düzenlenen, "Koruma Amaçlı Proje Yarışması"nda TEŞVİK ÖDÜLÜ'NÜ aldı
1985'te, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nden, 36 kişi arasında, birincilikle mezun oldu
1985'te, mezun olduktan sonra,mezun olduğu bölümün Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'nda araştırma görevliliği sınavını kazanarak,
1985'te, Ekim ayı'nda, araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı,
1985'te, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'nda, yüksek lisans eğitimine başladı
1987'de, Birleşmiş Milletler Türk Derneği, Kent-Koop ve Mimarlar Odası tarafından açılan,"21.yıyın Konutu ve Çevresi" konulu fikir proje yarışmasında MANSİYON aldı
1989'da, "Kemeraltı Tarihi Dokusu İçinde Günümüz Koşullarına Uygun Yapılaşma İçeriğinde Taşıyıcı Sistem Seçimi" başlıklı tezi ile, "Yüksek Mimar" ünvanını aldı
1989'da, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'nda, doktora eğitimine başladı
1992'de, British Council'in bursunu kazanarak, 25 Mart-6 Mayıs arası, 6 hafta süre ile İngiltere/Londra'da tez konusu- çelik binalar, ile ilgili araştırmalarda bulundu
1993'te, hem Paris La Defense-Fransa'da, ECCS-European Convention for Constructional Steelwork'ün hazırladığı "Architecture & Steel International Symposium"a izleyici olarak katıldı, hem de Paris'te, sempozyum süresi de dahil olarak bir hafta süre ile, doktora tez konusu- çelik binalar,ile ilgili araştırmalar yaptı
1995'te, Eylül ayı'nda, "A New Trend in Design and Construction for 21st Century According to Architectural Requirements in Steel Buildings and Economic Design" başlıklı tezi ile, "Doktor Mimar" ünvanını aldı
1996'da, Şubat ayı'nda öğretim görevlisi kadrosuna atandı
1997'de,British Council'in bursunu 2.kez kazanarak,18 Ocak-1 Mart arası,6 hafta süre ile İngiltere/Londra'da uzmanlık konusu-çelik binalar,ile ilgili araştırmalarda bulundu
1997'de, "Çelik Malzeme ile Bina/Yapı Tasarımı" başlıklı, kendine ait, seçme dersi seçildi
halen aynı kadroda görev yapmaktadır...

Bildiride, çelik binaların yangına karşı korunumunda,-levha/pano (board) ile korunumunda-, alçı levhalar ile korunum konu edilmektedir.

Alçı levhaların özelliklerini, diğer levhalarla karşılaştırmadan önce, alçı konusunu irdelemeliyiz.

Alçı, kalsiyum sülfat hemihidrat (bak. kalsiyum sülfat) bileşiği olan ve ıslatılıp kurutulduğunda sertleşerek donan, beyaz renkli ince alçıtaşı tozudur. Kalsiyum sülfat dihidrat, ya da alçıtaşının 120°-180°C'ye kadar ısıtılmasıyla elde edilir. Bileşiminin donmasını geciktirici bir katkı maddesi eklendiğinde kaba ya da ince siva adını alır.

Eski çağlardan bu yana kullanılmakta olan alçıya, alçıtaşının siva ve çimento yapmak üzere ilk kez Paris yakınlarında kullanılmış olmasından ötürü "Paris Sivası" adı da verilir.

Jips olarak ta bilinen alçıtaşı, hidratlı kalsiyum sülfat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yapısında sık rastlanan bir sülfat mineralidir. Jips, kireçtaşlarında, dolomitli kireçtaşlarında ve bazı şeylerde de dağınık kütleler halinde bulunur.

İşlenmemiş haldeki jipsten eritici, gübre, kağıt ve dokuma malzemelerinde dolgu maddesi, Portland çimentosu üretiminde geciktirici olarak yararlanılır. Ama jipsin büyük bölümü kavru olarak alçı, mermer sıvası ve çimento gibi malzemelerin yapımında kullanılır. Beyaz renkli bir bağlayıcı malzeme olan alçı, jips mineralindeki suyun tümüyle ya da kısmen giderilmesi yoluyla hazırlanır ve malzemeye çoğunlukla bazı geciktirici ya da sertleştirici maddeler eklenir. Suyla karıştırılarak yumuşak halde uygulandığında alçı, üzerine sıvandığı malzemeye tutunur ve suyla kimyasal olarak yeniden birleşerek sertleşir. Döşeme malzemelerinde kullanılan sert alçı yapımında ise jipsin suyu yüksek sıcaklıklarda giderilir ve karışıma alkali sülfat, şap ya da boraks gibi kimyasal maddeler eklenir. Üretim sırasında alçıya çeşitli lif türleri ile kireç ya da kil eklenebilir. Örme alçılarına ise kimi zaman kum da katılır. Çoğu ülkede jips çökeltileri bulunmakla birlikte önde gelen jips üreticisi ülkeler ABD, Kanada, Fransa, İtalya, SSCB ve İngiltere'dir.

Türkiye'nin pek çok yöresinde de jips yataklarına rastlanır. Niğde'nin Ulukışla ilçesine bağlı Darboğaz köyü yakınlarındaki yataklardan elde edilen jips iyi kalitelidir. Başlıca jips yatakları, Ankara'nın Şereflikoçhisar, Beyazarı ve Ayaş ilçelerinde, Erzurum'un Aşkale ilçesine bağlı Pınarkaban ve Küçükgeçit köylerinde, Balıkesir'in Susurluk ilçesinde, Eskişehir'in Sivrihisar ilçesinde, Denizli'nin Honaz ilçesinde, Sivas, Kars ve Kayseri illerinin çeşitli yörelerindedir.

Bir de, sülfat minerallerini, yani doğal sülfirik asit tuzlarını incelersek, yaklaşık 200 ayrı sülfat mineralinin belirlenmiş olduğunu, ama bunların çoğunun ender rastlanan, yerel mineraller olduğunu öğreniriz. Barit ve sefesiit gibi bol miktarlarda bulunan sülfat mineralleri metal tuzlarının hazırlanmasında kullanılır. Çoğu sülfat mineralinden gübre ve tuz üretiminde, katışıksız jipsten ise Paris alçısının hazırlanmasında yararlanılır.

Bütün sülfat minerallerinin atom yapısı, birbirinden ayrı, yalıtılmış sülfat (SO_4^{-2}) dörtyüzlülerine dayanır; bunlar, merkezinde bir kükürt atomu, dört köşesinde ise dört oksijen atomu bulunan dörtyüzlü iyonlardır. Bu dörtyüzlü grupları polimerleşmez ve her grup eksi yüklü tek bir molekül ya da karmaşık özelliği gösterir. Bu nedenle sülfatlar, zincir, halka, yaprak ya da örgü biçiminde bağlanan silikatlardan ve boratlardan farklıdır.

Bilinen başlıca dört tür sülfat minerali vardır: Önceden var olan sülfür cevherlerinin yükseltgenme ürünleri, evaporit çökeltileri, çevrim halindeki çökeltilerde bulunanlar ve

sıcak su ya da yanardağ gazlarının etkisiyle oluşan çökellerde yer alanlar. Pek çok sülfat minerali önceden var olan birincil sülfür kaynaklarında ya da bu tür kaynakların yakınlarında, demir, kobalt, nikel, çinko ve bakırın alkali hidratları halinde bulunur. Sülfat mineralleri, ufalanmanın ve dolanan suların etkisiyle yükseltgenebilir ve bunun sonucunda sülfür iyonu sülfata, metal iyonu ise daha yüksek değerlikli bir biçime dönüşebilir. Bu tür yükseltgenme ürünü sülfat yataklarına özellikle çöllük bölgelerde (örn. Şili'deki Chuquicamata) rastlanır; buralardaki parlak renkli, alkali bakır ve demir III sülfat yığılımları göze çarpar. Yükseltgenme süreçleri sonunda ortaya çıkan sülfat anyonları kalsiyum karbonatlı kayaçlarla da tepkimeye girerek jips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) oluşturabilir. Birincil sülfürlerin yükseltgenmesiyle oluşan başlıca sülfat mineralleri, antlerit, broşantit, kalkantit, anglezit ve plumbojarosittir.

Çözünür alkali ve alkali toprak sülfatlar, sülfat bakımından zengin salamuraların ve kapanlarda toplanmış tuzlu deniz suyu çözeltilerinin buharlaşması sonucunda kristalleşir. Bu tür salamuralar ekonomik bakımdan önemli sülfat, halojenür ve borat mineralleri çökelleri oluşturabilir. Örneğin, ADC'de Stassfurt'ta ve ABD'nin güneybatısındaki kalın yataklar bu tür çökellerdir. Pek çok sülfat minerali birden çok metalin tuzudur; örneğin polihalit, potasyum, kalsiyum ve magnezyum sülfatlarının bir karışımıdır.

Evaporit çökellerinde yaygın olan başlıca sülfat mineralleri, anhidrit, jips, tenardit, epsomit, glauberit, kainit, kizerit, mirabilit ve polihalittir. Sülfat anyonlarını taşıyan yeraltı suları çamurlar, killer ve kireçtaşları içindeki kalsiyum iyonlarıyla tepkimeye girerek jips yataklarının oluşmasına yol açabilir. Albatr(sumermeri) ve Paris alçısı bu tür kütleli malzemelerdir. Bu yataklar derinlere gömülür ya da ısı ve basınç etkisiyle başkalaşıma uğrarsa, jipsin su kaybetmesiyle anhidrit oluşabilir.

Çok sayıdaki sülfat minerali, özellikle de basit olanları, volkanik gazlarla bağıntılı sıcak sulu çözeltilerden türeyebilir. Bu yolla oluşan başlıca sülfatlar anhidrit, barit ve selestittir.

Jips sülfat mineralinin özelliklerini incelersek;

Formül.....- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Renk.....- renksiz, beyaz, gri, kahverengimsi, sarımsı (kütleli)

Parlaklık.....- yarı camsı

Mohs sertliği.....- 2 (bir sertlik standardı)

Özgül ağırlığı.....- 2.3

Yapısı ya da biçimi.... - uzamış tablamsı kristaller (bazıları 5cm uzunluğunda; öbürleri bükülmüş ya da eğik); taneli ya da eğik); taneli ya da lifli kütleler; gül biçimli rozetler

Kırılma ya da dilinim....- bir kusursuz diinim

Kırma indisi..... - $\alpha = 1,515 - 1,523$

$\beta = 1,516 - 1,526$

$\gamma = 1,524 - 1,532$

Kristal sistemi ve uzay grubu.....- monoklinal A(2/a)

Bir bileşeni sülfat olan jipsin diğer bileşeni de kalsiyumdur.

Kalsiyum (Ca) periyodik tablonun IIa grubunda yer alan toprak alkali metaller grubundan kimyasal bir elementtir. Bolluk bakımından yerkabuğundaki elementler arasında beşinci, insan vücudundaki metalik elementler arasında ise birinci sırayı alır.

Gümüş griliğinde, oldukça sert ama buna karşılık hafif bir metal olan kalsiyumu ilk olarak 1808'de Sir Humphry Davy, bir kireç ve cıva II oksit karışımının elektrolizi

sonucunda oluşan amalgamdan cıvayı damıtarak ayırdı. Bununun sonucunda, çok eski çağlardan beri bilinmekte ve kullanılmakta olan kirecin, kalsiyum oksit olduğu anlaşıldı.

Kalsiyumun en önemli bileşiği kireçtaşlarının, mermerlerin, tebeşirlerin, inci kabuklarının ve mercanların başlıca bileşeni olan kalsiyum karbonattır (CaCO_3) ve doğal kaynaklardan elde edilen bu bileşik seramik, cam gibi çeşitli ürünlerde dolgu maddesi ve kalsiyum oksit üretiminde başlangıç maddesi olarak kullanılır.

Kalsiyum sülfat (CaSO_4) doğal olarak bulunan bir kalsiyum tuzudur. **Jips** (alçıtaşı) ise, kalsiyum sülfatın çift hidratlı ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) bir türüdür. Jips ısıtıldığında kristal suyunun dörtte üçünü kaybederek yarım hidratlı alçıya ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) dönüşür. Alçı suyla karıştırıldığında yeniden çift hidratlı biçimine dönüşerek sertleşir. Yeraltı sularında bulunan kalsiyum sülfat, suya, kaynatıldığında bile giderilemeyen kalıcı bir sertlik verir.

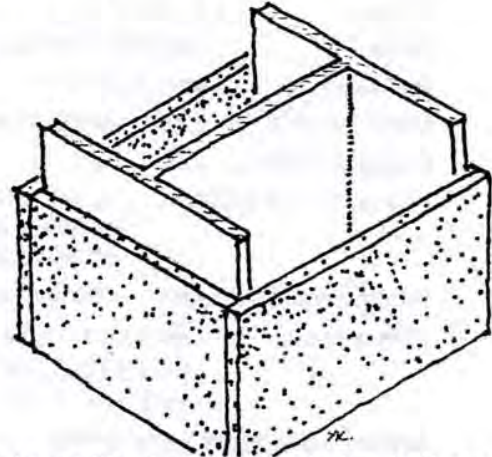
Alçının en temel ve birincil bileşeni olan kalsiyumu da irdeledikten sonra, konumuzun diğer başlığı olan çelik yapılara geldiğimizde, artık bir problem olmaktan çıkmış sadece hangi tipte olanı seçelim ki, amacımıza en uygun olsun, tartışması olan yangına karşı korunumda alçının yeri nedir.

Alçının fiziksel yararlılıklarından olan, "ateşe dayanıklılık" konusunda söz söyletebileceğimiz en temel nokta, "Alçı, anorganik bir malzeme olduğu için yanmaz"dır. Bir yangın anında, alevle karşılaşan alçı elemanın boşluklarındaki nem ile bünyesindeki kristal suyu, ayrılmak için ısı enerjisinin büyük bir bölümünü absorbe eder. Ayrılan ve buharlaşan su, alev ile alçı eleman arasında bir buhar tabakası oluşturur. Suyun buharlaşma süresince alçı elemanın yüzeyinde sıcaklık 140°C üstüne çıkmaz.

Çelik yapıların yangına karşı korunumunda, levha korunumu (board protection), çelik yapıların yangın dayanımını sağlamak için olan metodlardan biridir. Bu metod, aşağıda referanslanan, detaylı tasarım rehberlerine danışmadan kullanılmamalıdır.

LEVHA KORUNUMU (BOARD PROTECTION):

4 SAAT'E KADAR



Metod

Bu sistemde, yangın önleyici yalıtımın, herhangi bir çelik elemana, levhalar halinde tutturularak yerleştirilir. Çoğu yalıtım ürünü, elemanı, 4 saatlik bir süreye kadar koruyabilir. Tutturma metodları çeşitlidir.

Prensip

Yalıtım, bir çelik elemanın ısınma hızını azaltır, öyle ki, gereken yangın direnci süresince, o'nun sınır ısısı aşılmaz. Yalıtım levha kalınlığı, önemle, elemanın kesit faktörüne (H_p/A) ve gereken yangın tasnifine bağlıdır.

Avantajları

- Kutulanmış görünüm, gözüken elemanlar için uygundur
- Temiz, kuru sabitleme
- Fabrikada üretilmiş, garantili kalınlık
- Sıklıkla astarlanmamış çelik işine uygulanır
- Bazı ürünler, açıktaki kullanımlar için de uygun olabilir

Sınırlamalar (üretici ile kontrol etmek)

- Karışık detayların etrafına yalıtımda, arzulanan uygunluk
- Spreylere kıyasla, elemana sabitlenmesi belki daha pahalı ve daha yavaş olabilir

Korunum Kalınlığı

"Binalardaki Yapısal Çeliğin Yangın Korunumu"nda verilmiş kalınlık miktarları, normal olarak, tam uygunluktaki H ve I hadde kesitleri üzerinde yapılmış yangın deneylerinden türetilmiştir. Diğer kesitler için ihtiyaç duyulan kalınlık, belirlenmiş bir kesit faktörü ve yangın sınıflaması için, aşağıdaki gibi değiştirilebilir:

Castellated Kesitleri

Bir castellated kesit üzerindeki, yangın önleyici malzemenin kalınlığı, onun kesildiği kesit için gerekenden, %20 daha büyük olması gerekmektedir.

Yukarıda, bir çelik yapının yangına karşı levha ile korunumundan genel olarak bahsettikten sonra; hem levha ile korunum, hem de diğer tip korunumların özelliklerinin var olduğu bir tabloda, alçı elemanın diğer levha tipi elemanlarla olan farlılığını gözlemleyebiliriz.

Bu tablodaki değerler, ECCS #89- Çelik Yapıların Yangın Dayanımı (ECCS- teknik komite 3- Çelik Yapıların Yangın Güvenliği-ENV 1993 kısım1-2 "Çelik yapıların tasarımı:- yapısal çelik tasarımı"nın üzerine-Eylül 1995) başlıklı teknik raporunda anlatılan yangın korunumunda kullanılacak yalıtımın kalınlığını hesaplanmasında kullanılan değerlerdir.

Çelik yapıların, gerek duyulan yangın dayanımı (direnci)- yangın dayanım sınıfları R30/ R60/ R90 vs.terimleri bağlamında- ulusal düzenlemelerle verilmiştir. Bu gereksinimler, bina katlarının sayılarını, binanın kullanımını, yangın yükünü, insanların sayısını, ve sprinkler, otomatik yangın önleyici ve yangın köpüklerinin yakınlık (proximity) ve tipi gibi aktif sistemlerin faydalı etkilerini gözönüne alır.

Yapısal elemanların yangın dayanımının değeri (assessment), ocaklardaki standart yangın testlerine veya hesaplara dayanır. Bu teknik bilgi, Avrupa ön standardı olan ENV 1993-1-2(1),(2)'e göre olan korunmamış ve korunmuş binanın içindeki çelik işçiliğinin hesap metodlarını açıklar.

Başlangıç tasarımı (*) için genel özellikleri verilen yangın koruyucu malzemeler; Spreyler, levhalar, sıkıştırılmış lifli levhalar, beton, hafif ağırlıklı beton, beton biriket, delikli biriketler, dolu biriketler olarak sınıflandırılmıştır.

| Malzeme | Birim hacim P_p kg/m ³ | Nem bileşeni p % | Isısal iletkenlik λ_p W/(m.k) | Özgül ısı C_p J/(kg.k) |
|-----------------|---|--------------------------|---|--------------------------------|
| Spreyler | | | | |
| -mineral lif | 300 | 1 | 0.12 | 1200 |
| -vermikülit | 350 | 15 | 0.12 | 1200 |
| çimento | 350 | 15 | 0.12 | 1200 |
| -perlit | | | | |
| Yüksek | | | | |
| yoğunluklu | | | | |
| spreyler | | | | |
| -vermikülit | | | | |
| (veya perlit) | 550 | 15 | 0.12 | 1100 |
| ve çimento | | | | |
| -vermikülit | 650 | 15 | 0.12 | 1100 |
| (veya perlit) | | | | |
| ve jips(alçı) | | | | |
| Levhalar | | | | |
| (boards) | | | | |
| -vermikülit | | | | |
| (veya perlit) | 800 | 15 | 0.20 | 1200 |
| ve çimento | | | | |
| -lif-silikat | | | | |
| veya | 600 | 3 | 0.15 | 1200 |
| lif-kalsiyum- | | | | |
| silikat | | | | |
| -lif-çimento | 800 | 5 | 0.15 | 1200 |
| -jips-levha | 800 | 20 | 0.20 | 1700 |
| Sıkıştırılmış | | | | |
| lif levhalar | | | | |
| -lif silikat, | | | | |
| mineral yünü | 150 | 2 | 0.20 | 1200 |
| taşyünü | | | | |
| Beton | 2300 | 4 | 1.60 | 1000 |
| Hafif ağırlıklı | | | | |
| beton | 1600 | 5 | 0.80 | 840 |
| Beton briket | 2200 | 8 | 1.00 | 1200 |
| Delikli | | | | |
| briketler | 1000 | - | 0.40 | 1200 |
| Dolu | | | | |
| briketler | 2000 | - | 1.20 | 1200 |

(*) Ticari ürünlerin ulusal yangın deneyleri ile elde edilen özelliklerin elde edilebileceği adresler, bu teknik notun son sayfasındaki Kısım 10'da verilmiştir.

(1) ENV 1993-1-2 ("Genel Kurallar, Yapısal Yangın Tasarımı"), CEN. Brussels 1995

(2) ECCS Teknik Not 92, ECCS #89'a açıklayıcı döküman, Çelik Yapıların Yangın Dayanımı, Brussels 1996

Yukarıdaki tablodan izlenebileceği gibi, levhalar ile korumada jips'in (alçı) diğer malzemelere kıyasla fiziksel açıdan avantajlı olduğu gözlenmektedir.

Bu fiziksel avantajlarının yanısıra, alçının ve alçı elemanının elde edilişi, uygulaması ve bakımı kolay ve ucuzdur. Ayrıca, alçı, tam bitmiş olarak yapıya girer, ek emek ve masraf gerektirmez.

Çağın inşaat yöntemlerine uygun, çabuk- kuru-hafif yapı elemanlarının üretimini sağlayan yapı malzemeleri arasında önemli bir yer tutan, ülkemizdeki oldukça bol miktarda olan alçı rezervimizi, inşaat sektörünü de oldukça yakından ilgilendiren çelik bina/yapı tasarımında, yangına karşı korunum konusunda oldukça fazla bir katkısı olacak olan,

bu alçı sektörünü, işler pozisyona getirmek durumundayız; Hep bir'likte, Alçı Üreticileri, Mimarlar, Mühendisler ve Müteahhit Firmalar, ile bir'lik içindeki çalışma ile...

KAYNAKLAR

- "Fire Resistance of Steel Structures, Kirby,B.R., Dr., British Steel General Steel, Jan1990, Cleveland, UK
- "Çelik Yapı Elemanlarının Yangın Mukavemeti", Arda, T.S., Prof.Dr., Yardımcı, N., Doç.Dr.,Akbasım Matbaacılık, 1995, İstanbul
- "Fire Resistant Design of Structural Steelwork- Information Sheets", British Steel General Steels, Jan1991, London, UK
- "Fire Protection Proprietary Products", British Steel General Steels, Cleveland, UK
- "Ana Britannica", The University of Chicago, 1988, İstanbul
- "Ulusal Alçı Kongresi- 4/5Kasım1991- Bildiriler Kitabı", 1991, YEM, İstanbul
- "Kuzey ve Orta Anadolu Alçıları Üzerine Bir Araştırma", Gürdal, E., Dr.Müh.Mimar., Doktora Tezi, 1976, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul
- "Yapıda Yangından Korunma Sempozyumu- 26Kasım1992- Bildiriler Kitabı", 1992, YEM, İstanbul
- "Materials- Mitchell's Building Series", Everett, Alan, 1993, Longman Scientific & Technical, London, UK
- "Design Examples-BS5950:Part 8:1990- Code of Practice for Fire Resistance Design", Cleveland, UK
- "Architecture and Construction in Steel", edited by Alan Blanc, Michael McEvoy and Roger Plank, 1993, The Steel Construction Institute, E&FN Spon, UK
- "Dictionary of Building", Maclean, J.H., Scott, J.S., The Penguin Books, 1995, UK
- "Dictionary of Civil Engineering", Scott, J.S., The Penguin Books, 1991, UK
- "Fire Resistance of Steel Structures- ECCS #89- Technical Committee3- Fire Safety of Steel Structures"
- "Fire Performance Ratings 1965", Supplement #2 to the National Building Code of Canada

ALÇI HAMURU VE ALÇI HARÇLARININ ELASTİK ÖZELİKLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Dr. Halit Yaşa ERSOY
Sedat KURUGÖL

ÖZET

Bu çalışmada, alçı hamurları ile bunların değişik nitelikte agrega ile karıştırılmasıyla elde edilen çeşitli alçı harçlarının Elastiklik Modülü değerlerinin değişimi ve bu özelliği etkileyen faktörler ele alınmaktadır.

Bu amaçla bu alanda yapılmış çeşitli deneysel çalışmaların sonuçları birlikte ele alınarak, malzemenin elastiklik modülü değerlerinin değişimi ve bu özellik ile diğer malzeme özellikleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Ayrıca, karışımlar kompozit malzeme olarak da değerlendirilerek, sözü edilen özelliklerin Kompozit Malzeme için önerilen bağıntılar aracılığı ile ifade edilebilmesi ile ilgili olarak literatürde yer alan analitik yaklaşımlar da aktarılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Alçı, Alçı harcı, Hafif alçı harcı, Kompozit Malzeme, Basınç mukavemeti, Elastiklik modülü, Birim ağırlık

Dr. Halit Yaşa ERSOY, Prof., Y.Mimar

İstanbul Devlet Güzel Sanatlar Akademisi, Yük.Mimarlık Bölümü'nden mezun oldu.1980 yılında aynı kuruma, Yapı Fiziği ve Malzeme Kürsüsü'ne asistan olarak girdi. Doktora çalışmasını Prof.Dr. Ferruh Kocataşkın yönetiminde sürdürdü ve 1985 yılında İ.T.Ü. F.B.E. İnşaat Anabilim Dalı, Yapı Malzemesi Programında "Alçı Sünger Taşı Cam Lifi Kompoziti" konulu tezi ile tamamladı. 1986 yılında Yard.Doçent, 1989 yılında Doçent ve 1996 yılında Profesör olarak atandı. Alçı ve alçı kompozitleri ile ilgili olarak, doktora çalışmasının yanısıra, RILEM FRC-86 Sempozyumuna cam lifleri ile donatılı hafif alçı kompozitleri konusunda sunulmuş bir bildirisi (1986), "Alçı Yapı Malzemesi,Ders Notları" (1988), "Sürekli Lif Donatılı Alçı ve Hafif Alçı Kompozitlerinin Özelliklerine Etkileri", MSÜ Araştırma Fonu Projesi (1991) ve "Alçı Hamurları ve Agrega Karışımlarının Mukavemet Özelliklerinin Kompozit Malzeme Olarak Araştırılması", Araştırma Projesi (1995) gibi çalışmaları olan H.Y.ERSOY, halen Mimar Sinan Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Yapı Fiziği ve Malzeme Bilim Dalı öğretim üyesidir.

Sedat KURUGÖL, Uzman, Fotograf Lisans Eğ., Yük. İçmimar

Mimar Sinan Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Fotograf Anasanat Dalı'ndan 1984 yılında ve yine aynı üniversitenin Mimarlık Fakültesi İçmimarlık Anasanat Dalı'ndan 1989 yılında mezun oldu. MSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Fiziği ve Malzemesi Lisansüstü Programı'nda başladığı Yüksek Lisans çalışmasını 1992 yılında "Büro Mekanından Akustik Koşulların Yapı Fiziği ve Malzeme Yönünden Araştırılması" konulu tez çalışması ile tamamladı. 1994 yılında MSÜ Meslek Yüksek Okulu, Mimari Restorasyon Programı öğretim kadrosuna Uzman olarak katılan S.KURUGÖL, halen öğretim elemanlığı görevinin yanısıra, MSÜ FBE Yapı Fiziği ve Malzemesi Lisansüstü Programında , polimer katkılı ve çelik tel donatılı hafif ve yarıhafif betonların özellikleri konusunda doktora çalışmalarını sürdürmektedir.

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, yaygın kullanımı olan inorganik bağlayıcılardan alçı malzemenin bağlayıcı fazı oluşturduğu karışımların mekanik özellikleri ele alınarak, elastiklik modülü değerlerinin değişimi ve değişimi etkileyen faktörler ile, bu faktörlere bağlı olarak elastiklik modülünün belirlenebilmesi olanakları irdelenmektedir.

Alçı, yapılarda doğrudan doğruya taşıyıcı sistemi oluşturan bir malzeme olmasa da, alçı hamuru ve alçı harçları ile bunlardan elde edilen çok değişik nitelikte ve farklı işlevlere sahip ürünler yapılar, özellikle yurtdışında yaygın olarak kullanılmaktadır. Gerek üretimi ve gerekse kullanımında getirdiği olanaklar açısından üstün özellikler taşıyan, hızlı ve hassas uygulamalara olanak veren ve düşük maliyeti olan bu malzemenin Ülkemiz'de de daha yaygın olarak kullanılmasının sağlanması gerektirir. Türkiye'de inşaat sektöründe genellikle "dekorasyon malzemesi" gözü ile bakılan alçı ve alçı karışımlarından üretilen ürünler, esasında, çok farklı amaçlara hizmet edebilmekte, değişik uygulama alanlarında kullanılmaktadır. Bu farklı amaçlara hizmet özeliği, ürünün niteliğinde de farklılığı gerektirmektedir. Bu farklılık, malzemenin birim hacim ağırlığı ve mekanik özellikleri yönlerinden bilhassa önem taşımaktadır.

Malzemenin mekanik mukavemeti ile ilgili özelliklerin nisbeten daha basit deneylerle ve daha basit laboratuvar koşullarında belirlenebilmesine karşın, özellikle malzemenin elastiklik modülünün tespiti daha gelişmiş donanımı ve daha detaylı çalışmayı gerektirmekte, deneyimli personel ve zamana ihtiyaç göstermektedir.

Yeni malzeme özelliklerinin araştırılmasında doğal olarak ayrıntılı deneylerin yapılması zorunludur. Ancak bazı hallerde bilinen veya daha basit şekilde belirlenen özellikler vasıtası ile malzemenin elastiklik modülünün kestirilmesi faydalı olmaktadır. Ayrıca, genelde çok bileşenli, kompozit bir malzeme olan bu karışımların bu çalışma kapsamında sözü edilen özelliklerinin, bileşenlerin özellik ve miktarına bağlı olarak tesbit edilebilmesi uygulama açısından yararlı olabilecektir.

Bu çalışmada, konu ile ilgili yayınlarda yer alan bazı deneysel çalışmaların sonuçlarına dayanılarak, alçı hamurları ve agrega ile donatılmış alçı harçlarının özellikleri irdelenerek, bu konuda önerilen çeşitli analitik ifadelerin uygunluğu araştırılmaktadır. Bu irdelene kapsamında malzemenin birim hacim ağırlığı ile mekanik özellikler olarak elastiklik modülü (E-Mod) ve basınç dayanımı ele alınarak, bunların ilişkileri incelenmektedir.

2. MALZEMENİN ELASTİKLİK MODÜLÜ İLE İLGİLİ ANALİTİK YAKLAŞIMLAR

Malzemenin temel özelliklerinin analitik ifadesi için çeşitli çalışmalar sürdürülmektedir. Temel özellikler içerisinde, yük altında malzemenin dayanımı, gösterdiği şekilsel ve boyutsal deformasyon ve bunun niteliğinin ifadesi olan Elastiklik Modülü (E-Mod) özellikle önem taşımaktadır.

Beton ve harçlarda malzeme özellik ve miktarlarından hareketle E-Modülünü ifade etmeye yönelik, birim ağırlıkta ve ve basınç mukavemeti ile olan ilişkilerinin araştırıldığı çalışmalar literatürde yer almaktadır [1,2,3]. Bu tür çalışmalar genelde "danelerle donatılı kompozit malzeme" olarak tanımlayabileceğimiz beton üzerinde yürütülmüştür. Bunlarla ilgili ilişkileri ve sınırlamaları veren ifadeler çeşitli kuruluşların konu ile ilgili tanımlarında yer almıştır.

Bu konuda, normal betonlardaki ilişki en genel hali ile "Hermite Bağlantısı" adı ile de isimlendirilen Bağlantı-1 şeklinde verilmektedir [1,4].

$$E = k \sqrt{\sigma_c} \quad [\text{kgf/cm}^2] \quad (1)$$

$$E = \frac{600000 \cdot R_c}{200 + R_c} \quad (2)$$

Bağıntı-1 de yer alan (k) değeri ,betonlar için 18000- 23000 arasında bir değer olarak verilmektedir. Aynı bağıntı, 1960 yılında Fransız Betonarme Şartnamesi ve 1970 yılında Avrupa Beton Komitesi tarafından k=21000 değerini alacak şekilde benimsenmiştir. Yapılan karışımların ve malzemenin özeliğine bağlı olarak (k) için farklı yayınlarda daha da değişik değerlere rastlanılmaktadır. Örneğin , CEB-FIB hükümlerine göre de bu ilişki küp şeklinde betonlar için k=19000 ve silindirik şeklindeki betonlar için k=21000 mertebesindedir.

Bu alandaki ilk çalışmalarda Bağıntı-1 ile birlikte "Ros Bağıntısı " da (Bağ.-2) yer almaktadır. Burada, heriki bağıntıdaki katsayıların değerinin , esas alınan birim sistemine göre değişebileceği hususu dikkate alınmalıdır.

Hafif betonlarda bu ilişki hafif agreganın katılması ile daha da değişmektedir. Esasında aynı mukavemet özelliklerine sahip Normal Betonlara göre , taşıyıcı hafif betonların E-Modülü değerleri , normal betonunkinin yüzde 50 ile yüzde 80 'i mertebesinde kalmaktadır [5].

Bu konuda , 1960'lı yıllarda yürüttüğü çalışmalarında Pauw [2], taşıyıcı normal beton ve hafif betonlarda , basınç mukavemeti ile E-Modülü arasındaki ilişki için aynı bağıntının geçerli olduğunu öne sürmüştür. Buna göre, birim ağırlığa bağlı olarak, betonlarda E-Modülü ile $[\Delta^{3/2} \sqrt{\sigma_c}]$ faktörü arasında lineer bir ilişki mevcuttur (Bağ.-4).

$$E = 4000. \Delta^{3/2} \sqrt{\sigma_c} \quad [\text{kp/cm}^2] \quad (3)$$

Weigler [1,3] , tüm hafif betonlar için önerilen ve oldukça genel nitelik taşıyan bu ilişkinin , kullanılan hafif agreganın türüne bağlı değişimini incelemiştir. Çalışmalarında, genişleşmiş kil agregası için Bağıntı-4 ve genişleşmiş şist agregası için de Bağıntı-5 deney sonuçlarına bağlı olarak elde edildiği belirtilmektedir.

$$E_{ec} = 5900 + 234 \sqrt{\Delta^3 \sigma_c} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (4)$$

$$E_{es} = 8530 + 238 \sqrt{\Delta^3 \sigma_c} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (5)$$

Taşdemir [6], beton agregasının bir bölümünü ponza taşı hafif agregası ile değiştirerek ürettiği taşıyıcı hafif betonların deney sonuçlarına dayanarak, ortalama hafif agreganın çapına bağlı olarak basınç mukavemeti, birim hacim ağırlığı ve E-Modülü ilişkilerini inceleyerek, saptamalar yapmış olup, ürettiği tüm karışımlar için Bağıntı-6'yı vermektedir;

$$E = -1740 + 580 \sqrt{\Delta^3 \sigma_c} \quad (r=0.939) \quad [\text{N/mm}^2] \quad (6)$$

Genleşmiş kil hafif agregalı, yüksek mukavemetli hafif betonlar üzerinde yaptıkları çalışmaların sonucunda Min Hong Zhang ve Odd E. Gjorv [7], hafif betonlarda basınç mukavemeti ile E-Modülü arasında gözlemlenen ilişkinin Bağıntı-7'ye uygun belirtmektedirler.

$$E = 1.19. \sqrt[3]{R_c^2} \quad (E [\text{GPa}], R_c [\text{Mpa}]) \quad (7)$$

Aynı çalışmada araştırmacılar, çeşitli ülkeler ve kurumlara ait bu konudaki ilişki ve bağıntıları da ele alarak karşılaştırmışlardır. Bunlar Norveç Standardı NS3475 (Bağ.-8), Amerikan Beton Enstitüsü ACI Building Code 318-83 (Bağ.-9) ve Slate, Nilson ve Martinez [8] tarafından öne sürülen Bağıntı-10 dur.

$$\text{NS 3473} \quad E = 9500. R_c^{0.5} \left[\frac{\Delta}{2400} \right]^{1.5} \quad R_c < 85 \text{ MPa} \quad (8)$$

$$\text{ACI 318 - 83} \quad E = 0.0427 \sqrt{R_c} \cdot \Delta^3 \quad R_c < 41 \text{ Mpa} \quad (9)$$

$$\text{Ref.[8]} \quad E = \left(3320. \sqrt{R_c} + 6895 \right) \left(\frac{\Delta}{2320} \right)^{1.5} \quad 21 < R_c < 62 \text{ Mpa} \quad (10)$$

Betonun erken çağlardaki özellikleri arasındaki ilişkileri irdelleyen çalışmalarında Olulun, Burdette ve Deatherage [9], E-Modülü ile basınç dayanımı arasındaki ilişkiyi , 28 günlük betonların E-Modüllerinin basınç mukavemetlerinden hareketle kestirilmesine yönelik olarak önerilen bağıntıları da ele alarak, irdellemektedirler. Yine, yüksek mukavemetli betonların taşıyıcılık özellikleri konusundaki çalışmalarında Shah ve Ahmad [10] normal ve yüksek mukavemetli betonlar için , sırası ile

$$E = \Delta^{2.5} \left[\sqrt{R_c} \right]^{0.65} \quad (11)$$

$$E = \Delta^{2.5} \left[R_c \right]^{0.325} \quad (12)$$

bağıntılarını vermektedirler. Referans-7 ye göre, bu konuda önerilen diğer amprik bağıntılar, Ahmad [Ref.[9] >Ref.[5]] ın Doktora tezinde verdiği ve Jobse ve Moustafa [Ref. [9] >Ref. [6]] nın uygun olduğunu ileri sürdükleri, ACI Building Code 318-83 'de verilen bağıntıya uygun düşen ifadelerdir. Bunlarda sadece çarpan amprik katsayı farklılık göstermektedir.

Aynı konuda, yüksek mukavemetli bir başka çalışmada, Baalbaki, Aitcin ve Ballicy [11] , sırası ile ACI Committee 363 (Bağ.-13), CEB 90 (Bağ.-14) ve Norveç Standardı NS 3473 (Bağ.-8) amprik bağıntılarını ele alarak, araştırmışlardır.

$$\text{ACI 363} \quad E = 3.32 \cdot R_c^{0.5} + 6.9 \quad (R_c \text{ [MPa]}, E \text{ [GPa]}) \quad (13)$$

$$\text{CEB 90} \quad E = 10 \cdot [R_c + 8]^{1/3} \quad (14)$$

Malzemenin E-Modülünün, birim ağırlığı ve basınç mukavemetine bağlı olarak araştırıldığı, farklı malzeme üzerinde yapılan bir diğer araştırma , alçı bağlayıcılı ve süngertaşı hafif agregalı , cam lifli donatılı ve donatısız hafif betonlarda Ersoy [12] tarafından yapılmıştır. Deneysel olarak sürdürülen çalışmalar sonunda yapılan değerlendirilmede, matris hacim oranının 0.40 ve daha büyük olduğu tüm karışımlarda , araştırılan ilişki için lineer regresyon aracılığı ile

$$E = 2725 + 4311 \cdot \sqrt{\Delta^3 R_c} \quad V_m \Rightarrow 0.40 \quad r=0.80 \quad n=48 \quad (15)$$









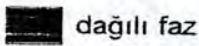

bağıntısı elde edilmektedir. Cam lifli donatının özelliklere etkilerinin de araştırıldığı bu çalışmada, cam lifli donatının , araştırılan ilişkiyi veren regresyon doğrusunun eğimi üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir ($m_{AA} = 403.3$, $m_{AAL} = 394.0$).

Yukarıda yer alan ifadelerin dışında, malzemeyi "Kompozit Malzeme" olarak ele alan ve bu alanda önerilen analitik bağıntılar aracılığı ile özellikleri ifade etmeyi araştıran çalışmalar da mevcuttur [13,14,15,16]. Burada iki temel yaklaşım vardır. Bu temel yaklaşımların ilki, karışımı "İki Fazlı Kompozit Malzeme" olarak kabul eden yaklaşımdır. Diğer yaklaşım ise, Birim Hücre olarak tanımlanan bir "Model Eleman" şeklindedir. Birim hücrenin boyutunun, makroskopik açıdan kompozitin homojen bir malzeme olarak ele alınmasına olanak verecek kadar küçük, buna mukabil sistemin ve fazlar olarak da adlandırılabilir olan bileşenlerin niteliklerini ve farklı geometrik özelliklerini yansıtacak kadar da büyük olduğu kabul edilmektedir.

Betonlar için verilen Birim Hücre modellerinden örnekler Şekil-1 de verilmektedir [17]. Aynı şekilde kompozit malzemenin E-Modülünü hesaplayabilmek amacı ile önerilen bağıntılar da yeralmaktadır. Bu analitik ifadelerde fazların elastik özellikleri ve karışım içindeki karışım oranlarından yararlanılmaktadır. Bütün bu modeller malzemeyi iki fazlı olarak ele almakta, sürekli bir bağlayıcı matris fazı içerisinde agrega dağılılı faz olarak değerlendirilmektedir.

Şekil-1 de yeralan ilk iki model, irdelenen özellik üstsınır ve altsınır bağıntısı niteliğindedirler. Paralel Fazlı Model'i ifade eden ilk bağıntı (Bağ.-1), dağılılı faz E-Modülünün matrisin E-Modülünden daha küçük olduğu haller için ($E_s < E_m$) önerilen bir üstsınır bağıntısıdır. Eşşekildeğiştirmeli Model olarak da adlandırılan bu modele benzer şekilde, Eşgerilmeli Model olarak da adlandırılan Seri Fazlı Model'in de Normal Betonların ($E_s > E_m$) elastik özelliklerini ifade edebildiği kabul edilmektedir [13,18] .

Şekil-1 Birim hücre modelleri ve bileşenlerin elastik davranışlarıyla hacim oranlarına bağlı olarak Kompozitin E-Modülü ile ilgili önerilen bağıntılar [17]

| | | |
|---|---|--|
|  | 1.Paralel fazlı Model [1] | $E_c = E_m V_m + E_p V_p \quad (1)$ |
|  | 2. Seri fazlı Model [1] | $\frac{1}{E_c} = \frac{V_m}{E_m} + \frac{V_p}{E_p} \quad (2)$ |
|  | 3. Dağılı fazlı (Maxwell model) [2] | $E_c = E_m \left[\frac{1 + 2V_p(\alpha - 1)/(\alpha + 2)}{1 - V_p(\alpha - 1)/(\alpha + 2)} \right] \quad (3)$ |
| | | $a = E_p / E_m \quad (4)$ |
|  | 4.Hirsch-Dougill Modeli [3] | $\frac{1}{E_c} = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{E_{c,PARALEL}} + \frac{1}{E_{c,SERI}} \right] \quad (5)$ |
|  | 5. Popovics Modeli [4] | $E_c = \frac{1}{2} [E_{c,PARALEL} + E_{c,SERI}] \quad (6)$ |
|  | 6.Counto Modeli [5] | $\frac{1}{E_c} = \frac{1 - \sqrt{V_p}}{E_m} + \left[\frac{1 - \sqrt{V_p}}{\sqrt{V_p}} E_m + E_p \right]^{-1} \quad (7)$ |
|  | 7.Haşin Modeli [6] | $E_c = E_m \left[\frac{(E_m + E_p) + (E_p - E_m)V_p}{(E_m + E_p) - (E_p - E_m)V_p} \right] \quad (8)$ |
|  | 8. Bache ve Nepper-Christensen [7] | $E_c = E_m^{V_m} E_p^{V_p} \quad (9)$ |
| |  |  |

Maxell [18], dağılılı fazlı bir modelin betonun özelliklerini daha iyi ifade edebildiğini öne sürmektedir. Hirsch - Dougill [19] ve Popovics [20] modelleri de paralel fazlı ve seri fazlı modellerin farklı birleşimleridir. Counto [21] ve Hashin [22] de bu konuda iki ayrı konsantrik model önermektedirler.

Fazların ve kompozitin Poisson oranı değerlerinin eşit, $v_c = v_p = v_m = 0.2$ olarak kabul edilecek olursa, Hashin'in [22] konsantrik küre tipi modelinin Bağıntı-8 ile verilmiş olan ifadesi basitleştirilerek, Bağıntı-10'daki şekli ile yazılabilir.

$$E_c = E_m \left[\frac{(1 + kV_{ag})}{(1 - kV_{ag})} \right] \quad (10)$$

$$k = \frac{E_a - E_m}{E_a + E_m} \quad (11)$$

Bache ve Nepper-Christensen Modeli, hacim oranlarına bağı olarak bileşen özelliklerinin geometrik ortalamasını vermektedir (Bağ-9). Bu bağıntı genellikle beton için uygun sonuçlar vermekte ve elde edilen değerler paralel ve seri fazlı modellerin (Bağ-1 ve Bağ-2) verdiği sonuçların arasında kalmaktadır.

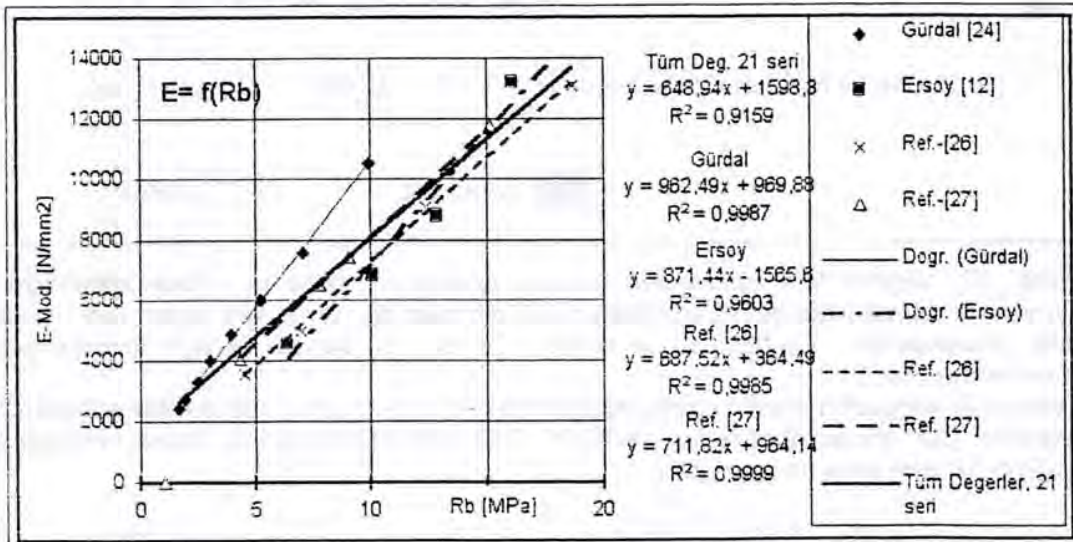
3. ELASTİKLİK MODÜLÜ İLE DİĞER ÖZELİKLER ARASINDA İLİŞKİ KURAN BAĞINTILARIN DEĞERLENDİRMESİ

Bu bölümde, alçı hamur ve harçlarının özellikleri üzerine yapılmış olan deneysel çalışmalardan bazılarında elde edilmiş olan sonuçlar ele alınarak, yukarıda verilmiş olan ve özellikler arasındaki ilişkiyi içeren bağıntılarda üzerinde durulan özellikler arasındaki ilişkiler araştırılmaktadır.

Literatürdeki araştırmalar, yukarıda da değinildiği gibi, özellikle Elastiklik modülü ile malzemenin basınç dayanımı ve birim ağırlığı arasındaki ilişkiler üzerinde toplanmaktadır. Bu iki özellikten özellikle basınç dayanımı öncelikle ele alınmaktadır. Burada da önce, yukarıda verilmiş olan bağıntılardan yedisinde (Bağ.-1, Bağ.-2, Bağ.-7, Bağ.-13, Bağ.-14) üzerinde durulan malzemenin basınç dayanımına bağı olarak elastiklik modülünün belirlenebilmesi ele alınmaktadır.

Şekil-2 de Basınç dayanımı ile E-Modülü arasındaki ilişki doğrusal regresyon aracılığı ile araştırılmaktadır. Burada, alçı malzeme üzerinde deneysel olarak yapılmış olan dört ayrı çalışmanın [12, 24,26,27] sonuçları ele alınarak, bahis konusu ilişki irdelenmektedir. Bu çalışmanın ilerleyen kısımlarında da verilerinden yola çıkılan bu dört araştırmanın sonuçları, alçı hamurları için basınç dayanımı ile E-Modülü arasında doğrusal bir bağıntı olabileceğini göstermektedir. İlgili şekilde de görüleceği gibi bu ilişkilerin korelasyon yönünden irdelenmesinde elde edilen (r^2) değerleri 0.96 değerinin üzerinde olup, üçü 0.99'un üzerindedir. Özellikle Ref.[27] den elde edilen sonuçların, bu açıdan tam bir uyum gösterdiği söylenebilir. Zaten tüm değerlerin birlikte ele alındığı, 21 deney serisinin sonuçlarını birlikte ele alan değerlendirilmede de ($r^2=0.915$) elde edilmektedir.

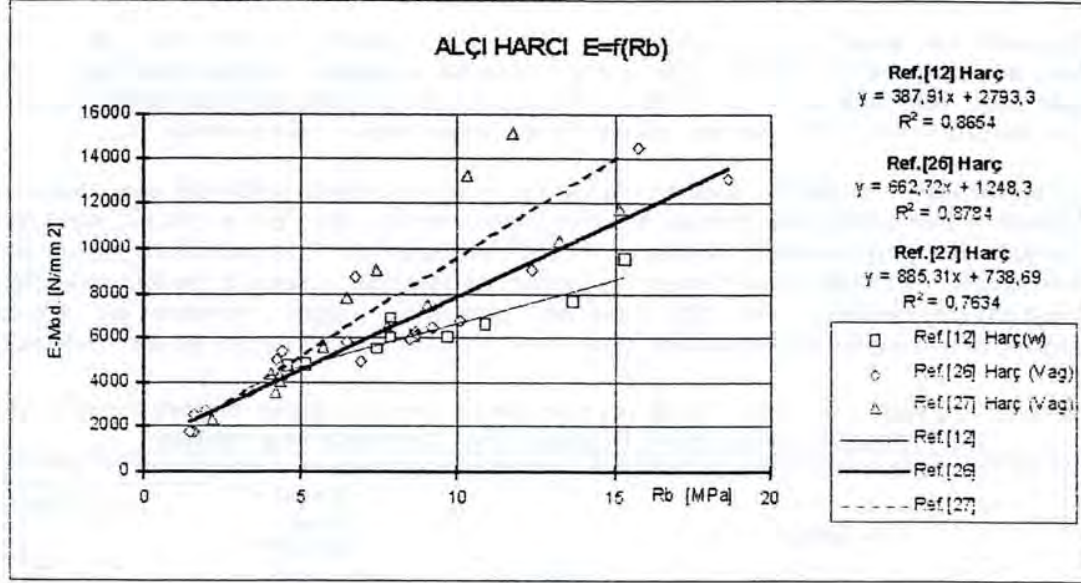
Şekil -2 Değişik su/bağlayıcı oranına (w) sahip alçı hamurlarında basınç dayanımı ile E-Modülü arasındaki doğrusal ilişki



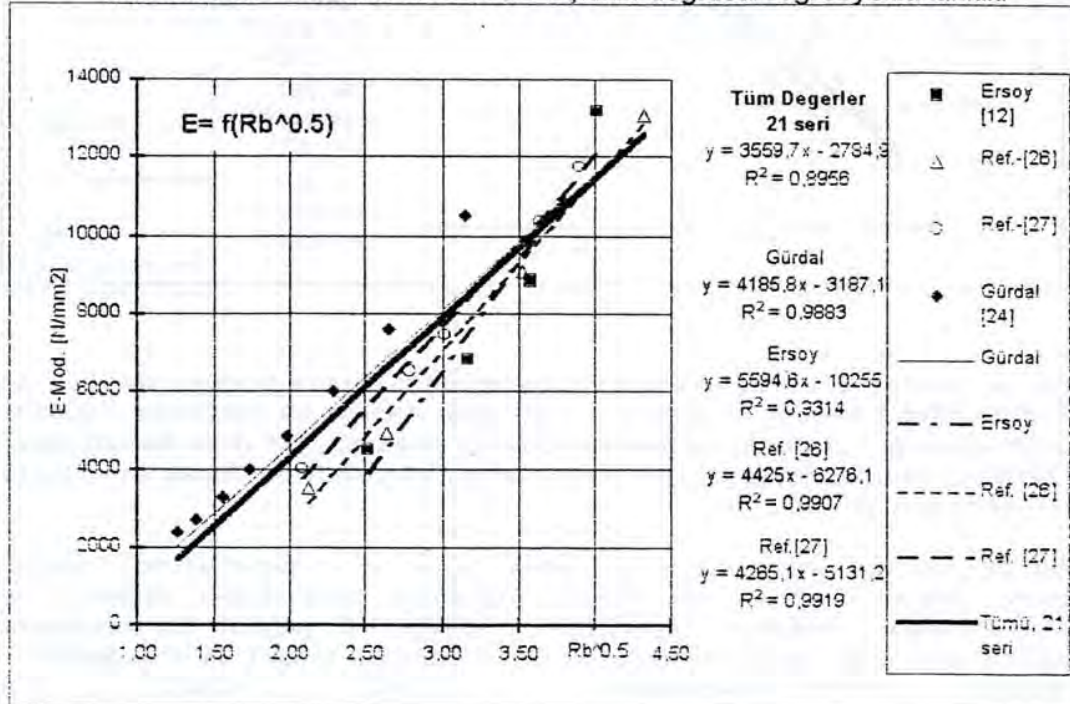
Ele alınan özellikler arasında aynı şekilde bir ilişkinin alçı bağlayıcılı hafif harçlar için de kurulabildiği Şekil-3 'de görülmektedir. Burada hafif agrega kullanılarak üretilmiş olan üç farklı çalışmadaki alçı harçlarının karşılaştırmalı irdelenmesi yapılmaktadır. Alçı harcı üretiminde agrega olarak, Ref.[12]'de 2-8 mm arasında sünger taşı, Ref.[26]'da granül polistyrol ve Ref.[27]'de

genleştirilmiş perlit kullanılmıştır. Burada doğrusal regresyonla yapılan irdeleme sonunda elde edilen (r^2) değerleri alçı hamurlarında elde edilen değerlerin altında kalmaktadır. Bu düşüşün, kısmen de olsa, hafif alçı harcı serilerinin üretiminde her bir çalışmada, su/bağlayıcı oranı (w) ve matris hacim oranı (V_m) veya değişik agrega çapı ve türü gibi farklı değişkenlerin kullanılmasından kaynaklanan sonuçlardaki dağılımın etkili olduğu düşünülebilir.

