

## 1. DIŞ DUVARLAR

Dış duvarlar taşıyıcı veya sadece kendini taşıyıcı şekilde veya taşıyıcı olmayan şekilde ağır, orta ağırlıkta veya hafif, tek veya çok tabakalı olarak yapılabilirler. Bir çok konstrüktif olanak mevcuttur.

### 1.1. ÇEŞİTLER

Dış duvarlarda yapı kütlesini azaltmak için gösterilen gayretler, modern gelişimin simgesi olmuştur. Bu sayede malzemede, ulaşım ve montaj masraflarından tasarruf sağlanır. Öte yandan taşıyıcı konstrüksiyon, temellerin içine kadar hafifler. Tablo 1, geleneksel yapı tarzına kıyasla kütledeki azalmanın ne kadar farkedilir olduğunu göstermektedir.

Tablo, kütlenin (veya montaj yükünün) azalmasıyla, homojen duvarlarda belli sınırlar dahilinde olmak üzere ısı yalıtım değerinin arttığını da göstermektedir.

Çok tabakalı konstrüksiyonlarda yalıtım tabakasının kalınlığını değiştirmek ve bu

sayede ısı geçirim direncini istendiği gibi ayarlamak kolaydır.

#### 1.1.1. Ağır ve hafif dış duvarlar

Ağır, hafif ve orta ağır dış duvarlar arasında ayırım yapıldığı halde yüzey kütlesi için belirli sınır değerleri mevcut değildir.

Bunlar zaten gereksizdir de. Kriter olarak 100 (veya 120 hatta 150  $\text{kp/m}^2$ ) ve 300  $\text{kp/m}^2$  lik montaj yükleri şu şekilde değerlendirilebilir:

|                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| Ağır cepheler           | 300 $\text{kp/m}^2$ üzerinde |
| Orta ağırlıkta cepheler | 100/300 $\text{kp/m}^2$      |
| Hafif cepheler          | 100 $\text{kp/m}^2$ altında  |

Bazı yazarlar montaj yükü 60  $\text{kp/m}^2$  den fazla olan cephe elemanlarını da orta ağırlıklı eleman saymaktadırlar.

**Tablo 1 Dış duvarlarda kütle azaltımının yönelişi**

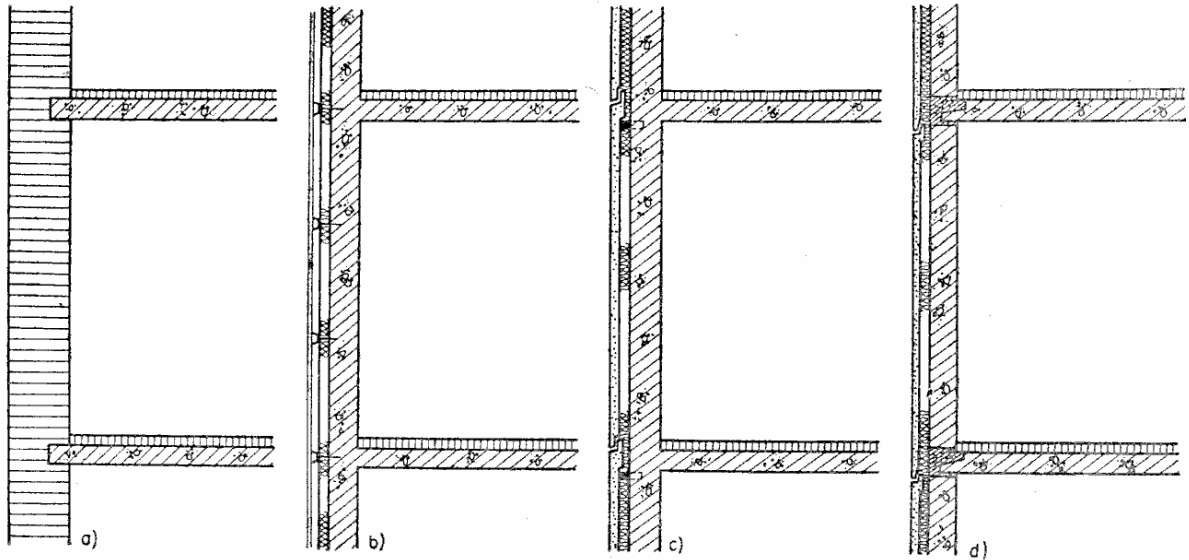
| No. Duvar cinsi                 | Yoğunluk<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Kalınlık<br>(mm) | Kütle<br>(kg/m <sup>2</sup> ) | $R_{mev}$                     |                      |
|---------------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|
|                                 |                                  |                  |                               | (hm <sup>20</sup> C/<br>kcal) | (m <sup>2</sup> K/W) |
| 1 Dolu tuğla duvar              | 1800                             | 365              | 720                           | 0,55                          | 0,47                 |
| 2 Delikli tuğla-beton           | 1250..1500                       | 290..320         | 420                           | 0,60                          | 0,52                 |
| 3 Hafif katkı malzemeli beton   |                                  |                  |                               |                               |                      |
| 4 Maden ocağı bimsi-köpük beton | 1200                             | 240              | 290                           | 0,60                          | 0,52                 |
| 5 Gözenekli gazbeton            | 800                              | 200              | 160                           | 0,80                          | 0,68                 |
| 6 Çok tabakalı konstrüksiyonlar |                                  |                  |                               |                               |                      |
| Ağır                            | - } Değişken                     |                  | 450                           | 0,60                          | 0,52                 |
| Orta ağır                       |                                  |                  | 250                           | > 1,00                        | > 0,83               |
| Hafif                           |                                  |                  | < 100                         | > 1,25                        | > 1,05               |

Dış duvarların montaj yükü kriterine göre sınıflandırılmalarının yapı fiziksel açıdan fazla bir önemi yoktur.

Bunun aksine duvarın statik işlevi ve tabaka sıralaması önemlidir (bak. 1.14.1.1.).

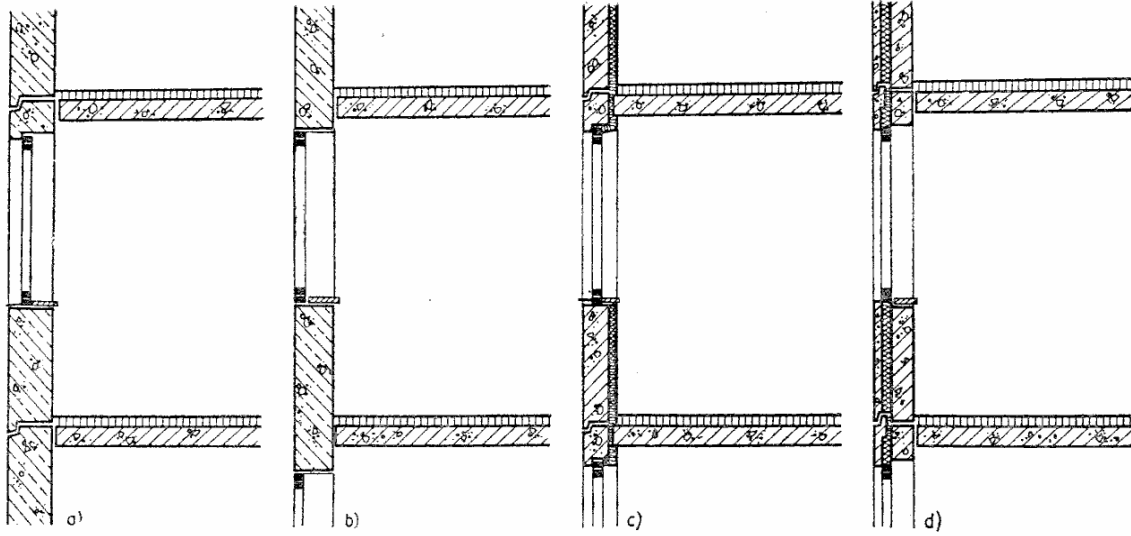
### 1.1.2. Taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan dış duvarlar

Tavan yüklerinin dağılımında ve paylaşılmasında payı olduğundan dış duvarların geleneksel yapı tarzında taşıyıcı bir işle-



#### 1 Taşıyıcı dış duvarlar

- a) Tuğla duvar, b) Soğuk cephele monolitik beton duvar  
c) Önünde dış hava korunum levlası olan monolitik duvar, d) Üç tabakalı duvar elemanı.



## 2 Ayakta duran cephe sistemi

- a) Hafif katkı malzemeli beton duvar elemanı, b) Gözenekli beton bloklar,  
c) İki tabakalı duvar elemanı, d) Üç tabakalı duvar elemanı

vi vardır ve dış duvarlar bina konstrüksiyonuna sıkı sıkıya bağlıdır.

Modern bölmeli veya düşey duvar yapı tarzlarında yan dış duvarlar, tavan yüklerinden kurtulmuştur fakat mahya duvarları yük altındadır.

Taşıyıcı duvarın tipik bir uygulamacısı olarak **C. Krause** Şekil 1 a-d'deki örnekleri getirmektedir.

Kendini taşıyan dış duvarın “ayakta duran cephe”nin prensibi, geleneksel değildir. Elemanları üstüste dururlar ve her kat için genellikle donatılı hatıllarla sağlamlaştırılır ve tavan düzlemlerinde yapı konstrüksiyonuna bağlanırlar. Bu yapı fiziksel açıdan önemli bir noktadır. Sözü edilen bağlantı bir mafsal karakteri taşımaktadır, gergin ve rijit değildir.

Ayakta duran cepheler, yüksekliği ve genişliği boyunca bir esnek derzden diğerine kendi hareketlerini yapar. Bu nedenle binaya olan bağlantı yerlerinde, tavanlarda ve düşey duvar levhalarında kopmalar görülür.

Ayakta duran cepheler kendi içlerinde de hacim ve yüzey açısından sakin durmazlar. Sıcaklığa bağımlı hareketlerde bulunur ve bu hareketler ilgili alanın dış sınırlarına doğru artar ve pencere köşelerinden eleman içerisine ilerleyen tipik diagonal çatlamlar meydana gelir.

Bu nedenle bu tür cepheler 10 kata kadar inşa edilirler. Esnek derzlerin resmi nizam veya önerilerde söylenenden daha sık kullanılması yararlı olacaktır.

Kendini taşıyıcı dış duvarlara örnek olarak 2 a-d deki şekiller verilmiştir. Şekil 2 d ayakta duran cephenin sözü edilen dezavantajlarının geçerli olmadığı ve aynı zamanda tavan taşıyıcı bir dış duvar olarak uygulanabilecek üç tabakalı bir duvar elemanını göstermektedir.

Karkas yapıdan taşıyıcı olmayan dış duvar prensibi gelişmiştir. Taşıyıcı olmayan dış duvarın elemanları ya altlarında bulunan elemana yüklenemeyecek şekilde tavan veya donatılı hatıllar üzerine oturtularak konstrüksiyona bağlanır, ya da konstrüksiyon üzerine veya önüne asılır. Bu prensipte

kendiliğinden yapı kütlesini azaltma uğraşı belirmiştir. Ağır sayılabilecek hafif katkı malzemeli beton yerine gözenekli beton elemanlar kullanılır. Üç tabakalı duvar elemanları da döşemeler üzerine oturtulabilir (bak. Şekil 3 a-d).

**C.Krause**, bu tür cephelerde, her eleman kendini taşıdığı için tüm oda duvarını kaplayan boyutlarda dahi sıcaklığa bağlı hareketlerin binanın bütün dış yüzeyini etkilemediğini söylemektedir. Genişleme her bir elemanın kendi içinde kalır, çatlama görülmez.

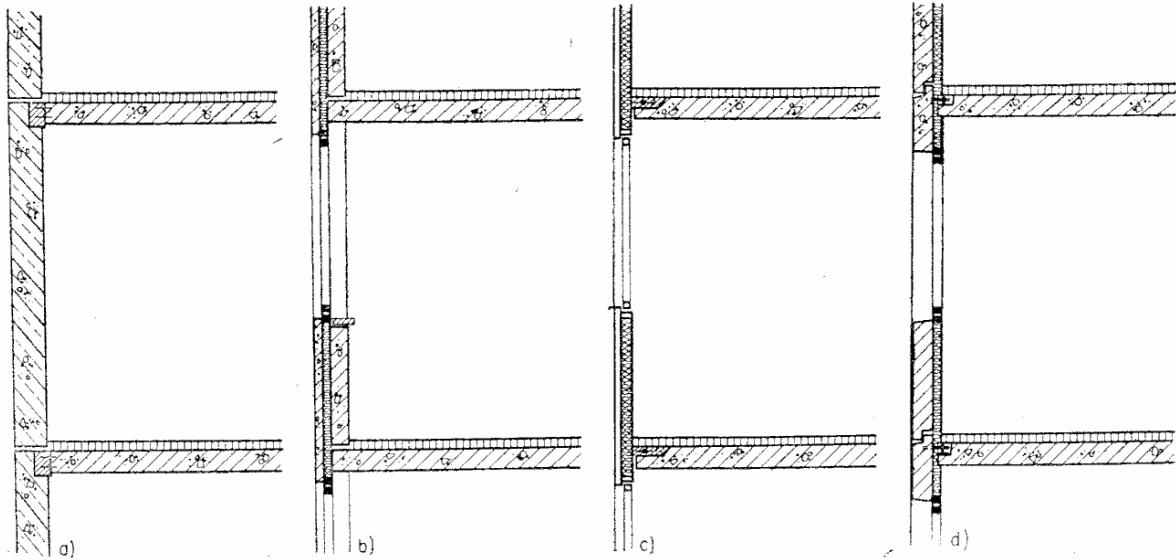
Elemanın kendi üzerindeki çatlaklar söz konusuysa bu doğrudur. Bu tür elemanlar arasındaki derzler kuvvet taşımazlar. Bunlar bilinen yöntemlerle plastik veya elastik olarak yalıtılabilir fakat üzerleri kırılangevrek malzemeyle sıvanamaz.

### 1.1.3. Tek ve çok tabakalı dış duvarlar

Yapıfiziksel açıdan tek tabakalı (homojen) ve çok tabakalı dış duvarlar ayırımı yapılabilir. Fakat pratikte bunun fazla bir anlamı yoktur.

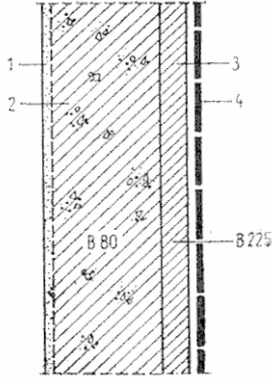
Bölüm 1.9. daki iç ve dış yüzleri sıvayla örtülen hafif beton elemanlar tek tabakalı sayılırlar.

Bu tür bir elemanın önüne çimento harç üzerinde dış hava korunum tabakası olarak seramik levhalar, bunlarla arasına da teknik nedenlerden ötürü bir de 40 mm kalınlığında ince beton tabaka B 225 yerleştirilirse (Şekil 4), uygulamacı ve statikçiye göre homojen bir eleman sağlanmış olur, fakat bu yapı fizikçi için çok farklı malzeme tabakalarının bir araya getirildiği bir karışımdır. Yapıfiziksel açıdan bu eleman homojen değildir, ısı ve difüzyon tekniği açısından kesinlikle çok tabakalıdır.



#### 3 Taşıyıcı olmayan dış duvarlar

- a) Donatılı hatıl üzerinde duran, kat yüksekliğinde gözenekli beton bloklar
- b) Tavan üzerine yerleştirilmiş pencere altı (parapet) duvar elemanı
- c) Tavana asılı duran iki tabakalı duvar elemanı
- d) Perde (önden askılı) cephe



4 Hafif beton, ağır beton ve seramikten “homojen” duvar elemanı, yapıfiziksel açıdan duvar heterojen. Yapıtekniksel açıdan da kesinlikle çok tabakalıdır.

1 İç sıva, 2 Hafif beton gövde, 3 Dış beton B 225, 4 Çimento harç üzerinde seramik kaplama.

Isı yalıtım tabakası olan her duvar kesinlikle çok tabakalıdır. Bu sayede karakteristiği farklılaşır.

Homojen duvar, aynı anda statik ve ısı tekniği fonksiyonları göstermek zorunda olduğu halde -sık sık başarısız olmasının ana nedeni budur- çok tabakalı duvarlarda bu fonksiyonlar, kendileri için özel olarak hazırlanmış tabakalara dağılırlar.

Çok tabakalı duvarlar yaklaşık olarak şu üç ana tip altında toplanırlar:

- Isı yalıtım tabakası dış tarafta olan iki tabakalı duvar (Örnek için bak. Şekil 1 b, c, d)
- Isı yalıtım tabakası iç tarafta bulunan iki tabakalı duvar (Örnek için bak. Şekil 2 c ve 3 d)
- Üç tabakalı duvar elemanı (Örnek için bak. Şekil 2 d ve 3 b)

Isı yalıtım tabakası dış tarafta bulunan iki tabakalı duvar ile, üç tabakalı duvar, yapıfiziksel açıdan akraba sayılırlar. Üç tabakalı duvar, iki tabakalının özel bir dış

hava korunum levhasıyla tamamlanmış halidir.

Isı yalıtım tabakası iç tarafta bulunan dış duvarın ısı ve difüzyon tekniği bakımından farklılıklar gösterdiği unutulmamalıdır.

#### 1.1.4. İmalat teknolojisi açısından çeşitler

Ana yapı malzemelerinden inşaat yerinde büyük el emekleriyle imâl edilen geleneksel dış duvarlar, yüzyıllarca öncesinin yöntemleriyle meydana getirilmektedirler.

Ancak son zamanlarda, çoğunlukla dış ülkelerde bunun yerini fabrikasyon olarak hazırlanan küçüklü büyüklü, hafif, ağır, mümkün olduğunca komple hazırlanıp inşaat yerine taşınan ve orada monte edilen montaj duvarları (prefabrike) doldurmuştur.

Büyük blok yapı tarzı, endüstriyel yapı tarzının en alt basamağını oluşturur. Burada önce elle monte edilen elemanlar sonra kaldıraç ve vinçlerle yerleştirilen, homojen bir yapıları olan ve genellikle geleneksel bir dış sıvayla örtülen elemanlar kullanılır.

Büyük levha yapı tarzında da tek veya tabakalı, oda duvarı büyüklüğünde levhalara kadar her boyutta dış duvar levhaları kullanılmaktadır (→ 1.9. ve 1.10.).

En sonunda dış duvar üzerine profil metal levhalar halinde monte edilen hafif bir kaplama yapılır.

Bu sayede dış duvarlardaki imkanlar genişlemiş, aynı oranda proje ve uygulamadaki hata ihtimali de artmıştır. Bir çok ülkede pratikte görülen yapı fiziksel zararlar da yine aynı şekilde karmaşıklaşmıştır.

## 1.2. FİZİKSEL ETKİLER

Binalarımızın bütün dış duvarlarının aynı yapıda olması (dış görünüş genellikle dik-dörtgen) bize olağan görülebilir çünkü şimdiye kadar bu böyle yapılmıştır. İş teknolojisi bakımından bu metodun avantajları vardır fakat yapıfiziksel açıdan tümüyle elverişli değildir. Bu sayede duvarlar gerçek iklimatik yüklemelere uyum gösterememek-te ve zamanla hasarlar görülmektedir.

### 1.2.1. Meteorolojik etkenler

Dış duvarların toprak altındaki bölümleri toprak altı nemi, toprak üzerindeki bölümleri de meteorolojik etkenler altındadır.

Meteorolojik etkenler şunlardır:

- Güneş (Güneş ışıması, güneş ısısı, ultraviyole ışıma)
- Yağışlar (Yağmur, kar, kırağı, cephe suyu aşağı süzülen nem)
- Rüzgar (Rüzgâr + Yağmur = Sağnak yağmur, rüzgâr soğutması)
- Isı (Sıcaklık değişimleri, bunaltıcı sıcaklar, don)

Binaların cephe elemanları genellikle hiç dikkate alınmadığı halde, yönlere göre konumları uyarınca bu etkenlerde farklı şekilde etkilenirler.

Yönlere göre konum uyarınca bulunulan bölgenin sadece sıcaklık etkileri değil, rüzgâr, yağmur (sağnak), soğuk ve kar etkileri de farklıdır.

Bu nedenle sık sık sağnak etkisinde kalan cephelerin, hiç bir zaman rüzgârla kamçılanan yağmur görmeyen cephelerle aynı şekilde donatılması doğru değildir.

Yaz mevsimindeki güneş ışıması, duvar elemanlarının şekil değiştirme eğilimi için kış soğuşundan daha önemlidir. Özellikle hafif yapılarda güneş etkisi altında binaların

güney ve güney batıya bakan yüzlerinde aşırı sıcaklıklar görülür. Tek taraflı ısınma ve soğuma olaylarının yol açtığı form değişiklikleri ve boy değişiklikleri uygulama türüne göre farklılıklar gösterir ve bu değişiklikleri dengelemek görevini üstlenen montaj derzlerine önemli ölçüde yüklemeye yapılabilir.

### 1.2.2. Oda Kliması

İç taraftan da, dış duvar üzerine çeşitli, kısmen önemli etkiler gelir.

Bunlar;

- Isı (Işıma ve konveksiyon ısısı, peryodik ısınma ve soğuma olayları),
- Havadaki nem (Su buharı difüzyonu, özellikle tam klimatize edilmiş nemli sıcak odalarda tehlike arzeder, konutlarda yemek pişirme ve çamaşır bulaşık yıkama sırasında çıkan buharlar),
- Püskürtme, temizlik ve kullanım suyu halinde nem,
- Duvar yüzeylerinde ve içinde rutubet ve kondanase oluşumudur.

Genel olarak ısı ve nem etkileri bir dış duvara iç taraftan yüklemeye yapan etkenlerin başında gelir. Fakat hiç şüphe götürmez ki dıştan gelen etkiler daha tehlikelidirler. Yağış ve kum taşıyan rüzgâr, ani sıcaklık düşüş ve artışları, aşırı azami ve asgari sıcaklıklar ve sürekli etkiyen nem, malzemenin fiziksel ve kimyasal olaylarla zarar görmesi için çalışırlar.

## 1.3. GENEL KURALLAR

Belirtilen fiziksel etkilere uzun süre dayanabilen, bakım ve onarım masrafları düşük olan ve yapıfiziksel açıdan tamamen etkin olup bu etkinliği koruyan dış duvarlar ekonomik sayılabilirler. Buna göre ısı ve

nem rejimleri ve engellenmesi imkânsız olan form değişikliklerini hesaba katan çeşitli kurallar oluşturulmuştur.

### 1.3.1. Isı ve nemden korunma

Dış duvarlar öncelikle toprak altında kalan bölümlerinde toprak altı nemine, aşağı süzülen yağış suyuna ve gerekliyse toprak altı kaynaklarının suyuna karşı korunmalıdır (→ 1.4.).

Binanın kullanım alanına uygulanmış yeterli bir ısı korunumu ve iyi bir tabaka sıralaması veya difüzyon tekniği önlemleri ile içten gelen nem ve ısı etkileri dikkate alınmalıdır. Eğer dış duvarların iç yüzeylerinde rutubet oluşmasına izin verilmeyecekse sözkonusu yapı elemanlarının iç üst yüzeylerinin de su emmemesi sağlanmalıdır.

Bütün dış duvarların ana klimaya, çevre iklimasına ve duvarın yönlere göre konumuna uygun bir dış hava korunumu olmalıdır. Eğer sağnak yağmur söz konusu ise pencerelerde dahil olmak üzere tehdit altındaki bütün cepheler su geçirmez olarak donatılmalıdır (→ 1.6. ve 2.2.3.).

Etkili bir dış hava korunumu binanın konforu için şarttır. Dış duvarın yönlere göre konumu da çok önemlidir.

Soğuk kış rüzgârı yiyen taraflar (kuzey duvarları) ısıya karşı iyi yalıtılmalıdırlar. Bol güneş ışıması altındaki cepheler mümkün olduğunca ışıyı yansıtıcı olarak donatılmalıdır (özellikle hafif yapı tarzlarında). Dış yüzeyleri açık renk olmalıdır. (beyaz, sarı, gümüş rengi, açık kırmızı vs.) Bunlarda ısı depolama özelliği, ısı yalıtımından daha önemlidir.

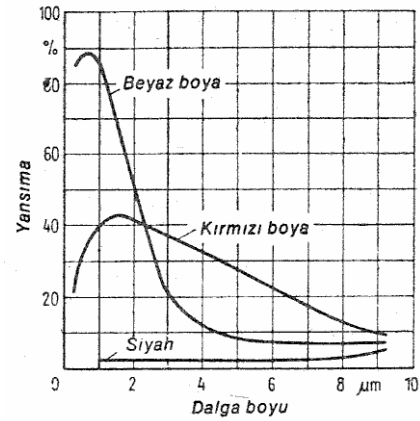
Sağnak yağış altındaki cephelerin dış hava korunumu iyi olmalıdır.

Kuzeye bakan duvarların güneş ışınlarını emmeleri için güney ve güneybatı duvarla-

rının aksine, koyu renk boyanmaları tavsiye olunur.

Bu genel kurallara estetik, ekonomik veya imalat tekniği bakış açılarından kaynaklanan kurallar eklenebilir. Bunlar burada incelenmeyecektir.

Şekil 5, ışık dalga uzunluğuna bağlı olarak beyaz, kırmızı, ve siyah renklerin yansıtma etkilerini göstermektedir.



5 Beyaz boya, sadece dar sınırlı bir dalga alanının ışınlarını yansıtır. Açık kırmızı boyanın yansıtma etkisi 2 m den büyük dalga uzunluklarında daha güçlüdür.

### 1.3.2. Genleşme derzleri

Dış duvarların sıcaklık ve neme bağlı şekil değişikliklerinin mutlaka dikkate alınması gerekir. Sıkıştırma gerilmeleri ya konstrüksiyona iletilmelidir ya da -bu genellikle daha ekonomik olan metottur- şekil değişikliklerine bir direnç olmaması sağlanarak gerilim doğmaması sağlanmalıdır.

Bu türden hiçbir hata yapmamak için, dış ülke standartlarında yapı elemanlarının ve bu sayede dış duvarların da belli aralıklarla genleşme derzleri tarafından ayrılması şart koşulmuştur. Genleşme derzlerinin aralıkları için azami değerler verilmiştir. Bu tür derzlerin uygulanmasıyla her zaman sıkıştırma gerilmelerinin tamamen engellendiği ve şekil değişikliklerinin yol açtığı hasarlardan korunulduğu sanılmamalıdır.

Bu nedenle konstrüksiyon sırasında toleransları her zamankinden çok hesaba katmalı ve büzülme değerleri yardımıyla (Bu değerler her malzeme için malumdur) her tabakanın uzunluk değişimlerini detaylarına kadar incelemek ve hesaba katmak şarttır. Öncelikle ilgili malzeme tabakalarının nasıl bir doğrusal uzunluk değişimine uğrayacakları saptanmalıdır. Bu konuda Tablo 2 nin genleşme katsayıları ve büzülme kabarma değerleri kullanılacaktır. Bu sayede alan uzunluğu L (m) ye göre malzemenin hareket etmesi için yeterli hacim bulunup bulunmadığı kontrol edilebilir (Malzeme için boy uzaması kadar engellenen bir boy kısalması da tehlikeli olabilir).

Örneğin hesaplanan genleşme engellenirse her cm<sup>2</sup> kesit alanına

$$\sigma = \frac{\Delta l \cdot E}{L} \text{ [kp/cm}^2\text{]} \text{ lik bir basınç düşer.}$$

Burada

$\Delta l$  Uzunluk artışı [m]

E Malzemenin elastiklik modülü

L Alan uzunluğu [m]

Elastiklik modülü örneğin,

|             |                              |   |
|-------------|------------------------------|---|
| Çelik için  | 2.100.000 kp/cm <sup>2</sup> |   |
| Dökme demir | 1.000.000                    | » |
| Beton B 225 | 140.000                      | » |
| B 400       | 300.000                      | » |

Klinker örme

duvar 50.000 » dir.

**Örnek:** Bir cephenin beton yapı plakası 50 derece ısınmaktadır (montaj sıcaklığına kıyasla) plaka 1 m uzunluğunda, 2 cm kalınlığında, 50 cm yüksekliğindedir (F = 100 cm<sup>2</sup>).

Buna göre uzunluk artışı

$\Delta l = \Delta t \cdot \alpha_t \cdot L = 50 \cdot 0,012 \cdot 1,0 = 0,6 \text{ mm}$  dir. Şekil değişikliği engellenirse plâka içerisinde;

$$\sigma = \frac{0,0006 \cdot 140.000}{1,0} = 84 \text{ kp/cm}^2 \text{ lik bir}$$

basınç oluşur.

Plâka tüm kesidiyle engel üzerine

$P = F \cdot \sigma = 100 \cdot 84 = 8400 \text{ kp} = 8,4 \text{ Mp}$  luk bir basınç uygulanır.

Ve tersi:

Bir lifli çimento levha duvara kısalma hareketi yapamayacak şekilde monte edilmişse (hiç te nadir bir hata değildir), hareketi engelleyen cıvataların birbirinden uzaklıkları 50 cm dir. Levha 20 °C de monte edilmiştir ve kışın -10 °C lik sıcaklığa maruz kalmaktadır. Yani 30 derece soğumuştur.

Levhanın gerçekleştirmek istediği kısalma

$$\Delta l = 30 \cdot 0,012 \cdot 0,5 = 0,18 \text{ mm dir.}$$

cıvata delikleri bu ufak oynamaya izin verirlerse gerilim oluşmaz. İzin vermezlerse (örneğin pas cıvata deliğini doldurursa) levha içinde;

$$\sigma = \frac{0,00018 \cdot 140.000}{0,5} = 50 \text{ kp/cm}^2 \text{ lik}$$

bir gerilim oluşur. Lifli çimento gevrek bir malzemedir. Bu nedenle çekme gerilimi çatlamaya neden olacaktır. Bu da sık sık görülür.

Örneğin ahşap lifli betondan dış duvarlarda (→ 1.9.4.) sıcaklığa değil, neme bağlı boy değişiklikleri, en başta kabarma değerleri olmak üzere, önem kazanır. Bunlarda genleşme derzleri daha sık aralıklarla yerleştirilir (12 m). Genleşme derzlerinin masif duvar elemanlarında kullanımından örnekler için Şekil 6'ya bakınız.

#### 1.4. DIŞ DUVARLARDA YÜZEY NEMİNDEN KORUNMA

Yüzey nemi deyince zemine adezyon yoluyla tutunan, toprak tanecikleri arasın-

**Tablo 2. 0-100 °C arasındaki sıcaklık etkileri ile meydana gelen uzunluk değişimleri (Genişleme-çekme değerleri) ile sıfır ve doyma derecesinde nem etkileri ile meydana gelen uzunluk değişimleri (kabarma-büzülme değerleri)**

| Malzeme                     | Genleşme-çekme<br>değerleri<br>(mm/m °C) | Kabarma-büzülme<br>değerleri<br>(mm/m = ‰) |
|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| • Masif yapı malzemeleri    |                                          |                                            |
| Ağır beton, betonarme       |                                          |                                            |
| B 225                       | 0,010...0,012                            | 0,20                                       |
| B 300                       | 0,012...0,015                            | 0,14                                       |
| Çimento harç (1/4)          | 0,008...0,011                            | 0,20                                       |
| Kireçli çimento harç        | 0,009                                    | 0,28                                       |
| Silikalı beton              | 0,007...0,008                            | 0,20...0,50                                |
| Hafif katkı malzemeli beton | 0,008...0,009                            | 0,30...0,50                                |
| Gözenekli beton (Gazbeton)  | 0,011                                    | 0,20...1,00                                |
| Alçı (Yoğunluğuna göre)     | 0,018...0,025                            | 0,08...0,50                                |
| Klinker                     | 0,006...0,008                            | 0,10                                       |
| Fayans                      | 0,004...0,006                            | 0,06                                       |
| Kireçli kum taşı            | 0,008                                    |                                            |
| Ksilolit                    | 0,017                                    |                                            |
| Tuğla                       | 0,005                                    | 0,12                                       |
| • Doğal taşlar              |                                          |                                            |
| Andezit                     | 0,005                                    | 0,10                                       |
| Bazalt                      | 0,009                                    | 0,35                                       |
| Diabas (Yeşim taşı)         | 0,007...0,008                            | 0,09                                       |
| Diorit (Yeşil taşı)         | 0,009                                    | 0,12                                       |
| Gabro, Gabronit             | 0,009                                    | 0,13                                       |
| Granit                      | 0,008                                    | 0,06...0,18                                |
| Kireç taşı                  | 0,007                                    | 0,10...0,16                                |
| Porphyrit (Kırmızı sumaki)  | 0,012                                    | 0,08                                       |
| Quarzit (Çakmak taşı)       | 0,012...0,013                            | 0,08                                       |
| Quarzporhy                  | 0,012                                    | 0,08                                       |
| Kum taşı                    | 0,012                                    | 0,30...0,50                                |
| Syenit taşı                 | 0,008                                    | 0,15                                       |
| Travertin (Kafeki taşı)     | 0,006                                    | 0,10...0,12                                |
| • Metaller                  |                                          |                                            |
| Çelik                       | 0,012...0,015                            |                                            |
| Pirinç                      | 0,016...0,017                            |                                            |
| Nikel                       | 0,016...0,017                            |                                            |
| Kalay                       | 0,022...0,023                            |                                            |
| Çinko                       | 0,026...0,035                            |                                            |
| Aluminyum                   | 0,023...0,024                            |                                            |
| Kurşun                      | 0,029                                    |                                            |
| Bronz                       | 0,018                                    |                                            |
| Krom                        | 0,007                                    |                                            |
| Dövme demir                 | 0,012                                    |                                            |
| Dökme demir                 | 0,010                                    |                                            |
| • Çeşitli malzemeler        |                                          |                                            |
| Asfalt                      | 0,030                                    |                                            |
| Cam                         | 0,008                                    |                                            |
| Kristal cam                 | 0,0005                                   |                                            |
| Blok mantar, şişirilmiş     | 0,080                                    |                                            |
| Odun lifi betonu            | 0,008                                    | 3,0...5,0 (!)                              |

**Tablo 2. (Devam)**

| Malzeme              | Genleşme-çekme<br>değerleri<br>(mm/m °C) |       | Kabarma-büzülme<br>değerleri<br>(mm/m = ‰) |            |
|----------------------|------------------------------------------|-------|--------------------------------------------|------------|
| • Plastik malzemeler |                                          |       |                                            |            |
| Epoksi reçine        | 0,010...0,020                            |       |                                            |            |
| Poliester reçine     | 0,020...0,025                            |       |                                            |            |
| Kalıplama maddesi    | 0,045...0,050                            |       |                                            |            |
| Poliizobütilen       | 0,060                                    |       |                                            |            |
| PVC, PMMA, PS        | 0,080                                    |       |                                            |            |
| Poliamit             | 0,100                                    |       |                                            |            |
| Poliüretan           | 0,120                                    |       |                                            |            |
| Polietilen           | 0,220                                    |       |                                            |            |
|                      | Liflere .....                            |       |                                            |            |
|                      | paralel                                  | dikey | radyal                                     | tangential |
| • Ahşap              |                                          |       |                                            |            |
| Gürgen               | —                                        | —     | 5,8                                        | 11,8       |
| Meşe                 | 0,005                                    | 0,054 | 4,0                                        | 7,8        |
| Gümüş çamı           | 0,005                                    | 0,034 | 3,6                                        | 7,8        |
| Beyaz çam, köknar    | —                                        | —     | 4,1                                        | 7,7        |
| Çam                  | 0,004                                    | 0,058 | 3,8                                        | 7,8        |

dan sızan, yüzey gerilimi sayesinde her taneciği deri gibi saran (adsorbe edilmiş su) ve kapırlılık sayesinde toprağın gözeneklerinde kalan suyu anlıyoruz. Kapılar su'da, yüzey nemi için birikmeler sonucu oluşan rutubetin aksine aşağıya doğru bir hareket olmaması karakteristiktir.

#### 1.4.1. Nem bölgesi

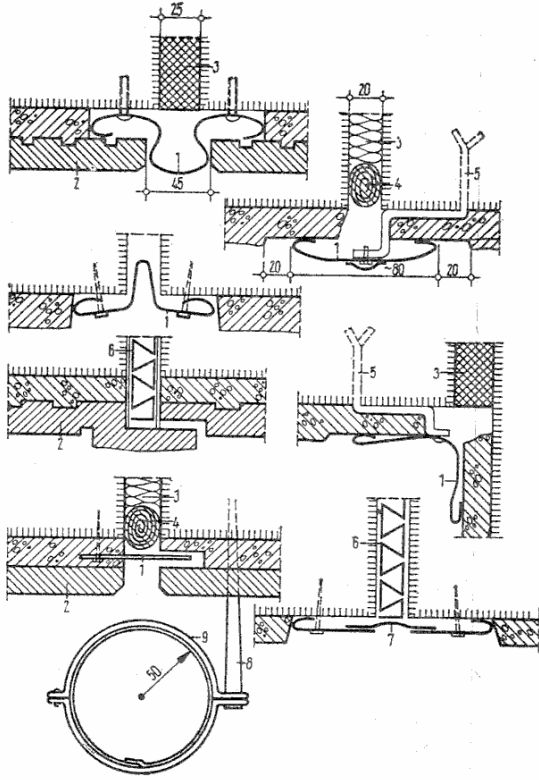
Yüzey nemi yapı yüzeylerine temas ederse, bunların kapırlılığı sayesinde yukarıya doğru ilerler ve yayılır. Böylece bodrum ve zemin katların duvarları fazla miktarda nemlenebilir. Nemin ilerleme yüksekliği, toprak seviyesinden 2 hatta 3 metreye kadar varabilir. Yukarı sızan nemin miktarı, toprak içinde kalan duvarda yukarıya doğru artar, toprak seviyesinde azami değere ulaşır. Orada serbest yüzeyde buharlaşma başlar ve bundan sonra nem miktarı nemlenen bölgenin sınırında sığırda ulaşana kadar azalır (Şekil 7).

Bu bölgenin sınırı, yüzeyde pek açık gösterilmemiştir. Üst sınırın yüksekliği dış havaya bağlıdır. Sonbaharda artan rölatif hava nemi, nem bölgesinin üst sınırını daha da yukarıya kaydırır. İlkbaharda havanın rölatif nemiyle birlikte üst sınırda düşer.

Böyle sürekli nemlenme kuruma olayları etkisindeki duvarda en çok suda eriyen tuzların kristal yapılarının bozulmasıyla meydana gelen hasarlar önemlidir.

Bir duvarın nem bölgesinin, her zaman aynı kalan bir rölatif yüksekliği vardır. Dış duvarın herhangi bir yerinde buharlaşma, yoğun tabakalarla yalıtılırsa nem, bu yüzeye kısıtlı bir şekilde yükselir.

Dış yüzeylerinde buharlaşma imkânı az olan dış duvarların iç yüzeylerinde, nem bölgesi önemli ölçüde yükselebilir.



6 Masif dış duvarlarda genleşme derzleri

1 Metal veya plâstik malzemeden örtü (kapak), 2 Seramik plâkalar, 3 Derz dolgu malzemesi, 4 Cam elyafı örgü, 5 Galvanizli demir lama, 6 Ondule yapı kartonu, 7 Esnek şeritler, örneğin PVC'den, 8 Düşey boru tutucu, 9 Yağmur borusu (düşey).

#### 1.4.2. Nem etkileri

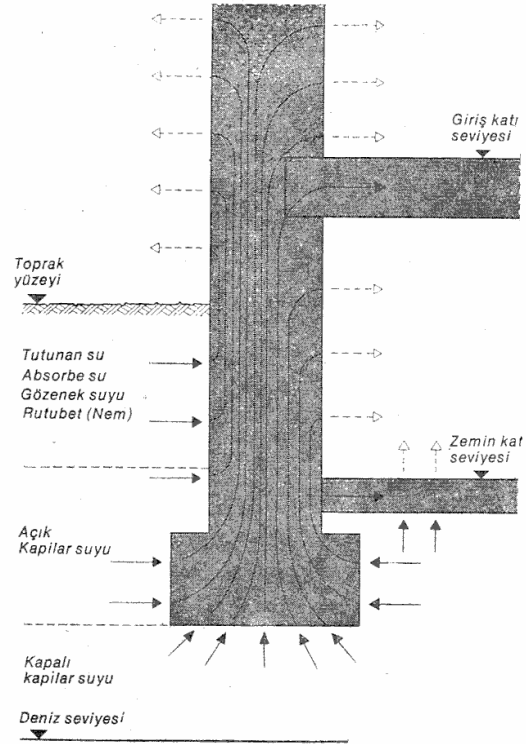
Duvarlarda nem etkileri çok yönlüdür. Öncelikle zemin duvarlarının ısı yalıtım verimi düşer, bunun sonucu da yoğuşma suyu oluşabilir.

Duvar kağıtları sürekli nemleneceğinden kabarmalar ve lekeler görülür. Bu tür odalar sıhhi değildir, rahatsız edici bir koku taşırlar ve ısınma için daha fazla yakıt gerektirirler. Ekstrem sıcaklıklar daha da belirginleşir (kışın dondurucu soğuk).

Duvar kağıtları duvardan ayrılır, iç sıva çözülür ve dökülür. Dış yüzeyde de bir çok

hasar görülür: İnce tuğla kabuklarını yerinden söken tuz kristalleşmesi ve reaksiyonu oluşur. Nemin sürüklediği asitli maddeler, kısa sürede kireçli çimento veya çimento harcını, kumlu veya toz halinde bir madde haline getirir. Bu maddenin tutucu özelliği de kalmamıştır. İçte ve dışta bütün duvarlar suyla çözülebilir veya çözülemeyen tuz tabakaları ile kaplanabilir.

Nem sadece fiziksel değil kimyasal hasarlar da oluşturur. Bağlayıcı malzemelerin çözülüp, ayrılmasından başka, tuzların hacim artışının neden olduğu çatlama ve kabarmalar görülür. Özellikle donma sonucu hasar gören nemlenmiş duvarlar önem taşır. Yüzeyde başlayan yapısal (doku) bozuklukları içerilere doğru ilerler. Sonunda yapı elemanlarının değeri ve etkinliği azalır, yok olur.



7 Yüzey neminin bir dış duvardaki ilerleme şeması

Bodrum ve giriş katlarının yapı elemanlarında yüzey nemi sonucu meydana gelen mantarların yol açtığı hasarları hepimiz yakından bildiğimiz için burada daha fazla bilgi verilmeyecektir.

#### 1.4.3. Yalıtım önlemleri

Yapı, yüzey neminden korunursa yukarıda belirtilen hasarlar görülmez. Yüzey (toprak yüzeyi) nemine karşı alınan bütün önlemler, nem yalıtım önlemleri olarak adlandırılır.

Uygulanan yalıtım tabakaları, yapı elemanını nemden korunma görevini üstlenirler ve aynı zamanda nemle birlikte gelen kimyasal maddelerin etkimesini de engellerler. Bundan başka düşey yalıtım tabakaları toprakla temas halinde olan yapı elemanlarını rutubetten korurlar.

Nem yalıtım tabakaları dikkatle hazırlanıp, uygulanmalıdır. Hatalar ilerde hiçte kolay giderilemez ve büyük masraf gerektirirler.

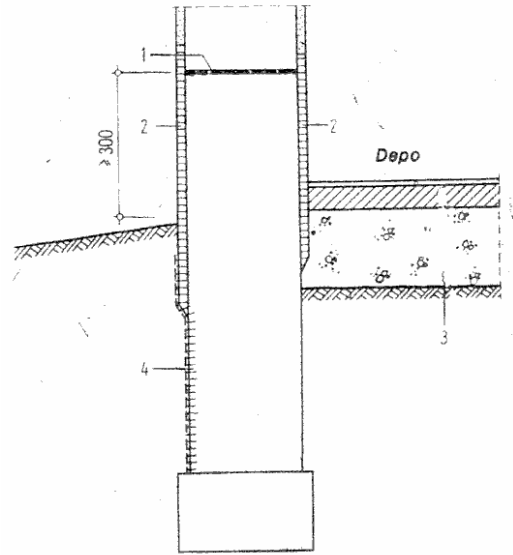
Üç çeşit nem yalıtım tabakası vardır:

- Duvarlardaki yatay yalıtım tabakaları
- Dış duvarlardaki düşey yalıtım tabakaları ve
- Zeminlerdeki yalıtım tabakaları

Yapılar sıkıştırılmamış toprak zemin üzerine yapılmış ve bodrum katının seviyesi en yüksek yer altı suyu seviyesinden yukarıdaysalar veya sıkıştırılmış toprak zemin üzerinde yapılmış olup bodrum seviyeleri yer altı suyunun kapalı kapılar çevresinin üzerindeyseler yalıtıcılar neme karşı yeterli bir koruma sağlarlar. Sıkıştırılmış toprak zemin üzerindeki yapılarda dış duvarlarda yoğunlaşan suyun iletilmesi için mükemmel bir drenaj bulunması gerekmektedir. Ancak sürekli etkili bir drenaj, yalıtım tabakalarının görev yapmalarını garanti altına alabilir.

##### 1.4.3.1. Duvardaki yatay yalıtım tabakaları

Yatay yalıtıcıların görevi, yalıtım malzemelerinin üzerinde bulunan yapı elemanlarını yükselen nemden korumaktır. Bunlar sadece bodrum katının değil, giriş katının duvarlarının da kuru kalmasını sağlarlar. Bunların yapıya sonradan ilave edilmeleri fazla masraf gerektirir. Bodrumu olmayan yapıların iç ve dış duvarlarında toprak yüzeyinden 300 mm yukarıda en az birer yatay yalıtım tabakası bulunmalıdır (Şekil 8).

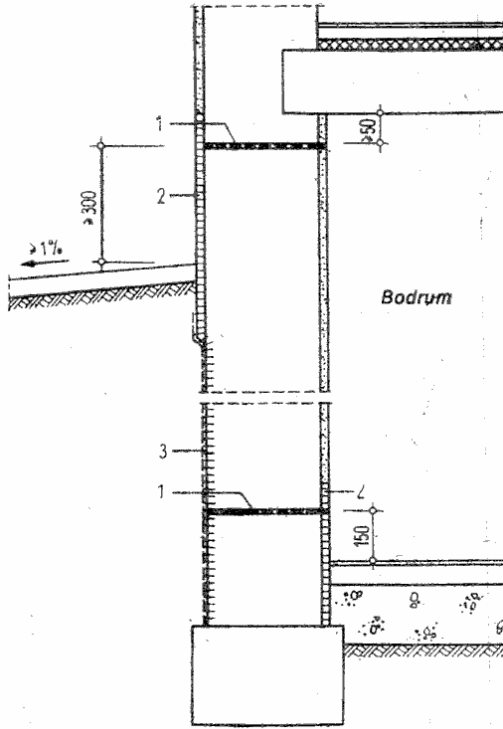


8 Bodrumu olmayan bir yapının dış duvarındaki yalıtım önlemleri

1 Üst yatay duvar yalıtımı, 2 Su geçirmez sıva, 3 İri taneli çakıl, 4 Su geçirmez ince tabaka (boya)

Bodrumlu yapılarda, dış duvarlarda biri toprak yüzeyinden 150 mm öbürü 300 mm yukarıda olmak üzere en az iki yatay yalıtıcı yerleştirilmelidir (Şekil 9).

Altındaki yalıtım tabakası iç duvarlarda da bulunmalıdır. Alt tabaka bodrum duvarını, üst tabaka bodrum tavanını ve giriş katının yapı elemanlarını korur; bunların önemi, dış duvarlardaki düşey yalıtıcıların zamanla etkilerinin azalması gözönüne alınınca daha da artar.

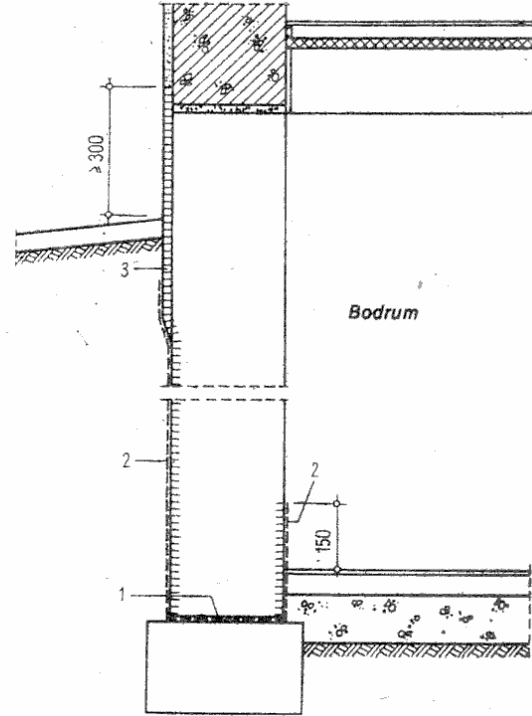


**9** Yeraltı seviyesi üzerindeki bodrum tavanının dış duvar su yalıtımı

1 Yatay duvar yalıtımı, 2 Su geçirmez sıva, yıkanmış beton veya klinker, 3 Su geçirmez ince tabaka (boya)

Bundan başka yer altı sularından da bir korunma sağlar. Beklenmedik yer altı suyu yükselmelerinde ve kondanse su oluşmasında alt yalıtıcıyı su aşırı zorlayıp, üst yalıtıcı bunu engelleyemezse nem bodrum tavanına ve giriş katı duvarlarına yükselebilir. Bu nedenle bodrumun iç duvarlarının da iki yalıtıcı tabakalı yapılması tavsiye olunur.

Beton duvarlarda alt yalıtım tabakası rahatlıkla temel hatılı üzerine yerleştirilebilir (bak. Şekil 10). Üst yalıtıcı bodrum tavan kirişlerinin en azından 50 mm altına yerleştirilmelidir. Bütün duvar yalıtım tabakaları sadece duvarı değil, eğer varsa iç sıvayı da boydan boya kesmelidir (bak. Şekil). Yalıtım tabakasının üzerinde çekilmiş bir sıva etkin bir nem köprüsü oluşturur.



**10** Bir beton duvardaki nem yalıtım önlemleri

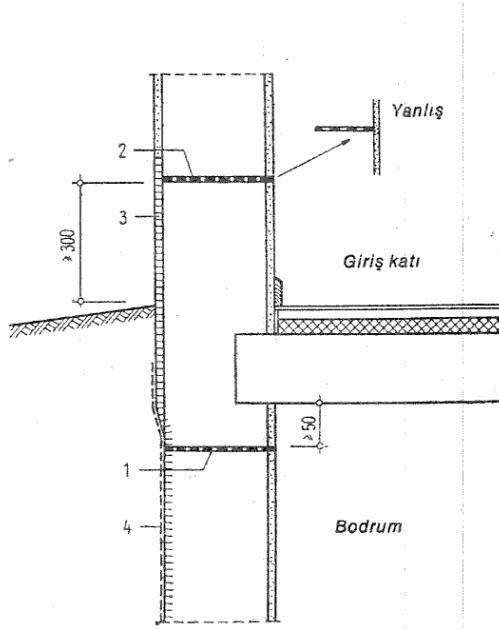
1 Yatay nem yalıtım tabakası, 2 Su geçirmez ince boya tabakası, 3 Su geçirmez sıva

Bodrum tavanı derinde olan yapılarda, bodrum tavanı üzerindeki dış duvarlara toprak yüzeyinin 300 mm yukarısında yer alan üçüncü bir yalıtıcı yerleştirilmelidir (Şekil 11).

Duvarların bitümlü veya plastik yalıtım malzemeli yalıtıcılarla ayrılması zor olursa, bunların yerine su geçirmez betondan yatay yalıtım tabakaları kullanılabilir.

Bunlar en azından 60 mm kalınlığında ve üç tabakalı olmalıdırlar.

Montaj yapılarda duvarlara yatay yalıtıcılar yerleştirilmesi olanaksızdır. Bu gibi durumlarda dış duvarlar en azından toprak üzerinde 50 mm'ye kadar ve iç duvarlar tavan kirişlerine kadar su geçirmez betondan yapılmalıdırlar. Duvarlar su geçirmez harç ile kaplanmalıdır (Şekil 12).



**11** Bodrum tavanı derinde olan üç nem yalıtıcılı duvar

1 Tavan altındaki yalıtım tabakası (daha derin-deki yalıtıcı gösterilmemiştir), 2 Yeraltı suyu seviyesi üzerindeki yalıtıcı tabaka, 3 Su geçirmez sıva, 4 Su geçirmez ince tabaka (boya).

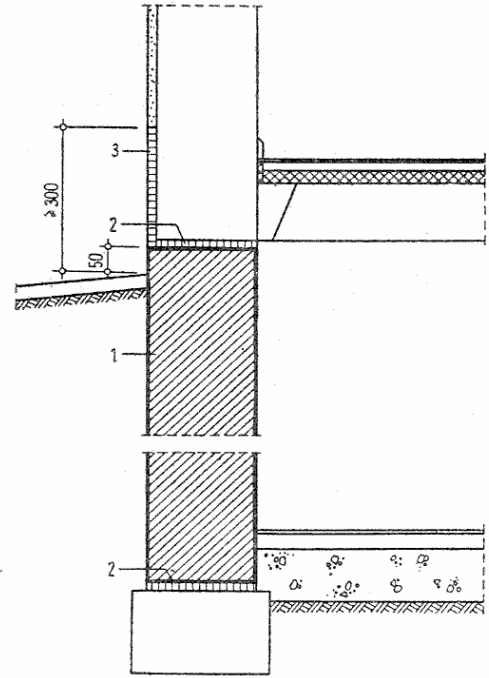
#### 1.4.3.2. Duvarlardaki düşey yalıtım tabakaları

Düşey yalıtım tabakalarının dış duvarlarda yeraltı sularına karşı kesin bir yalıtıcılık görevi üstlenebilecekleri veya üstlenmeleri gerektiği düşüncesi tümüyle hatalıdır.

Yalıtım tabakaları toprağa değen bütün dış duvar yüzeylerine yerleştirilirler.

Yükseklikleri temel hatılından itibaren en az topraktan 300 mm'ye kadar olmalıdır. Düşey yalıtım tabakasının en üst yatay yalıtıcısı ile her zaman kapalı bir sistem oluşturması önemlidir (Örnekler; bak. Şekil 8, 9, 10, 11).

Su geçirmez betondan duvar elemanlarında toprak üzerindeki düşey yalıtım tabakaları sıçrayan suya karşı kullanılırlar (Şekil 12). Betondan dış duvarların içinde ve iç duvarlarda bodrum zemininden 150 mm'ye kadar düşey yalıtım tabakaları yerleştirilir.



**12** Nem yalıtıcı beton bir bodrum duvarının yalıtım tabakaları

1 Su geçirmez beton, 2 Su geçirmez harç, 3 Su geçirmez sıva, 4 Su geçirmez ince tabaka (boya)

Bina çevresindeki toprak yapıya doğru en az % 1 lik bir eğim göstermeli ve yüzeyi suyu iletecek şekilde hazırlanmalıdır.

#### 1.4.4. Uygulama kuralları

Yalıtım tabakaları geçerli nizamnamelere, standartlara ve normlara göre uygulanmalıdır.

##### 1.4.4.1. Yatay duvar yalıtım tabakaları

Yatay bitümlü veya plastik yalıtım tabakaları uygulanmadan önce, alt zemindeki eğrilik ve aşırı pürüzlülükler giderilir. Bitümlü membranlar, dış yüzeyleri alta gelecek şekilde yerleştirilmelidirler. Anorganik taşıyıcı tabakası olan çatı örtülerinin kullanılması yerinde olur. Bitümlü yalıtım tabakalarının yerleştirilmesinde m<sup>2</sup> ye 0,5 kg dan fazla sızdırmaz yapıştırıcı kullanılmı-

**Tablo 3 Dış duvarlardaki yatay örtü niteliğinde yalıtım tabakaları**

| Yalıtım tabakası                   | Kat sayısı | Kenar örtücülerin asgari genişliği [mm] | Uygulama                                                                                               |
|------------------------------------|------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bitümlü Membran Cam yünü örtü      | 2          | 100                                     | Katlar üstüste ve kuru olarak yerleştirilir, yapıştırıcı ile tutturulur, kenar örtücüler yapıştırılır. |
| Plastik maddelerden sızdırmaz örtü | 1          | 50                                      | Kuru olarak yerleştirilir kenar örtücüler ısıtılarak tutturulabilir.                                   |

malıdır. Bu gibi hatalar ileride büyük zararlara yol açabilir (→ Tablo 3).

#### 1.4.4.2. Düşey duvar yalıtım tabakaları

Yalıtım malzemeleri, girinti çıkıntısız düz bir yüzeye uygulanmalıdır.

Kargir yüzeyler tamamen derz'siz olmalı, beton yüzeylerdeki pürüzlerde giderilmelidir. Eğer çimento harcından bir sıva kullanılmışsa, bu iyi tutunmalıdır, aksi halde yarardan çok zarar getirir.

Düşey ve yatay yalıtım tabakaları, daha önce de belirtildiği gibi, hiçbir yerinden nem sızamayan kapalı bir sistem oluşturmalarıdır (Tablo 4).

Bitümlü yalıtım tabakalarının alt yüzeye iyi yapışması için daha önceden yüzeye soğuk hazırlanmış ince akıcı bir astar tabaka sürmek gerekir. Kuru duvarlara çözücü bir astar malzeme, nemli duvarlara da emülsiyon esaslı bir astar malzeme uygulanmalıdır. Emülsiyon esaslı astarlı duvarlara, ancak çözücü içermeyen soğuk hazırlanmış tabakalar sürülmelidir.

**Tablo 4 Dış duvarların yalıtım tabakaları**

| Düşey yalıtım tabakasının konumu       | Düşey yalıtım tabakasının uygulanması                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Toprak yüzeyinin altında               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Soğuk hazırlanmış bitümlü ön astar üzerine</li> <li>2. Sıcak hazırlanmış bitümlü örtücü tabaka</li> <li>3. Veya soğuk hazırlanmış örtücü tabaka</li> </ol> |
| Toprak yüzeyinin altında veya üzerinde | <p>Su geçirmez sıva<br/>Su geçirmez beton (monolitik)<br/>Su geçirmez harç kullanılmış su geçirmez beton plâkaları</p>                                                                               |
| Toprak yüzeyinin üzerinde              | <p>Su geçirmez kargir<br/>Su geçirmez harç kullanılmış yapı seramiği<br/>Karo plâkalar<br/>Karo klinker</p>                                                                                          |

Düşey yalıtım tabakalarında bitümlü malzemeler kullanılması yüzey özelliklerine bağlıdır ve Tablo 5'te verilmiştir. Bitümlü yalıtım tabakasının bütün katları aynı malzemedan hazırlanmalıdır (Bitümler veya katran).

Yapı temelleri üst uçlarında mümkün olduğunca çıkıntısız yapılmalıdır (Şekil 13). Su geçirmez sıvadan düşey yalıtım taba-

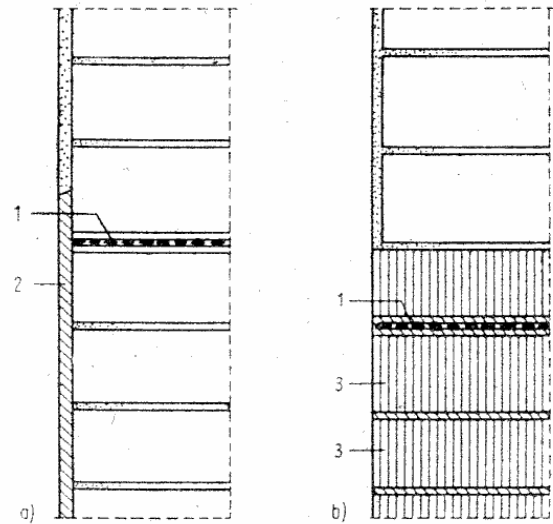
**Tablo 5 Düşey yalıtım tabakaları için kullanım değerleri**

| Alt yüzey özellikleri              | Tabakanın cinsi              | Dolgunuz bitüm harcama miktarı<br>(Yoğunluk ortalama 1000 kg/m <sup>3</sup> ) |              |              |              | Taş kömürü katranı harcama miktarı<br>(Yoğunluk ortalama 1200 kg/m <sup>3</sup> ) |              |              |              |
|------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                    |                              | kg/m <sup>2</sup>                                                             |              |              |              | kg/m <sup>2</sup>                                                                 |              |              |              |
|                                    |                              | Astar                                                                         | 1.Örtücü kat | 2.Örtücü kat | 3.Örtücü kat | Astar                                                                             | 1.Örtücü kat | 2.Örtücü kat | 3.Örtücü kat |
| Kaba sıva                          | Soğuk hazırlanmış astar      | 0,40                                                                          | –            | –            | –            | 0,50                                                                              | –            | –            | –            |
| Kaba beton                         | Soğuk hazırlanmış örtücü kat | –                                                                             | 0,85         | 0,85         | 0,80         | –                                                                                 | 1,05         | 1,05         | 1,00         |
| Derzleri pürüzsüz olan kargir yapı | Sıcak hazırlanmış örtücü kat | –                                                                             | 1,20         | 0,90         | –            | –                                                                                 | 1,50         | 1,15         | –            |
| Düzeltilmiş, pürüzsüz sıva         | Soğuk hazırlanmış astar      | 0,30                                                                          | –            | –            | –            | 0,40                                                                              | –            | –            | –            |
| Pürüzsüz beton                     | Soğuk hazırlanmış örtücü kat | –                                                                             | 0,70         | 0,70         | 0,65         | –                                                                                 | 0,90         | 0,90         | 0,85         |
|                                    | Sıcak hazırlanmış örtücü kat | –                                                                             | 1,00         | 0,90         | –            | –                                                                                 | 1,25         | 1,15         | –            |

kalı en azından 20 mm kalınlığında ve iki aynı kalınlıkta kat halinde uygulanmalıdır. Önceden atılan ince bir çimento harç tutunmayı kolaylaştırır. Harcın kalitesi en azından B 225 düzeyinde olmalıdır. Son yalıtım katıda tamamen kurumadan döşemenin doldurulmasına başlanılmamalıdır. Doldurulan zeminin dane iriliği 12,5 mm den fazla olmamalıdır. Doldurma zeminde yapı molozu ve kaba talaş zararlıdır.

#### 1.4.4.3. Döşemelerdeki nem yalıtımı

Döşemelerdeki nem yalıtımı, 5.4. bölümde anlatılacaktır. Bunlar da duvar yalıtıcıları ile birlikte kapalı bir sistem oluşturmalarıdır. Kumlu yüzey üzerine dökülmüş en azından 150 mm kalınlığındaki bir iri taneli çakıl tabakası da yükselen yüzey nemine karşı bir engel sayılır (kapılar kırıcı tabaka). Eğer kuru bir zemin arzu ediliyorsa beton kaide üzerine bir yalıtım tabakası uygulanmalıdır. Bu tabaka bitümlü malzemelerden, örneğin karton veya plastik örtülerden meydana gelebilir. Bitümlü döşeme yalıtıcı-

**13 Temel yapılar**

- a) Dış sıva ile bağlanan su geçirmez sıva
- b) Çimento harç ile bağlanmış klinker
- 1 Üst yatay duvar yalıtıcısı
- 2 Su geçirmez sıva
- 3 Klinker

larında soğuk astar kullanılmamalıdır çünkü yalıtım malzemelerinin yüzey üzerinde tutunmaları astarda belirli hasarlar oluşturabilir.

#### 1.4.5. İslâh etme işlemleri

Yeni yapılarda yalıtım tabakalarının yerleştirilmesi oldukça basit bir işlemdir. Buna karşın, yalıtım tabakaları etkisini yitirmiş veya yalıtım tabakası olmayan eski bir yapının yalıtım sisteminin ıslâh edilmesi daha problemlidir.

En emin yol bu tabakaları yeniden yerleştirmektir. Eğer sadece düşey yalıtım tabakası söz konusuysa, toprak kazılacağından iş biraz zahmetli olacaktır, ama bu, yinede yatay duvar yalıtım tabakalarının duvarı dilim dilim keserek yerleştirilmesinden daha kolaydır. İşin başarılı olabilmesi için konuyla ilgili özel alanlar geliştirilmiştir.

Eğer eksik yalıtım tabakaları teknik veya mali nedenlerden yenilenemiyorsa bunun yerine duvardaki nem bölgesini “elektro - osmos” yoluyla düşürmek mümkündür.

Kötü yalıtılmış (veya hiç yalıtılmamış) duvarlarda nemi yok etmek için bunlardan başka sözünü etmek istediğimiz bazı ilkel ve her zaman başarılı olmayan metodlar da vardır.

1. “Duvar ciğeri” sistemi. Burada duvara 200-250 mm aralıkla 200-300 mm yükseklikte delikler açılır. Bu delikler duvarın ortasını 100 mm kadar geçmelidir. Sonra eğik olarak emici kil borucuklar yerleştirilir. Böyle duvar neminin kil boru arkasında toplanacağı ve sonunda dışarı verileceği umulur. Bu metod, tuğla duvarlarda başarılı sonuçlanabilir fakat kum taşı, doğal taşlar ve beton duvarlarda iyi sonuç vermezler.

2. “Hava kondansatörü” sistemi. Birbiriyle 30° lik açı yapan deliklerin görevi, gerçek bir havalandırmayla nemden kurtarmaktır. Metod kalite açısından ilk metottan farklı değildir. En görülür sonuç delik ağızlarındaki tuz birikimleri olabilir.

3. “Delik - tampon” metodu daha güvenilir bir metot olarak bilinir. Burada delikler yerden 300 mm yükseklikte 30 mm çapında aşağı doğru olarak eğik, duvarın her iki tarafında ve bir m içinde 4-8 adet açılır. Delikler, duvardaki kireçle reaksiyona giren, boşlukları dolduran ve böylece bir sızdırmazlık etkisi yapan kimyasal bir malzemeyle doldurulur.

4. “Delik-basınçlı dolgu” sistemi; daha değişik şekilde etkir. Burada oyulan delikler bir kompresör yardımıyla özel bir bitümle doldurulur. Duvardaki malzeme sonunda eksikliği görülen yalıtım tabakasının yerini tutacak şekilde yayılır. Metodun bir çok duvar çeşidi için kullanışlı olduğu söylenmektedir.

5. Duvarları nemli olan bir odanın daha kullanılır hale getirilmesi için iç sıvanın yenilenmesi yetebilir. Eski gözenekli sıva kazınır; çimento ve sızdırmaz malzemelerle hazırlanmış yeni bir su geçirmez sıva uygulanır. Eski sıvanın kalitesi halâ iyiye, sıvanın üzerine sızdırmaz, su ve buhar engelleyici duvar kâğıdı kaplanabilir (Örneğin kağıt yüzeyli lastik folyolar).

6. İç sıvayı arkadan havalandırma metodu, uzun süreden beri bilinir ve kullanılır. Söz konusu duvar, kıvrımlı, oluklu karton ile kanalları düşey kalacak şekilde kaplanır. Daha sonra bir sıva tutucu ile örtülür ve sıvanır. Kartonların beşinci kanalları alttan ve üstle açık olmalıdır. Böylece duvar, kullanılan odanın nemini nefes alır gibi içine çeker. Bu sistem ekonomikliği nedeniyle yıllardır geçerliliğini korumuştur.

#### 1.5. RÜZGÂR VE YAĞIŞ YÖNLERİNİN TESBİT EDİLMESİ

Projeci, projede sağanak yağmur ihtimallerinin yapıya getirebileceği zararları düşün-

meli ve yapı konumu plânlamasında bu hususu nazarı dikkate almalıdır.

### 1.5.1. Rüzgâr yönleri

Projede öncelikle yapının rüzgâr yönleri tesbit edilmelidir. Bir yapının, rüzgâr tarafından sık sık normalin üzerinde yağmur parçacıkları taşınan cepheleri rüzgâr yönleri olarak tanımlanır. Rüzgâr yönlerinin saptanmasında önemli etken, etkili rüzgârın yönüdür.

Buna göre projeci projesinin uygulanacağı bölgede hangi ana taşıyıcı rüzgâr yönleri olduğunu öğrenmelidir. Bu da oldukça basittir. Bunlar hakkında bilgiyi bölgenin meteoroloji merkezi verir. Buna göre dikdörtgen prizma şeklinde bir yapının en azından bir, normal olarak iki, üç adet rüzgâr yönü vardır. Bir yapı uzun tarafıyla doğu-batı doğrultusunda yerleştirilirse genellikle batı ve kuzey cepheleri rüzgâr yönleridir.

### 1.5.2. Rüzgâr - yağmur indeksi

Eğer rüzgar yönleri saptanmışsa, sağnak yağmur tehlikesi rüzgâr-yağmur indeksinden görülebilir. Bu indeks “sağnak yağmur” indeksi olarak anlaşılabilir ama pratik nedenlerden ötürü çevre şartlarına göre kar yağışının da bilinmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Sağnak yağmur, yapının dış yüzeylerini birinci derecede etkileyen bir yağış şeklidir. Rüzgâr olmadan yağmur yağsaydı su, sadece çatıları ilgilendiren bir sorun olurdu. Yapı cephelerine su düşmesinin nedeni rüzgârdır. Yağmur tarafından dikey yüzeylere saptırılan su miktarı  $R_s$  ortalama olarak hesaplanabilir:

$$R_s = 0,206 \cdot v \cdot R_N \text{ [mm]}$$

Burada:  $v$  rüzgâr hızı [m/s]

$R_N$  (yatay düzlemde ölçülen)

normal yağmur miktarı [mm/h]

8 m/s lik bir rüzgâr hızında düşey yüzey, yatay yüzeyden % 60 fazla yağmur alır. Yağmur damlalarının büyüklük ve kütlelerine bağlı olan yağmur düşme hızı ve yatay rüzgâr kuvvetinden sonuç olarak yağmur suyunun cepheye olan düşme açısı bulunur.

Bu güç bağıntısındaki yatay komponent sağnak yağmurun asıl karakterini belirler.

Rüzgâr-yağmur indeksi bölgenin ortalama yağmurunun ortalama yıllık toplamı ve rüzgâr hızının yıllık ortalamasının toplamını oluşturur. Toplam 1000'e bölünür. Pratikte bu indeks birimsiz kullanılır.

Ortalama rüzgâr hızı topraktan 10 m yükseklik için geçerlidir. Yüksek yapılarda bölge için geçerli ortalama hız 30 m yükseklik için % 25, 60 m için % 50 büyütülerek hesaplama yapılır.

İndekse göre bir bölge, belli bir rüzgâr-yağmur bölgesine ait olmaktadır. Alçak bölgelerde rüzgâr-yağmur indeksi 2,0 nin altındadır ve yağmur yönünden tehlikeli değildir.

Yüksek yapılarda üst katların başka, alt katların başka rüzgâr-yağmur bölgesine ait oldukları görülür. Çünkü yukarıda rüzgâr hızı büyütülen değerlerle hesaplanır. Genel olarak komşu yapılardan yüksekte kalan katlar, her zaman için, indeksi 2,0 den ufak olan bölgede bile sağnak yağmur tehlikesi altındadır. İndeksi 2,0-2,6 arasında olan rüzgâr-yağmur bölgesinde rüzgâr etkisi ve genellikle yağmur miktarları daha büyüktür. Binaların ana rüzgâr yönleri, bu bölgede

daha fazla zarar görebilirler. Bu bölgede indeks kriteri olarak 2,6 geçerlidir.