Şekil-3 Çeşitli hafif alçı harçlarında malzemenin basınç dayanımı ile E-Modülü arasındaki ilişkinin doğrusal regresyonla tahkiki



Şekil-4 Çeşitli hafif alçı harçlarında malzemenin basınç dayanımı değerlerinin karekökü ile E-Modülü arasındaki ilişkinin doğrusal regresyonla tahkiki

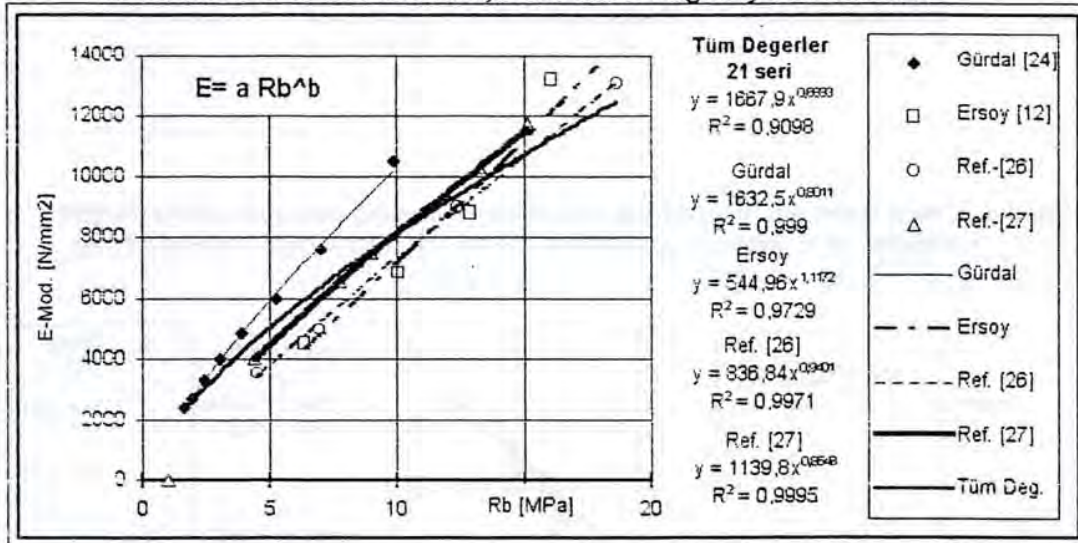


Bahis konusu olan, basınç dayanımı ile E-Modülü arasındaki ilişki, bazı araştırmacılar tarafından örneğin Bağntı-1 'de olduğu gibi, basınç dayanımı değerinin karekökü aracılığı ile kurulmaya çalışılmıştır. Aynı ilişki, örneğin Bağntı-7 'deki gibi, basınç dayanımı değerinin karesinin üçüncü dereceden kökü şeklinde de ele alınmaktadır. Esasında bunlar genel anlamda üstel ifadelerdir. Aşağıda, Şekil-4'de malzemenin basınç dayanımı değerinin karekökü ile E-Modülü değeri arasındaki ilişki doğrusal regresyon aracılığı ile gösterilmektedir.

Burada da araştırılan özelliklerin tümü ile, özellikle Ref.[12, 26, 27] 'den alınan değerlerin büyük bir uyum içinde oldukları anlaşılmaktadır. Ancak görülen, alçı hamuru için, Şekil-2 'de incelenen özeliğin çok az da olsa daha iyi sonuç verdiğiidir. Ancak aradaki fark ihmal edilir seviyededir.

Öte yandan, öncelikle basınç dayanımının karekökü şeklinde ele alınan üstel ilişkinin daha serbest olarak araştırılması amacı ile $E = a (R_b)^b$ şeklinde bir tahkiki de yapılmıştır. Böylece, $(R_b^{0.5})$ değerinin (R_b^*) şeklinde daha serbest bir değer ile değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Şekil-5 de bu şekildeki bir regresyon analizi ile elde edilen sonuçlar, ilgili korelasyon katsayısı değerlerinden de anlaşılacağı gibi ($r \approx 1.0$) çok iyi bir uyum göstermektedirler.

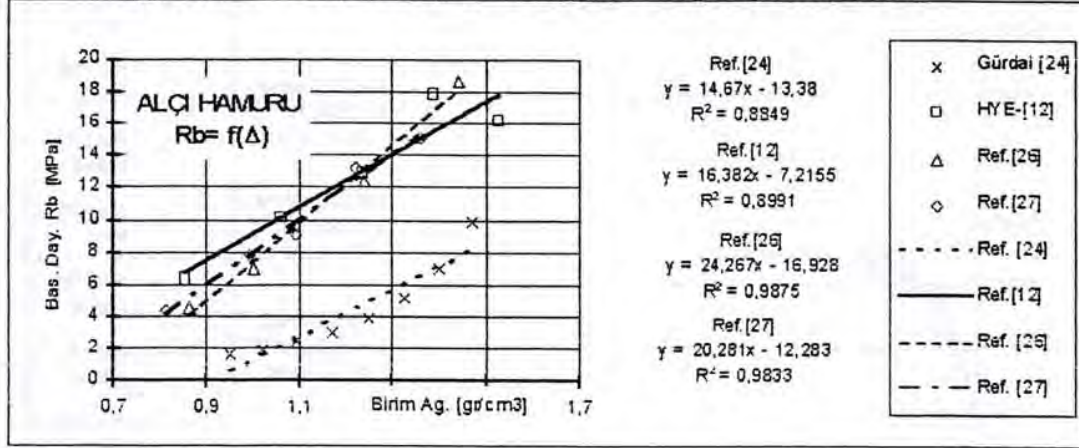
Şekil-5 Çeşitli hafif alçı harçlarında malzemenin basınç dayanımı değerleri ile E-Modülü arasındaki ilişkinin üstel regresyonla tahkiki



Bu çalışmanın ikinci bölümünde, "Malzemenin Elastik Modülü ile ilgili analitik Yaklaşımlar" başlığı altında yer alan bağıntıların on adedinde, malzemenin birim ağırlığı (Δ) ile de incelenen özellikler arasında bir ilişki kurulmakta ve E-Modülü, basınç dayanımı ile birim hacim ağırlığının bir fonksiyonu olarak ele alınmaktadır ($E=f(R_b, \Delta)$).

Bu açıdan bir araştırmaya girmeden önce, alçı hamurlarında malzemenin birim hacim ağırlığı ile basınç dayanımı arasındaki ilişkinin niteliği araştırılmıştır. Doğrusal regresyon aracılığı ile yağılan bu inceleme, ele alınan dört deneysel çalışmada da bu iki özeliğin birbiri ile son derece ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır ($r_{[12]}^2=0.999$; $r_{[26]}^2=0.973$; $r_{[27]}^2=0.997$; $r_{[29]}^2=0.9995$).

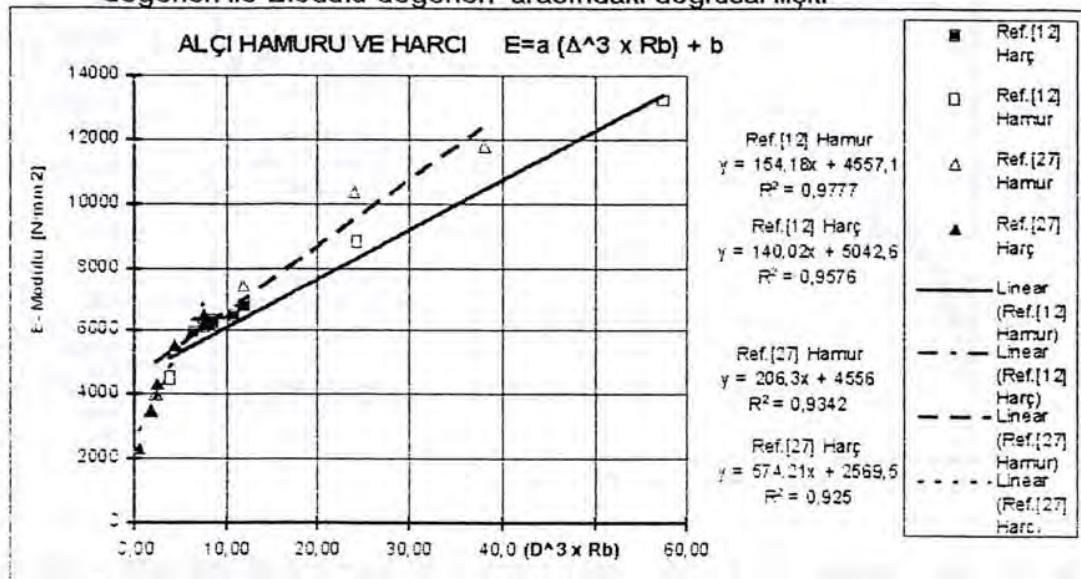
Şekil-6 Çeşitli alçı hamurlarında malzemenin birim hacim ağırlığı ile basınç dayanımı değerleri arasındaki ilişkinin doğrusal regresyonla tahkiki



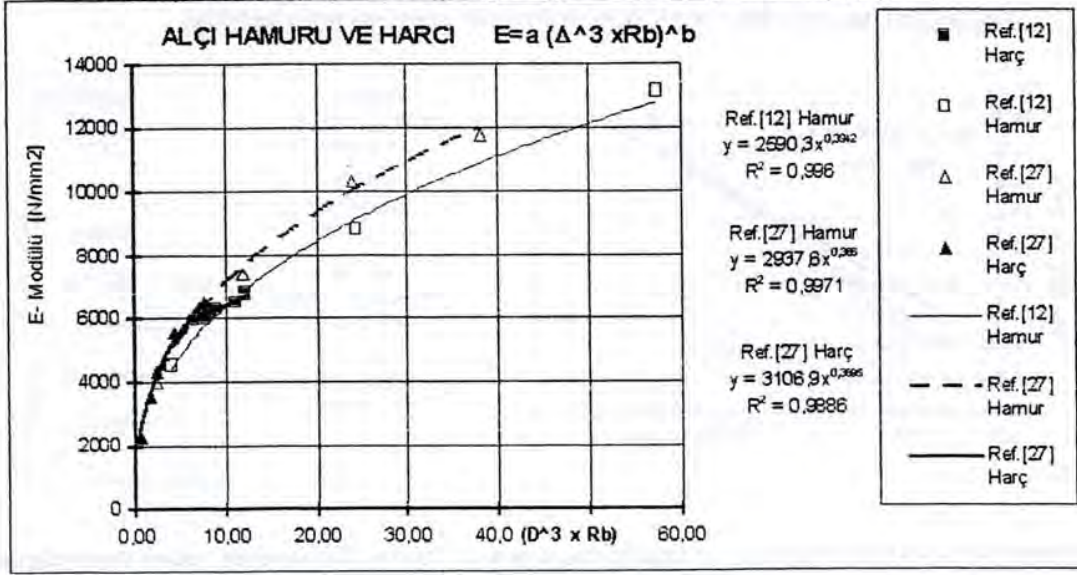
Malzemenin birim hacim ağırlığı ve basınç dayanımının birlikte ele alınarak, buna bağlı olarak E-Modülü değerinin belirlemeye çalışıldığı bağıntılardan öncelikle doğrusal nitelikte olanlar dikkate alınarak, bunlara uygun analizler yapılmıştır. Bu konuda, söz konusu doğrusal regresyon aracılığı ile çeşitli hafif agregalı karışımlar için anlamlı sonuçlar elde edildiği literatürde yer almaktadır (Bağ-4,6,6,15) [1,3,12].

Değerlendirilen dört deneysel çalışmadan Ref.[12] ve Ref.[27] 'nin sonuçlarından hareketle alçı hamur ve harçları için de bu şekilde bir yaklaşımın mümkün olduğu görülmektedir. Konu ile ilgili Şekil-7 'de Ref.[12] ve Ref.[27] deki çalışmalar kapsamında üretilen alçı hamurları ve hafif alçı harçları ayrı ayrı ele alınmıştır. Sırası ile ilk çalışmada süngertaşı hafif agregası ve ikinci çalışmadaki harçlarda ise genişletilmiş perlit hafif agregası kullanılmıştır. Sonuçlar Şekil-7'de görülmektedir.

Şekil-7 Alçı hamuru ve hafif alçı harçlarında malzemenin birim hacim ağırlığı ve basınç dayanımı değerleri ile E-Modülü değerleri arasındaki doğrusal ilişki

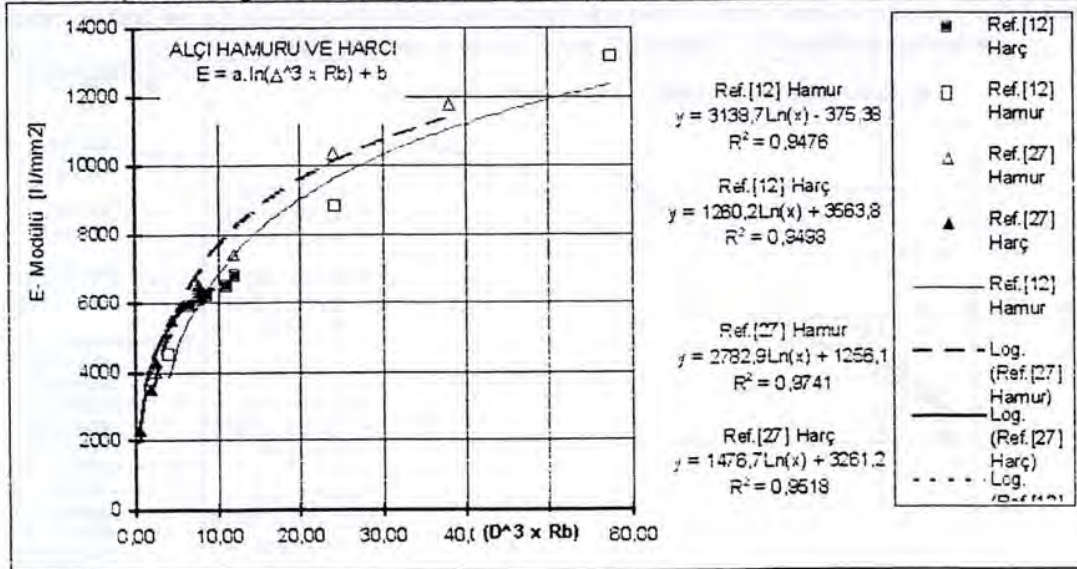


Şekil-8 Alçı hamuru ve hafif harçlarda ($\Delta^3 R_b$) faktörü ile E-Modülü arasındaki ilişkinin üstel regresyon aracılığı ile araştırılması



Şekil-7'de ele alınan özelliklerarası ilişkinin değişik açılardan irdelenmesi Şekil-8 ve Şekil-9'da yer almaktadır. Literatürde malzemenin E-Modülü ile ($\Delta^3 R_b$) faktörü arasındaki ilişki genelde ($\Delta^3 R_b$) değerinin karekökü aracılığı ile sağlanmaktadır. Burada önkabul olarak alınan karekökü ifade eden (0.5) değerinin tahkiki açısından Şekil-8 kapsamında Ref.[12]'deki alçı hamurları ile Ref.[27] 'deki alçı hamuru ve alçı harçlarının deney sonuçları araştırılan ilişkinin tahkiki amacı ile kullanılmışlardır. İkinci bölümde verilen ilgili bağıntılara da kısmen benzerlik gösteren bu yaklaşımda, üstel regresyon ile elde edilen bağıntılar, değerler ve buna bağlı korelasyon katsayısı değerleri toplu halde Şekil-8'de verilmektedir.

Şekil-8 Alçı hamuru ve hafif harçlarda ($\Delta^3 R_b$) faktörü ile E-Modülü arasındaki ilişkinin logaritmik ifadeler aracılığı ile araştırılması



Şekil-9'da aynı ilişkinin ($y = a \cdot \ln(x) + b$) lekinde logaritmik karakterdeki regresyon analizine ait sonuçlar görülmektedir. Diğer konuyu yaklaşımlardan nispeten farklı bir şekilde alan bu yaklaşım ile elde edilen sonuçlar da, araştırılan özellikler arasındaki anlamlı ilişkinin varlığını göstermektedir.

Ref.[12] ve Ref.[27] deki alçı hamuru ve hafif alçı harcı deney sonuçlarının bu yolla değerlendirilmesi ile de bahis konusu özelliğe ilişkin ilişki için elde edilen korelasyon katsayısının değeri tüm bütün karışımlar için yaklaşık 0.95 ve üzerindedir. Şekil-9'da bu ilişki ve elde edilen ifadeler verilmiştir.

4. SONUÇ

Beton ve harçların çeşitli özellikleri arasındaki ilişkiler konusunda birçok yayın varken, alçı hamuru ve harçları ile ilgili olarak bu türden bilgileri içeren çalışmalar son derece sınırlı kalmaktadır. Bir açıdan bakılacak olursa, beton konusunda "taşıyıcı malzeme" olması nedeni ile bu türden çalışmaların yapılması doğal görülmektedir. Ancak bir bağlayıcı ve bizzat kendisi su ile birlikte karıştırılarak kullanılabilme özelliğine sahip olan alçı malzeme için de, başlangıçta belirtildiği gibi, özellikler arasındaki ilişkilerin bilinmesi önem taşımaktadır.

Bu çalışma, önce de değinildiği gibi, alçı malzeme ve hafif agrega kullanılarak üretilen hafif alçı harçlarının özelliklerini araştırmak üzere yapılmış dört ayrı deneysel çalışmanın basınç mukavemeti, birim ağırlık ve E-Modülü değerleri arasındaki ilişkileri irdeleyen sonuçlarının birlikte ve karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi ile yapılmıştır. Çalışmanın amacı öncelikle beton ve harçlarda var olduğu bildirilen ve ayrıntılı araştırmalar yapılmış olan bu konunun alçı hamurları ve harçları için hangi düzeyde geçerli olabileceğinin araştırılmasıdır. Bu amaçla, Üçüncü Bölüm'de ulaşılmaya çalışılmıştır.

Öte yandan, Üçüncü Bölüm içinde şekillerin ve bunlar hakkında belirtilen düşüncelerin toplu olarak bir değerlendirilmesi yapılacak olursa, şu sonuçlara ulaşılmaktadır:

- Alçı hamuru ve hafif alçı harçlarında, malzemenin basınç dayanımı ile E-Modülü arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.
- Bu ilişkinin alçı hamurlarında, hafif alçı harçlarına kıyasla çok daha güçlü olduğu görülmektedir.
- Değişik yaklaşımlarla yapılan regresyon analizlerinin hepsi esasta birbirine yakın denebilecek sonuçlar vermektedir. Özellikle üstel ifadeler, ilişkiye çok iyi uymaktadırlar.
- Bu değerlendirmeler ışığında, basınç dayanımı ile E-Modülü arasındaki ilişkinin doğrusal regresyon aracılığı ile yeterli seviyede verilebileceği görülmektedir.
- Literatürde, beton ve harçlarda E-Modülü ile birim hacim ağırlığı ve basınç arasında da bir ilişki olduğu yer almaktadır [$E = f(\Delta^3 R_b)$]. Bunun alçı hamur ve harçları için irdelenmesi öncesinde, alçı malzeme için birim hacim ağırlık ve basınç mukavemeti arasındaki ilişki araştırılmıştır. Şekil-6'nın değerlendirilmesi ile böyle bir ilişkinin varlığı ve bunun da doğrusal bağıntılarla ifade edilebildiği görülmektedir.
- Alçı hamur ve hafif harçlarının E-Modülü ile ($\Delta^3 R_b$) değeri arasındaki ilişki hamur ve harçlar için ayrı ayrı çeşitli tipte ifadeler aracılığı ile araştırılmış, sonuçta bu ilişkinin de her iki malzeme için en iyi şekilde üstel bağıntılarla ifade edilebildiği görülmüştür.
- Doğrusal ifadeler, alçı ve hafif harçlarda bu ilişki için de kullanılabilir nitelikte bulunmuştur.

Bu alanda, Şekil-1'de verilen, özellikle beton ve harçlar için geliştirilmiş olan bileşim ve özellik ilişkilerini içeren bağıntıların, alçı hamurları ve alçı bağlayıcılı kompozit malzemenin elastiklik modülü değerlerini ne düzeyde ifade edebildiği hususunun da ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. Weshe, K., "Baustoffe für Tragende Bauteile, Band 2", Bauverlag GmbH.Wiesbaden und Berlin, 1974
2. Pauw, A., "Static Modulus of Elasticity of Concrete as affected by Density", ACI Journal, Proceedings, Vol.57,1960, pp.679-687

3. Weigler, K., "Stahlleichtbeton, Herstellung, Eigenschaften, Ausführung", Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin, 1972
4. Postacıoğlu, B., "Cisimlerin Yapısı ve Özellikleri", TC İTÜ Kütüphanesi, sayı 1176, cilt 1, İstanbul, 1981
5. Walz, K., Wischers, G., "Konstruktions Leichtbeton Hoher Festigkeit", Beton Verlag GmbH, Düsseldorf, 1964
6. Taşdemir, M.A., "Taşıyıcı Hafif Agregalı Betonları Elastik ve Elastik Olmayan Davranışları", İTÜ İnşaat Fakültesi, Doktora Tezi, Türkçe, İstanbul, 1982
7. Zhag, M.H., Gjorv, O.E., "Mechanical Properties of High Strength Lightweight Concrete", ACI Materials Journal, Vol.88, No:3, May-June 1991, pp.240-247
8. Slate, F.O., Nilson, A.H. and Martinez S., "Mechanical Properties of High Strength Lightweight Concrete", ACI Journal, Vol.83, No.:4, 1986, pp.606-613
9. Oluokun, F.A., Burdette, E.G. and Deatherage, J.H., "Elastic Modulus, Poisson's Ratio and Compressive Strngth Relationships at Early Ages", ACI Materials Journal, Vol. 88/1, 1991, pp. 3-10
10. Shah, S.P., Ahmad, S.H., "Structural Properties of High Strength Concrete and its Implications for Precast Prestressed Concrete", Journal of Prestressed Concrete Institute, Vol.:30, No.:6, 1985, pp.92-119
11. Baalbaki, W., Aitcin, P-C, Ballivy, G., "On Predicting Modulus of Elasticity in High-Strength Concrete", ACI Materials Journal Vol.89/5, pp.517-520
12. Ersoy, H.Y., "Alçı Sünger Taşı Cam Lifi Kompoziti", Doktora Tezi, İTÜ FBE, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1985
13. Holliday, L., "Composite Materials", Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1966
14. Nicholls, R., "Composite Construction Materials Handbook", Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1976
15. Kocataşkın, F., Özturan, T. and Ersoy H.Y., "A Composite Material Approach for the Prediction of Concrete Properties", Bulletin of the Technical University of Istanbul, Vol.:41, Nr.:2, İstanbul, 1988, pp. 333 - 347
16. Ersoy, H.Y., "Kompozit Malzeme", (yayınlanmamış çalışma), 1996
17. Tanaçan, L., Ersoy, H.Y., "On The Mechanical Properties..of Fired Clay - Perlite Mixtures as a Composite Material , 1995 (ASCE değisinde, hakem heyetinde)
18. Hansen, T.C., "Strength, Elasticity and Creep as Related to the Internal Structure of Concrete", Chemistry of Cement, Proceedings of the Fourth International Symposium, Monograph 43, V.2, Washington, 1960, pp.709-723.
19. Hirsch, T.J., "Modulus of Elasticity of Concrete Affected by Elastic Moduli of Cement Paste Matrix and Aggregate", ACI Journal, Vol.59, Feb.1962, pp.427-451
20. Popovics, S. and Erdey, M., "Estimation of the Modulus of Elasticity of Concrete-Like Composite Materials", Mat.and Structures, RILEM, Vol.3, 1970, No:16, pp.253-260
21. Counto, U.J., "Effect of the Elastic Modulus of the Aggregate on the Elastic Modulus, Creep and Creep Recovery of Concrete", Magazine of Concrete Research, Vol.16, 1964, No:48, pp.129-138
22. Hashin, Z., "Elastic Moduli of Heterogeneous Materials", Journal of Applied Mechanics, Vol.29, 1962, No:1, pp.143-150
23. Bache, H.H. and Nepper-Christansen, P., "Observations on Strength and Fracture in Lightweight and Ordinary Concrete The Structure of Concrete and its Behaviour under Load", Proceedings of International Conference, London, 09'1965
24. Gürdal, E., "Kuzey ve Orta Anadolu Alçıları Üzerine Bir Araştırma", Doktora Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, 1976
25. Atan, Y., Uyan, M., "Cam Liflerle Pekleştirilmiş Çimentolu ve Alçılı Malzemelerin Tek ve İki Eksenli Yükleme Halindeki Davranışları", TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu , Proje No.:412, 1978
26. Ersoy, H.Y., Özdemir, G., Gültekin, H., Ertemli, M., "Alçı Hamuru ve Agregası Karışımlarının Mukavemet Özelliklerinin Kompozit Malzeme Olarak Araştırılması", Araştırma Projesi, MSÜ Mimarlık Fakültesi, Yapı Fiziği ve Malzeme Bilim Dalı, 1995
27. Eriç, M., Ersoy, H.Y., "Sürekli Lif Donatısının Alçı ve Hafif Alçı Kompozitlerinin Özelliklerine Etkileri", Araştırma Projesi, MSÜ Araştırma Fonu, 1991

ALÇI DIŞ YÜZEY BİTİRME İŞLEMİ VE GÖZLEMLER

DOÇ. DR. BİLGE IŞIK
MİM. ALEV AKIN

BİLDİRİ ÖZETİ

Toprağın alçı ile stabilizasyonu sonucu 10-12 dakikada kalıptan çıkabilen bir duvar malzemesi elde edilmiştir. Bu duvar malzemesi ile ileride hızlı, sağlıklı ve enerji tasarrufu sağlayan siteler inşa etmek mümkün olacaktır. İ.T.Ü.'de yürütülmekte olan alçılı-kerpiç yapı araştırmaları çerçevesinde yapının dış duvarları için uygun ve ömürlü sıvanın bulunması amacıyla 1991 senesinde 5 firmanın 15 malzeme ile katıldıkları "sıva" araştırması başlatılmıştır.

Sıva ömrünü gözlem ve laboratuvar deneyleri ile belirleyecek olan bu araştırmanın bir kesimini sunan bu çalışmada

- a) duvar malzemesinin özelliği belirtilmekte,
- b) 1983'te inşa edilen deneme yapısının üstündeki alçı+toprak esaslı sıvanın gözlem sonuçları rapor edilmekte,
- c) 1991'de uygulanan hazır sıvaların alçılı kerpiç duvar üstündeki davranışları rapor edilmektedir.

YAZARLARIN ÖZGEÇMİŞİ

Doç. Dr. Bilge IŞIK; Alman Lisesi ve 1970'te DGSA'den mezun olup, 1978'den bu yana İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yapı Anabilim Dalı öğretim üyesidir. Çelik-, Ahşap-, Prefabrike- ve Kerpiç-Yapı alanlarında araştırmalar yürütmektedir. İ.T.Ü. de Kerpiç'in Alçı ile Stabilizasyonu çalışmalarına 1983'te katılmaya başlamış bu alandaki bilgi iletişimi amacıyla 9 uluslararası toplantıya katılmış, bir TÜBİTAK araştırması bitirmiş, Uluslararası "Workshop" yönetmiştir. 47 Bildiri/Makalesi, 3 Kitabı (tercüme; ders notu) vardır. Bilge IŞIK, Suat IŞIK ile evli olup Serdar ve Neslihan adında iki çocuğu vardır.

Mim. Alev AKIN; 1989 Kadıköy Anadolu Lisesi ve 1994 İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nden mezun olmuştur. Halen İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yapı Anabilim Dalı'nda "Bina Dış Kabuğunda Sıva Hasarları" üzerine yüksek lisans eğitimini sürdürmekte ve özel bir firma adına şantiye yürütmektedir. Haziran 1995-Ocak 1996 tarihleri arasında "Alçı Katkılı Kerpiç Yapı Teknolojisinin ve Standartlarının Belirlenmesi" adlı TÜBİTAK İNTAG-TOKİ 622 no'lu araştırmanın uygulama evresinde şantiye şefliği görevini yürütmüştür.

ALÇI DIŞ YÜZEY BİTİRME İŞLEMİ VE GÖZLEMLER

Doç. Dr. Bilge IŞIK
Mim. Alev AKIN

1.Giriş

Ülkemiz hemen bütün coğrafi bölgelerde zengin alçitaőı yataklarına sahiptir. Ancak, bu kaynakların yeterince değerlendirilemediği görölmektedir. Bu yetersizlikler özellikle inşaat sektöründe kendini göstermektedir. İ.T.Ü. 'de alçının kullanım alanlarını genişletmek için kerpicing alçı ile stabilizasyonu denenmiştir. Alçılı kerpicing 1978 yılında temel malzeme araştırması (MAG 505), 1995 yılında ise toplu konuta uygulanabilirliği için mekanizasyon araştırması (İNTAG 622 T) yapılmıştır.

1983 'te inşa edilen 1. Araştırma Binası bu malzeme ile uzun ömürlü ve yüksek konforda bir yapı elde edilebileceğini göstermiştir. Alçılı kerpici duvarların korunması amacıyla önce toprak esaslı sıvalar uygulanmıştır. 1991 yılında ise hazır sıvalar ile sıva araştırması başlatılmıştır. Bunun amacı, alçılı kerpici yapı malzemesine uygun ve uzun ömürlü sıvanın bulunması şeklinde özetlenebilir. Alçı esaslı sıvaların alçı katkılı kerpici üzerindeki aderansının uygun olacağı düşünülerek, içte ve dıőtta alçı bağlayıcılı sıvalara önem verilmiştir. Bu çalışmada, 1983 ve 1991 yıllarında yapılan alçılı dıőt sıvaların gözlemleri anlatılacaktır.

2. Alçılı Kerpici Yapı Malzemesi Nedir ?

1978 yılından itibaren İ.T.Ü. 'de alçının kullanım alanlarını arttırmaya yönelik başlatılan araştırmada alçılı kerpici yapı malzemesinin özellikleri belirlenmiştir. Toprağın alçı ile stabilizasyonu sonucu 10-12 dakikada kalıptan çıkabilen bir duvar malzemesi elde edilmiştir. Bu duvar malzemesi ile ileride hızlı, sağlıklı ve enerji tasarrufu sağlayan siteler inşa etmek mümkün olacaktır.

Toprağa katılan alçı, karışım daha kurumaya baőlamadan, malzeme içerisinde bir iskelet oluşturur. Bu iskelet, kuruma sırasında birbirine yaklaőmaya çalışan kil zerreciklerinin hareketlerini azaltır. Sonuçta rötre azalır ve malzeme bünyesinde bir iç gerilme oluőtur. Kuruma sırasında karışım içerisinde bulunan suyun buharlaşması sonucu hava boşlukları oluőtur, poröz bir malzeme elde edilir, katkısız kerpice göre birim ağırlığı daha azdır, fakat su içerisinde dağılmaz, yüzeyleri düzgündür, toz üretmez.

Laboratuvar ve alan çalışmalarında kullanılan toprağın kuru ağırlığının % 10'u kadar alçı katkılı stabilizasyon esas alınmıştır. Alçının su ile karıőılaőınca kısa zamanda katılaşması (5-8 dak.) alçı katkılı kerpici yapı malzemesi ile çalışılacak süreyi kısaltır. % 2 kireç katılması priz süresini geciktirir, böylelikle priz 12-13 dak. sonra baőtır. Kireç ilavesi yapının ömrü içerisinde malzemenin suya olan direncini arttırmaktadır.

İçinde yakalaőık % 10 kil bulunan toprağa % 10 alçı katılarak üretilmiőt alçılı kerpici malzemenin basınç dayanımının, geleneksel kerpici malzemenin basınç dayanımına

(0.8-1 N/mm²) oranla değerinin arttığı (4-5 N / mm²) grlmtr. % 10 alçı ve % 2 kireç katkılı kerpiç malzemenin eğilmede çekme dayanımı 0.63 N/mm² olarak elde edilmitir. Aynı oranlarda malzemenin birim ağırlığı için 1.744 kg/t değeri bulunmutur. Malzemenin birim ağırlığının dmesi , ısı iletkenlik değerinin küçülmesini ve dolayısıyla soğuk ve sıcak dönemlerde enerjiden tasarruf edilmesini sağlamaktadır.(1)

Alçılı kerpiç yapı malzemesi için geliştirilen yapım teknolojilerinden biri, geleneksel uygulamalarda kullanılan blok üretim metoduna benzer, ancak malzemenin fiziksel performansının yanısıra yapım süreci de iyiletirilmitir. Bu teknolojide alçı ile stabilize edilmi kerpicin standart blok kalıplarında ebatlandırılıp sıkıtırıldıktan sonra kuruma veya dinlendirme evrelerine ihtiyaç olmadan doğrudan duvar örülmesinde kullanılabilir.

1995 yılında 2. Araştırma Binası inşaatında (İNTAG 622 T) (2) kullanılan yapım teknolojisi ise, hazırlanan karışımın doğrudan duvar boyutunda kalıplara boşaltılır ve priz süresi (10-12 dak.) sonunda kalıpların açılabilir, daha hızlı ve kitlesele üretim için uygun bir teknolojidir. Bu araştırma endüstriyel ekipman kullanılabilirliği ve inşaat süresinin kısaltılabileceğini gstermitir.

1983 'te inşa edilen 1. Araştırma Binasında kerpiçle üretilen duvarlar, ite seramik ve alçı sıva gibi yüzey kaplamaları ile bağdamı, ancak dış yüzey uygulamalarında kullanılan gerek toprak esaslı sıvalar, gerek alçılı sıva uygulamalarında bazı hasarlar gzlemlenmitir. Bu durumda toplu konutta kullanılacak nitelikteki alçılı kerpiç yapının hem teknolojisinin gerektirdiği hıza uygun hem de uzun ömrü sıvaya ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. Uygun sıvanın bulunmasını kapsayan araştırmada sadece mimarların çalışması yeterli olamaz. Önümüzdeki alıma ihtiyaç belirleme veya problem tanımlama aşaması olarak kabul edilmelidir.

3. Alçılı Dış Sıva

İnaatda kullanılan alçı, nem barındırma ve nemden zarar görme özelliği ile tanınır. Bu zellik ile dış sıvada kullanılmak istenmesi çelişki olarak gözükebilir. Ancak sıva olarak getirdiği avantajlar, ayrıca Anadolu'nun bazı yörelerinde, geleneksel yapılarda sıva karışımlarında bulunuşu, alçının dış sıvada tekrar kullanılmasını düşündürmektedir.

3.1 Dış Sıva zellikleri

Atmosfer etkilerine yoğunlukla maruz kalan duvar elemanlarının, tüm bu atmosfer etkenlerinden korunması, diğer yandan yapının karakterine uygun görünüm sağlaması gerekir. Bu amaca yönelik en önemli yüzey bitirme işlemleri duvarların dış yüzeylerine yapılan sıvalardır.

Sıvalar yapıyı ortam Şartlarından, darbe, aşınma yangın gibi etkenlerden korudukları gibi ses ve ısı yalıtımı gibi görevler de alabilirler. Belirlenen görevlerin sağlıklı yerine getirilebilmesi için sıvaların uygulandıkları yüzeylerin malzeme özellikleri ile uyum içinde olması, yzeze tutunabilmesi ve kendi niteliklerini koruyabilmesi gerekir. Dış kuvvet ve atmosferik oluumlardan kendini koruyacak kadar elastik, uygulandığı yapı elemanlarını koruyacak kadar ise sağlam bünyeli olmalıdır.

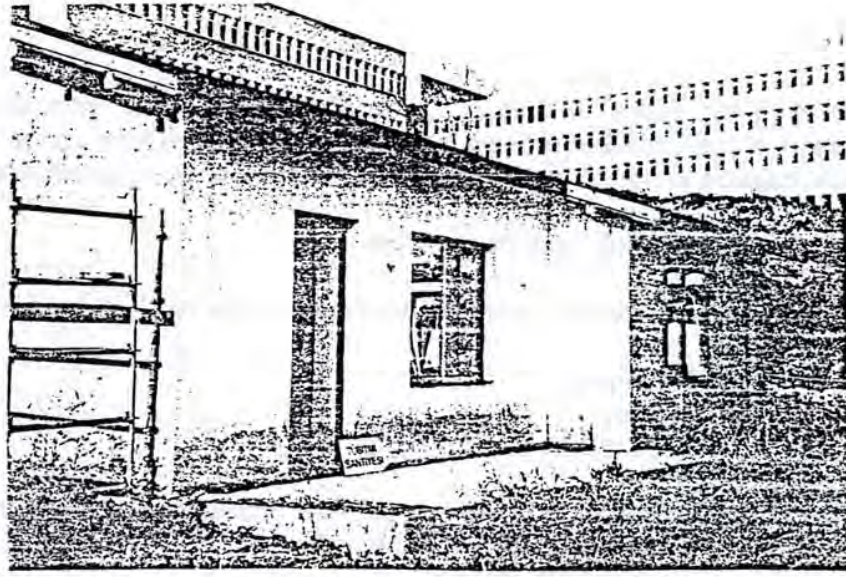
Yapıların korunmasında oldukça önemli bir yer teşkil eden dış sıvaların sahip olması gereken kalite ve performans özellikleri özetle aşağıdaki gibi sayılabilir.

- * 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.
- * Yüzey nefes alabilmeli, buhar geçirgenliği yüksek olmalıdır.
- * Duvarı iç, dış ve kendi bünyesindeki fiziksel, kimyasal, mekanik etkilerden korumalıdır.
- * Aderansı iyi olmalıdır. Katmanlar arası sürtünme kuvvetleri değerlerinin yüksek, kapiler bağ kuvvetlerinin yeterli olması gerekmektedir.
- * Yüzeyi kaygan olmalı, gelen suyu duvar bünyesine geçirmemeli, kısa sürede aşınmamalıdır.
- * Yeteri kadar mukavemetli ancak hacim değişikliklerinde çatlama önleyecek kadar elastik, duvarın hava ve nem alışverişini sağlayacak kadar gözenekli olmalıdır.
- * Isı değişimleri sırasında genleşme ve büzülme yapmamalı, çatlama olmamalıdır.
- * Malzeme seçimleri istenen performansa uygun olmalıdır. Renkleri akamalı, solmamalıdır.
- * Küfe ve mantarlanmaya dayanıklı olmalıdır. (3) (4)

Sıvalar, bir yapı üretiminde toplam işin % 10 - 20 sini oluşturur (5) . Yapı strüktürünün mukavemet veya standartlarının yeterli olmamasından meydana gelen hasarların sıva malzemesi ve uygulaması ile ilgili olduğu düşünülür. Bu nedenle iyileştirilmeye yönelik çalışmalar "sıvalar" ve "uygulanan yüzeyler" in etkileşim içinde düşünülmesini kapsamalıdır. Esasen alçılı kerpiç üzerine alçı katkılı sıva çalışmaları da bu düşünceye dayanarak diğer bir deyişle sıvanan yüzey ve sıva özelliklerinin uyumu düşünülerek başlatılmıştır.

3.2 Alçı Sıva Özellikleri

Alçı, yapı işlerinde sadece su ile karıştırılmak suretiyle sıva olarak da kullanılır. Alçılı harçlar için ince kum veya ince taneli agregalar kullanılacak ise alçı saf ve iyi cinsten olmalıdır. Dolgusuz alçı sıvalar ise duvar, bölme ve tavan gibi iç bitirme işlerinde kullanılabilir. Dış sıva alçısı olarak kullanımı belirlenmiş malzemeler kısmen veya tamamen dehidrate olmuş alçı taşından veya aktive edilmiş doğal anhidritten üretilir. Dışarıda kullanılan harçlar için şaplı alçı veya kireçli alçı daha iyi netice verir. Alçı, yapının dış kabuğunda bir bitirme malzemesi olarak kullanılacak ise yüzeyinin silikatlama veya flotasyon usulleri ile korunması tavsiye edilmektedir. Ancak her ne şekilde olursa olsun zemine (toprağa) yakın yerlerde veya yoğunlukla suya maruz kalan yerlerde kullanılmaması gerekir (6). Kullanıldığı takdirde yosunlaşma ve mantarlaşma görülür. (Resim 3.1)



Resim 3.1 2. Araştırma Binası Güney Cephesi (İNTAG 622 T) (Nisan 1997)

Alçı, herhangi bir katkı maddesi olmadan yalnız başına kullanılabilen yegane bağlayıcı olduğu gibi çok fazla katkı maddeleri ile de rahatlıkla kullanılabilir. Zemin ve uygulama koşulları geleneksel sıva uygulamalarından çok da değişik değildir. Bu konularda son yıllarda özel ve devlet sektörlerinde, yararları benimsenip alçı sıvanın işlenebilirliğinin iyileştirilmesine ve uygulama için birtakım teknolojilerin kullanımına yönelik araştırmalar yapılmaktadır.

Araştırmalar çerçevesinde 1983 yılında alçılı kerpiç dış duvarlar için en uygun ve ömürlü sıvanın bulunması amacıyla aynı yıl yapımı tamamlanan yapıda sıva araştırmaları başlatılmıştır. Toprak esaslı yapı malzemesi için öncelikle toprak esaslı sıva malzemeleri düşünülmüştür. 1991 yılına kadar bu toprak esaslı geleneksel sıvaların performansı gözlenmiştir. 1.Ulusal Alçı Kongresi ' nde de belirtilen bu gözlem sonuçları özetlenmiştir.

3.2.1 Toprak Esaslı Sıva Uygulamaları

1985 yılında inşaatı bitirilen ve 9 yıl boyunca kreş binası olarak kullanılan alçılı kerpiç 1. araştırma yapısı dış duvarlarında öncelikle toprak esaslı dış sıvalar uygulanarak malzemeye uygun sıva özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Katkısız toprak sıva uygulamasında 12 saatte büyük rötre çatlakları, 24 saatte ise sıvanın duvardan ayrıldığı gözlenmiştir. Toprak esaslı ve katkılı dış duvar sıvası için değişik reçetelerde karışımlar hazırlanmıştır.

a.Alçı + Kum + Kireç Katkılı Toprak Dış Sıva

Yapının kuzey cephesinde kullanılan bu sıvanın karışım oranları kuru toprak hacmine göre ;

% 20 alçı
% 40 kum
% 15 kireç
% 40 su şeklindedir.

Bu sıva 1985' ten itibaren ilk 5 sene içerisinde çok hafif hasar görerek kullanılabilir niteliğini korumuştur. Kılcal çatlaklardan sıva arkasına su miktarı arttıktan sonra 1988-1991 yılları arasında hasarın arttığı görülmüş ve bir süre sonra cepheden tamamıyla kazınmıştır.

b.Çimento + Kum Katkılı Toprak Dış Sıva

Binanın batı cephesinde uygulanan sıvanın karışım oranları kuru toprak hacmine göre ;

- % 15 çimento
- % 20 kum
- % 30 su olarak hazırlanmıştır.

Sıvanın kuruma evresi sonunda yer yer çatlaklar gözlenmiş, önce kendisi dökülmüş, 5 sene sonunda tamamen cepheden kaldırılmıştır.

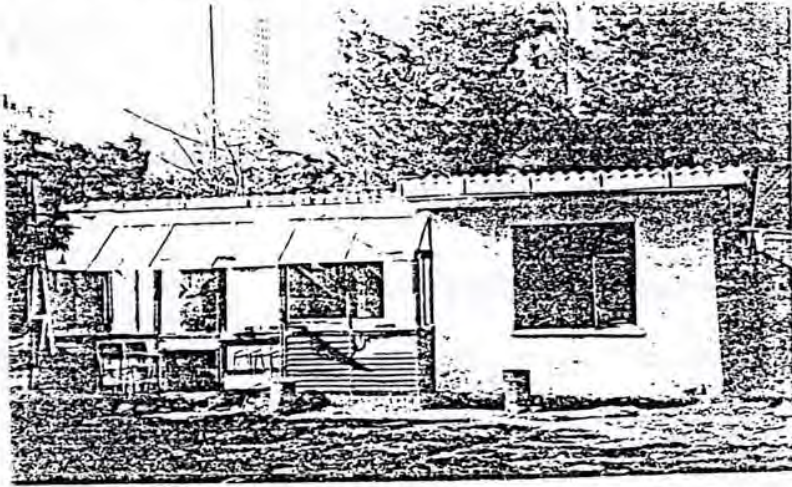
c. Çimento + Kum + Kireç Katkılı Toprak Dış Sıva

Doğu ve güney cephelerinde kullanılan sıvanın kuru toprak hacmine göre

- % 15 çimento
- % 20 kum
- % 20 kireç
- % 30 su şeklindedir.

Sıva kurduktan sonra duvar yüzeyinde daha az ve ince çatlaklar gözlenmiştir. Uygulama sırasında priz süresi alçıdan daha uzun olan çimentonun kolay işlenebilirliği de sonuçları etkilemiştir.

Doğu ve güney cepheleri diğer cephelere oranla daha az zarar görmüştür. Bu cephelerde çimento esaslı sıvaların kullanılmış olmasının yanısıra özellikle güney cephesinin geniş saçak korumasında olması bu cephelerdeki uygulamaların uzun ömürlü olmasını sağlamıştır. Sıva 1983'ten bu yana hasarsız durmaktadır. (Resim 4.1)



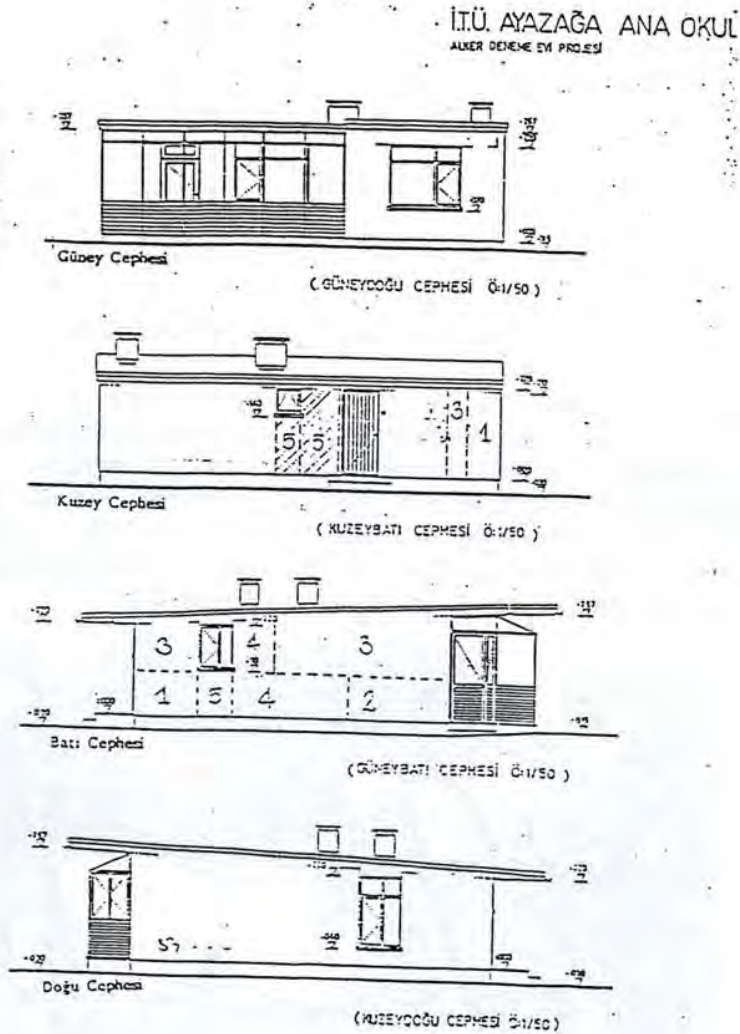
Resim 4.1 1. Araştırma Binası Güney Cephesi (Nisan 1997)

En büyük tahribat ise yağışlı ve rüzgarlı olan kuzey cephesinin ve yine gün süresince ısı farkları fazla olan batı cephesinde görülmüştür. Bu nedenle sıva çalışmaları 1991 'de batı ve kuzey cephesinde başlatılmıştır. (7)

4.2. Hazır Sıva Uygulamaları

Her ne kadar alçılı kerpiç yapı için üretilmemiş olsalar da, hazır sıvaların rasyonelliği ve uygulama kolaylığı düşünülerek alçılı kerpiç malzeme üzerindeki tepkileri gözlenmek istenmiştir.

1991 senesinde konularında uzman 5 firma (Kaleterasit, Kenitex, ABS, Marshall, Serpo) araştırmaya davet edilmişlerdir. Bu firmalar 15 farklı ürünü batı ve kuzey duvarına uygulamışlardır. (Şekil 4.1)

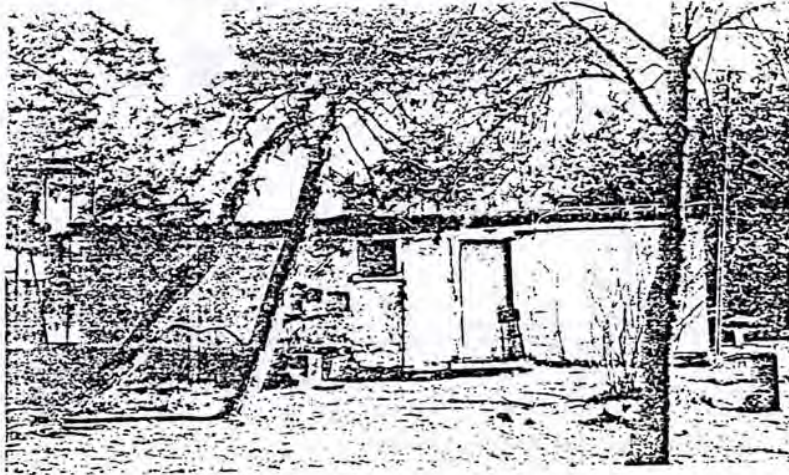


Şekil 4.1 1. Araştırma Binası Cepheleri

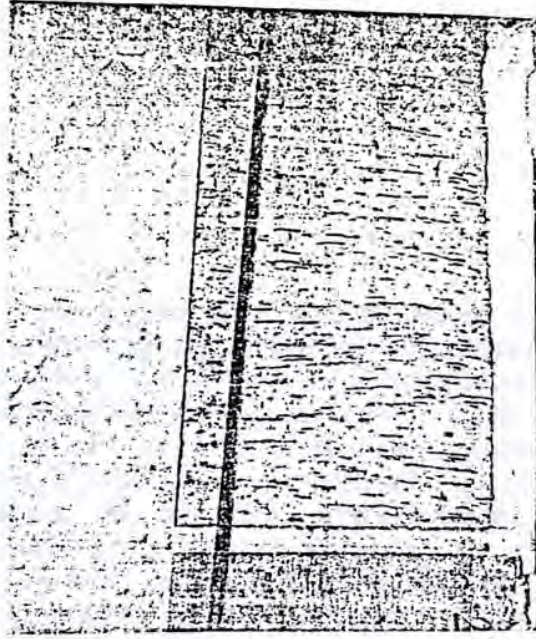
| Sıra No | Firma | Kot | Malzeme |
|---------|--------------|---|---|
| 1 | Kale Terasit | 91.11 91.12 91.13 91.14 | Dekor Sıva Colorit Sıva Renotex Uni-Astar |
| 2 | Kenitex | 91.21 91.22 91.23 | Sukas Akri Dekor Rulo |
| 3 | ABS | 91.31 | Alçı Sıva |
| 4 | Marshall | 91.41 91.42 | Sealer Marshallite |
| 5 | Serpo | 91.51 91.52 91.53 91.54 91.55 | Gezol Serpo Coat 1 Serpo Coat 3 Serpo Rend Serpo Flex |

Tablo 4.1 1991 Uygulanan Hazır Sıva Türleri ve Kotlanması

Kuzey cephesinde (Resim 4.2) ; erozyona uğramamış duvar yüzeyinin bir bölümünde ABS' nin Alçı iç sıvası (3) denenmiştir. Uygun kalınlıkta uygulanan sıva yüzeye tutunmuş, yüzey pürüzlülüğünü kapatmış ve yüzeyi tesviye etmiştir. Subasman kotunda düşünüldüğü gibi yosunlanma ve küflenme olduğu gözlemlenmiştir. Ancak sıva duvardan çözülmemiştir. Bu malzemenin bir bölümüne koruyucu olarak Kaleterasit / Dekor ve Colorit Sıva (1) uygulanmıştır. 1991 'den bu yana bu malzemede de yüzeye tutunma, çatlama, dökülme gibi hasarlar gözlenmemiştir. (Resim 4.3)



Resim 4.2 1. Araştırma Binası Kuzey Cephesi (Nisan, 1997)

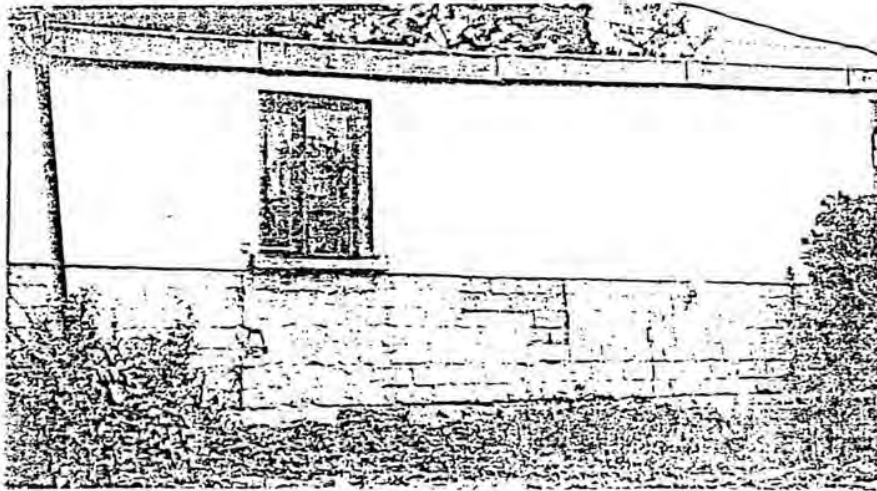


Resim 4.3 1. Araştırma Binası Kuzey Cephesi Sıva Uygulama Detayı

Batı cephesinin (Resim 4.4) büyük bir bölümünde ABS 'nin Alçı iç sıvası uygulanmıştır. Uygulanan yüzey 1983 'te yapılan sıvanın dökülmesinden sonra elde edilen erozyonlu duvardır. Bu gevşek ve dökülmüş duvar yüzeyine yapılan sıva, daha sonra yer yer duvardan ayrılmasına rağmen aderansı yüksek olan bölgelerin fazla olması sonucu, başarılı olmuştur.