Yüksek ve etkili rüzgâr alan bölgeler, rüzgâr-yağmur yönünden tehlikeli bölgeye aittirler ve indeksleri 2,6'nın üzerindedir. Burada sık sık etkili rüzgârlar ve bunlara bağlı artan yağmur miktarları görülür. Bu da ısıtılan binalarda önemli ölçüde bir soğumaya neden olur. Bu bölgedeki yapıların rüzgâr yönleri sağına tehlikesinde olarak kabul edilir. Yıllık yağış miktarı ve rüzgârı bol, yüksek bölgelerin indikse 4,0 üzerindedir. Burada oldukça sert iklim şartları hüküm sürmektedir. Bu bölgelerdeki binaların rüzgâr ve ısı korunumuna ayrı özen gösterilmelidir. Burada rüzgâr yönlerinin düz arazideki yönlerle kıyasla farklılıklar gösterebileceği hatırlanmalıdır. Pratikte rüzgâr-yağmur bölgeleri sağına bölgeleri oluşturmaktadırlar.

Sağına yağmur gören bir cephenin tamamen su sızdırmaz olması gerekir. Fakat bu alışılmış yapı malzemeleriyle sağlanamaz sağlansaydı bile duvar dışa doğru kuruyamayacak, yani “nefes” alamayacaktı. Bu da istenmeyen bir durumdur.

Bir projeci, indeksi 2,6 üzerinde olan bölgelerde yapıların rüzgâr yönlerini uygun olarak saptamalı, bölgenin hava şartlarına uygun korunma önlemleri ile ekonomik ve teknik açıdan yeterli ve verimli yapılar inşa edilmesini sağlamalıdır (bak. Dış pencereler → 2.2.3.).

Projeci öncelikle hangi dış korunma tabakalarının iyi, hangilerinin kötü, hangilerinin güvenilir, hangilerinin tehlikede olduklarını, hangi cephe yapılarının sağına yağmura karşı uzun süre emniyetli olduklarını kesinlikle ve şaşmaz şekilde bilebilmelidir.

## **1.6. DIŞ HAVA ŞARTLARINDAN KORUNMA TABAKALARI**

Yeni yapı tipinden, dış hava şartlarına ve bina yapısına uygun, doğru bir dış korunum, yapı fiziğinin kapsadığı alanın en önemli görevlerinden biridir.

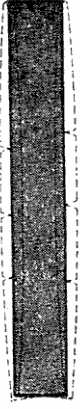
### **1.6.1. Genel bilgi**

İleride anlatılan, yapı duvarlarının yerleştirmeye göre mekanik yüklemelerle takviyeli, sıcaklık ve neme bağlı form değişiklikleri sürekli olarak gerilimlere neden olurlar. Bu gerilimler form değişikliklerinin engellenip engellenmemesinden bağımsız olarak meydana gelirler, ısıtıcı güneş ışınlamasının etkisiyle homojen bir duvar elemanı dış bükey bir şekil değiştirme uyarınca dış kabukta gerilim oluşur (Şekil 14). Şekil değiştirmeye müdahale edilirse dış kabukta basınç ve gerilim yığılmaları meydana gelir.

Burada şu gerçekler önem taşır:

a) Yapı elemanlarının hareketleri dış yüzeyde en fazladır. Şekil değiştirmeyi engelleme çabaları sonucu meydana gelen gerilimler yine dış kabukta en güçlüdür.

b) Hareketler (ve bununla gerilimler) periyodik olarak eğilimli oldukları, yönü değiştirirler. Dışbükey şekil değiştirmeyi, içe doğru geri bükülme hareketi izler. Basınç kuvvetleri, çekici kuvvetlerle sürekli değişim içindedirler.



14 Engellenen veya engellenmeyen form değişiklikleri sonucunda sıvalı duvar elemanlarında dış kabukta çatlamlar meydana gelir.

### 1.6.1.1. Elastiklik gereği

Buradan ön plânda sadece dış kabuğun sertliğinin olmadığı sonucu çıkmaktadır. Dış tabakanın belli bir asgari sertlik değeri olması gerektiği tartışılmaz (Aderans, kohezyon) ama bu tabaka kırılgan bir sert malzemeden meydana gelmemelidir.

Gözenekli dış duvar levhaları üzerine çimento sıvalar uygularken artan çimento oranıyla tabakanın elastiklik özelliğinin azaldığını ve çatlamaya olan eğilimin arttığını unuturuz. Bu yolla basınca karşı dayanıklılık artar fakat aynı şekilde çekici kuvvetlere karşı dayanıklılık azalacağından hiçbir şeye yaramaz. Ayrıca çimentolu dış tabakanın uzama katsayısı duvarın kendisinininkinden daha büyüktür.

Hava şartlarından korunum dış duvar elemanlarıyla sıkı sıkıya bağlıdır. Dış duvar elemanları, şişmelerin, katlanmaların, çatlamların, dökülmelerin görülmemesi için yeterli aderans güçleri, daha fazla kohezyon kuvvetleri ve belli bir elastikliğe sahip olmalıdırlar.

Bu sorun halâ kireçli çimento veya çimento harç ile çözülmek istenmektedir. Dış sıvanın yüzyıllar boyunca görevini bambaşka

koşullar altında yerine getirdiği unutulmaktadır.

### 1.6.1.2. Çatlama mekaniği

Eğer suyun zararlı etkisi olmasaydı geleneksel dış tabakalardaki gözenek ve çatlaklar hiç meydana gelmezdi.

Suyun çözücü ve sürükleyici etkileri bir çok cephede çabucak erozyona neden olur. Su, yapıda kimyasal reaksiyonları başlatır, donma zararları ve mikroorganizmaların çoğalmaları da su nedeniyle olur. Harç, sıva veya betondan yapılan bütün cephe yüzeyleri alkalik ve hidrofil'dirler. Suyu karşı etkili bir sınırlama yüzey gerilimleri yoktur. Sıvaların kapılları su emerler. Ama kapıllarsız gözenekler de, özellikle rüzgâr basıncı altında suyla dolarlar.

Sadece metaller, cam, fayans ve bazı plâstik maddeler suya karşı uzun süre için ataletlidirler.

Her cephenin sızdırmaz olmayan yerleri mevcuttur. Sıvalı cephelerde ince çatlaklara rastlamak doğaldır.

Dış sıvadaki çatlakların oluşturduğu sistem, gelen su için bir giriş bölgesi oluşturur. Su kapılar sistemi sayesinde sıva içinde dağılır ve sonunda sıvayı döker. Sıva çatlamları da çeşitli gerilimlerin sonucunda oluşurlar.

Her kuruyan harçta olduğu gibi, büzülme isteyen sıvada da, kontraksiyon isteği (büzülme, çekilme isteği) kohezyon ve aderans kuvvetlerince engellendiği için çekme gerilimleri oluşur. Bir harç sıvanın kohezyon güçleri oldukça zayıftır (çimentolu harç sıvanında). Bunlar hareketleri engelleyemezler ve çatlamlar meydana gelir. (Kabarıkma çatlakları) çatlama sonunda bir kuvvet dengesi oluşursa, gerilimler sona erer ve

çatlak olduğu gibi kalır. Yalnız sıva hasar görmüştür.

Eğer bir kuvvet dengelemesi sağlanamazsa gerilim, aderans kuvvetlerini de yenerler. Böylece sıva tutunduğu yerden çözülür ve ilgili yer eğer kenarlardan kohezyon kuvvetleriyle tutulmuyorsa düşer. Macun ve boyalarda da benzer durumlar söz konusudur. Çatlaklar, bir kuvvet oluşması meselesidirler ve belli bir kuvvetin, bir kohezyon veya aderans kuvvetinin, aşılması sonucu meydana gelirler.

Belli yöntemlerle çekici kuvvetlere karşı dayanıklı hale getirilmiş dış sıvalar ve tabakalar daha zor koparlar. Konstrüksiyon hatalarına bağlı geniş çatlaklar bunlarda da görülür.

Sıva harcındaki su ileten maddeler çatlak bölgede çabucak akıp giderler. Sıva çatlakları üzerindeki boyalar ve ince tabakalarda eğer aşırı derecede elastik değillerse çatlaklar. Su içeri girer boyanın altına sızar ve onu bulunduğu yerden döker.

Sıvadaki çatlaklar, nem olayları etkisinde kabarma ve büzülme hareketlerinin doğrultusunda çalışırlar. Böylece çatlak kenarları açılır, çatlak genişler ve çıplak gözle görülür hale gelir. Kılcal çatlaklar, geniş çatlaklar haline gelirler. Bu mekanizma sıvalı cephedeki erozyonun nedenidir.

Sıvadaki kabarma ve büzülme olayları, termik uzunluk değişimleriyle takviyelenir, nadiren de dengelenir, sağnak yağmura maruz kalan cephelerde çatlak kenarlarının erimesi ve geniş kabarma çatlakları rahatça gözlemlenebilir.

#### 1.6.1.3. Su emme faktörleri

Su emilmesi, alt yüzeylerin kapılar güçleri, yer çekimi kuvveti, rüzgâr basıncı, yağmur

damlalarının kinetik enerjisi ve hava akımı sayesinde gerçekleşir. 0,01 ile 0,5 mm arasındaki çatlaklar kapılar etki ederler.

0,1 ve 0,2 mm arasındaki çatlaklarda kapılar güçlerin su emilmesine katkısı hemen hemen rüzgârınki kadardır. Çatlak daha da genişlerse rüzgâr basıncının etkisi ağır basar.

Daha geniş çatlaklarda rüzgâr, suyu 4 mm genişliğe kadar içeri bastırır. Daha geniş çatlaklarda su filmi dağılır. Bir basınç dengelemesi oluşur ve böylece suyu duvara iten kuvvet yok olur.

Böyle geniş çatlaklara ve yarıklara su, yer çekimi kuvvetiyle çekilir. Genişliği 4 mm den fazla olan çatlaklara yağmur suyu kinetik enerjisi sayesinde de girebilir. Geniş açıklıklar ve yarıklarda bir hava basıncı düşüşü söz konusuysa (pencere derzleri ve sızdıran pencere kasalarında olduğu gibi) hava akımı sonucunda su sızar.

Hangi çatlak genişliklerinin hesaba katılacağı dış korunum tabakasının türüne bağlıdır. İnce gözenekli sıva cepheler kapılarları sayesinde su alacaklardır. Açık derzli pürüzsüz cephelerde buna ilaveten yerçekimi kuvveti, rüzgâr basıncı ve hava akımları da etki gösterirler.

Yağmurlu günlerde oldukça değişken olan ve cepheye önemli bir baskı kuvveti uygulayan rüzgâr basıncı hesapta ihmal edilirse yanlış sonuçlar bulunur. Bu tür araştırmalar için fışkırtma sistemleri ve basınç aygıtlarıyla pratikteki şartlara uyan basınç odaları gereklidir.

#### 1.6.1.4. Cephe suyu ve cephe yapısı

Yağmur gören cephe üzerinde, aşağıya doğru akmak isteyen bir su filmi oluşur.

Pürüzsüz cephelerde ve rüzgârsız havalarda bu durum gerçekleşir.

Buna karşı rüzgâr cephe suyunu olduğu yerde tutar hatta yukarı doğru sürer. İnce damlalı yağmur daha havadayken rüzgâr tarafından düşey doğrultudan saptırılır, hatta yukarı doğru yönlendirilir.

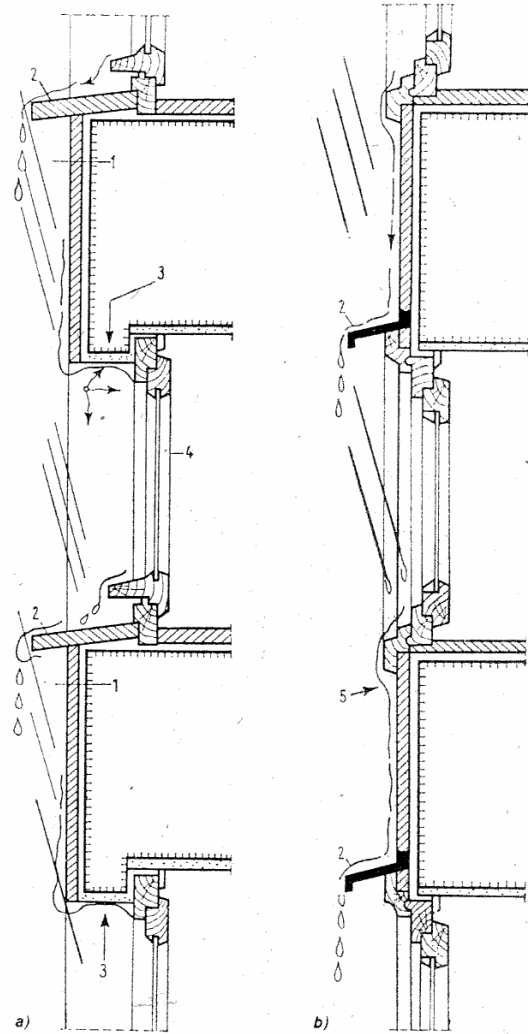
Sadece duvar yüzeyleri değil, pencereler de cephenin parçalarıdır. Eski yapılarda pencereyi cepheyle birleştirmeyip, derine yerleştirerek pencerenin alt kısmı bir pencere çıkıntısı kirisiyle kapatılırdı. **W.Schlegel**, enteresan bir yazısında bunun eski tip sıvalı cepheler için doğru, yüzeyi pürüzsüz plakalardan oluşan cepheler için ise hatalı olduğunu söylemektedir.

**Schlegel**, yağmur suyunun dış duvar üzerinde öz gerilimleri sayesinde, yerçekimi kuvvetiyle aşağı çekilen bir film oluşturduğunu ve bunun ıslaklık gerilimleriyle cephe üzerinde tutunduğunu anlatmaktadır. Klinkerler veya cam levhalar arasındaki derz harcı genellikle su geçirir. Öbür türlü olsaydı sertleşmezdi. Harcın ya çimentosu azdır ve o yüzden su geçirir yada çimentosu boldur ve bildiğimiz kabarma çatlamalarını oluşturur. Çimentosu bol harçla doldurulmuş bir derz, kapılar çalışan çatlakları sayesinde daha zayıf harcı olan ve kapılar çatlaklar içermeyen bir derzden daha fazla su emer. Teorik olarak bir cepheye çarpan veya üzerinde aşağı akan su, ancak derz tarafından emilebilir. Silikatlı yapı levhalarının pürüzsüz yüzeyleri sayesinde su öyle bir ivme ile aşağı akar ki suyun yol açtığı gerilimler derzlerin kapılar kuvvetlerinden çok daha büyük olurlar. İvmelenen su filmi dağılmadıkça derz su ememez. Su durduğu yerde fitil fitil olur ve kapılarla derz tarafından emilir.

Su filminin kesilmesi hiç de istenmediği halde pencereler bu işi yaparlar. Özellikle pencerenin çıkıntılı eşiği suyun hareketini keser. Bunun bir bölümünün damlalar halinde aşağıya gitmesine karşı, bir bölüm

durur ve dağılım gerilimleri sayesinde sadece pencerenin altından değil üstünden de emilir (Şekil 15) nem harç içinden arkadaki duvar veya ısı yalıtım tabakasına geçer.

**Schlegel**'e göre klinker veya mozaik yüzeylerinde nemlenmesinin nedeni, pencere çıkıntıları veya cephedeki kesintilerdir. Alı-



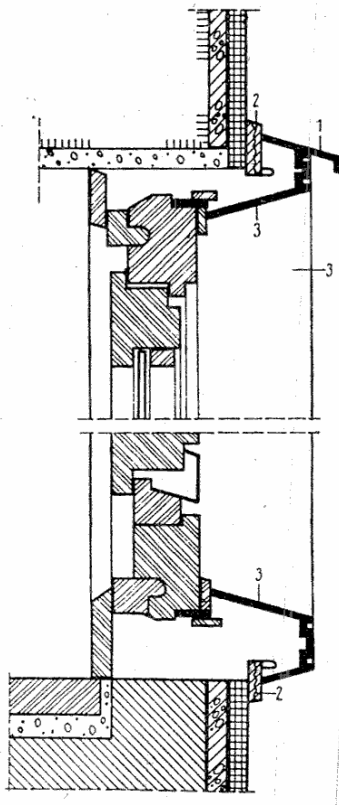
**15 a)** Geleneksel bir cephe şeması. Pencereler-de su hareketi durur. Pencere denizliği altında bir kir üçgeni oluşur.

**b)** Girintisiz pencereci cepheler kendi kendi-lerini temizlerler.

1 Yağmur görmeyen bölge, 2 Damlamanın olduğu çıkıntı, 3 Suyun dağılma kuvvetleri, 4 Dış pencere, 5 Cephe suyu, duvarı temizliyor (en azından teorik olarak)

nan nem sadece derzler tarafından tekrar dışarı verilebilir. Fakat derzlerde zamanla değişimlere ayak uyduramaz ve kumlanıp dökülmeye başlayabilir. Girintisiz cephe pencerelerinde başka şartlar geçerlidir (Şekil 15 b). Klinker, fayans veya plâkalı pürüzsüz cephelerde geleneksel pencere çıkıntılarında vazgeçmek gerekir. Pencere girintisiz hatta hafif çıkıntılı olarak hazırlanmalı ve yukarıda suyu dağıtıp ivmelen-diren bir çerçevesi olacak şekilde detaylan-dırılmalıdır (Şekil 16).

**Schlegel**'e göre bir pencere üzerinden su akmazsa, orada su durmaz ve emilemez. Direk olarak pencereye çarpan su kesintisiz aşağıya alttaki pencerenin damlama çıkıntısına kadar akar. Burada su



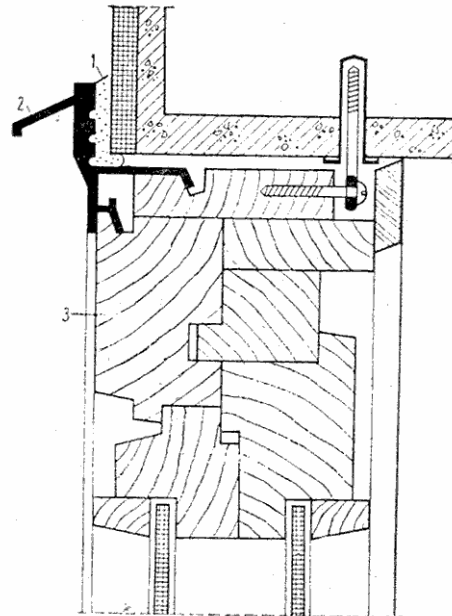
**16** Seramik kaplı pürüzsüz bir duvarın pencere-si için öneri

- 1 Yağmur damlama plakası
- 2 Plâstik su geçirmez macun
- 3 Vidalanmış hafif metal çerçeve

filmi yeniden dağılır. Bu sayede eşit bir cephe temizliği de sağlanmış olur. Gelenek-sel pencere çıkıntılarının altında bilinen o kir üçgenleri oluşmaktadır. **Schlegel**'in tav-siyelerine göre damlama çıkıntılı pencere konstrüksiyonları, pencereleri pek ucuzlat-mamıştır. Bir plastik macun ile sızdırmaz hale getirilen cephedeki montaj yeride hu-zursuzluk vermektedir. Ama cephe plâka-ları ile derzleri ve cephe profili ve pencere dizaynı arasındaki karşılıklı ilişki doğruya benzemektedir. Bilindiği gibi duvara bağlı olan her dış hava şartlarından koruma tabakasının çift görevi vardır. Çünkü;

- Bir yandan dış yağmur nemi girişini engellemek,
- Öte yandan duvar içindeki (buhar halin-deki) nemin rahatça çıkışını sağlamak zorundadır.

Bu şart kendi içinde çelişkilidir ve çoğu koruyucu malzeme için geçersizdir. Çün-



**17** Çıkıntısız cepheye bağlı çerçevesi pencere detayı

- 1 Plâstik macun
- 2 Su damlama plâkası
- 3 Pencere

kü bu koruyucu malzemelerin;

- a) Dıştan gelen nemi (su) geçirmemesini,
- b) İçten dışa sızan neme (su buharı) karşı da geçirgen olmasını gerektirmektedir.

Hemen hemen bütün maddeler ya sızdırmaz ve gözeneksizdir ya da az çok gözenekli ve geçirgendir.

Yağmur suyunu ret etmek ve duvarın fark edilir ölçüde kuruması aynı anda ancak ileride anlatılacak şartlar dahilinde belirli sistemlerle sağlanabilir (→ 1.6.6.).

Dış kabuğun duvarın su durumuna oldukça önemli bir etkisi vardır. Dış kabuk su durumunu elverişli (kuru) veya (nemli) hale getirebilir.

Tersine bir çok dış kabuğun fonksiyon özelliğini ve kullanılabilirliğini koruyabilmesi su hareketine bağlıdır.

Bir dış duvarın su hareketi, bir çok değişken, matematiksel anlatımı çok zor olan değerlerin fonksiyonudur. Bu işlerlik su ve su buharının zaman, sıcaklık, rüzgâr basıncı, hava nemi ve ilgili yüzeylerin pH-değerlerine bağımlı şekilde hareketidir.

Duvara saldıran su, girdiği hızla hemen hemen aynı hızla tekrar dışa verilebilirse su hareketi denge halindedir.

Eğer ani bir nem verilışinden sonra, normal bir duvar nem değerine ulaşılabilir ve bu değer korunabiliyorsa su hareketi sağlıklıdır.

Duvar da uzun süreli nem birikimleri oluşursa su hareketi dengesiz demektir. Büyük nem miktarı her zaman bir çeşit yapı zararına veya dezavantajına neden olurlar.

Burada duvarın ve dış kabuğunun nem saldırılarını kesme ve giren suyu dışarı verebilme yeteneği çok önemlidir.

## 1.6.2. Geleneksel harç sıva, yapıda

### sıvanın görevi ve önemi

Tuğla yapılarda doğru uygulanmış dış sıva, yüzyıllardan beri geçerliliğini korumuştur. Sıvanın bu kadar uzun zamandır dış koruyucu olarak kullanılabilirliğinin sebebi, çok az dezavantajı yanında pek çok avantajının bulunması ve doğru uygulandığı takdirde kendinden beklenen görevin sağlanmasıdır.

#### 1.6.2.1. Sıvanın amacı

Bugün etkileyici renkli sıvaların düşündürdüğü gibi, yapıyı sadece güzelleştirmek değildir. Sıvanın, bunun ötesinde birçok önemli görevi vardır. Sıva, duvarların iç ve dış yüzeylerini kaba yapının bütün derzlerini ve pürüzlerini kaba yapının bütün derzlerini ve pürüzlerini örtecek bir kapalı deriyle kaplar. Sıva sayesinde duvar ve tavanlardaki düzgün olmayan yerler düzeltilir ve içte duvar kağıdı ve boya için pürüzsüz alanlar oluşur. Fakat bunlardan da önemlisi, sıvanın yapının nem miktarı ve ısı korunumu konusundaki ayarlayıcı etkisidir. Bundan başka sıva, ses yalıtımında ve genellikle yangın önlemlerinde vazgeçilemez bir etkidir. Sıva, çeşitlerine, yapıdaki kullanım alanına, tabaka olarak yapısına, sıva harcındaki bağlayıcı malzemelerine, yüzeyinin değerlendiriliş şekline ve yapılışına göre çeşitlere ayrılır.

#### 1.6.2.2. Sıva çeşitleri

Yapı fiziksel özelliklerine göre ayrılır.

- a) **Normal Sıvalar:** Duvarın havası veya dış havayla yeterli ölçüde bir nem alışverişini yani “nefes almasını” sağlar. Ortalama istekleri karşılayacak sertliktedirler.
- b) **Su tutmayan sıvalar:** Normal sıvaların tersine özel harç yapılarıyla üzerlerindeki nemin içerilere girmesini, oda veya

dışarıyla olan nem alışverişini azaltmadan engellerler.

- c) **Suyu Yalıtan Sıvalar:** Bunlar sadece su almamakla kalmayıp ayrıca su basıncına karşı yoğun olan sıvalardır.
- d) **Ses Emen Sıvalar:** Bunlar çok gözenekli ve köpüklü sıvalardır ve özel ilavelerle (Örneğin: mineral elyaf veya şişirilmiş maddeler) gevşek bir yapılı, böylece diğer sıvalara kıyasla daha fazla ses emici etkileri vardır. Ses emen sıvalardan özel bir sertlik beklenmez.

#### 1.6.2.3. Sıvanın kullanım alanı

- a) Dış duvar sıvası: Dış duvarların dış yüzeylerinde
- b) İç duvar sıvası: Duvarların iç yüzeylerinde
- c) Dış tavan sıvası: Hava şartlarının etkilerine maruz kalan yapı elemanlarının alt taraflarında (Örneğin: Balkonların veya açık geçiş yerlerinin altında)
- d) İç, tavan sıvası: kat tavanlarının veya iç merdivenlerin alt taraflarında kullanılır.

#### 1.6.2.4. Sıva yüzeyi

Sıvalanması gereken alana denir. Sıva yüzeyinin yapısına göre harç ve sıvanın cinsi değişir. Hava Şartları – Soğuk, sıcak, ıslaklık, güneş ışınlanması veya kuraklık – Sıva yüzeyinin ve böylece sıvanın özelliklerini etkiler – sıva yüzeyi, sıva her yerde aynı kalınlıkta uygulanabilecek şekilde olmalıdır. Yoksa yüzey düzeltilmelidir. – Sıva yüzeyi tozdan arınmış ve temiz olmalıdır – Sıvaya zarar verecek bombeler yok edilmeli veya

zararsız hale getirilmelidir. Sıva yüzeyi bombeli ve fazla çıkıntılı değilse sıva işlemine başlanabilir. Sıva yüzeyi pürüzlü olmalıdır. Eğer yüzey pürüzsüzse pürüzlendirilmeli veya bir püskürtme tabakasıyla kaplanmalıdır. Sıvanın uygulanmasından önce bu tabakanın yeterli derecede priz yapmış olması gerekir. Emici özelliği fazla olan sıva yüzeyleri önceden ıslatılmalıdır. Donmuş sıva yüzeyi sıva ile kaplanamaz. Elverişsiz sıva yüzeyi üzerine sıva taşıyıcı tatbik edilir.

#### 1.6.2.5. Sıva tabakaları

Bir sıvanın farklı uygulama basamaklarını belirtir.

- I- Sıva tabakası olarak şunlar söz konusudur.
  - a) Püskürtme tabaka: Alt yüzey ve gerçek sıvanın daha iyi bağlanmak veya sıva yüzeyinin çok zayıf çok güçlü veya değişken emici özelliğini dengelemek için yapılan işlem.
  - b) Alt Sıva: Çok tabakalı sıvanın taşıyıcı tabakası.
  - c) Üst Sıva: Çok tabakalı sıvanın süsleyici etkisini belirleyen ve dış sıvalar için hava şartlarına karşı dayanıklı olması gereken üst tabaka.
- II- Tek tabakalı Sıva: (Sadece alçı sıva da söz konusu) tek tabaka olarak uygulanan sıva.
- III- Çok tabakalı sıva: Birkaç safhada birkaç tabaka halinde uygulanan sıva, şu durumlar vardır:
  - a) İki tabakalı sıva: Püskürtme tabaka ve üst sıva veya alt sıva üst sıvadan meydana gelir.

- b) Üç tabakalı sıva: Püskürtme tabaka, alt sıva ve üst sıvadan meydana gelir. Sıvanın yapısı, amaç, emicilik özelliği ve sıva yüzeyinin pütürlülüğüne ve dış sıvalarda hava şartlarına göre değişir. Kural olarak alt sıvanın üst sıva kadar sert olması gereklidir.

IV- Sıva harcı: Genelde bağlayıcı malzemeleriyle adlandırılır. Örneğin: Kireçkaymağı harcı, kireçli çimento harcı, kireçli alçı harç, alçı harç bunlar özelliklerine göre gruplara ayrılır.

#### 1.6.2.6. Sıvanın görevleri ve özellikleri

Kullanımına göre sıvanın şu şartları yerine getiren bir çok görevi vardır:

**a) Sıvanın dayanıklılığı:** Öncelikle sıva harcının karışımının doğruluğuna, tabakaların yapılarının ve tekniklerinin doğruluğuna bağlıdır. Bunlardan başka dayanıklılık, sıva yüzeyinin söz konusu sıva türüne uygun olup olmadığına, sıvanın ustaca uygulanıp uygulanmamasına ve sonraki işlemlere bağlıdır. Kullanışa göre dayanıklılık başka şartları da yerine getirmek zorunda kalabilir. Örneğin hava şartlarına ve darbelere dayanıklılık. Genel olarak bir sıvadan şunlar beklenir: Sıva yüzeyine ve tabakalar arasında iyi bir tutunma, sıva yüzeyi ve her bir tabaka arasında boşlukların olmaması, her bir sıva tabakası içinde aynı kalan doku, tabaka kalınlıklarının oynaklık göstermemesi, yeterli sertlik, özellikle aşınma (dökülme)ye karşı dayanıklılık, homojen, lekesiz bir görünüm, dış etkilere karşı dayanıklılık.

**b) Hava şartlarına karşı dayanıklılık:** Dış sıvalarda dayanıklılık özelliğine eklenmesi gereken bir özelliktir. Bu tür bir dış sıva

sadece belli aralıklarla gelen yağmur (hatta sağnak) ve güneş etkilerine karşı dayanıklı olmaktan başka, don ve kırağıya karşı da sağlam olmalıdır. Yani sıva belli bir nemlenmede de dona karşı dayanıklı olmalıdır. Bundan başka belli durumlarda kırılmadan veya patlamadan hareket etme olanağı sağlayan bir ısı genleşme değeri olmalıdır. Son olarak ta boyası ışıktan, hava şartlarından etkilenmemelidir. Sıvalarda, bağlayıcılarla çözülmeyen veya rengini kaybetmeyen boyalar kullanılmalıdır. Örneğin, kireç sıvalarda kireç boyası, çimentolu sıvalarda çimento boyası, renklendirilmiş yüksek vasıflı sıvalar bu iş için çok uygundur.

**c) Dış sıvalar:** (Suyu yalıtan sıvalar haricinde) duvarın belli bir nem miktarını gözeneklerde su hareketi ve buhar geçirgenliği sayesinde buharlaşmak üzere yüzeye iletebilmelidir. Yani duvarın nefes almasını sağlamalıdır. Burada söz konusu olan hava geçişi değil, nem alışverişidir. Bilinmesi gereken nokta nemin ısı akışının yönünde, yani kış mevsiminde içten dışa doğru, ilerlemesidir. Normal (gözenekli) sıva her zaman bu tür bir teneffüs sağlar. Su tutmayan sıvalarda da (Yüksek vasıflı sıvalarda ise, duvar teneffüs edemez). Bu durum bu tür sıvaların kullanıldığı alanlarda genellikle zararsızdır. Fakat dikkatle alınmalıdır.

**d) Isı iletim değerleri (hesabi değerler):** Sıvaların ısı iletim değerleri, sıva harcının cinsine ve sıvanın nemine göre dış sıvalarda 0,81 ile 1,50 W/mK arasında iç sıvalarda ise 0,45 ile 1,05 W/mK arasında değişir. Dış sıva kalınlığı azami 20 mm iç sıva kalınlığı da genellikle 15 mm olduğu için pratikte sıvanın ısı yalıtımında diğer faktörlere göre oldukça önemsiz bir rolü vardır. Buna karşı, en başta duvarın teneffüsünü yani dıştan nem girişinin engellenmesi ve dışa doğru bir hareketini sağladığı

için ısı yalıtımını yine de önemli ölçüde etkiler. Bundan başka duvar derzlerinin sıvayla örtülmesi de önemlidir.

Sıva, yapı elemanlarının ses yalıtımında da etkindir. Gözenekli yapı bloklarından örülmüş duvarlarda ancak sıva, verimli bir ses yalıtımı sağlar. Tek tarafta sıva uygulanmasıyla da etki görülür ve iki tarafın da sıva ile örtülmesiyle bu etki önemli bir artış göstermez. Sıva kalınlığı olarak içte, alıslmış 15 mm yeterlidir. Çimento ve kireçli çimento sıvalar (örneğin dış duvarlardaki yüksek vasıflı sıvalar) ses yalıtıcı etki açısından alçı sıvalardan genellikle üstündür. Gözenekli levhalardan yapılmış basit duvarlarda sıvanın ses yalıtımı çok daha etkindir. Hafif yapılı çift ve çok tabakalı duvarlar ve kat tavanlarında – Bükülemeyen sıva, bükülebilir taşıyıcı tabakayla birlikte istenen ses yalıtımını sağlayabildiği için ilişkin yapı elemanı yapısının önemli bir parçasını oluşturur. Burada sıva, genellikle en az 20 mm sıva taşıyıcılarda da (tel dokular, hasır dokular, çentikli metal levhalar) 25 mm kalınlığındadır.

**e) Odaların ses duyarlılığı:** Özellikle eko süreleri, odayı sınırlayan yüzeylerin ses emme yeteneklerine bağlıdır. Normal kireç sıvanın ses emme derecesi, 125-2000 Hz arasında 0,018-0,032, alçı sıvanın ise 0,013-0,40, yani oldukça düşüktür. Gözenekli malzemeler ve elyaflar ilave edilmiş ses emici sıvalarda ses emme derecesi 0,32-0,63 e kadar artabilir (mümkün olan en yüksek ses emme derecesi, örneğin bütün sesi dışarı veren, yani odadan emen bir pencerenin ses emme derecesi, 1 dir. Bütün yapı elemanlarının ses emme dereceleri 1 den küçüktür.

Sıvanın bütün yapı elemanları için DIN 4102 ye göre yangından koruyucu etkisi vardır. Böylece ahşap yünü levhalar sadece sıva ile örtüldükleri zaman yangından koru-

yucu etki yaparlar. Betonarme tavanlarda tavan sıvasının bu konuda çok büyük önemi vardır. Asgari 15 mm kireçli, çimento sıva ile örtülmüş betonarme tavanlar, deneyde, sıvasız tavanlara kıyasla üç kez daha uzun süre ateşe karşı dayanıklılık gösterirler.

**f) Kireçli sıva nitelikleriyle tuğla duvarlara en çok uyan ve gözenekliliği sayesinde duvarın teneffüs etmesini sağlayan sıva olduğu için en yaygın sıvadır. Bundan başka neme, dona ve kötü hava şartlarına karşı dayanıklıdır. Sıva harcında kirecin yatkinlığı, duvar harcında olduğundan daha fazladır. Dış sıva için kireç kaymağı, su kireci ve hidrolik kireçler (HK 25 ve HK 50) kullanılır.**

**g) Günümüzde renkli dış sıvalar evlerin ve blokların dış görünüşlerini alımlı hale getirmek ve güzelleştirmekte kullanılır. Renklendirme boya veya renkli harç ile yapılabilir. Burada da sonradan sıvanın üstüne sürülen boyanın sadece ince bir zar oluşturacağı, bunun da kötü hava şartlarıyla bozulabileceği unutulmamalıdır. Bütün sıva tabakasının renkli olduğu renkli harçlar, çok daha uzun ömürlüdür. Renkli harçların ürün karışımlarıyla dengeli olması gerektiğinden, bunlar inşaat yerinde iyi sonuç verecek şekilde hazırlanamaz. Bu nedenle renkli harçlar fabrikalarda imal edilir.**

**h) Yüksek vasıflı sıvalar fabrikalarda hazırlanan, hava şartlarına karşı dayanıklı, renklendirilmiş kireç veya kireçli çimento sıvalardır. Bu tür kuru harçların hazırlanmasında özellikle ince, silis asitli veya kireç spatlı kumlar ve iri taneler ile özel bileşimli bağlayıcılar kullanılır. Renklendirme için hava şartları ve ışığa dayanıklı, bağlayıcılar ve diğer ilave malzemeler etkisiyle nitelikleri değişmeyen boya malzemeleri kullanılır. Yüksek vasıflı sıvaların bir avantajı da, bütün kütle renklendirilmiş olduğundan, sıva renginin dayanıklılığıdır. Sıva ve boya-**

ların inşaat yerinde işçiler tarafından karıştırılmasına kıyasla bir avantaj da fabrikada boyanın karıştırıcı aletlerle boyanın sıvanın her noktasına eşit şekilde dağıtılması ve bu iş için uygun olmayan boyaların kullanılmamasıdır. Fabrikalarda imal edilmiş, özenli bir yapıya sahip karışımlar ilave malzemeler katılmadan fabrikanın talimatlarına göre kullanılmalıdır. Yüksek vasıflı sıvaların yapısı duvarları teneffüs ettirecek şekilde homojen ve gözeneklidir.

Yüksek vasıflı sıvalar en çok taraklı (Tarakla kazıntılı) olarak uygulanır. Bunun nedeni de bu sıvaların dayanıklılığıdır. Kazıma sonucu bağlayıcı madde tabakasında ve yüzeydeki gerilim yok edilir (Çatlama tehlikesi bir anlamda önlenir) Bundan başka yüzey, pürüzsüz yüzeylere oranla daha büyümüş olur. Bu da sıvanın nefes alma ve buharlaşma özelliğini artırır. Sıvanın kirlenmesi de daha az belli olur. (Aynı kir miktarı daha büyük bir yüzeye dağılacaktır) ve yapının yeni görünüşünü uzun süre korur. Özellikle tozlu bölgelerde kaba taneçikli, taraklı sıva, kirlenmeye karşı dayanıklılığı nedeniyle tercih edilmelidir. Sıva da dışarı bakan kaba taneçikler hemen hemen hiç kir tutmaz ve yağmurla kolayca temizlenir. Sıva priz yaptıktan sonra pütürlüleştirilecekse, bu işlem için uygun olan yüksek vasıflı sıvalar gibi kuru harç olan, fakat yapılarında doğal taş kırıkları içeren “taşlı sıvalar” kullanılabilir. Taşlı sıva harçları, doğal taş taneçikleri ve uygun (beyaz çimentolu) bağlayıcı malzemeler sayesinde çok serttirler. Taşlı sıva harcı, yüksek vasıflı harçlar gibi imal edilir. Taşlı sıvanın uygulanmasından birkaç gün sonra pürüzlendirme işlemine başlanabilir. (Kazıma, sivrilme, oyma vs.), Priz ne kadar iyi gerçekleşmişse işlenen yüzey o kadar güzel olur. Doğal taşların bütün güzellikleriyle görünmesi için işlem sırasında çimento tabaka tümüyle yok edilmelidir.

**ı)** Yıkama sıvası, harçta kullanılan malzemelerle ulaştıkları sertlik değeri açısından taş kırıklı sıvalarla benzerlik gösterirler. Bu ikisi arasındaki ana fark sıvaların yüzey işlemlerindedir. Yıkama sıvaları bildiğimiz çakıl taşı veya mozaik taneçikleri ile veya daha iyisi bu iş için yapılmış kuru harçla birlikte kullanılır. İyi bir yıkama sıvasının hazırlanması harç malzemelerinin doğru ve ustaca kullanılmasıyla yapılır. Bu nedenle yıkama sıvasını yüksek vasıflı sıva imal eden fabrikalardan bağlayıcı ve ilave malzemeleri doğru bileşimleriyle içeren hazır kuru harç olarak edinmek daha doğru olur. Bu harcı sadece su katarak mala ile yumuşatmak gerekir. Burada beyaz çimento sayesinde parlak renkler sağlanır.

**k)** Suyu yalıtan saf çimento harcından (gri çimento) sıvalar, bodrum katları duvarlarının iç ve dış duvarlarında özellikle kullanılır. Sıvayı su geçirmez hale getirmek için harca su tutucu malzemeler (yalıtıcı malzemeler) katılmalıdır. Su yalıtan boyalar ve yapııştırılmış tabakalar sıvanın kendisini su geçirmez yapamazlar.

Su tutucu malzemeler (ek malzemeler) harcın belli bir niteliğini, başka bir niteliği bozacak şekilde düzelttiği ve etkili malzemelerin çeşitli bağlayıcılar için etkinlik dereceleri farklılık gösterdiği için bunların, imalatı yapan fabrikanın kullanma talimatlarının iyice incelenerek uygulanması tavsiye olunur.

**l)** Alçı sıva kolay işlenebilirliği, çabuk çözünürlüğü ve kolay şekillendirilebilirliği nedeniyle en elverişli iç sıvadır. Saf alçı sıva için 10 mm lik kalınlık yeterlidir. Saf alçı sıvalar bir kerede uygulanır. Burada alçı akıcı olduğu sürece alt yüzeye iyi bağlanacak şekilde rahatça fırlatılabilir. Biraz donmuş alçı da bir süre için fırlatılabilir. Bundan sonra sıvayı bastırmak gerekir. En sonunda artan alçı düzeltici ince sıva olarak

bütün yüzeye sıvanır. Saf alçı sıvanın yanı sıra günümüzde gözenekli ve tutucu özelliği olan alçı-kum sıva da kullanılır. Bu sıva alt yüzeyi çok iyi tutar.

Alçılı sıvaya yapısı ve rengi için renkli doğal taş unu ilave edilebilir. Kireç ilavesiyle (alçılı kireç sıva) saf alçı sıvaya kıyasla alt yüzeye tutunma artırılabilir. Kireç kaymağı harçlı sıvalar, sınırlı elastiklik, çabuk donma ve sıva yüzeyinden daha sert olmama avantajlarını sağlarlar. Buna karşı yağmur tarafından çabucak nemlendirilir ve hava şartlarına karşı düşük bir dayanıklılık özelliği taşırlar, erozyon nedeniyle çabucak hasar görürler.

Sertlik ve tutunma özelliklerini takviye etmek için sıva harcına genellikle çimento katılır. Böylece çimento takviyeli harç meydana gelir.

Hafif beton duvar üzerine uygulanacak kireçli çimento harcının çimento oranı pek büyük olmamalıdır. 2 : 1 : 9 luk bir karışım oranı elverişlidir. Bu sıva yeterince elastiktir, az nemlenir ve nem atma özelliği de iyidir.

Ahşap yünü plâka veya karo kaplı cephelerde kullanılan çimento harçlı sıvalar, elastik değildirler, kolayca kırılırlar, zor sertleşirler ve çatlamaya eğilimlidirler.

Sıvaların yüzey şekli de yapı fiziksel açıdan hiç de önemsiz değildir.

Pürüzsüz sıvaların dış kabuklarında bağlayıcı madde oranı çoktur. Bu nedenle çabucak kabarır ve çatlar. Çatlaklar derin değildir, fakat önemli ölçüde ilerler, sıva ve boyanın varlığını tehdit ederler.

Güçlü bir yapısı olan kaba sıva içinde su kesecikleri oluşur, ve kolaylıkla kirlenir. Bu nedenle avantajsız bir sıva şekli sayılır.

Taraklı sıva daha avantajlıdır. Bu arada sıvanın sert dış kabuğu kesilmiş ve havadaki karbon asitinin sıva harcına girişi açılmıştır. Sıva bu sayede çabuk sertleşir.

Püskürme sıva da elverişli bir sıva sayılır, fakat taraklı sıva gibi sıva kalınlığının ölçülmemesi bir dezavantaj oluşturur. İki senelik dış sıvalar üzerinde yapılan araştırmalar sonucu sıvaların nem tutumunda kapılar yapının belirleyici etken olduğu saptanmıştır.  $\mu$  - değerinin önemi daha azdır. Bunun nedeni, kapılar yolu ile iletilen akıcı nem kütesinin nicel değerinin, buhar halinde giren neminkinden çok daha büyük olmasıdır.

Araştırmanın sonunda 6. Tablodaki değerler bulunmuştur.

“Değerli” sıvaların avantajları vardır. Bunlar fabrikada karıştırılır, ve boya pigmentlerinin yanısıra özel ufak taş cinsleri de içeren kuru harç halinde kullanıma sunulur.

Değerli sıvalar içinde altlarındaki yüzeyden daha sert olmama şartı geçerlidir. Yumuşak bir alt yüzeyi üzerine yine aynı şekilde yumuşak ve mümkün olduğunca esnek bir değerli sıva gerekir.

Oldukça kısa ve yüzeysel olan bu genel bakış bile, sıvaların görevlerini, uygulama, şekillendirme ve renklendirmedeki seçenekleri göstermektedir. Şimdiye kadar sıvanın çok yönlü özelliklerini taşıyan başka bir kuru yapı şekli bulunamamıştır.

**Tablo 6 Sıvanın altındaki yüzeye bağımlı olarak aynı cins sıvanın, altı aylık hava şartlarına maruz kalma süresinden sonra nem miktarı**

| Sıvanın altındaki yüzey | Nem miktarı [M - %] |
|-------------------------|---------------------|
| Delikli tuğla           | 1,5...5,0           |
| Kireç kumu blokları     | 8,0...10,0          |
| Bims beton              | 9,0...11,0          |
| Gazeton                 | 35,0...45,0         |

### 1.6.2.7. Sıvalarda dış boya ve duvarın nefes alması

Yapının ısı ve nem durumları, duvarın ve dış sıva kaplamasının nefes alma niteliği, boyalı veya boyasız sıva arasındaki karşılıklı etkileşme, çeşitlilikler gösterir ve ihmal edilemez. Burada, duvarın nefes almasıyla, sadece iç ve dış yüzeylerin ve duvarın içinden nem alışverişi değil, duvar ve sıva harcının priz yapmasında önemli bir etken ve bu nem alışverişiyle bağlantılı olan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) alımı da kastedilmiştir. Yapının sıcaklık durumu, kışın nemin (iç yüzeydeki rutubeti henüz mevcut bulunan yapı nemi ve oda havasındaki su buharı) ısı akımı ile içten dışa hareket etmesi açısından dış duvarın nefes almasında bir etkindir. Sıcak mevsimde ise nem – bölge şartlarına göre – dıştan içe hareket edebilir. Buna açıklayıcı bir örnek ilkbaharda bodrumlarda oluşan ıslaklıktır. İçeriden dışarıya yönelen nem tabii ki yolda engellerle karşılaşmamalıdır. Dış duvarın her kapalı (veya havalandırılmayan) çıkışı zararlara yol açar. Dış buharlaşma alanı ne kadar büyürse, duvar o ölçüde daha rahat nefes alır. Bu nedenle, pürüzlü yüzeyiyle taraklı sıva her pürüzsüz sıvadan üstündür.

Dış yüzeyi boyanmamış sıvalarda – kireç kaymağı harç, hidrolik kireç harç, kireçli çimento harç veya fabrikalarda imal edilmiş renkli kuru harçlar (yani yüksek vasıflı sıvalar) olsun – Taraklı sıva olarak uygulandıkları ve yapı teknik kurallara uyulduğu takdirde duvarın nefes alması hiçbir şekilde engellenmez ve böylece hiçbir zarar da meydana gelmez.

Kireç kaymağı harçtan boyanmamış sıvalar, sertleşme için gerekli karbondioksiti de kolayca havadan ve CO<sub>2</sub> içeriği havadan fazla olan yağmur suyundan alabilirler. Bunlarda CO<sub>2</sub> alımı için çok önemli olan kuruma ve yağmurla ıslanma arasındaki

değişim tümüyle gerçekleşir ve etkilidirler. Bu değişim sıva sertleşmesinin med ve cezir olayı olarak adlandırılabilir. Dış yüzeyi boyanmış sıvalarda ise gittikçe artan hasarlar görülmüştür. Üst sıvanın boyanın sürülmesiyle alt sıvadan çözülmesi ve üst sıvanın gereken şekilde sertleşmediği, körpe kaldığı defalarca gözlenmiştir. Bu hasarlar en çok kireç kaymağı yani en çok kullanılan sıvalarda, özellikle yüzeyleri pürüzsüzleştirildiği durumlarda görülmüştür. Bu hasarların nedenlerini araştırmak için Alman Kireç Endüstri Araştırma laboratuvarı (Köln) nda **Dr. Ney**'in yönetimi altında boya yapımcılarının da yardımlarıyla geniş kapsamlı deneyler yapılmıştır. Burada boyanmış ve boyanmamış sıvalar – aynı karışım ve cinsten – farklı tutumları saye-sinde hasar nedenleri hakkında bir fikir yürütebilmek için, bu deneylerde öncelikle sıva ve boyalar arası da kesin farklılıklar saptanmıştır. Sıvalarda CO<sub>2</sub> – alımı ile sertleşen (karbonat sertleşmesi – yani özellikle kireç kaymağı sıvaları – ve hidrolik olarak ve kalsiyumun su ile alümine olması ile sertleşme) arasında bir ayırım yapmak gerekir. Boyalarda ise suni reçine esaslı boyalar ve mineral yapıllı boyalar (silikat boyalar ve çimento yüzey boyaları) arasında ayırım yapılmalıdır. Hasarlar hemen hemen sadece, suni bağlayıcı maddeye göre farklılıklar görülecek şekilde dispersiyon boyalarında ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda özellikle bu boyalar parlak renkler verdikleri için mimarlar tarafından sevilmiş ve tutulmuştur. Bu etkiyi ve örtme özelliğini arttırmak için boyalar ve bağlayıcı malzemeler daha koyu tabaka (film) ları gözetmek suretiyle geliştirilmiştir. Bu oranda da hasar miktarı artmış ve bunun nedenlerini açıklığa kavuşturma gerekliliği doğmuştur. Özellikle boya tabakaları altındaki sıva harçlarının tutumları – ön plânda sertleşme olayı – incelenmeliydi. Böylece sıvanın uygulanmasından sonra boyama

için en elverişli ve en elverişsiz zamanları saptamak mümkün olacaktır.

#### a) Dispersiyon boya­ları­yla deneyler

Dispersiyon boyalı sıvalarla yapılan deneylerin sonuçları **W. Piepenburg**'a göre şöyle olmuştur.

##### a.1. CO<sub>2</sub> – alımı

Boyanmamış ve çeşitli dispersiyon boya­ları­yla örtülmüş beyaz kireç sıva harçlarının CO<sub>2</sub> alımından zamana bağımlı olarak, boyanmamış sıva harcının altı ay içinde mümkün olan azami CO<sub>2</sub> kütlesinin çoğunu alabildiğini göstermektedir.

Dispersiyon boya­ları­yla CO<sub>2</sub> alımı, önemli ölçüde engellenmektedir. En kötü değerler boyanın üç veya yedi gün sonra sürüldüğü durumlarda bulunmuştur. **W. Piepenburg** sertliği az olan taze sıva üzerinde, iyice sertleşmiş sıvaya oranla pek kalın bir boya tabakası oluşmadığını farzetmektedir. Burada sertleşmenin CO<sub>2</sub> kaynağından (dış hava, yağmur suyu) başlayarak yayıldığını unutmamalıyız. Başka türlü söylemek gerekirse, önce sıvanın yüzeyi sertleşir ve sertleşme yavaş yavaş sıvanın içlerine ilerler. CO<sub>2</sub> alımının yavaşlamasını değerlendirirken – başlangıçta da belirtildiği gibi – karbondioksitin dış hava veya yağmur suyuyla harç içine girdiğini göz önüne almalıyız.

Hava sadece % 0,03 (hacim) gaz halinde karbondioksit içerdiği için CO<sub>2</sub> alımının çabuk yürümesi için harç gözeneklerinin sadece küçük bir bölümünün suyla dolu olması gereklidir. Bunun için en uygun değer **W. Piepenburg**'a göre sıva harcının % 0,7 ve % 3,0 [ağırlık] arasında değişen bir nem miktarıdır. CO<sub>2</sub> alımı için çok uygun olan bu değerlere sıvanın uygulanmasından iki üç gün sonra ulaşılır. Burada

şart, sıva yüzeyinin açık ve pürüzlü olmasıdır. Sıvanın yüzey gözeneklerinin boyayla örtülmesi de CO<sub>2</sub> alımının yavaşlaması için bir neden oluşturur.

Yağmur suyunda – sıcaklığa göre - % 1,2 – 1,8 [hacim] arası yani havadaki 40 – 60 misli CO<sub>2</sub> vardır. Yağmur suyunda çözölen CO<sub>2</sub> bu nedenle sıva harcının sertleşmesi için büyük önem taşır. Hava şartlarına karşı bir koruyucu görevi olan yoğun bir dispersiyon boya tabakası sadece yağmur suyunun girişini engellemekle kalmaz, nemlenme ve kurumunun “med ve cezir” değişimine izin vermez. Bunun dispersiyon boyalı sıvalardaki CO<sub>2</sub> alımı yavaşlaması için başka bir neden olduğu açıktır.

Yüksek hidrolik kireç sıva harçları ve kireçli çimento sıva harçlarıyla yapılan deneylerde kireç kaymağı sıva harçlarındakine benzer bir CO<sub>2</sub> alımı yavaşlaması kaydedilir. İleride de gösterileceği gibi bu harçlar için bu azalma çok önemli değildir.

##### a.2. Harç sertliği

Dispersiyon boya­ları­yla örtölmüş kireç kaymağı sıva harçlarında CO<sub>2</sub> alımının yavaşlamasının yanısıra boyanmamış harçlara kıyasla altı ay sonra bile oldukça düşük bir sertlik gösterirler. Gevşek olduklarından elde kolayca toz haline gelirler. Buna karşı yüksek hidrolik kireç sıvası harçlarında boyanmış ve boyanmamış haller arasında bir fark yoktur.

Dispersiyon boya­ları­yla örtölmüş kireç kaymağı sıva harçlarının bu farklı tutumunu **W. Piepenburg**, karbondioksit içeren yağmur suyunun sıva harcı gözeneklerinde mevcut olan kireç taşının (kalsiyum karbonat) belli bir kısmını çözmesine, kalsiyumbikarbonata dönüştürmesine ve çözöcü suyun buharlaştığı sıva bölgelerinde yenden kalsiyum karbonat olarak ortaya

çıkarmasına bağlamaktadır. Bu, nemlenme ve kurumunun “med ve cezir” inde sürekli yinelenir. Ve böylece kalsiyum karbonat kristalleri daha çabuk toparlanır ve birbirine kaynar. Daha önce belirtildiği gibi, “med ve cezir” değişiminin yoğun dispersiyon boya tabakalarıyla büyük ölçüde yavaşlatılması kireç kaymağı sıva harçlarının şaşırtıcı ölçüde az sertleşmesinin nedenidir.

Bu tür gevşek dış sıvaların koyu renk boyalar altında daha fazla örülmesi, yüzey sıcaklığının da bu konuda bir rolü olduğunu gösteriyor. Örneğin koyu kırmızı bir boya tabakası güneşin ısı ışınlamasının % 85 ini emerken, beyaz bir boya ışınlamasının sadece % 15 ini emer, koyu renk boyaların fazla ısı alımları nedeniyle, yetersiz ölçüde sertleşmiş bir kireç kaymağı harcının kaldıramıyacağı ısı gerilimleri ortaya çıkar. Genellikle önce kabarcıklar belirir sonra sıva yüzeyi üzerindeki boya tabakasıyla birlikte kalkar. Bunun altından ortaya çıkan ve havayla temas eden sıva ise çabucak sertleşir.

### **a.3. Su buharı geçirgenliği.**

Baş tarafta da söylendiği gibi kışın nem ve su buharı oda sıcaklığının dış hava sıcaklığından yüksek olduğu sürece, yani yaz mevsiminde dahi genellikle geceleri de dışarı doğru hareket eder. Dispersiyon boyaları yağmur suyunun sıvaya girişini engellediklerinden dolayı aynı zamanda doğal olarak su buharı çıkışını ve duvar içinden geçen nemin buharlaşmasını engellerler. Dispersiyon boyalı kireç kaymağı harçlarında boyanmamış sıvalara kıyasla daha düşük bir su buharı geçirgenliği de ölçüm yoluyla saptanmıştır. Bu genellikle pek düşük olan su buharı geçirgenliğinin gözlenen bu dezavantajlarda ne ölçüde bir rolü olduğu henüz kesinlikle belirlenmiş değildir. Dispersiyon boyalı kireçli çimento sıva harçlarında su buharı geçirgenliği daha az engellenir ve burada da hidrolik sertleşen kireçli çimento harçların, kireç kaymağı

harçlara kıyasla boya tabakalarından daha az etkilendikleri görülmektedir.

### **b) Çimento zemin üzerine boyalarla deneyler**

Alman Kireç Endüstrisinin Köln’deki Araştırma laboratuvarında dispersiyon boyaları deneylerine benzer şekilde çimento zemin üzerine çeşitli boya tabakaları denenmiştir. Burada kireç kaymağı ve kireçli çimento sıva harçları kullanılmıştır.

Deney yüzeylerinin bir bölümü fluatlarla örtülüp sonra boyanmıştır. Boya ustaları genellikle önceden uygulanacak bir fluat tabakasının sıva yüzeyinin sertleşmesi için önemli olduğu kanısındadır. Sıva yüzeylerinin çoğu pürüzlü olarak bırakılmasına karşın bazı yüzeylerde pürüzsüz hale getirilmişlerdir.

#### **b.1. CO<sub>2</sub> alımı.**

Henüz üç ay içinde boyanmamış kireç kaymağı sıva harçlarının değerlerinin % 90 hatta kireçli çimento harçlarında % 95 i sağlanmıştır. Bu pürüzsüzleştirilmiş yüzeylerde bile çimento zemin üzerine boya tabakalarının CO<sub>2</sub> alımına olumsuz bir etkisi olmadığını gösterir.

#### **b.2. Sertlik.**

Kireç kaymağı sıva harçlarında çimento zemin üzerine boya tabakalarıyla bir sertlik azalması görülmemiştir. Bütün durumlar için bir (ön) fluatlama işlemi gereksiz görülüyor.

#### **b.3. Su buharı geçirgenliği.**

Çimento zemin üzerine boya tabakalarıyla örtülmüş her iki sıva harcı türünde de altı ay sonraki su buharı geçirgenliği değeri boyanmamış deneylerin % 91-107 si arasında değişiyordu. Demek ki bu boya türü su buharı geçirgenliğini azaltmıyordu. Değerlerdeki ufak azalma ve yükselmeler ölçüm hataları sınırında gerçekleşiyordu. İnce gözenekli boya dokusunun, kaba dokulu boyalardan biraz daha yüksek bir su buharı geçirgenliği olması da mümkündür.

c) Deney sonuçlarından çıkan saptamalar.

a. ve b. bölümde verilen incelemelerden şu saptama ve şartlar çıkartılmıştır:

c.1. Saf kireç kaymağı sıva harçları dispersiyon boyları için uygun bir zemin oluşturmazlar. Eğer bu işlem zorunluysa, sıvanın uygulanmasından oldukça uzun bir süre (en iyisi bir sene) sonra yapılmalıdır.

c.2. Saf kireç kaymağı sıva harçları, çimento zemin üzerine boylar için alt yüzey olarak kullanılabilir.

c.3. Yüksek hidrolik kireç veya kireçli çimento karışımlarından sıva harçları her tür boyama için elverişlidir.

c.4. Açık renk boylar tercih edilmelidir. Koyu renk boylar ve güneş gören yüzeylerde sadece hidrolik sertleşme kabiliyeti olan harçlar kullanılmalıdır.

c.5. Sıvayı uygulayan kişi ne tür bir boyanın uygun olduğu konusunda eğitilmelidir.

c.6. Boya ustaları sıva harç türleri konusunda eğitilmelidir.

#### 1.6.2.8. Tuğla duvar üzerine sıva

Tuğla yapı üzerine sıva uygulamak için şu şartların yerine getirilmesi gerekir.

a) Harcın kapılar emme özelliği, sıva yüzeyininkiyle aynıdır veya uygun şekilde ayarlanabilir.

b) Tuğla duvarın ısı genleşme katsayısı ve kabarma – büzülme değerleri çok düşüktür.

c) Tuğla duvar derzleri yardımıyla sıvaya mekanik bir tutunma sağlar ve sıvanın suyunu emer (mikro düzeyde bir tutunma)

d) Sıvayı taşıyacak duvarın yoğunluğu ve sertliği sıvaninkilerden büyüktür. Dışa doğru bir sertlik azalması gereklidir.

e) Dış sıva ve tuğla duvarın ısı iletim özellikleri eşittir. Sınır yüzeyinde sıcaklık gerilimleri meydana gelmez.

f) Yağmur yağarsa emme özelliği olan duvar, gözenekli sıvadan suyu emer, zararlara yol açmadan depolar ve ileride daha elverişli klima şartlarında dışarı verir.

g) Nemin girdiği ve su buharının çıktığı yüzeyler aynı büyüklükte dirler.

Bunlar duvarla fonksiyonel bir bütünlük sağlayacak bir dış sıva için gerekli şartlardır. Tuğla yapılarda hava şartlarından korunma, sadece dış sıva ile değil, sıva ve duvarın oluşturduğu bütünlük sayesinde sağlanır.

#### 1.6.2.9. Hafif beton üzerine sıva

Tuğla duvar örgüsü günümüzde yerini hafif betona terk etmektedir. Tuğla yerine hafif beton duvar üzerine uygulanan dış sıva şu değişikliklere maruz kalır.

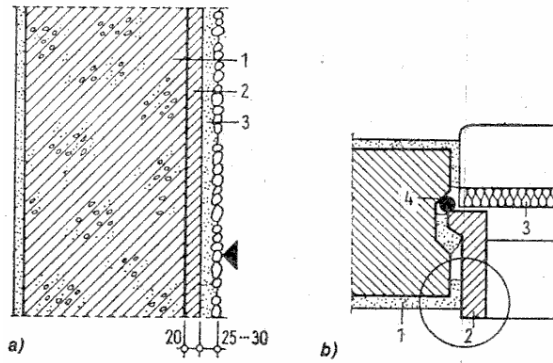
a) Hafif betonun önemli bir kapılar emme özelliği yoktur. Emici sıva ve emici olmayan sıva yüzeyinin çelişkisi daha sıvanın uygulanması sırasında belirginleşir. Sıva yüzeye zor tutunur.

b) Elemanlar büyümüştür. Tuğlanın oluşturduğu küçük elemanın yerini büyük beton bloklar almıştır. Hafif betonun ısı genleşme katsayısı tuğlaninkinden büyüktür. Büyük elemanlar sıcaklık ve nem etkisi ile daha büyük hareketlerde bulunurlar.

c) Hafif beton duvar, tuğla duvarın aksine, sıvaya ne mikro ne de makro düzeyde bir tutunma sağlar.

d) Bu nedenle sıvaya sertliği arttırıcı bir bağlayıcı malzeme ilave etme zorunluluğu doğar. Horasan bu işi daha iyi göreceği halde genellikle çimento ilave edilir. Eskisinden daha sert ve sızdırmaz bir sıva elde edilir.

e) Sıvayı taşıyacak olan duvar gövdesinin yoğunluğu ve sertliği azalmıştır. Ve sıvanınkilerden de azdır. Sertlik düşüşü bu sefer ters yönde gerçekleşmektedir. Duvar ve sıva tabakası arasında bir zıtlık oluşur (Örnek için bak. Şekil 18).



**18 a)** Hafif beton duvar elemanı 1, Dış tabakası B 225 betonu 2 ve çimento harç ile tutturulmuş çakıllar 3.

Sertlik azalması ters yönde gerçekleşmiştir. Dış kabuk, duvar gövdesinden daha az elastiktir.

**b)** Dış sıvanın pencere kenarlarına alışımlı fakat yanlış şekilde bağlanması

Sıva ağır betona kadar uygulanmıştır

1 Dış sıva, 2 Pencere çerçevesi, 3 Pencere düzlemi, 4 Sızdırmaz conta

f) Sıvanın ısı iletme özelliği, sıva yüzeyininkinden büyüktür. Yalıtıcı hafif beton, güneşlenme sonucu sıvada oluşan ısıyı güçlükle iletir. Sıvada bir ısı birikmesi meydana gelir.

Sıva soğurken içeriden hiç ısı gelmez. Duvara kıyasla sıva tabakası içinde bir sıcaklık önceliği oluşur.

g) Yağmur yağdığı zaman tuğla duvarın aksine hafif beton duvar dış sıvadan su çekmez. Aksine nemden korunması gerekmektedir. Bu da su tutmayan, hidrofob bir sıvanın imâl edilmesini zorunlu kılar. Hidrofoblaştırma maddesi dış etkilere maruz kalan üst sıvaya katılır. Böylece sıva ve duvar arasında tam bir tezat vardır. Sıva tek

başına özel bir yapı fiziksel karakteri olan sızdırmaz bir kabuk oluşturmaktadır. Sadece duvardan daha sert ve sızdırmaz değildir. Aynı zamanda daha hareketli ve kırılğandır. İçinde sürekli basınç ve çekme kuvvetleri olduğundan sıva kabuğu kolaylıkla kabarıyor veya kırılır. Boşluklar ve kopmalar görülür. Kabarma ve büzülme gerilimleri bir çatlama oluşmasına neden olur.

Duvar gövdesinin yoğunluğu, sertliği ve ısı iletim özelliği azaldıkça ve dış sıvanın yoğunluğu sertliği ve bağlayıcı madde oranı arttıkça, sıva ve duvar arasındaki tezat büyür.

Bu durumda duvar ve sıva artık fonksiyonel bir bütün oluşturmamaktadırlar. Sistem, sert klima şartlarına maruz bırakılırsa tamamen etkisiz kalması şaşırtıcı bir olay değildir. Hidrofoblaştırılmış bir sıvadaki çatlak oluşmaları, gözenekli bir sıvadakilerden daha kötü sonuçlara neden olabilirler. Çünkü duvar gövdesine giren bir nemin hidrofob dış sıvadan dışarı doğru buharlaşması çok zordur. Su alım ve su buharlaşma alanları artık birbirinin aynı değildir.

Gittikçe daha fazla sayıda uzman, hafif beton zemin üzerinde harç sıvanın güvenilir bir nem korunumu oluşturamadığını ve daha nitelikli bir koruma tabakasının kullanılması gerektiğini savunmaktadır. Sözü edilen tezat, gözenekli betonda çok büyür ve gözenekli betonun korunum tabakasının harçtan yapılmaması gerektiğini düşündürür.

Hafif beton, inşaat yerinde de sıvansa, fabrikada sıva benzeri korunum tabakalarıyla kaplansa da sıva harcının alt yüzeye uygun olması gerekir. İnşaat yerinde uygulanan sıva harcı çabuk tutunmaz. Bu nedenle çok kalın bir harç tabakası sarkmalara, buradan da yatay veya eğri çatlamlara neden olabilir. İnşaat yerindeki uygulamalar için şu kurallar geçerlidir;

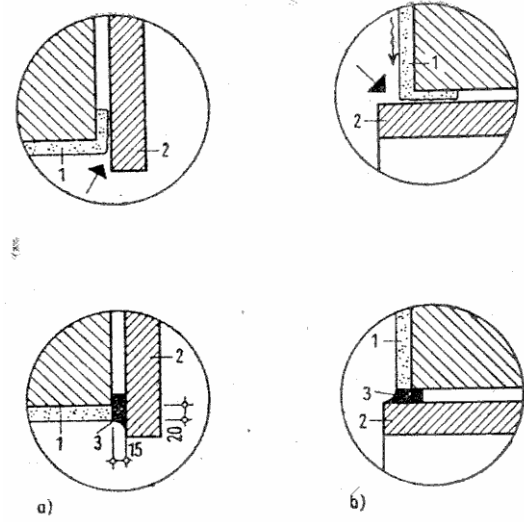
- Kaba yapı montajı ve sıva işlemleri arasında mümkün olduğunca geniş bir zaman süreci bırakılmalıdır.
- Sıva yüzeyinin eşit dağılmış bir emme özelliği olmalıdır. Alt sıvadan daha sert olmamalıdır. Delikler ve kırılmış kenarlar harçla düzeltilmelidir. Oyuklar ve açık ek yerleri olmamalıdır.
- Sıva tabakalarının kalınlıkları her yerde eşit olmalıdır. Kesitteki yükselmeler çatlamlara neden olur. 20 mm kadarki sıva tabakaları normal sayılmaktadır (kalınlık az olursa, su sıva içinden geçip gider. Kalınlık fazla olursa harç şişer ve nemli kalır).
- Alt sıvanın bağlayıcı madde oranı üst sıvanınkinden büyük olmalıdır (içten dışa doğru sertlik azalması kuralı).
- Sıva kumları temiz olmalıdır.
- Üst sıvaya hidrofob ilaveler yapılmalıdır. Islak sıva üzerine sıva yapılmamalıdır.
- Hazır sıva çatıdan, oluklardan veya pencerelerden akan sularla ilaveten ıslanmamalıdır.
- Sıva harcı metal, ahşap, ağır betonla doğrudan kontakt halinde olmamalıdır.

Bu malzemelerin hareketleriyle sıva kenarlardan dökülür (Şekil 18 b).

Bu durumlarda bağlantı, macunlu derzlerle sağlanmalıdır (Şekil 19).

Bu kurallara, uzmanlaşmış sıvacının da bildiği bazı kurallar da eklenebilir. Bütün bu kurallara uyulsa bile, blok yapı tarzında duvarın gövdesinin en azından sınırlı esnek, önemli tabaka dış kabuk, yani sıvanın da tamamen esnemez olmaları kaçınılmazdır. Sertlik azalması da istenen şekilde ve sırada sağlanamaz.

Şekil 20, sıcaklık ilerlemesi tehlikesini gös-

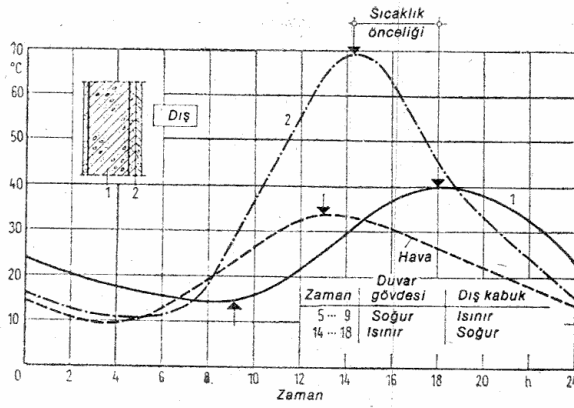


**19** Sızdırmaz macunlu bir bağlantı, sıvadaki kabarma ve kopma zararlarını önler  
a) Yatay kesit  
b) Pencere kenarı boyunca düşey kesit  
1 Sıva, 2 Pencere kenarı (çerçeve), 3 Sızdırmaz macun

termektedir. (dış sıvadaki) Şekilde 1 numaralı eğri, bulutsuz bir yaz gününde duvar gövdesinin ortasının sıcaklık durumunu, 2 numaralı eğri dış kabuğun durumu göstermektedir. Öğleden önce saat 5,00 ile 9,00 arası dış kabuğun ısındığı bir sırada, duvar halâ soğumaktadır ve aynı şekilde saat 14.00 ve 18.00 arasında duvarın ısınıp genişlemek istediği bir sırada, dış kabuk soğuyup büzülmemektedir. Duvar ve sıvanın hareket ve gerilimleri sadece büyüklük açısından farklı olmakla kalmaz aynı zamanda bazen birbirlerine aksi yönlerde etkiler. Bu düşünüşde, hafif betonun çimento harç veya ince betonla veya benzer tabakalarla birleşmesinin yapı fiziksel açıdan sağlıklı olmadığını göstermektedir.

#### 1.6.2.10. Ahşap yünü hafif yapı levhaları (Heraklitt) üzerine sıva

Magnezit bağlayıcılı ahşap yünü levhalar üzerine doğrudan uygulanan sıva eğer levhalar betonla iyice sağlamlaştırılmışlar ve



20 Yaz sezonunda hava ve hafif betonun sıcaklık durumları

1 Duvar gövdesi sıcaklığı, 2 Dış kabuğun sıcaklığı

kendi başlarına hareket edemiyorlarsa, deneyimlere göre en verimli sıva olur. Burada da bütün derzler ve köşeler tel örgü ile örtülmelidir veya sıva uygun bir sıva taşıyıcı üzerine sıvanır. Bu iş için en uygun sıva taşıyıcı, telleri korozyona uğramayan ve sıvayla birlikte iyi bir aderans sağlayan tel örgü taşıyıcıdır. Ama her sıva taşıyıcı çekme gerilimleriyle, esnediği için sıvadaki ince çatlakları – sıva esneyemez ve çatlar – tamamen engelleyemez. Bu nedenle büyük sıva alanlarını ve sıva taşıyıcı tabakalarını dilatasyon derzleriyle kesmek gereklidir.