Batı cephesindeki alçı sıvanın bir kısmı yüzey korumasız bir kısmı ise (Resim 4.4) de görüldüğü gibi korunmalıdır. Korunmamış alçı sıva, atmosfer şartlarından kirlenmiş ve yüzeyinde iğne topu gözenekler oluşmuştur. Endüstri sıvası (4) ile korunan bu bölgede, koruyucu sıvanın aderansı iyi, yüzeyi hasarsızdır.

Batı cephesinde firmalara göre uygulanan sıvalar Kaleterasit : Rencorex (1), Kenitex : Sukes , Akri Dekor (2), ABS : Alçı Sıva (3), Marshall : Sealer, Marshallite (4), Serpo : Gezol, Serpo Coat 1, Serpo Coat 3, Serpo Rend, Serpo Flex (5) Tablo 4.1 'de kottlanmış ve Şekil 4.1 'de depheler üzerinde gösterilmiştir. Bu malzemelerden buhar difüzyon direnci yüksek olanlar bir sene gibi kısa bir sürede çatlayıp kabarmış, buna karşılık buhar difüzyon direnci düşük olanlar ise halen hasarsızdırlar. Ancak bu sıvaların alçı bağlayıcı sıvalar olmadığı hatırlanmalıdır.



Resim 4.4 1. Araştırma Binası Batı Cephesi (Nisan 1997)

5. Sonuç

Alçı, inşaat sektöründe çoğunlukla sıva olarak kullanılmaktadır. Sıvanın performansı için gereken en önemli şartlardan biri uygulandığı yüzeyin sağlam olmasıdır. Alçı sıva uygulandığı iç yüzeylerde tutunma ve malzemenin kendi özelliklerini koruma açısından olumlu sonuçlar vermesine rağmen dış yüzeylerde kullanılması tavsiye edilmemektedir. Alçının kullanılma alanlarını genişletmek için İ.T.Ü. 'de, alçılı kerpiç duvar malzemesi, yapım teknolojisi ve bu malzemeye uygun, uzun ömürlü sıvanın bulunması için başlatılan araştırmalar halen sürmektedir. Bu çerçevede yürütülen sıva araştırmalarında iç yüzeyler için hazırlanan alçı sıva dış yüzeyde kullanılmıştır. Bu malzemenin üzeri kısmen açık bırakılmış kısmen de endüstriyel esaslı koruyucu hazır sıva uygulanmıştır. Endüstriyel sıva ile örtülen alçı iç sıvası, dışarıda da hasar göstermemiştir. Çalışmanın amacı bu sonuçlarla yetinmek olmayıp, uygun dış sıvayı tasarlamaktır. Bunun için disiplinler arası bir çalışma gerekmektedir. İ.T.Ü., TÜBİTAK ve Alçı Üreticileri Derneği'nin ortak çalışması ile kurulma aşamasında olan ALTOP AR-GE 'nin, diğer hedeflerinin yanında bu araştırmaya da sahip çıkacağına inanıyorum.

Kaynak Listesi

- (1) Kafesçioğlu R., Thermal Properties of Mudbricks, Expert Group Meeting On Energy Efficient Building Materials For Low-Cost Housing , U.N. , Amman, Kasım 1987
- (2) TÜBİTAK İNTAG 622 T Sonuç Raporu/ Alçı Katkılı Kerpiç Yapı Malzemesine Uygun Mekanize İnşaat Teknolojisinin Ve Standartlarının Belirlenmesi, Aralık 1995
- (3) Gürdal E. , Ersoy H.Y. ; Boya ve Sıvı Kaplamalar Kurs Notları, YEM, Aralık 1987
- (4) TS 1481 Sıva Yapım Kuralları, Bina Dış Yüzeylerinde Kullanılan, Nisan 1988
- (5) İzen H. ; Sıva ve Alçı , 1. Ulusal Alçı Kongresi , YEM , Kasım 1991
- (6) Artel T.; Yapı Malzemesi, İstanbul 1961
- (7) Işık B. ; Alçılı Kerpiç Duvarı Sıva Araştırması , 1. Ulusal Alçı Kongresi, YEM, Kasım 1991

SYROPOR AGREGALI ALÇI BLOKLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

EROL GÜRDAL

ÖZET:

Hafif betonlar, dolgu yapı malzemesi olarak geniş oranda yapılarda kullanılmaktadır. Alçının bu şekilde kullanımı ise oldukça sınırlı kalmaktadır. Köpük ya da boşluklu alçıdan üretilmiş blok veya panellerin bölme duvarı olarak kullanılması, ülkemizde ve dünyada yaygınlaşmamıştır. Bu şekildeki alçı panellerin İsrail'de ve eski Doğu Almanya'da üretildiğine ve yapılarda kullanıldığına dair literatürde bilgiler vardır.

Syropor boncuklarının agrega olarak kullanıldığı alçı malzemelere ise literatürde rastlanamamıştır. Bu çalışmada alçı ile styropor'un beraber kullanılma ve üretilebilme koşulları incelenmiştir. Doğrudan alçı ile styropor'un karıştırılması olası ise de önceden styropor boncuklarının bir yapıştırıcı katkısı ile ıslatılması, daha iyi sonuçlar vermektedir. Üretilmesi planlanan örnekler, 200 kg/m^3 den 800 kg/m^3 arasında olmuş, bunlar arasında en ekonomik ve boşlukları en fazla alçı ile doldurulabilen karışım $500-600 \text{ kg/m}^3$ olanlar bulunmuştur. Bu örneklerde mekanik dayanım fazla önem taşımamasına rağmen yeterli mekanik dayanım göstermenin yanında iyi bir ısı tutucu, yangın geciktirici özellikler de göstermiştir. Bu nedenle styroporlu alçıdan üretilebilecek hazır panellerin kullanılabilirliğinin yanında, şantiyede döküm şeklinde boşluk doldurucu olarak da kullanılabilmeye de olanak vermektedir.

ÖZGEÇMİŞ

Prof.Dr. Erol Gürdal, 1960 yılında İ.Ü. Fen Fakültesini bitirmiş, askerlik hizmetinden sonra girdiği İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesinden 1969 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl İTÜ Mimarlık Fakültesi, II.Yapı Bilgisi Kürsüsüne asistan olarak girmiş, 1976 yılında "Kuzey ve Orta Anadolu Alçıları Üzerine Bir Araştırma" başlıklı tezi ile doktor ünvanını almış, 1981 yılında "Hafifletilmiş Alçı Malzemenin Cam Lifleri İle Pekiştirilmesi" başlıklı tezi ile Doçent Ünvanını almıştır. 1988 yılında Profesör olmuştur. Alçı, beton, puzolanik maddeler ve kireç konularında çalışmalarına devam etmektedir. Halen İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümünde öğretim üyesidir.

SYROPOR AGREGALI ALÇI BLOKLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

EROL GÜRDAL

1. Giriş:

Hafifletilmiş betonların, yapılarda geniş oranda ısı yalıtımı, betonarme iskelet elemanların kesitlerinde küçültme veya yığma sistemlerde ya blok, ya da panel olarak kullanılması, günümüzde oldukça yaygındır. Alçının dolgu blok veya prefabrike panel olarak kullanılması ise oldukça azdır. Böyle uygulamalar arasında delikli alçı bloklar ülkemizde de üretilmekte ve iç bölme duvarı olarak kullanılmaktadır. Bu örneğin dışında alçının köpürtülerek hafifletilmesi uygulamaları, az da olsa, görülmektedir. Ancak bu şekilde yapılan üretimler, 600 kg/m^3 den daha düşük yoğunlukta malzemeye olanak vermemektedir (¹). Perlit, vermikülit gibi hafif agregalar katılarak yapılan üretimlerde, katılma oranlarının azlığı nedeniyle tam anlamıyla hafiflik sağlanamamaktadır.

Polistren köpüklerinin hafif agrega olarak kullanılması oldukça yenidir (²). Styropor ticari adı altında Alman BASF firmasının ürettiği polistren köpükleri, önce styropor incisi adı ile üreticilere verilmekte, üreticiler de bu incileri uygun kalıplar içinde ve buharla ısıtarak şişirmekte ve kalıbın şeklini vermektedir. Yarı şişirilmiş 1,5-2 mm. çapında küre şeklindeki "styropor boncukları'nın", beton agregası olarak kullanılması 1958-1960 yılları arasında denenmiş, çok başarılı sonuçlar elde edilmesine rağmen, styropor'un bu halinin anılan tarihlerde çok pahalı olması nedeniyle ekonomik bulunmadığından, uygulama alanı gelişmemiştir. Ancak 1960'lı yıllardan sonra ön şişirmeye uğratılmış styropor boncuklarının yeterince ucuzlamasıyla, styropor betonu kullanım alanı bulabilmiştir (^{2,3,4}).

Günümüzde şişirme yöntemi ile üretilen polistren köpükleri, plaka ve levha olarak ısı yalıtkanı malzemesi olarak geniş oranda kullanılmasının yanında, ambalaj malzemesi olarak da oldukça fazla miktarlarda kullanılmaktadır. Polistren incilerini şişirerek üretim yapan firmalarda, gerek boyut fazlalığı, gerek hatalı üretim yapımından dolayı, büyük oranda artık malzeme açığa çıkmaktadır. Bu fazlalıklar sonradan basitçe öğütülerek styropor boncukları elde edilebilmektedir. Bu şekilde üretim yapan bir firma, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yapı Malzemesi Laboratuvarına baş vurarak bunların değerlendirilmesini istemiş, yapılan araştırmalarda, değişik kullanım alanları arasında, çimento ile beton yapımının benzer şekilde alçı ile de "styroporlu alçı" ya da diğer bir adlandırma ile alpor üretilebileceği sonucuna varılmıştır.

2. Tanım:

Styropor agregalı alçı ürünler, diğer dolgulu alçılardan oldukça farklı olanaklar vermektedir. Öncelikle styropor üretimi fazlası ufalanmış polistren köpüğü boncukları, çok ekonomik bedelle temin edilebilmekte, bunun yanında oldukça hafif ürünlerin elde edilmesine olanak vermektedir. Styropor boncukları, alçılı bloğun yoğunluğuna bağlı olarak, hacimca % 50-70 oranında yer kaplamaktadır. Ufalanarak elde edilmiş styropor boncukları ile:

- Fevkalade küçük görünür (yığın) birim hacim ağırlığı, ($\Delta=11-12 \text{ kg/m}^3$),
- Çok küçük ısı iletkenlik değeri, ($\lambda=0,04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$),
- Bünyesine su ve nem almama,
- Birbirine yakın çaplı küresel boncuklardan oluşması nedeniyle, arada kalan boşluğun matris malzemesiyle iyice doldurulması ve buna bağlı olarak oldukça yüksek mekanik dayanım (³) sağlanmaktadır.

Styropor boncuklarının düzgün küresel oluşları, bunların agrega olarak katıldığı beton veya alçı hamurunda kolayca yerleşmesine ve homojen yapıda elemanlar üretilmesine olanak vermektedir.

3. Malzeme :

3.1. Agrega Olarak "Styropor Boncukları :

Temel malzeme olarak styropor, yan mamul maddesini Alman B.A.S.F. firmasının üreterek bütün dünyaya ihraç ettiği ve 1952'den beri de yapı ve ısıtma-soğutma endüstrisinin genişmiş levha veya sandviç olarak kullandığı polistren esaslı bir köpük maddedir. Polistrenin genişmesi, bu yöntemde iki aşamada gerçekleşmektedir; önce styropor incisi olarak adlandırılan genişmemiş malzeme ön genişlemeye tabi tutulur, daha sonra bu boncuklar kapalı bir kap içinde, buhar ile ve bir genişletirici madde yardımı ile şişirilir, bu esnada taneler birbirlerine değeri ve değeri sınırlarında kaynarak son şeklini alırlar.

Styropor danelerinin dane boyutu, ön genişmiş malzemenin konulduğu kabın büyüklüğüne, şişirme süresine ve buharın sıcaklığına bağlıdır. Bu şekilde değişik boyutlarda ve değişik yoğunlukta styropor boncukları üretilir.

Bu araştırmada kullanılan styropor boncukları 2-4 mm arasında değişmekte, ortalama 3 mm civarında toplanmaktadır. Daha önce yapılan araştırmalarda styropor boncuğu çaplarının büyüklüğünün, üretilen betonun mukavemeti üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını gösterdiğinden⁽³⁾, bu çalışmada boyut etkisi araştırılmamıştır. Bu sonuca göre, styropor boncuklarının görünür yoğunluğunun da etkisinin olmayacağı kabul edilebilir. Üretilen malzemenin ekonomik olabilmesi için boncukların görünür yoğunluğunun (yığın birim hacim kütesinin) 12-15 kg/m³ olması tavsiye edilmektedir⁽⁴⁾. Bu çalışmada kullanılan ve bir su ve ısı yalıtkanları üreten firmadan temin edilen styropor boncukların yığın birim hacim kütesi $\Delta=11,17$ kg/m³ olarak bulunmuştur. Aynı malzemenin özgül kütesi 18 kg/m³ olmaktadır.

3.2. Alçı :

Araştırmada kullanılan alçı, ABS firmasının kartonpiyer alçısıdır. Bu alçının normal kıvamlı hamurunun priz başlangıcı 10 dakika, priz sonu 16 dakika olarak ölçülmüş, styroporlu alçı üretiminde kolaylık sağlamak amacı ile her hangi bir geciktirici katılması gereksiz görülmüştür. Alçının normal kıvamda basınç mukavemeti 16 MPa (160 kgf/cm²) olarak bulunmuştur.

3.3. Bağlayıcı Katkısı :

Organik esaslı styropor taneleri ile mineral bağlayıcılar arasındaki aderans çok zayıftır. Bu sakıncayı gidermek amacı ile, styropor tanelerini ıslatıp bağlayacak, plastik dispersiyon esaslı tutkallar kullanılabilir. Araştırmada Köster firmasının ECC Harz epoksi bağlayıcısı kullanılmıştır. Bu malzemenin kullanılması ile styropor taneleri ile alçı arasındaki bağlantının artması yanında, alçıya akışkanlık ve prizi geciktirmesi sağlanmış, aynı zamanda alçı matrisin mukavemeti de artmıştır.

4. Üretim :

Düşük yoğunluklu agrega ve mineral bağlayıcıların beraber karışımı, bazan zorluklar gösterebilir. Bunun için, matris elemanların çok sulu ve akışkan kıvamda tutulmaması tercih edilir. Alçılı üretimlerde kum ve benzeri dolgular da kullanılmamaktadır. Bunun sonucu olarak maksimum styropor kullanımı halinde 600 kg/m³'ün üzerine çıkmak zor olmaktadır.

Styroporlu alçı betonunun üretiminde, alçı, su ve genişmiş boncukların karışımı kolay olmamaktadır, zira bu malzemeler arasında büyük yoğunluk farkları bulunmaktadır. Homojen bir karışım sağlamak amacı ile, styropor tanelerinin yüzeyinin alçı bağlayıcı ile kaplanması gerekir.

Bu amaçla çeşitli polimer dispersiyonları veya alçının prizini bozmayacak organik esaslı tutkılar kullanılabilir. Örneğin, PVA, akrilik, epoksi dispersiyonları gibi.

Deney örneklerinin üretiminde bağlayıcı katkı olarak Köster Ecc Harz epoksi emülsiyonları kullanılmıştır. Örnekler, çapı 10 cm ve yüksekliği 20 cm olan silindir kalıplar içine dökülerek hazırlanmıştır. Bağlayıcı katkı oranı, karma suyunun 1/40'ı olacak şekilde alınmış, bu su ile hem styroporun ıslatılması, hem de alçının karma ve hidratasyon suyu olarak kullanılmıştır. Alçı beton örnekleri, 200 kg/m³, 300 kg/m³, 400 kg/m³, 500 kg/m³, 600 kg/m³, 700 kg/m³ ve 800 kg/m³ olacak şekilde tasarlanmıştır.

Tablo I ; 1 m³ styroporlu alçı betonu bileşimine giren malzeme:

| Yoğunluk | Alçı (Kg) | Styropor (kg) | Su (lt) |
|-----------------------|-----------|---------------|---------|
| 200 kg/m ³ | 152 | 15 | 91,2 |
| 300 kg/m ³ | 235 | 15 | 141 |
| 400 kg/m ³ | 317 | 15 | 190 |
| 500 kg/m ³ | 400 | 15 | 240 |
| 600 kg/m ³ | 482 | 15 | 290 |
| 700 kg/m ³ | 565 | 15 | 339 |
| 800 kg/m ³ | 647 | 15 | 388 |

şeklinde tasarlanmıştır. Üretim sırasında bu değerlerin değiştiği, özellikle styropor tanelerinin birbirlerinden uzaklaşmaları sonunda daha az oranda yer aldığı ortaya çıkmıştır. Gerçek karışımlar 1 m³ için aşağıdaki Tablo II. de olduğu gibi alınmıştır.

Tablo II. 1m³ styroporlu alçı betonunun gerçek karışım değerleri:

| Yoğunluk | Alçı (kg) | Styropor (kg) | Su (lt) |
|----------|-----------|---------------|---------|
| 200 | 162 | 11,141 | 97,080 |
| 300 | 249,550 | 11,141 | 117,770 |
| 400 | 336,450 | 10,822 | 159,150 |
| 500 | 424,300 | 10,742 | 200,530 |
| 600 | 511,520 | 10,663 | 241,910 |
| 700 | 599,380 | 10,584 | 257,830 |
| 800 | 606,590 | 10,504 | 318,310 |

Yukarıda belirtilen oranlarda hazırlanan karışımlar ikişer adet çapı 10 cm. yüksekliği 20 cm olan kalıplara doldurulmuştur. Karışıma suyun % 2-2,5 oranında katılan epoksi emülsiyonunun, karma suyu ihtiyacını azalttığı, akışkanlığını artırdığı, priz süresini uzattığı tesbit edilmiştir. Ancak epoksi fiyatının oldukça yüksek (37 DM/kg) olması, bu amaca yönelik yeni emülsiyonların denenmesini gündeme getirmektedir. Dökülen örnekler kalıptan çıkarıldıktan sonra, +40°C'ye ayarlanmış etüvde 24 saat tutularak kurutulmuş ve birim hacimleri tayin edilmiştir. Bulunan sonuçlar Tablo III'de özetlenmiştir.

Tablo III Dökülen örneklerin birim hacim kütleleri:

| Hazırlanan kg/m ² | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Bulunan kg/m ³ | 208 | 265 | 397 | 493 | 577 | 655 | 690 |

Örneklerin, ısı iletkenlik, buhar difüzyon direnç faktörü ve meknik dayanımları, bulunan birim hacim kütlelerine göre değerlendirilmiştir. Bu birim hacim değerlerine göre 1 m³ içinde bulunan gerçek malzeme miktarları, ağırlıkça ve hacimca Tablo IV'de verilmiştir.

Styroporlu alçı betonunun özellikleri, kompozit içinde yer alan malzemelerin hacimlerinin oranlarına göre değerlendirilmiştir.

Tablo IV, Styroporlu alçı betonlarının 1 m³'ünde yer alan alçı ve styropor miktarları

| Yoğunluk | Ağırlıkça | | Hacimca (Toplam 1000 lt.) | | |
|----------|----------------|--------------|---------------------------|---------------|-------------|
| | Alçı matris kg | Styropor kg. | Alçı matris (lt) | Styropor (lt) | Boşluk (lt) |
| 208 | 196,900 | 11,100 | 164,00 | 616,67 | 220 |
| 265 | 315,310 | 9,550 | 196,35 | 530,55 | 273 |
| 397 | 387,041 | 10,460 | 297,72 | 581,11 | 121,17 |
| 493 | 482,791 | 10,272 | 371,38 | 570,67 | 57,95 |
| 577 | 566,743 | 9,957 | 435,96 | 553,17 | 10,87 |
| 655 | 645,36 | 9,575 | 467,39 | 531,94 | 0,67 |
| 690 | 680,847 | 8,120 | 519,73 | 451,11 | 29,00 |

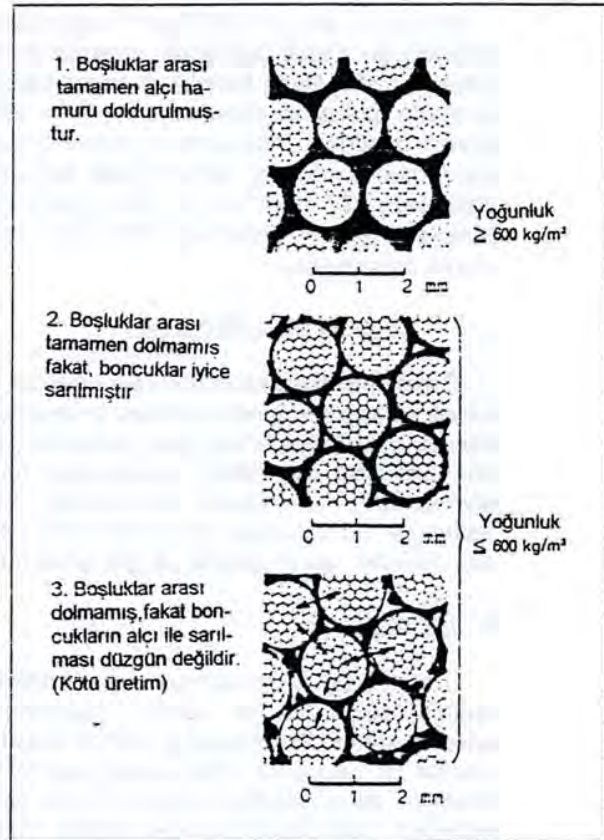
5. Styroporlu Alçı Betonunun Özellikleri :

5.1. Yoğunluk:

Styroporlu alçı, yapıda hafif dolgu gereksinimi olan her yerde kullanılabilir. En düşük yoğunluk olan 200 kg/m³ lük karışımlar, oldukça gevşek yapılı ve dağılma eğilimindedirler. Bu yoğunluğun üzerinde üretilen örnekler, daha fazla alçı ile sarıldığından kolay dağılmamaktadırlar. Yoğunluğun artması için alçının daha fazla kullanılması gerekmektedir. En az boşluk, en fazla styropor kullanımı, 550-600 kg/m³ yoğunlukları arasında görülmektedir. (Şekil- 1). Fiziksel ve mekanik özellikler yoğunluğa bağlı olarak değişmektedir. Doğal olarak yoğunluk arttıkça mekanik dayanım artmakta, buhar difüzyon direnci artmakta, ısı iletkenlik direnci ise azalmaktadır.

5.2. Mekanik Özellikler :

Alçı dolgu malzemelerin yapı ölçeğinde ve döküm sırasında yaptığı genişleme ve büzülme, ihmal edilecek boyutlardadır. Bu malzemeler, eğilme ve çekmeye çalıştırılmayacağı için bu yöndeki değerleri araştırılmamıştır. Malzemenin basınç dayanımları, silindirik örnekler üzerinde, MFL marka 100 kN.luk üniversal test makinesi ile yapılmış ve aşağıdaki değerler bulunmuştur:



Şekil-1 Alçı- styropor karışımının yapısı (3)

Tablo V, Yoğunluğa bağlı olarak basınç dayanımları:

| Yoğunluk | 208 | 265 | 397 | 493 | 577 | 655 | 690 |
|--------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| σ MPa | 0.183 | 0.187 | 0.556 | 1.34 | 1.71 | 2.47 | 2.74 |

5.3. Isıl İletkenlik değerleri

Malzemenin hacimce en büyük değerini alan styropor, bilinen en iyi ısı tutucu malzemedir. Isı iletkenlik değeri ortam nemine bağlı olarak ortalama 0,040 W/m°C dir. Alçının ısı iletkenlik değeri ise, yoğunluğuna ve nem içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Deney örneklerinin hazırlanmasında su/alçı oranı 0,47-0,50 olarak alınmıştır. Bu oranlarda hazırlanan alçının yoğunluğu 1,2 g/cm³ civarında olmakta, bu malzemenin ısı iletkenliği de $\lambda=0,545$ W/m°C olarak bulunmaktadır (4). Alçı-Styropor boncuğu ve hava karışımının, kompozitlerde ortalama değer hesabına göre bulunmuş ısı iletkenlik değerleri Tablo VI'da özetlenmiştir.

Tablo VI, Yoğunluğa bağlı olarak hesaplanan ısı iletkenlik değerleri

| Yoğunluk | 208 | 265 | 397 | 493 | 577 | 655 | 690 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| λ W/m°C | 0,118 | 0,133 | 0,188 | 0,227 | 0,259 | 0,275 | 0,302 |

5.4. Buhar Geçirgenlik Direnc Faktörü :

Styroporlu alçıların 400 kg/m³ yoğunluğa kadar olan örneklerde, styropor boncukları arasında, birbirleri ile ilişkili boşluklar oluşmaktadır.(Şekil-1). Bu nedenle buhar geçirgenlik dirençleri oldukça azdır. Buna karşılık styropor danelerinin buhar geçirgenlik dirençleri oldukça yüksektir. Ekstrüde polistren köpükleri üzerinde laboratuvarımızda yapılan ölçümlerde buhar difüzyon direnç faktörleri, malzemenin tipine göre, 90 ila 150 arasında bulunmuştur. Diğer yandan styroporun μ değeri, yoğunluğuna bağlı olarak, 25 - 40 arasında verilmektedir. Bu çalışmada yoğunluğu 397 kg/m³ ve 577 kg/m³ olan örneklerin buhar difüzyon direnç faktörleri ölçülmüştür. Bulunan değerler; yoğunluğu 397 kg/m³ olan örnek için $\mu = 20$, 577 olan örnek için ise $\mu = 25$ olarak bulunmuştur.

5.5. Yangına karşı davranışı :

Örneklerde kullanılan styropor daneleri kolay yanabilme özelliğindedir. Ancak üzerleri bir alçı kabuk ile kaplandığında yanması zorlaşmaktadır. Yoğunluğu 400 kg/m³ 'a kadar olan örneklerde yanma riski, diğerlerine göre fazla olmaktadır. Laboratuvar koşullarında yapılan bir deneyde 40x40x10 cm olan örnek, çıplak aleve tutulmuş, yarım saatin sonunda, aleve bakan yüzeydeki styroporların tutuşmadan buharlaştığı, üst yüzeyde ise sıcaklığın 30°C yi aşmadığı tesbit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, 10 cm.lik ve yoğunluğu 500 kg/m³'ün üzerinde yapılmış styroporlu alçı paneller, yarım saatlik yangın geciktirici özelliği sağlamaktadırlar.

6. Sonuçlar:

Üretim artışı styropor boncuklarını değerlendirmek amacı ile yapılan bu çalışmada, styroporlu alçının dolgu ve ısı tutucu malzeme olarak yapının çeşitli yerlerinde kullanılabilmesi görülmektedir. Bu kullanma yerleri arasında, zemine oturan döşemelerde döşeme kaplaması altında ısı tutucu bir altlık olarak kullanılması, normal katlarda döşeme altında esnek ve hafif altlık ve dolgu olarak kullanılabilir. Bu şekilde döşeme tahtaları veya parkeler çakılarak tesbit edilebilir. Çatı katlarında veya çatıda, mertekler arasında ısı tutucu katman olarak kullanılabilir. Tarihi ahşap ev restorasyonunda, duvar dikmeleri aralarının styroporlu alçı ile doldurulması ile, hem yeterli bir ısı tutuculuk sağlamak, hem de yangın riskini azaltmak mümkün olacaktır. Bunlardan başka, styroporlu alçılı bloklar, bölme veya dolgu duvar malzemesi olarak da uygulanabilir.

Referanslar:

1. K.Köhling, 1960. Betonstein Z. 26, 208-212
2. K.Köhling; Petri, 1960. Kunststoffe. 50. 648-651
3. F.Honwiller, K.Köhling. Betonstein Z. 1968, 34 (2/3), 81-87, 132-137
4. E.Gürdal . Kuzey-ve Orta Anadolu Açıları Üzerine bir Araştırma-Doktora tezi- 1976

ALÇI YOĞUNLUĞU'NUN ISI İLETKENLİĞİNE ETKİSİ

Binnur KAYA

ABS Alçı ve Blok San. A.Ş.

Alçı farklı perlit miktarları ve su oranları ile karıştırılarak değişik yoğunlukta alçılar elde edildi. 4 cm kalınlıkta her deneyden numuneler dökülerek Ankara'daki Bayındırlık Genel Müdürlüğü'nün laboratuvarlarında ısı iletkenlik değerleri ölçüldü ve alınan sonuçlar bir grafik haline getirildi. Alçı yoğunluğu'nun ısı iletkenliğine etkisi saptandı.

1966 Ankara doğumluyum. Lise öğrenimimi tamamladıktan sonra 1983 senesinde Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kimya Bölümünü kazandım. 1989 senesinde Bilepe - Alçıpan fabrikasında başlamış olan çalışma hayatıma halen ABS Alçı ve Blok San. A.Ş.'de Kalite Kontrol şefi olarak devam etmekteyim.

ALÇI YOĞUNLUĞU'NUN ISI İLETKENLİĞİNE ETKİSİ

İnsanların yerleşik düzene geçerek dört duvar arasında yaşamaya başlamasının zaman ve yeri bilinmiyor. Ancak duvar olgusu yerleşik yaşam düzeni ile ortaya çıkmıştır.

Yapılar örgü kulubelerden, kerpiçe, kerpiçten tuğlaya dört duvarlı bina yapımına doğru bir gelişim göstermiştir. Bu süreç içerisinde alçının eski uygarlıklardan beri kullanıldığı biliniyor. Tarih boyunca ve Anadolu Türk Mimarisinde yaygın bir şekilde kullanılmasına karşılık zamanla önemini yitirmiş ve günümüze kadarda bu doğal yapı malzemesine gereken önem verilmemiştir.

Son yıllarda alçı ve alçı ürünlerinin yapı fiziğinde ve kullanım aşamasında sağladığı faydaların tanınması alçıyı tekrar güncel bir yapı malzemesi haline getirmiştir.

Alçının yapı fiziğinde sağladığı faydalar, ateşe dayanıklılık, rutubet dengeleme, ses geçirmezlik ve ısı geçirmezlik özellikleridir.

Bu çalışmada amaç alçının ısı iletkenliğinin incelenmesidir.

ISI YALITIMI

İnsanların barındığı veya çalıştığı binalarda ısı etkilerinden yeterli olarak korunma, sağlığa uygun bir iç iklimsel çevrenin sağlanmasının temel şartıdır. Hacimlerin ısı ihtiyacı ve bunu sağlamak için yapılan ısıtma giderleri hacmi çevreleyen bileşenlerin ısı yalıtım ve ısı depolama yeteneklerine bağlıdır.

Yapı bileşenlerinin ısı yalıtım yeteneği, ısı geçirgenlik direnci ($1/\lambda$) ile belirlir. Bu kullanılan malzemenin kalınlığının artması veya ısı iletkenlik hesap değerinin küçülmesi ile büyür.

ISI İLETKENLİĞİ

Homojen bir malzemenin kararlı koşullar altında iki yüzey sıcaklığı arasındaki fark 1°C olduğunda birim zamanda (1 saat) birim alan (1 m^2) ve alana dik yöndeki birim kalınlıktan (1m) geçen ısı miktarıdır. Birimi $\text{kcal/mh}^{\circ}\text{C}$ veya w/mK dir.

Katkısız sade alçının ısı iletkenlik değeri 1085 kg/m^3 birim hacim ağırlığında $\lambda:0.48\text{ kcal/mhC}$ olduğundan ısı iletkenliği düşüktür. Bu sebepten dolayı da alçının yapı fiziği açısından incelendiğinde diğer özelliklerinin yanında ısı iletkenliğinden bahsedilmez. Oysa ısı iletkenliğinin bağlı olduğu bazı faktörler vardır.

- Katı malzemelerin ısı iletkenliği, malzemenin gözeneklilik derecesine, gözeneklerin büyüklük ve dağılım durumuna, malzemeyi oluşturan maddelerin ısı iletkenliklerine ve içinde barındırdığı nem miktarına bağlıdır.

- Gözenekler içindeki durgun havanın ısı iletkenliği çok küçüktür. Gözenek miktarı arttıkça malzemenin birim hacim ağırlığı azalır. Birim hacim ağırlığı azaldıkça ısı iletkenliği de genellikle o oranda küçülür.
- Düzenli dağılmış, çok küçük gözenekleri olan bir yapı malzemesinin ısı iletkenliği düzensiz dağılmış büyük gözenekli bir malzemeye oranla daha küçüktür.

DENEYSEL ÇALIŞMA

Alçı farklı perlit miktarları ve su oranları ile karıştırılarak değişik yoğunlukta alçılar elde edildi. 4 cm kalınlıkta 24 x 24 cm boyutunda her deneyden numuneler dökülerek Ankara'daki Bayındırlık Genel Müdürlüğünü Laboratuvarlarında Feutron marka plaka metodu ile ısı iletkenliği tayin eden cihazı Tip-4110 ile ısı iletkenlik değerleri ölçülmüştür.

Deneyin Prensibi: Deney numuneleri normal atmosfer basıncı altında 40°C kurutma sıcaklığında %50±5 bağıl nemde değişmez ağırlığa gelinceye dek kurutulduktan sonra kuru birim hacim ağırlığı (kg/m³), yüzeysel yoğunluğu (kg/m²) hesaplanır.

Deney sırasında numunelerin olabildiği kadar havadan az nem almaları sağlanır. Cihazın içinde soğutucu ve ısıtıcı plakalarla numunelerden arta kalan bütün boşluklar olabildiği kadar en düşük ısı iletkenliğindeki yalıtkan ve gevşek durumda bir malzeme ile doldurulur.

Deney sırasında, bir taraftan ısı verilir. İç sıcaklığı 30°C'e, diğer taraftan su geçirilerek dış sıcaklığı 20°C'de olması sağlanır. Deney süresince yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 10°C'den az olmamalıdır. Bu şartlar altında birim hacimde geçen ısı miktarı okunur.

Isı iletkenliği aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\lambda = \frac{0.85 \cdot Q}{A \cdot z \cdot (t_1 - t_2)} \text{ birimi kcal/mh}^\circ\text{C veya W/mK dir.}$$

Q : Geçen toplam ısı miktarı (kcal)

d : Malzeme kalınlığı (m)

A : Isıtıcı plaka alanı (m²)

z : Isının akış süresi (saat)

t₁ : Sıcak yüzeyin sıcaklığı (°C)

t₂ : Soğuk yüzeyin sıcaklığı (°C)

Bulunan bu ısı iletkenlik değerine, malzemenin binada yer almış durumda barındırdığı nem miktarı eklenecek (z) bu alçı için %25 dir. Isı iletkenlik hesap değeri bulunur.

DENEY SONUÇLARI

Sade Alçı %40 ile %72 arasında değişik su oranlarında karıştırılmış ve su alçı oranı düşürülerek alçının bünyesindeki boşluk oranı azaltılmış ve birim hacim ağırlığı artırılmıştır.

%72 su oranında kuru birim hacim ağırlığı 1085 kg/m³ gelen alçı karışımı, %40 su oranında 1370 kg/m³ kuru birim hacim ağırlığı vermiş ve buna karşılık bulunan ısı iletkenlik değeri de λ:0.46' dan λ:0.48 kcal/mh°C değerine yükselmiştir.

Alçının su oranları değiştirilerek farklı yoğunlukta alçılar elde edilmesine rağmen ısı iletkenlik değerlerinde %2 oranında bir değişiklik görülmüştür.

Alçı farklı perlit miktarları ile karıştırılarak birim hacim ağırlığı 1085 kg/m^3 'den 774 kg/m^3 ye düşürülmüş ve buna karşılık ölçülen ısı iletkenliği $\lambda:0.46$ 'da $\lambda:0.27 \text{ kcal/mhC}$ değerine düşmüştür. Elde edilen sonuçlar grafik 2 de verilmiştir.

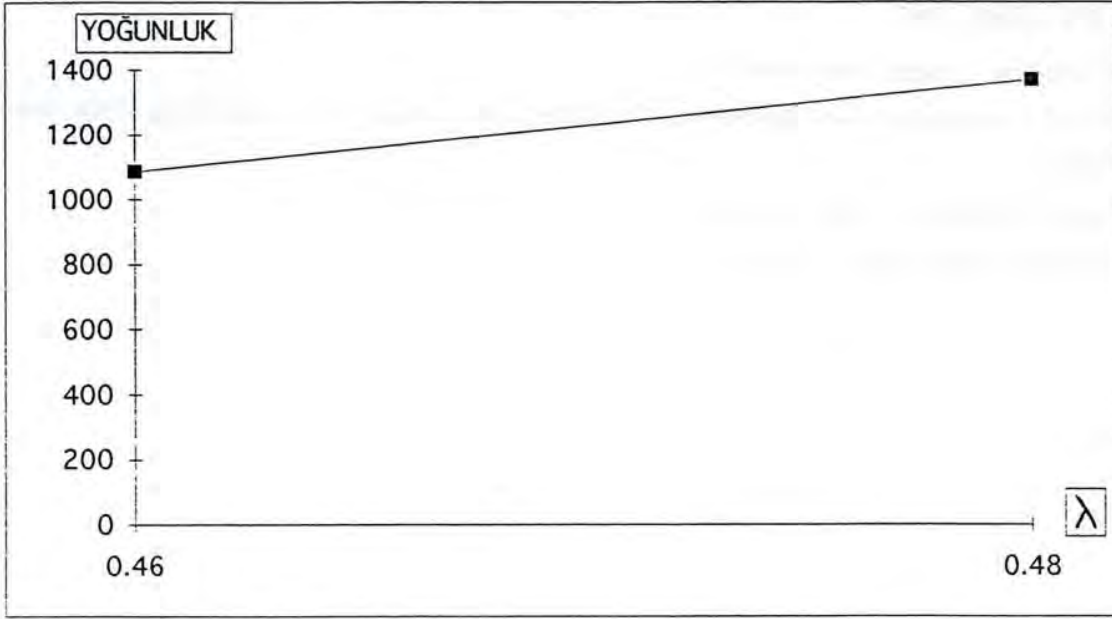
SONUÇ

Sade alçının ısı iletkenlik değeri değişik perlit miktarları ile karıştırılarak ısı iletkenliği $\lambda:0.27 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ düşürülmüş ve ısı yalıtım özelliği geliştirilmiştir. Bu değerler TS 825 de verilen ısı iletkenlik hesap değerleri ile karşılaştırıldığında (çizelge 1) alçının ısı iletkenlik açısından da diğer yapı malzemeleri kadar iyi yalıtım özelliğine sahip olduğu söylenebilir.

Bu çalışma; farklı tane boyutlarındaki perlitin, alçı ile karışımından elde edilen ürünlerin ısı iletkenliklerinin ölçülmesi ve geliştirilmiş vermikulit gibi (biotit'e benzer mika grubundan bir mineral) yüksek ses ve ısı yalıtımı sağlayan bu mineralin alçıda kullanılması ile geliştirilip araştırılabilir.

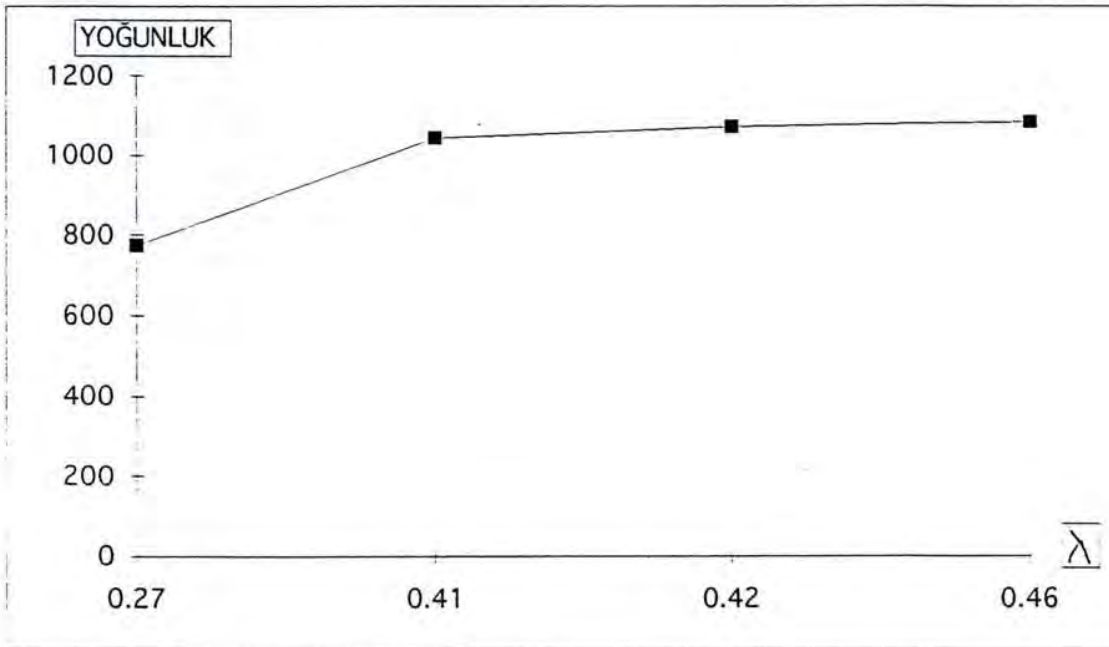
| | Birim Hacim | Isı İletkenliği Hesap |
|---|-------------|-----------------------|
| | Kütlesi | Değeri |
| Malzemenin veya Bileşenin Çeşidi | kg/m | kcal/mhC |
| Kireç harcı, kireç-çimento harcı | 1800 | 0,75 |
| Çimento harcı | 2000 | 1,2 |
| Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve | 800 | 0,33 |
| kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar | 900 | 0,38 |
| Normal harç kullanılarak tuğlalarla | 700 | 0,30 |
| yapılan duvarlar | 800 | 0,33 |

ÇİZELGE 1



GRAFİK 1

DEĞİŞİK SU ORANLARINA KARŞILIK GELEN ALÇI YOĞUNLUKLARI VE λ DEĞERLERİ



GRAFİK 2

DEĞİŞİK PERLİT ORANLARINA KARŞILIK GELEN ALÇI YOĞUNLUKLARI VE λ DEĞERLERİ

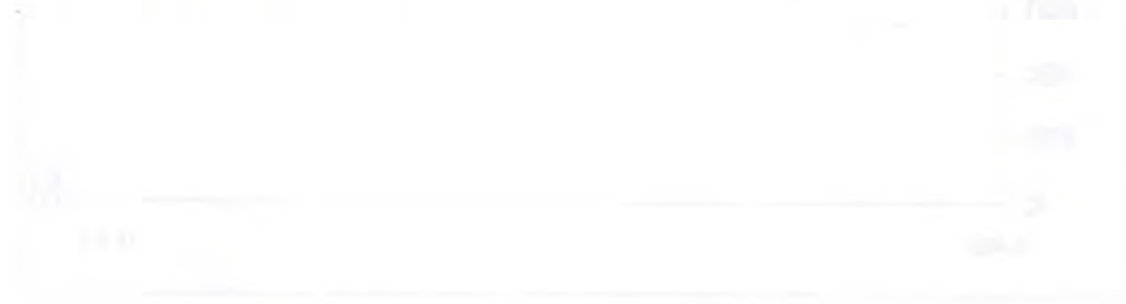
KAYNAKLAR

TS 388 Plaka Metodu ile Isı İletkenlik Tayini

TS 415 Isı İletkenliği ve Isı Geçirgenlik Direncinin Yapıda Kullanılması için Hesap Değerlerinin Bulunması

TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları

TS 6433 Perlitli Sıvalar ve Harçlar



T GRAFIĞİ



Q GRAFIĞI

ALÇI İLE İLGİLİ STANDARDLAR

ORHAN İŞİTMAN
CEN/TC 241 Türkiye Delegesi
ABS ALÇI VE BLOK SAN.A.Ş

Türkiyede alçı çok uzun seneler öncesinden bilinmesine ve kullanılmasına rağmen yüksek tonajlarda üretilmesi ve kullanılması ancak 1980 lerden sonra gerçekleşebilmiştir. Son on senede alçı üretimi yirmi misline yakın artmıştır. TSE alçı kullanımındaki bu gelişmeyi zamanında fark etmiş, çeşitli alçı ürünleri ve tüketimleri konusunda standartları belirleyerek bu konudaki boşluğu çok kısa zamanda doldurmuştur.

Yazar ODTÜ Kimya Mühendisliği bölümünden mezun olduktan sonra University of Sheffield(U.K)'dan Master of Science and Technology in Ceramics derecesini aldı.ABS Alçı ve Blok San. A.Ş'de Ar-Ge Mühendisi,Labaratuar ve Kalite Kontrol Şefi, Fabrika Müdürü görevlerinde çalıştı.1994 senesinden sonra aynı firmada Ürün Geliştirme ve Kalite Kontrol Koordinatörü olarak hizmet vermektedir.Alçı Üreticileri Derneğinin önerisiyle CEN/TC 241 çalışmalarına TSE delegesi olarak katılmaktadır.

ALÇI İLE İLGİLİ STANDARDLAR

Türkiyede alçı çok uzun seneler öncesinden bilinmesine ve kullanılmasına rağmen yüksek tonajlarda üretilmesi ve kullanılması ancak 1980 lerden sonra gerçekleşebilmiştir. Son on senede alçı üretimi yirmi misline yakın artmıştır.

TSE alçı kullanımındaki bu gelişmeyi zamanında fark etmiş, çeşitli alçı ürünleri ve tüketimleri konusundaki standartları belirleyerek bu konudaki boşluğu çok kısa zamanda doldurmuştur.

Türkiyenin AB ve Gümrük Birliğine girmesi ile birlikte Comité Européen de Normalisation (CEN)'un 241 no'lu Technical Committee (TC)'sinin hazırlayacağı Standartlar belli bir süreç içerisinde TSE tarafından aynen yürürlüğe konulacaktır. Bu şekilde; Avrupa Birliğine üye bütün ülkelerin aynı standartları kullanmasıyla, tüm üretici ve tüketici haklarının korunması garanti- lenmiş olacaktır.

CEN/TC 241 şeklinde anılan bu komiteye Almanya, Avusturya, Belçika, Danimarka Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya İzlanda, Lüksemburg, Norveç, Portekiz ve Yunanistan üyedir. 1996 senesinde Türkiye oylama hakkı olmayan üyeler grubuna dahil edilmiştir, bu grubun diğer iki üyeside Çekoslavakya ve Polonyadır.

CEN/TC 241 dört çalışma grubu (Working Group) halinde; Tazlar-Kalıplanmış Ürünler-Alçı Plakalar-Aplikasyonlar, konuları üzerinde 1990 senesinden itibaren çalışmalarını yürütmektedir.

Bu çalışmalar sırasında mevcut ISO, DIN ve BS metinleri yoğunlukla kullanıldığından ortaya çıkan standartlar ülkemiz sanayicilerine yabancı gelmeyecektir. Bu güne kadar Türkiyede yeterince ilgilenilmemiş "yangına karşı dayanıklılık" kontrol ve testleri konuları ise TSE veya üniversite laboratu- arlarında yapılacak çalışmalarla çözümlenebilir.

Ülkemizdeki alçı üretici ve tüketicileri CEN/TC 241 çalışmalarının 2000 se- nesinden önce bitmeyeceğini varsayarak aşağıda dökümü yapılan TSE stan- dardlarının mantığını kavramalı ve genelde bu standartlara uygun davranarak kendilerini AB ve Gümrük Birliğine hazırlamalıdır.

TS 370:YAPI ALÇILARI

TS 451:ALÇI BÖLME BLOKLARI-DOLU GÖVDELİ

TS 452:ALÇI DUVAR LEVHALARI

TS 1262:SIVA YAPIM KURALLARI-BİNA İÇ YÜZEYLERİNDE KULLANILAN

TS 1474:ALÇI BÖLME DUVARI BİLEŞENLERİ

TS 1475:ALÇI BÖLME DUVAR LEVHA VE BİLEŞENLERİNİN YERİNE KONULMASI KURALLARI

TS 3682:ALÇI PERLİT BÖLME DUVARI ELEMANLARI

TS 3722:PERLİTLİ SIVA VE SIVA HARÇLARININ YAPIM, BAKIM VE UYGULAMA KURALLARI

TS 4434:ALÇILI SARGI BEZİ

TS 4447:ALÇI TAŞI-ÜÇÜTÜLMÜŞ (TARIMDA KULLANILAN)

TS 4636:ALÇI TIPTA KULLANILAN

TS 4866:SERT ALÇI DIŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN

TS 4916:HAFİF ÖRGÜ HARÇLARI-HAFİF AGREGALARLA YAPILMIŞ DUVARLAR İÇİN

TS 5266:ALÇI-DENEY ŞARTLARI

TS 5267:ALÇI-KRİSTAL SUYUNUN TAYİNİ

TS 5268:ALÇI-TANE BÜYÜKLÜĞÜ VE GEVŞEK BİRİM HACİM AĞIRLIĞI TAYİNİ

YAPI MALZEMESİ SEÇİM KRİTERLERİ ve ALÇI YAPI ELEMANLARININ TEKNİK ve EKONOMİK YÖNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gülser (Ünlü) ÇELEBİ

BİLDİRİ ÖZETİ

Günümüzde bilimsel ve teknolojik gelişmenin en yoğun izlendiği alanlardan birisi de yapı malzemeleri ürün ve teknolojileri alanıdır. Bu bağlamda her gün yeni bir yapı malzemesi pazara sunulmakta ve/veya geleneksel malzeme teknolojileri yenilenmekte ve yeni kullanım olanaklarına kavuşturulmuş geleneksel malzemeler çeşitlenerek kullanıma sunulmaktadır.

Bu çeşitliliğe karşın, ülkemizde, yapı malzemesi seçiminde ve kullanımında aşılammış bir tutuculuk, diğer geleneksel malzemelere bağımlılık hüküm sürmektedir. Bunun en önemli nedeni yeni malzemelerin seçim kriterlerinin, teknik ve detay olanaklarının yeterince araştırılmaması, ekonomik analizlerin yapılmaması veya yapılmış araştırmaların yapı üreticisine ulaşamamasıdır.

Alçı da; gelişen teknoloji paralelinde yenilenmekte olan, ülkemizdeki üretim teknolojisi çağdaş düzeye ulaşmış ve hazır yapı elemanları elde etmeye uygun bir konuma gelmiş, pekçok geleneksel malzemedenden birisidir. Buna karşın, binalarımızda hazır alçı yapı elemanlarının yaygın olarak kullanıldığından söz etmek olası değildir. Oysa; yaygın olarak kullanılan diğer malzeme ve yapı elemanlarına oranla gerek kullanım ve teknik özellikleri yönünden, gerekse ekonomik açıdan olumlu yönleri bulunmaktadır.

Bu bildiri, 'genel'de yapı malzemelerinin seçim kriterleri tartışılacak; 'özel'de ise, bu kriterler bağlamında hazır alçı yapı elemanlarının bir değerlendirilmesi yapılacaktır.

Bildirinin son bölümünde, m² maliyetleri açısından alçı blok duvar ile 'diğer duvar elemanları' karşılaştırılacak ve karşılaştırmaya bağlı olarak malzeme ve yapı elemanlarının bir değerlendirilmesi yapılacaktır.

YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ

Ankara Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi'nden 1975 yılında mezun olan Gülser (Ünlü) Çelebi, aynı kurumda 1976 yılında asistan olarak göreve başlamış, 1982 yılında Yüksek Lisans, 1994 yılında ise Doktora çalışmalarını tamamlamıştır. 1982-1994 yılları arasında öğretim görevlisi olarak çalışmalarını sürdürmüştür.

Halen, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalında, öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır.

Giriş

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yapılar yoğun bir malzeme ve ürün çeşitliliği içindeki piyasalarda üretilmektedir. Bugünün tasarımcıları da, çeşitli malzemeler arasından ürün seçerek tasarımlarını gerçekleştirmektedirler.