Ahşap yünü levha bir alt yüzey üzerindeki sıvanın sıcaklık ilerlemesi özellikle büyüktür, çünkü ahşap yünü levhaların ısı iletme özelliği sıvanınkinin yaklaşık onda biri kadardır. Sıva kabuğunun uzunluk değişimleri de bununla orantılı şekilde büyüktür.

Genellikle sıva taşıyıcılarından tasarruf etmek istenir. Fakat bu çok paraya mal olabilir. Magnezitli bir ahşap yünü levhanın uzunluğu 7 mm'ye kadar değişebileceğinden ve her çeşit sıva için özellikle bu levhaların kabarma özelliği tehlike arz ettiğinden sıva taşıyıcıların buradaki önemi çok büyüktür.

Ahşap yapı levhası üzerine dış sıva, püskürtme tabaka (çimento harç sıva alt ve üst sıva olmak üzere en az üç kattan mey-

dana gelmelidir). Alt ve üst sıvanın kalınlıkları toplam 20 mm üst sıvanın çimento oranı alt sıvanınkinden az olmalıdır. Bu sıva yüzeylerinin dilatasyon derzleriyle asgari 10 m<sup>2</sup> lik alanlara bölünmesi tavsiye olunur. Böyle bir hareket beraberinde başka problemler de getirir.

Yapı fiziği açısından bu teknoloji, elverişsiz olarak tanımlanmak zorundadır. Başarı kesin değildir. Metod tezatlar içermektedir. Risk büyüktür. İşçi ücreti de masrafların % 85 ini oluşturmaktadır.

#### 1.6.2.11. Yüksek ve dağlık bölgelerde dış sıva

Yüksek ve dağlık bölgelerde yapılacak yeni yapıların dış sıvaları için aşağıdaki kurallar önerilmektedir.

- Sıva işleminden önceki ve sonraki hava şartları göz önüne alınmalıdır. Özellikle sıva işleminden sonra don olayı görülmemelidir.
- Kaba yapı yeterli ölçüde kurumuş olmalıdır. Eğer sonbahar yağmuru duvarları ıslatmışsa o yıl için sıva yapılmamalıdır.
- Kaba yapı ve sıva işlemleri arasında (mümkün olduğunca geniş) bir zaman

bırakılmalıdır. (Bu eski bir usta kuralıdır. Günümüzde uyulması çok zordur)

- Duvarlar yükselen yüzey nemine karşı iyi yalıtılmış olmalıdır.

Sıva, sıçrayan suya ve tutan kara karşı da iyi korunmuş olmalıdır.

- Duvar malzemesi donmalara karşı dayanıklı, sıva yüzeyi sıkı, temiz ve çatlamaz olmalıdır. Çatlamış tuğlalar ve oyuk derzlere yer verilmemelidir.
- İyi bir sıva karışımı kullanılmalıdır. Kireç kaymağı harçlı üst sıva deneyimlere göre sorun yaratmaktadır. Bu nedenle en az çimento takviyeli sıva kullanılmalıdır.
- Açık gözeneklere suyun rüzgâr tarafından sıkıştırılması için dış sıvaya hidrofob ilâveler yapmak gerekir. Öbür türlü sıva uygulandıktan ancak haftalar sonra donabilir.
- Makinalar sayesinde uygulanan sıva kolaylıkla kabarma çatlamaları gösterebilir. Pratikte kabuk kabuk dökülmeler görülür. Bu nedenle yüksek bölgelerde makinayla sıva atılmamalıdır. Sıva geleneksel şekilde elle sıvanmalıdır.
- Su tutmayan, ilâve ince tabakalar sürmek gerekli görülür.
- Sıvanacak duvarların ısı yalıtım değeri, sağlıklı bir şekilde ölçülmelidir. Duvarlar içten dışa doğru nemlenmemelidir.
- Yağmur boruları, askılar vs. alışılmış soğuk iklimler için geçerli olmayan ve hasar görünce ilâve nemlenmelere yol açabilecek (kırılabilir) PVC den yapılmamalıdır.

Bu şartlar malzeme tekniği zaman ve iklim şartlarına bağımlı bilgiler gerektirmektedir, ve bazı noktalar her zaman uygulayıcıların gözünden kaçabilir. Teknik kalite gerekçeleri de pratikte her zaman karşılanamayabilir.

Yüksek bölgelerde her ıslak durumu bir kuru durum izler. Bu nedenle özellikle nitelikli rüzgâr yönü yüzeyleri söz konusu olduğunda soğuk cephe prensibine başvurulmaktadır.

### **1.6.3. Yeni, rüzgâr ve yağmur korunum tabakaları**

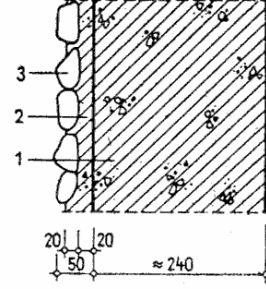
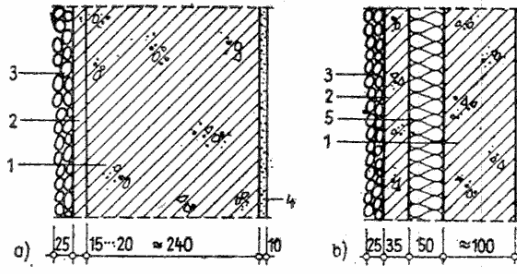
Geleneksel şekli ve karışımıyla harç sıva, endüstriyel yapı tarzında artık kullanırlılığını yitirmektedir. Büyük levhalı yapı tarzındaki duvar elemanları, ya geleneksel harç sıvadan daha büyük bağlayıcı madde oranları olan monolitik dış tabakalarla kaplanırlar, ya da imalat sırasında üzerlerine klinker, fayans veya mozaik uygulanır.

#### **1.6.3.1. Monolitik dış tabakalar**

Bu dış tabakalar sürekli ve dayanıklı sayılırlar fakat elastik değildirler ve kolay kırılırlar. Sık sık bağlayıcı maddesi çok olan hidrofob ilâveli, pürüzsüz sıva olarak tanımlanan 20 mm kalınlığında ince beton kullanılır. Eğer 20 mm lik tabaka iyi tutturulmaz veya gözenekli ilâve malzemeler dış yüzeye yaklaşırlarsa bu tabaka görevini yapamaz. Tek tabakalı hafif beton elemanlarında, bu tabakalara ısı uygulandığında çatlamalar görülür.

Donmaya karşı betona çeşitli agrega ilâveleriyle üç çeşit dış beton meydana çıkar.

a) Dış yüzey olarak yıkanmış beton, en çok Danimarka, İsveç, Fransa, İngiltere ve Batı Almanya'daki levha sistemi yapılarda görülür. İmâl edilişi hiçte problemsiz değildir.



22 Balast (Kırma taş)  
1 Hafif katkı maddeli beton, 2 İnce beton,  
3 Doğal taş balast

## 21 Yıkanmış beton dış yüzeyleri

- a) Homojen duvar üzerinde  
b) Üç tabakalı duvar elemanı üzerinde

1 Hafif beton duvar elemanı, 2 İnce beton B 225, 3 Yıkanmış beton, 4 İç sıva, 5 Yalıtım tabakası

Kalitesi, denenmiş bir beton karışımının tutturulabilmesine, yoğunluğunun eşit dağılmasına, uygun ilavelerin seçimine ve uzman işçilerin yıkama sırasındaki özen ve deneylerine bağlıdır. Yıkanmış betonun avantajı her erimeyen cinsten doğal taşın kullanılır olmasıdır. (Çakıl taşı veya kırma taş) En elverişlileri 7-15 mm çaplı çakıl taşlarıdır. Bunlar hem bol miktarda mevcuttur hem de ucuzdur.

Ayrıca imâl teknolojisi de “basit” sayılır. 25 mm kalınlığındaki ön tabakanın üzerine beyaz çimento ve açık renk çakıl taşlarının rengini bozmayan bir donma geciktiricisi ilâve edilir.

İlâve tabakaların gövdesi 20 mm den fazla ise önceden hazırlanan levha sisteminde yıkanmış beton yöntemi uygulanamaz. Bu dış korunum tabakası oldukça ucuza mal olur.

Ön tabaka beton karakteri taşıdığından ve madde yapısı ve imalat tekniği nedeniyle ince çatlaklar oluşabileceğinden sert iklim şartlarında yıkanmış beton yeteri kadar özellikle sağanağa karşı sızdırmaz değildir.

b) Kırma taşlı cephelerde, benzer karakter taşlar 20 mm çapa kadar kırma taş veya çakıl taşları, bir çimento harç ile dış yüzeye tutturulur. Bu cephe tabaka sı, taşıyıcı yü-

zey olarak görev gören ve parçalı olması gereken bir ısı yalıtım tabakası üzerinde, yapı fiziksel açıdan gerçekte yapılan bir şeyi bozma olayıyla karşı karşıya kalınır (Örnek → 1.10.1. Şekil 69).

c) Balast, çakıl yüzeyleri 20 mm den büyük çakıl veya kırma taşlardan oluşur. Bu çıplak alanların yüzeyleri oldukça kabadırlar ve hava şartlarına karşı büyük zayıf bölgeler içerirler.

Bu dış korunum tabakalarının yapı fiziksel temeli pek elverişli değildir. Taş veya çakıl parçalarını tutmak ve en azından üçte iki oranında örtme görevi olan bağlayıcı malzeme (çimento) kuruduğu zaman kabarma olayına maruz kalır. Emici olmayan çakıl ve ince beton arasındaki bağ, pek sağlam değildir. Birleştikleri alan kabarma sonucu gevşer ve kolaylıkla görülebilecek çatlaklar meydana gelir. Sonunda tane düşer ve yerinde bir çukur bırakır. Elemanın ısınması ve bunun neden olduğu nem alışı ve bunu izleyen kuruma sonucu taneler bulundukları yerden gevşerler. Bağlayıcı malzemeye bir miktar tras çimentosu (horasan) ilâve edilirse durum biraz değişir.

Kabarmaya eğilimi olan çimento, bu cephelerde kullanılmamalıdır. Taneler büyüdükçe gevşeme eğilimi artar. Korunumlu şehir bölgelerinde bile balast yüzeylerinin yağmur geçirdiği görülmüştür.

Bu koruma tabakaları duvarla olan bağıntılarıyla birlikte ele alınmalıdırlar. Homojen ısı yalıtıcı tek tabaka elemanlar, ya da üç tabakalı levhaların düş yüzeyleri üzerinde olmaları birbirinden farklı sonuçlar verecektir.

### **1.6.3.2. Önceden hazırlanmış ön tabakalar**

Bu tabakalar, çimento harç ile tutturulmuş duvar fayansları, seramik plâkalar veya cam mozaiklerden meydana gelirler (sert cephe-ler).

Eğer iyi bir kendi kendini temizleme bekleniyorsa, bu cephelerin dış yüzeylerinin özellikle pürüzsüz olması gerekir. Bunlar monolitik ön cephelerden % 40 - % 50 daha pahalıdırlar fakat bakımları kolay ve ucuzdur. Uzun kullanım süreleri, çok katlı yapılarda uygulanmalarını gerekli ve ekonomik bir hale getirmiştir.

Bu levha tabakalar duvara sıkı sıkıya tutunduklarından duvarın şekil değişme kuvvetleri tabakalara, tabakalarınki de duvara yansır.

Dış kabuğun Şekil 20 de gösterilen sıcaklık ilerlemesi burada da söz konusudur. Güneye bakan duvarlardaki koyu renk seramik levhalarda 70 °C ye varan sıcaklıklar ölçülmüştür.

Güneş gören bir fayans tabakası 6 m genişlikte 4,5 mm genişleyebilir. Arkasındaki duvar bu harekete katılmaz. Fayansların kenarları 150 kg/cm<sup>2</sup> ye varan sıkıştırma gerilimlerine maruz kalabilirler. Bu tür tabakalarda iki çeşit kritik sınır yüzeyi görülür:

- Tabaka ve yapıştırıcı harç arasındaki aderans alanı
- Yapıştırıcı harç ve duvar arasındaki aderans alanı

Karo (dikdörtgen şekilli) klinkerlerde ilk alan tehlikeye girmediğinden tabaka yapıştırıcı harç ile birlikte çözülür (ayrılır). Hafif

betondan duvar, bazen buradaki ayrılma gerilimlerine dayanamaz.

Bir yapı fizikçi için, gözenekli, hafif beton gövdenin bir çimento harç ve seramik levha tabakasıyla oluşturduğu bağ sistemi tezati, heterojen, dış iklimin azami şartlarına dayanamayacak bir yapı oluşturur.

Karo klinkerler veya duvar fayansları arasındaki ek yerleri tabakanın zayıf noktalarını oluştururlar (→ 1.6.1.3.). % 15 lik bir oranla oldukça azaltılmış ufaltılmış) buharlaşma yüzeyini oluştururlar. Su geçirirler. Böylece duvarda gözle görülen bir nemlenme meydana gelebilir.

Derz harcı metal sabunlarla hidrofoblaştırılmış olmalıdır (→ 1.6.6.).

Bundan başka harcın tatbikatında yeterince sıkışması için basınç uygulamak gerekir. İleride oluşacak kabarma kuvvetleri sadece bu basınç kuvvetini dengeleyebileceklerdir.

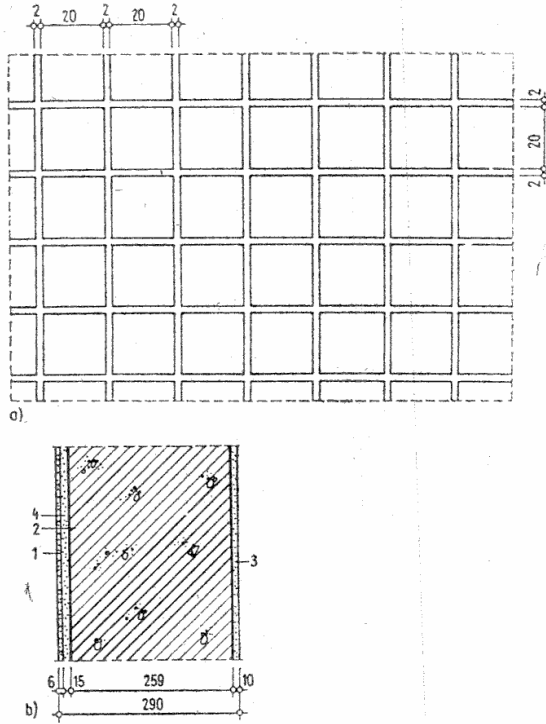
Önceden hazırlanmış ön tabakaların tatbikatında, bir çok deneyimlere dayanarak şu öğütler verilmektedir.

1. Tabaka anlatılan sıcaklık ilerlemesi etkisindedir. Çeşitli hareket eğilimlerini sınırlandırmak amacıyla açık renkli fayanslar seçilmelidir.

2. Her sıvada olduğu gibi alt yüzey aynı kapılar emme özelliğini içermeli ve mümkün olduğunca büyük bir ısı iletim özelliğine sahip olmalıdır (İyi yalıtıcı olmamalıdır).

3. Yapının oturma ve kabarma olayları sona ermiş olmalıdır (Acele, zarara neden olur).

4. Tutucu tabaka olarak çimento harcından bir püskürtme tabaka uygulanır. Tutucu harç fayansları (arka yüzeylerinden) % 100 örtmelidir. Boşluklar veya oyuklar kalma-



**23 Küçük mozaikler**

a) Görünüş

b) Kesit

1 İnce beton, B 225, 2 Duvar gövdesi, 3. İç sıva, 4 Küçük mozaikler

malıdır (Bunlar suyla dolabilir).

5. Her tavanın altına ve üstüne yatay hareket derzleri yerleştirilmelidir. Bunların azami aralığı 5 m'yi geçmemelidir. Aynı şekilde bu aralıklarla düşey derzlerde kullanılmalıdır. Derz genişliği asgari 10, hatta 20 mm olmalıdır. Derzler duvara kadar ulaşmalı ve aderans kuvvetlerini de bölmelidirler.

6. Derz harcında iki taneli kum kullanılmalıdır. 0,2 mm lik en ince kum % 15 - % 20 oranında ilave edilmelidir. Quartz unu ve tras katıkları işe yarar.

7. Derz harcı çok çabuk kurumamalıdır. Tekrardan işleme tutulmalı veya plastik folyolarla örtülmelidir. Böylece kabarma çatlamaları engellenmiş olur. Bundan başka

bütün genişleme derzleri plastoelastik macunlarla doldurulmalıdırlar. Ayrıca hidrofoblaştırma malzemelerinin derz harcına – kesinlikle ön tabaka harcına değil – ilâve edilmesi tavsiye edilmektedir. Bunlardan başka bir oranda buhar engelleyen fayans tabakası bir kondansasyon düzlemi oluşturmamalıdır.

Cephe yüzeyi olarak mozaik, genellikle 2 – 3 mm lik derzlerle ince yapıştırıcı altlık yöntemiyle yerleştirilen endüstriyel dökme renkli camlardan meydana gelir (Şekil 23) Cam parçaları genellikle 20/20 mm azami 40/40 mm büyüklüğündedirler ve 300/300 mm lik tabakalar halinde duvarın dış sıvasına gömülürler.

1 : 1 kum ve çimento oranlı harç, bir PVAc-dispersion (Latex) ilavesiyle takviye edilmelidir. Böylece hem kohezyon hem de aderans özellikleri iyileştirilir.

Derz oranı burada % 8 - % 10 olduğu için, metal sabunları veya acril reçinesi dispersiyonlarının ilâvesi tavsiye olunur. Böylece derz harcı hidrofoblaştırılmış olur (→ 1.6.6.).

Derzler genellikle lastik fitil ve çimento çamuru yardımıyla doldurulur. Bu nedenle tabaka hem su, hem de su buharını sınırlı geçirir.

Cam tabaka sayesinde havadan karbonasidi alamayan sıva, hidrolik ve dona dayanıklı olmalıdır. Cam ve sıva sadece zayıf bir aderans meydana getirdiklerinden tam bir derzleme, cam parçacıkların her taraftan sarılmalarının sağlanması açısından şarttır. Derz yerleri boş kalırsa ileride oralara su sızar ve don çatlatmalarına neden olur.

Suyun sıçradığı bölgede bulunan böyle bir tabaka bir sene içinde hasar görür. Aynı şey pencere ve saçaklardan akan sulara maruz kalan yüzeyler için de geçerlidir.

Beton veya doğal taştan pencere kenarları veya pervaz kemerleriyle veya çelik profillerle doğrudan temaslar engellenmelidir. Alt yüzey çatırsa üst tabakada çatlar.

#### **1.6.3.3. Doğal taş ve beton yapı taşı blokları**

Doğal taş plakalar iklim etkilerine karşı oldukça çeşitli tepkiler gösterirler. Madde yapılarına göre sıcaklık ve nem etkileriyle uzunluk değişmelerine uğrarlar. Yoğunlukları az, su alma özellikleri de fazla olan taş plakalarda büyük kabarma hareketleri görülür.

Basalt, granit, diabas, diorit ve quarzit gibi taşlar yoğun, ağır ve dirençlidir. Hava şartlarına karşı dayanıklı ve bakımları pratik ve kolaydır. Kabarma değerleri oldukça düşüktür. Bunlar sıcaklık etkisiyle rahatlıkla hareket edebilmelidirler. Bu nedenle çok büyük parçalar halinde uygulanmamalıdır.

Porfir (kırmızı sumaki) kumtaşı, kireç taşı, trasit, traverten gibi taşlar hava şartlarına karşı daha az dayanıklıdır. Kabarma değerleri daha yüksektir ve dikkate alınmalıdır. Su ve kire karşı dayanaksızdır.

Su akıntıları, kirlenmeler ve tuz tabakaları bu taşlarda yoğun taşlara oranla daha fazla görülür.

Genellikle hiç dikkate alınmasa da sıcaklığa bağlı hareketler taşların kalınlığına da bağlıdır. İnce plakalar daha büyük sıcaklık değişimlerine maruz kaldıklarından daha elverişsizdirler.

Katı harçlı beton yapı bloklu cephelerin, etkili sıkışma gerilimlerinden dolayı ısı depolayan duvarlarla temasları olmadığından, bu malzemeyle yapılmış soğuk cepheler özellikle çabuk ısınır, çabuk soğurlar.

Pürüzsüzleştirilmiş cepheler daha az kirlenirler.

Kirlenmiş doğal taş cephelerin temizlenmesi, en sağlıklı olarak aşırı basınçlı su buharıyla gerçekleşir. Buhar, yüzeye mekanik bir etki yapmaz ve derinliklerine kadar işler. Püskürtme kum, cephe yüzeylerini eskisinden daha kaba hale getirir. Asidini alma yöntemi de pek derinlere işlemez.

Eğer emici özelliği yüksek olan taşlar söz konusuysa temizlenmiş doğal taş plâkaları hemen empregne edilmelidir.

Beton yapı taşları doğal taş plâkalar gibi mineral bağlayıcılarla tutulan doğal taş tanelerinden oluştukları için madde karakterleri bunlarla aşırı ölçüde benzerdir. Ama yeni imâl edildikleri için daha yıllar süren alkalik sızıntılar yaparlar. Bu nedenle alkalik hidroliz tehlikesi olan malzemelerle korunmamalıdır. Buna karşı empregne edilebilirler.

Genellikle bu tür cephe plâkalarının kalınlıkları 20 mm olur. Bunların avantajı, çeşitli tutucu elemanların hazırlama sırasında monte edilebilmesidir. Plâkalar ya iki statik olarak belirlenen noktadan asılır, yada bir taşıyıcı demir üzerine oturtulur. Böylece uzunluk değişimlerinde gerilim meydana gelmez. Montajı pek problemsiz olmayan levhalar, doğru yerleştirilirse dayanıklı sürekli dirler fakat pahalıdır.

#### **1.6.3.4. Metaller, plâstik malzemeler**

En bilinen malzeme eloks alüminyumdur, sık sık nemlenme olaylarıyla karşılaşılması bu malzemenin suçu değildir. Genellikle, aşırı yüksek bir ısı genişleme katsayısının neden olduğu anormal ısı iletme özelliğiyle birlikte alüminyumun diğer önemli özellikleri pek az dikkate alınır.

Eğer hareketleri engellenmemişse metaller ve plâstik malzemeler nitelikli ve hafif soğuk cepheler oluştururlar. Pahalı olmalarına karşı ekonomiktirler.

Eski yapıların kaplamaları için de metal cepheler elverişlidir.

### 1.6.3.5. Cephe camı

Cephe camları, hava şartlarından korunum tabakası olarak da kullanılabilir (ışık geçiren cam için bak. Bölüm 2.). Isı ile genişleme özelliği, sıkıştırma gerilimlerine karşı hassaslığı ve difüzyon geçirgenliği nedeniyle kullanılmadan önce etraflıca düşünülmelidir.

Cephe camının çok şeye karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Yeni yapılar, tozlu ve dumanlı şehir havasında cam cephelerin de çabucak kirlendiğini ispatlamaktadır.

Buna karşı oldukça kolay temizlenebilir. Yüksek yapılarda cephe asansörü kullanılır.

En çok seramik (erimiş) boyalı (silikat tabakası) camlar, donuk camlar, buzlu camlar, renkli camlar ve arasında plâstik folyo bulunan iki tabakalı bitişik camlar kullanılır.

Takviyeli camlar, darbe, eğilme ve sıcaklık gerilimlerine karşı dayanıklılıklarıyla alışılmış cama kıyasla daha önemlidirler. Kırıldıkları zaman keskin kırıklara değil küçük kırıntılara ayrılırlar.

Renklendirilmiş, özellikle koyu renk camlar ısı absorbe ederler ve bu nedenle de ısınırlar. Güneş ışınlarına maruz kalan bir cam pencere çıkıntılarıyla veya yan kolanlarla kısmen gölgelendirilse bile camı patlatabilecek ölçüde gerilimler meydana gelebilir.

Bu nedenle renkli cam, ön gerilimli olarak kullanılmalıdır.

Cephe camı üç ayrı şekilde monte edilir:

1. Duvara direkt olarak harçla tutturulan cam levhalar
2. Duvarın önüne monte edilen çerçeveli cam levhalar.
3. Özel konstrüksiyonlar üzerine yapıştırılan cam levhalar.

Direkt harç içine yatırılan cam levhalar cam mozaikten daha problemlidirler. Bu da kolaylıkla açıklanabilir. Yüzeyleri daha büyüktür, derz oranları cam mozaikinkinin yüzde onu kadardır. Harç sadece hidrolik değil aynı zamanda elastik olmalıdır. Bu amaca çimento ilaveleriyle ulaşmak istemek yanlış olurdu. Bu iş için 1 : 5 lik bir horasan kireç harcı tavsiye olunur (Çimentosuz).

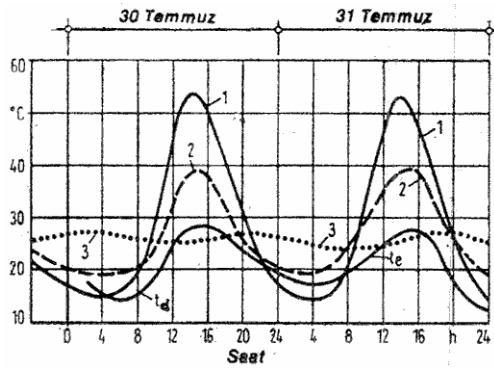
Açık renk seçilmesi gereken (donuk) cam levhaların arka tarafında harç yatağa daha iyi tutunmayı sağlamak amacıyla oluklar vardır. Buna rağmen sık sık bombeli cam levhalara rastlanmaktadır. Yapı elemanı kabadığı veya büzüldüğü zaman dış tabakaya bu gerilmeler iletilir.

Öte yandan cam tabaka güneş etkisi altında genleştiği zaman duvar bu harekete uymaz. Bu nedenle temas bölgesinde ayrılma gerilimleri doğar. Adezyon kuvvetlerini aşar ve tabakayı alt yüzeyden çeker. Levhalar arasındaki derzler yeteri kadar su sızdırmaz yapılamaz. En fazla plâstoelastik bir macunla yalıtılırlar. Bu nedenle sadece kabaca sürülmüş bir sıva üzerine plastik bir macun, kavrama macunu sürülür. Aynı şekilde derzlerde yalıtılır. Böylece –en azından teorik açıdan- tabaka ve duvar arasındaki hareket sınırlandırılır. Asıl problem ise sadece kısa süre için bertaraf edilmiş olabilir çünkü hangi plastik malzeme on senelik dış etki sonucu plastikliğini koruyabilir.

“Sahici” cam cephe, bir çerçeve içine alınıp duvarın önüne monte edilen büyük cam

levhalardan oluşur. Bu cephe camı sıkışma etkileri altında kalmadan hareket şeklini değiştirebilmelidir, çünkü rüzgâr basıncına, rüzgâr emme kuvvetlerine, sarsıntılara (trafik titreşimleri) ve ses duvarını aşan uçakların hava basıncı dalgalarına karşı koymak zorundadır. Bundan başka rengine ve yönlerine göre konumuna bağlı olarak güçlü sıcaklık değişimleri etkisi altındadır.

Şekil 24, iki yaz günü için bir cephe camının aynı duvarın diğer tabakalarına kıyasla sıcaklık durumunu göstermektedir. Ölçüm aşırı sıcak günlerde yapılmamıştır.



24 540 cal/cm<sup>2</sup> lik günlük ışıması olan pencereli bir dış duvarın sıcaklıkları ölçümleri 30 ve 31 Temmuz'da yapılmıştır (Freymuth'a göre).

1 Hava şartlarından korunum tabakası olarak telli cam, 2 Güneye bakan pencere camı, 3 Masif yüzeydeki iç sıva

Dış hava sıcaklığı “sadece” 28 °C ye ulaşmıştı. Cephe camının (telli cam) azami sıcaklıklarının ışık geçiren pencere camının azami sıcaklıklarından yüksek olması enteresandır (1 ve 2 eğriler).

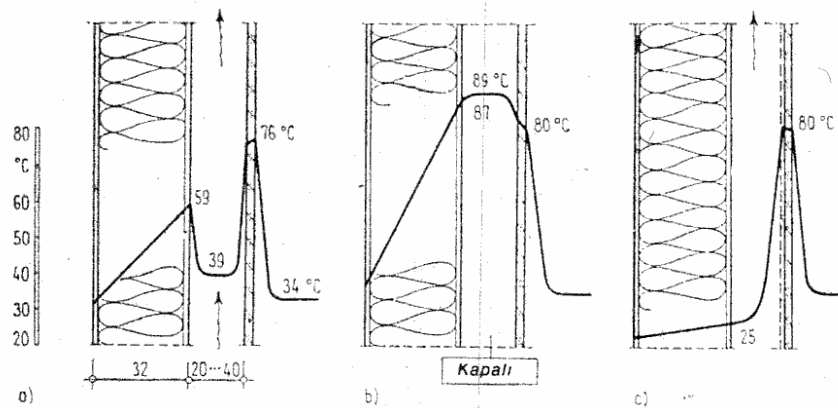
Bu nedenle çerçeveslendirilmiş cam levhaların montajı için şu kurallar gereklidir:

- Sadece takviyeli cam kullanılmalı ve
- Duvar ve cam arasındaki hava tabakası ventile edilmelidir.

Arkadan havalandırmanın etkisini **Mirlik**, Şekil 25 daki gibi göstermiştir. Bu şeklin a şeması, arkadan havalandırma halindeki sıcaklıkları göstermektedir. Cam ve duvar arasındaki hava sıcaklığı 39 °C dir.

Şekil 25 b deki sistemde arkadan havalandırma yoktur. Cephe camı arkasındaki hava sıcaklığı 50 derece daha yüksektir. Duvarın yüzey sıcaklığında 28 derece yükselmiştir.

Şekil 25 c deki deneyde cephe camının arkasına ışın yansıtıcı bir alüminyum folyo yerleştirilmiştir. Aradaki boşluk burada da havalandırılmıştır. Bu ölçümlerin sonuçları enteresandır. Camın arkasındaki hava tabakası ve duvarın sıcaklıkları öncekilerden oldukça düşüktür (Duvar tarafında 25 °C lik bir sıcaklık vardır). Ama cam levhanın sıcaklığı yine de 80 °C kadardır. Bu sonuç, camın esneme olanağının artırılması gerek-

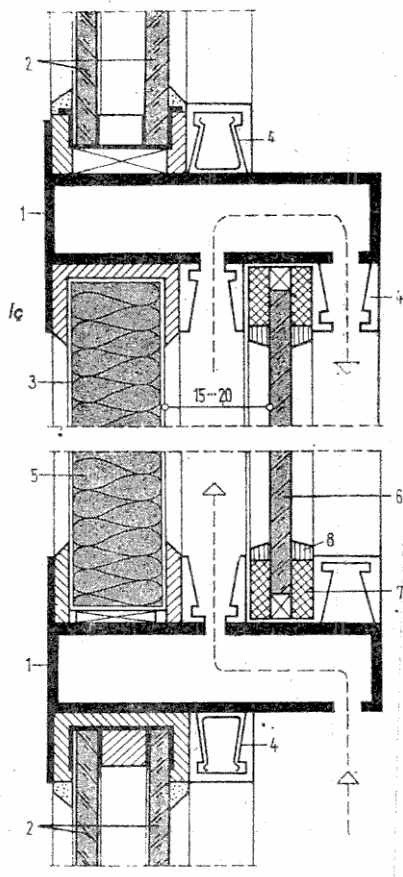


25 Yaz sezonunda cephe camı ve yalıtım tabakalarının sıcaklık durumları (Mirlik'e göre)

- Cephe camı ve yalıtım tabakası arasındaki boşluk havalandırılmaktadır.
- Aradaki boşluk sızdırmaz şekilde kapatılmıştır.
- Cam levhanın arkasına yansıtıcı alüminyum folyo yerleştirilmiştir. Camın arkasındaki sıcaklıklar düşüktür.

tiğini kanıtlamaktadır. Burada camı tutan çerçevenin de esneyeceği gözden kaçırılmamalıdır. Hafif bir duvarın arkası havalandırılan cephe levhası için örnek Şekil 26 da verilmiştir. Bu tür konstrüksiyonlarda hava akımı küçük delikler içinden değil, yapı açısından sorun çıkartmadığı sürece yarıklar içinden sağlanmalıdır.

Yeni yapı stilinde patlayan camların değiştirilememesi büyük güçlükler çıkartmıştır (Sorumlu tutulan projeciler içinde). Cam değiştirilebilmelidir (Şekil 26 daki örnekte bu mümkündür).



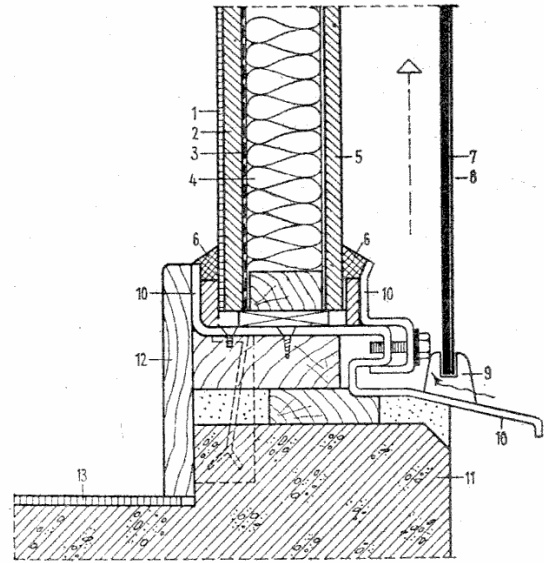
**26** Bir metal cephenin arkası havalandırılan cam panosu

1 Yatay pencere kasası (Isı köprüsü), 2 Sağlam tesbit edilmiş çift kat camlama, 3 Metal panel, 4 Tutucu pervaz, 5 Yalıtım malzemesi, 6 Arkası havalandırılan cam, 7 Macun, 8 Macun sıkıştırıcı profil

Bu tür cephelerde (camdan başka malzemeler de de) kapak boşluklardaki problemlerin ortadan kaldırılması için arkadan havalandırma prensibi tavsiye olunur. Şekil 27, bunun için bir örnek oluşturmaktadır. Bu sayede sadece su oluşması ve siyah mantarlar değil cephe membranının göbeklenmesi de engellenmiş olur. Bu, kapalı boşluklarda sık sık görülen bir hasardır.

Takviye edilmiş cam levhaların uygun yalıtım tabakaları üzerine yapıştırılması tamamen ayrı karakterde bir duvar sistemi oluşturur. Takviyeli donuk cam ile cam köpüğünün birbirine yapıştırılmasında dikkat gerektiren bir metod uygulanır.

Arka tarafa bir lifli çimento levha yapıştırılmıştır. Böylece tam bir sandviç eleman



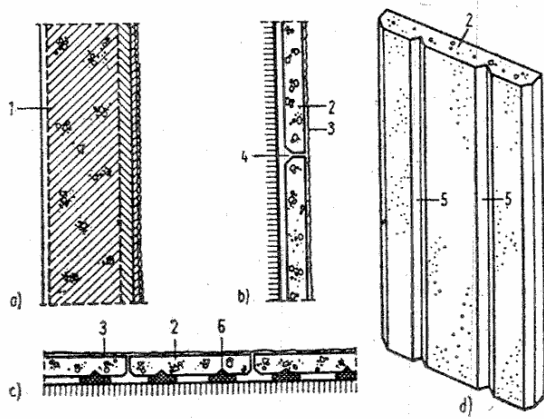
**27** Arkası havalandırılan bir Fransız cephe elemanı

1 Poliester tabakası, 2 Lifli çimento levha, 3 Buhar kesici, 4 Isı yalıtım malzemesi, 5 Rüzgârlık, 6 Sıkıştırılmış sızdırmaz profil, 7 Çelik levha, 8 Emaye tabaka, 9 Plâstik tutucu, 10 Alüminyum profil, 11 Kat tavanı, 12 Süpürgelik, 13 Döşeme

meydana gelir. Burada özel yapıştırıcılar kullanılmıştır, aradaki adezyon da güvenilir ölçüdedir.