Malzeme ürün ve teknolojilerinin gelişerek karmaşık bir yapı kazanması, tasarımda ürün seçim ve değerlendirmesi sürecini zorlaştırmakta, aynı zamanda bu sürecin yeni boyutlar altında, yeniden ele alınmasını da gerektirmektedir.

Bu boyutlar çoğu kez dinamiklerini toplumdan alırlar. Sürdürülebilirlik hedefi de böyle bir toplumsal olgudur.

Sürdürülebilirlik en dar anlamıyla kuşaklar arası bir adalet ilkesidir. Bu temel kavramın yönlendirdiği hedef; toplumun her alanında dünyayı yeni bir etik ile sorgulamak, kavramak ve yeni etik ilkeler oluşturmak gereğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, her alanın temel girdilerinin, amaçlarının ve sonuçlarının bu hedef bağlamında yeniden sorgulanması da ahlaki bir davranış olarak görünmektedir.

Toplumsal dinamikler, yapı üretim alanında aktif sorumluluk yüklenen malzeme üreticisine, tasarımcıya, yapımcıya ve kullanıcıya da yeni görev ve sorumluluklar yükler.

Bu bağlamda, yapı (bina) üretim alanının temel girdilerinin de bu hedef doğrultusunda yeniden açıklık kazanması ve tartışılması kaçınılmazdır.

Tasarımcı, malzeme seçim kriterlerini 'teknik', 'estetik', 'maliyet', ve 'sosyal' parametrelerin ışığı altında belirler. Malzeme seçiminde temel girdiler olan bu boyutların, sürdürülebilirlik hedefi doğrultusundaki genel anlamı aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Uygun teknik performansı sağlayan,
- En az enerji kullanımını hedefleyen,
- Teknik düzeydeki özellikleri ile mekanda hijyen ve konfor koşullarını sağlayan,
- Tasarımda öngörülen estetik kaygılara cevap veren,
- Kısa ve uzun dönem masrafları açısından uygun olan,
- Toplumun her kesiminin elde edebilirliğinin sağlandığı,
- Çevre kirliliği yaratmayan ve doğaya geri dönüşümü bulunan, kısaca; doğal çevre ile barışık,
- Ülke ölçeğinde; toplumsal yapıya, mevcut kaynaklara, mevcut teknolojik olanaklara ve insan gücüne uygun olan.

Malzeme seçiminde temel girdiler olan bu boyutların gerçekleştirilmesi ise; yapı üretim alanının ilgili kurumlarının (malzeme üreticisi, tasarımcı, yapımcı, kullanıcı) duyarlılığına bağlıdır.

Tasarımcı, sürdürülebilirlik hedefine yönelik, malzeme bazındaki tasarım stratejisini; yapı elemanını oluşturan malzemelerin insan sağlığı ve doğal çevre ile etkileşimi, yalıtım özelliği, yangına dayanımı, strüktürel servis yeteneği, kullanım ömrü ve tekrar kullanılabilirliği, hammadde kapasitesi, ön yapım olanağı ve kolaylığı, çok amaçlı kullanım olanağı, modül ve standardizasyona uygunluğu, ekonomik değeri, bakım ve onarım giderleri vb. gibi kriterlerin ışığı altında saptar.

Bu kriterler, gerçekte bir yapı malzemesinin performans özelliklerini açıklayan çeşitli değerlendirme kriterleri olup, bu bağlamda, malzeme değerlendirme ve seçim sürecinin sistemli bir şekilde düzenlenmesini de zorunlu kılar.

Yukarıda sözü edilen ve belirli bir sistematikte sunulmamış bulunan bu kriterlerin, bir kısmı doğrudan malzeme üretim sürecinde yer alan ilişkili kurumlara; bir kısmı tasarım - kullanım - yapım sürecindeki ilişkili kurumlara göndermeler yaparak, bu toplumsal kurumlara yeni görev ve sorumluluklar yükler.

Yapı üretim sürecine girdi veren ve tasarım sürecindeki strateji paralelinde yürütülen, malzeme seçim ve değerlendirme kriterleri, "üretim", "uygulama-kullanım", "teknik özellikler", "maliyet" başlıkları altında sistematize edilebilir.

Bu sistematikte yer alan başlıkların kapsamının, sürdürülebilirlik hedefi doğrultusunda, belirlenmesi gerekir.

A- Yapı Malzemelerinin Üretim ve Ürün Seçimine Yönelik Değer Kriterleri

I- Yapı Elemanlarında Kullanılan Malzemelerin Üretim Yönünden Özellikleri ile İlişkili Değer Kriterleri:

Malzeme üreticisine önemli ölçüde sorumluluklar getiren ve sürdürülebilirlik hedefi doğrultusunda sorgulanması gereken performans kriterleri, aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Malzeme doğal hammadde kapasitesi olarak ülke ölçeğinde yeterli olduğu gibi, ülke dışına da ihraç edilebilmelidir.
- Malzeme üretimi büyük yatırım ve karmaşık teknoloji ile değil, basit teknolojilerle mümkün olmalıdır.
- Teknolojik gelişmelere uyum sağlayabilmeli ve hazır yapı elemanlarının üretimine elverişli olmalıdır.
- Üretimde kullanılan enerji minimum kullanılmalı, yurtiçinden ve ucuz olarak sağlanmalıdır.
- Malzeme kullanıldıktan sonra tekrar işlenebilir olmalı ve doğaya dönüşümlü (recyclable) olmalıdır.
- Standartlara uygun malzeme üretilmelidir.

II- Yapı Malzeme ve Elemanlarının Uygulama - Kullanım Yönünden Özellikleri ile İlişkili Değer Kriterleri:

Yapı malzemelerinin uygulama ve kullanım yönünden özellikleri tasarımcı ve yapımcıya eşit ölçüde sorumluluklar yükler. Bu sorumlulukların ise temel kaynağı 'sürdürülebilirlik hedefi doğrultusunda kullanıcıya ve ülke ekonomisine ek yük getirmemek' olarak belirlenebilir. Bu bağlamdaki değer kriterleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Seçilen malzeme kolay işlenebilir olmalıdır. Bu özellik, tasarımda ve yapımda (uygulamada) esneklik sağlar. Dolayısıyla zaman içinde ortaya çıkabilecek kullanıcının 'değiştirme' istek ve gereksinimleri kolaylıkla karşılanabilir.
- Malzemelerin birim ağırlıkları az olmalıdır. Hafif Malzemeler yapı yükünün az olmasını, dolayısıyla zemine aktarılan yükün de az olmasını getirir. Bu özellik de ekonomiye önemli ölçüde katkı sağlar. Özellikle iskelet taşıyıcı sistemli yapılarda bölücü duvarların hafif olması sağlanırsa, daha düşük maliyette yapı elde etme çözümüne ulaşılabilir.
- Malzeme, üretim yerinden (fabrikadan) şantiyeye kolaylıkla taşınabilmelidir.
- Şantiyeye getirilen malzeme 'kolay uygulanabilir' olmalıdır. Seçilen malzeme veya yapı elemanının kolay uygulanabilir olması, özel kalifiye işçi gerektirmemesi, yapı üretim sektöründeki mevcut iş gücüne uygun olması, işçilik maliyetini ve malzeme kayıplarını azaltır.
- Taşıma veya kullanımı sırasında tahrip olmuş malzeme veya yapı elemanları 'kolay onarılabilir' olmalıdır. Bu özellik malzeme kayıplarını, bakım ve onarım masraflarını azaltır, dolayısıyla yapı üretimi ve yapı kullanımı sürecinde olumlu bir süreklilik ve ekonomi sağlar.
- Modül ve standardizasyona uyumlu hazır elemanlarının kullanılması durumunda malzeme kayıpları önlenir ve işçilik ücretinde ekonomi sağlanır.
- Bitirilmişlik düzeyi yüksek olan yapı malzemesi ve elemanı kullanmaya özen gösterilmelidir. Bu özelliğin sağlanması durumunda yapı üretim süreci zaman açısından kısalmır.
- Malzemeler uygun test yöntemleri ile test edildikten sonra kullanılmalıdır. Nitelik denetimi için gerekli olan bu uygulama; malzemedeki beklenen işlevlerin ve malzeme performans düzeyinin somut olarak saptanmasını sağlar.

III- Yapı Elemanlarında Kullanılan Malzemelerin Teknik Özellikleri ile İlişkili Değer Kriterleri:

Yapıda kullanılacak her tür malzeme ve yapı elemanlarından yüksek düzeyde verim sağlayabilmek ve insanlar için en uygun, sürekli konfor koşulları ile donatılmış yapıları elde edebilmek için; malzeme özelliklerinin, 'teknik performans girdisi' olan, aşağıdaki kavramlar bağlamında, kapsamlı olarak belirlenmesi gereklidir. Bu performans girdileri, yapının kalitesini etkiler.

Kalite en basit ve geniş anlamı ile 'nitelik' demektir. Yani; varlıkların ya da olguların saptanmasında, anlatılmasında ve belirlenmesinde kullanılan bir özelliktir. Ancak, bu tanım yalnızca nitelik anlamında kullanılmamalıdır. Bu kavrama aynı zamanda 'üstünlük', 'mükemmellik', 'tercih edilebilirlik' gibi kişisel ve toplumsal değerler de yüklenmelidir. Dolayısıyla, kalite belirli amaçları sağlamada ve belirli düzeylere ulaşmada bir ölçü olarak tanımlanabilir (1).

Kalite kavramı sınırlı bir kapsamda ele alındığı zaman, teknik bir çerçevede 'amaca uyum niteliği' olarak da ifade edilebilir. Bu bağlamda, kalite üç temel boyut ile belirlenebilir:

- Amaca uygun gereksinimler,
- Gereksinimlerin teknik niteliklerine ilişkin ölçütler,
- Ölçütlerin yeterli olup olmadığını saptayacak kontrol yöntemleri.

Bu boyutlar teknik bir çerçevede 'yapının kalitesi' bazında ele alındığı zaman, yapı malzemelerinin önemi ortaya çıkar. Bu boyutlar bağlamındaki değerler sırasıyla;

- Malzeme seçimini belirleyen stratejinin (amacın) tanımına,
- Malzeme hakkındaki teknik niteliklerin tanımına,
- Malzemenin kontrolüne, değerlendirilmesine ve malzeme özelliklerine uygun konstrüktif detay çözümlerine bağlıdır.

Bu değerlerin tümüne teknik göstergeler adı verilebilir. Teknik göstergelerden biri olan 'teknik nitelikler' malzemenin teknik performans özellikleri ile özdeştir ve malzeme kalitesini tanımlamaya yarayan, teknik çerçevedeki ilişkili kavramları ortaya koyar.

Bir yapı malzemesinin teknik performansını belirleyen bu gösterge ve kavramlar aşağıdaki ölçüt ve kıstasların ışığında ele alınabilir:

- **Strüktürel Servis Özelliği:**

Malzemenin strüktürel servis özelliği; taşıyıcı sistem malzemesi olarak dinamik ve statik yük ve kuvvetlere karşı koyma ve yük taşıyıcı olarak kullanılabilme kapasitesi ile ilgili bir ölçüttür. Yapı malzemesi aşağıdaki ölçütlere göre değerlendirildiği takdirde, strüktürel servis özelliğine ilişkin veriler elde edilir.

Doğal güçlere karşı koyma; Malzemenin rüzgar gücüne dayanımı
Sismik hareketlere dayanımı

| | |
|------------|-----------------|
| Mukavemet; | Basınç dayanımı |
| | Çekme " |
| | Kesme " |
| | Burulma " |
| | Burkulma " |
| | Kopma " |
| | Aşınma " |
| | Sertlik " |

- **Yangın Güvenliği Özelliği:**

Malzemenin yanmaya direnci
Alevlenebilirlik özelliği
Duman yayma kapasitesi
Toxic gaz çıkarma özelliği

- **Kullanışlılık ve Termo-Fiziksel Kapasite Özelliği:**

Temel yaşam gereksinimlerine ilişkin kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayarak, uygun mekansal ortamların elde edilmesi sürecinde, malzeme özelliklerinin aşağıdaki kriterlere göre sorgulanması ve değerlendirilmesi gereklidir. Bu kriterler ısı, ses, su, hijyen ve güvenlik kavramları altında ele alınabilir.

Isısal özellikler; Malzemenin ısısal genişleme özelliği
Isı geçirgenlik ve direnci
Isıl şoka dayanımı

Akustik özellikler; Malzemenin ses geçirgenlik özelliği
Ses yutma kapasitesi

Su geçirimsizlik; Malzemenin su emme kapasitesi
Su geçirgenlik - su buharı geçirgenlik direnci
Nem nedeniyle ortaya çıkan rötne ve genişleme özelliği

Hijyen, Konfor, Güvenlik; Malzemenin toxic özelliği
Haşere zararlarına dayanımı
Kaymaya direnci
Küflenme direnci
Hava geçirimsizlik kapasitesi

• **Dayanıklılık Özelliği:**

Malzeme seçiminde dikkate alınacak temel ilkelerden en önemlisi amaca uygunluktur. Yapının farklı bölüm ve elemanlarında kullanılan malzemelerde, farklı amaçlara hizmet edecek işlevsel özellikler ve dayanım aranır.

Kullanıcı tarafından uygulanan mekanik yük (kuvvet) ve atmosferik etkiler karşısında malzemenin dayanım değerinin saptanarak, amaca uygun kullanım için yeterliliğinin belirlenmesi zorunludur. Malzemenin bu yöndeki kapasitesinin belirlenmesi ile kısa ve uzun dönem dayanıklılığı saptanabilir.

Bu bağlamda, malzeme özellikleri aşğıdaki kavramlar ışığında sistematik olarak ele alınırsa, amaca uygun malzeme seçimi ve uygun konstrüksiyon çözümü de gerçekleşmiş olur.

Aşınma Dayanımı; Malzemenin sürtünme kuvvetlerine karşı direnci
Darbelere karşı direnci
Çizilmeye karşı direnci

Yıpranma Dayanımı; Malzemenin donma-çözülme olaylarına dayanımı
Renk dayanımı
Kimyasal dumanlara karşı dayanımı
Bakteriler tarafından yıpranmaya direnci
Ultraviyola-Radyasyon etkilerine dayanımı

Boyutsal Stabilité; Malzemenin hacim değiştirme kapasitesi

Mekanik Özellikler; Malzemenin çatlamaya karşı direnci
Patlamaya karşı direnci
Kopma direnci
Yorulma direnci

• **Diğer Malzeme ve Bileşenlerle Birarada Kullanılabilme (Uyum) Özelliği:**

Binalarda, farklı özelliklere sahip (benzer olmayan) yapı malzemeleri birarada kullanılır. Birarada kullanılabilirlik için malzemelerin birbiri ile uyumlu olmaları ön koşuldur. Bir başka deyişle; çeşitli etkenler karşısında, bir malzeme, birlikte kullanıldığı diğer malzemenin fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilememelidir.

Bitişik olarak kullanılan, farklı (benzer olmayan) özelliklere sahip malzemelerin birbiri ile uyumu, bitişik malzeme veya sistemlerin bu etkilere birlikte karşı koyabilme kapasitesi ile ilgili bir özelliktir.

Malzeme veya yapı elemanının, 'uyum' ile ilişkili özelliğinin saptanmasında, bitişik malzemelerin davranışının aşğıdaki iki faktörün ışığı altında belirlenmesi gereklidir.

Galvanic Etki Açısından Özellik;
Kimyasal Etkileşim;

Yukarıda kavramsal olarak ifade edilen bu ölçütler bağlamında yapılacak bir malzeme değerlendirmesi, teknik boyutta yapının kalitesini nesnel olarak belirlemektedir.

IV- Maliyet

Yukarıda tanımlanan teknik performans ölçütleri genellikle her malzemenin rasyonel kullanılabilmesi ve kalite saptanması için gerekli ölçütler olmakla birlikte, aynı teknik özellik ve değerlere sahip, aynı amaçla kullanılabilen malzemelerin kıyaslanması durumunda çoğu zaman maliyet faktörü önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, bir malzemenin tercih nedeni maliyete bağlı da olabilmektedir.

Araştırmanın bundan sonraki bölümünde, yukarıda sözü edilen ve 'üretim', 'kullanım', 'teknik performans' ve 'maliyet' kriterleri bağlamında, alçıdan üretilmiş hazır yapı elemanlarının (levhalar ve bloklar) bir değerlendirmesi yapılacaktır.

B- Alçıdan Üretilen Hazır Yapı Elemanlarının Üretim ve Ürün Seçimine Yönelik Değer Kriterleri

I- Üretim Yönünden Özellikleri ile İlişkili Değer Kriterleri:

Bu kongrede, alçı ve alçıdan yapılan elemanların üretim yönünden özelliklerinin ilgili otoriteler tarafından ayrıntılı biçimde ele alınacağı varsayımından hareketle; 'hammadde kaynakları', 'üretim teknolojisi', 'yatırımlar' ve 'kullanılan enerji' vb. ile ilişkili değer kriterleri araştırmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

II- Uygulama - Kullanım Yönünden Özellikleri ile İlişkili Değer Kriterleri:

- Alçı bloklar ve levhalar, belirli bir kalıba ve farklı özelliklere göre üretilmiş, yapıların yük taşımayan iç bölmelerinde kullanılan hazır elemanlardır.
- Diğer iç bölme duvar elemanları ile karşılaştırıldığında, kullanım ve işlenebilirlik açısından avantajlar sağlar. Bu elemanlar modüler düzende tasarlanmamış yapılarda dahi kullanılabilir, bloklar ve levhalar kolayca kesilmek suretiyle istenilen boyuta getirilebilir. Sökülüp tekrar kullanılabilir. Dolayısıyla işlenebilirlik düzeyi oldukça yüksektir.
- Alçı ürünler, içindeki boşluklar nedeniyle birçok yapı gereğine oranla daha hafiftir. Yapı elemanlarının birim ağırlığı; su, agrega oranı ve katkı türüne göre değişik ve istenilen şekilde düzenlenebilir. Bu malzeme ile oluşturulmuş yapı elemanlarının kullanıldığı binalarda yapı yükleri de daha az olur.

Alçı blok ve levhalar, yapıda yük taşımayan bölücü iç duvarların oluşturulmasında, levhalar ayrıca asma tavanların yapımında, duvar ve tavan yüzeylerinin sıva yerine levha ile kaplanmasında kullanılır. Bu şekilde kullanılmasını gerektiren nedenler teknik özelliklere bağlı olarak belirlenir.

Asma tavan ve bölücü duvar yapımında kullanılan levhalar, ahşap veya metal taşıyıcı ızgaralar üzerine vidalanarak uygulanır. Kuru duvar üzerine yapılan uygulamada ise; levha, alçı harcı üzerine doğrudan yapıştırılır.

- Alçı bloklar kat yüksekliğinde veya daha küçük boyutlarda (diğer geleneksel elemanlara oranla daha büyük boyutlarda) üretilir. Kenar yüzeylerinde geçmeli birleşime olanak verecek biçimde üretilebildiği için, temiz yüzeylerin elde edilmesini sağlar.

- Gerek blok, gerekse levha olarak üretilen yapı elemanlarının büyük boyutlarda olması yapım süresini kısaltır. Kullanımında - uygulama ve montaj için - özel kalifiye işçi kullanılmasını gerektirmez.

- Alçı blok ve levhaların onarımı kolaydır. Basit onarımlar yüzeyin zımparalanması ve boşluk ya da çatlakların doldurulması şeklindedir. Daha büyük onarım gerektiren durumlarda ise ; onarılacak kısmın kesilmesi ve yerine yeni bir parça yapıştırılması ya da blok veya levhanın yenisiyle değiştirilmesiyle onarım işlemi tamamlanır.. Bu işlemler geleneksel malzemelerdeki onarım süresinden daha kısa sürede gerçekleştirilir.

- Malzemenin ve hazır bileşenlerin (blok ve levha olarak) standart özellikleri ülke koşullarına bağlı olarak belirlenmiş olmakla birlikte; kompozit yapı elemanı olarak kullanım özellikleri ve kompozit elemanı oluşturan diğer konstrüksiyon elemanları ile bir arada kullanılabilirlik özellikleri Türk standartları kapsamına henüz alınmamıştır. Bu da önemli bir eksiklik olarak görünmektedir.

- Bitirilmişlik düzeyi yüksek olan yapı elemanlarıdır. Bu nedenle uygulama sırasında ek bir işleme gerek duyulmadan kullanılabilir. Özellikle, büyük boyutlu alçı levhaların uygulanmasında yapılan işlem; levhaların konstrüksiyona tesbiti ve ek yerlerinin kapatılması ile sınırlıdır.

III- Teknik Özellikleri ile İlişkili Değer Kriterleri:

- **Strüktürel Servis Özelliği:**

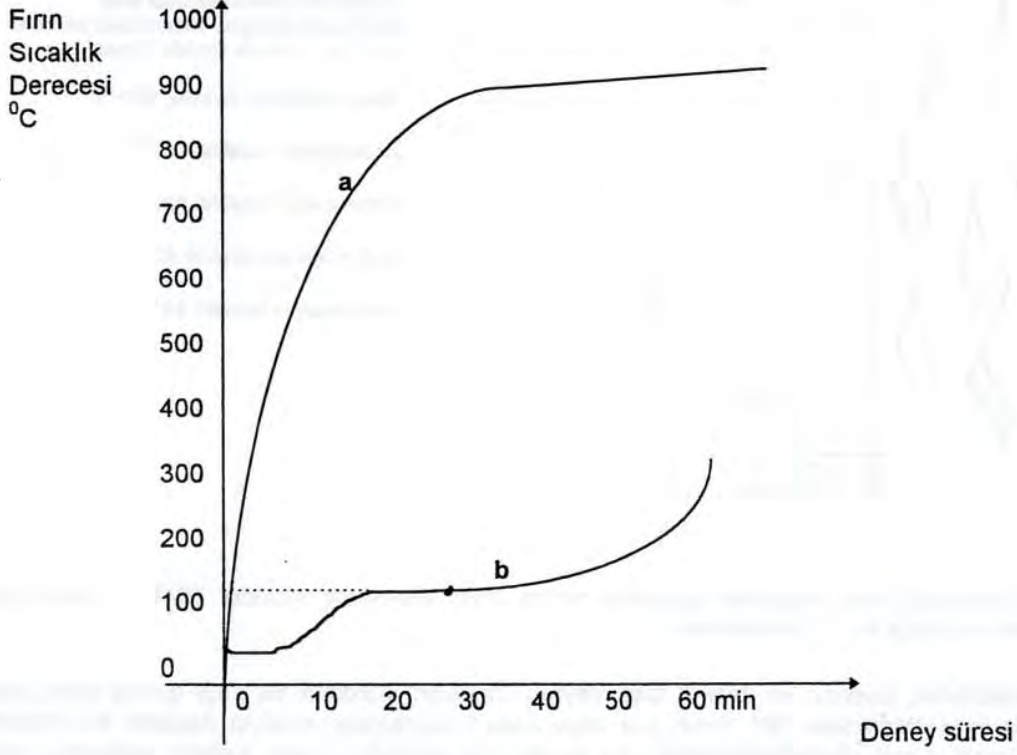
Yük taşımaya elverişli bir malzeme olmadığı için, strüktürel sistem bileşenlerinde kullanılmaya uygun değildir. Buna rağmen, taşıyıcılık özelliğinin artırılması ve taşıyıcı sistemde kullanım olanağının artırılması yönünde, bilimsel ve teknolojik çalışmalar devam etmektedir (2).

Günümüzde yaygın olarak yapının konstrüktif kısımlarında, ince yapıda, çoğu kez giydirme elemanı veya bölücü duvar elemanı olarak kullanılabilir. (3).

- **Yangın Güvenliği Özelliği:**

Yangın Dayanımı (yanmaya direnç): Yangın sırasında; alçı yapı elemanı, bünyesindeki serbest ve kristal suyunu yitirerek, yarımhidrat ve anhidrite dönüşürken suyun ayrışarak buharlaşması için gerekli olan yüksek (1330 kcal.) ısı enerjisini de tüketir. Dolayısıyla, yangın sırasında eleman içinden geçen ısı enerjisi, aynı ısı iletkenliğine sahip diğer inorganik elemanlardan belirli bir süre daha azdır. Bu özellik de, yangın geciktirici olarak kullanılabilmesini olası kılar (3).

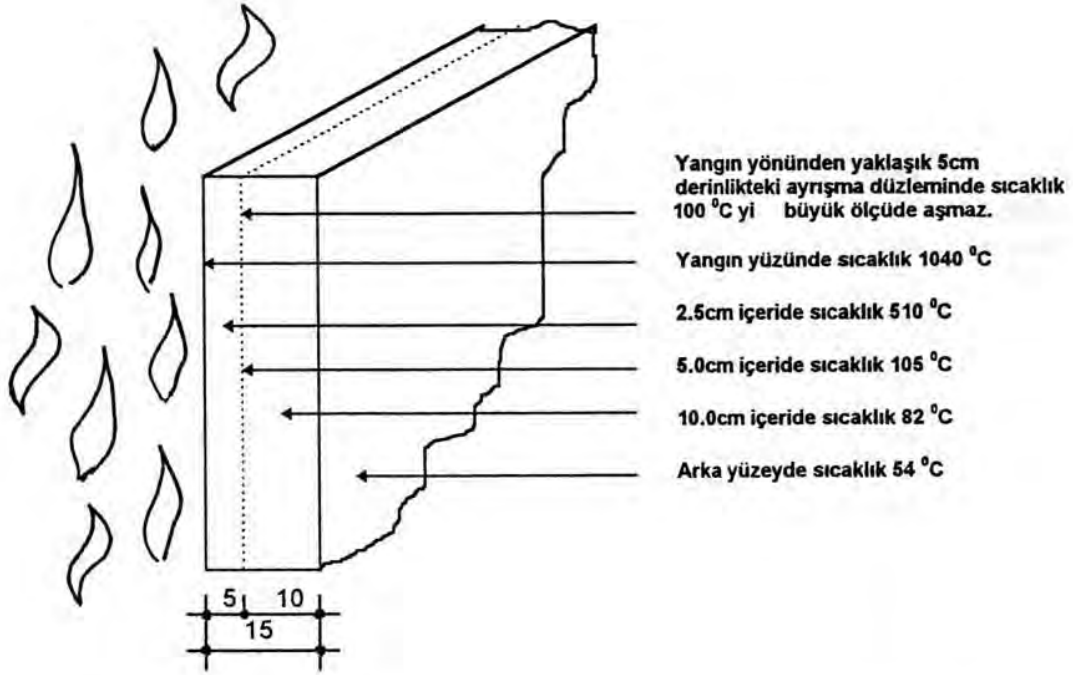
Almanya'da alçı yapı elemanları üreten bir firmanın 15 mm kalınlıktaki bir alçı levhanın yangına direnci konusunda yaptığı bir araştırmanın deney sonuçları aşağıdaki şekilde görülmektedir (4).



a : Fırın sıcaklığı değişimi
b : Alçı levha dış yüzünde sıcaklık değişimi

Şekilde de görüldüğü gibi; bir yüzeyde hızla yükselen sıcaklığa karşın, suyun buharlaşması için gerekli ısı enerjisi nedeniyle, levhanın diğer yüzündeki sıcaklık yaklaşık 30 dakika boyunca sabit kalabilmektedir.

Yangının başlamasından iki saat sonra, 15 cm kalınlığındaki alçı blok elemanın davranışının saptanmaya çalışıldığı ve ASTM E 119 'a uygun olarak yapılmış bir deneyin sonuçları da aşağıda verilmektedir (5):



İki saat sonunda; alçı elemanın yangınla temas eden yüzeyinde sıcaklık 1040 °C iken, diğer yüzeyinin sıcaklığı 54 °C olmaktadır.

Alevlenebilirlik, Duman ve Zehirli Gaz Yayma Özelliği: İnorganik bir yapı gereci olan alçıdan üretilmiş yapı elemanları "B1 Sınıfı Zor Alev Alan" malzemeler sınıfına dahildir. Bu niteliği ile 'alev almaz' olarak değerlendirilebilir. Bu açıdan ele alındığı zaman; yangın geciktirici olarak, yüzey veya kaplama malzemesi olarak seçilmesi uygundur (6).

Yangında duman yayma davranışı göstermediği için; özellikle, yoğun olarak kullanılan binaların kaçış koridorlarında yer alan duvar ve tavan yüzeylerinde, kaplama malzemesi olarak kullanılabilir.

Katkısız levhalar, yangın esnasında toxic gaz (karbon monoksit, hidrojen siyanid, hidrojen klorid, nitrojen dioksit vb.) yayarak, canlılarda zehirlenme reaksiyonlarına neden olmaz.

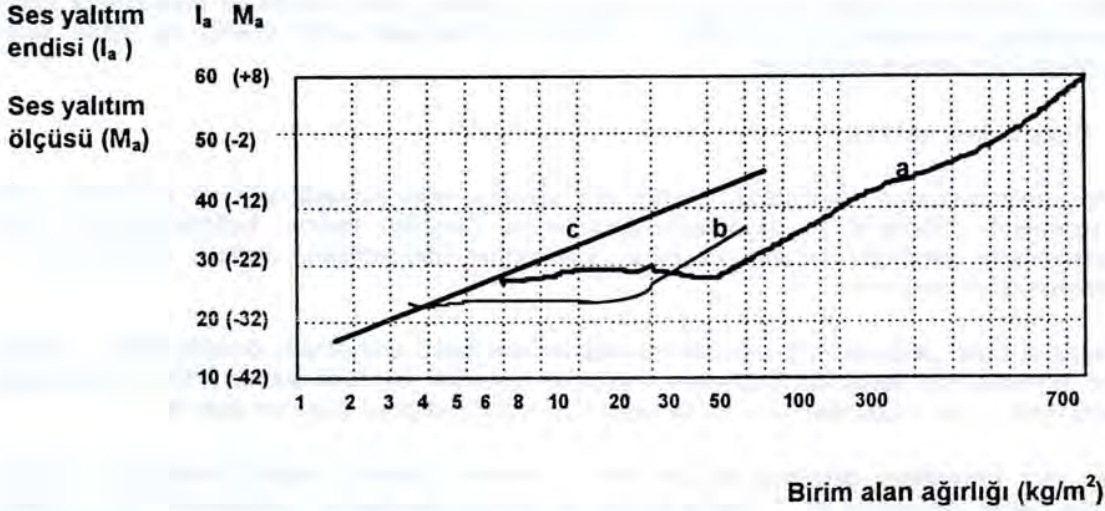
- **Kullanışlılık ve Termo Fiziksel Kapasite Özelliği:**

Isısal Özellikler: Birim hacim ağırlığı düşük olduğu için ısı iletkenliği düşüktür. Isı yalıtım özelliğinin artırılması gereken durumlarda levha yüzeylerinin ek ısı yalıtım malzemesi ile kaplanması veya katmanlı levhalardan oluşturularak kalınlığı artırılmış konstrüksiyonların kullanılması gereklidir (7).

Pekçok yapı malzemesi gibi, alçı da ısının yükselmesi ile genişler, hacmi artar; ısının düşmesi ile hacmi azalır. Bu nedenle ani ısı değişiklikleri bulunan ortamlarda kullanılması uygun değildir.

Akustik Özellikler: Alçı levha ve blokların ses yalıtım yeteneği birim alan ağırlıklarına bağlı olarak değişir.

Tek katmanlı levha elemanların ses yalıtım kapasitesi birim alan ağırlığına bağlıdır. Aşağıdaki şekilde, tek katmanlı alçı levhadan oluşan bir bölücü duvarın birim ağırlığına bağlı olarak sağlayacağı ses yalıtım kapasitesi, diğer malzemelerle karşılaştırmalı olarak açıklanmaktadır (8):



- a : Beton, tuğla, alçı, cam veya benzeri malzemeler
- b : Ahşap ve ahşap türevi malzemeler
- c : 2mm. kalınlığa kadar olan çelik levha

Arası ızgara konstrüksiyonlu ve çift yüzeyli levhalarla oluşturulmuş, bir bölücü duvarın ses yalıtım kapasitesi ise; levhaların ağırlıkları ile iki levha arasında bulunan hava boşluğunun kalınlığına bağlıdır.

Ses köprüleri oluşturulmadan ve uygun boşlukla yapılan bir bölücü duvardan daha iyi bir ses yalıtım düzeyi sağlanabilmesi için, mekanın iç yüzeylerinde kullanılan levhaların ses yutucu ek malzemelerle takviye edilmesi gereklidir.

Mekanda işitme koşullarının iyi olmasının hedeflendiği ortamlarda, delikli alçı levhalardan yararlanılabilir. Bu amaçla kullanılacak delikli levhaların arkasında ses yutuculuk kapasitesi yüksek olan lifli veya gözenekli levhaların yer alması uygundur.

Su Geçirimsizlik: Birçok yapı malzemesi katı, sıvı ve gaz halinde bulunan sudan etkilenir. Yapı elemanının içine su girmesi ve bu suyun atılmaması durumunda malzeme bozulabilir.

Normal alçı elemanların yüzey gerilimleri, suyun yüzey gerilimine karşı koyacak güçte değildir. Boşluklar kılcal yolla su ve nemi bünyesine alır. Boşluklar ve gözeneklerle emilen su yüzeye doğru ilerleyerek buharlaşır. Yani, su buharı malzeme içinden geçerek ortama ulaşır. Bu nedenle alçı eleman ile bulunduğu ortam arasında sürekli bir nem dengesi bulunur ve malzemenin ortamın nemini dengeleyen bir niteliği vardır.

Bu nitelik insan sağlığı açısından olumlu bir özelliktir. Ancak, unutulmamalıdır ki, malzeme içindeki su oranının artması, malzeme hacminin artmasına (genleşmeye) neden olur.

Su iticilik özelliğinin arandığı nemli ortamlar için ise özel katkı maddeleri ile işlem görmüş alçı yapı elemanları kullanılabilir. Buna karşın, uygun ve uzun süreli performans sağlayabilmek için; elemanın doğrudan su ile temasının kesilmesi ve kapiler yolla da suyun elemanın bünyesine girmesi engellenmelidir.

Hijyen, Güvenlik, Konfor: Alçı yapı elemanları kimyasal yapısı nedeniyle bünyesinde bakteri barındırmaz ve küflenmez. Bulunduğu ortamla nem dengesi kurma özelliği de insan sağlığı açısından son derece olumludur.

- **Dayanıklılık özelliği:**

Yapı malzemelerinin dayanıklılık özelliği; dış etkilere veya mekanik yük ve kuvvetlere karşı malzemenin sağlamlık ve dayanımını ifade eder. Özellikle yapının kullanım süreci içinde kullanıcıların yaptıkları hatalar ve hatalı kullanımlar malzemelerin fiziksel performanslarını kaybetmesine neden olur.

Yapıların farklı bölümlerinde kullanılan malzemelerde farklı performans özelliği aranır. Örneğin; yer döşemesinde kullanılan kaplamanın aşınma dayanımı öncelikli olarak aranan özelliklerden birisi iken; tavan kaplaması veya duvar kaplamasından beklenen özellikler farklıdır.

Alçı yapı elemanları, deformasyon bakımından genellikle gevrek (fragile) özelliklere sahiptirler. Mohs Sertlik skalasında ise "2" sertlik düzeyi ile oldukça yumuşak bir malzemedir. Dolayısıyla bu malzeme ile üretilmiş elemanların darbe ve sürtünme etkilerinden korunması gereklidir. Darbe ve sürtünme direncinin düşük olması nedeniyle, yer döşemelerinde ekspozite olarak kullanılması durumunda ömrü az olur.

- **Diğer Malzemelerle Birarada Kullanılabilme Özelliği:**

Alçının kimyasal tanımı olan Kalsiyum Sülfat ($CaSO_4$) asit reaksiyonlu bir maddedir. Bu nedenle, nemlilik durumuna bağlı olarak metallerde (bakır hariç) korozyona neden olur.

Metal malzeme ile birlikte kullanılması ve iki malzemenin birbirine değmesi durumunda, gerekli önlemlerin alınması gereklidir. Örneğin; konstrüksiyonda galvanizlenmiş çeliğin kullanılması veya sudan etkilenmeyen bir malzemenin, metal malzeme ile doğrudan temas ettiği yerlerde (alçı ile metal arasında) kullanılması ile, bu olumsuzluk ortadan kaldırılabılır.

IV- Maliyet Karşılaştırması:

Yukarıda yapılan teknik çerçevedeki değerlendirmeye bağlı olarak, pekçok ölçüt bağlamında, alçı yapı elemanlarının yapılar da kullanılmasının kaliteyi artırıcı rol oynayabileceği ve bu nedenle tercih edilebileceği görüldü.

Araştırmanın bundan sonraki bölümünde, alçı blok bölme duvarın 'diğer bölme duvar elemanları'yla maliyet yönünden bir değerlendirmesi yapılacaktır.

Değerlendirme kapsamına alınan diğer duvar elemanlarının seçiminde, yaygın olarak kullanım olanağı bulunan ve ülkemizde tercih edilen malzeme ve bileşenler gözönünde bulundurulmuştur.

Karşılaştırma amacıyla gözönüne alınan diğer bölme elemanlarında ayrıca, bölme duvar için önemli olan; kalınlık, ses yalıtımı, birim alan ağırlığı gibi özelliklerin birbirine yakın olması aranmıştır.

Karşılaştırmada, 1997 Tarihinden itibaren geçerli olan, en son belirlenen, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı fiyat analizleri ile birim fiyatları baz olarak alınmış, rayiç fiyatlarına ve birim fiyatların bünyesine Katma Değer Vergisi dahil edilmemiştir.

Bu bağlamda, karşılaştırma için aşağıdaki duvar malzeme ve elemanları seçilmiştir:

- Alçı bölme blok duvar elemanı
- Düz sıva
- Fabrika tuğlası ile yarım tuğla kalınlığında duvar elemanı
- Bimsbeton blok duvar elemanı
- Hafif gazbeton blok duvar elemanı
- Boşluklu beton briket duvar elemanı

Alçı Bölme Blok Duvar Elemanı: 50 / 66.6 / 8 cm. boyutlarındaki, dolu, Genel Teknik Şartnamesine uygun olarak, boya veya kağıt kaplamaya hazır, 8 cm. kalınlığında bölme duvarı yapılması, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma ve her türlü malzeme ve zayıyatı ile müteahhit karı ve genel giderler dahil,

1 m² DUVARIN FİYATI: 1017101 TL. (9)

Düz Sıva: 1m³ dişli kuma 150 kg. çimento ve 0.200 m³ kireç hamuru katılarak hazırlanan harçla, ortalama 2cm. kalınlığında kaba sıva ve bunun üzerine 1 m³ mil kumun 250 kg. çimento ve 0.100 m³ kireç hamuru katılarak hazırlanan harçla, ortalama 0.8 cm. kalınlığında ince sıva yapılması, gerekli zamanlarda sulanması, duvar yüzeyinin temizlenmesi, her türlü malzeme ve zayıyatı, işçilik, çalışma sehpaları, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, müteahhit karı ve genel giderler dahil,

1 m² DÜZ SIVA FİYATI: 335713 TL. (10)

Fabrika Tuğlası ile Yarım Tuğla Kalınlığında Duvar Elemanı: Yatay delikli, normal, modüler veya her boyutta blok fabrika tuğlası ve 0.020 m³ harç ile, projesine uygun olarak yatay delikli yarım tuğla duvar yapılması, lüzumunda sulanması, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, her türlü malzeme ve zayıyatı, işçilik, alet ve edevat giderleri, müteahhit karı ve genel giderler dahil,

1m² duvarın fiyatı: 516515 TL. (11)

duvarın iki yüzeyinin de sıvanması gerekli olduğu için;

1 m² düz sıva fiyatı (iki farklı yüzey için): 2 X 335713 = 671426 TL. eklenir.

TOPLAM FİYAT: 516515+ 671426 = 1187941 TL.

Bimsbeton Blok Duvar Elemanı: Boşluklu bimsbeton bloklar ve harçla (Poz no: 10.043), boşluklu bimsbeton blok duvar yapılması, lüzumunda sulanması, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, giderler dahil,

1m² duvarın fiyatı: 587595 TL. (12)

duvar sıva gerektirdiği için;

1m² düz sıva fiyatı: 671426 TL. eklenir.

TOPLAM FİYAT: 1259021 TL.

Hafif Gazbeton Blok Duvar Elemanı: Hafif gazbeton bloklar ve harçla (Poz no: 10.043) Genel Teknik Şartnamesi'ne uygun şekilde hafif gazbeton blok duvarın yapılması, gereği kadar sulanması, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, her türlü malzeme ve zayıatı, işçilik, alet ve edevat giderleri, müteahhit karı ve genel giderler dahil, 9cm. kalınlıktaki,

1 m² duvarın fiyatı: 907328 TL. (13)

duvar sıva gerektirdiği için;

1 m² düz sıva fiyatı: 671426 TL. eklenir.

TOPLAM FİYAT: 1578754 TL.

Boşluklu Beton Briket Duvar Elemanı: 10 / 19/ 39 cm. boyutlarında, 120 adet beton briket ve 0.125 m³ harç ile projesine uygun olarak briket duvar yapılması, lüzumunda sulanması, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, her türlü malzeme ve zayıatı, işçilik, alet ve edevat giderleri, müteahhit karı ve genel giderler dahil,

1 m³ duvarın fiyatı: 4217088 TL. (14)

10 cm. kalınlıkta, 1m² duvarın birim fiyatı: 4217088 X 0.10 = 421708.8 TL.

duvar sıva gerektirdiği için;

1 m² düz sıva fiyatı: 671426 TL.

TOPLAM FİYAT: 1093134.8 TL.

Ayrıntılı olarak yukarıda ele alınan yapı elemanlarına ait birim maliyetlerinin, birbirine göre konumlarını bir çizelgede gösterebiliriz:

| TARİFİ | BİRİM MALİYETİ TL / m ² |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Alçı Bölme Blok Duvar Elemanı | 1017101 |
| Fabrika Tuğlası Duvar Elemanı | 1187941 |
| Bimsbeton Blok Duvar Elemanı | 1259021 |
| Hafif Gazbeton Duvar Elemanı | 1578754 |
| Boşluklu Beton Briket Duvar Elemanı | 1093134.8 |

Malzemelerin toplam maliyetleri açısından yapılan karşılaştırma sonuçlarına bakıldığı zaman; en düşük maliyet değeri olan malzemenin, alçı blok bölücü duvar elemanı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Sonuç

Teknolojik gelişmeye ayak uydurabilen, doğal halinden, kullanım yer ve amacına uygun olarak hazır yapı elemanları haline getirilebilen alçının, üretim ve uygulama teknolojisindeki gelişmeleri devam etmektedir.

Tüm gelişmiş ülkelerde, yapıya getirdiği en az yük, kolay işlenebilirlik, yangın güvenliği, ısı ve akustik özellikleri, hijyen özelliği, diğer malzemelerle bir arada kullanılabilirliği, bitirilmişlik düzeyi, sürdürülebilirlik hedefi doğrultusundaki doğa ile barışık özellikleri ve düşük maliyeti nedenleri ile tercih edilen bir malzemedir. Bu kriterler karşısındaki özellikleri ve değerleri bildiri kapsamında da ele alınarak belirlenmiştir.

Bu gelişmelere rağmen, ülkemizde bu konunun öneminin kavrandığından ve kullanım alanının istenilen düzeyde yaygınlaştığından söz edemiyoruz.

Yurdumuzda çok yaygın hammaddesi bulunan ve yapım, kullanım maliyetleri açısından sürdürülebilir bir kalkınma açısından ülke ekonomisine yarar getireceğine inandığımız malzemenin, yaygın olarak kullanılmamasının temel nedeni ve/veya nedenlerinin sorgulanması, tartışılması, teknik ve sosyal içerikli araştırmaların yaygınlaşması, bu araştırmaların ilgili kurum ve kuruluşlarca desteklenmesi zorunlu görünmektedir.

KAYNAKLAR:

1. Pultar, M. "Konutta Kalite Kavramı", Konutta Kalite, Derleyen: Teoman Aktüre, Mesa Mesken Sanayii A.Ş., Ankara, 1994. ss.7-15.
2. Bu konuda; İstanbul Teknik Üniversitesi Öğretim Üyelerinden Erol Gürdal ve Bilge Işık'ın çalışmaları ülkemiz açısından son derece değerlidir.
3. Fire Resistance, Sound Control, Design Manual, Gypsum Products, Gypsum Association, N.9, Washington, August 1989.
4. Brandschutz mit Knauf, Feuerschutz Gipsbaustoffe Baukonstruktionen, Würzburg, im September 1984.
5. ASTM E119, Standard Method of Fire Tests of Building Construction and Materials.
6. Fire Resistance, Sound Control, Design Manual, Gypsum Products, Gypsum Association, N.9, Washington, August 1989.
7. Alçı levhaların ısı geçirgenlik dirençleri ve birim hacim kütlelerine göre ısı iletkenlik değerleri için TS 825'e bakınız.
8. Bakt Infotechnic SS1, Shallschutz Begriffe, Definitionen, Erläuterungen, Bach Geschäftsstelle Haus des Deutschen Baugeswerbes, Bonn, 1982.
9. Alçı bölme blok duvar elemanı (Poz no: 18.137; TS 451)
10. Düz sıva : Bayındırlık ve İskan Bakanlığı İnşaat Birim Fiyatları, Poz no: 27.533
11. Fabrika tuğlası ile yarım tuğla kalınlığında duvar elemanı: Poz no: 18.071/1; TS 705
12. Bimsbeton blok duvar elemanı: Poz no: 18.168/2; TS 2823
13. Hafif gazbeton blok duvar elemanı: Poz no: 18.102; TS 453
14. Boşluklu beton briket duvar elemanı: Poz no: 18.302

İÇ MEKANDA ALÇI

Doç.NURAN YENER
MSÜ.Mimarlık Fakültesi
İç Mimarlık Bölümü
Öğretim Üyesi

BİLDİRİ ÖZETİ

Alçı malzeme yapı bütünü içinde genellikle iç mekan malzemesi olarak yer almıştır. Su ile karıştırıldığı zaman hamur haline gelebilen alçı tozu tek başına bir bütün oluşturmaya olanak vermektedir. Bu nedenle alçı, bağlayıcılık niteliğinin ötesinde iç mekanda süsleme, kaplama, örtme düzeltme işlevleriyle yüzyıllar boyunca kullanılmıştır.

Mimarlıkta "süs" öğeleri bazı dönemlerde artmış, bazı dönemlerde azalmış, bazı dönemlerde ise tümüyle yadsınmıştır. Alçı malzeme bütün bu dönemlerde iç mekanın içerdiği sanatsal ifadenin , görsel ifadenin ve dolayısıyla mekan karakterinin anlatım gereci olmuştur.

19.yüzyılın eklektik, karmaşık mekanlarında abartılı biçimlerin, gösterişli duvar ve tavan süslemelerinin yapılmasında kullanılan alçı bu dönemin karakterinin anlatımını büyük ölçüde gerçekleştirmiştir.

Süslemenin azaldığı hatta tümüyle yok edildiği modern mimarlık döneminde ise alçı; düzgün, dingin, yalın haliyle daha rasyonel biçimlere girmiştir.

Modern sonrası-post modern- mimarlıkta iç mekanda biçimsel çeşitlilik, anlam zenginliği aranırken de alçı malzemeye gereksinim duyulmuştur.

Günümüzde, iç mekan tasarımında alçı malzeme; kısa sürede ve kolay biçim alabilme niteliklerinin doğrultusunda tasarımcıya özgün biçimsel anlatım yetkinliğini kazandırmaktadır.

ÖZGEÇMİŞ

Nuran YENER 1948 doğumludur. Erenköy Kız Lisesinden 1965 yılında mezun olmuştur. 1965-66 Öğretim yılında Devlet Güzel Sanatlar Akademisi Mimarlık Bölümüne girmiş, 1970 yılında bu bölümü bitirmiştir.

Üç yıl süre ile özel bir şirkette mimarlık bürosu şefi olarak çalışmıştır. 1974 yılında Devlet Güzel Sanatlar Akademisi'ne bağlı Mimarlık Yüksek Okulu'na asistan olmuştur. 1977 yılında İDGSA. İç Mimarlık ve Endüstri Tasarımı Kürsüsü'ne atanmıştır.

İç Mimarlık ve Endüstri Tasarımı Bölümlerinin "Malzeme" ve "Proje" derslerinde görev yapan Nuran YENER 1982 yılında "Gelişim Süreci İçinde Malzeme, Yapım Yöntemi, Biçim İlişkisi" konulu tez çalışmasını tamamlamıştır. 1988 yılında Doçent olmuştur.

Halen MSÜ:İç Mimarlık Bölümü'nde görevlidir. MSÜ.Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Yüksek Lisans Programı'nda "İç Mekanda Malzeme" ve "Malzeme,Mekan İlişkisi" derslerini vermektedir.

Evli ve iki çocuğu olan Nuran YENER mimarlık ve İç Mimarlık çalışmalarını "Ahmet YENER Mimarlık Bürosu"nda yardımcı olarak sürdürmektedir.

İÇ MEKANDA ALÇI

Henry van de Velde 1907 yılında yayınlanan bir kitabında ilkelerini açıklarken "Biçimleri ve yapım süreçlerini kullandığımız malzemenin temel işlevine bağımlı kılarak ona uyarlamalısınız."(12) demiştir.

Günümüz tasarımcılarının büyük bir bölümü Henry van de Velde'nin düşüncelerine yakın görüşlere sahiptir.

Vitruvius'da MÖ. 25 yıllarında mimarlık üzerine yazdığı kitapta, o dönemde kullanılan her malzemeyi tek tek anlatmıştır. Bu davranışının nedenini de şöyle açıklar: "...Bunların (malzeme türlerinin) çeşitliliğini ve uygulamalı yönleriyle yapılarda sergiledikleri özellikleri anlatmak istedim ki, yapı yapmayı düşünenler bunları anlayarak, hata yapmadan yapılarına uygun malzemeleri toparlayabilsinler." (11)

Mekanı kuran, oluşturan biçimler şüphesiz ki malzemenin temel karakteri, özneliği ile bağlantılıdır. Malzemenin karakterini, verilerini belirlemek için çoğu zaman o malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinden ve biçimlendirme yöntemlerinden yararlanmak gerekmektedir.

Alçı malzeme, alçı taşının pişirilmesi ve öğütülmesi sonucunda elde edilen beyaz renkli bir tozdur. Bu toz su ile karıştırılarak hamur haline getirilir, bu hamur donar ve sertleşir, aldığı biçimi korur.

Pişirilerek iç yapısı değiştirilen alçının su ile karıştırılması ile meydana gelen hidrasyon sonucunda bir anlamda taşlaşan alçının basınç dayanımı 7 N/mm^2 dir. Bu mukavemet taşa ve betonarmeye oranla çok düşüktür. Alçının çekme, eğilme mukavemeti ise çokdaha azdır. Dolayısıyla alçı malzemeye mekan kurgusunda taşıyıcı olarak fazla yük vermek doğru değildir.

Alçı hamuru tuğla ve taş gibi kagir malzemeye aderans gösterir. Hava ile temas ettiği zaman demiri korozyona uğratar.

Bu özellikler; alçının strüktür malzemesi değil de bağlayıcı ve kaplama malzemesi olarak kullanılabileceğini sergilemektedir. Zaten, yüzyıllardan beri alçı harç yapımında ve sıva yapımında kullanılmıştır.

Altı bin yıldan beri kullanılmakta olan alçı malzeme Eski Mısır'da harç yapımında, Gizza Piramiti'nde üzeri renklendirilmiş iç duvar sıvası olarak kullanılmıştır. Eski Yunan ve Roma yapılarında da alçı sıva önemli ölçüde uygulanmıştır.

Yapısındaki boşluklar nedeniyle alçı; suyu, nemi emer ve geçirir. Su ile temasta olan alçıda mukavemet düşer. Ayrıca alçı iç mekanda nemi dengeler. Isı tutuculuk değeri de yüksektir.

Bütün bu temel özellikler gözönüne alındığında; su ile doğrudan temas edemeyen, fazla yük taşıyamayan, ses ve ısı tutuculuk değeri yüksek olan alçının, iç mekan malzemesi olacağı ortaya çıkacaktır.

İç mekamlarda alçı: Sıva olarak, küçük boyutlu geometrik şekilli plaklar olarak, paneller halinde ve bloklar halinde yer almaktadır.

Kolay şekil alabilen, kısa sürede katılaştan, birim hacim ağırlığı az olan bu malzeme, iç mekanda kaplama, bölme, düzeltme, bitirme, süsleme, bezeme amaçlarıyla kullanılmaktadır.

Alçının iç mekan kurgusundaki en belirgin konumu mekanları giydirmesi ve süslemesidir. Bazan göze hoş görünmeyen ayrıntıları gizlemek için, bazan görkemli öğeler yaratmak için bazan da özgün anlatımlara, ifadelere ulaşabilmek için mekanlarda alçıya geniş yer verilmiştir.

Örneğin; alçı hamuruna kağıt hamuru katılarak kalıplama yöntemi ile kartonpiyer yapılmıştır. Kartonpiyerler tavan süslemelerinde, tavan bordürlerinde ve kolonlarda çeşitli formlarda kullanılmıştır.

Alçı, jelatinli ve tutkallı su ile yoğurularak stukko denilen sert bir kaplama elde edilmiştir. Stukko renklendirilerek ve yüzeyi düzeltilerek mermer görünümü elde edilmiştir. Bu teknik 14. yüzyıldan itibaren batıda görkemli binalarda kullanılmıştır.

Osmanlı mimarisinde alçı, vitray olarak özellikle cami ve evlerdeki tepe pencerelerinde yer almıştır. Ayrıca evlerde, konaklarda, yalılarda tavan kaplaması olarak kullanılmıştır.

Mekanlar ve mekan içinde yer alan formlar yapıldıkları dönemin toplumsal koşullarının, dinsel, düşünsel, siyasal, ekonomik birikimlerinin izlerini taşırlar. Mekan yapımı için kullanılan her malzeme de düşünceleri somutlaştırır, gerçeğe dönüştürür.

İnsanlar içinde yaşadıkları mekanlardan çok şey beklemişlerdir. Bu beklentiler hemen her zaman süse ve bezemeye yönelen isteklerdir.

İnsanların süslemeyle düşsel mekanlar yaratma çabaları akılcı nedenlerle açıklanamayabilir. Doğan KUBAN bezemeyi tanımlarken "Bezeme, yapının asal öğelerini, işlevlerinin gereği olmayan, hatta bazan onlarla bir ölçüde karşıtlaşabilen, iki ve üç boyutlu biçimler, düzenler ve renklerle süslemektir." (8) demektedir.

İlk çağlardan beri olagelen süsleme, 19. yüzyılda aşırı ve önlenemez hale gelmiştir. Alçı da 18. yüzyılın ve 19.yüzyılın mimarlarının, tasarımcılarının önde gelen malzemesi olmuştur.

Modern mimarlık döneminde süslemeye karşı kesin tavır alınarak "Süs yapının kendi strüktürüdür." , "Süs cinayettir " gibi ifadelerle yalın, düz, dik açılı mekanlar yapılırken, alçı da düzgün formlarda kullanılmıştır. Süsün azaldığı, farklılaştığı bu yıllarda alçı malzeme mekanlarda dinginliği, yalınlığı, netliği sağlamıştır.

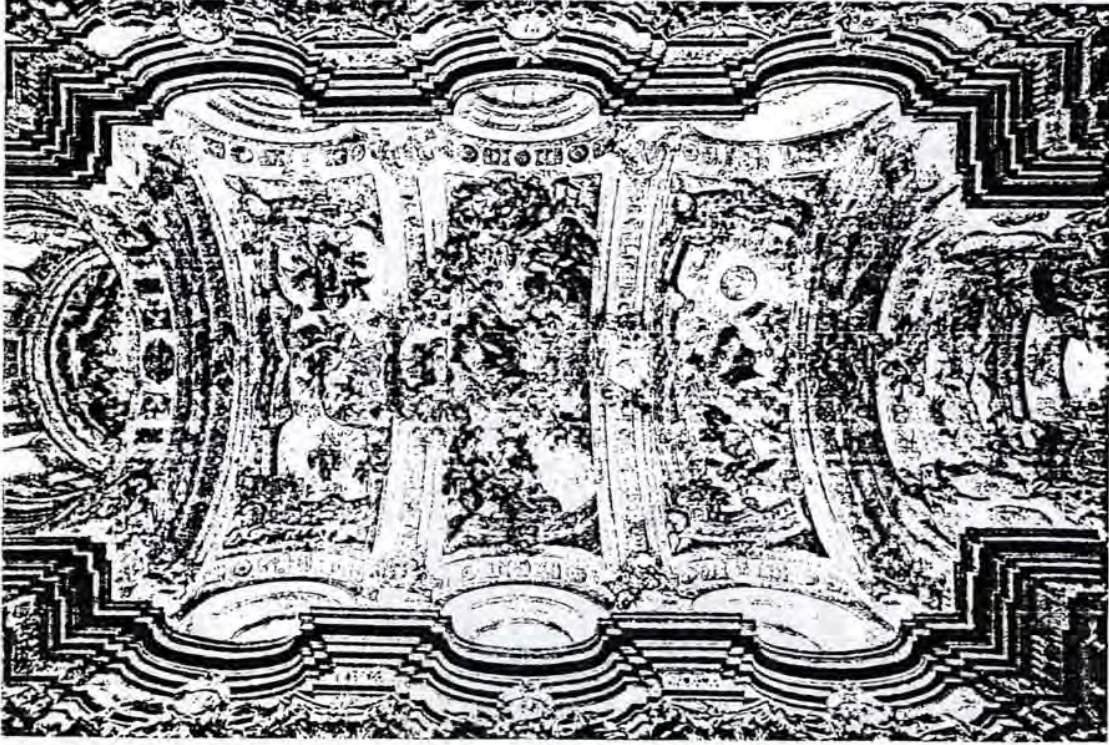
Modern sonrası-post modern- mimarlıkta ise biçim zenginliğine ulaşılma, eski biçimleri yorumlama çabalarına girilmiş ve alçı yeniden ön plana çıkmıştır.

Hangi zaman diliminde olursa olsun , mekanlar, işlevlerinin, amaçlarının ilerisinde bazı yazarların mimarlık ötesi dedikleri, farklı yorumları, anlatım biçimlerini kapsayacaktır.

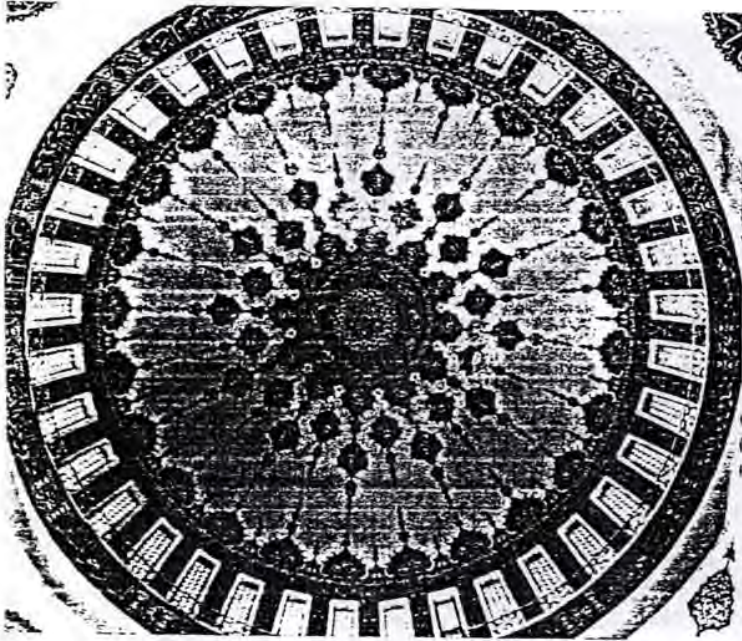
Bu yorumlamalarda alçı da biçimsel açıdan, iç mekanların imgesel malzemesi olmaya devam edecektir.

KAYNAKLAR

- 1-"Architectural Digest" Ağustos 1980
- 2-ARTEL,T,.DİBAĞ,G.. "Yapı Malzemesi" Osman Yalçın Matbaası, İst.1969
- 3-"Barock" Hirmer Verlag München, 1966
- 4-"Display and Commercial Space Desings Vol.17" Rikuyo-sha Publishing, Inc. Japonya
- 5-ERİÇ,M., "Yapı Malzemesi" Literatür Yayınevi, İstanbul,1994
- 6-ERSOY,H.Y., "Alçı, Sünger Taşı, Cam Lifi Kompoziti" Doktora Tezi, İTÜ.İnşaat Fak. Matbaası, İstanbul, 1985
- 7-"Great Residences" Reed Costumer Books Limited, 1993
- 8-KUBAN,D., "Mimarlık Kavramları" Yem Yayın, İstanbul 1992.
- 9-"Michael GRAVES- Building and Project 1990-1994" Rizzoli, New York, 1995
- 10-READ, H., "Sanat ve Endüstri" İTÜ Matbaası İst.1973
- 11-Vitruvius., "Mimarlık Üzerine On Kitap" Şevki VANLI Mimarlık Vakfı Yayını, İstanbul,1990
- 12-"20. Yüzyıl Mimarisinde Program ve Manifestolar" Şevki VANLI Mimarlık Vakfı Yayını,İstanbul 1991



Barok dönemi tavan süslemesi
Viyana yakınlarındaki kilise (Das Stift)
1734'de tamamlanmıştır. (3)



Osmanlı dönemi alçı vitraylar
Yeni Cami-Sakarya
Fotograf: Hüsnü GÜRSEL



Doglar Sarayı- Venedik
Ana giriş merdivenlerinin üzerini örten tonoz stukko ve altın yaldızla süslenmiştir. (7)



Alçı paneller ve üzerinde çerçeveler
Yer: Tokyo'da bir galeri 1988 (4)



Alçının çağdaş, minimalist mekanda kullanımı
Manhattan 1978 (1)



Vitrin için tasarlanmış alçı öge
Tasarımcı: Kiyoshi MIYAHARA
Yer: Ginza-Tokyo (4)



Otel New York, Euro Disneyland, Paris
Yemek Salonu "New York Diner"
Tasarım: Michael GRAVES (9)

ALÇI SIVALI DUVARLAR VE ALÇI PANELLERDE SES İLETİM KAYBI

GÜLİN BİRLİK

BİLDİRİ ÖZETİ

Özellikle gaz beton duvarlara uygulanan ve ağırlık cinsinden % 4.5 perlit içeren hazır alçı sıvalar, duvarların, ısı yalıtımında etkin olmalarının yanı sıra ses yalıtımına da önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Söz konusu duvarların ses iletim sınıfında, S1S, belirgin bir artış sağlanmaktadır. Alçı paneller ise ara bölme duvarı olarak kullanılabilirler gibi mevcut duvarlara da monte edilebilmektedirler. İki alçı panel veya alçı panel-duvar arasına, ses yutucu malzeme olarak taş yünü yerleştirilmektedir. Alçı sıva ve alçı panel uygulamalarının, duvarların ses iletiminde oynadıkları rolü tespit etmek üzere üç seri deney yapılarak, 125-4000 Hz frekans aralığındaki, ses iletim kaybı-frekans eğrileri elde edildi. Alçı sıvanın, duvarın ses iletimine katkısını irdelemek amacıyla yapılan birinci seri deneyler sonucunda alçı sıvanın özellikle yüksek frekanslarda etkili olduğu görüldü. İkinci seri deneylerde ise alçı panellerden oluşan çift duvarlardaki ses iletim kayıpları incelendi. Ara boşlukta ses yutucu malzeme olarak taş yünü kullanıldı. Araya ses yutucu malzeme yerleştirilmesinin, duvarın ses iletiminde ortalama 3 desibellik bir düşüş sağladığı saptandı. Mevcut duvarlara taş yünü + alçı panel kombinasyonunun sağladığı katkının incelenmesi ise üçüncü seri deneyleri oluşturdu. Duvarın S1S değerindeki artışın birinci, ikinci ve üçüncü seri deneylerde sırasıyla 12, 4 ve 11 mertebesinde olduğu saptandı.

YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ

Tabakalı kompozitlerde yaklaşık bir dinamik modelin önerildiği doktora tezini 1979 da tamamlayan yazar, 1989 senesinde mekanik-mukavemet bilim dalında Doçent, 1996 senesinde Profesör oldu.

Halen ODTÜ, Mühendislik Bilimleri Bölümünde, tabakalı ortamlarda dalga yayılımı, titreşim problemleri ve biomekanik konularındaki araştırmalarına devam etmektedir.

GİRİŞ

Alçı sıva ve alçı panel uygulamalarının, duvarların ses iletiminde oynadıkları rolü saptamak amacıyla üç seri deney yapıldı.

Birinci seride alçı sıvanın gaz beton duvarın ses yalıtımına katkısı incelendi.

Çelik profiller üzerine karşılıklı monte edilmiş alçı plakalardan oluşan hafif çift duvarlar ise ikinci seri deneyleri oluşturdu. Bu tip duvarlarda mekanik ve akustik etkileşimin birlikte etken olması karmaşık bir durum yaratmaktadır. Çelik profiller iki duvar arasında bir ses köprüsü oluşturmaktadır. Bu ses köprüsünün oluştuğu frekans, ilk rezonansın oluştuğu kütle-hava-kütle rezonans frekansı, f_0 , ile, ilk kararlı dalga frekansı, f_L , arasında yer aldığı düşük frekanslardaki ses iletim kaybında olumsuz etkiler yaratabilmektedir. İki duvar arası boşluğun ses yutucu malzeme, SYM, ile doldurulması bu olumsuz etkiyi bir ölçüde önleyebilmektedir.

Üçüncü seri deneylerde ise mevcut duvarların ses yalıtımına iyileştirici bir çözüm olabilecek, alçı panel montesinin ses iletiminde sağladığı düşüş saptandı.

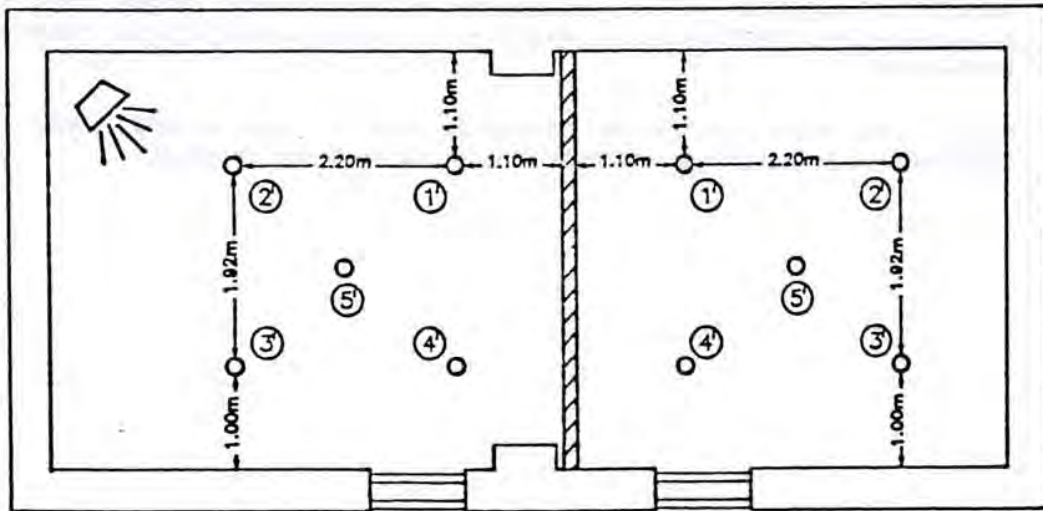
ÖLÇÜMLER

Verici-Alıcı Oda Özellikleri

Deneylerin yapıldığı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'na bağlı, Yapı İşleri Genel Müdürlüğü akustik laboratuvarı iki dikdörtgen odadan oluşmaktadır. 50 m³ hacminde olan alıcı odaya karşılık verici oda 58 m³'dür. Alıcı-verici oda arasına inşa edilen duvarların yüzey alanı 10 m²'dir.

Ses Basınç Seviyesi ve Çınlama Ölçümleri

Verici ve alıcı odalardaki ses basınç seviyelerinin tespiti tek bir hoparlörün sırayla 5 ayrı noktaya yerleştirilmesi ile mümkün oldu (Şekil 1). Odalarda gerekli ses alanının oluşması ise pembe ses üreten bir ses kaynağının oda köşesine konulması ile sağlandı. Ölçmeler 1/3 Oktav aralıklarla yapıldı.



Şekil 1. Hoparlör Konumları

Hem alıcı hem de verici oda da çınlamanın belirlenebilmesi ise TS 1476 [1] da ifade edilen seviye azalmasının tespiti ile mümkün oldu. Deneysel seviye azalma eğrilerine lineer regresyon uygulanarak seviye azalması, seviyenin azalmaya başladığı noktanın 5 dB aşağısında ve arka plan gürültüsünün 10 dB yukarısında kalan bölgede 16 frekans için hesaplandı.

Denenen Duvarlar

Ses iletim kaybının belirlenebilmesi için gerekli ölçümler üç duvar tipi üzerinde yapıldı. Sırasıyla

- i) Çift alçı panel, ÇAP
 - a. arada hava boşluğu olan ÇAP
 - b. ara boşluğa SYM yerleştirilmiş ÇAP
- ii) Tek duvar
 - a. sıvasız
 - b. alçı sıvalı
 - c. bir tarafı kaba ve ince sıvalı, diğer tarafı sıvasız.
- iii. İçten giydirilmiş tek duvar

Denenen duvarlara ait özellikler Tablo 1'de özetlenmektedir.

Tablo 1. Duvarların Fiziksel Özellikleri

| Duvar Tipi | Sembol | tp ₁ (mm) | tp ₂ (mm) | d (mm) | t _s (mm) | t _y (mm) | t (mm) | m (kg/m ²) |
|------------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|-----------|------------------------|------------------------|-----------|---------------------------|
| Gazbeton | G290 | 90 | - | - | - | - | 90 | 45 |
| Duvar | G290+AS | 90 | - | - | 2(10) | - | 110 | 95 |
| Yatay delikli tuğla duvar | T85A | 85 | - | - | 20 | - | 105 | 125 |
| | ÇDB | 85 | 12.5 | 37.5 | 20 | 30 | 155 | 138 |
| Hazır alçı plaka | ÇAP | 12.5 | 12.5 | 75 | - | - | 100 | 22.2 |
| | ÇAPT | 12.5 | 12.5 | 75 | - | 75 | 100 | 26.35 |

Burada tp₁ =birinci duvarın kalınlığını (sıvasız), tp₂=ikinci duvarın kalınlığını (sıvasız), d=ara boşluğun kalınlığını, t_s=sıvanın kalınlığını, t_y=SYM'nin kalınlığını, t=toplam duvar kalınlığını (gaz beton ve tuğla duvarlarda sıva dahil kalınlık), m=toplam yüzeyel kütleyi tanımlamaktadır.

Tablo 2. Sıva Karışım Oranları

| Kaba Sıva Oranları (hacim olarak) | | | |
|-----------------------------------|-------|----------------------|----------------------|
| Çimento | Kireç | Kaba Kum (0/3 mm) | İnce Kum (0/2 mm) |
| 1 | 3/4 | 4 | - |
| İnce Sıva Oranları (hacim olarak) | | | |
| 1 | 1/8 | - | 3 |

Tablo 1'de ifade edilen G290 duvarı 60x25x9 cm'lik gaz beton bloklardan, T85A ise 19x19x8.5 cm'lik yatay delikli tuğlalardan örüldü. G290 duvarın her iki yüzeyine, ağırlık cinsinden % 4.5 perlit içeren, alçı sıva (kalınlık=1 cm) uygulandı. T85A duvarının ise dış tarafına (yani verici oda tarafına) Tablo 2'de karışım oranları verilen kaba (kalınlık=1.5 cm) ve ince (kalınlık=0.5 cm) sıva yapıldı. T85A duvarının sıvasız iç yüzeyine alçı plakaların (110 kg/m³ yoğunlukta taş yünü yapışık) noktasal yapıştırılması ile de ÇDB duvarı oluşturuldu. ÇAP ve ÇAPT duvarları ise 120cmx280cm'lik alçı plakaların 60 cm ara ile dikilmiş C profilleri üzerine monte edilmesiyle elde edildi. ÇAPT duvarında ara boşluğa 52 kg/m³ yoğunlukta taş yünü yerleştirildi.

Deney Yöntemi

Bütün deneyler ISO 140-1: 1990 [2] da önerilen yöntem uygun olarak yapıldı. Bütün duvarlarda ve sıva uygulamalarında ASTM E90-90 [3]'ün önerdiği zaman dilimlerinde, yani inşaadandan veya sıva uygulamasından sonraki 1., 2., 4., 7., 14. ve 28. günlerde ölçüm yapılarak standarda istenen hassasiyetin sağlanmasına çalışıldı. İstlenen hassasiyete sıvasız G290 ve alçı sıvalı G290 duvarlarında 7 günde, T85A duvarında ise 28 günde ulaşılabildi.

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log S_d - 10 \log A_a \quad (1)$$

formülü kullanılarak hesaplandı. Burada,

- $L_{1(2)}$ = verici (alıcı) odaya ait ortalama ses basınç seviyesini
- S_d = denenen duvarın yüzey alanını (=10 m²)
- A_a = alıcı odanın soğurma değerini = $\frac{55.3 V_a}{C_o t_{60}}$
- V_a = alıcı odanın hacmini (=50 m³)
- C_o = sesin havadaki hızını = 331+0.6 T
- T = alıcı odanın sıcaklığını (°C)
- t_{60} = çınılama süresini = $\frac{60}{d}$
- d = seviye azalmasını belirtmektedir.

DENEYSEL R-f EĞRİLERİ

Alçı panel'lerin oluşturduğu, ÇAP ve ÇAPT hafif duvarlarının karşılaştırılması Şekil 2'de verilmektedir. R değerinde f=3150 Hz de görülen ani azalma, rezonans frekans, f_R , değerinin bu değere çok yakın olması ile açıklanabilir. Zira $f_R = \frac{C_o}{2d} = 2287.67$ Hz.dir. İki duvar arası boşluğun taş yünü ile doldurulması hem bu düşüşte bir iyileştirme sağlamakta hem de ortalama R değerinde % 8.5'luk bir artışa neden olmaktadır.

Alçı sıvanın uygulandığı duvarın ses iletkenliğinde sağladığı düşüş Şekil 3'de gösterilmektedir. Alçı sıva yapıldıktan sonra, duvarın ortalama R değeri % 60 artmaktadır. Ne varki bu artış daha ziyade f>1600 Hz değerlerinde sağlanabilmektedir.

Şekil 4'de alçı sıvalı duvar, G290+AS, sandöviç alçı panel ile karşılaştırılmaktadır. ÇAPT 200<f<1600 bölgesindeki üstünlüğünü, yüksek frekanslarda kaybetmektedir. İki alçı panel arası boşluğu 5 cm yaparak, f_R etkisini 4000 Hz'e daha yakın hale getirmek mümkün ise de, pratikte tercih edilen toplam duvar kalınlığının 10 cm'den daha az olmadığı hatırlanmalıdır.

Üzerine taş yünü yapıştırılmış alçı plakaların alçı esaslı bir yapıştırıcı yardımıyla tuğla duvarın sıvasız yüzü üzerine monte edilmesi sonucunda R değerinde yüzde 20.32'lik artış

sağlanmaktadır. Amacı duvarların iç yüzeylerini giydirek ses izolasyonu sağlamak olan bu yöntemin $f \geq 315$ Hz den sonra yapılandırıldığı duvarın ses yalıtımında dikkat çekici bir artışa neden olduğu Şekil 5'de açıkça görülmektedir.

Alçı sıvalı G290, ÇAPT ve ÇDB duvarlarının karşılaştırılmalı bir değerlendirilmesi ise Şekil 6'da yapılmaktadır. Her ne kadar ÇDB diğerlerine göre daha iyi bir performans gösteriyor ise de, ÇDB'nin ÇAPT'a göre ~5 misli, G290+AS'a göre ise ~1.5 misli daha ağır olduğunu gözden uzak tutmamak gerekir. Zira bu durum ÇDB'nin, özellikle yüksek yapılarda tercih edilmeme nedeni olacaktır.

Şekil 7'de alçı sıva, AS, çimento sıva, NS ve bir tarafına taş yünü yapışık alçı panel, TAP, ile karşılaştırılmaktadır. AS'nin NS'ye göre olumlu katkısı daha ziyade yüksek frekanslarda olmaktadır. Düşük ve ortak frekanslarda NS, ses yalıtımına, AS'ye göre daha fazla katkıda bulunmaktadır. Alçı panel, monte edildiği duvarın yalıtımında, AS'ye göre daha az etkili olmaktadır. Bu noktada hatırlatmakta yarar var: Her uygulamanın ister geleneksel sıva, ister iç yüzey giydirme olsun, duvarın ses yalıtımına mutlaka olumlu katkısı olur. Burada vurgulanmak istenen bu olumlu katkının mertebesidir.

SONUÇ

Tablo 3'de bu çalışmada denenen duvarların Ses İletim Sınıfı, SİS, [4] değerleri ve ortalama R_{ort} değerleri verilmektedir.

Tablo 3. SİS ve R_{ort} değerleri

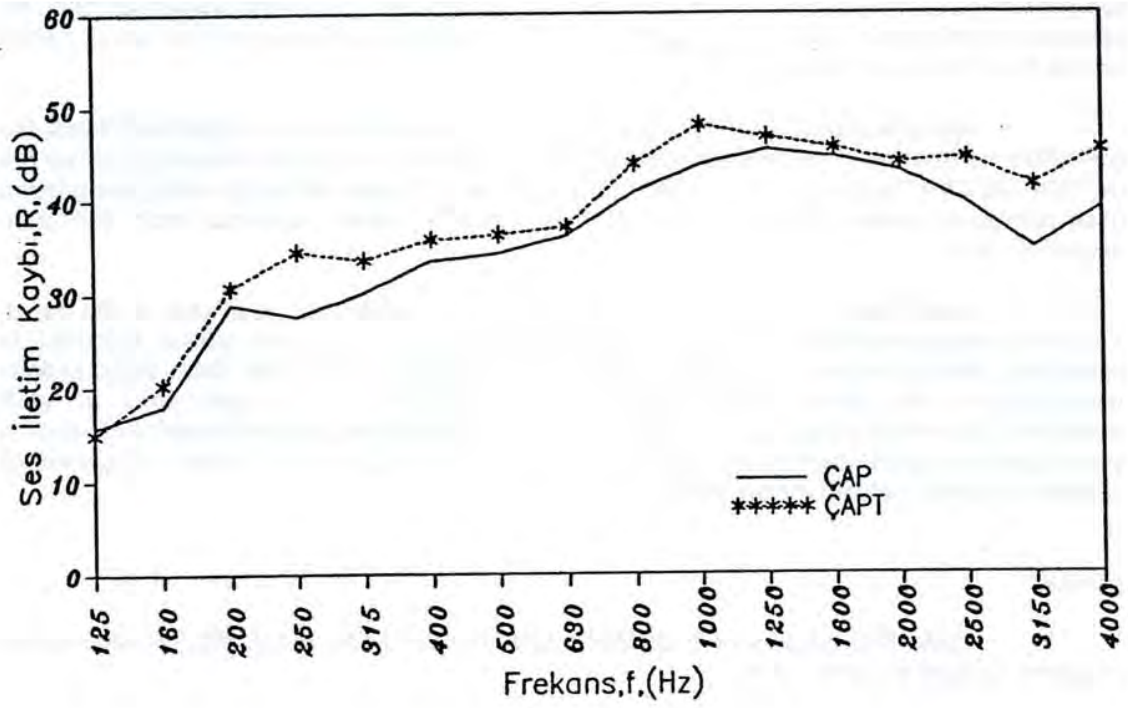
| | ÇAP | ÇAPT | G290 | G290+AS | T85A | ÇDB |
|-----------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
| SİS | 36 | 40 | 25 | 37 | 42 | 53 |
| R_{ort} | 34.70 | 37.66 | 23.10 | 37.15 | 41.54 | 49.98 |

En yüksek SİS değerine sahip ÇDB, ısı geçirgenlik direnci açısından da en yüksek değere sahiptir.

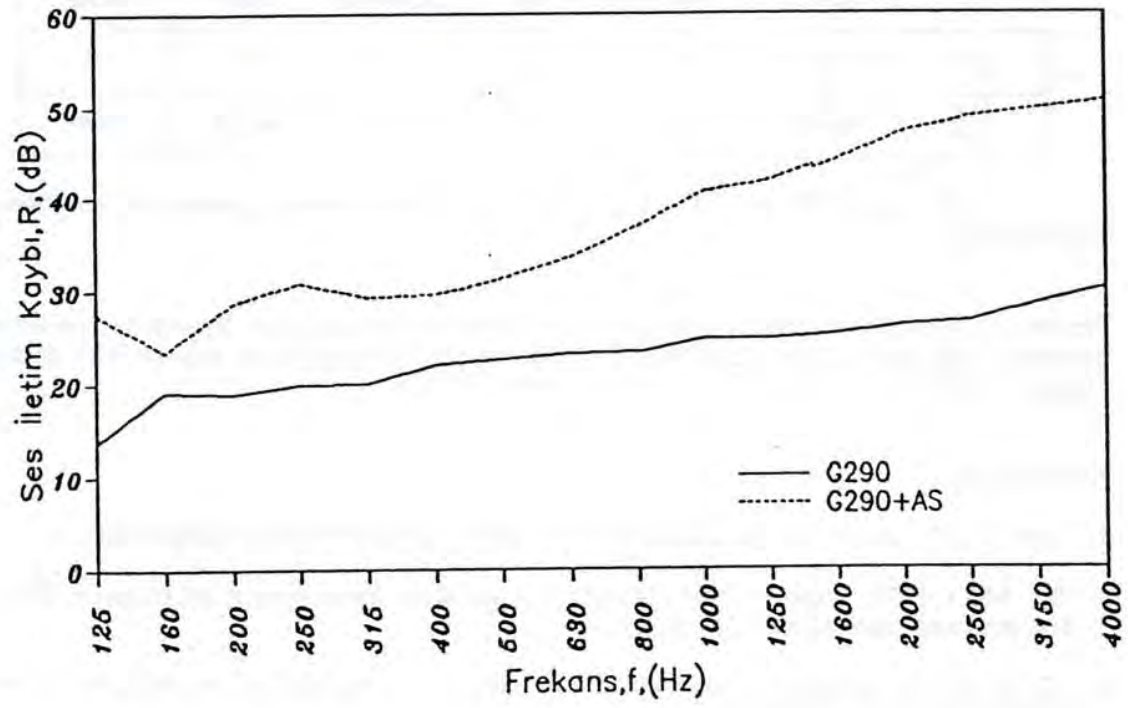
Teşekkür : Deneylemin laboratuvarlarında yapılmasına olanak sağlayan Bayındırlık ve İskan Bakanlığı; Yapı İşleri Genel Müdürlüğü; Laboratuvar Şube Müdürlüğü'ne, projeye mali destek sağlayan TÜBİTAK'a ve Sayın Nüzhet Birlik'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

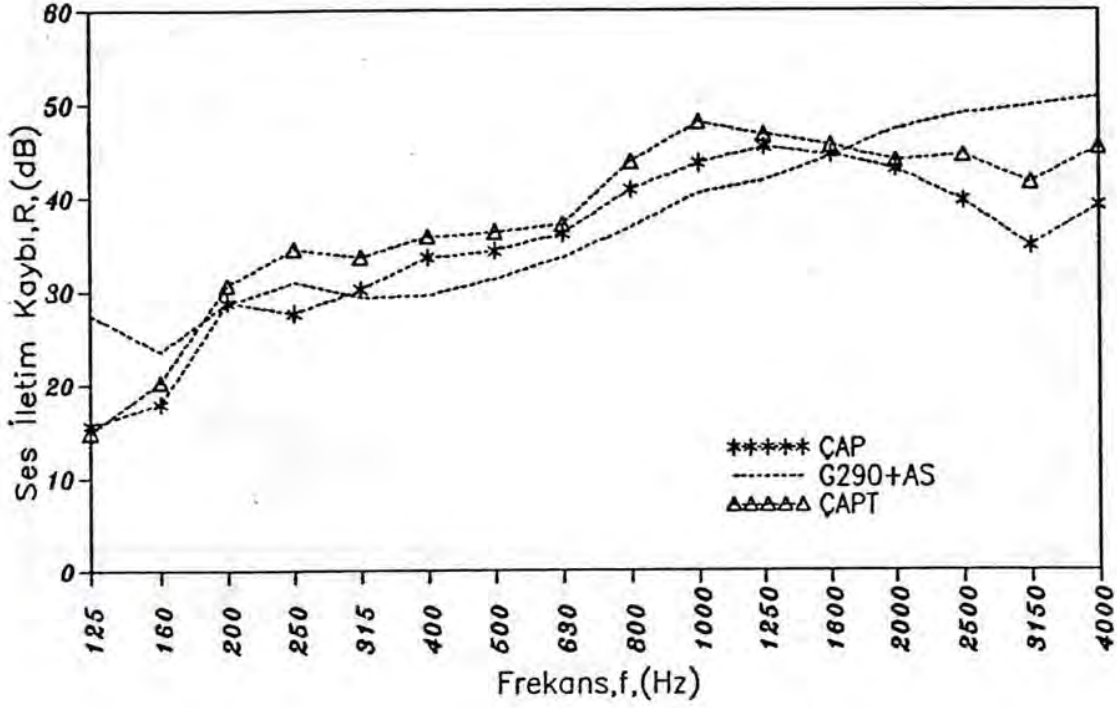
1. TS1476 1974. Ses Yutma (Absorpsiyon) Katsayılarının Çınlama Odasında Ölçülmesi.
2. ISO 140-1 1990. Standard Test Method for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions.
3. ASTM E90-90. Standard Test Method for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions.
4. ASTM E413-87. Classification for Rating Sound Insulation.



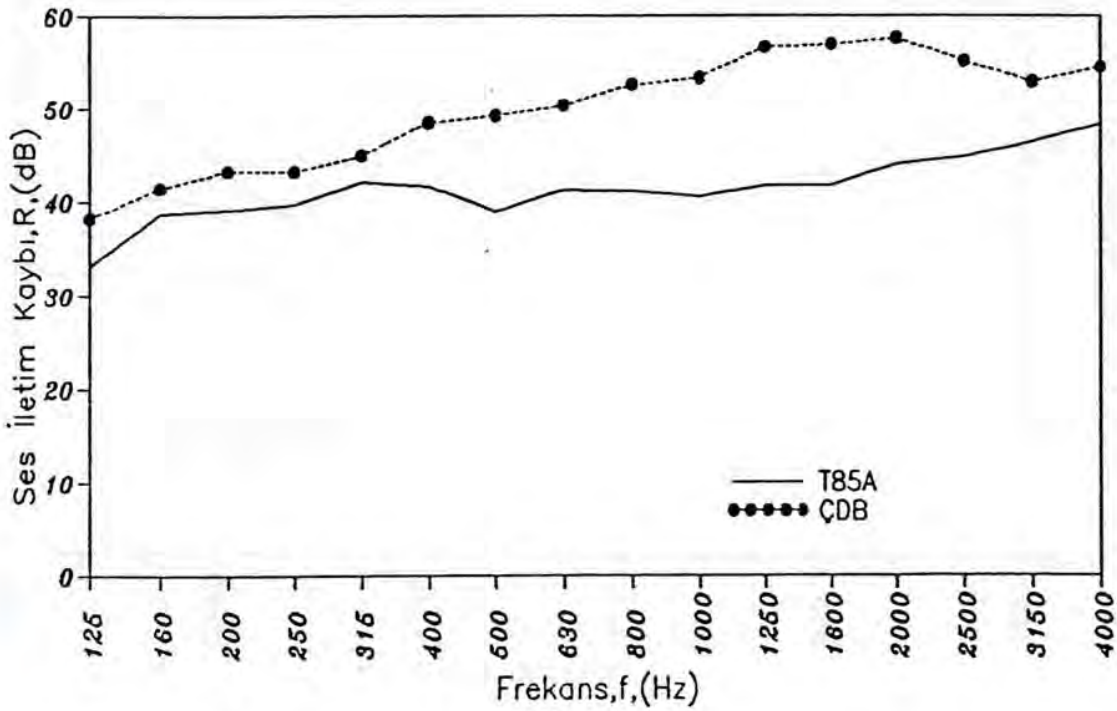
Şekil 2. Alçı Panel Duvarları



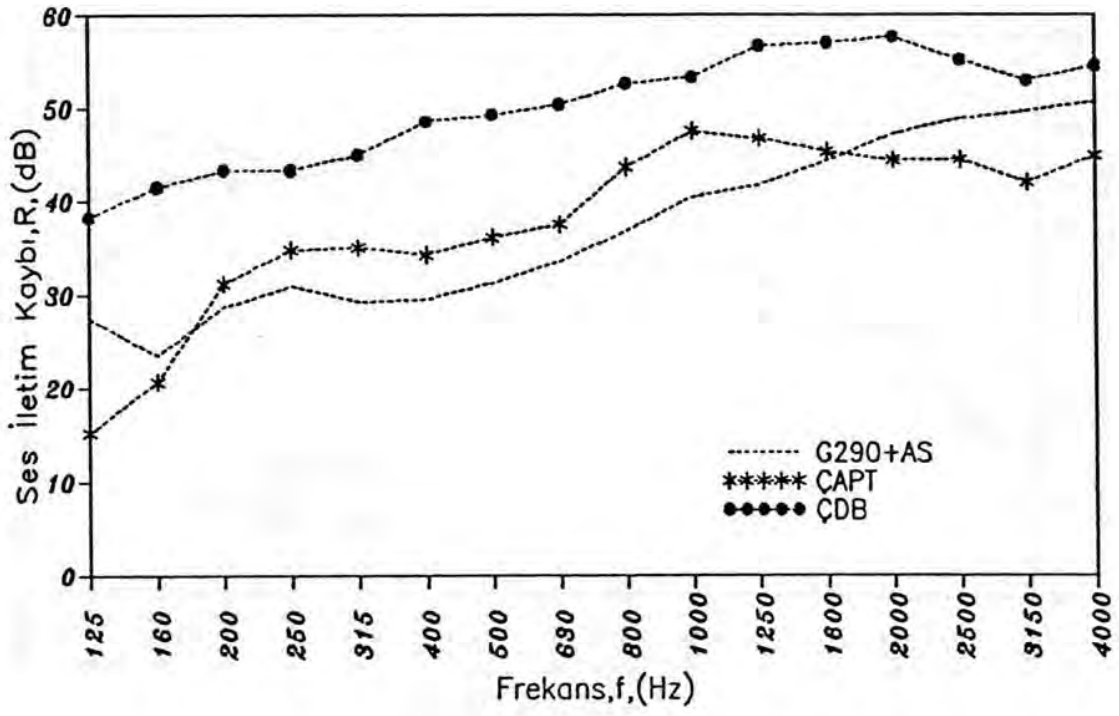
Şekil 3. G290 Duvarı



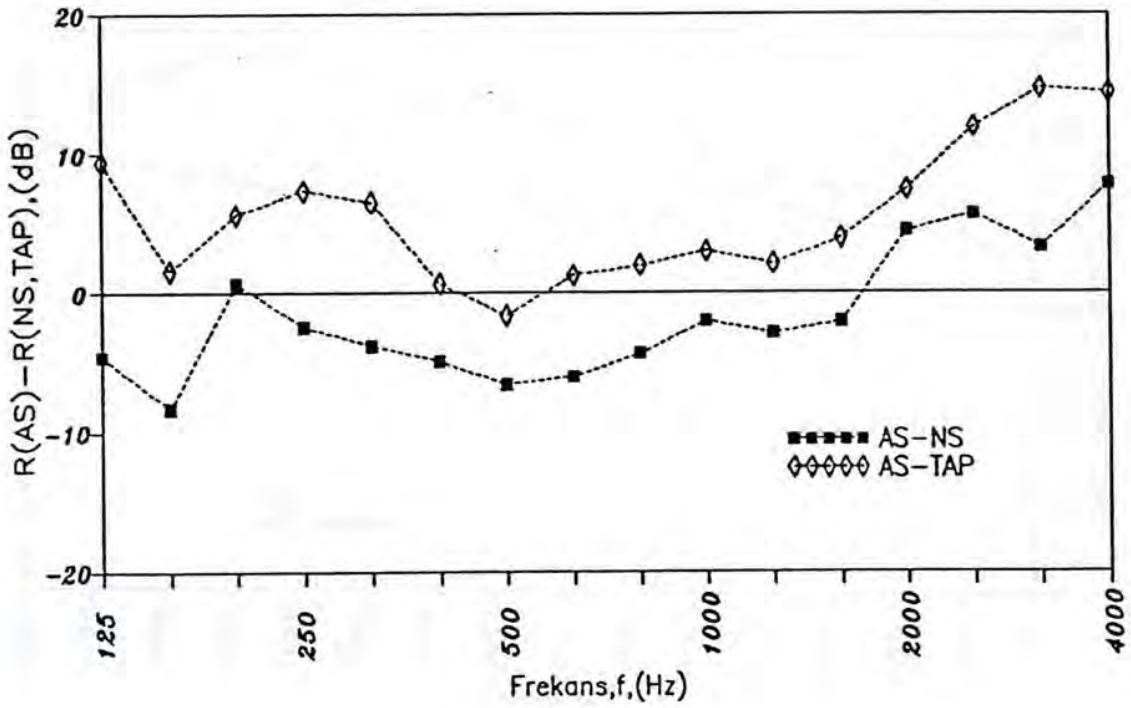
Şekil 4. Sandöviç Alçı Panel Duvar ile Alçı Sıvalı Duvar Karşılaştırılması



Şekil 5. Tuğla Duvar ve Tuğla-Taş yünü-Alçı Plaka Kombinasyonu



Şekil 6. Üç Duvar Tipinin Karşılaştırılması



Şekil 7. Alçı Sıva-Normal Sıva ve Alçı Sıva-Alçı Panel Karşılaştırılması

ISPARTA POMZASININ HAFİF ALÇI KAPLAMADA KULLANIMI

Beytullah ŞAHİN
Lütfullah GÜNDÜZ
Ahmet ŞENTÜRK

BİLDİRİ ÖZETİ

İnşaat sektöründe dekoratif amaçlı olarak, alçıpan uygulamaları son yıllarda giderek artmaktadır. Bu bakımdan, kullanılan alçı ve uygulama şartları analiz edilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Bu makalede, alçıpan uygulamalarına yeni bir boyut kazandırmak amacıyla yapılmakta olan bir çalışmanın bulguları özetle sunulmaktadır. Bu çalışmada, alçı karışımlarının ağırlığını azaltmak ve yalıtım özelliklerini iyileştirmek amacıyla, pomza taşının farklı kompozisyonlarda alçı+çimento ile beraber kullanımı analiz edilmekte ve uygulanabilirlik prensipleri araştırılmaktadır.

SUMMARY

In civil industry, the applications of plaster plate (gypsum) is becoming popular for decoration purposes. In this respect, the usage specifications of plasters and the application conditions should be carefully analysed. In this paper, in order to make a new approach for plaster-plate applications, experimental research findings carrying on plaster using environment are presented in brief. In the research, to reduce the mixing weight and to improve the insulation properties of plaster plate mixes, the usable conditions of pumice stone and cement with plaster in different compositional mixes are analysed and applicable principles are investigated.

YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ

Beytullah ŞAHİN, 1975 Elazığ doğumlu olup, 1997 de Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans eğitimini tamamladı. Halen, SDÜ - Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

Lütfullah GÜNDÜZ, 1966 İstanbul doğumlu olup, 1992 de Londra Üniversitesi, Imperial College, Mineral Resources Engineering Department, Computer Aided Design Research Group'da doktora çalışmasını tamamladı. Türkiye' ye dönüşte 1993 tarihinde Etibank Genel Müdürlüğü Proje-Tesis Dairesi Başkanlığında göreve başladı. Şubat 1994 tarihinden itibaren SDÜ - Mühendislik Mimarlık Fakültesinde Doçent Dr. olarak görev yapmaktadır. Yurt içi ve dışı 70 in üzerinde eseri bulunmaktadır.

Ahmet ŞENTÜRK, 1949 Niğde doğumlu olup, 1978 de Almanya' da Institut für Bergbaukunde III (Tagebautechnik) de doktora çalışmasını tamamladı. 1978 tarihinde Milli Eğitim Bakanlığında göreve başladı ve Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümünde 01.08.1978 - 12.07.1993 tarihleri arasında Dr. Öğretim Görevlisi ve Yrd.Doç.Dr. olarak görev yaptı. 1993 tarihinden itibaren SDÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesinde Doç. Dr. Öğretim Üyesi olarak görev yapmaktadır.

1. GİRİŞ

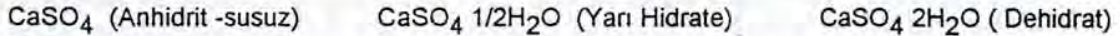
Günümüzde gelişen teknolojiye paralel olarak, inşaat sektöründe yapılan binaların mimari görünümü yanında, yapı elemanı olarak seçilen malzemelerin optimizasyonunun sağlıklı olarak yapılması da kaçınılmaz bir gerçek olarak görülmektedir. Özellikle, son yıllarda dekoratif amaçlı iç cephe kaplamalarında, alçıpan uygulamasının yaygınlaştığı gözlenmektedir. Ancak, bu tip kaplamalarda kullanılan alçının birim ağırlığı yanında, yalıtım özelliklerindeki iyi bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Konutlarda mümkün olduğunca hafif ve/veya yarı hafif kaplama elemanlarını kullanmak, gerek enerji yönünden ve gerekse yalıtım özelliklerinin iyileşmesi açısından önemli olmaktadır. Bu bakımdan, yapı elemanı olarak kullanılacak malzemeler, yüksek yalıtım özelliği bulunan farklı malzemelerle entegre edilerek, yüksek kalitede ve yalıtım özelliğinde yapı elemanları elde edilmektedir. Bu kapsamda, konutlarda dekoratif amaçlı olarak kullanılan alçı panellerin yalıtım özelliklerinin iyileştirilmesi gerekli olmaktadır.

TS 2823 (1977) standardına göre pomza taşı, birbirine bağlantısız boşluklu, sünger görünümlü, silikat esaslı, birim hacim ağırlığı 1 gr/cm^3 den küçük, sertliği Mohs skalasına göre 6 civarında, camsı doku gösteren volkanik bir doğal hafif agregadır. Isparta pomza taşı, yaklaşık olarak %50-70 boşluk içermekte ve $0.8-0.9 \text{ gr/cm}^3$ yoğunluktadır. Isparta pomzasının belirli tane boyutlarında alçı panellerin içine ilavesi, alçı kaplama elemanının ağırlığını yaklaşık olarak %50 oranında azaltmakta ve kaplama elemanını, hafif yapı elemanı haline getirebilmektedir. Konutlarda hafif veya yarı hafif kaplama elemanı kullanmakla, enerji yönünden büyük kazanç sağlanmaktadır. Pomza ile üretilen hafif alçı panelleri, perlit panellerin veya "ytong" tuğlaların kullanımı ile sağlanan ses ve ısı izolasyonunu sağlayabileceği yapılan çalışmalarla gözlenmiştir. Isparta pomzası ile elde edilen hafif alçı kaplamalarda, önemli miktarlarda ısı izolasyonu sağlanabildiği kadar, ses yutuculuğu bakımından da iyi sonuçlar gözlenebilmektedir.

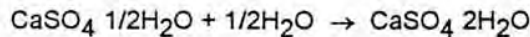
SDÜ Kaya Mekaniği/Zemin Mekaniği laboratuvarlarında, farklı kompozisyonlarda pomza kullanımı ile hazırlanan hafif alçı karışımları üzerinde bir dizi tekno mekanik analizler yapılmıştır. Analiz bulgularına göre, basınç dayanım karakteristiğinin tahmini amacıyla, dayanıma etkileyen parametreler arasında, istatistiksel lineer regresyonel ilişkiler araştırılmış ve değişik karışım kombinasyonlarına sahip alçı kaplama türleri için pratik olarak kullanılabilir bir tahmin metodu geliştirilmiştir. Ayrıca, hazırlanan hafif alçı panel numuneleri üzerinde, ultrases hızı ölçümleri yapılmış ve ses hızı ile basınç dayanımları arasında kullanılabilir ampirik ilişkiler araştırılmıştır. Bu makalada, yapılan teknik ve gözlemsel analizlerin bulguları irdelenmektedir.

2. ALÇI ve KULLANIMI

Alçı genel olarak, yarı hidrate halde kalsiyum sülfat bileşiminin çözünen ve çözünmeyen CaSO_4 ile değişik oranlarda karışımından oluşan bir maddedir:



Bu farklı maddeler, suyun etkisi ile donup sertleştiğinden inşaatlarda yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Alçının en önemli özelliği, hidrasyon niteliğidir. Sıcaklığın etkisi ile hidrasyon suyunu kaybeden alçı, su ile etkileştiğinde, yeniden kaybettiği kadar su ile birleşerek donma ve sertleşme karakteristiği sergilediğinden, billurlaşarak taşlaşma özelliği göstermektedir:



Alçının bünyesine farklı yabancı maddeler katıldığında, alçının donma hızına etkideği bilinen bir gerçektir. Karakteristik olarak, alkali-metaller, klorür ve sülfatlı bileşikler, alüminyum sülfat, şap gibi cisimler donmayı kolaylaştırmakta ve sertleşme hızlanmaktadır. Diğer taraftan, borax,

sodyum fosfat, şeker, tutkal, jelatin, gliserin gibi bazı kolloidal ve viskozitesi olan maddeler donmayı geciktirmektedirler.

Alçı, kullanım yerine göre jelatinli veya tutkallı su ile yoğrulduğunda, normal alçı karışımlarına nazaran çok daha kompakt ve sert bir madde elde edilmektedir. Genelde bu tip alçılı tür maddelere *stukka* adı verilmektedir. Elde edilen bu yeni tür madde, inşaatlarda iç mimaride dekorasyon malzemesi olarak değerlendirilmektedir. Ancak, bu tip uygulamalarda, alçılı yapının birim ağırlığında bir azalma etkisi görülmemektedir. Özgül ağırlık genel olarak alçılı yapılarda 2.25-2.65 gr/cm³ arasında değişmektedir. Alçı türleri genelde Çizelge 1 de verildiği şekilde sınıflandırılabilir (Artel, 1969).

Çizelge 1. Alçı türleri ve özellikleri.

| Alçı Türü | Yoğurma Suyu (%) | Basınç Dayanımı kg/cm ² | |
|---------------|------------------|------------------------------------|---------|
| | | Basmada | Çekmede |
| Mulaj alçı | 75 | 50 | 18 |
| Kaba alçı | 75 | 45 | 15 |
| İnce alçı | 60 | 55 | 12 |
| Aglomera alçı | 60 | 60 | 16 |
| Şaplı alçı | 35 | 150 | 40 |

Değişik amaçlar için farklı türlerde alçı kullanmak mümkün olmaktadır. Bu alçı türleri ile, bazı astarları lifli maddelerle (eskiden öküz kılı, günümüzde genellikle suni lifler) düşük veya değişen emici yüzeyler için daha iyi yapışkanlık ve kolay yüzey uygulaması sağlamaktadır. Örneğin; inşaat panoları veya metal kaplamalar gibi. Diğer taraftan, tavan ve duvar yüzeyinde kullanılan pano yüzey alçıları için yavaş katılaşım genişleyen tipte ve betona bağ yapabilen alçı türleri güncel olarak geliştirilmektedir. Ancak, en fazla yaygın olarak alçı kullanımı, sıva amaçlı kullanımlarda görülmektedir. Bu tip alçı uygulamalarında, özel veya hafif agrega olarak kullanılacak maddeler, alçının yoğrulması sürecinde karışıma ilave edilerek, ısı izolasyonu, akustik özelliğini iyileştirici ve yoğuşmayı önleyici yönde birer rol oynamaktadırlar (Adams, 1993).

Yapılan teknolojik incelemeler, alçının tuğla ve taş gibi yapı malzemelerine yapışma bağ kuvvetinin yüksek değerlerde olduğunu göstermiştir. Bu bakımdan, alçı uygulamalarında, özellikle, karışım kompozisyonuna gözenekliliği yüksek olan doğal taş malzemelerin katılmasıyla, alçılı yapının kompozitesi iyileştirilmiş olmaktadır. Aynı zamanda, böylesi uygulamalarda, yoğunluğu yüksek olan alçının, yoğunluğunda azaltılmasına sebep olmaktadır. Bu konu üzerinde edinilen tecrübeler, çekme direnci açısından şu şekilde özetlenebilir:

- Gözenekli yüksek doğal taşlarda 2-3 kg/cm²
- Gözenekliliği az doğal taşlarda 1-2 kg/cm²
- Normal tuğlalarda 32 kg/cm².

Günümüz inşaat sektöründe, alçı uygulamalarında alçıpan kullanımı sıklıkla görülmektedir. Bu uygulamalarda, elde edilen alçıpanların ağırlıklarının azaltılması arzu edilen durumların başında gelmektedir. Diğer taraftan, inşaat işlerinde, alçı uygulamalarında basınç dayanımının en az 70 kg/cm² olması istenmektedir. Alçının bu özelliğinin ve yalıtım karakteristiğinin iyileştirilmesi

yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Aşağıdaki bölümlerde, alçıpan uygulamalarında gerek alçının ağırlığının hafifletilmesi ve gerekse yalıtım özelliklerinin iyileştirilmesi hususunda sürdürülmekte olan bir çalışmada, pomza taşının kullanım spesifikasyonları tartışılmaktadır.

3. POMZA TAŞI ve ENDÜSTRİYEL KULLANIMI

Pomza, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, süngerimsi, ani soğumadan ve gazların bünyeyi ani terketmesinden dolayı oldukça gözenekli camsı volkanik bir kayadır. Pomza; çok poroz olan volkanik taş camıdır. Oluşumu sırasında ani gaz çıkışı ve ani soğuma nedeni ile bol gözenekliliği sebebiyle, su üzerinde uzun süre durabilmektedir. Gözenekler arası itibatsız olduğundan permeabilitesi düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir.

Pomzada taşınma mekaniği; basitleştirilmiş olarak taşınma olayı 1. Düşme (buluttan çökme) ile yığılma, 2. Fırlatma ile yığılma, 3. Akma ile yığılma. Düşme ile yığılmada; sınıflandırma (klasifikasyon) iyidir tane büyüklükleri dar aralıktadır. Tabakalar cm veya dm kalınlıktadır. Tabakalar gerek tepelerde ve gerekse düzlüklerde aynı kalınlıklardadır. Fırlatma ile yığılmada; bazen düzgün bazen birbiri içine itilmiş tabakalar ve arada bazalt taşlarından bombalar, bombaların çarpışması sonucu tabakalarda parçalanma, sıkışma görülmektedir. Akma ile yığılmada; masif strüktür, tabakalarda kötü ayrışma, klasifikasyon yok denecek kadar az olup ancak düzlüklerde olur. Pomza daha ziyade üstte, yabancı taşlar alt katmanlarda bulunmaktadır.