### 1.6.3.6. Köpüklü cam levhalar

Yeni bir teknolojiye göre ısı yalıtımları düşük olan ve genellikle sağnak yağmur geçiren dış duvarlar köpüklü cam levhalarla islâh edilir. Bunlar, arkası havalandırılan cephe sistemine bir geçiş stilidirler (Şekil 28).



28 Cephelerin ıslahı için difüzyon kanallı köpüklü cam plâkalardan dış koruyucu tabakası

- a) Islâh edilmemiş dış duvar, aşırı ısı ve nem geçirgen
- b) Yapıştırılan plâkaların düşey kesiti
- c) Yatay kesit
- d) Plâkaların arka görünümü

1 Hafif beton duvar, 2 Köpüklü cam plâka, 3 Bir veya iki kat pnömatrik püskürtme tabakası, 4 Difüzyon kanalı olarak kenar boşluğu, 5 Yapıştırma şeritleri için tutunma olukları, 6 Plâstik şerit veya macun

30 mm kalınlığındaki levhaların kenarlarındaki boşluklar difüzyon kanalı görevini görürler. Kesitleri üçgen biçimindedir. Plastik macun veya şeritlerle yapıştırılan levhalar alt yüzeyden 2-4 mm yüksekte dururlar. Derzler geniş bir ıspatula ve plâstik macunla sıvanır. Bundan sonra bütün yüzey bir yada iki kez pnömatrik püskürtme tabakası ile kaplanır (→ 1.6.6.5.).

Tepedeki üçgenler kapatılmaz ve çinko levha ile örtülür. Böylece difüzyon kanalı sistemi açık kalır. Islah edilen duvar bu şekilde sadece yağmura karşı dayanıklılaşmamıştır. Aynı zamanda ısı yalıtım değeri  $0,65 \text{ h m}^2 \text{ }^\circ\text{C/kcal}$  ( $0,55 \text{ m}^2\text{K/W}$ ) kadar iyileşir ve çoğu durumda eski değerinin iki mislini bulur.

Dış kabuk mekanik etkilere karşı duyarsız olmadığından kaplama, bina temelının üst tarafında yapılmalıdır. Bina kenarlarında levha kaplama işlemi ya yağmur borularına kadar ya da bir levha genişliği boş bırakarak sürdürülmelidir.

### 1.6.4. Yapılarda Isı Yalıtım Camları

#### 1.6.4.1. Isı kontrolü

Isı kontrolü, pencere ve cam tasarımında dikkate alınması gereken çok önemli bir ölçüttür. Burada amaç, bina ısıısının dışa kaçışını yavaşlatarak ısıtma enerjisi tüketimini azaltmak ve iç mekanın bütününde dengelenmiş bir sıcaklık ortamının devamını sağlamaktır.

#### 1.6.4.2. ISICAM Yalıtım Camı Üniteleri

ISICAM, iki veya daha çok sayıda cam plakanın aralarında ortam basıncına uygun kuru hava veya gazları barındıracak şekilde fabrika şartlarında bir araya getirilmesi ile oluşan yalıtım camı ünitesidir. ISICAM alüminyum ara boşluk çitası ve içindeki nem giderici malzemeler ile birincil sızdırmaz “poliizobutilen”, ikincil sızdırmaz “polisülfid” veya özel silikon yardımı ile birleştirilir. Strüktürel camlamalarda,  $-30^\circ\text{C}$   $+80^\circ\text{C}$  arasındaki “kullanım” sıcaklıklarında ve birleşim yerleri bir kapak ve çita yardımı ile korunmaksızın güneş ışığına doğrudan açık uygulamalarda, özel silikonlu ISICAM üniteleri talep edilmelidir. ISICAM üniteleri renksiz, harmandan renkli güneş ve ısı kontrol kaplamalı (Low-E) veya buzlu, lamine, temperli ve emaye cam panolarla oluşturulabilir.

ISICAM üniteleri iç ortamla dış ortam arasındaki ısı transferini geciktirerek yalıtım sağlamaktadır. Yalıtımın başarısını, cam panolar arasındaki araboşluk dolgusunun niteliği ve genişliği ile varsa kaplamanın yayılımı (emissivity) katsayısı belirlemektedir.

#### **1.6.4.3. Isı kontrol Kaplamalı (Low – E) Yalıtım camı Üniteleri**

Düşük yayımlı (Low-E) ısı kontrol kaplamaları kısa dalga güneş enerjisinin büyük bir bölümünü içeri geçirir. Güneş ışınlarını soğurarak ısınan halı, mobilya, duvar ve çatı yüzeyleri ile radyatör, aydınlatma armatürleri, insan vücudu gibi kaynaklardan yayımlanan uzun dalga ısıyı (radyasyon) enerjisi pencerelerden dışa kaçarken Low-E kaplamalar tarafından tutularak kaynağına geri yansıtılır.

#### **1.6.4.4. Çok amaçlı çözümler**

Çok amaçlı çözümler, yalıtım üniteleri bünyesinde ısı ve güneş kontrol özelliklerini bir arada barındırır. Güneş ve ısı kontrol özellikleri aynı cam/kaplamada birleştirilebileceği gibi farklı cam/kaplamalara da dağıtılabilir. Bu özellikler, yalıtım üniteleri bünyesinde camın nitelikleri ile ısı ve güneş kontrol faydalarını tek veya iki ayrı tabakada barındıran kaplamalarla sağlanır. Çok amaçlı yalıtım camı üniteleri hem yaz hem de kış sorunlarının yaşandığı coğrafyalarda her mevsime yönelik en iyi çözümdür.

#### **1.6.4.5. Prapet ve Cephe Kaplama Camları**

Giydirme cephelerde pencere camlarını tamamlayan prapet camları, yapının strüktürel ve mekanik elemanlarını gizlemek amacı ile kullanılır. Prapet camları, pencere camlarına uyum sağlayacak veya kontrast

oluşturacak şekilde seçilirler. Pencere ve prapet camlarının birbirine uygunluğu sipariş öncesinde oluşturulmalıdır. Özel dikkat gerektiren prapet camları, tasarım ölçütleri ve hedefleri doğrultusunda birkaç şekilde yapılabilir. Bütün prapet ve cephe kaplama camları ısı kırılma risklerine karşı ısı işlemli (kısmi veya tam temperli) olmalıdır.

#### **1.6.4.6. Yalınkat prapet Çözümleri Poliesterle Opaklaştırılmış Prapet Panoları**

Yansıtıcı (reflektif) güneş kontrol kaplamalı, ısı işlemli yalınkat camlar, kaplamalı, 2.yüzeyleri üzerine fabrikada kaplanan özel siyah polyester filmle opaklaştırılarak prapet panosu haline getirilmektedir.

Strüktürel silikonlu camlamalarda taşıyıcı elemanlara yapıştırılabilmesi için prapet camlarının kenarlarından opaklaştırıcının belirli bir genişlikte sıyrılması gereklidir.

#### **1.6.4.7. Emaye Duracam “Prapet Panoları”**

Renksiz veya harmandan renkli float cam üzerine RAL renklerinde emayeleme ve temperleme işlemi uygulanarak üretilen Emaye Duracam panolar, pencere ve prapet camları arasında görüntü beraberliği aranmadığında veya kontrast renkler istendiğinde iyi bir çözümdür.

Emaye Duracam zengin renk çeşitleriyle cephelerde kaplama camı olarak da baskı 2. yüzeye gelecek şekilde başarıyla kullanılabilir.

#### **1.6.4.8. Prapet Yalıtım Üniteleri**

Özellikle yüksek ışık geçirgenlikli güneş kontrol camları seçildiğinde, giydirme cephelerin pencere ve prapet alanları arasındaki renk beraberliğinin, en iyi prapet

yalıtım camları ile sağlanabileceği pek çok tasarımcı tarafından paylaşılan bir görüştür.

#### 1.6.4.9. Özel Nitelikli Konut Camları

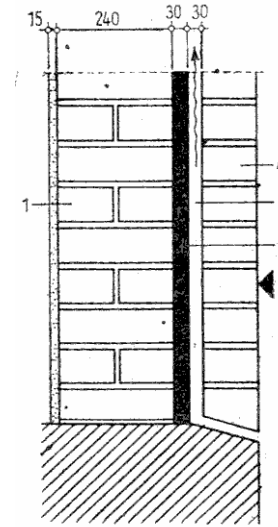
Dünyadaki petrol, doğalgaz ve kömür rezervleri hızla tükenmektedir. Artan enerji ihtiyacı ve çevre kaygısı daha az enerji ile daha fazla konfor sağlayan özel camların kullanımını gerektirmektedir. Giydirme cephe dışı ticari yapılar ile konut camlamaları ve cam yenilemeler, ekonomik ve ekolojik dengeler açısından önemli bir ağırlığa sahiptir.

#### 1.6.5. Arkası havalandırılan cepheler (soğuk cepheler)

Harç sıva, ince beton, yıkanmış beton, seramik dış korumum tabakalarının ortak yanı, duvarla tamamen bağlantılı olmalarıdır. Buradan karşılıklı kimyasal, mekanik ve fiziksel etkileşimler doğar. Dış kabuğun daha önce anlatılan çifte fonksiyonu – nem almamak ve aynı zamanda dışa nem vermek – duvara yapışık olan hiçbir malzeme tabakası tarafından tatmin edici ölçüde sağlanamaz. Buna karşı dış kabuk duvardan ayrılıp, hareketlerinde özgürleştirilirse bambaşka şartlar söz konusudur. Duvarla cephe arasında kalan hava boşluğunun baca etkisi ile sağladığı düşük oranda vantilasyon duvarı sürekli kuru tutmaya ve yağmurdan korumaya yeter. Bu arada duvarın nefes alması da herhangi bir şekilde engellenmemiş olur.

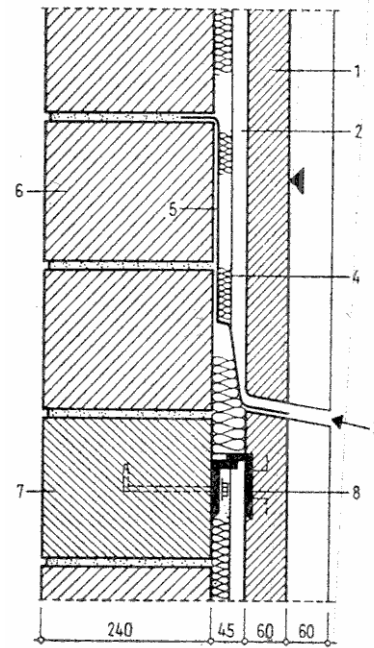
Bu nedenle cephe malzemesinin buhar geçirgenliği özelliği taşımaya gerek yoktur. Aksine en sızdırmaz en sağlam malzeme kullanılabilir. Malzeme ne su nede su buharı sızdırmamalıdır.

Soğuk cephelerin prensibi ve avantajları uzun süreden beri bilinmektedir. Dış sıvaların iyi sonuç vermediği kıyı ve yük-



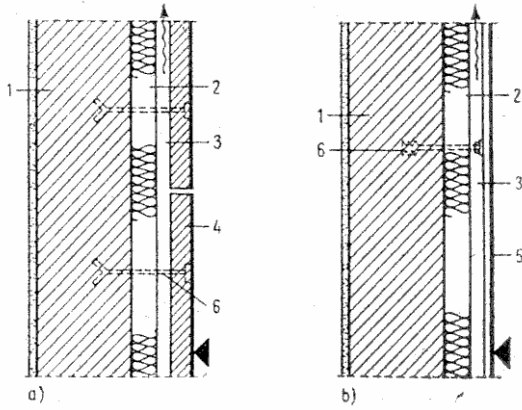
29 Dış duvar soğuk cephe sistemine bir örnek

1 İç ve ana duvar, 2 Isı yalıtım tabakası, 3 Hava boşluğu, 4 Tuğladan dış korumum tabakası (sıvasız)



30 Kanada'daki yeni cins yağmur korunumlu duvar, sadece bir soğuk cephe oluşturur

1 Dış kabuk, 2 Hava boşluğu, 3 Hava girişi, 4 Yalıtım malzemesi, 5 Folyo, 6 İç duvar, 7 Beton blok, 8 Askı



31 Ağır ve hafif soğuk cepheler, şematik

a) Arkası havalandırılan masif kabuk

b) Hafif, öne asılan cephe

1 Dış duvar, 2 Yalıtım malzemesi, 3 Hava boşluğu, 4 Masif dış kabuk, 5 Metal, plâstik veya lifli çimentodan hafif levha, 6 Korozyona karşı dayanıklı demir tesbit elemanı

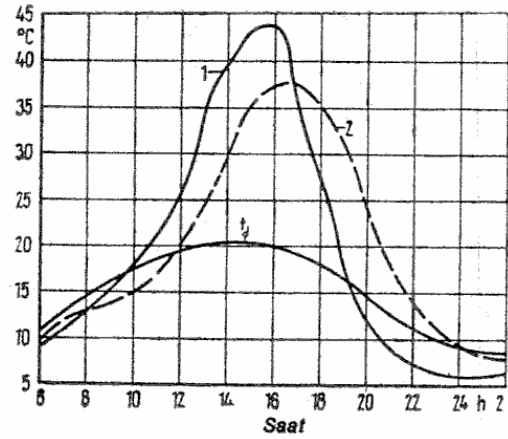
sek dağlar bölgelerinde, binalar genellikle önlerine yerleştirilmiş kiremit, ağaç kabuklar veya benzeri malzemelerle korunmaktadır (Şekil 29, 30, 31).

Prensibin eski olmasına rağmen yeni türler gelişmekte, yeni malzemeler kullanılmaktadır.

Hava akımının fonksiyonu ispatlanmıştır. Arkadan havalandırmanın etkisi, ahşap kiliselerde oyuk taş bloklardan masif duvarların önüne aralıklarla yerleştirilen iki levha üzerinde araştırılmış, duvar levhalarından bir tanesi 27 mm kalınlığında yontulmuş doğal taştan yapılmış ve 25 mm aralıkla duvarın önüne yerleştirilmiştir. Öbürü yine 27 mm kalınlığında arasında karton petek bulunan iki levhadan oluşan bir alüminyum paneldir.

Bu tür levhalar hem aşağı ve yukarı doğru arkadan havalandırmalı, hemde kapalı hava tabakalı şekillerde monte edilmişlerdir. Şekil 32 de levhaların yüzey sıcaklıkları verilmiş, dış havanın sıcaklığı da gösteril-

miştir. Ölçüm, aşırı sıcak olmayan bir günde yapılmıştır. Kolayca açıklanabileceği



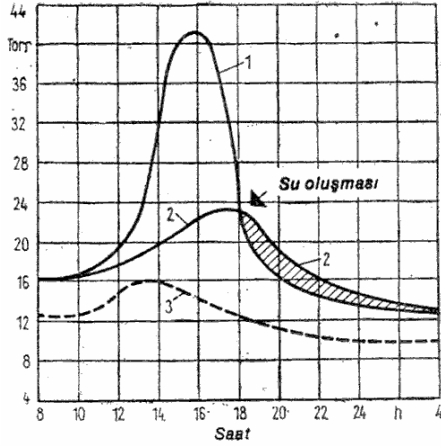
32 Karton (petekli) 1 ve doğal taş plâkalı 2 arkası havalandırılmayan levhaların sıcaklık durumları. (Ölçüm, hava sıcaklığı 22 °C de yapılmıştır)

gibi metal daha çabuk ısınır, daha yüksek sıcaklıklara ulaşabilir ve daha çabuk soğur (Taş levhaya kıyasla) arkası havalandırılan, levhaların sıcaklık durumları hemen hemen aynı olduğundan burada verilmemiştir.

Şekil 33 de arkası havalandırılmayan alüminyum levha üzerindeki buhar basıncı değerleri verilmiştir 1 numaralı eğri çifte levhanın arka tarafında ölçülen sıcaklığa bağımlı doyma basıncını vermekte 2 numaralı eğri kapalı hava tabakasının buhar basıncını göstermektedir. Doyma basıncı değerleri (1) buhar basıncı değerlerinden (2) büyük olduğu sürece kondanse su oluşmaz. Ama hava tabakasının kısmi basıncının doyma basıncından büyük olduğu hallerde levha üzerinde su yoğunlaşır. Şekil 33 e göre saat 18 den gece yarısına kadarki sürede bu durum gerçekleşmektedir.

Şekil 34 de arkadan havalandırmanın getirdiği buhar basıncı şartları verilmiştir. Buhar basıncı eğrisi (2) nin gidişi önemlidir.

Ufak bir zaman gecikmesiyle 3 numaralı eğrinin (Dış havanın buhar basıncı aynıdır. 2. eğri levhanın arkasında oluşan buhar basıncı fazlasının dış havanın buhar ba-



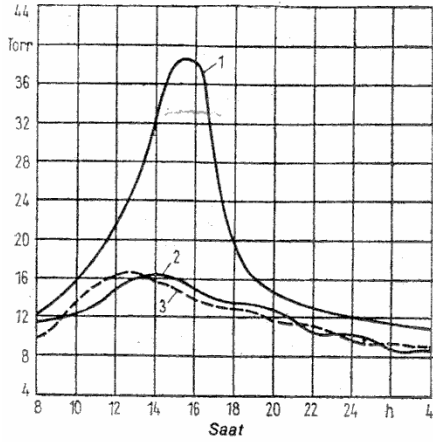
**33** Şekil 33 deki levha sisteminin buhar basıncı durumu. Ölçüm Doğu Almanya'da 21 Eylül'de yapılmıştır. Saat 18 den sonra dış levhada su oluşmaktadır.

1 Dış levhadaki doyma basıncı (levhanın arka tarafı), 2 Kapalı hava tabakasının buhar basıncı, 3 Dış havanın buhar basıncı

1 Torr = 133,4 Pa

sıncına sürekli olarak uyduğunu göstermektedir. Her saatle doyma basıncından küçüktür. Böylece su oluşmaz. Bu arkadan havalandırmanın etkisidir.

Denenen levhalar, evin batı duvarına monte edilmişlerdir. Aynı levhalar kuzeye bakan



**34** Şekil 34 deki konstrüksiyonun arkası havalandırılan şeklinin buhar basıncı. Su oluşmaz. Çünkü ventile edilen 2 No'lu hava tabakasının buhar basıncı sürekli olarak 1 No'lu doyma buhar basıncından düşüktür.

1 Torr = 133,4 Pa

duvarlarda da incelenmiş, sonuç farklı çizelgelere rağmen aynı kalmıştır. Havalandırma olmadığı zaman su oluşmaktadır. Arkası havalandırılan levhalarda kuzey duvarlarında da su oluşmamıştır.

Araştırmalara dayanarak, havanın giriş ve çıkış yapacağı açıklıkların büyüklüğünün cephe yüzeyinin en azından % 5 ini kapladığı hallerde su oluşmasının engellenebileceği söylenebilir. 1,20 m yüksekliğindeki bir koruma levhasında buna göre bir metrelilik cephe üzerinde 60 cm<sup>2</sup> lik açıklık olması gerekmektedir. Bu sayılar, % 2-5 farklılık göstererek başka yazarlar tarafından da ileri sürülmüştür. Açıklıklar delik değil çentik şeklinde olmalıdır.

#### 1.6.5.1. Asbest çimento levhalar

Geleneksel kaplama malzemesinin modern bir malzeme ile yer değiştirmesinde bir sonraki adım, asbest çimento levhaların ağaç latalarla cepheye montajı idi.

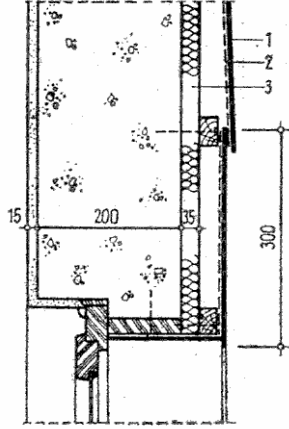
Asbest'in kanserojen etkisi tesbit edilmiş olduğundan bir çok Avrupa ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de asbestin çimento levhalarda kullanımı yasaklanmıştır. Düz veya oluklu çimento levhalar ülkemizde inorganik lif veya doğal lif ile üretilmektedir. Bu levhalar cephe levhası olarak imal edilmediklerinden dış görünüşleri pek hoş değildir.

Ama daha proje sırasında cephe, doğru bölümlenir ve alt yüzey konstrüksiyonunda ağaç kullanılmazsa daha güzel bir görünüm elde edilir. Lifli çimento levhalar kırılğandır ve vidalarla hareketleri engellenecek şekilde tutturulmamalıdır. Eğer büzülmeleri engellenirse levhalar kolaylıkla çatlarlar.

Şekil 35 deki **Bobran**'ın padavra siperi gerçek bir soğuk cephe oluşturumamasına rağmen arkası havalandırılan dış levha prensibine yaklaşıp.

### 1.6.5.2. Arkadan havalandırma

Soğuk cephe terimi son yıllarda soğuk çatı terimine benzer olarak türedi. Soğuk çatı



35 Padavra siperi, “nefes alma” özelliği yok ama sağnak yağmuru sızdırmaz ve ısı yalıtımı artırıcı etkisi vardır.

1 Lifli çimento plâkalar, 2 Derz örtücü şeritler, 3 Yalıtım malzemesi

gibi arkası havalandırılan soğuk cephe yağmura, güneşe ve rüzgâra karşı bir siper oluşturur.

Cepheler ağır malzemeden (Beton yapı blokları, doğal taş levhalar, tuğla duvar örgüsü) veya orta büyüklükte ve iri hafif levhalardan (kalınlıkları 2-20 mm) meydana gelebilirler.

Tecrübeler, arkası havalandırılan soğuk cephenin kesinlikle su sızdırmaz olması gerekmediğini göstermiştir. 4 mm genişliğinde açık derzleri de olsa fonksiyonu korur ve arkasındaki malzeme tabakasına asgari değerde nem geçirir. Yağmur suyunun kinetik enerjisi derzdeki hava tarafından frenlenir. Su damlaları derz kenarlarına bastırılır ve oradan bir zarara neden olmadan soğuk cephenin arka yüzünden aşağı kayarlar.

Soğuk cephelerin demir bağlantıları genelde korozyon tehlikesinde olarak görülmeli ve bu bağlantılar korozyona karşı dayanıklı

çeliklerle yapılmalıdır. Empregne edilmiş ağaçtan alt konstrüksiyonlar elverişli değildir.

Duvar ve cephe arasındaki boşluğa dış hava girer. Orada ısınır ve üst açıklıklardan biraz yükselmiş bir sıcaklıkla dışarı çıkar. Havanın hızı  $v$  [m/h], hava yarığı genişliği  $d$  [m] ise her metre cephe içinden  $v \cdot d$  [m<sup>3</sup>/h] miktarında hava geçer. Havanın akış hızı 2-10 cm/h olmalıdır. Rüzgâr havalandırmayı sağlar. Akış hızı hava aralığının boyutlarından başka havaya giriş ve çıkış deliklerine de bağlıdır. **A.C. Verhoeven**'e göre cephelerdeki giriş ve çıkış deliklerinin hava aralığının 1/300 ü büyüklüğünde olmaları yeterlidir. 5 cm genişliği olan bir aralık için her metre cephe üzerine 1,5 cm<sup>2</sup> tutan delikler açılmalıdır (Örneğin her biri 7 mm çapında 4 adet matkapla açılmış delik).

**Schneidemantel**'e göre havalandırma delikleri duvarın difüzyon direncine bağımlı hale getirilip daha büyük seçilmelidir (10 – 20 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> cephe)

Bu gerekçeler biraz mübalağalı gözükmekte, **H. Kopatseh**, diğer yazarlar gibi % 2-5 lik delik veya açık derz oranı yeterli bulunmaktadır.

Soğuk cephede alt ve üstte bırakılan havalandırma yarıklarından başka her iki katta bir ara açıklıklar açılması tavsiye olunur. Bunlar mutlaka gerekli değildir hatta bazı uzmanlarca sakıncalı görülür. Cephedeki eşit dağılmış açık derzlerin bu işi rahatlıkla görebileceği kesindir (Örneğin Braus-cephesi Şekil 36).

### 1.6.5.3. Masif soğuk cepheler

Arkası havalandırılmalı ilâve kabuklu dış duvarlar geleneksel yapı tipi içerisinde geçirililiklerini uzun süreden beri kanıtlamışlardır.

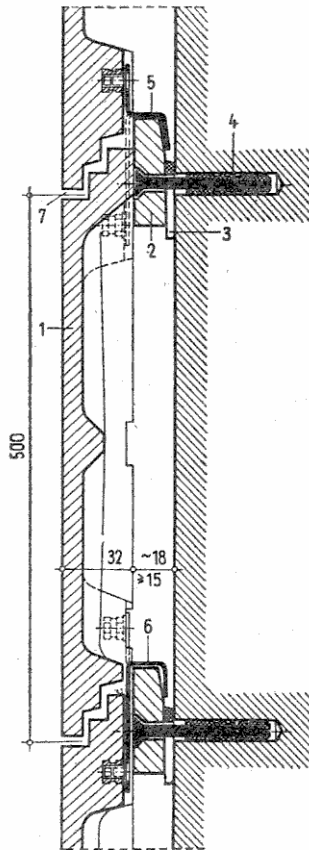
Arkası havalandırılan ayrı duran bir cephe oluşturmak amacıyla masif plakalar duvar-

dan ayrılırsa bu bir çok açıdan avantajlı bir durum meydana getirir. Buradaki tek şart her türlü malzemenin zorlanmadan uzunluk değişimlerini gerçekleştirebilmesidir.

Plâkalar ısı depolama özelliği olan duvardan ayrıldıkları için daha çabuk ısınır ve soğurlar. Bu onların yoğunluk ve kütlelerine de bağlıdır.

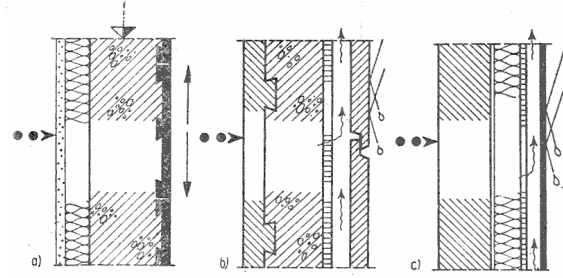
Beton yapı plâkalarından arkası havalandırılan bir cephe, yazın öğleden önceki saatler içerisinde 50 derece kadar ısınır ve bu ısınma birkaç saat içinde gerçekleşir. Bu şekilde 3 m uzunluğundaki bir plâka, 1,8 mm kadar genişir. Bu fazla bir değişim olarak gözükme de, eğer genişleme için yeterli yer yoksa komşu plâkaların kenarlarına 180 kp/cm<sup>2</sup> lik basınç kuvvetleri etkir.

Batı Alman Braas – cephesinde bu hareketlilik gözönüne alınmıştır. Cephe, Şekil 36 daki oldukça küçük boyutlardaki



36 Beton yapı plâkalarından arkası havalandırılan bir cephe. Yapı fiziksel açıdan öncelik taşıyan bir sistem.

- 1 Cephe plâkası, 2 Tutucu şeritler, 3 Mesafe ayarlayıcısı, 4 Montaj vidası, 5 Devrilmeye karşı önlem, 6 Askı, 7 Açık basamaklı derz

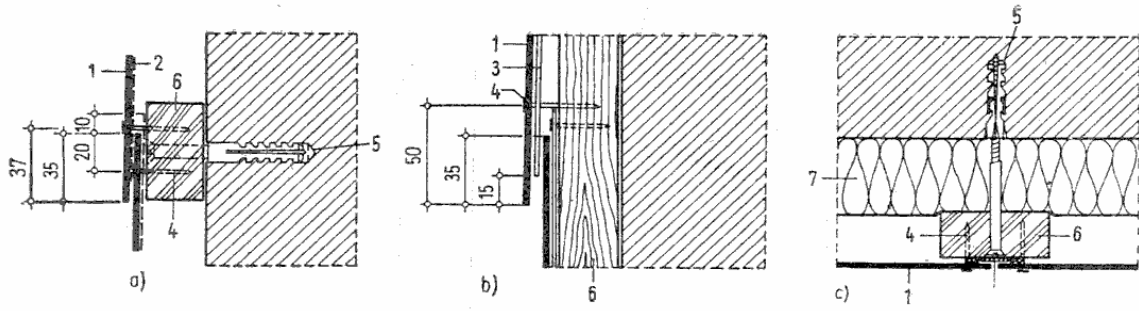


37 Çeşitli dış korunum (hava şartlarından korunma) tabakaları

- a) Klinker veya fayans plâkalar. Duvarın form değişiklikleri ile etkilenir ve çatlarlar.
- b) Açıkta duran cephe plâkaları. Duvarın hareketlerinden bağımsızdır, kendi hareketleri de engellenmez.
- c) Öne yerleştirilen hafif cepheler. Ekonomik ve etkilidirler.

(500 mm x 250 mm) beton yapı plâkalarından oluşturulur. Plâkalar duvarın önüne, çelik saplamalarla gerilime uğramayacak şekilde asılırlar. Plâkaların derzleri her taraftan açıktır ve basamak şeklini oluştururlar. Cephe sağnak yağmura karşı dayanıklıdır, çözülmez ve dış görünüşü yerindedir. Yalnız malzeme, plâka boyutlarının biraz daha büyük olmasına izin vermemektedir. Belki de tek dezavantaj budur.

Şekil 37 a daki düzendeki levhalar yapı fiziksel ve difüzyon teknik açılarından elverişsizdirler. Genleşmeleri engellenmekte ve adezyon düzleminde güçlü gerilimler meydana gelmektedir (b) şeması masif bir soğuk cephe içeriyor. Şema (c) deki gibi bir hafif dış korunum kabuğu da sağnak ve güneşe karşı etkin bir korunma sağlamaktadır. Oluklu heraklit (Heraklith) levhalar yardımıyla beton yapı levhaları arkadan havalandırılırlar. Saplamalar korozyondan etkilenmeyen çelikten olmalıdır.



**38** Ahşap lata üzerine lifli çimento cephe plâkaları

a) Düşey kesit, latalar yatay monte edilmiştir.

b) Düşey latalı düşey kesit.

c) Yatay kesit

1 Cephe plâkası, 2 Derz örtücü şeritler, 3 Derz bandı, 4 Çivi ile tesbiti, 5 Plâstik dübel, 6 Ahşap lata, 7 Yalıtım tabakası

#### 1.6.5.4. Hafif soğuk cepheler

Orta ve büyük boyutlarda monte edilebilen hafif malzemelerden soğuk cepheler özellikle önemlidir. Saplama için şu metodlar geçerlidir:

a) Cephe levhalarının doğrudan vidalanmaları. Bu metod ilkel olarak görülür.

Havalandırma pek sağlıklı değildir. Cephe malzemesi içinde kolaylıkla sıkışma gerilmeleri meydana gelebilir.

b) Cephe levhalarının ağaç lata yapı üzerine vidalanmaları. Burada ağaç lataların ve böylece bütün soğuk cephenin kullanım süresinin taşıyıcı duvarınkiyle aynı olmama tehlikesi mevcuttur.

c) Hazır duvar elemanlarına imâl sırasında da ilâve edilebilen özel vidalama civataları ve paslanmaz saplama elemanları yardımıyla gerçekleştirilen bir vidalı kenetleme montajı. En ileri teknoloji budur. Vidalar dirençli bir plâstik malzemeden yapılmış olabilirler.

Hafif soğuk cepheler emayelenmiş, çelik levhalar, kaliteli hafif metaller, lifli çimentodan cephe levhaları, cam elyafıyla takviyeli polyesterlaminatları veya kırılmaz, ışığı dengeleyen polivinilklorit (PVC) ten imâl edilebilir.

Lifli çimento levhalarının imâl için uzun lifli inorganik malzeme temin edilmesi gereklidir. Bazı ülkelerde lifli çimentodan soğuk cepheler oldukça ileri ölçüde gelişmiştir.

Yangın tehlikesi nedeniyle polyester levhalar kullanılmamalıdır. Yüksek kalitede imâl edilen PVC malzemeleri daha çok kullanılmaktadır.

#### a) Lifli çimento levhalı cepheler:

Arkası havalandırmalı lifli çimento cepheler için cephe levhaları 6-20 mm kalınlıklarında ve 600/300 mm – 2500/1250 mm boyutlarında imâl edilir ve ışığa dayanıklı olarak her renkte nitelikli sıva ile kaplanır. Fabrikalarda otoklav içinde buhar basıncı altında yüksek sıcaklıklarla sertleştirilirler ve normal lifli çimento elemanın içermediği özellikler taşırlar.

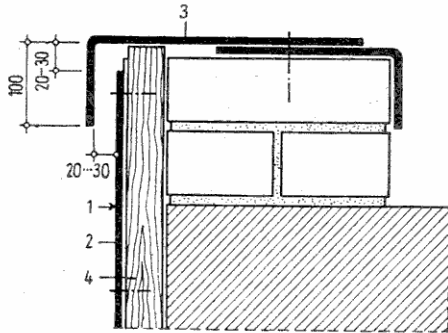
Alt yüzey, ahşap latalardan meydana gelebilir (Şekil 38) Burada yatay monte edilen levhalar arasında 3 m lik aralıklarla boşluklar bırakılmıştır. Cephe tablosu ve yalıtım tabakası arasında her zaman en azından 20 mm genişliğinde havalandırılan bir hava tabakası olmalıdır.

Lifli çimento levhalarıyla pervaz örtüleri için bak. Şekil 39.

Ekonomik nedenlerden ötürü ahşap olmayan alt konstrüksiyonlar revaçtadır. Şekil 40 yüksek yapılarda kullanılan detaylar gösterilmektedir. Buradaki büyük boyutlu cephe levhalarının montajı bazı taşıyıcı çubuklar (lifli çimentodan) ve özel saplamalarla gerçekleştirilir. Yan kesidi 10 mm x 100 mm olan lifli çimentodan levha şeritleri naylon dübelleri ve özel cıvatalar yardımıyla duvarla 800 mm mesafe yapacak şekilde monte edilir. Bunun üzerine yuvarlak başlı ağaç vidalarıyla cephe levhaları monte edilir. Düşey derz profilize edilmiş lâstik derz şeridiyle örtülür.

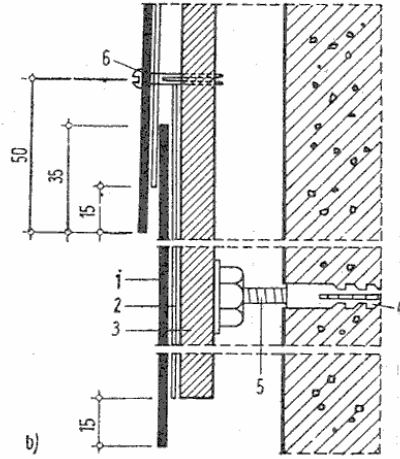
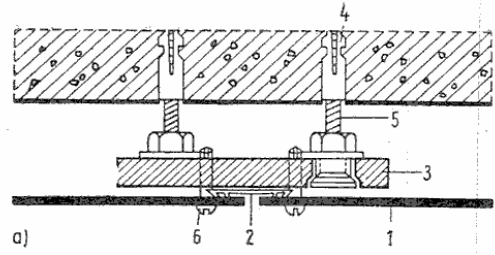
Levha şeritlerinde kullanılan özel ağaç vidası dış örtünün ayarlanmasını sağladığı gibi yükseklikte de + 10 mm lik bir dengeleme olanağı verir. Şekil 41 deki konstrüksiyonda cephe levhalarını delen ve dışarıdan görülebilen saplamalar kullanılmıştır. Burada 15-20 mm lik büyük boyutlu lifli çimento levhalar için metal alt konstrüksiyonlar uygun görülmüştür.

Metal alt konstrüksiyon, korozyona karşı korunmuş bir malzemeden, genellikle eloksalli alüminyumdan meydana gelir.