Pomza veya ponzada adı İtalyanca'dan gelmektedir. Değişik dillerde farklı adlandırılır. Fransızca'da Ponce, İngilizce'de iri taneli olanlarına Pumice, doğal olarak ince taneli olanlarına Pumicite denilmektedir. Almanca'da ise iri taneli olanlarına Bimstein, küçük taneli olanlarına ise Bims adı verilmektedir. Türkçe'de ise süngertaşı, köpüktaşı, hışırtaşı, nasırtaşı, küvek gibi adlar kullanılmaktadır. Diğer dillerin etkisiyle Türkçe'de pomza, ponzada, bims ve pumis kelimeleri de kullanılmaktadır.

Asidik ve bazik volkanik faaliyetler neticesinde iki tür pomza oluşmuştur. Bunlar; asidik pomza ve bazik pomzadır. Diğer bir deyişle, bazik pomzaya bazaltik pomza da denilmektedir. Bazaltik pomza koyu renkli (kahverengimsi, siyahımsı) olabilmekte olup özgül ağırlık 1-2 gr/cm³ civarındadır. Asidik pomza beyaz, grimsi beyaz renkte olup yoğunluğu 0.5-1 gr/cm³ civarındadır. Asidik pomza, Silisyum, Alüminyum, Potasyum ve Sodyum ihtiva eder ve bu bileşimler nedeniyle de açık renkli görünüm sergilemektedirler. Pomza, köpürmüş magma kökenli çok gözenekli taş camıdır. Pomza bir strüktür kavramı olup belli bir taş cinsine bağlı değildir. Pomza taneleri köşeli ve yuvarlak olabilir. tane büyüklükleri çok geniş sınırlar arasında olmasına rağmen ayrı ayrı yataklarda tane büyüklükleri arasında aşağıdaki bağıntının varlığı tespit edilmiştir.

Burada;

$$A = 100 \sqrt{\frac{d}{D}}$$

A : Elek altı, %
d : Elek aralığı, mm,
D : En büyük tanenin büyüklüğü, mm.

Pomza yataklarında %50 - %15 arası yabancı madde olabilir. Pomzada gözenek hacimleri %85'e kadar çıkabilir. Bu bir pomza tanesinin %85'nin boşluk, %15'nin katı madde olabilmesi demektir.

Saf özgül ağırlık (kuru kütle hacime oranı, gözenek hacmi hariç) 2.2 gr/cm³'dür. Tane özgül ağırlığı kuru kütle hacmine oranı ise tane büyüklüğüne ve yatağa göre değişir. Pomza tanesi büyüdükçe tane özgül ağırlığı azalır. Örneğin, aynı yatağa göre 0-2 mm'lik tane büyüklüğünde özgül ağırlık 0.75 gr/cm³, 4-8 mm'lik gurupta 0.65 gr/cm³ ve 8-16mm'lik gurupta 0.45 gr/cm³ olup tane ebatları arttıkça gözenek yüzdesinde artmaktadır. Pomzanın gözenek yüzdesi, volkan bacasından uzaklaştıkça artmaktadır. Pomzanın gözenek yüzdesinin yükseldiği ve buna bağlı olarak düşük özgül ağırlığı, izolasyon amaçları için dökme malzemesi olarak kullanılmasını

sodyum fosfat, şeker, tutkal, jelatin, gliserin gibi bazı kolloidal ve viskozitesi olan maddeler donmayı geçiktirmektedirler.

Alçı, kullanım yerine göre jelatinli veya tutkallı su ile yoğrulduğunda, normal alçı karışımlarına nazaran çok daha kompakt ve sert bir madde elde edilmektedir. Genelde bu tip alçılı tür maddelere *stukka* adı verilmektedir. Elde edilen bu yeni tür madde, inşaatlarda iç mimaride dekorasyon malzemesi olarak değerlendirilmektedir. Ancak, bu tip uygulamalarda, alçılı yapının birim ağırlığında bir azalma etkisi görülmemektedir. Özgül ağırlık genel olarak alçılı yapılarda 2.25-2.65 gr/cm³ arasında değişmektedir. Alçı türleri genelde Çizelge 1 de verildiği şekilde sınıflandırılabilir (Artel, 1969).

Çizelge 1. Alçı türleri ve özellikleri.

| Alçı Türü | Yoğurma Suyu (%) | Basınç Dayanımı kg/cm ² | |
|---------------|------------------|------------------------------------|---------|
| | | Basmada | Çekmede |
| Mulaj alçı | 75 | 50 | 18 |
| Kaba alçı | 75 | 45 | 15 |
| İnce alçı | 60 | 55 | 12 |
| Aglomera alçı | 60 | 60 | 16 |
| Şaplı alçı | 35 | 150 | 40 |

Değişik amaçlar için farklı türlerde alçı kullanmak mümkün olmaktadır. Bu alçı türleri ile, bazı astarları lifli maddelerle (eskiden öküz kılı, günümüzde genellikle suni lifler) düşük veya değişen emici yüzeyler için daha iyi yapışkanlık ve kolay yüzey uygulaması sağlamaktadır. Örneğin; inşaat panoları veya metal kaplamalar gibi. Diğer taraftan, tavan ve duvar yüzeyinde kullanılan pano yüzey alçıları için yavaş katılaşım genişleyen tipte ve betona bağ yapabilen alçı türleri güncel olarak geliştirilmektedir. Ancak, en fazla yaygın olarak alçı kullanımı, sıva amaçlı kullanımlarda görülmektedir. Bu tip alçı uygulamalarında, özel veya hafif agrega olarak kullanılacak maddeler, alçının yoğrulması sürecinde karışıma ilave edilerek, ısı izolasyonu, akustik özelliğini iyileştirici ve yoğuşmayı önleyici yönde birer rol oynamaktadırlar (Adams, 1993).

Yapılan teknolojik incelemeler, alçının tuğla ve taş gibi yapı malzemelerine yapışma bağ kuvvetinin yüksek değerlerde olduğunu göstermiştir. Bu bakımdan, alçı uygulamalarında, özellikle, karışım kompozisyonuna gözenekliliği yüksek olan doğal taş malzemelerin katılmasıyla, alçılı yapının kompozitesi iyileştirilmiş olmaktadır. Aynı zamanda, böylesi uygulamalarda, yoğunluğu yüksek olan alçının, yoğunluğunda azaltılmasına sebep olmaktadır. Bu konu üzerinde edinilen tecrübeler, çekme direnci açısından şu şekilde özetlenebilmektedir:

- Gözenekli yüksek doğal taşlarda 2-3 kg/cm²
- Gözenekliliği az doğal taşlarda 1-2 kg/cm²
- Normal tuğlalarda 32 kg/cm².

Günümüz inşaat sektöründe, alçı uygulamalarında alçıpan kullanımı sıklıkla görülmektedir. Bu uygulamalarda, elde edilen alçıpanların ağırlıklarının azaltılması arzu edilen durumların başında gelmektedir. Diğer taraftan, inşaat işlerinde, alçı uygulamalarında basınç dayanımının en az 70 kg/cm² olması istenmektedir. Alçının bu özelliğinin ve yalıtım karakteristiğinin iyileştirilmesi

sağlamıştır. Ayrıca aynı özellikleri nedeniyle su hazırlama tesislerinde filtre malzemesi ve hafif duvar harcı için katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Bu amaçlar için pomza yıkanır yabancı taşlardan temizlenir, kurutulur ve tane büyüklüklerine göre sınıflandırılır, böylece yığın halindeki yoğunluk 0.30 gr/cm^3 'den aşağı olması sağlanabilir.

Yüksek gözeneklilik derecesi nedeniyle pomza tanelerinin büyük dayanıklılıkları yoktur. Ancak bu dayanıklılık, taşıyıcı duvar yapımında kullanılan taş dayanıklılıklarına uygundur (6 kat inşaata kadar). Pomza çok iyi bir ısı izolatörüdür. Bu özelliği, biriktirilmekte "yığın gözenekliliği" denilen ve özellikle ulaşılmaya çalışılan olayla daha da artırılır. Yığın gözenekliliği için betonun oldukça az ince harçla yapılarak sadece pomza tanelerinin etrafını ince kaplaması sağlanır. Pomza taneleri arasındaki boşluklar sadece izolasyon için faydalı olmayıp aynı zamanda kapiler özelliği kaldırıcı olduğu için pomza biriketleri çok daha emici olurlar.

Pomza volkanik cam olduğu için kolay öğütülür. Öğütülmüş pomza taşlama ve parlatma amaçları için kullanıldığı gibi; kilit fabrikalarında ateşleme malzemesi ve dolgu maddesi, sabun ve kozmetik sanayiinde de aynı amaçlarla kullanılır. Kimyasal bileşim bakımından perlit ve obsidiyene çok yakındır. Bunlardan farkı kristal suyunun olmamasıdır. Su, oluşum sırasında bünyeden uçmuştur. Porozitesi yüksektir. Mohs sertlik skalasına göre sertliği 6 civarındadır. Genel olarak pomza kimyasal bileşim itibarıyla Çizelge 2 de sembolize edilen değerler arasında olabilmektedir.

Çizelge 2. Pomza taşının kimyasal bileşimi.

| Kimyasal Bileşen | Bileşim, % |
|--|------------|
| SiO ₂ | 55 |
| Al ₂ O ₃ | 22 |
| Alkaliler (K ₂ O + Na ₂ O) | 12 |
| Fe ₂ O ₃ | 3 |
| CaO | 2 |
| MgO | 1 |
| TiO ₂ | 0.5 |
| Kızdırma Kaybı | 4 |
| Suda Eriyen Tuzlar | < 0.1 |

Pomza, inşaat sektöründe perlitin kullanıldığı yerlerin hemen hemen hepsinde kullanılabilir. Perlit gibi genleştirilme olayı olmadığından enerji ve yatırım masrafları yoktur. Bu nedenle perlit tercih edilebilir. M.T.A. Genel Müdürlüğüne yapılan çalışmalarda ülkemizde belirlenmiş pomza sahaları şunlardır; İç Anadolu bölgesinde Nevşehir, Niğde, Kayseri, Konya ve Ankara illerinde, Doğu Anadolu bölgesinde Bitlis, Van, Ağrı, Muş, Kars ve Erzurum illeri çevresinde, Batı Anadolu'da ise Muğla, Isparta ve Burdur illeri çevresindedir.

POMZANIN KULLANIM ALANLARI

İnşaat Sektöründe Kullanımı

Pomza, günümüzde farklı şekillerde kullanılmaktadır. Hafif beton imalatında agrega olarak, baraj ve su kemerleri inşaatlarında, çatı ve taban dolgusunda, tuğlaya oranla 4-6 kez daha az ısı ileterek hem ısı hem de ses izolasyonunda kullanılır. Karayolu buzlanmalarında ve demiryolu

inşaatlarında, hidrolik çimentolarda kullanılmaktadır. Pomza taşı istenen sağlamlık derecesine göre tabii halde blok duvar ve panolarda kullanılmaktadır. Pomzadan yapılan inşaat elemanları iki büyük grupta toplanabilmektedir:

- 1) Duvar elemanları: Briket, tuğla (dolu blok taşları), duvar inşaat plakaları ve çeşitli şekilleri,
- 2) Tavan ve çatı elemanları: Plaka veya kolon-kiriş şeklinde.

Pomza inşaat elemanları temelde hafiflikleri dolayısıyla inşaat çalışmalarında produktiviteyi artırdıkları için tercih edilirler. İzole etme özellikleri de ayrıca tercih sebebi olmaktadır. Örnek olarak, Almanya'da inşaat sektörünün yaklaşık %25 lik kısmına pomza ürünleri hakimdir. Hammadde temini açısından büyük sıkıntıları olmasına rağmen, pomza inşaat yapı ürünleri bu sektördeki payını sürekli olarak koruyabilmektedir. Yapılan araştırma bulgularına göre, özellikle dış ülkelerde inşaat sektöründe pomzaya olan rağbetin başlıca nedenleri şu şekilde sıralanabilmektedir: 1-mümkün olan en hafif yapı elemanını yapmak, 2-en büyük gözenekli taşları oluşturabilmek, 3-özel kalıplarda üretim ihtisaslaşması yaparak ucuzluk ve izoledeki avantajları birleştirmiş olmak, 4-Önceleri dağıtık olan pazarlama ve dağıtım şirketlerini birleştirerek merkezi dağıtımı sağlamak.

Endüstriyel Olarak Kullanımı

Pomza, endüstride özellikle abrasiv olarak kullanılmaktadır. Metallerin ve plastiklerin temizlenmesi ve ince zımpara yapılması ile parlatma işleminde, krom ve nikel kaplama işleminde temizleme maddesi olarak, kot kumaşların beyazlatılmasında kumaş taşlama ve topuk taşı olarak kullanılmaktadır.

Boya sanayiinde, pürüzlü kaplamada (kaleterasit) ses izole edici duvar boyası, motifi boya için astar macunu düzeltme ameliyesi olarak ve özgül ağırlığının az olmasından dolayı ortamda asılı kalabildiği için özel boya yapımında kullanılmaktadır.

Kimya sanayiinde; kimyasal taşıyıcı ve filtrasyon malzemesi olarak kullanılır. Metal ve plastik sanayiinde; cilalama, titreşim özelliği olan malzeme imalında son ameliye için, elektriksel kaplama, taş basma kalıplarını temizlemede, lastik sanayiinde silgi ve kir çıkarıcı malzeme olarak kullanılır. Alaşım sanayiinde; toz ve el sabunu, cam temizleyici olarak kullanılır. Dişçilikte; diş ve damaklardaki kaba deriyi düzeltmede. Cam sanayiinde; televizyon tüpü düzeltme, cam cilalama, kesik cam traşlama malzemesi olarak kullanılır. Mobilya sanayiinde; cilalama, piyano anahtarı, resim çerçevesine motif vermede kullanılır. Elektronikte; devre tahtalarını temizlemede kullanılır.

Seramikte; astar malzemesi olarak kullanılır. Tarım sektöründe; toprağın özelliklerini islah etmede, suni gübrenin topaklaşmasını önlemek amacıyla anti-kek maddesi olarak, tarım toprağının havalandırılmasında, katalizatör taşıyıcısı, yabancı otla mücadele ilaçlarında kullanılır. Tarım ilaçları dışında mantar ilaçlarında da kullanılır. Ayrıca kozmetik, çömlekçilik, dericilikte, puzzolan çimento imalatında ve değişik alanlarda absorban olarak da kullanılmaktadır.

Kullanım Prensipleri

Kullanım prensiplerinde belli standartlar bulunmamasıyla beraber kullanıcıya göre ve kullanım alanına göre az da olsa bir takım sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bunlar; boyutları 3 cm'den küçük olan pomzanın briket ve gazlı beton üretiminde, sertliği Mohs skalasına göre 6 olduğundan öğütmede en ince tane boyutuna indirildiğinde dahi cam ve midye kabuğu şeklinde keskin kenarları kaldığından abrasiv olarak kullanılabilir. Pomza tekstil sanayiinde 3-7 cm ebatlarında olması gerekmektedir. Rengi beyaz olmalı, yüzeyleri yuvarlatılmış olmalı, özgül ağırlığı sıfır rutubette 0.50-0.55 gr/cm³ olmalı, su emme özelliği % 50'den fazla olmalı, yüzeyi tozlu topraklı olmamalıdır.

Hafif yapı elemanının boyutuna göre TS 3234' te pomza taşı en büyük tane boyutunun 20 mm, 12.5 mm veya 10 mm olması gerektiği öngörülmüştür. Gevşek birim hacim ağırlığı TS 1114 standardına göre hafif agregada 1100 kg/m^3 ü geçmemelidir. TS 3234' e göre bims betonda pomza için kuru gevşek birim hacim ağırlığı karışık agregada 600 kg/m^3 olmalıdır. Kil toprakları TS 707' ye göre kuru agrega ağırlığının % 2' sini geçmemelidir. Yanıcı madde oranı TS 1114' e göre hafif agregada % 5'i geçmemelidir. Sülfat miktarı TS 1114' e göre hafif agregada, kuru agrega ağırlığının % 1.5' unu geçmemelidir. Özgül ağırlığı farklı çıkabilir. Su emme ise 10 dk' da 1 saatte emebileceği suyun % 90' nını emdiği belirtilmektedir. Pomza normal ticari aralık olarak, kaba metalleri bitirmek için -6 mesh, (ince) iyi bir polisaj için -200 mesh' tir.

4. ALÇIPAN KAPLAMADA POMZA TAŞI KULLANIMI

İnşaat sektöründe alçı panellerin ağırlığını azaltmak için gerekli olan karışım kompozisyonlarında, ülkemizde bol miktarda bulunan doğal hafif agregaların değerlendirilmesi gündeme gelmiş ve pomza taşı, volkanik tüf ve volkanik curuf gibi malzemelerin kullanılabilirlikleri üzerine araştırmalar başlatılmıştır. Su emme bakımından yeterli tedbirler alındığında, bu hafif agregalarla alçı panellerin üretilebilmesi ve bunların matriks yapıyı hafifletici olarak kullanılabilmesi mümkün olabilmektedir. Konutlarda, pomzalı alçıpan - alçı panellerin kullanımıyla, ısı ve enerji yönünden kazanç sağlanabilmektedir. Konutlarda kullanılacak pomzalı alçıpan matriks yapılar veya satırlar, ses yutuculuğu bakımından da iyi sonuçlar verebilmektedir. Pomza taşının alçı panellerde kullanımı ve izolasyon malzemesi oluşturulması ile ilgili karakteristik değişimler ve inşaat sektöründe alçı panellerin optimizasyonu için karışım parametrelerinin doğru olarak yapılması, maliyet ekonomisi açısından son derece önemli olmaktadır. Yakın geçmişe kadar, hafif agregalı alçı panellerin basınç dayanımına etki eden bağımlı ve bağımsız değişkenlerin analizi için birçok çalışmalar ve karışım oranlarının belirlenmesi üzerine değişik yaklaşımlar getirilmiştir. Bu çalışmalarda, katı malzeme tane boyut dağılımı ve pomza kullanım oranı gibi değişkenlerin en etkin parametreler olduğu gözlenmiştir.

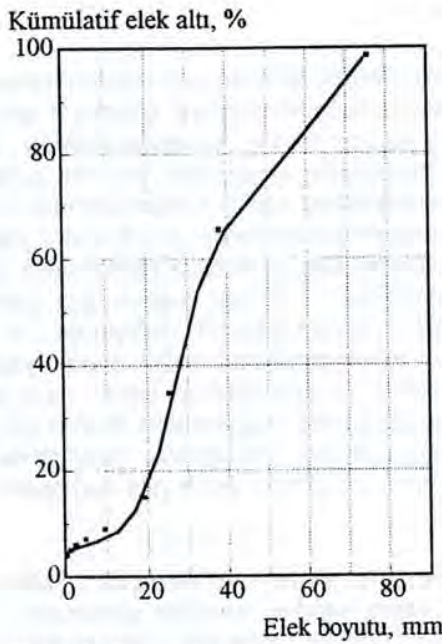
Kaya Mekaniği/Zemin Mekaniği laboratuvarlarında, farklı kompozisyonlarda pomza kullanımı ile hazırlanan alçı panellerin karışımları üzerinde bir dizi tekno mekanik analizler yapılmıştır. Analiz bulgularına göre, basınç dayanım karakteristiğinin tahmini amacıyla, dayanıma etkileyen parametreler arasında, istatistiksel lineer regresyonel ilişkiler araştırılmış ve değişik karışım kombinasyonlarına sahip alçı panel türleri için pratik olarak kullanılabilir bir tahmin metodu geliştirilmiştir. Ayrıca, hazırlanan hafif agregalı alçı panel numuneleri üzerinde, ultrases hızı ölçümleri yapılmış ve ses hızı ile basınç dayanımları arasında kullanılabilir ampirik ilişkiler araştırılmıştır. Yapılan araştırma bulguları özetle aşağıda sunulmuştur.

5. DENEYSEL ÇALIŞMA

Farklı kompozisyonlarda hazırlanmış olan pomzalı alçı panel karışım kompozisyonları üzerinde, basınç dayanım karakteristik değişimleri ve buna etkileyen faktör ve parametreler incelenmiştir. Bu incelemelerde, alçıpan ağırlığına ve dayanımına etkileyen:

- Pomza kullanım oranı,
- Çimento kullanım oranı,
- Pomza tane boyutu dağılımı,
- Pomza/Alçı oranı,
- Su/Alçı oranı
- Çimento/Alçı oranı

gibi değişken parametreler irdelenmiştir. Laboratuvarında kullanılan alçı karışım kompozisyonlarında, pomza olarak Isparta yöresi pomzası kullanılmıştır. Pomza taşının granülometrik tane boyut fraksiyonu Şekil 1 de verilmiştir. Analizlerde Çimsa Çimento Fabrikası üretimi Katkılı Beyaz Çimento (KBÇ) kullanılmıştır. Karışımlardaki su/katı oranları ve ilave elemanların hidrasyon prosesindeki etkilerinin performans kriteri olarak irdemeleri yapılmıştır. Deneylede KBÇ çimento karışımları için hacimce %10, %20 ve %30 oranları kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan numuneler, nominal boy/çap (h/d) oranı 2 olacak şekilde 100mmx50mm boyutlu silindirik karot numuneleri şeklinde hazırlanmış olup, 28 günlük kür sürelerinden sonra test edilmiştir. Pomzalı alçıpan kompozisyonlarında şu boyut fraksiyonları kullanılmıştır:



Şekil 1. Pomza taşı granülometrik değişimi.

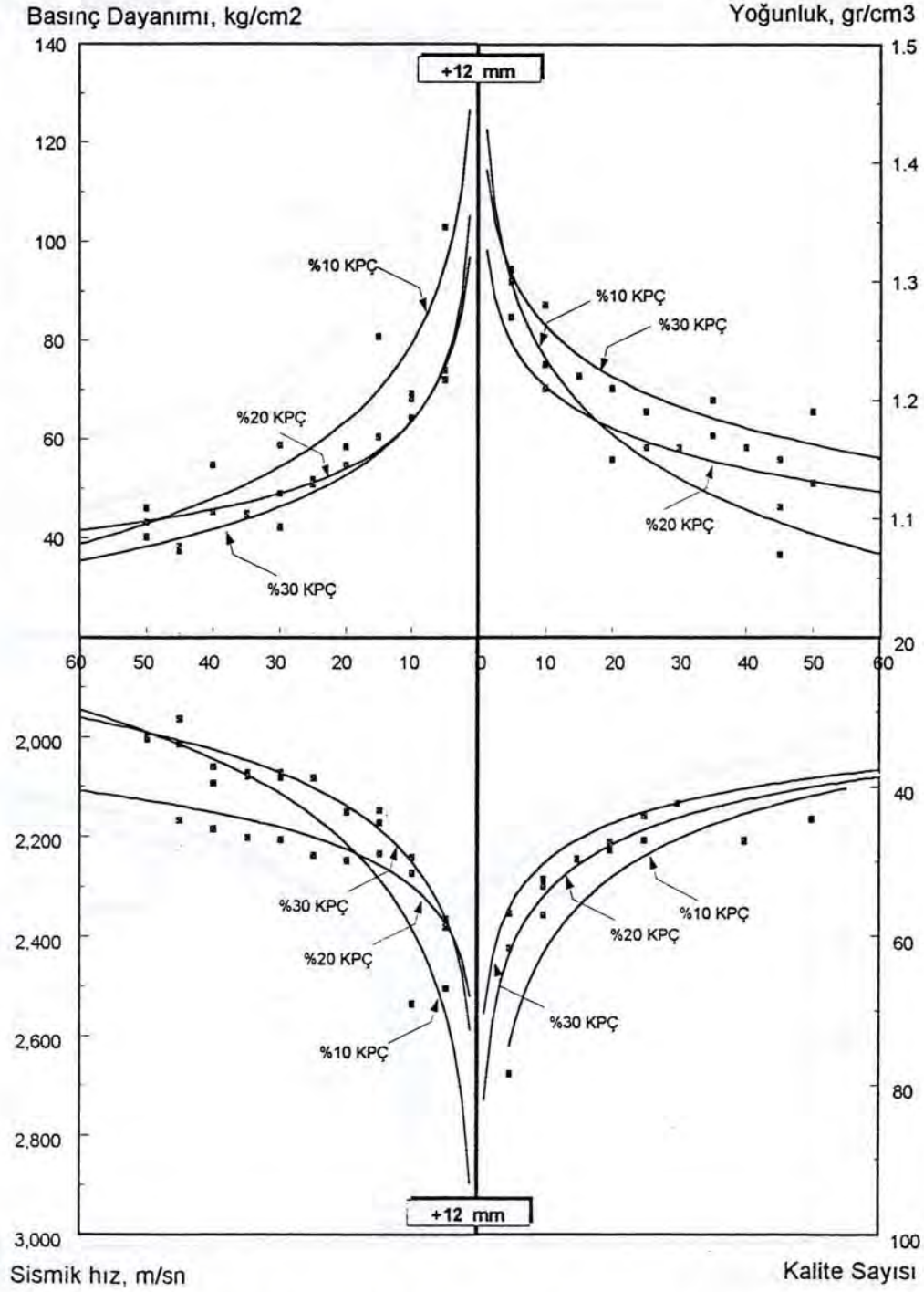
- +12mm
- -12+8mm
- -8+5.2mm
- -5.2+2.5mm
- -2.5+1mm
- -1mm

Farklı boyut fraksiyonlarında hazırlanan pomzalı alçıpan karışımlarının, değişik pomza oranlarındaki basınç dayanım ve ultrases hız geçirgenlik karakteristikleri, yoğunluk değişimi Şekil 2 - Şekil 7 de verilmiştir. Elde edilen bu kombinasyonel ilişkiler irdelendiğinde, açıkça görüleceği üzere, pomza kullanım oranının artması, alçıpan kompozisyonunun yoğunluğunu önemli ölçüde düşürmektedir. Diğer taraftan, ses akustiği açısından da sesin matriks yapı üzerindeki yayılma hızı değeri baz alındığında, yalıtım özelliği de iyileşmektedir. Ancak, pomza kullanım oranının artması, karışım matriks yapının basınç dayanımının düşmesine neden olmaktadır. Buradaki etkileşim, her bir pomza

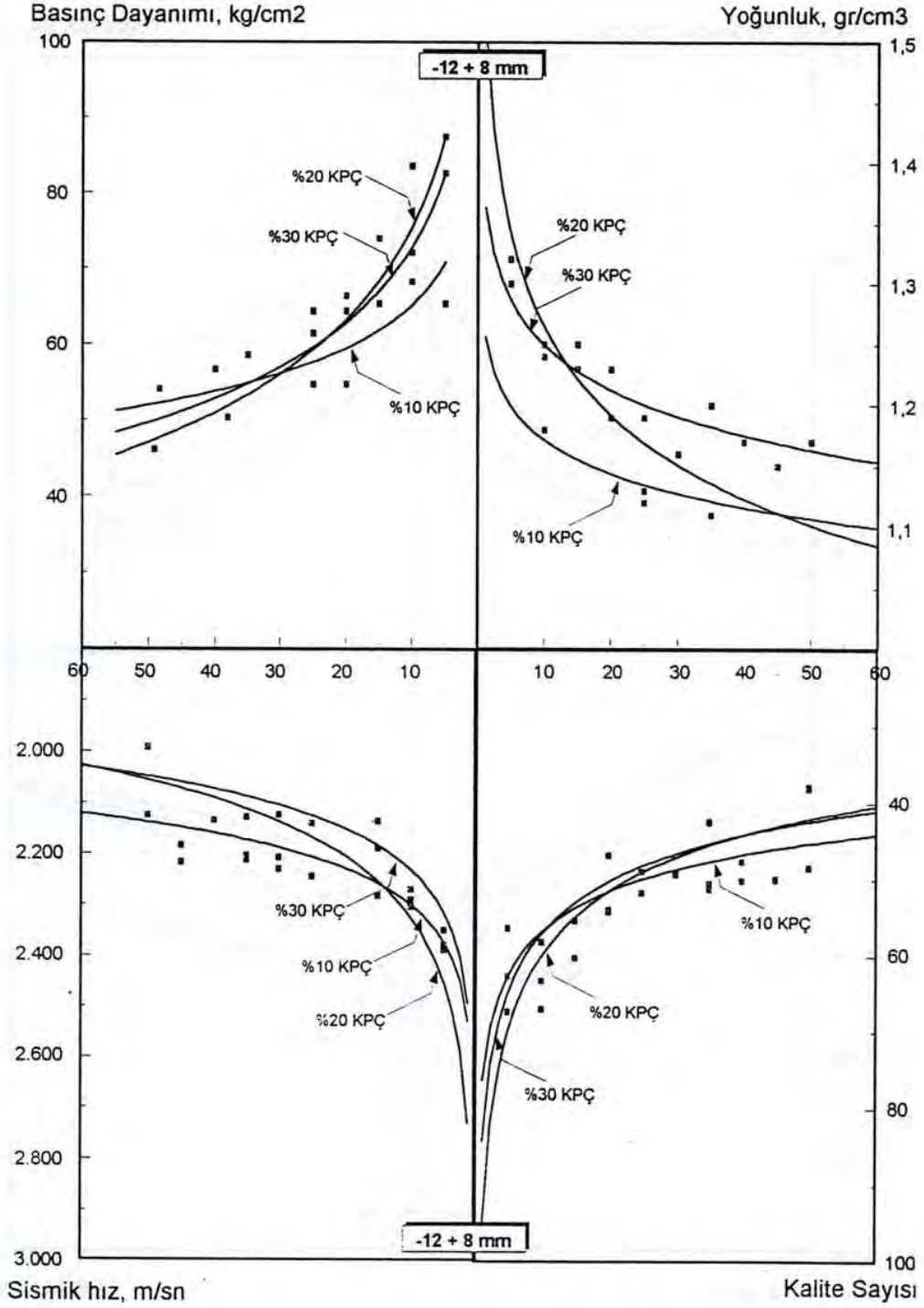
tane boyut dağılımında aynı olmayıp, pomzanın granülometrik değişimine bağımlı olmaktadır. Bu bakımdan, pomza tane boyut dağılımına göre her bir fraksiyonda, karışımın gözeneklilik oran değişiminin, alçıpan kompozisyonunun karakteristiğine etkisini daha iyi incelemek amacıyla bir kalite faktörü belirlenmeye çalışılmıştır. Bu faktör, kuru halde alçıpan basınç dayanımının, yoğunluğuna oranı olarak tanımlanmış olup;

$$\text{Kalite Sayısı} = \text{Basınç dayanımı} / \text{Yoğunluk}$$

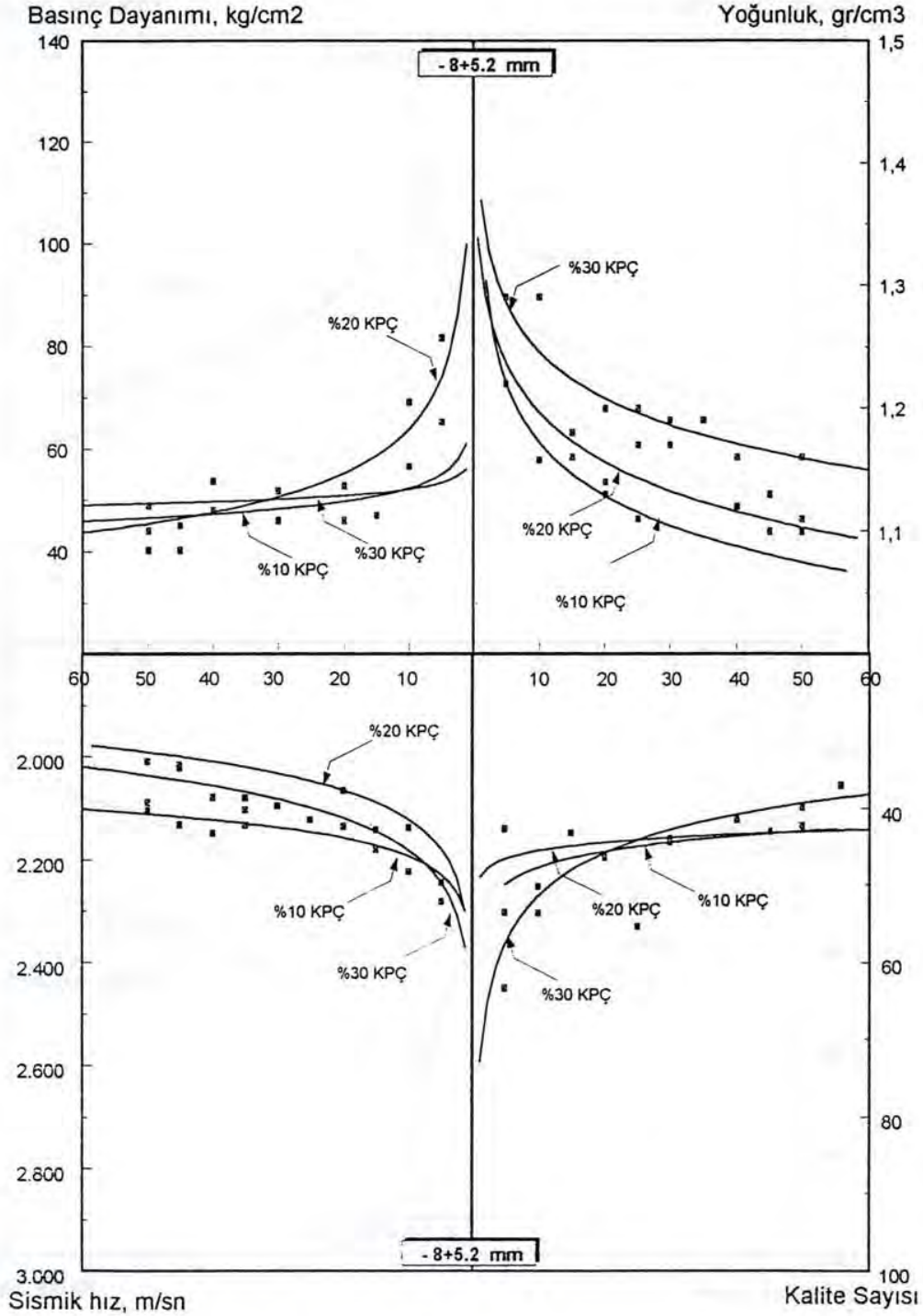
eşitliği ile sembolize edilmiştir. Boyut fraksiyonlarına göre bu değişimler, Şekil 2 - Şekil 7 de görülmektedir. Bu değerlendirmelerde, inşaat işlerinde alçı uygulamalarının minimum basınç dayanımının 70 kg/cm² lik bir değerde olması gerekliliği göz önünde bulundurularak, pomzalı alçıpan uygulamalarının yoğunluk, pomza kullanım oranı, ses yayılma hızı ve kalite sayısı etkileşimi ayrı ayrı her bir boyut dağılımı için analiz edilmiştir.



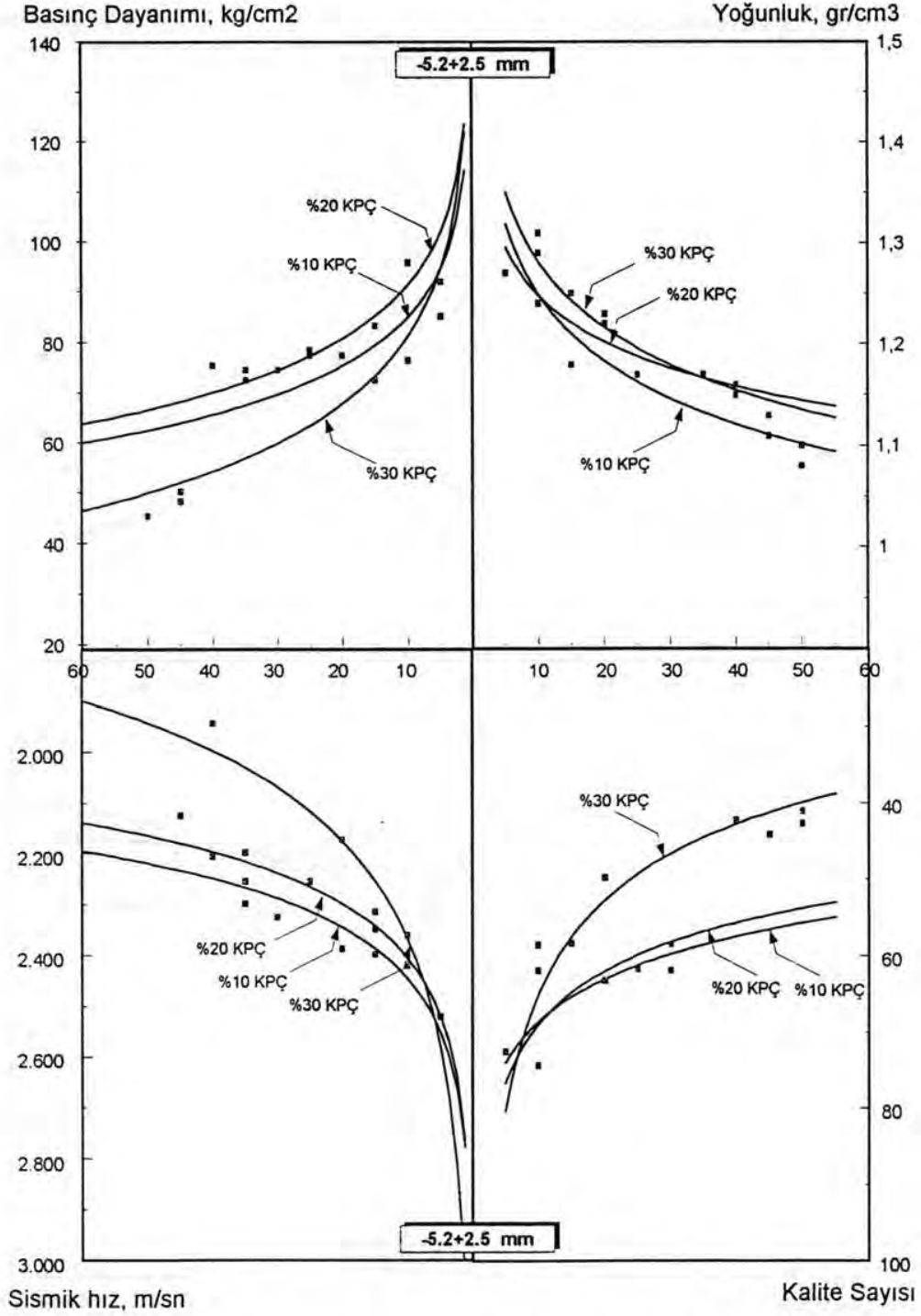
Şekil 2. Pomzalı alçıpan karakteristiği (+12 mm boyut fraksiyonu).



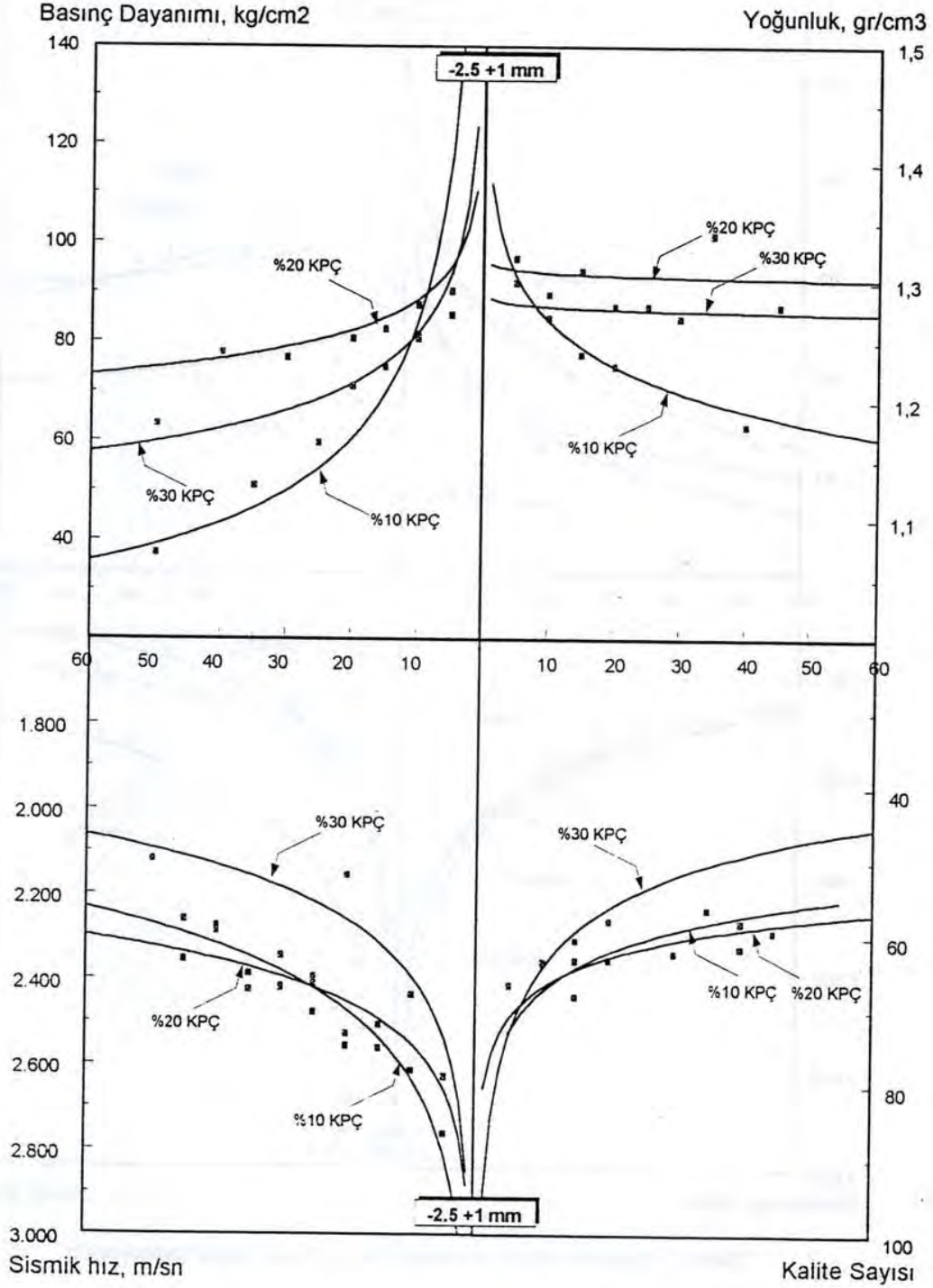
Şekil 3. Pomzalı alçıpan karakteristiği (-12+8 mm boyut fraksiyonu).



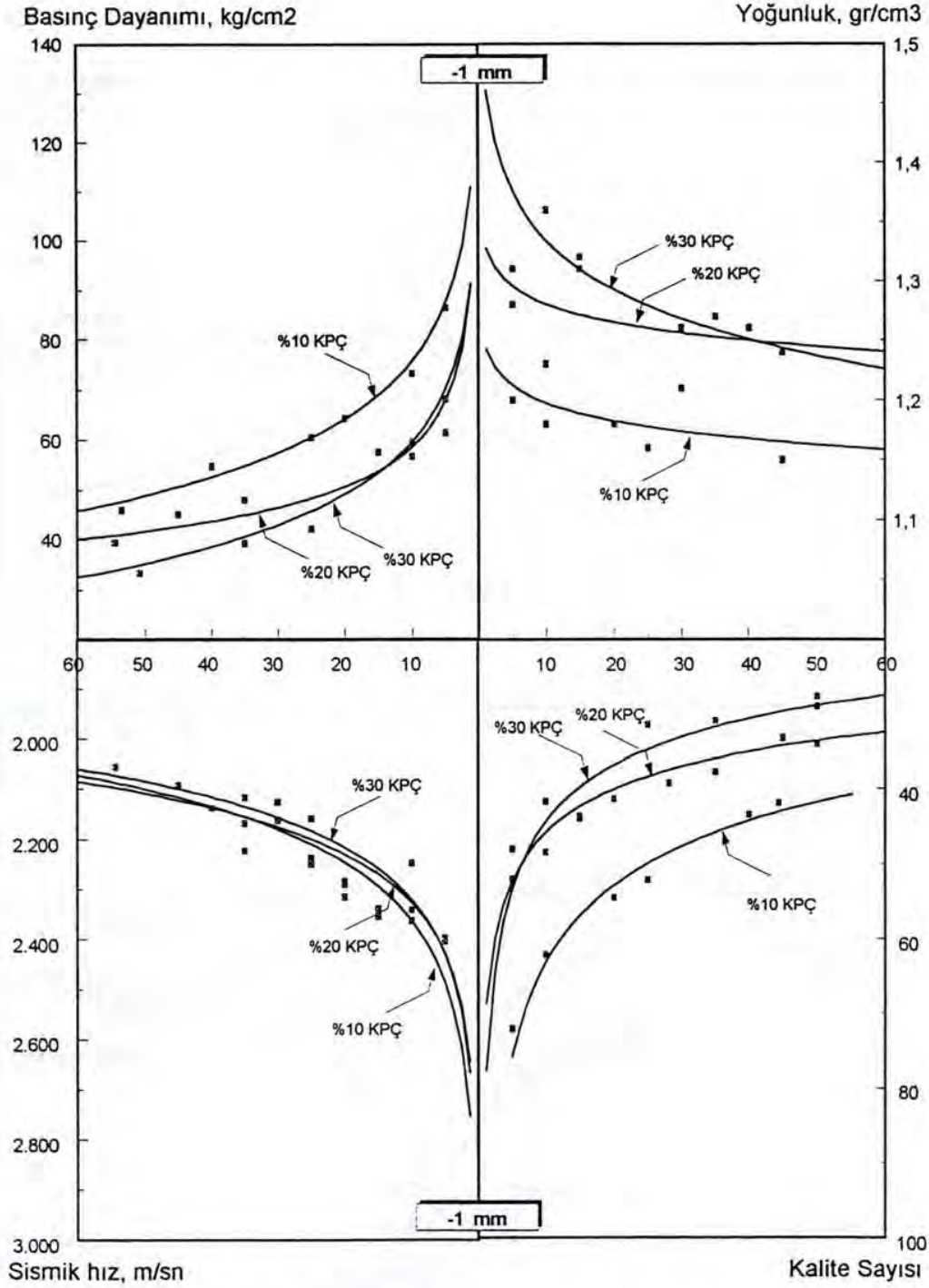
Şekil 4. Pomzalı alçıpan karakteristiği ($-8+5.2 \text{ mm}$ boyut fraksiyonu).



Şekil 5. Pomzalı alçıpan karakteristiği (-5.2+2.5 mm boyut fraksiyonu).



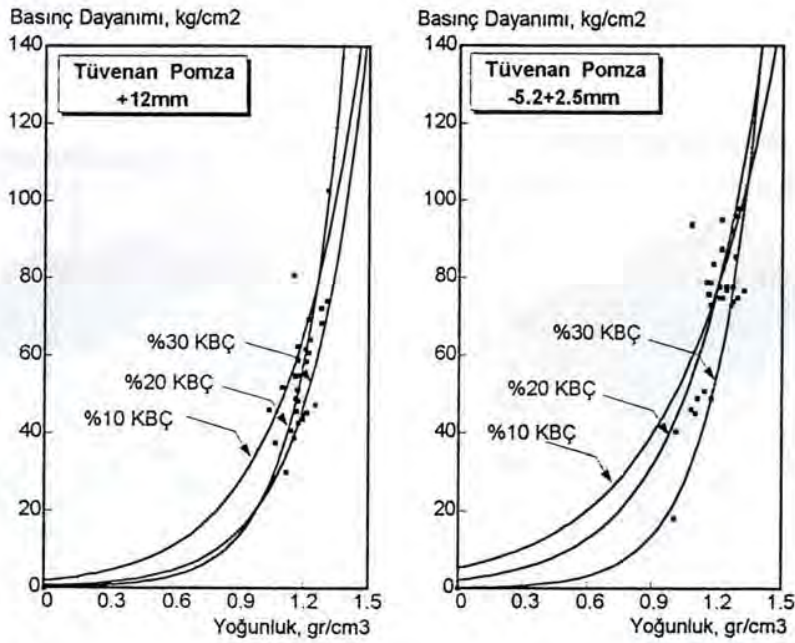
Şekil 6. Pomzalı alçıpan karakteristiği (-2.5+1 mm boyut fraksiyonu).



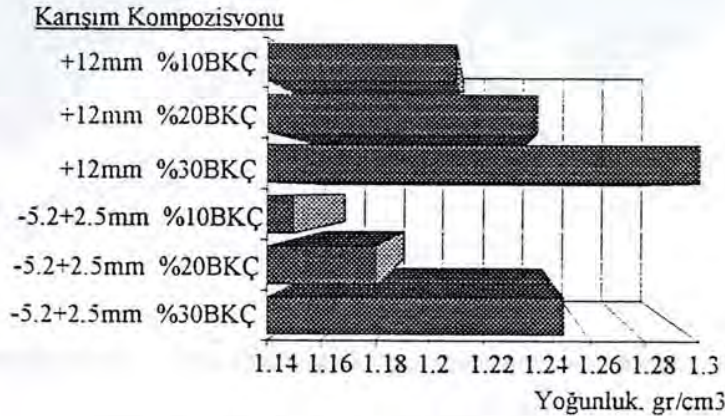
Şekil 7. Pomzalı alçıpan karakteristiği (-1 mm boyut fraksiyonu).

Araştırma bulgularına göre, elde edilen pomzalı alçıpan yoğunluğunun basınç dayanımı üzerindeki etkisinin analizi detaylandırılmış olup, özellikle karışım porozitesinin, malzemenin su ve nem tutma karakteristiğine etkisi değerlendirilmiştir. Ayrıca, bulgular ışığında, karışım kompozisyonunun yoğunluğu düştükçe, bunun paralelinde basınç dayanımında düştüğü gözlenmiştir. Bu incelemelerden, alçıpan kaplamada arzu edilen basınç dayanım değerini sağlayacak en ideal karışım kompozisyonunun ne olabileceği tanımlanabilmektedir. Bu yaklaşıma

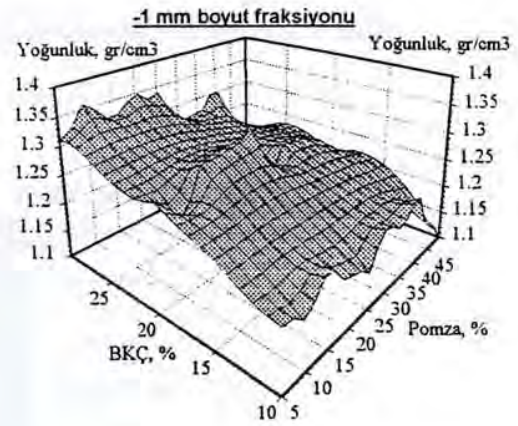
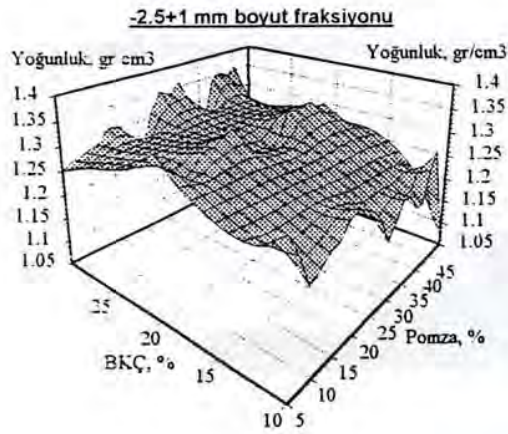
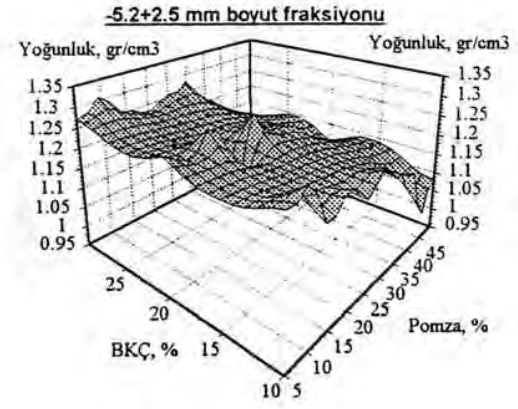
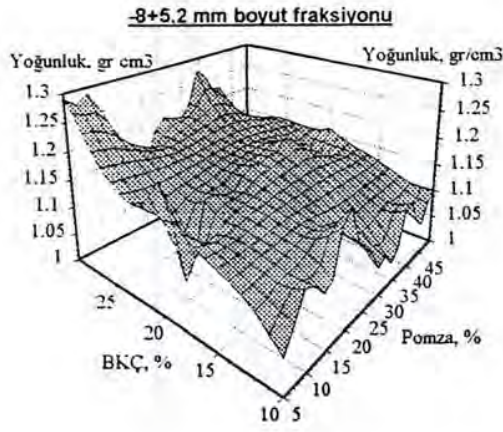
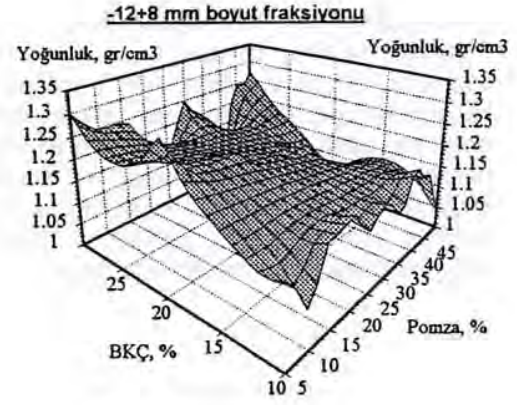
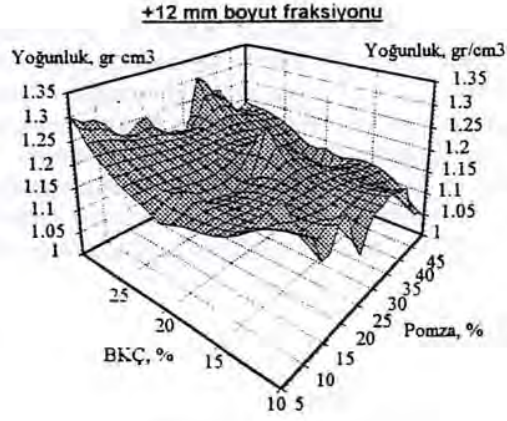
göre, yapılan çalışma bulgularına bir örnek olarak Şekil 8 de sembolize edilen iki farklı boyut fraksiyonuna sahip pomzalı karışım karakteristiği incelendiğinde, 70 kg/cm² lik basınç dayanımını sağlayan karışım yoğunluk değeri, yaklaşık olarak 1.15-1.32 gr/cm³ olarak belirlenmiştir. Ayrıca, karışım kompozisyonunda yer alan çimento kullanım oranında, yoğunluk ve basınç dayanımı üzerinde etkili olduğu açıkça görülmektedir. Çimento oranı arttıkça, basınç dayanımı ve yoğunluğun arttığı gözlenmektedir. Burada, çimento oran değişiminin, alçıpan karakteristiğine etkisi Şekil 9 da sembolize edilmiştir. Alçıpan karışım kombinasyonlarında pomza ve çimento kullanım oranları, değişim değerleri itibariyle incelendiğinde, alçıpan yoğunluğunun karakteristik değişimi Şekil 10 da semboliz edilmiştir.



Şekil 8. Pomzalı alçıpan kompozisyonunda, yoğunluk ve basınç dayanım ilişkisi.



Şekil 9. Çimento kullanımının alçıpan kompozisyonuna etkisi.



Şekil 10. Karışım kombinasyonlarında katkı maddelerinin alçıpan ağırlığına etkisi.

6. SONUÇLAR

Bu araştırma bünyesinde yapılan analiz bulgularından çıkarılabilecek sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

Pomzalı alçıpan matriks yapıların, inşaat sektöründe dekorasyon amaçlı olarak kullanımında, tekno-mekanik analizlerin yapılması ve basınç dayanımı, yoğunluk değişimi, ses geçirme karakteristiği ve kalite faktörü gibi parametrelerin belirlenmesi son derece önem taşımaktadır.

İnşaat sektöründe hafif agrega olarak kullanılan pomza taşının, alçıpan kaplamada gerek ağırlık hafifletici ve gerekse yalıtım özelliklerini iyileştirici nitelikte kullanılabilirliği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

ADAMS, E.C., 1993, Yapı Bilgisi 3, Hutchinson & Co. Ltd. (eviri : Senayi Dönme), YÖK Yayını, Ankara.

ARTEL, T., 1969, Yapı Malzemesi, Osman Yalçın Matbası, İstanbul.

19. YÜZYIL SARAY YAPILARINDA STUCCO'NUN YERİ

ERDAL EREN
İNCİ DURAK

Kültürel açıdan belirli bir düzeye ulaşmış ülkelerde hem tarihi, hem de geleneksel mimarinin büyük ve küçük ölçüdeki örnekleri bugün artık bilinçli saklamanın kanatları altındadır.

Yapılan bu çalışmada 19. yüzyıl saray yapılarında "stucco"nun dekorasyon malzemesi olarak kullanılması ele alınacaktır. Ulusal kültür mirasımızın çarpıcı örneklerinden olan Dolmabahçe Sarayı'nda ve diğer Milli Saraylarda stucco yapı malzemesinin geçmişten günümüze değin yapılan korumalar irdelenmeye çalışılacaktır.

ERDAL EREN, Y. Mimar (İTÜ 1976)
Milli Saraylar Daire Başkanlığı

İNCİ DURAK, Y. Heykeltıraş (MSU 1977),
Milli Saraylar Daire Başkanlığı

19. YÜZYIL SARAY YAPILARINDA STUCCO'NUN YERİ

GİRİŞ

BÖLÜM I: TARİHİ YAPILARDA ESKİME VE SÜRECİ

BÖLÜM II: TARİHSEL SÜREÇ İÇİNDE DOLMABAHÇE SARAYI'NIN TASARIMI

2.1. DOLMABAHÇE TARİHİ

2.2. SARAYIN MİMARİSİ

2.3. BİNA YAPISI

BÖLÜM III: STUCCO'NUN MİLLİ SARAYLARDAKİ YERİ

3.1. STUCCO'NUN TARİHÇESİ VE TARİFİ

3.2. Venedik Stucco'su

3.3. Avusturya Stucco'su

3.4. Stucco'nun Millî Saraylarda Kullanıldığı Mekanlar

BÖLÜM IV: STUCCO'NUN KORUMA YÖNTEMLERİ

SONUÇ

KAYNAKÇA

ÇİZİMLER

FOTOGRAFLAR

19. YÜZYIL SARAY YAPILARINDA STUCCO'NUN YERİ

GİRİŞ

Kültürel açıdan belirli bir düzeye ulaşmış ülkelerde hem tarihi, hem de geleneksel mimarinin büyük ve küçük ölçüdeki örnekleri bugün artık bilinçli saklamanın kanatları altındadır. Her biri yapıldığı dönemin tarihi, kültürel ve mimari değerlerini yansıtır. Bu nedenle gelecek kuşaklara özelliklerini, özgünlüklerini yitirmeden ulaştırılmalıdır. Yapılan bu çalışmada, 19. Yüzyıl saray yapılarında "stucco" nun dekorasyon malzemesi olarak kullanılması ele alınacaktır. Ulusal kültür mirasımızın çarpıcı örneklerinden olan Dolmabahçe Sarayında ve diğer milli saraylarda stucco yapı malzemesinin geçmişten günümüze değin yapılan korumalar irdelenmeye çalışılacaktır.

BÖLÜM I. TARİHİ YAPILARDA ESKİME VE SÜRECİ

Uzak ve yakın geçmiş dönemleri yansıtan, tarihi belge, zaman kritere ve estetik değer taşıyan tarihi yapılar geçmişe açılan bir penceredir. Tek yapı veya sit ölçeklerinde korumanın gayesi, insanın kültürel geçmişinin belgeleri niteliğinde olan eserlerin mümkün olduğunca bozulma ve değişimlerini önlemektir.

Restorasyon geçmişin yaşantısını bir belge niteliğinde yaratmış insanoğlunun eserlerini korumak için yaptığımız müdahaledir. Tarihi yapıların estetik ve tarihi değerlerinin yanında, özgün yapı malzemeleri strüktürlerinin korunması da önemlidir. Mevcutları sağlamlaştırmak gerekiyorsa yok olan kısımlarını değiştirme yöntemlerini çok iyi araştırmamız gerekir. Özgün malzeme sisteminde fiziksel ve kimyasal uyum sağlamanın yanında biçimde, renk ve tekstürde değişiklik olmamalıdır.

BÖLÜM II. TARİHSEL SÜREÇ İÇİNDE DOLMABAĞÇE SARAYININ TASARIMI

2.1. DOLMABAĞÇE TARİHİ

Dolmabahçe Sarayı'nın bulunduğu alan dört yüzyıl öncesine kadar Boğaziçi'nin büyük bir koyu idi. Giderek bataklık dönüşen bu koy 17. yüzyıldan başlayarak doldurulmaya başlanmış ve Osmanlı Sultanlarının "has bahçe" lerinden biri olmuştur. Bu bahçede çeşitli dönemlerde yapılan köşkler ve kasırlar topluluğu uzun süre Beşiktaş Sahil Sarayı olarak anıldı. 18. yüzyıldaki kısa yaşantısını günümüzde Dolmabahçe Sarayı'na bırakmıştır.

2.2. SARAYIN MİMARİSİ

Sultan Abdülmecid (1839-1861) hem batılılaşma girişimini simgeleyecek, hem de imparatorluğun görkemini gözler önüne serecek bir saray yaptırmak için mimar Garabet Amira Balyan ile oğlu Nikogos Balyan'a ahşaptan yapılmış olan Beşiktaş Sahil Sarayı'nın yerine taş ve mermer yapı malzemesinden oluşan yeni bir saray yapmasını duyurdu. 1843-1856 yılları arasında tamamlanan sarayın mimarisinde Barok, Rokoko ve Ampir mimarilerinin geleneksel Osmanlı Mimarisine uygulanan şekliyle kullanıma geçmiştir.

2.3. BİNA YAPISI

Ana yapıda, yeni bir anlayışla, Mabeyin-i Hümayun ile Harem-i Hümayun bağlantılı tek çatı altında birleştirilmiş ve bu mekanlar gurubunu ortada Muayede Salonu birbirine bağlamıştır. Türk evi plan özelliklerinin batılı bir anlayışla birleştirilerek uygulanması bu yapıyı meydana getirmiştir. 14.595 metrekarelik izdüşüm alanına sahip yapı bir bodrum ve iki normal kattan oluşmuş olup 285 oda, 43 salon, 6 balkon ve 6 hamamdan oluşmaktadır. Cephelerde yer alan düz ve motifli taş ve mermer kaplamalar, iç mekanlarda ise dekoratif yapı malzemesi olarak duvarlarda ve tavanlarda

kalemişi, ahşap kaplama ve stucco kullanılmıştır. Stucco, sütunlarda da zenginliği artırıcı olarak değerlendirilmiştir.

Bölüm III. STUCCO'NUN MİLLİ SARAYLARDAKİ YERİ

3.1. STUCCO'NUN TARİHÇESİ VE TARİFİ

Avusturya stuccosunun adı bilinen en eski ustası Güney Almanya Bölgesinden Basius Pfeiffer'dir. Bu şahıs V. Wilhelm Döneminde sarayda stucco sanatçısı olarak görev yapan bir memurdu.

Stucco Barok Devrinin karakteristik bir malzemesidir. Bunu izleyen devirlerde stucco kullanımı azalmıştır.

Stucco en eski devirlerde renksiz olarak, yani düz beyaz kullanılıyordu. Mermer yerine tercih edilmesinin nedeni ise hafif bir malzeme oluşuydu. Daha sonra Barok Devrinde ise gösterişli olması önemliydi ve böylece renkli olarak yapılmaya devam edildi. Stucco antik çağdan itibaren kullanılmıştır. Stucco'yu üç bölümde inceleyebiliriz. Birincisinde malzeme hazırlandıktan sonra güller, çeşitli motifler, melekler vs. elle şekillendirilirdi. Bu şekilde çalışmak için Klasik Devride mermer tozu ve kireç karıştırılırdı. Daha sonraları ise Venedik Stuccosu yapıldı. Alt yapısı öncekinden daha farklıydı. Bu karışımın içinde ise, kireç, kiremit tozu, dere kumu, mermer tozu, doğal boyalar ve su bulunur. Bu malzemelerin oranları daha sonra Venedik Stuccosu bölümünde verilecektir. Barok Devrinde ise revaçta olan Avusturya Stuccosu diğerlerinden daha farklıydı. Tavşan tutkalı, alabaster alçısı, kireç, doğal boyalar ve su karışımından meydana gelmekteydi.

Stucco yukarıda da bahsettiğimiz gibi Roma'lılar zamanından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Antik çağın değerli mimarı Vitruvius'un reçetelerinden de bu karışımı bilmekteyiz. İtalya'da bulunan en eski stucco örnekleri Etrüskler'den kalma stucco ile dekore edilmiş mezarlardır. Stucco genellikle dekorasyon için kullanılmıştır. Ayrıca Roma ve Roma'ya yakın Ostia, Pompei gibi şehirlerde çok yaygın bir stucco kullanımı vardır. Roma'lılar stucco ile evlerinin tavan ve duvarlarını dekore ederlerdi. Fakat stucco dekorasyon örnekleri daha ziyade Roma'lılardan kalma tufa taşı içine kazılmış mezarlarda bulunmuştur. Binalarda kullanılan stucco ise kolay bozulabildiği için kaybolmuştur. Stucco ayrıca fresk ile birleştirilerek de kullanılmıştır. Çoğu kez de boyalar ve altın ile birlikte kompoze edilmiştir. En eski stucco örnekleri Roma'lılar Devrinde Pompei'de Kriptoportiko Evi'nde görülmektedir (M.Ö. 1. Yüzyıl). Vitruvius ve Plinius gibi yazarlardan öğrenilmiştir ki, Roma'lılar stucco'yu nemli işlerlerdi ve duvar yüzeylerine spatulalarla ve ellerle uygulamışlardır. Birden fazla kullanılacak parçalar için ise kalıplar kullanırlardı.

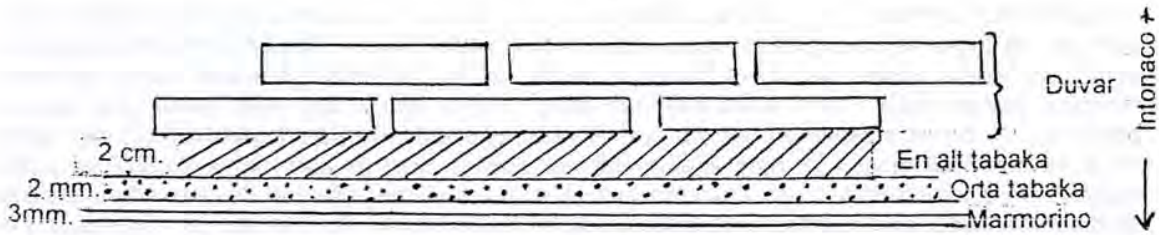
Orta Çağ'da da stucco çok kullanılmıştır. Bu çağdan elimizde pek az örnek kalmıştır. Bu kalan örneklerden en değerlisi 5. yüzyıl başlarından kalma Ravenna'da bulunan Ortadoksların vaftiz yeridir. Buna karşılık doğuda bütün İslam ülkelerinde stucco çok önem kazanmıştır. Doğuda figüratif çalışmalar yoktur, fakat çok ince bir çalışmayla büyük duvarlar dekore etmişlerdir. Kullanılan renkler beyaz, yeşil ve mavidir. Bu örnekler iki veya üç tabaka halinde delikli olarak işlenmiştir ve çok güzel bir nakışı andırırlardı. Arap'ların İspanya ve Sicilya savaşları sırasında bu yörelere de aynı çalışma şekli girmiştir. Daha sonraki devirlerde de stucco süslemede bolca kullanılmıştır.

Avusturya stuccosunda ise yukarıda da bahsettiğimiz gibi alabaster alçısı ana malzemedir. Bağlayıcı olarak da tavşan tutkalı kullanılır. Ayrıca boyalar doğal toz boyalar olmalıdır.

3.2. VENEDİK STUCCO'SU (MARMORİNO)

1. KAT : Önce alt zemin hazırlanır. Bunun için hazırlanan karışım: % 40 ölçü kiremit tozu; %40 ölçü kireç (en az iki yıl dinlenmiş olmalıdır); %20 dere kumu ve sudur (su miktarı havaya ve kapasiteye göre değişir). Tüm malzemeler elenmelidir. Sıva yaklaşık 0.5 cm. kalınlığında yapılmalıdır.
- 2.KAT: %50 dere kumu; % 50 sönmüş kireç ve su. İkinci tabaka 2-5 mm. kalınlığında olmalıdır.
- 3.KAT: %50 mermer tozu; % 50 sönmüş kireç; doğal toz boyalar ve su. Bu tabaka da 2-3 mm. kalınlığında olmalıdır.

Venedik Stuccosu'nun Alt Yapısı:



Marmorino'yu parlatmak için beyaz sabun çelik bir rendeden geçirilerek küçük parçalara ayrılır. Bu parçalar suda eritilir. Bu karışım süt kıvamında olmalıdır. Karışım çorap gibi bir elekten geçirilir. Geniş, yumuşak bir fırça ile marmorino'nun üzerine sürülür. Sonra çelik mala ile parlatılır. Sabun marmorino'yu parlatır, yıkanır hale getirir ve su geçirmezliğini sağlar. Bu zemin üzerine, istenilen renkte pigment sabunlu suya karıştırılır ve fırça ile marmorino üzerine sürülür. Kuruduktan sonra başka bir fırça ile tek yönde ikinci katı sürülür ve çelik mala ile yüzey parlatılır. Diğer bir tarafta sabunlu suya tıtan katılır. Doğal sünger bu karışıma batırılıp marmorino üzerine bastırılıp kaldırılarak tampon yapılır. Çelik mala ile parlatma işi tekrarlanır. Bu arada istenilen renkler hazırlanır. Bir fırça ile mermer deseni marmorino üzerinde verilir. Sonra çizilen yönde marmorino küçük çelik mala ile yeniden parlatılır.

Cila için 1 kg. balmumuna 2 lt. selülozik terebentin konur. Karışım soğuk olarak hazırlanmalıdır. Kuruduktan sonra terebentin uçar, cila üzerinde kalır ve yünlü bir kumaş ile yüzey parlatılır.

3.3. AVUSTURYA STUCCO'SU

Avusturya stucco'su için gerekli olan öncelikle en alt yapıdır, yani stucconun yapılacağı zemindir. Zeminin en azından stucco kadar sert olması gereklidir. Bunun için bir ölçü alçı; bir ölçü keskin, büyük granüllü dere kumu ve bağlayıcı olarak tutkal kullanılır. Bu alçı-kum harcıdır. Bu zemin tuğla veya rabbitz konstrüksiyon olabilir. Bunun üzerine yukarıdaki karışım (harç) konur. Zemin pürüzlü olmalıdır ki stucco tutsun. Tüm yüzeyler iyice kuruduktan sonra stucco yapılır. Günümüzde ise bu alt yapı, 1 ölçü çimento; ½ ölçü kireç (en az bir yıl dinlenmiş olmalı) ve dört ölçü keskin karışık granüllü dere kumu ile yapılan harcın zemine kaplanması ile oluşturulur. Yalnız antik bir alt yapı için mutlaka ilk öneri kullanılmalıdır.

Alt zeminimiz iyice kuruduktan sonra görüntüsü dut kurusuna benzeyen özel tavşan tutkalı (veya renksiz jelatin de olabilir) bir gün önceden suya yatırılır. Oran bir ölçü suya bir ölçü tutkaldır. Boncuklar suyu emip iyice şiştikten sonra benmarin usulü eritilir ve üzerine 1.5 lt. tutkala 12 lt. oranında su ilave edilir. Düz, temiz bir mermer tezgah üzerine alabaster alçısı konur ve ortası açılır. Ortasına erittiğimiz tutkal konularak iyice yoğrulur ve hamur elde edilir (Şekil 1). Hamurun tümü iyice karıştırılarak yoğrulur (Şekil 2). Daha sonra hamur ikiye ayrılır, bir parçasınının 1/10'u alınır, kenara ayrılır (Şekil 3). Büyük parçaya hangi renk mermer taklidi yapmak istiyorsak onun fon rengi katılarak boya yedirilene dek yoğrulur (Şekil 4). Beyaz parçayı dörde böler bir parçasını ayırırız (Şekil 5). Ana tondan bir parça alınır, kenara ayrılır, bu Ton I'dir. Geri kalan çeyrek beyaz diğerine katılır, bu Ton II'dir (Şekil 6). Ton II'den bir çeyrek ayrılır, kenara konur, geri kalan ikinci çeyrek beyaz kitleye katılır, bu Ton III'tür (Şekil 7). Ton III'ten bir çeyrek parça kenara ayrılır, beyazın geri kalan son çeyreği diğer kitleye katılır, bu Ton IV olur (Şekil 8). Ton IV'ten bir parça alınıp kenara ayrılır, geri kalan son çeyrek beyaza katılır ve bu Ton V olur (Şekil 9). Uyumlu beş renk tonu elde edilir (Şekil 10). Her ton üst üste konur, üst üste konurken en koyudan en açığa doğru bir yol izlenir (Şekil 11). Ton V üstte, Ton I en altta, işaretli yerden 5 cm. kalınlıkta bir dilim kesilir (Şekil 12). Bu dilim tezgahın üzerinde 1 cm. genişlikte kesilip, küçük küpler yapılır (Şekil 13). Küpler karıştırılarak kütle haline getirilir 1-1.5 cm. kalınlığında dilimlere ayrılır (Şekil 14). Bu dilimler mermer tezgahımızın üzerine yan yana yerleştirilir. Aralarına mermer görünümü vermek için önceden sıvı halinde hazırlanan renkler sıvanır.

Tezgahımızın üzerindeki bu en fazla 2 cm. kalınlığında serilen hamurumuz iyice kuruduktan sonra çelik taraklı bıçak ile üzeri hafifçe kazınarak düzeltme işlemi yapılır. Stucco üzerindeki fazlalıklar alınır. Bu arada desen de ortaya çıkmaya başlar. Yüzey teraziye gelinceye kadar düzeltme işlemine devam edilir. Daha sonra kalından inceye doğru ponza taşı veya yoksa çok ince su zımparası ile zımpara yapılır. Ancak yüzey delikli kalmış olabilir. Delikleri kapatmak için alçı, doğal boya ve tutkaldan oluşan bir harç yapılır. Bu harç yüzeye fırça ile bastırılarak sürülür ve yüzey sıvanır. Sıva kuruduktan sonra kalından inceye doğru taşlama işlemine devam edilir. Delikler doldurulana kadar sıva yapılması ve taşlama işlemleri tekrarlanır. Bu işlemler çok önemlidir. Her kat sıva-taşlama işlemi bir gün alır. Tüm delikler doldurulduktan ve taşlama işlemi bittikten sonra yüzey pürüzsüz ve son derece parlak bir hal alacaktır.

Tüm yüzey iyice kuruduktan sonra Carnauba (palmye yaprağının orta damarı) ve terebentin benmarin usulü eritildikten sonra yüzeye sürülür ve kuruduktan sonra yumuşak bir bezle parlatılır.

3.4. STUCCO'NUN MİLLİ SARAYLARDA KULLANILDIĞI MEKANLAR

Dolmabahçe Sarayında ve diğer Milli Saraylardan Aynalıkavak Kasrı, Beylerbeyi Sarayı, İhlamur kasrı ve Yıldız Şale'de Avusturya stuccosu ve Venedik stuccosu dekorasyon malzemesi olarak iç duvarlarda kullanılmıştır. Ulusal kültür mirasımızın çarpıcı örneklerinden olan bu saray, köşk ve kasırların oda ve salonlarında estetik özelliği arttıran bir yapı malzemesi olarak günümüze değin gelmiştir.

BÖLÜM IV: STUCCO'NUN KORUMA YÖNTEMLERİ

Bir dönemin, bir kültürün ve giderek ulusun simgesi haleni gelen bu prestij yapıların korunması ne kadar önemli ise, iç mekanların duvarlarını bezeyen stucco yapı malzemesi de aynı şekilde korunmalıdır. Milli Sarayların yer aldığı ortam fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenler altında olduğundan diğer yapı malzemeleri gibi (taş, metal, ahşap vs.) etkilenmektedir. Dış ortamın ve iç ortamın nem dengesindeki farklılıklar stucconun yapısındaki alçıyı etkiler.

SONUÇ

Dolmabahçe Sarayı ve diğer Milli Saraylarda özellikle bodrum katlarında ve diğer su-nem problemi olan mekanlarda fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulmaları ortadan kaldırarak doğal dengeleri koruyan ortamı sağlamalıyız.

Ulusal kültür mirasımız olan saraylarımızın i mekanların bezeyen estetik yapı malzemelerinden olan stucconun bozulmasına neden olan faktörleri ortadan kaldırmalıyız.

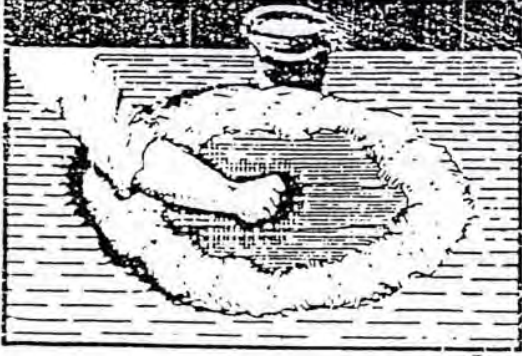
Bir ulusun tarihsel gelişimi, özellikle sanat alanında yarattığı yapıtlara ve el sanatları ürünlerine açık bir Şekilde yansımaktadır.

KAYNAKÇA

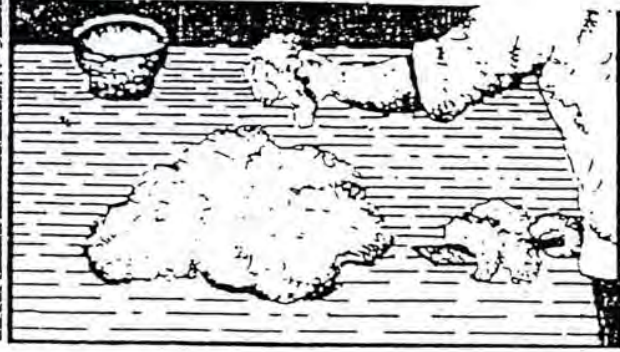
- 1) AHUNBAY, Zeynep, *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*, İstanbul, Yem Yayını, 1996.
- 2) ANON "Rising Damp in Walls", *BRE Digest* 27, 1996.
- 3) CENTRO EUROPEO. *Stucco ders notları* 1985-1986.
- 4) GEZGÖR. Vahide-Feryal İREZ, *Yıldız Sarayı Şale Kasrı Hümayunu*. İstanbul, TBMM Vakfı Yayını, No. 7, 1993.
- 5) GÜLSEN, Hakan, *Beylerbeyi Sarayı*, İstanbul, TBMM Vakfı Yayını, No. 6, 1993.
- 6) SILLER. Manfred. 1985-1986 *Venedik Centro Europeo ders notları*.
- 7) VITRUVIUS, *Mimarlık Üzerine On Kitap*, çev. S. Güven. İstanbul, 1990.
- 8) WEAVER, Martin E., *Conserving Buildings, Guide to Techniques and Materials*, John Wiley and Sons, 1993.
- 9) YÜCEL. İhsan-Sema ÖNER, *Dolmabahçe Sarayı*, Ankara, TBMM Vakfı Yayını, No. 2, 1989.
- 10) YÜCEL. İhsan-Sema ÖNER, *Aynalıkavak Kasrı*, İstanbul, TBMM Vakfı Yayını, No. 8, 1994.

ÇİZİMLER

ÇİZİMLERLE AVUSTURYA STUCCO'SUNUN YAPIMI



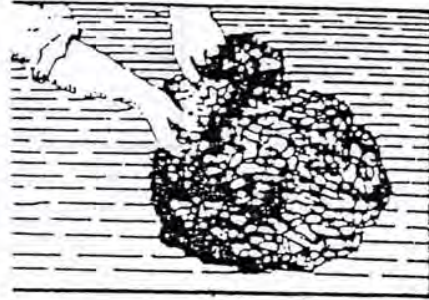
1. Alçı tezgaha dökülür,
ortası açılarak tutkal dökülür.



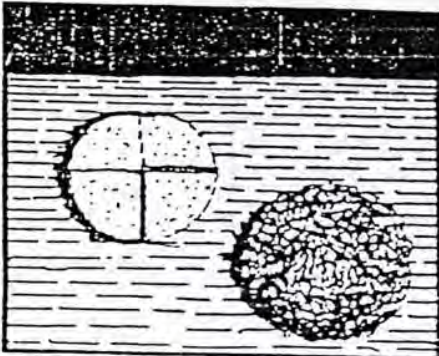
2. Alçı iyice yoğrulur.



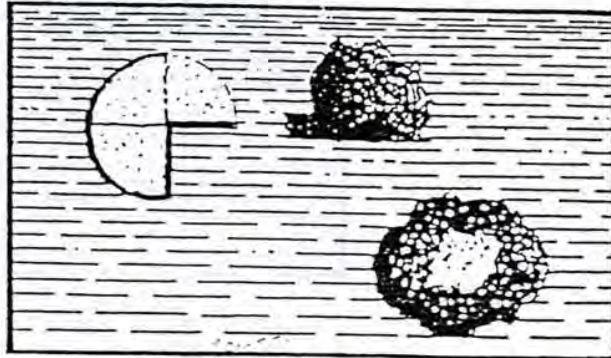
3. Hamur iki parçaya ayrılır,
bir parçasının 1/10'u alınır
kenara ayrılır.



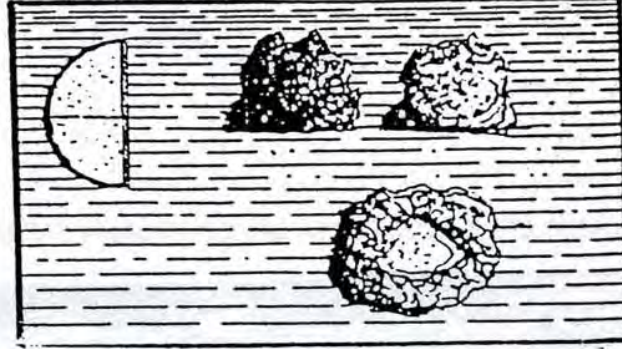
4. Büyük parçaya istenilen renk
katılır, bu temel ton rengini
teşkil eder.



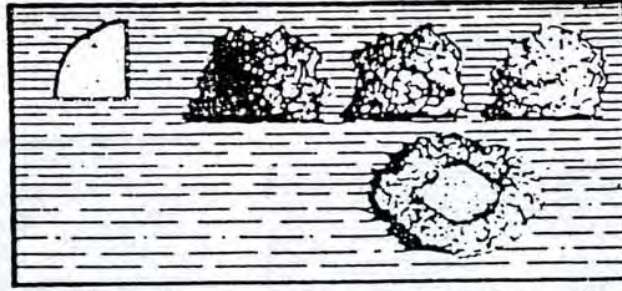
5. Beyaz parça dörde ayrılır
bu çeyrekler sıra ile renkli
kütleye katılır



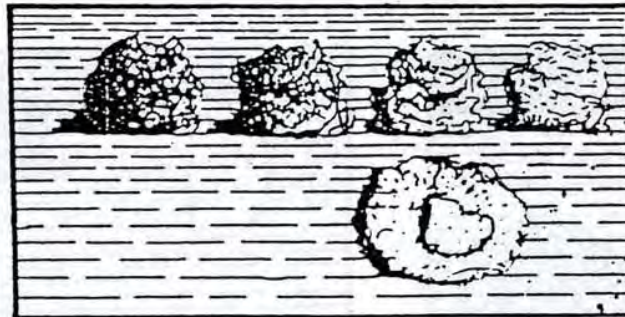
6. Ana tondan bir parça alınır,
kenara ayrılır. Bu Ton I'dir.
Geri kalan çeyrek beyaz
diğerine katılır. Bu Ton II'dir.



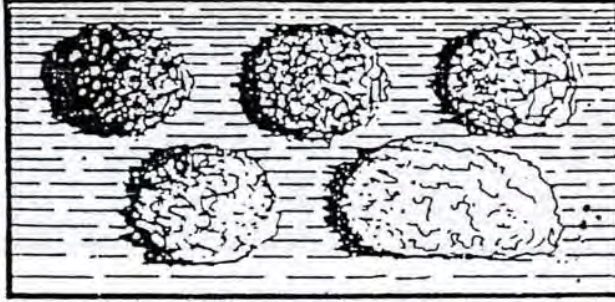
7. Ton II'den bir çeyrek ayrılır, kenara konur, geri kalan ikinci çeyrek diğer kütleyle katılır. Bu Ton III'tür.



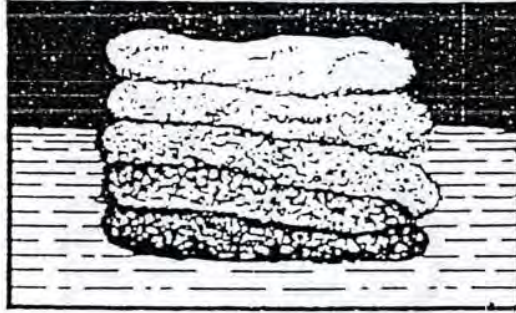
8. Ton II'ten bir çeyrek parça kenara ayrılır, Beyaz kütlelerin geri kalan son çeyreği diğer kütleyle katılır. Bu Ton IV olur.



9. Ton IV'ten bir çeyrek parça alınıp tekrar ayrılır. Geri kalan son çeyrek beyaza katılır. Bu Ton V olur.



10. Uyumlu beş renk tonu elde edilir.



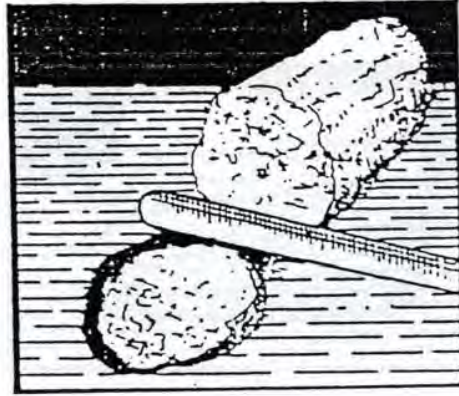
11. Her ton üst üste konur,
renk tonlaması yapılır.



12. Ton V üstte, Ton I altta
işaretili yerden 5 cm. kalınlıkta
bir diim kesilir.



13. Bu dilim tezgahın üzerinde 1cm.
genişlikte kesilip, küçük küpler yapılır.

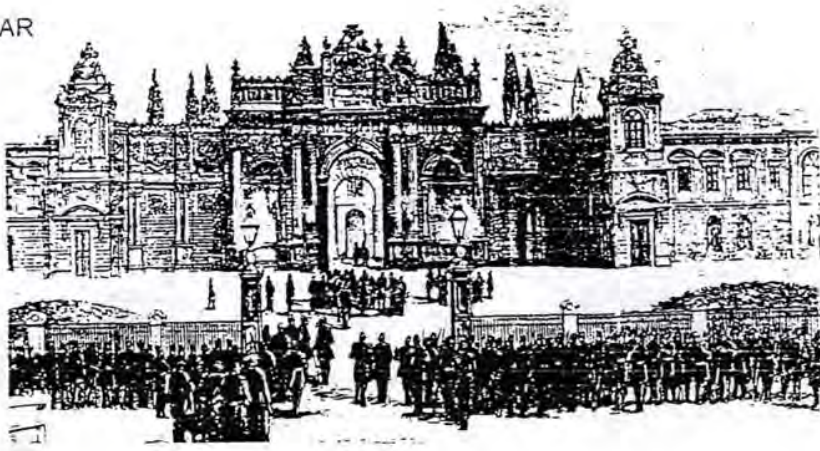


14. Küpler karıştırılıp kütle yapılır
1-1.5 cm. kalınlıkta dilimlere ayrılır.

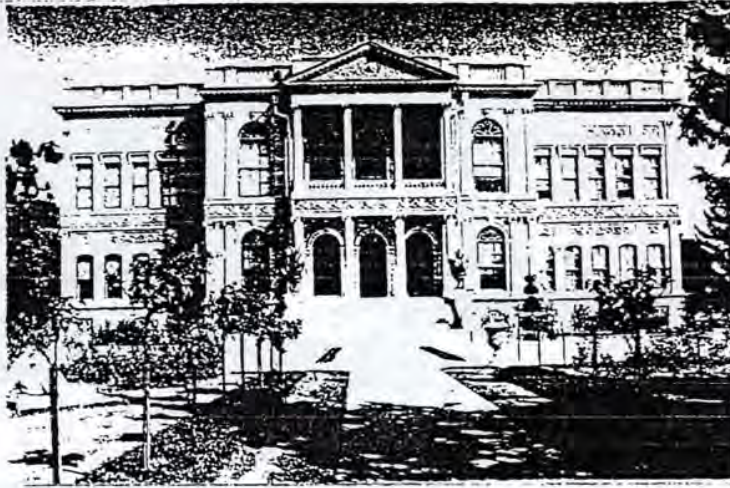


15. Bu dilimler mermer tezgaha
yan yana yerleştirilir.

FOTOGRAFLAR



Dolmabahçe Sarayı Hazine-İ Hassa ve Mefruşat Daireleri ile Hazine Kapı Gravür, *L'illustration Journal Universel*, 10.6.1876, s.373



Dolmabahçe Sarayı Hasbahçe'den Mabeyn-i Hümayun giriş cephesi



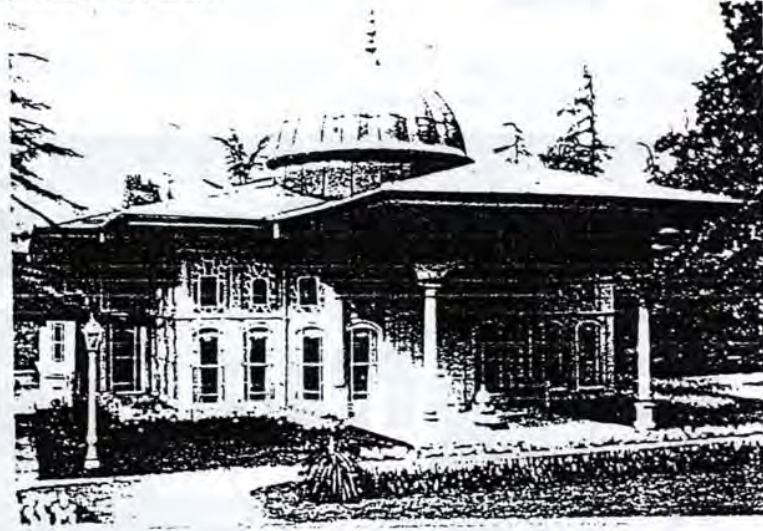
Dolmabahçe Sarayı Kristal Merdivenli Salonun Avusturya Stuccosu ile kaplı sütunları



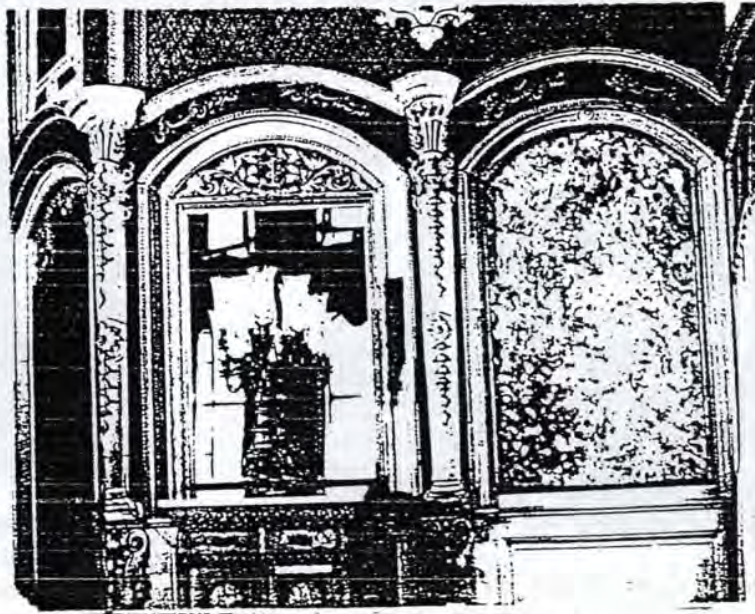
Dolmabahçe Sarayı Yazı Dairesi Kapalı Balkon'un Venedik stuccosu ile kaplı kemerleri



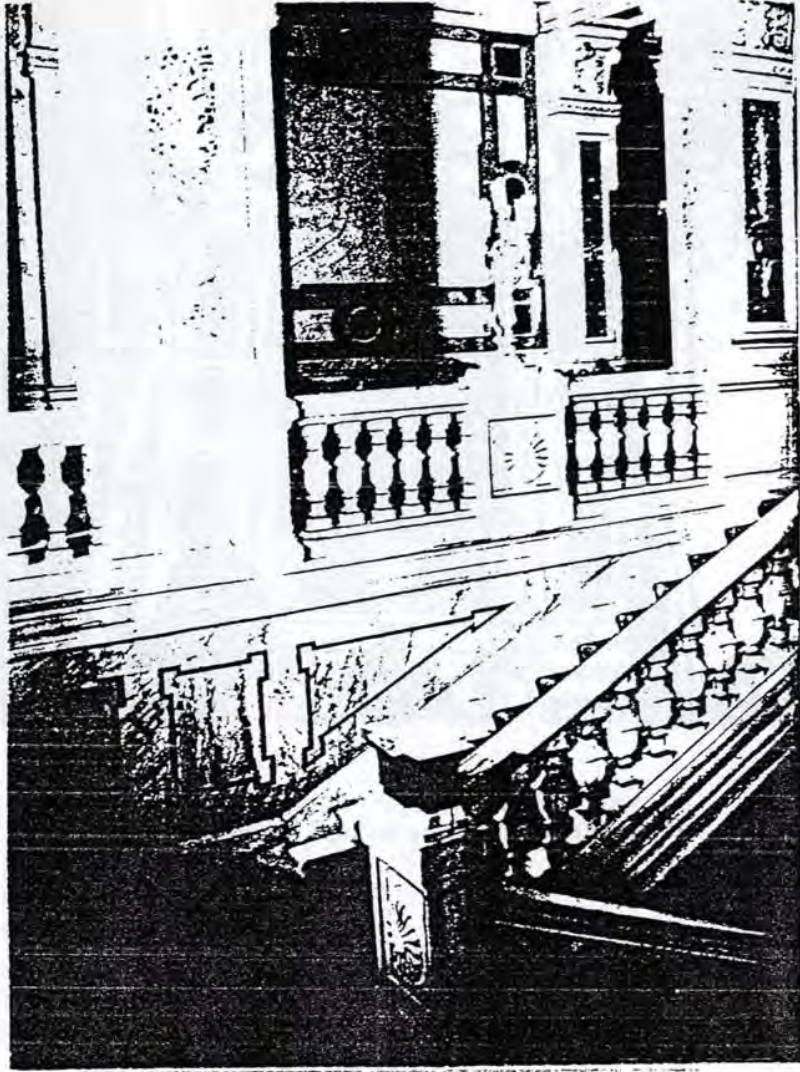
Choiseul Gouffier, *Voyage pittoresque de la Grece* adlı yapıtından
Aynalıkavak Sarayı



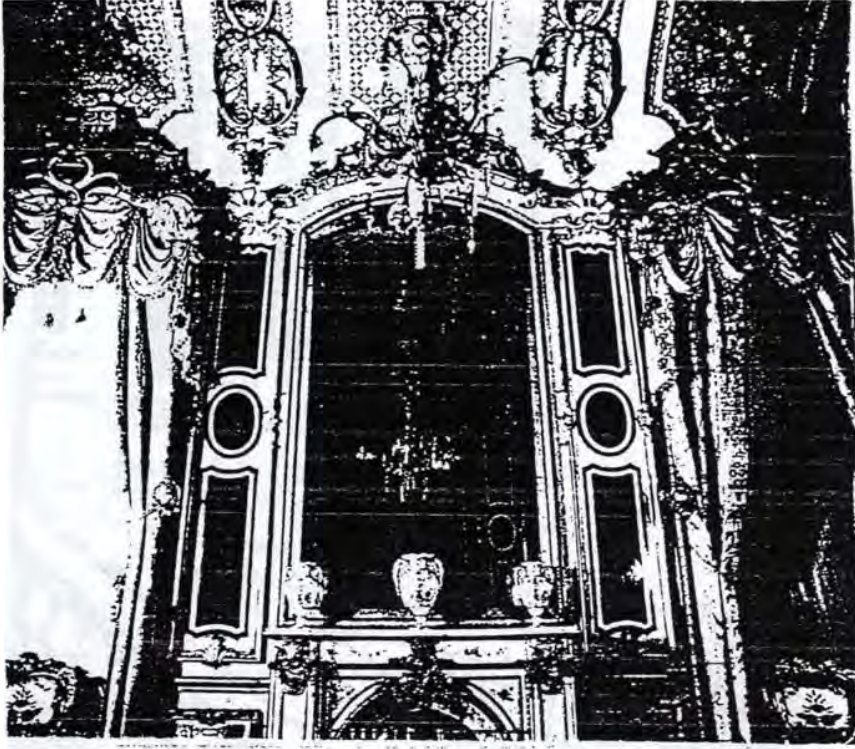
Aynalıkavak Kasrı Divanhane girişi
Sütunlu ve fiskiyele sundurma



Aynalıkavak Kasrı Salonu'ndan,
Avusturya Stuccosu ile Kaplı Duvar Panosu



Yıldız Sarayı Şale Kasrı Hümayun'u
Venedik stuccosu ile kaplı merdiven çıkışı



Ihlamur Kasrı Mabeyin Köşkü
Avusturya stucco'su ile kaplı ayna kenar panosu

ALÇIDAN DUVAR ELEMANLARI ÜRETİMİ VE TEKNOLOJİSİ

MANSUR SÜMER

BİLDİRİ ÖZETİ

Alçı bilindiği gibi alçı taşından elde edilen bir yapı malzemesidir. Ülkemizde çok bol ve iyi kalitede alçı bulunmaktadır. Buna karşın yeterince tanınıp bilinmediğinden çok az kullanılmaktadır. Alçının sahip olduğu bazı nitelikler inşaat sektöründeki sorunların çözümünde yardımcı olmaktadır. Isı ve ses tutucu, nem dengeleyici, yangından koruyucu özelliklerinden dolayı hem yapının bünyesini, hemde yapının kullanım sağlığını korur. Alçının yapıya çeşitli elemanlarla girmesi ile yapının oluşum ve kullanım sürecinde tüketilecek enerjide önemli ölçüde tasarruf sağlanmaktadır.

Alçı, üretim yöntemindeki ayarlamalar ve çeşitli katkı maddeleri ile yapının hemen her yeri için uygun nitelikte üretilebilecek, yapının birçok elemanının oluşturulmasında kolaylıkla ve güvenle kullanılabilir özelliktedir.

Alçının sahip olduğu özelliklerden yararlanılarak, bugün alçıdan çeşitli yapı elemanları üretilmektedir. Alçının sahip olduğu niteliklere bağlı olarak çeşitli alçı sıvaların yapılması, duvar blok elemanları, alçı tavan plakaları, duvar giydirme sistemleri alçı tuğla ve tavan armatürleri üretimi, çimento ile birlikte fayans yapıştırıcısı üretimi, kalıpcılıkta, heykelticilikte çeşitli süsleme ve süs eşyaları üretimi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bilhassa alçıdan üretilen duvar blok elemanları, tavan plakaları ve alçı tuğlalar yapı elemanı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu tür elemanların kullanılması tuğla gibi elemanlara göre çeşitli yönlerden ekonomiklik sağlamaktadır. Alçı elemanlarının hafif olması ile binanın ölü yükünün azalması oldukça önemli olmaktadır. Ülkemizin deprem yönünden aktif olduğu düşünülürse, bu tür hafif yapı elemanlarının kullanılması zemine gelen yükünde azalmasından dolayı oldukça önem kazanmaktadır.

Ayrıca bu tür yapı elemanlarının çabuk yerine konması, sıva için düzgün bir yüzey teşkil etmesi zaman ve işçilik yönünden ekonomik tasarruf sağlanmasına olanak kılmaktadır.

Bu amaçla yurdumuzda 3 milyar ton rezerv olduğu belirtilen alçının inşaat sektöründe çeşitli yapı malzemeleri şeklinde kullanımının yaygınlaştırılması, yapılacak araştırmaların tanıtılması ile sağlanabilecektir. Bu bildiri de alçıdan yapılan duvar elemanlarının özellikleri ve yararları ile tanıtılmaya çalışılacaktır.

YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ

Yazar 1954 yılında Düzce 'de doğdu. İlk ve orta eğitimini Düzce lisesinde tamamladıktan sonra 1977 'de Yıldız Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisinin İnşaat Mühendisliği bölümünü bitirdi. 1982 yılında Sakarya D.M.M. Akademisinde Yüksek Lisans, 1988 yılında İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsünde Doktora eğitimini tamamladı. Halen Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Yapı Malzemesi Ana Bilim Dalında Y. Doç. Dr. olarak öğretim üyeliğini ve Ana bilim dalı başkanlığını sürdürmektedir.

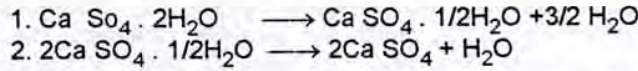
1. GİRİŞ

Yurdumuzda çok bol miktarda bulunan alçının, yapıda kullanılması çeşitli yapı malzemelerinin üretilmesi ile gerçekleşmektedir. Alçının yapıda kullanımının azlığı, bu malzemenin özelliklerinin, üstün niteliklerinin yeterince bilinmemesinden kaynaklanmaktadır. Alçıdan yapılan yapı elemanlarının hafif olması öncelikle yapıya gelen ölü yüklerin azalmasına neden olur ki, buda deprem bölgelerinde bulunan yapılar için önemli faydalar sağlar. Bunun yanında ses, ısı yalıtımı sağlaması, yangına karşı dayanıklı olması ve aküstik özelliğinden dolayı oldukça önemli yararları olmaktadır. Ayrıca yapının oluşum sürecini azaltması işçilikten ve kullanım sürecinde tüketilecek enerjiden tasarruf sağlamaktadır. Bu kadar yararlı nitelikleri olan alçının bilinmesinde yarar vardır.

2. ALÇI

Alçının hammaddesi, doğada alçıtaşı olarak bilinen tek mineralli tortul taş olan jipstir. Alçı taşının kimyasal bileşimi $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dir.

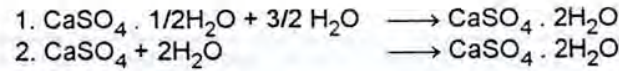
Alçı, alçı taşının yaklaşık yarım molekül kristal suyu kalacak şekilde kızdırılarak suyunun uçurulması ve öğütülmesi ile elde edilen, su ile karıştırıldığı zaman tekrar katılarak bağlayıcılık özelliği kazanan kalsiyum kökenli bir yapı malzemesidir. Alçı taşının kızdırılarak suyunun uçurulması iki safhada gerçekleşir ve bu olaya "Dehidratasyon" denilir.



Birinci aşamada yaklaşık 190 °C 'de pişirilmesi ile kristal suyunun 1,5 molekülünü kaybederek adi alçı elde edilir. Bu alçı su ile karıştırılırsa yukarıdaki reaksiyon geri döner ve iğnecikler şeklinde alçı taşı kristalleşir ve 10 ~ 15 dakika içerisinde sertleşerek bir bağlayıcılık kazanır. Bu alçı sıva işlerinde, kumlu alçı sıvası, alçı - kireç sıvası, kalıpcılıkta, kartonpiyer ve bölme panoları yapımında kullanılır.

Alçının kireç gibi yapışma ve yapıştırma özelliği vardır. Alçının rengi beyazdır. Jips 'in doğada bulunması, saf kalsiyum karbonat şeklinde olabildiği gibi, içersinde yabancı maddelerde bulunabilir. Doğal alçı taşı, bileşiminde % 70 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ bulunan doğal kristalize taşlardır. Doğada bulunan alçı taşı silika, Aliminyum demir oksit ve diğer safsızlıkları ihtiva edebilir. Bundan dolayı her alçı taşı aynı miktarda ve kalitede alçı vermez. Alçı iyi pişirilmezse içinde bir miktar alçıtaşı kalacağından çabuk donmasına neden olur.

Alçı taşını 190 °C 'nin üstünde pişirilmesi ile 2. safhada belirtilen alçı elde edilir. Bu alçı tamamen suyunu (600 °C) kaybetmiştir. Bu nedenle anhidrit (susuz) alçı denir. Su ile karıştırılacak olursa yukarıdaki reaksiyon adi alçıya göre çok yavaş geri döner. Daha mukavemetli ve dayanıklı bir bağlayıcıdır. Alçının katılması bir hidratasyon olayı sonucu oluşur.



Alçı 1100°C-1200°C arasında ısıtılırsa sülfat kısmen parçalanarak $\text{CaSO}_4 \xrightarrow{\text{ISI}} \text{CaO} + \text{SO}_3$ oluşur ve kütlein içinde bir miktar sönmüş kireç dağılır. Tam manasıyla alçı olmayan ve geç donan fakat donduktan sonra alçıdan daha sert ve mukavemetli bir kütle oluşturan bu malzemeye "zemin, döşeme alçısı" denir.

Alçıya katılacak fazla su donmasını geçiktirir. Bu nedenle alçı işlerinde gereğinden fazla su kullanmamalıdır. Hidratasyondan sonra suyun fazlası buharlaşarak yerini boşluğa terk eder, bu da mukavemetin azalmasına neden olur.

Alçı ağırlığının % 60 ~ 70 'i kadar su katılarak yoğrulur. İyi kalitede bir alçı su ile yoğurulduktan sonra ele yağlılık ve yumuşaklık hissi vermelidir.

Alçının donmasını hızlandırmak ve geçiktirmek için çeşitli kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Donmayı hızlandırmak için Alkali metallerin klorürleri (NaCl, KCl) ve sülfatları (Ca SO₄, KSO₄, Al₂(SO₄)₃) ve şap gibi maddeler kullanılır. Donmayı geçiktirmek için Boraks, sodyum fosfat, şeker, tutkal, jelatin, gliserin gibi koloidal ve vizkoziteye haiz olan maddeler kullanılır. Ayrıca 60 °C'nin üzerindeki sıcaklıkta yoğrulan alçı uzun müddet yumuşaklığını muafaza eder. Sıcaklık donmayı geçiktirmektedir.