39 Lifli çimento plâkalarla pervaz örtülmesi

1 Düzeltilmiş yüzey, 2 Cephe plâkası, 3 Örtücü profil, 4 Ahşap lata



40 Lifli çimento levhalarla ahşapsız alt konstrüksiyon

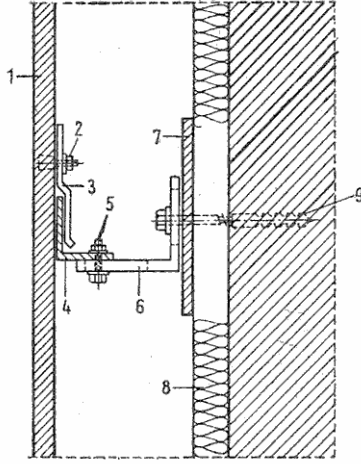
a) Yatay kesit  
b) Düşey kesit

1 Cephe levhası, 2 Derz örtücü şerit, 3 Lifli çimento taşıyıcı çubuklar, 4 Plâstik dübel, 5 Özel mesafe tutucu, 6 Yuvarlak başlı ağaç vidası

Katı bir yalıtım tabakasıyla örtülebilecek olan duvarın üzerine ağaç vidaları ve dübelleri monte edilir. Alüminyum köşebentlerin boyutları 40 . 40 . 5 mm ile 70 . 70 . 8 mm arasındadır ve uzunlukları 40 – 60 mm arasında değişir. Yalıtım tabakası üzerindeki basıncı dağıtmak amacıyla alt tarafa düz bir levha şeridi (lifli çimentodan) (7) yerleştirilmiştir.

Köşebente çelik cıvatayla bir alüminyum ray (4) monte edilmiştir. Cephe levhası bu raya (3) numaralı profil parçası yardımıyla asılır.

Lifli çimentodan cephe örtüleri düşük maliyetleri ve iklim şartlarına karşı dayanıklılıkları sayesinde kullanışlı bir malzeme sayılırlar.



**41** Metal konstrüksiyon üzerinde büyük boyutlarda cephe plâkaları

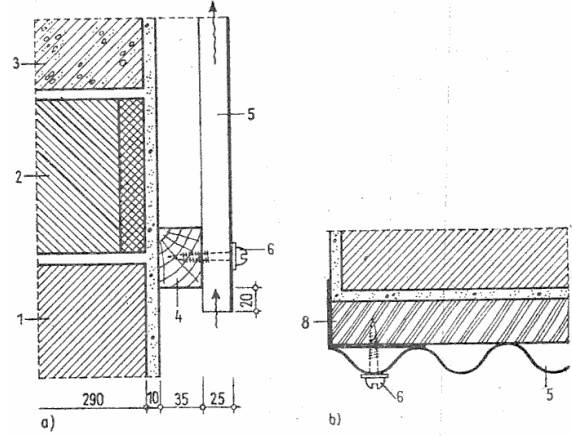
1 Kaliteli lifli çimentodan cephe plâkası, 2 Tesbit parçasının iç montaj yeri, 3 Metal tesbit parçası, 4 Alüminyum ray, 5 Rondelalı altı köşe civata, 6 Duvar köşebent, 7 Lifli çimentodan levha şeritleri, 8 Yalıtım malzemesi, 9 Plâstik vida

#### **b) PVC den soğuk cepheler:**

PVC soğuk cephelerinin gelişimi, son zamanlarda Avrupada oldukça önem kazanmıştır. Cephe malzemesi kırılmaz renkli ve ultraviyole ışınlar karşı stabilize edilmiş PVC'den meydana gelir. Bükülmelere ve sert darbelere karşı oldukça dayanıklıdır. Mekanik etkilere karşı hemen hemen tamamen duyarsızdır:

Burada ya istenen uzunlukta alınabilen ve toplar halinde nakledilebilen 1,4-2,0 mm kalınlığında ve takriben 1.00 m genişliğinde kırılmaz PVC'den öndüle şeritler (Şekil 42), ya da muhtelif ebat ve şekillerde hazır levhalar kullanılır. Bu malzemenin beyaz, fildişi, gri, açık gri ve benzeri açık renklerde kullanılması yerinde olur.

Elemanın ahşap latalar üzerine ilkel bir şekilde monte edildiği sistemden artık vazgeçilmiştir. Ahşap lataların yerini, ince tabakalarla korozyondan korunmuş isteğe



**42** PVC öndüle levhalar, yağmurdan korunma için sonradan ilâve edilmiş.

a) Duvar kaidesi boyunca düşey kesit  
b) Bina köşesinden yatay kesit

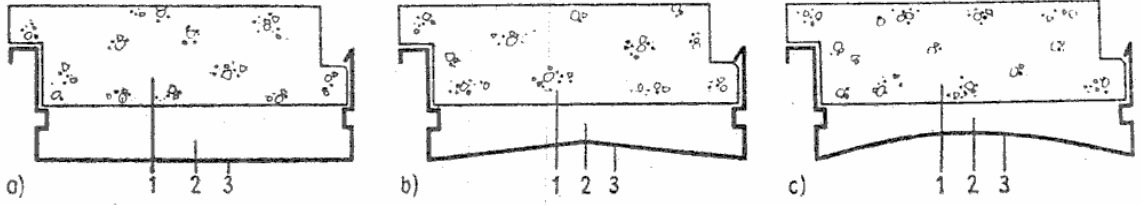
1 Bodrum katı duvar, 2 Yalıtım tabakalı hatıl, 3 Hafif beton duvar, 4 Ahşap lata, 5 Öndüle levha, 6 Montaj vidası, 8 Kenar profili

göre düşey ya da yatay monte edilebilen hafif çelik profiller almıştır. Saplama vidaları çinko ile kaplanmıştır.

Malzeme bakım gerektirmemekte, yağmur ve tipiye karşı kalıcı, güvenilir bir korunum sağlamaktadır.

Doğal olarak burada da suni malzemeden yapılmış cephenin gösterdiği önemli uzunluk değişimlerinin engelleyici etkilere maruz kalmaması sağlanmalıdır. Bu da kesinlikle mümkündür. Eğer bu nokta dikkate alınmazsa gerilimler ve çatlaklar meydana gelecektir.

Pratik ve ucuz olduklarından yabancı ülkelerde de suni malzemelerden soğuk cepheler gittikçe önem kazanmaktadır. Epoxid reçinesi, cam elyafı ve elyafsız polyester, melamin reçinesi, polipropilen, polistirel



43 Lamel levhalar

1 Polistiren köpüğü, 2 Arkadan havalandırma, 3 Lamel (İnce levha)

- a) Düz lamel
- b) Katlanmış lamel
- c) Kıvrılmış lamel

veya polikarbonat kullanılmaktadır. Araştırmalara göre başka ülkelerde en çok kolay biçimlendirilebildikleri için PVC ve polivinilkopolimerisat levhalar ve PVC – poliolifin ile polimethrilmethacrylat levhalar kullanılmaktadır. Suni cephelerin problemleri, ışık stabilitesi, termik şekil değişiklikleri ve korozyondan korunmuş bağlantı elemanlarının montajıdır.

#### c) Metal soğuk cepheler:

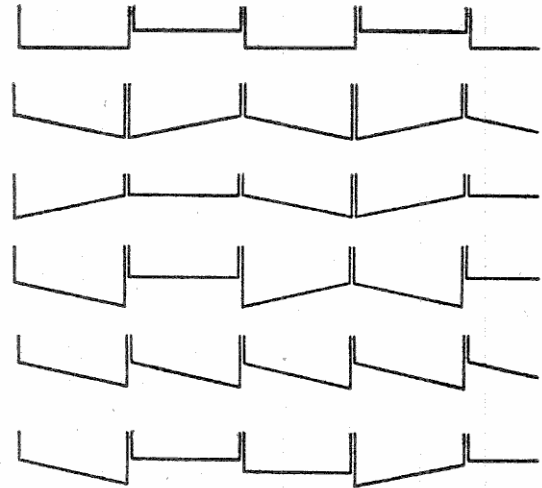
Hafif cepheler için en pahalı fakat en değerli malzeme metal, yani çelik levha veya alüminyumdur.

Her türlü metal için tipik olan, yapı fiziksel açıdan aşırı elverişli özellikleri içermesi niteliği nedeniyle metal en çok, arkası havalandırılan cepheler şeklinde (soğuk cepheler) kullanılmaktadır. Burada yalıtım malzemeleriyle kombine edilen lameller (Lamel = ince yassı levha, yaprak) söz konusu olur. Bunlar emayeli çelik levhalar veya renkli yapılarına işlenmiş cilalarla korunan alüminyum lameller halinde kullanılır. Her renkte mevcuttur, yapı fiziksel açıdan elverişli görülürler (yalıtım malzemesi olmasa da) ve her türlü dış duvarın önüne monte edilebilirler.

Elemanlar Şekil 43'deki gibi şekillendirilmişlerdir, Şekil 44'deki gibi kombine edilebilirler ve gerici raylar yardımıyla tutulurlar.

Fabrikalarda lamel'lerden büyük alanlı, örneğin birkaç kat kaplayabilecek cephe elemanları imal edilebilir (Örneğin yapıştırılarak).

Renk ve şekil açısından sağladıkları düzen-



44 Lamel'ler için kombinasyon örnekleri

leme olanaklarının genişliği nedeni ile metal soğuk cephelerin bundan sonra daha fazla yaygınlaşması beklenmektedir.

#### 1.6.5.5. Soğuk cephelerde bulunan kusurlar

Yapı fiziksel açıdan soğuk cepheler, şüphesiz elverişli şekilde etkilir. Bu etkilerin tümünü birden başka bir sistemle sağlamak hemen hemen olanaksızdır.

Buna rağmen yapı fizikçiler tarafından yaklaşık yirmi yıldır sürekli tavsiye edilen soğuk cepheler çok yavaş yaygınlaşmaktadırlar.

Soğuk cepheler genel olarak değil, sadece büyük tehlikelerin söz konusu olduğu yapılar için tavsiye edilir. Soğuk cephelerde şu kusurlar bulunur.

a) Soğuk cepheler için harcanan iş gücü ve yapım masrafları yüksektir.

b) Endüstrinin şimdiye kadar soğuk cephe konusunda piyasaya sürdüğü malzemeler, tatmin edici bir kombinasyon özgürlüğü tanımamakta, alttaki kaba yapı elemanlarının kullanım süresine ve bilimsel-teknik ilerlemeye tekabül etmektedirler.

c) soğuk cephenin alt yüzeye saplamaları korozyona karşı dayanıklı malzemeden imâl edilmek zorundadır.

Montajda kullanılacak ahşap latalar uzun ömürlü değildir ve zayıf bir nokta oluşturmurlar.

d) Soğuk cephe hazır blok sistemine uygulanamamaktadır.

Yapım harcamaları tek başına incelenmemelidir. En pahalı maliyet, bir yapı elemanının fonksiyonsuz olduğu ve ıslah çalışmaları gerektirdiği durumlardaki maliyettir. Soğuk cephe, fazlaca bir bakım ve onarım gerektirmeyen kalıcı bir malzemeden yapılmışsa, bu kesinlikle ekonomiktir.

Ahşap lataların zayıf bir nokta oluşturduğu daha önce belirtilmişti. Bunların yerini, yeni yapılarda uzun süreden beri korozyon korunumlu hafif metal profiller almaktadır.

Hazır blok monte sisteminin hazır soğuk cepheleri de içermemesi iddiası doğrudur.

Üzerinde “yumurta kabuğu” gibi bir tabaka monte edilen bir eleman bu ince tabaka kırılmadan ne depolanabilir, ne de nakil edilebilir. Hazır blok monte sisteminden de zaten bu kadar büyük kolaylıklar beklenmesi biraz aşırı bir istek olmuyor mu?

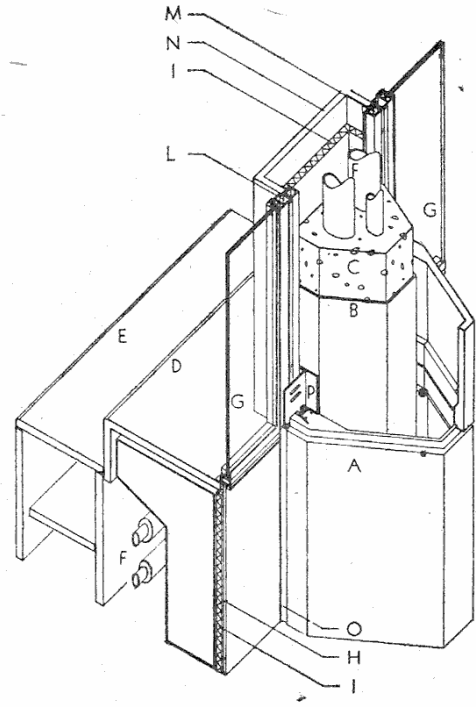
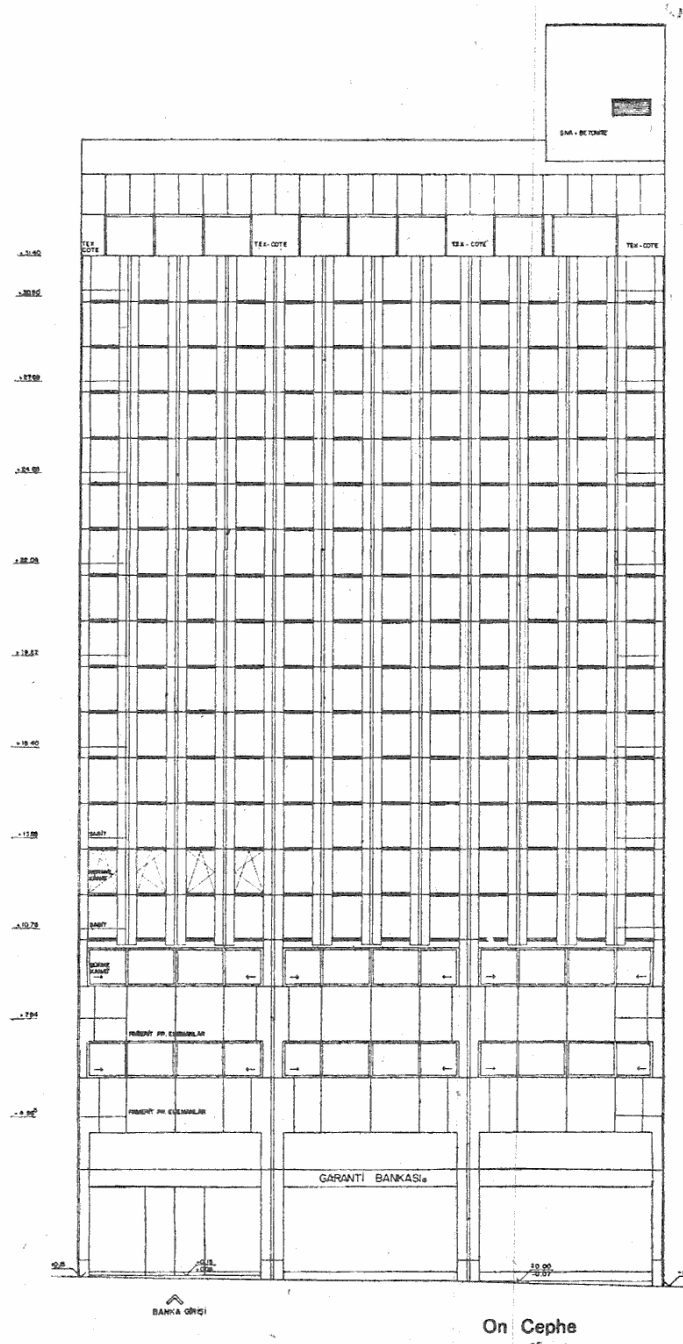
Alt konstrüksiyon hazır bloklara eklenirse ve asıl cephe konstrüksiyonu kaba yapı toleranslarını dengeliyorsa, soğuk cephe vidalı tesbit sistemiyle kolayca duvar konstrüksiyonuna monte edilebilir. Bunun için hafif bir ek malzemenin gerekli olduğu doğrudur. Bu sistem yüksek yapılarda da yavaş yavaş yaygınlaşmaktadır.

Yapıların cephelerinin sağnak, rüzgâr ve don tarafından aşırı şekilde etkilendiği durumlarda, pratik soğuk cephenin montajından başka bir kalıcı çözüm olmadığını kanıtlamıştır. Avrupa’nın pek çok ülkesinde bir çok durumda bu tür cepheler çeşitli türde soğuk cephelerle örtülmüşlerdir. Bu ıslah çalışmalarında hata yapılmadığı sürece de sonuçlar gerçekten çok başarılı olmuştur.

#### 1.6.6. Dış kabuğun ıslâhı

Kimya endüstrisi alkali esaslı su emen (hidrofil) sıva ve beton yüzeylerin yağmur ve aşınmaya karşı dirençlerini arttıran, hatta tek başlarına atmosfer etkilerine karşı koruyucu bir tabaka oluşturan çeşitli yardımcı maddeler imâl etmektedir.

Bunları şöyle sınıflandırabiliriz; Su itici (hidrofoblaştırıcı) (empregne edici) maddeler, fluatlar, boyalar, kaplamalar. Bu maddeler harika yaratmazlar fakat değerli yardımlarda bulunabilirler ve bazı yapı malzemelerinde – örneğin gözenekli beton – geleneksel sıva harçlarından daha iyi bir koruyucu tabaka oluşturmurlar.



- A** Polimer beton prekast cephe elemanı
- B** Galvaniz saç temiz hava kanalı
- C** poliüretan dolgu
- D** Poliester beton prekast iç denizlik elemanı
- E** Meşe kaplama kitaplık
- F** Tesisat iç branşmanları
- G** Isıcam
- H** Yansıtıcı folyolu parapet camı 6 mm
- I** Camyünü
- L** Anolageloksal doğrama
- M** Körkasa 40x40
- N** Sunta kapak
- O** Neopren fitil
- P** Ankraj elemanı

Ülkemizde **Kaledekor Yapı Malzemeleri San. ve Tic. A.Ş.** tarafından geliştirilen ve Ankara'da Koç İşhanı'nda uygulanan Polimerbeton hazır cephe yapı elemanları

#### 1.6.6.1. Hidrofoblaştırıcı (su itici) maddeler

Hidrofoblaştırma, su tutmaz hale getirmek demektir. Cephele su itici hale getirmek çeşitli yollardan yapılabilir.

Sıva harcı içine organik esaslı su itici katkı maddeleri katılabilir. Bunlar şişerek harcın içindeki gözenekleri tıkar ve böylece su geçirmezlik sağlarlar.

Harç artık su ememez fakat buhar geçirgenliği de düşmüştür. Böyle maddeler demek ki dış korunum tabakasının buhar geçirgenlik özelliğini tehlikeye sokmaktadır.

Metal stearatlar (Aluminyum, çinko, magnezyum ve kalsiyum stearatları) silikon tozları ve polihidroksan yağ eriyikleri de su itici katkı maddelerdendir. Bunların etki şekli başka türdür. Suya karşı yüksek bir yüzey gerilimine sahiptirler: Böylece su, su itici özelliği olan bir malzemeye giremez ve yayılamaz. Malzemede açık kapılar ağızları ve gözenekler olsa da (belli büyüklük sınırları içinde) bu etki değişmez. Suya karşı yüzey gerilimi böyle yüksek olan maddeler içinde silikon reçineleri ve metal sabunları ön plânda gelirler. Bunlar çeşitli metallerin, yağ asitleri, doymamış yağ asitleri ve yağ asidi karışımlarıyla bileşimlerinden oluşan malzemelerdir.

Toz halindeki metal sabunları, ıslatma maddesi ile birlikte su içinde iyi dağılan macunlar oluştururlar. Küçük miktarlarda kullanılmaları bile harcın gözenek ve kapılarını su geçirimsiz hale getirmeye yeter.

Sıcak kürden geçirilmiş prefabrik duvar elemanları üzerine uygulanacak sıvalara bitüm eriyikleri katılması uygun değildir.

0,3 lük bir kütle yüzdesinde bir dozda bile sıvayı hidrofoblaştıran kalsiyum stearatı oldukça avantajlı olarak bilinir. Yağmur bölgelerinde katkı oranı 0,5 e yükseltilmelidir (Bu ilave, karıştırma süresinin % 100 oranında artmasını gerektirir).

Tablo 7 de toz halindeki hidrofoblaştırıcı maddelerin su alışı ve su buharı geçişine etkileri verilmiştir.

Hidrofoblaştırıcı maddeler, değerli ve yararlı olmalarına rağmen sıva için tamamen islâh edici etkileri yoktur ve yalıtıcı duvar gövdesi ile sıva tabakası arasındaki daha önce sözü edilen tezatları yok edemezler. Hidrofob fakat çatlakları olan bir sıva su geçirir.

Hidrofoblaştırıcı malzemeler doğal olarak en üst sıva tabakasına ilave edilmelidir. Eğer alt sıvaya ilave edilirlerse alt sıva üst sıvadan su ememez, alt ve üst sıva arasında yeterli aderans oluşamaz.

Hidrofoblaştırılmış bir sıva cephesi, akan cephe suyuna karşı seramik cephelerdeki gibi etkisiz kalır. Bu nedenle yapının alt katlarında normalin üstünde bir su filmi oluşur. Böylece akan suyun yıkayıcı ve sürükleyici etkisi de büyür.

Dış sıvaya katkı maddelerin ilâvesi yararlıdır fakat gözde büyütülmemelidir. Kötü hazırlanmış, yapı fiziksel açıdan elverişsiz uygulanmış bir sıva, böyle ilavelerle kesinlikle iyileştirilemez. Bu ilaveler yapıldı diye, iyi bir sıva hazırlarken uyulması gereken kurallara dikkat etmemek diye bir şey de söz konusu olamaz.

**Tablo 7 Toz halindeki hidrofoblaştırıcı (su itici) maddelerin etkileri.**

| Kuru harca ilave [%] | Silikon tozu                 |                            | Aluminyum Stearat            |                            | Kalsiyum Stearat             |                            |
|----------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
|                      | 24 Saat sonraki su alımı [%] | Su buharı geçirgenliği [%] | 24 saat sonraki su alımı [%] | Su buharı geçirgenliği [%] | 24 saat sonraki su alımı [%] | Su buharı geçirgenliği [%] |
| 0                    | 100                          | 100                        | 100                          | 100                        | 100                          | 100                        |
| 0,2                  | 100                          | 55                         | 75                           | 57                         | 74                           | 61                         |
| 0,4                  | 63                           | 55                         | 24                           | 57                         | 6                            | 61                         |
| 0,6                  | 1                            | 55                         | 3                            | 57                         | 2                            | 61                         |
| 0,8                  | 0                            | 55                         | 0                            | 57                         | 0                            | 61                         |
| 1,0                  | 0                            | 55                         | 0                            | 57                         | 0                            | 61                         |

**1.6.6.2. Empregne edici maddeler**

Empregne etmek, sert bir malzemeye, su geçirmez yanmaz veya bozulmaz hale gelmesi için özel karışımlar, eriyik veya çözeltilerin içirilmesi demektir. Yapı malzemeleri, su tutmaz hale getirmek amacıyla empregne edilir. Bu hidrofoblaştırmanın en basit ve etkin yöntemidir. Burada belli bir film (ince tabaka) oluşmaz. Çünkü % 2 veya en fazla % 5 lik bir eriyik, malzemenin 3 ile 20 mm arası derinliklerine kadar sızar. Bir renk etkisi de meydana gelmez, sadece mevcut renkler biraz koyulaşır.

Bu tür yardımcı maddelerin iki ana türü vardır.

- (alkali – duyarlı) sillikonatlar ve
- (alkalilere karşı duyarsız) madeni sabunların türevleri

Silikon tertipleri şu şekillerde mevcuttur:

- Sulu çözeltiler (alkali silikonatları)
- Eritilmiş silikon reçineleri (Metil silikon reçinesi eriyikleri)
- Toz halindeki ürünler ve
- Özel silikon yağları

Yapı pratiğinde ilk iki grubun önemi daha fazladır. Suda eritilebilen ürünler en çok arananlarıdır. Havadaki karbondioksit etki-

siyle, suda çözülür halden çözülmez ve su tutmaz hale geçerler. Silikonize edilen malzeme tabakasının yine eskisi gibi, fakat sadece içleri çok çok ince kaplanmış açık gözenekleri ve kapılar ağızları mevcuttur. Buna rağmen sınır yüzeyi gerilimlerinin büyük olması nedeniyle nem toplamazlar.

Empregne edilen bölge kapılarlar yönünden aktifliği yok edilmiş bölgedir. Bunun için şart, alt yüzeyin açık gözeneklerinin büyüklüğünün 0,05 mm den büyük olmamasıdır (!). Çünkü silikonlar bunları kapatamazlar.

Silikonize edilen malzeme bölgesi böylece akıcı nem tutmadığı halde su buharı geçirir. Yağmur damlaları silikonize edilmiş cephe-lerde tutunamaz ve belli bir açıyla geri fırlarlar.

En azından yüzde 2-3 lük, hatta gerektiğinde yüzde 5 lik çözeltiler kullanılırsa bir etki sağlanabilir. Malzeme genellikle yüzde 20 lik çözelti olarak imal edilir ve 1 : 8 – 1 : 10 oranında inceltirilir. Fırça ile sürülebilir veya püskürtülebilir (püskürtme basıncı en az 1 at. Olmalıdır) Bir tek kat yeterlidir.

Bir çok yazar silikonize edilmiş alt yüzeylerin boya tabakaları için daha elverişli olduğu görüşünü paylaşmaktadırlar. Tersine boya tabakası da silikonize edilebilir.

**Grunau**'ya göre silikon esaslı bütün empregnasyon malzemeleri alkalik hidrolize

maruz kalırlar: Bu nedenle pH değerleri 9 dan büyük olan sıva veya beton yüzeylere uygulanmamalıdır. Eğer önceden yapılması gereken fluatlaştırma işleminden tasarruf edilmek isteniyorsa kireç sıva üzerinde altı ay sonra, çimento harç üzerinde 12 ay ve sıcak hava ile sertleştirilmiş beton üzerinde 24 ay sonra silikonlu malzemelerle çalışılmalıdır.

**H. Reuther** alkalik hidrolizden maalesef söz etmemektedir. Sadece, alkalik reaksiyonlarının güçlü olması nedeniyle metil silikonat karışımlarının pencere, cam metal veya plastik maddelerle temas ettirilmesini öğütlüyor. Bunlar zarara yol açabilirler veya ilerideki boyamalarda tutuculuğu azaltıcı etkide bulunabilirler. İnceltile silikon reçinesi bileşimleri, hidrofob etkilerinin inceltici malzemenin buharlaşmasından hemen sonra başlaması nedeniyle avantajlıdır. Alkali silikonatlarda bu, kötü havalarda birkaç gün geçtikten sonra gerçekleşebilir.

**Granau**, silikonların fayans, klinker, yoğun doğal taş plâkalar ve diğer emici olmayan malzeme üzerine uygulanmamasını öğütlüyor. Çabucak kirlenen yapışkan bir ince tabaka oluşur.

Silikonların etki süresi hakkında 2 ila 10 sene arasında değişen görüşler vardır. Hidrofob etkinin azalmasının nedeni, kesinlikle alt yüzeyin dışa verdiği alkalik sızıntılardır.

Suya olan sınır yüzeyi geriliminin yükseltilmesiyle su tutmama etkisi, empregne edilen malzeme bölgesindeki kapırlılığın azalması fakat aynı zamanda buhar difüzyon geçirgenliğinin korunması, sağlanmışsa empregnasyon işlemi başarıyla sona ermiş demektir.

Bu etkiler sadece silikonatlara kıyasla belli avantajları olan metal stearatlar tarafından oluşturulur.

Metal stearatlar alkalik sızıntılardan etkilenmezler. Ve bu, bütün beton elemanlarda ve sıvalı cephelerde, hatta çimento harçlı derzleri olan seramik cephelerde çok önemlidir. Ayrıca daha ucuzdurlar ve prefabrikasyon sisteminde de uygulanabilirler.

Etkileri alkalilerce azaltılamadığı için uzun vadeli dirler ve bu da yapı için gerekli bir şeydir.

Emici malzemedan meydana gelmek zorunda olan empregne edilmiş cepheler daha zor kirlenirler, mantar ve yosunlarla da kaplanmazlar. Böylece yapı kötü bir dış görünüm arzetmez.

Bu sayede doğal taş levhalı cephelerdeki harç derzlerdeki kireçhidrat akıntıları görülmez (Yoğun, ağır doğal taş plâkaları ve yoğun beton yapı blokları empregne edilemez fakat imâl sırasında beton levhaların karışımlarına metal stearatlar ilave edilebilir).

Yağmur suyu geçiren cepheler sonradan yapılan silikon reçinesi müdahaleleriyle düzeltilemezler. Alkali metilsilikonat veya çözülmüş silikon reçinesinin oluşturduğu çok çok ince tabaka geniş çatlaklar şöyle dursun, açık gözenekleri bile örtemeyebilir.

#### 1.6.6.3. Fluatlar

Fluatlaştırmak, yüzeylere hexafluor asidinin tuzlarının (Magnezyum silikofluarid, Kalsiyum silikofluarid) uygulanması demektir. İşlenen malzemedde, serbest kireci suda çözülmeyen çift tuz haline geçiren ve bütün gözenek ve kapılar ağızlarını tıkayan ince kristalitler oluşur. Fluatlaştırmanın tekrarlanması veya konsantre fluat çözeltilerinin kullanılmasıyla tıkama etkisi artar, bir sızdırmazlaştırma etkisi meydana gelir. Su içeri giremez fakat suya olan sınır yüzey gerilimi artmamıştır. Yüzeyin buhar geçirgenliği de düşmüştür. Aynı zamanda serbest

kirecin bağlanması sonucu fluatlaştırılan yüzey sertleşmiştir.

Konsantre fluatların kullanılması sonucu alt yüzeyden kopma eğilimi gösteren kalın kabuklar oluşabilir.

Eğer çok inceltirilmiş fluat çözeltileri (3 – 5 derecelik) birkaç kat halinde uygulanırsa kabuklaşma ve alt yüzey gözeneklerindeki istenmeyen tıkanma bir ölçüde sınırlanır.

Taze sıva ve beton yüzeyleri fluatlandırılmamalıdır (İmalatçının kullanma klavuzuna dikkat edilmelidir). Fluatlar cam suyu<sup>(1)</sup> boyalarının astarlarını oluştururlar.

#### 1.6.6.4. Fırça ile sürülen tabakalar (boyalar)

Fırçayla sürülen dış korunum tabakalarının kullanım süresi düşüktür (3 ile 8 sene arası).

Pratikte sık sık dökülmeler ve renk atmaları görülür bunların nedenleri, şunlardır;

- Uygulama teknolojilerinin basitleştirilmeye çalışılması, ön çalışmaların yapılmaması, sürülecek malzemelerin bir kerede basitçe püskürtülmesi.
- Sızan su buharına karşı aşırı büyük direnç.
- Kirlenen yüzeyler (ayırıcı etkileri olan yağ ve tozla kirlenme).
- Betonun kötü kalitesi (kumlanan yüzeyler).
- Niteliksiz tabaka malzemesi ve uygulama hataları.

Bir çok tabakanın kirlenme derecesi kolaylıkla izlenebilir. Uygulama safhasında daha iyi, korunma tabakalarına kıyasla daha ucuz olmalarına karşı, sürekli yenilenmek zorun-

da olmaları ve hava şartlarına karşı dayanıklılıklarının düşük olması nedeniyle tamamen elverişsizdirler.

Hiçbir sürülen tabaka alt yüzeyinden daha iyi olamaz. Bu nedenle islâh amacıyla, dökülen veya çatlamaya eğilimi olan alt yüzey üzerine pahalı ve kalıcı tabakalar sürmek anlamsızdır.

Sürülen tabakalar alt yüzeyle az ya da çok kenetlenmiş yüzey filmleri oluştururlar. Pratikteki tutumları, kohezyon güçlerinin aderans güçlerine olan oranına ve su tutmayıp aynı zamanda su buharı geçirme özelliklerine bağlıdır.

**a) Mineral boyalar**, aralarında meşhur cam suyu boyaların da olduğu bütün anorganik boya bağlayıcı malzemeler için ortak kavramdır. Cam suyu boyalar, alt yüzey önceden fluatlandırıldığı için sıva, lifli çimento, ağır ve hafif betonla kristalli bir bağlanma oluştururlar.

Ana fonksiyonları renk verişlerindedir. Su-ya karşı olan sınır yüzeyi geriliminde bir artış meydana gelmez. Duvarın su alışverişi onlar sayesinde pek fark edilir ölçüde düzelmez. Önceden yapılan fluatlandırma işlemi sayesinde su tutmazlıkları artarsa da (sızdırmazlık etkisi) nefes alma özellikleri de bu arada azalmış olur. **Grunau**, bu tür tabakaların empregne edilmelerini tavsiye etmektedir. Fakat büyükçe yüzeylerde bu sayede kolayca lekeler oluşabilir.

**b) suni reçine dispersiyonları vinylester dispersiyonları**, sentetik kauçuklatikler ve benzer suni malzemelerden meydana gelirler. Polivinylasetatları polivinylesterlerin en önemli grubunu oluştururlar. Bu tabakaların tipik özelliği, plastik parçalarının pıhtılaşması sonucu meydana gelen su kaybının yol açtığı film oluşmasıdır. Film boncuk benzeri bir yapıya sahip olur. İstenen, sınırlı bir

<sup>1</sup> Sodyum silikat

buhar geçirgenliğine ulaşır. Fakat yağmurda kabarıp ve böylece buhar geçirmez hale gelir. ( $\mu$  değeri % 600 artar) Film hatasız olduğu sürece yüzey su sızdırmaz. Suya olan sınır yüzeyi direnci artmaz. Alt yüzeydeki alkalik nem sayesinde tabaka köpüklenir, sabunlaşır. Bu nedenle sıva tazeyken alt yüzey bazı işlemlere tâbi tutulmalıdır. Kılcal çatlaklar tabakayı yarar ve çatlamasına neden olur. Alt yüzeyde suni reçine dispersiyonun aderansı sınırlıdır. Bir latex film çatlırsa (PVAc) çatlaklar kenarlarından yuvarlanarak açılır çünkü alt yüzeydeki kohezyon güçleri, aderans güçlerinden daha iyidir (Sentetik kauçuk filmlerde bu durum söz konusu değildir). Dayanıklılıklar 5 ile 8 sene arasında değişir. PVA ve Polyester esaslı tabakalar alkalik alt yüzey üzerinde daha çabuk köpürürler.

Alt yüzey önceden silikonlandırılırsa (empregnasyon'un kayıp olması, **Grunau**'ya göre) tabakanın kullanım süresi biraz daha uzar. Bunun avantajı alt yüzeyin tamamen kuru olmak zorunda olmamasıdır. Dezavantajı ise sıvadaki ince çatlakların tabakada'da devam etmesidir. Suyla inceltilebilen tabakalar, sert iklimlerde çoğunlukla tamamen hiçbir işe yaramamıştır.

**c) Yağ ve vernik boyaları:** Bu tabakalar suni reçine dispersiyonlarından daha sızdırmaz filmler oluştururlar. Havada donan yağlar ve çözülmüş reçinelerden meydana gelirler.

Parlaklıklarından da belli olan gözeneksiz olma hali verniklerin kalite derecesini belirler. Bu sayede aynı zamanda istenmeyen ölçüde buhar frenlerler.

İnceltici malzemeleri ve akıcı bağlayıcı parçacıklar alt yüzeye empregnasyon malzemelerinin girdiği derinliklere kadar ine bildiği için tutunmaları lateks tabakalardan oldukça iyidir. İnceltici malzeme oranları %

30 ile % 40 arasındadır. Bu yoğun filmler için şart, kuru bir alt yüzeydir.

Kılcal çatlaklar bu tabakalarda da devam eder. Fakat aderans güçleri kohezyon güçlerinden üstün olduğundan filmler çatlak yerlerinden yuvarlanarak açılmazlar. Reçine moleküllerinin zincirleri kısadır. Bu nedenle filmler daha sert ve kırılmandır. Suya olan sınır yüzeyi gerilimleri büyüktür. Eğer buhar kesici olarak etkimeseler, su buharını tutmasalar ve kırılgenlikleri nedeniyle çatlamaya (kese oluşmaları) eğilim göstermeseler, üzerlerine düşen nemi oldukça iyi reddederlerdi.