Alçı asidik bir madde olduğundan demire karşı korozif tesir gösterir. Bu nedenle alçı, beton gibi demirle takviye edilemez. Demiri paslandırır. Ancak galvanize edilmiş demir techizat olarak kullanılabilir.

Alçının su ile ilgisinden dolayı saklanması zordur. Rutubetli hava ile kısmen bozulur. Sertleştikten sonrada su ile çözülmesi söz konusudur. bu nedenle binaların dış çepesinde, su ile teması gereken yapı elemanlarında kullanılmamalıdır. Alçının taş ve tuğla ile yapışması iyi olmasına karşı ahşapla aderansı yoktur. Alçının birim ağırlığı 0.9 ~ 1.1 kg/dm³ arasında olup su ile karıştırıldığında hacmi artar. Bu özelliğinden dolayı ahşap takozların duvara tutturulmasında kullanılır.

Alçıtaşının öğütülüp pişirilmesi ile elde edilen, genellikle yapı elemanı olarak fabrikada üretimi yada yapıda tamirat, sıva ve dekoratif amaçlarla kullanılan, esas olarak CaSO₄ 1/2H₂O veya susuz CaSO₄ tan oluşan, gerektiğinde sertleşme süresini düzenleyici katkıları içeren bağlayıcı malzeme olarak tanımlanan bu yapı alçıları, yapıda çeşitli amaçlarla 6000 yıldan beri kullanıla gelmektedir.

Alçının yapıda kullanılmasında, sağladığı fiziksel yararların önemi vardır.

2.1. ALÇININ FİZİKSEL YARARLARI

2.1.1. Isı Tutuculuk

Alçı, ısı iletmesi bakımından ahşaba yakın bir malzemedir. Boşluklu bir malzeme olması ve boşluklarında hareketsiz hava bulundurması ısı iletiminde, kireç, beton ve harca oranla daha faydalı olmaktadır. Isıyı az iletmede ısı iletkenlik katsayıları (λ, 0,250 ~ 0,080) arasında değişmektedir. Alçıdan üretilecek yapı elemanlarının ısı iletimlerinin uygun olması, çevrelediği mekanda konforun bozulmamasına ve ısıtmada enerji tasarrufuna neden olabilmektedir.

2.1.2. Ateşe Dayanıklılık

Alçı, anorganik bir malzeme olduğu için yanmaz. Bir yangında alevle karşılaşan alçı elemanlarının boşluklarındaki nem, bünyesindeki kristal suyu, ayrılmak için ısı enerjisinin büyük bir bölümünü absorbe eder. Ayrılan ve buharlaşan su, alev ile alçı eleman arasında bir buhar tabakası oluşturur. Suyun buharlaşma süresince alçı elemanın yüzeyindeki sıcaklık 140 °C 'nin üstüne çıkmaz. Yüzeydeki sıcaklığı % 5 ~ 6 oranında iç yüzeye geçirir.

2. 1. 3. Nem Düzenleyici Etkisi

Kapalı bir hacimde bulunan su buharı, hacmi çevreleyen yapı elemanlarının bir çoğunda bozulmalara neden olmaktadır. Alçı, ısı iletkenliğinin düşük olması nedeniyle, yalnız çığlenmeyi geçiktirmekle kalmaz, aynı zamanda boşluklarda önemli oranda ortam nemini ve kondansasyon suyunu absorbe ederek, iç hacimde rölaf rutubetin azalmasını sağlar. Alçı ortamdan aldığı nemi, nem oranı düşünce tekrar geri vererek ortam nemini belirli düzeyde tutar.

2. 1. 4. Ses Düzenleyici Etkisi

Alçı elemanı, çok k c k boşluklar içermesi nedeni ile üzerine gelen ses dalgalarını azaltarak yansıtır. Özellikle akustikliğin önem kazandığı hacimlerde, hacim içinde ses düzeni sağlamakta, hacimler arası sesin geçişini iyi bir şekilde kontrol edebilmektedir.

2. 2. Alçının Kimyasal ve Fiziksel  zellikleri

2. 2. 1. Fiziksel  zellikleri

TS370 şubat/1996 standardına göre normal alçı TS1227 'ye uygun 0.2 mm göz açıklığındaki elekten elendiğinde, elek üstünde kütlece % 35 'den fazla kalıntı bırakmamalıdır. Katkılı normal alçı, susuz alçı, katkılı susuz alçılar ise TS1227 'ye uygun 1,25 mm göz açıklığındaki elek üzerinde kütlece % 1 'den fazla kalıntı, saten alçı ise 0,045 mm göz açıklığındaki elek üzerinde kütlece % 20, 0,16 mm göz açıklıklı elek üzerinde kütlece % 0,5 'den fazla kalıntı bırakmamalıdır.

Priz süreleri normal alçıda 8 dakikadan az olmamalı, katkılı normal alçı, susuz alçı, katkılı susuz alçıda 20 dakikadan, saten alçıda ise 130 dakikadan az olmamalıdır.

Yapı alçılarının basınç mukavemeti en az 7 N/mm², saten alçı için ise en az 2,5 N/mm² olmalıdır. Ayrıca saten alçının su alma miktarı en fazla 2 mm olmalıdır.

2. 2. 2. Kimyasal  zellikleri

Yapı alçılarının kimyasal  zellikleri TS370 'e göre izelge 1 'de verildiği değerlere uygun olmalıdır.

Çizelge 1. Yapı Alılarının Kimyasal  zellikleri

| Kimyasal  zellikler | Normal alçı ve katkılı normal alçı (m/m) | Susuz alçı ve katkılı susuz alçı (m/m) |
|-------------------------------------|--|--|
| Kızdırma kaybı | En ok %9 En az % 4 | En ok % 3 |
| CaO | En az % 24 | En az % 27 |
|  z lebilen mağnezyum tuzları (MgO) | En ok % 0,3 | En ok % 0,3 |
| SO ₃ | En az % 34 | En az % 38 |
| Klorürler (NaCl) | En ok % 0,5 | En ok % 0,5 |

3. 3. Alçıdan  retilen Yapı Malzemeleri

Alçı, çeşitli yapı malzemesi olarak inşaatlarda kullanılmaktadır. Alçıdan üretilen yapı malzemelerini şu şekilde sıralayabiliriz, sıva alçısı, saten perdah alçısı, alçı, duvar blokları, alçı plakları, alker, fayeks, alçı tavan armat rleri, akustik plate, alçı tuğla, prefabrik duvar üretilmekte ve kullanılmaktadır.

3. 3. 1. Alçı Duvar Elemanları

Duvar elemanı olarak alçıdan duvar blokları, duvar plakları, prefabrik duvar elemanları, alçı tuğla çeşitli isimlerle çeşitli firmalarca üretilmektedir. Üretilen elemanlara ait özellikler her üretici tarafından belirtilmektedir. Her biri TS451 ve TS 452 'de anılan boyut t leransları altında üretim yapmaktadırlar. Dolu gövdeli alçı bölme blokları için TS 451 şubat/1985 'de verilen özellikler izelge 2 'de verildiği gibidir.

Çizelge 2. Dolu gövdeli alçı gölme bloklarının kuru birim ağırlıkları ve birim alan ağırlıkları

| Anma Kalınlığı (mm) | Kuru Birim Ağırlığı (kg/m ³) | | |
|---------------------|--|------------|-------------|
| | 600 - 700 | 701 - 900 | 901 - 1200 |
| 80 | 48 - 56 | 56,1 - 72 | 72,1 - 96 |
| 100 | 60 - 70 | 70,1 - 90 | 90,1 - 120 |
| 120 | 72 - 84 | 84,1 - 108 | 180,1 - 144 |

Alçıdan yapılacak duvar elemanları için gerekli standart değerler TS 452 / Nisan 1994 'te verilmektedir.

Alçıdan üretilen duvar elemanlarının kullanılması bir çok avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca duvar elemanının alçıdan üretiminin nedenlerini şöyle sıralayabiliriz.

İnce olduğundan tuğla duvar sistemlerine göre kapı kasasında doğrama tasarrufu sağlar ve boya maliyetini düşürür.

Alçı duvar elemanlarının kalınlığı az olduğundan iç bölme hacimlerinde kullanım alanı kazandırır.

Isıyı geçirmez, 8 cm kalınlığındaki bir alçı duvarın sağladığı ısı yalıtımı 22 cm kalınlığındaki sıvalı delikli tuğla, 28 cm kalınlığında sıvalı dolu tuğla ve 60 cm kalınlığındaki beton duvar sağlayabilir. Bu da dikkate alınması gereken bir durumdur. Sesi diğer duvar elemanlarına göre çok az geçirir. Yangına karşı dayanıklıdır. Eşsiz bir yangın önleyici niteliğine sahiptirler. Betona göre ateşe direnci 5 kat daha fazladır.

4. DEĞERLENDİRME

Görüldüğü gibi alçı çok yönlü bir yapı malzemesi olmaktadır. Kendisinin sahip olduğu yararlı özellikleri, Üretilen yapı elemanlarının özelliklerine olumlu etki yapmaktadır. Alçıdan üretilen yapı elemanlarının hem zamandan, hem işçilik ve yapım maliyetinden sağladığı önemli ölçüdeki tasarrufdan dolayı kullanılması tercih edilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Akman, S., "Yapı Malzemeleri", İ.T.Ü İnşaat Fak. Ders Notları, 1987.
- [2] Cimilli, T., "Yapı Malzemeleri", İ.T.Ü İnşaat Fak. Ders. Notları, 1986.
- [3] TS 452., "Alçı Bölme Blokları - Dolu Gövdeli", Türk Standartları Enstitüsü, Şubat 1985.
- [4] TS 370., "Yapı Alçıları", Türk Standartları Enstitüsü, Şubat 1996.
- [5] TS 452., "Alçı Duvar Levhaları", Türk Standartları Enstitüsü, Nisan 1994.
- [6] 1. Ulusal Alçı Kongresi Tutanağı, Yapı - Endüstri Merkezi, 4-5 Kasım 1991.

GIYDIRME CEPHEDE ALÇI KULLANIMI

YAŞAR SUBAŞI

BİLDİRİ ÖZETİ

Giydirme Cephe; teknolojik ilerlemenin, kültürel ve toplumsal gelişmenin, estetik görüşlerdeki değişimin, strüktür ve malzeme konularındaki ilerlemelerin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Alçı ise, doğada bol miktarda bulunan ve sahip olduğu niteliklerle yapı alanında da kullanılan bir malzemedir. Giydirme cephe, günün farklı malzemelerini, günün teknolojisi ile kullanarak esnek oluşumlara olanak sağladığından, alçı kullanımına da uygun olabilir.

Bu çalışma, yapı malzemesi olarak yapıda çok amaçlı kullanılabilen alçının giydirme cephede kullanımının boyutlarını araştırmayı amaçlamaktadır. Bu nedenle, önce giydirme cephe kavramı incelenmiş, sonra yapı malzemesi olarak alçı ele alınmıştır. Sonuçta, giydirme cephede yapı malzemesi olarak alçı kullanımının boyutları incelenmiş ve böylece, gelecekte giydirme cephe yapımında alçının da önemli bir yerinin olacağı belirtilmeye çalışılmıştır.

YAZARIN ÖZGEÇMİŞİ

Yaşar Subaşı, 1967 yılında Diyarbakır'da doğmuştur. İlk, Orta ve Lise Öğrenimini Diyarbakır'da tamamlamıştır.

Dicle Üniversitesi, Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nden 1988 yılında, Mimar olarak mezun olmuştur. Aynı yıl, D. Ü. Müh-Mim. Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başlamış olup, halen bu görevini sürdürmektedir.

Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Yüksek Lisans Programını 1991 yılında tamamlayıp, Yüksek Mimar ünvanı almıştır.

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Yapı Anabilim Dalında Doktora yapmakta olan yazarın, dördü Uluslararası olmak üzere oniki adet yayınlanmış, makale ve bildirisi mevcuttur.

GİYDİRME CEPHEDE ALÇI KULLANIMI

GİRİŞ

Toplumdaki teknolojik, sosyal, ekonomik, politik, ekolojik gelişmeler, iletişimle her alanda olduğu gibi mimarlık alanında da olmaktadır. Şüphesiz Mimarlığın, artan gelişmelerin değişmelerin, etkileşimin ve giderek bütünleşmenin dışında kalamayacağı açıktır. Çünkü tüm bu değişim ve gelişimler, genel olarak kent, bölge ve hatta ülke ölçeğinde, üçüncü boyutta mimari oluşumlarda yansıma bulmuşlardır. Tarım devrimi ile yerleşik düzene geçildiğinde, oluşturulan yapı, o dönemin tüm oluşumlarını nasıl yansıtıyordu ise, benzer yansımanın, Endüstri devrimi sonrası gelişen tekniğin, makineleşmenin sonucunda, yeni malzemelerle oluşturulan yapılarda da olduğu görülmektedir. Endüstri devrimi denilince akla geliveren fabrikalar, tren istasyonları, daha sonra Kristal Saray gibi yapılar, bu yansımayı net olarak vermekte, hafızalarda, kitleleri ve cepheleriyle yer almaktadırlar.

Giderek yeni malzemelerin yeni teknoloji ile yapılanmaları sonucu, çağdaş mimarinin en iyi kazanımlarından biri sayılan, bazen perde duvar, bazen giydirme yüz diye adlandırılan cepheler, gelişme göstermeye başlamıştır. Bu cepheler, teknolojik ilerleme, kültürel ve toplumsal gelişme, estetik görüşlerdeki değişimin, strüktür ve malzeme konularındaki ilerlemelerin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. İkinci Dünya Savaşı sonunda, önceleri Amerika'da gelişti ve sonra giderek tüm dünyaya yayıldı. Kısa sürede, dünyayı etkileyen bu cepheler, Endüstri devriminin gerçekleşmesi ile özellikle metal alanında gelişmiş durumda bulunan diğer ülkelerin de yapılarının cephelerini sararak, kent dokusuna girmiş oldu..

Bu çalışmanın amacı; günün farklı malzemelerini, günün teknolojisi ile kullanarak esnek oluşumlara olanak sağlayan giydirme cephelerde, günün farklı malzemelerinden olan alçının, kullanılabilirliğini ve uygunluğunu araştırılmaktır. Bu nedenle, önce giydirme cephe üzerinde durulacak, sonra alçı incelenecektir. Daha sonra da, Alçının Giydirme cephe bazında kullanımı araştırılacaktır.

Giydirme Cephenin Gelişimi, Kavramı ve Türleri

Giydirme Cephe; son zamanlarda daha çok adından söz edilmesine rağmen, aslında çok yeni bir cephe türü değildir. Aslında yüzyıllardır, belki adı net olarak konulmadan vardı. Roma ve Grek'lerde ilk olarak kaplama amacı ile farklı malzemeler kullanılarak yapıldığı varsayılmaktadır .

Ortaçağ katedrallerinde, sütunların taşıdığı kemerlerde kullanılan renkli camlar, bir ölçüde giydirme sayılabilmektedir. James Paxton'un Kristal Sarayında ve daha sonra ilk gökdelenlerde

kullanılan iskelet konstrüksiyonlar, metal, kagir veya cam giydirilmiş binalardır. Sadece çelik değil, paslanmaz çeliğinde yapı dışında kullanımına öncülük eden ve 1929'da inşa edilen Chrysler Binası da gelişmemiş Giydirme Cephe olarak kabul edilebilmektedir. (Resim 1).

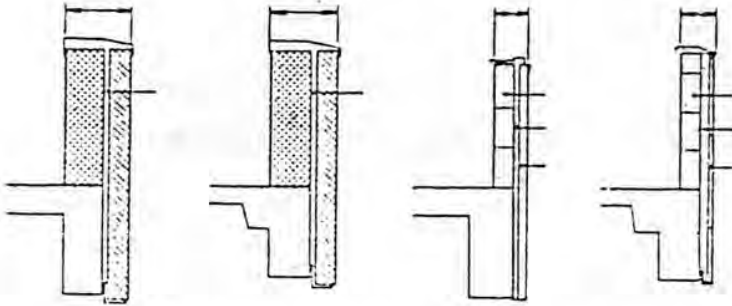


Resim 1: Chrysler Binası, New York, ABD

Yapı ögesi olarak giydirme cephe gelişimi, 19. yy'ın ilk yarısında çeliğin, sonra donatılı betonun iskelet yapılarda taşıyıcı gereç olarak kullanılmasına bağlı olmuştur.

Özellikle ikinci Dünya savaşı sonrası Amerika ve Avrupa'da yaygınlaşan bu cephelerin gelişmesinin artmasında başlıca iki neden;

- I. Bütün yüklerin iskelet tarafından taşındığı binada, duvarın fazla yer kaplamaması (Şekil 1),
- II. Bu yeni duvarlarda, teknolojinin avantajlarının, yeni inşaat malzeme ve metodlarının kullanılabilmesi olarak genellenebilir.



Şekil 1: Sıradan Kagir bir Duvar ile Giydirme Cephenin Kalınlıklarının Kıyaslanması

Bugün , günün tekniği ile çok yüksek binalarda uygulanmış olan giydirme cepheler, giderek kentlerin kimliğini etkiler duruma gelmiştir. Bu durumda, Giydirme cephenin tanımının yapılması yararlı olacaktır.

Giydirme cepheler, sadece kendini taşıyan, yapının esas taşıyıcısı tarafından taşınan, hafif, ince bir kesitte yapı fiziği sorunlarını çözen cephe türleridir. Genellikle üretim yerlerinde yapılan ve sonra yapım yerinde monte edilen hazır öğelerden oluşan bu tür cephelerin işlevi; yapının içi ile dışı arasındaki sınırı oluşturmaktır. Giydirmeler; bina ile doğa arasında iki taraflı çalışan bir filtre gibidir. Bu filtrenin bazı etkenleri geçirmemesi, bazı etkenleri kısmen, bazılarını da tamamen geçirmesi istenir. Giydirmelerin katmanları; dış kaplama, yalıtım katmanı ve iç kaplamadan oluşmaktadır. Bu katmanlar ayrı ayrı olabileceği gibi, sandviç şeklinde de olabilir.

Günümüzde pek çok türde giydirmeler mevcuttur. Bu nedenle sadece tek bir sınıflama yapmak yerine giydirmelerin değişen parametrelerine göre türlerini incelemek daha doğru olacaktır. Örneğin;

*Binanın cephe hareketi açısından bakıldığında; Düz, iki boyutlu ve Üç boyutlu cepheler olmak üzere iki farklı cephe hareketi görülebilmektedir.

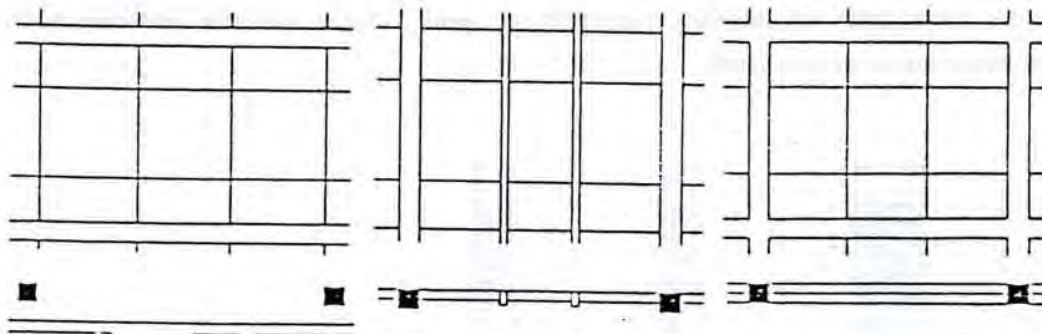
* Taşıyıcıların görünmesi açısından; taşıyıcısı görünenler ve görünmeyenler mevcuttur.

*Taşıyıcının açıkça görülmesinde;

. Yatay taşıyıcıların dominant olarak görüldüğü cepheler,

. Düşey taşıyıcıların dominant olarak görüldüğü cepheler,

. Hem yatay, hem de düşey taşıyıcının aynı önemde alındığı (ızgara) cepheler şeklinde sınıflama yapılabilir (Şekil 2). Bu düşey, yatay ve ızgara şeklindeki sınıflama, sadece taşıyıcı sistem için değil, cephe formu açısından da geçerlidir.



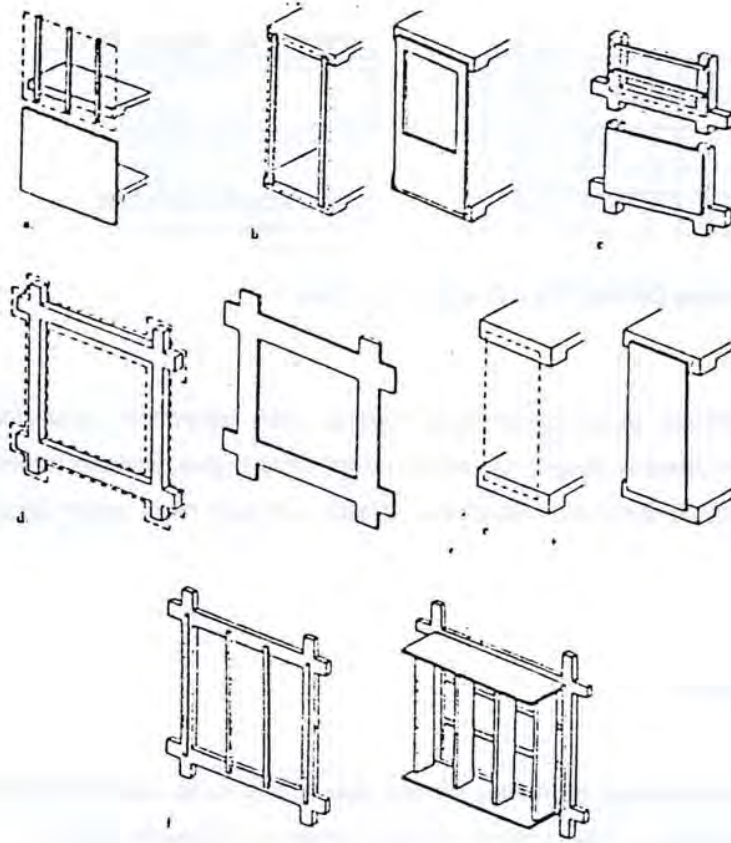
Şekil 2: Taşıyıcının açıkça görüldüğü cephe türleri:

a. Yatay Taşıyıcı b. Düşey Taşıyıcı c. ızgara (yatay ve düşey)

*Cephenin taşıyıcısının içte, dışta, cephe içinde olması da ayrı bir sınıflamayı oluşturabilir.

*Montaj metoduna göre Giydirme Cephe Ünitelerini şöyle sıralamak mümkündür.

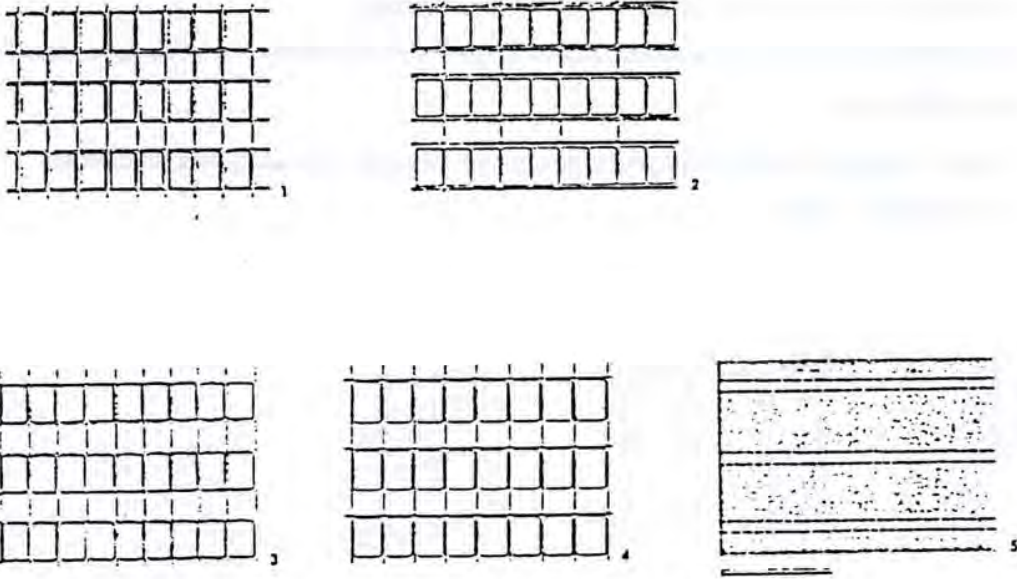
- a. Parapet üniteleri: pencere ünitesinden bağımsız olarak parapet kirişi üzerine asılır.
- b. Pencere ve parapetin birlikte olduğu ünite:Açıklık, döşemeden döşemeye, iki veya daha çok kat arasında olabilir.
- c. Parapet Ünitesi: Pencere ünitesinden bağımsız olarak kolondan kolona asılır.
- d. Sadece kolon ve parapet kirişinin örtülmesi (kaplanması).
- e. Penceresiz- kapalı duvar üniteleri: Açıklık döşemeden döşemeye, iki veya daha fazla kat arasında olabilir.
- f. Duvar üniteleri: Montaj aşamasında, dolu panel, pencere, pancur, güneş kırıcılar vb. monte edilebilir. (Şekil 3).



Şekil 3: Montaj Metoduna Göre Giydirme Cephe Üniteleri

*Dıştan görünüşüne ve uygulanma şekline göre cepheleri beş bölüme ayırmak mümkündür.

1. Dikmeli (çubuk) sistemler.
2. Bant Sistemler
3. Izgara Cepheler
4. Panel Cepheler
5. Prefabrik Cepheler.(Şekil 4).



Şekil 4: Dış Görünüş ve Uygulama Şekline Göre Giydirme Cepheler

Yukarıda sayılan cephe türlerinin tümü günümüzde mevcut olan sistemlerin analizidir. Bu sınıflamaları; malzemeye göre (taşıyıcı, dolgu, kaplama), panel şekline göre, parapet türüne göre ..vb. artırmak, hatta, kendi içinde ayırmak mümkündür. Ancak konunun fazla dağılması için bundan kaçınılmıştır.

Alçı, Gelişimi, Yapıda Kullanımı

Alçı; Alçıtaşının (Jips) çeşitli derecelerde pişirilmesi sonucu elde edilen, su ile karıştırıldığında kısa süre içinde katılaşma özelliği gösteren, beyaz renkli, inorganik esaslı bir bağlayıcı türüdür.

Alçı; doğal taş, agrega ve çeşitli kargir nitelikteki yapı malzemelerini birbirine bağlamak ve bu şekilde suni taş meydana getirmek amacıyla kullanılan, havada katılaşma özelliği gösteren, kalsiyum esaslı gereçtir.

Bağlayıcı yapı malzemesi olarak alçının Mısır'da Gizza Piramitinde ve Sakkura mezarlığında kullanıldığı, Yunan ve Roma (Opus Albarium) yapılarında duvar sıvası, renkli fresk ve stük

(mermer taklidi) olarak yer aldığı bilinmektedir. XII. yüzyılda Fransa'dan İngiltere'ye geçen alçı siva, III. Henry devrinde Nottingham Şatosu'nda, XIV. yüzyılda İtalya'da stücco (su-alçı-boya-mermer tozu) adı altında, Osmanlı devrinde alçı-vitray tekniği ile pencerelerde (kafa pencereleri), renkli dış siva biçiminde duvarda süsleme olarak iç mekanlarda, XVIII. yüzyılda İngiltere'de ilk döşeme panoları ve sonra Rusya'da (Ukrayna) kamışlarla birlikte ilk duvar panosu olarak, XIX. yüzyılda iç mekanlarda tavan süslemesi olarak kartonpiyer ve rozas adları altında kullanıldı.

Günümüzde alçının kullanılma yerleri, bağlayıcı ve dekoratif malzeme olmaktan öteye geçmiş, iç mekanlarda kaplama malzemesi, ve bölücü duvar elemanları haline dönüşmüştür. Yapıda genellikle derz doldurulmasında, tespit ve onarım işlerinde, harç ve siva yapımında, beton ve heykel kalıpcılığında, iç süslemecilikte, prekast pano yapımında kullanılır. Hafif, doğada bol bulunan, ses, ısı yalıtımı iyi, nem dengeleyici ve yangına karşı direnimli, ekonomik bir malzeme olduğundan, yapının pek çok yerinde kullanıma uygundur.

Giydirme Cephede Alçı Kullanımı

Günümüzde pek çok tür ve uygulaması görülen giydirme cepheler, sadece kendini taşıyan, yapının ana taşıyıcısı tarafından taşınan, hafif ve ince bir kesitte yapı fiziki sorunlarını çözen cephe türleridir. Genelde, taşıyıcı bölüme yerleştirilen (yerinde veya önyapımlı) katmanından oluşur. Bu katman ise iç kaplama, yalıtım tabakası ve dış kaplamayı kapsar.

Giydirme cephe, günün farklı malzemelerini, günün teknolojisi ile kullanarak esnek oluşumlara olanak sağladığından, alçı kullanımına da uygun olmaktadır. Giydirme cephede alçı;

- yalıtım malzemesi,
- kaplama olarak kullanılabilir.

a. Giydirme Cephede Yalıtım Malzemesi Olarak Alçı Kullanımı

Giydirme cephe iç ve dış yüzey kaplaması arasında, ısı ve ses yalıtımı için kullanılan yalıtım malzemeleri yerine, alçı panolar kullanılabilir. Bu amaçla, günümüz koşullarında üretilen yalıtımlı alçı panolar kullanılabilir. Bu alçıpanolar, perlit, vermikülit, köpürtücü, vb. kullanılarak daha yalıtımlı ve dirençli yapılabilmektedirler.

Ayrıca, giydirme cephede, yatay veya düşeydeki mekanların bağlantı yerlerinde (parapet ile döşeme birleşim yerlerinde vb.) yangın kesici ve yalıtım amaçlı olarak da alçı kullanılabilir.

b. Giydirme Cephede Kaplama Malzemesi Olarak Alçı Kullanımı

Giydirme cephe iç yüzeyinde, iç duvar kaplaması (panosu) şeklinde alçı panolar kullanılabilir. Günümüz koşullarında üretilen alçı panolar, bu amaçla kullanımı için uygun almaktadır. Özellikle parapetli giydirme cephelerin önlerinde daha çok tercih edilebilirler.

Giydirme cephe dış yüzeyinde de, dış duvar kaplaması olarak alçı panolar kullanılabilir. Dış yüzey kaplaması olarak alçı panoların kullanımı çok yaygın olmamakla beraber gelişmeye uygundur. Alçı panolar günümüzde, ıslak birimleri için, suya karşı direnimli olarak üretilmektedir. Aynı ilkeyle, suyu bünyesine almayacak ve yüzeyden de içe geçirmeyecek şekilde alçı panolar üretmek olası olabilir. **Giydirme Cephede Dış Yüzeyde Kullanılabilecek Alçı Panolar:**

-Pano yüzeyinin silikat veya sodyum fluosilikat veya geliştirilebilecek başka bir kimyasal ile kaplanması ile,

- Alçı, Etilen Vinil Asetat (EVA) denilen malzeme, kum ve portlant çimentosu ile birlikte birleştirilmesi ile,

- Alçı panonun dış yüzeyi alüminyum veya plastik bir malzeme ile kapatılmasıyla kullanılabilir.

Giydirme cephenin:

Dikmeli sistemlerinde parapetlerde,

Bant sistemlerinde, parapet bandında,

Panel sistemlerinde, yalıtım katmanında ve parapet bölümünde,

Sağır yüzeylerde,

alçı panoların kullanımı mümkün olabilir.

Sonuç

Bir yapı malzemesi olarak alçı, geçmişten bugüne kadar, kullanıla gelmiştir. Yapının pek çok yerinde bağlayıcı, kapatıcı, estetik vb amaçlar için kullanılan alçının, kullanım alanı daha da arttırılabilir. Bu kullanım alanı içine, günümüzün yapım tekniği ile yapılan giydirme cepheler de dahil edilebilir. Denilebilir ki, pek çok olumlu özelliği olan ve günün üretim tekniğine uygun bir malzeme olan alçı, yine günün tekniğine uygun olarak üretilen giydirme cephede kullanılabilir. Böylece, alçının yapı alanında daha geniş kullanıma sahip olabileceği, belki de gelecekte giydirme cephe yapımında alçının da önemli bir yerinin olacağı söylenebilir.

Kaynakça

Dean, Y., **Finishes**, Mitchell's Building Series, London, Longman, 1996

Eriç, M. **Yapı Fiziği ve Malzemesi**, İstanbul, Literatür 1994.

Hart,F., Hann, W., and, Sontag, H., **Multi- Storey Buildings In Steel**, London Collins, 1980.

Hunt,W.D. **The Contemporary Curtain Wall**, New York, F.W.Dodge Corporation, 1958.

Oktuğ. Y., **Yüksek Binalarda Alüminyum Cephe Sistemi**, Giydirme Cephe Sempozyumu İstanbul,YEM,1991.

Schaal Rolf., **Curtain Walls**, Translated: T. Burton.,New York, Reinhold Publishing Corporation, 1961.

ALÇININ KERPIÇ STABİLİZASYONUNDA KULLANILMASI HALİNDE TÜRKİYE İÇİN ALÇI TALEBİNİN BELİRLENMESİ

Doç.Dr.Bilge IŞIK
Araş.Gör.Caner GÖÇER

Alçının Kerpiç yapı malzemesinin iyileştirilmesinde kullanılabilirliği İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi'nde hazırlanan TÜBİTAK MAG 505 ile belirlenmiş ve bu malzeme ile 1983 senesinde 1. Deneme Yapısı inşa edilmiştir. 10 sene kullanılan bu binadan toplanan bilgilerle 1996'da TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622 no'lu çalışma Alçılı Kerpiç'in toplu konutta kullanılabilirliği yönünde mekanizasyon şartlarını incelemiştir.

Bu çalışmada kerpiç'in alçı ile stabilizasyonunun yapı malzemesi ve inşaat teknolojisi açısından özellikleri belirtildikten sonra bu malzemenin konut sektöründe kullanılmasının yararları mekan konforu ve ekonomik yapılabirlik olarak açıklanmış; yapı sayısal talebinin teorik olarak alçılı kerpiç ile karşılanması durumunda piyasada doğacak talep projeksiyonu yapılmıştır.

Doç. Dr. Bilge IŞIK; Alman Lisesi ve 1970'te DGSA'den mezun olup, 1978'den bu yana İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yapı Anabilim Dalı öğretim üyesidir. Çelik-, Ahşap-, Prefabrike- ve Kerpiç-yapı alanlarında araştırmalar yürütmektedir. İ.T.Ü.'de Kerpiç'in Alçı ile Stabilizasyonu çalışmalarına 1983'te katılmaya başlamış, bu alandaki bilgi iletişimi amacıyla 9 uluslararası toplantıya katılmış, bir TÜBİTAK araştırması bitirmiş, Uluslararası "Workshop" yönetmiştir. 47 Bildiri/Makalesi, 3 Kitabı (tercüme; ders notu) vardır. Bilge Işık, Suat Işık ile evli olup Serdar ve Neslihan adında iki çocuğu vardır.

Y. Mimar Caner GÖÇER; 1988 yılında Antalya Gazi Lisesi'nden, 1993 yılında İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nden mezun olmuştur.Yüksek Lisans eğitimini; halen Araştırma Görevlisi olarak çalıştığı Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'nda 1997 yılında tamamlamıştır.1996 yılında tamamlanan Alçılı Kerpiç'in toplu konutta kullanılabilirliğinin incelendiği TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622 no'lu araştırmada, araştırmacı olarak çalışmıştır.

ALÇININ KERPiÇ STABİLİZASYONUNDA KULLANILMASI HALİNDE TÜRKİYE İÇİN ALÇI TALEBİNİN BELİRLENMESİ

Doç.Dr.Bilge IŞIK
Araş.Gör.Caner GÖÇER

1. GİRİŞ

Ülkemiz geniş alçı yataklarına sahiptir.Alçı, üretim işlemi olarak diğer yapı malzemelerine göre karşılaştırıldığında daha ucuza mal olmaktadır.Alçı esaslı yapı bileşenleri, üretim sürecinde işlenebilirlik, kullanım sürecinde ise yapı fiziği açısından olumlu özelliklere sahiptir.Yapı fiziği bakımından değerlendirildiğinde, alçının ısı iletkenliği düşük, nem dengeleyici ve yangın dayanımı yüksek bir malzeme olduğu görülmektedir.Bu özelliklere bağlı olarak, yapıda bölücü pano veya bloklar, dekoratif veya akustik amaçlı lifli plakalar, bitirme ve koruyuculuk fonksiyonunu sağlayan sıvalar alçı esaslı olmakla birlikte, kerpiç malzemenin stabilizasyonunun sağlanmasında da katkı maddesi olarak alçı kullanılabilir.

Günümüzde, Türkiye'deki alçı yatakları çoğunlukla İç, Doğu ve Güneydoğu Anadolu coğrafi bölgesinde bulunmaktadır.Alçı yataklarının zenginliği göz önünde bulundurulduğunda, ülkemizde alçı kullanımının yeterli oranlarda olmadığı gözlenmiştir. Alçının yapıda kullanımının artırılması ülkemize büyük avantajlar sağlayacaktır.

İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi'nde ,bu amaçla, kerpicingin alçı ile stabilizasyonuna ilişkin çalışmalar 1978 yılında başlatılmıştır.TÜBİTAK'a yapılan MAG 505 nolu alçılı kerpiç malzeme araştırması ve İNTAG TOKİ 622 nolu yapım teknolojisi araştırmalarıyla alçının Türkiye'deki kullanımının artırılmasına katkıda bulunmak amaçlanmıştır.Bu çalışmada, konut ihtiyacının belirli bir yüzdesinin alçı katkılı kerpiçle yapılması durumunda doğacak olan alçı ihtiyacı bir hipotez çalışması olarak sunulmaktadır.

2. TÜRKİYE'NİN KONUT İHTİYACI

Türkiye'de yıllık olarak çok sayıda konut üretimine ihtiyaç duyulmaktadır. Kullanma planına göre yılda 360.000 yeni konuta ihtiyaç duyulmaktadır.Ayrıca, 120.000 köy konutunun da yenilenmesi tavsiye edilmektedir.Bunlara ek olarak, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sulamalı ziraate geçilmesinden itibaren 10 yıl içerisinde 10 milyon iş gücü ile bölgede yeni konuta ihtiyaç duyulmaktadır.Ortalama olarak 5 kişiye bir konut düştüğü varsayımıyla burada da yılda 200.000 yeni konuta ihtiyaç duyulmaktadır.

Konut yapımında şehir veya kırsal bölge yapıları için farklı malzeme ve yapım teknolojilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ham maddelerin yapı malzemesine dönüşümü ve malzemelerin şantiyeye taşınması sırasında kullanılacak enerji, ülkenin ve kullanıcının bütçesine, oluşacak atıklar ise çevreye yük getirmektedir.

İçinde uzun süre yaşanan mekanlarda, yapının malzeme özellikleri, ısı-nem dengesi, havanın temizlik oranı insanı etkiler. Birçok rahatsızlık, yaşanan ortamın etkisiyle başlar ve gelişir. Mekanların sağlıklı yaşama açısından sahip olması gereken değerler şöyledir:

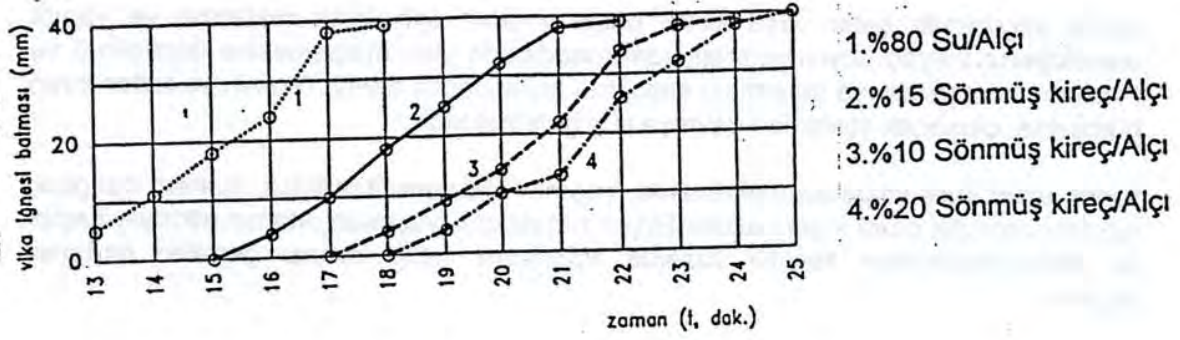
| | |
|-----------------|-----------------------|
| Isı | :18-22 C ⁰ |
| Nem | :% 40-60 |
| Yüzey sıcaklığı | :18-25 C ⁰ |
| Hava Dolaşımı | :30 cm/s |

Konut yapımında, yukarıdaki kriterleri sağlayacak nitelikte, ucuz yapı malzemesinin ve uygun yapım teknolojisinin araştırılması ve geliştirilmesi gereği duyulmuştur. Bu amaçla İ.T.Ü. bünyesinde yapılan " Alçı Katkılı Kerpiç Malzemenin Stabilizasyonu" ile ilgili yapılan deneysel çalışmalar ve bulgularından söz etmek yararlı olacaktır.

3.KERPİCİN ALÇI İLE STABİLİZASYONU

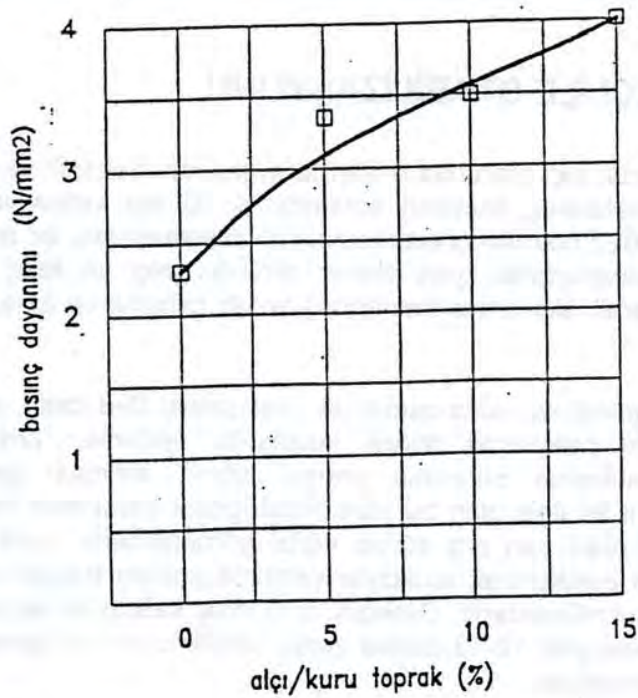
505 nolu ilk çalışmada, alçı oranında değişiklik yapılarak mekanik ve fiziksel özellikler geniş bir şekilde incelenmiş, bunların arasında % 10 alçı katkısının en iyi sonucu verdiği gözlenmiştir. 622 nolu ikinci mekanizasyon çalışmasında, bir önceki çalışmanın bulgularından da yararlanarak, yeni toprak türünün, alçı ve kireç kullanıldığı göz önünde bulundurularak alçı oranı incelenmiş ve ilk çalışma ile sonuçların paralelliği gözlenmiştir.

Alçının su ile karıştırıldığında kısa zamanda katılaşması (5-8 dak.), alçı katkılı kerpiç yapı malzemesi ile çalışılacak süreyi kısaltır. Bu nedenle, "priz süresi" olarak adlandırılan bu katılaşma süresinin kontrol altına alınması gerekmektedir. Alçı hamurunun su oranı ile ilgili olan bu süre vicat iğnesi yardımıyla ölçülmüştür. Şekil 3.1'de %80 su/alçı oranı için priz süresi eğrisi görülmektedir. Aynı grafik üzerinde, alçının priz süresini geciktirmek amacıyla karışıma katılan değişik oranlardaki kireç katkısının etkisi de görülmektedir. Örneğin %10 kireç katkısı ile alçının prizi 4 dakika gecikmektedir. Böylece priz 12-13 dakika sonra başlamakta ve işlenebilirlik açısından istenen süre sağlanmaktadır.



Şekil 3.1. Kireç Katkılı Alçının Priz Süresi:

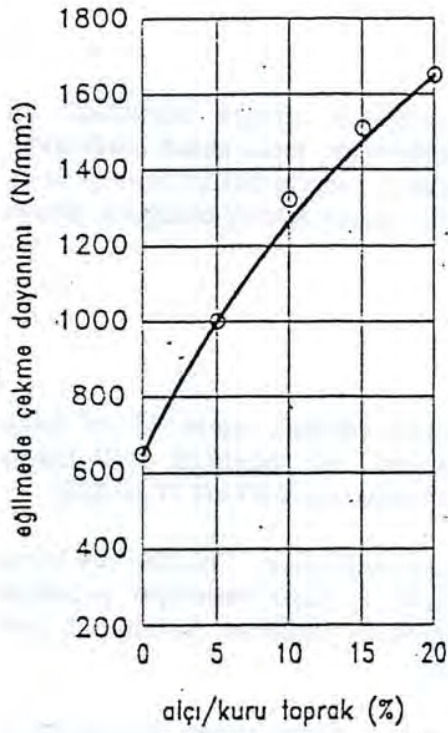
Toprağa katılan alçı oranı arttıkça basınç dayanımı da artmaktadır. Ancak %10'dan fazla alçı katılması halinde basınç dayanımı alçı miktarının artması oranında artmamaktadır. Alçının katkı oranına bağlı basınç dayanımı değişimi Şekil 4.2.'de görülmektedir.



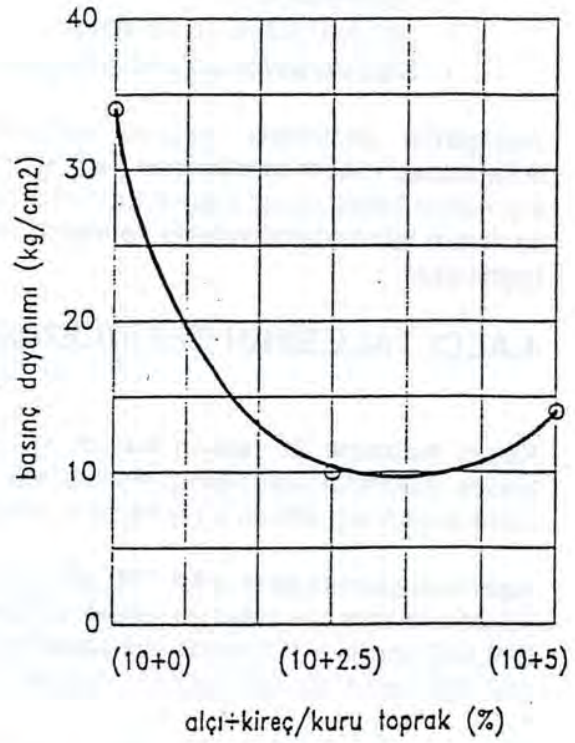
Şekil 3.2. Bahçe Toprağından Üretilmiş Numunelerin Alçı Katkı Oranına Bağlı Basınç Değişimi

Alçı katkısı, kerpiç malzemenin eğilmede çekme dayanımını artırarak duvarın statik ve dinamik yüklere dayanımında olumlu bir rol oynamaktadır.Şekil 3.3.'de alçı katkı oranına bağlı eğilmede çekme dayanımı görülmektedir.

Alçı katkılı kerpiç içerisine kireç katkısı, alçının priz süresini geciktirmekte, rötreyi azaltmakta, birim ağırlığın düşmesine neden olmakta ve yağmur etkisine dayanımı arttırmaktadır.Kirecin bu özelliklerinin yanısıra, basınç dayanımını azaltıcı etkisi nedeniyle karışımın katkı oranı düşük tutulmalıdır.(Şekil 3.4.).Ancak zamanla dayanım artmaktadır.



Şekil 3.3. Bahçe Toprağından Üretilmiş Kerpiğin Alçı Katkı Oranına Bağlı Eğilmede Çekme Dayanımı Değişimi



Şekil 3.4. Alçı Katkılı Bahçe Toprağına Katılan Kireç Oranına Bağlı Basınç Dayanımı Değişimi

Kerpiç malzeme üretiminde, harca katılan suyun oranı malzemenin işlenebilirliğini belirlemektedir. Alçı ve kireç katkısıyla küçük dane oranı da artmaktadır. Buna paralel olarak, su ihtiyacı da artar. Bu varsayımlara dayanarak, toplam katı malzemeye oranla %16'dan %25'e kadar su katkısının değişimleri incelenmiştir. %18-20 su oranının plastik kıvamda ve tokmaklanabilir olduğu gözlenmiştir.

Alçı katkılı kerpiç malzemenin beklenen performansları yerine getirebilmesi için uygun yerleştirme aracının ve yönteminin belirlenmesi gerekir. Bu yöntemler,

- Şişleme,
- Tokmaktama,
- Sarsma tablası ile vibrasyon,
- Şişe vibrasyonu olarak sıralanabilir.

Yerleştirme yönteminin seçimi, malzemenin işlenebilirliği agrega büyüklüğü ve kullanılacak kalıbın özelliklerine bağlıdır. Yapılan araştırmalar, toplu konut üretiminde, alçı katkılı kerpiç duvar yapımı için, endüstriyel kalıplarla, yerinde döküm tekniğinin ve karışımın tokmaktama yoluyla yerleştirilmesinin uygun yapım tekniği olduğunu ortaya koymuştur.

4.ALÇI TALEBİNİN BELİRLENMESİ

Kerpiç malzeme ile yapılan 80-100 m² 'lik bir konutta yaklaşık olarak 45 m³ duvar hacmi bulunmaktadır. Kerpiç malzemenin stabilizasyonu için ağırlıkça %10 olarak kabul edilen alçı miktarı bir konut için ortalama 5 ton olmaktadır. (İNTAG TOKİ 622)

Kalkınma planına göre yıllık 360.000 konut ihtiyacının %20'sinin, 120.000 köy konut yenilenmesinin ve sulamalı ziraat bölgelerine yapılan iş göçü nedeniyle yapılacak 200.000 konutun %20'sinin alçı katkılı kerpiç malzeme ile yapılması durumunda yıllık 232.000 konut için alçı ihtiyacı 1.160.000 ton olacaktır.

Yukarıda sözü edilen alçı talebi, alçı üretim yükünü arttırdığından kaynaklarının bulunduğu bölgelerde istihdam sağlayacaktır. Ayrıca alçı katkılı kerpicingin konut üretiminde kullanımı, doğal ısı yalıtımı ve mekan konforu sağlayacaktır. Buna bağlı olarak ısıtma ve soğutma enerjisinden tasarruf sağlanacak ve çevre atıkları da en aza inecektir.

Hızlı kalkınan bölgelerde arsa kullanım fonksiyonu 20-30 sene içinde değişmektedir. Bölgeler yeni şehir fonksiyonları yüklenmekte ve arsa rantından dolayı eski binalar yıkılmaktadır. Bu durum, yıkım sonrası doğaya geri dönebilen kerpiç malzeme kullanımını avantajlı duruma getirmektedir.

SONUÇ

Alçılı kerpiç malzemenin konut yapımında kullanılması halinde oluşacak alçı talebinin belirlendiği bu çalışmada, varmış olduğunuz sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Alçının fiziksel performans özellikleri, üretim ve işleme kolaylığı bakımından diğer yapı malzemeleri ile karşılaştırıldığında, daha olumlu özelliklere sahip olması, yapıda kullanım olasılığını artırmaktadır.
- Ülkemizin zengin alçı yataklarına sahip olması, alçının hammadde temini kolay ve ucuz bir malzeme olduğunu ortaya koymaktadır.
- İ.T.Ü.'de kerpiç malzemenin konut yapımında kullanımını sağlamak amacıyla, deneysel çalışmalarla malzeme özellikleri geliştirilmiş ve konut sektörünün yararına sunulmuştur.
- Alçı talebinin artmasıyla, alçı kaynaklarının bulunduğu bölgelerde üretim tesislerinin kurulmasıyla istihdam sağlanacaktır.
- Kalkınma Planında belirlenen yıllık konut ihtiyacı, köy konutunun yenilenmesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sulamalı ziraate geçilmesiyle birlikte yıllık olarak ihtiyaç duyulacak 232.000 konut yapımının alçılı kerpiç malzeme ile gerçekleştirilmesiyle 1.160.000 ton alçı üretimine ihtiyaç duyulacaktır.

KAYNAKLAR

- 1.KAFESÇIOĞLU, R., "Yapı Malzemesi Olarak Kerpicin Alçı ile Stabilizasyonu" TÜBİTAK MAG 505, İstanbul,1980.
- 2.İŞİK, B., "Alçı Katkılı Kerpiç Yapı Malzemesine Uygun Mekanize İnşaat Teknolojisinin ve Standartlarının Belirlenmesi", TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622, İstanbul, 1996.
- 3.GÜRDAL, E., "Alçıtaşı ve Alçıtaşından Üretilen Malzemeler", Ulusal Alçı Kongresi, YEM, İstanbul,1991.
- 4.ÇAYIRLI, H.,BAŞ,H., "Alçıtaşı ve Türkiye Alçıtaşı Yatakları", Ulusal Alçı Kongresi, YEM, İstanbul,1991.
- 5.GİRGİN, İ.,ÖNEŞ,A., "GAP Yerleşme Düzenlemesi ve Altyapı Sorunları", GAP OLGUN,M.,SÖNMEZ,N. Tarımsal Kalkınma Sempozyumu, Ankara,1986.
BALABAN, A...
- 6.KAFESÇIOĞLU, R., "Thermal Properties of Mudbricks,Expert Group Meeting on Energy-Efficient Building Materials For Low-Cost Housing", Amman, 1987.