Sıvalar ve beton yüzeyler bu tür tabakalarla kaplanmaz.

Tablo 8 karşılaştırmalı olarak, bazı önemli tabakaları, su tutmama etkilerini ve difüzyon geçirgenliklerini vermektedir.

**d) Çok renkli vernik:** Çok renkli vernik, bağlayıcı malzeme olarak yumuşatıcı bir polimerize içerir. Bu polimerize, bazı ilave malzemelerle cila haline geçer. Alkalik alt yüzeyler fluatlandırılarak nötrleştirilmelidir. Ayrıca bu vernikler lateks tabakalarından daha az alkali duyarlıdır. İki hafta sonra bu vernik hiçbir ön işlem yapılmadan kireç sıva üzerine uygulanabilir. Vernik bir kerede püskürtme tabancasıyla kaplanır (Püskürtme bir maske takılarak yapılmalıdır).

**e) Mumlu, boyalar ve mum içeren yağlı boyalar,** daha nadir olarak ve sadece kuru kimyasal açıdan nötr alt yüzeyler üzerine uygulanır.

Özel tabaka malzemeleri bütün (birbirine bağlı) bir film oluşturmayıp, kristalli yapırakçıklar meydana getirdiklerinden istenen ölçüde belli bir difüzyon geçirgenliği sağlarlar.

**Tablo 8 Çeşitli boya tabakalarının difüzyon geçirgenliği ve su tutmama etkileri**

| Boya tabakası                                | Difüzyon geçirgenliği <sup>(1)</sup> [%] | Su tutmama etkisi                                                                                       |
|----------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Çimento harç tabakası boyasız <sup>(1)</sup> | 100                                      | Malzeme hidrofildir (Su emici)                                                                          |
| Silikat boya                                 | 88...98                                  | Fluatlandırma sayesinde sadece düşük bir sızdırmazlık etkisi                                            |
| Silikonlarla empregnasyon                    | 97                                       | İyi, suya olan sınır yüzeyi gerilimi yüksek, kapılar tıkanmıyor                                         |
| Kireç boyalar                                | 74                                       | Sadece az                                                                                               |
| PVAc boyalar                                 | 16...25 <sup>(2)</sup>                   | İyi, çünkü boya yağmur altında şişiyor                                                                  |
| PVA vernik                                   | 5,5                                      | İyi, tam bir sızdırmama                                                                                 |
| Yağlı boya                                   | 3,2                                      | İyi, sızdırmama ve suya karşı yüksek bir sınır yüzeyi gerilimi                                          |
| Bitüm verniği                                | 1,2                                      | Yağlı boyadaki gibi                                                                                     |
| Epoksi reçine verniği                        | 0                                        | Su tutmama özelliği iyi, suya karşı sınır yüzeyi gerilimi fark edilmeyen, gözeneksiz sızdırmaz filmler. |
| Poliester verniği                            | 0                                        |                                                                                                         |
| Hypalon verniği                              | 0                                        |                                                                                                         |

1) 5 mm kalınlığındaki çimento harç tabakanın difüzyon geçirgenliği % 100 olarak alınmıştır.

2) Bu değer yağmur görme sonucu boya tabakasının şişmesi ile geçici olarak üç misline çıkabilir.

Modern çağımızda bir kerede püskürtülen dış tabakalara eğilim artmıştır. Bu tür yöntemlerle uzun bir kullanım süresi ve kalıcı bir dayanıklılık beklemek hata olur. Fırça veya merdane ile uygulanan her tabakanın aderansı daha iyidir. Alt yüzeyde çatlak oluşursa çoğu tabakada çatlamalar görülür. Alt yüzey üzerinde yapılan iyi bir ön çalışma eğer tabakanın ekonomik ve uzun süre dayanıklı olması isteniyorsa vazgeçilmezdir.

### 1.6.6.5. Kaplamalar

Kaplamalar macun kıvamında, bims, mika, kristalli kum veya anorganik lifler gibi dolgu maddelerinden, akrilik reçine, poliisobutilen, polivinylasetatlı bağlayıcı maddelerden oluşurlar. Bunlar, sonuçta zayıf bir yüzey yapısı gösterirler. Aynı zamanda dispersiyon sıvaları ve plastik sıvalar olarak

ta adlandırılırlar. Bunlar püskürtülen, yayılan veya mala ile sıvanabilen 1 ile 1,5 mm arası kalınlıkları olan filmlerdir. Bu kuvvetli tabakalar bina içinde sorun yaratmazlar, fakat dışta sertlikleri ve düşük esneklikleriyle dikkati çekerler.

Suni reçine dispersiyonlarında imâl edilen lifli macunlar oldukça yaygındır; kristal kum ile doldurulmuş dispersiyonlar sızdırmaz olmalarına karşılık sert ve asgari esnekliktedirler. Aderansları da düşüktür. Alt yüzeydeki çatlaklar çabucak bu tabakalarda devam ederler. Su altlarına geçtiği zamanda patlayıp, dökülürler.

Bazı ülkelerde alt yüzeyin empregne olması ve kapılar açıdan pasif bir bölge oluşturmak için kaplama malzemesine silikon reçineleri katılır. Böylece su tutmama özelliğinin düzeldiği iddia edilmektedir.

Alkalik alt yüzeyler önceden fluatlarla nötrleştirilmelidirler.

Malzeme doldurulmuş ve liflendirilmişse ancak mala ile sıvanmalıdır. Buhar geçirgenliğinin tutuculuğa büyük etkisi vardır. Polyvinilesterli macunlar fazla kabarır (% 20 ye kadar) akrilasidi ester esaslı macunlar ise daha az kabarır % 6 - % 9 arası).

Kaplamaların  $\mu$ -değerleri farklılıklar gösterir. Yoğun (sızdırmaz) kaplamaların arkasında su birikir ve patlayıp, dökülmelerine neden olur.

Altlarında kılcal çatlaklar olan 3-10 mm kalınlıklarındaki inorganik lif, beton veya poliamid lifli macunlar kolayca çatlamazlar. Dış ülkelerde prefabrike sisteminde yıllar önce bile içlerine cam elyafı sıkıştırılan sızdırmaz cephe macunları kullanılmaktaydı. Bunlar buhar geçirmediği için dökülmeye eğilimliydi. Bu nedenle buhar geçiren malzemeler daha verimlidirler.

Kaplama, suni reçine esaslı bir yapıştırıcı ve bir granülden meydana gelir. Bu kaplamayı uygulamak için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bu tür dış kabuklar, şimdiye kadar tecrübelerle göre başarılı sonuçlar vermişlerdir. Buradaki geleneksel sıva harcı tabakalarından kurtulup kullanışlı plastoelestatik suni reçine filmlerini kullanma yolu emin görünmektedir. Püskürtme kaplamalar plastik sıvalardan daha elverişli olarak nitelendirilmektedirler. Bu yöntem, hem hazır blok sisteminde, hem de inşaat yerinde uygulanabilir. Uygun kaplama taşıyıcıları beton, asbest çimento, çelik levhalar, alüminyum ve plastik malzemelerdir.

Tuğla duvarlar ve kireçli kum sıvalar sadece şartlı olarak uygundur. Alçı yüzeyler özel bir ön işlem gerektirirler fakat sonra sorunsuz olarak kaplanabilirler. Çekirdek

olarak mermer kırıkları veya curuf kırıkları ve hatta cam parçacıkları kullanılabilir. Çekirdeklerin büyüklükleri en fazla 4 mm (çap) olmalıdır. Bunlar püskürtme aleti ile püskürtülürler.

Kaplama yapılacak alt yüzey toz ve tuzdan arınmış olması gerekir. Fakat 20 M. % ye kadarlık bir nem derecesi zararsız olarak görülür.

Uygulanan teknikleri farklılıklar gösterirler. Alçı veya anhidrit duvarlar, önceden örneğin PVAc ile 1 : 10 luk hacim oranına göre inceltirilir. Daha sonra çekirdekler yapıştırıcıyla karıştırılır ve bu malzeme 4-6 at lik basınçla püskürtülür. Duruma göre ilk kaplamadan bir saat sonra ikinci bir kat püskürtülebilir.

Prefabrike sistemindeki elemanların kaplanması için de çeşitli çalışma yöntemleri mevcuttur (ıslak veya kuru kaplama). Uzmanlar dik duran elemanların buhar kürü işleminden sonra, yatık duranların buhar kürü işleminden önce, kaplanmasını öğütüyorlar. Doğru uygulanmış kaplamalar, belli bir genişliğe kadar çatlakları örtebilirler. Fakat yine de sınırlı ölçüde buhar geçirirler. Buna karşı –en azından ilk yıllarda- elastik şekillenme nitelikleri ıslak sıva ve dış beton tabakalarından oldukça fazladır.

Elektrostatik kaplamalar da benzer şekilde geliştirilmişlerdir. Göze hoş görünür etki bırakabileceklerinden yapının iç kısımlarında kullanılmaları tavsiye olunur.

#### **1.6.6.6. Yüzeyi kapatmak (tıkamak)**

Yüzeyi kapatma tekniği, empregne ve kaplama tekniklerinden farklıdır. Yüzey kapatma, % 20-30 luk bir reçine bileşimi yardımıyla yapılır.

Empregne malzemelerinde reçine oranı sadece % 2-3 tür) Yüzey kapatma, 0,4 ile 1,5 mm arası alt yüzeye girer. Kapatma iki veya üç kez tekrarlanırsa yüzeyin bütün gözenekleri örtülür. Suya karşı yüksek bir sınır yüzeyi gerilim oluşmamasına karşılık etkin bir sızdırmazlık etkisi sağlanır. Yine de yağmur damlaları silikonize edilmiş duvarlardaki gibi belli bir açıyla geri sıçramazlar.

Yüzey kapatma reçineleri bir film oluşturma yoluyla etkimezler. Epoxid, silikon veya doymamış polyester reçineleri ile epoxid ve silikon reçinelerinin kombinasyonları kullanılır.

Birkaç kez tekrarlanan yüzey kapatma, duvarın difüzyon geçirgenliğini önemli ölçüde sınırlar. Kapatma, su alışıverişini oldukça etkiler. Gözle görülmez ve renkleri sadece biraz koyulur.

Bu konudaki yayınlara göre, epoxid ve polyester reçine tabanlı yüzey kapatma malzemeleri, oldukça etkilidirler. Daha çok, korunmasız halleriyle erozyon eğilimi gösteren, su akıntıları olan ve çabuk kirlenen lifli çimento levhalı cephelerde kullanılırlar.

Yüzey kapatmaları, alkalik hidrolize tehlikesi altında değildirler. Bu nedenle alt yüzey, alkalik olabilir. Örneğin yeni lifli çimento levhalardan veya beton yapı plâkalarından meydana gelebilir.

Fakat yüzey kapatma çok etkin bir sızdırmazlık sağladığı için alt yüzey kuru olmalıdır. Tuğla duvarlarda yüzey kapatma tabakaları genellikle su ve don etkisiyle fırlayıp, dökülürler.

Beton alt yüzey üzerinde çimento çamurundan bir film bulunmamalıdır (Çimento çamur, sulfamin asidi veya asitli sulfatlar veya inceltilmiş sirke asidiyle alınmalı sonra iyice yıkanmalıdır).

Yüzey kapatmaları, şu yüzeyler için yararlıdır;

- Lifli çimento levhaları (Malzemeye bir miktar silikon reçinesi ilave edilebilir).
- Beton veya ağır beton cephe levhaları
- Endüstri yapılarında, garajlarda ve yağ ile kirlenmiş odalardaki beton zeminler.
- Ahşap parke döşemeler.

Diğer yüzeyler için daha az yararlıdır veya uygun değildir.

Reaksiyon reçineli kapatma malzemeleri **Grunau**'ya göre çok sert ve parlak filmler oluştururlar. Aynı zamanda buhar engelledikleri için cepheler de daha az kullanılırlar.

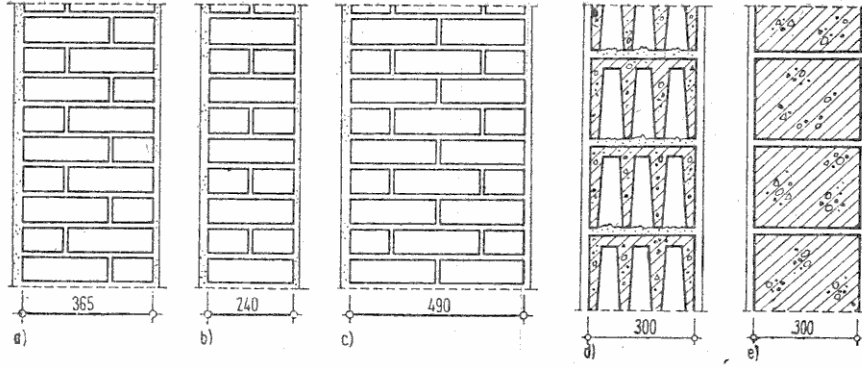
$\mu$ -değerleri düşük olan duvarların yüzey kapatmaları temel olarak yanıştır ve sonuç olarak kapatma tabakası dökücektir.

## 1.7. DIŞ DUVARLARDA ISI YALITIMI

Isı ve nem teknik bilgilerimizin temeli, geleneksel masif duvarlara bağlı olduğundan, bunların incelenmesi gereklidir.

### 1.7.1. Basit duvarlar

Geleneksel duvar için tipik örnek olarak dolu tuğla duvarlar örülme sırasındaki işçi-



45 Isı yalıtım değerleri  
 $R = 0,55 \text{ hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C/kcal}$   
 $(0,47 \text{ m}^2 \text{ K/W})$   
 olan çeşitli duvarlar

- a) Dolu tuğla duvar
  - b) Delikli tuğla duvar
  - c) Dolu kireçli kum taşı duvar
  - d) Çok bölmeli blok duvar
  - e) Hafif beton bloklar.
- Dayanıklılıkları ısı iletim değerleri ile bağıntılıdır.

lik ve zaman gereksinimine rağmen avantajları bir kenara itilmemelidir. Bir çok durumda yerlerini modern yapı malzemeleriyle doldurmak zor olur (Örneğin ıslak yapılar, kağıt fabrikaları, süt fabrikaları, ağaç kurutma bölmeleri vs.). Nedenini tuğla duvarın yapı fiziksel avantajlarında aramak gerekir.

Difüzyon tekniği açısından bir tuğla duvarın dış tarafındaki sızdırmaz bir seramik tabaka, hafif beton duvar üzerindeki bir sızdırmaz seramik tabakadan daha tehlikesizdir.

Delikli tuğla duvarın ısı yalıtım değeri yükselir. Asgari yalıtım değerine 240 mm lik bir duvar kalınlığında ulaşılabilir. Dolu tuğla duvarın aşırı büyük ısı depolama özelliğide bu duvarda azaltılmıştır.

Buna karşı şimdi de harç derzleri ısı ve nem köprüleri oluşturmaktadır. Delikli tuğla duvarın zayıf yanı budur.

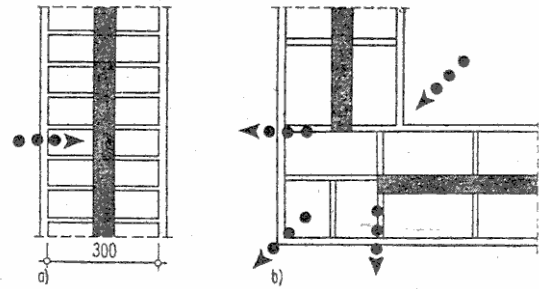
Şekil 45, değişik kalınlık ve kütlelerle yaklaşık aynı ısı yalıtım değerini sağlayan, üç duvar türünü şematik olarak göstermektedir. Bunlardan başka boşluklu bloklar, örneğin üç bölmeli bloklar, imâl edilmektedir. Bunların yeterli bir ısı yalıtımı vermeleri için 360 mm kalınlığında örülmeleri gerekir. Bloklar sık sık, 240 mm lik bir duvar kalınlığı sağlanacak ve harç bağlan-tıları dış tarafa gelecek şekilde ters olarak yerleştirilir. Bu tür duvarlar hem soğuk hem

ıslaktırlar. Harç derzleride duvar kağıtlarının altından bile belli olur.

### 1.7.2. Boşluklu duvarlar

Tuğladan yapılmış, 60 mm lik hava boşluğu olan 300 mm kalınlığındaki bilinen boşluklu duvarların yapımına bir kısım Avrupa ülkesinde izin verilmemiştir. Böyle dış duvarları olan bir evde oturanlar, bunun nedenini kolayca anlarlar. Duvar, hava tabakasının bir ısı yalıtım tabakası görevi göreceği gibi saçma bir düşünceyle geliştirilmiştir.

Belli bir büyüklükten sonra boşluklar, dezavantajlıdır. İçteki hava konveksiyona uğrar ve soğuk tarafta su oluşur (bak. Şekil 46 a). Bütün pencere kenarlarında, bina köşelerinde ve yapı binilerinde ısı köprüleri meydana gelir, çünkü buralarda sağlamlık açısından hava boşluğu örülerek kapatılır ve böylece sadece 300 mm kalınlığında bir duvar, ısı korunumunu ayarlamak zorunda



46 300 mm'lik boşluklu duvar. Doğu Almanya'da uygulanmasına izin verilmemiştir.

- a) Hava boşluğunda su oluşabilir.
- b) Köşeler ve kapı, pencere binilerinde ısı köprüleri oluştururlar.

kalır (bak. Şekil 46 b). Mutfaklar ve banyolar bu tür dış duvarların köşelerinde yer almışlarsa sürekli rutubet oluşması şaşırtıcı bir şey olmamalıdır.

Dış duvarın, iç tarafa yerleştirilen ahşap yüzünü hafif yapı levhalarıyla (HWL) ısı tekniği açısından güçlendirilebilmesi için şart, odaların kuru, sık sık havalandırılır ve düzenli olarak ısıtılır olmalarıdır. Mutfaklarda, banyolarda ve nadiren ısıtılan yatak odalarında bu düzen bir işe yaramaz.

Boşluklu duvar sisteminin islahında en etkin yöntem, hava boşluğunun nemden etkilenmeyen bir yalıtım malzemesiyle doldurulmasıdır. Aradaki boşluk, açılan delikler yardımıyla suni reçine köpüğü ile doldurulur. Hava boşluğu, kapılar çalışan tuğla duvarın bir taraftan diğer tarafa nem taşıma özelliğini engeller. İçten ve dıştan gelen nem, sadece boşluğa kadar taşınır. Buradaki nisbi hava neminin çok yüksek olduğu ispatlanmıştır.

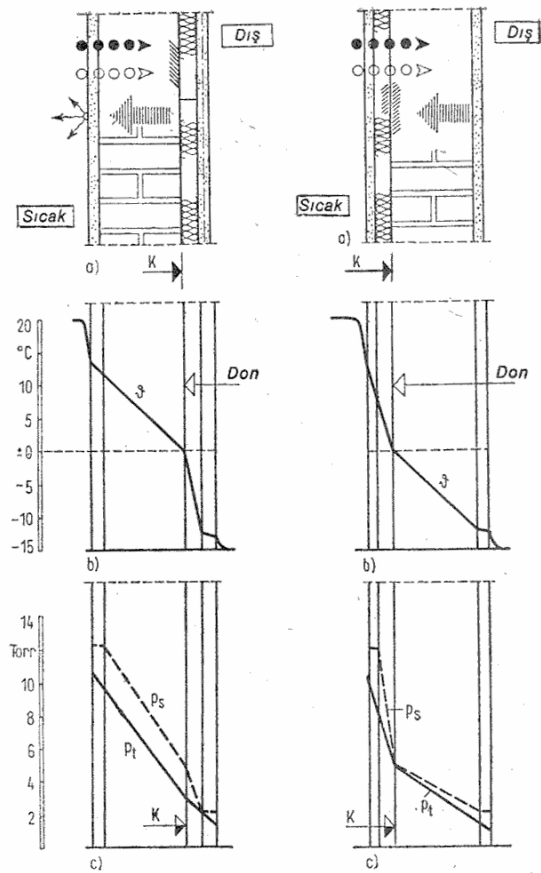
Bölüm 1.6. da verilen, kıyı bölgesine uygun iki kabuklu tuğla duvar (Şekil 29) başka bir konstrüksiyon sistemi oluşturur. Burada duvar kabukları arasındaki boşluk havalandırılır ve iç duvar kabuğu tek başına gerekli asgari ısı korunumu görevini üstlenir. Bu sistem yapı fizikiği açısından kusursuzdur.

## 1.8. ISI YALITIM TABAKASININ KONUMU

Dış duvarların ısı tekniği açısından HWL levhalarıyla takviyesinde üç olasılık vardır: Levhalar duvarın dış tarafına, iç tarafına ve ortasına yerleştirilebilirler.

### 1.8.1. Çeşitli tabaka sıralamaları

Şekil 47 ve 48 daki duvar konstrüksiyonu karşılaştırmaları, sıcaklık durumlarının, don yüzeyi derinliğinin ve duvarla yalıtım taba-



47 Isı yalıtım tabakası dış tarafında olan tuğla duvar.

- a) Kış sezonunda ısı, buhar ve su akımının yönü,
- b) Sıcaklık şeması,
- c) Difüzyon şeması, sabit nem geçişi olduğunu göstermektedir.

48 Isı yalıtım tabakası iç tarafında olan tuğla duvar.

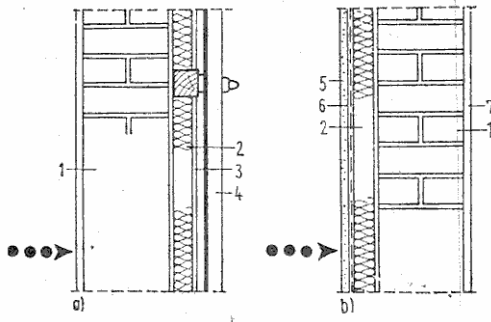
- a) Duvarın içindeki kapılar su taşınması, yalıtım malzemesi temas yüzeyini tehlikeye sokmaktadır
- b) Sıcaklık şeması, derinlere işleyen don olayını göstermektedir
- c) Difüzyon şeması, ısı yalıtım malzemesi temas yüzeyinde su oluştuğunu göstermektedir.

kası arasındaki bölgedeki su oluşması tehlikesinin ne kadar farklılıklar gösterebileceğini göstermektedir. Tuğla duvarlarda yüksek boyutlara ulaşabilen su taşınması da çeşitli etkilerde bulunur. Bir duvarda rahatlatıcı etkide bulunurken başka bir

duvarda temas yüzeyini zorlar (bak. Şekil 47-48 oklar).

Şekil 47 deki duvarın dış sıvası güçsüzdür. Sıvanın her tarafında bir sıva taşıyıcıya ihtiyaç vardır. Taşıyıcı ile bile aşırı zorlanır ( $\rightarrow 1.6.2.10.$ ).

Şekil 49 a, daha yerinde bir çözüm göstermektedir. Dış sava yerine yapı fiziksel avantajları daha önce anlatılan arkası havalandırılan bir dış korumam levhası kullanılmıştır (soğuk cephe). Tabaka yapısı da mükemmeldir.



#### 49 düzeltilmiş dış duvarlar

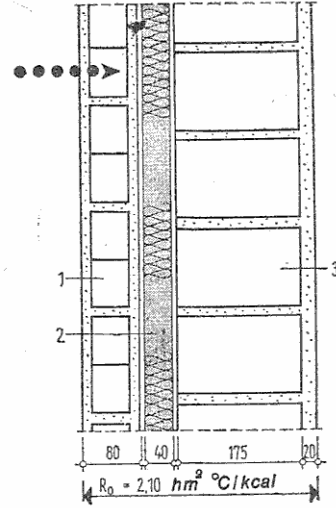
a) Dış sıva yerine arkası havalandırılan levhalar kullanılmaktadır.

b) İç taraftan yalıtımda, bir buhar kesici yardımı ile sabit nem geçişı sağlanmaktadır.

1 Tuğla duvar, 2 Yalıtım tabakası, 3 Gözenek örtücü (Hafif ahşap yünü levhalarda), 4 Ondüle levha, 5 Alçı levha, 6 Buhar kesici, 7 Dış sıva

Şekil 49 b de, ısı yalıtım tabakası iç tarafında olan bir duvar verilmiştir. Klima ayarlayıcı olarak bir alçı levha, emniyet açısından da bir buhar kesici kullanılmıştır. Buhar kesici, alüminyum veya plastik folyo halinde alçı levhanın arka tarafına yapıştırılabilir. Bu işlemler için dikkat edilmesi gereken şey, derzlerin difüzyon sızdırmazlığıdır. Buhar kesicinin gerçekten gerekli olup olmadığı, iklimsel şartlara, ısı yalıtım malzemesinin yapısına, duvar kabuğunun yapısına ve difüzyon hesaplamasının sonucuna bağlıdır. Normal klimada, özellikle

duvar tuğlalardan örölmüş ve nefes alışını engellenmemişse, buhar kesici kullanılmayabilir.

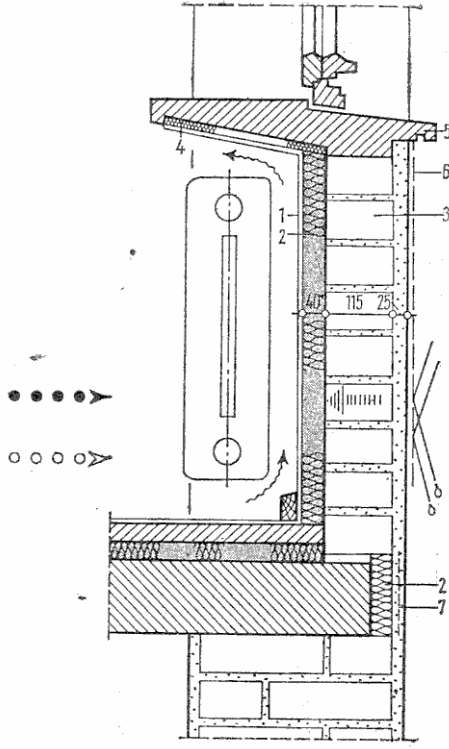


#### 50 Kaliteli ısı yalıtımı olan bir evin dış duvarı

1 İçte alçı duvar, 2 Taş yünü veya cam yünü keçesi, 3 Delikli tuğla duvar.

Kaliteli inşaat yapılırken mümkün olduğunca iyi konstrüksiyonlar seçilir. Şekil 50 de bu maksatla yapılan bir dış duvar gösterilmektedir. Dış duvarın ısı geçiş direnci  $2,1 \text{ m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C/kcal}$  ( $1,80 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) dir. Bu duvar için yapılan fazla masraflar, birkaç yıl içinde yakıttan yapılan tasarruflarla dengelenmektedir.

Alışılmamış türde bir radyatör girintisi (Şekil 51), incelenmiştir. Bu çözüm, tuğla kullanılması nedeniyle “geleneksel yapı tipi” olarak nitelenmektedir. Radyatör boşluğunda duvarın 115 mm ye incelmesi enteresandır. Burada ısı yalıtım tabakasının iç tarafına bir buhar kesici yerleştirilmemesi gerekmektedir. Burada başka bir tehlike meydana gelmektedir. Sıva ve tuğla, doğal olarak yağmur suyu emerler ve su kapılar yoldan içe doğru ilerlerler (bak. Şekildeki ok). Harç derzler içinde suyun yolu kısadır. Fakat nemin iç taraftan dışarı çıkmasını alüminyum folyo engellemektedir.



51 Geleneksel yapı tipinde radyatör girintisi oluşturan bir duvar nişi

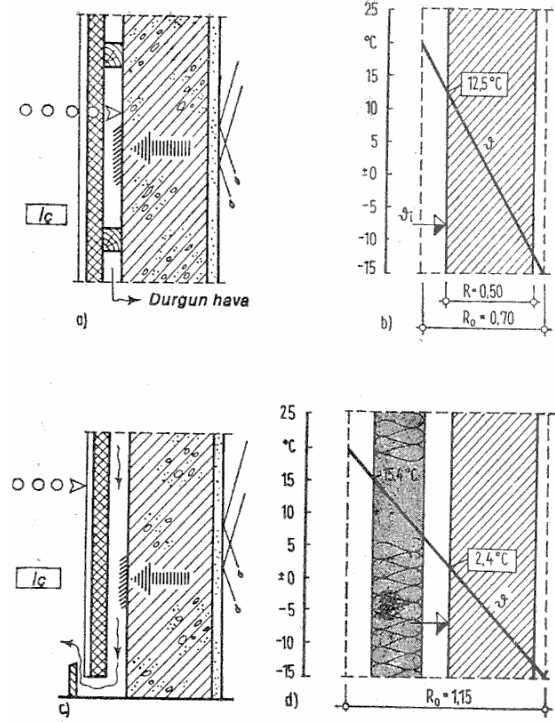
1 Alüminyum folyo, 2 Yalıtım tabakası, 3 Tuğla duvar, sadece 115 mm kalınlığında, 4 Polistiren köpüğü, 5 Beton yapı bloğu, 6 Su yalıtım tabakası, 7 Takviyeli sıva

Şekil 52 a'daki dış duvar, son yıllarda türlü uyarılara rağmen sık sık gerçekleştirilmiştir. Yalıtım tabakası ve dış duvar arasında bir hava tabakası bırakılmıştır. Bu sayede kondansasyon düzlemi daha da soğur ve difüzyon olayı daha da tehlikeli boyutlara ulaşır. Bu duvarın ses izolasyonu iyidir, ısı tekniği açısından durum risklidir.

Böyle boşluklarda ahşap çıtalar çabucak çürürler. Çatlaklar oluşur ve sonunda mantar ve küf kokusu odaya sızar.

Şekil 53 de, bir dış duvarın ısı yalıtım değerinin yalıtım tabakalarıyla artırılması özetlenmiştir. Şekil 53 a'da yalıtım tabakası dış tarafa yerleştirilmiştir. Yapıfiziksel açıdan

bu sistem sorunsuzdur. Yapı teknik açısından, ısı yalıtım tabakasının sürekli ve etkin bir dış koruma tabakasıyla hava şartlarından korunmasında, sorunlar meydana çıkar.

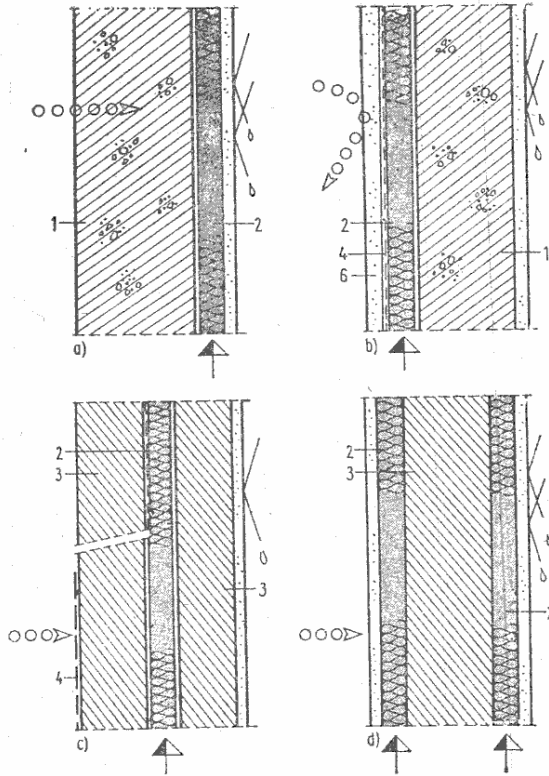


52 Kalkan duvarlarının uygun olmayan şekilde ıslahı

- a) Durgunlaştırılan hava tabakalı, yalıtım tabakası iç tarafta
- b) Yalıtılmamış duvarın sıcaklık şeması, iç yüzey sıcaklığı 12,5 °C dir.
- c) Oda havasının boşluğa girmesi, su ve küf oluşmasına neden olur.
- d) Yalıtılmış duvarın sıcaklık şeması - Duvar kabuğunun sıcaklığı oldukça düşüktür.

Şekil 53 b, buhar kesici ve klima ayarlayıcı, ısı yalıtım tabakası iç tarafa yerleştirilmiş bir duvar sistemini göstermektedir. Eğer duvar kabuğu 1, difüzyon açısından sızdırmazsa ilave bir buhar kesici 4 gereklidir. Böylece şekil 49 b'deki duvarın aksine yine bir nem toplayıcı sistem oluşur. Şekil 49 b'deki tuğla duvar, nemi engellemiyordu. Buradan iç tarafta mümkün olduğunca kapalı hücreli, difüzyon açısından sızdırmaz yalıtım tabakaları

kullanılması gereği çıkmaktadır. Bu sayede buhar kesici kullanmaya lüzum olmaz.



### 53 Isı yalıtım tabakalı ağır beton duvarlar

- a) Yalıtım tabakası dışta, sorun yok.
- b) Yalıtım tabakası içte, buhar kesici de var.(Nem toplanıyor)
- c) Statik açıdan mümkünse iç (çekirdek) yalıtım
- d) Kılıf sistemi

1 Ağır beton, 2 Yalıtım tabakası (Hafif ahşap yünü yapı levhaları), 3 Daha ince beton kabuklar, 4 Buhar kesici, 6 Klima ayarlayıcı olarak alçı plaka.

Şekil 53 c, duvarın içinde bulunan bir ısı yalıtım tabakasını göstermektedir (Çekirdek yalıtımı). Statik nedenlerle bu sistem sadece istisna durumlarda kullanılır. Örneğin ekonomik olması gereken yapıların beton kaidelerinde.

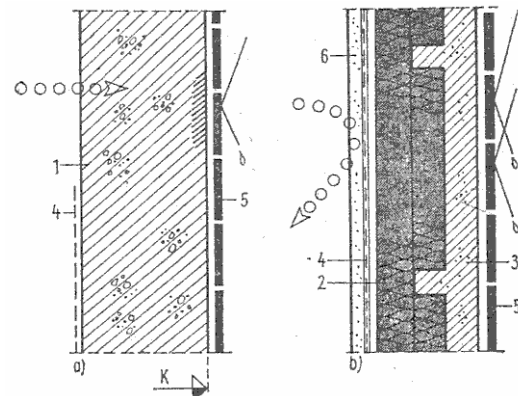
Şekil 53 d'de, kılıf sistemi gösterilmiştir. Burada ısı yalıtım tabakaları hem dış, hem iç tarafa yerleştirilir.

Ahşap yünü hafif yapı levhalarından meydana gelebilecek dış yalıtım tabakası, genellikle içtekenden daha kalın olur.

Bu duvarın gerçekleştirilmesinde yalıtım levhaları beton mesafe tutucular ile bağlanır. Yalıtım levhalarının derzleri örtülür. Bağlayıcı eleman olarak çapraz kaynaklanmış çinko kaplamalı tel çubuklar (çengel de olabilir) veya benzeri elemanlar kullanılabilir.

Kılıf sisteminin bazı düşündürücü yanları da vardır. Difüzyon tekniği açısından elverişli değildir. Duvar iki adet kondansasyon düzlemi içerir. İçteki beton yüzey ve dış ısı yalıtım tabakasının soğuk tarafı. **K. Moritz** bunları hatalı gelişim olarak nitelendirmektedir.

Bir hafif beton duvarın yüzü seramikle kaplanırsa bu difüzyon tekniği açısından bir zayıflık yaratır fakat duvarın depolama özelliğinin fazla olduğu durumlarda bu önemsizdir. Normal klima şartlarında bu sistem çalışır (Şekil 54 a).



### 54 Sızdırmaz seramik kaplı dış duvarlar

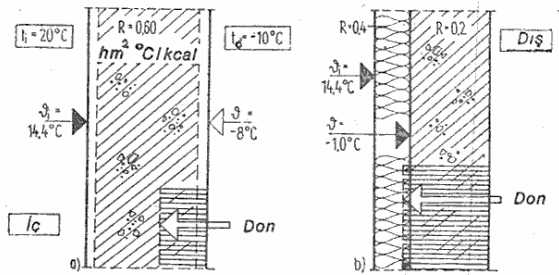
- a) Nem depolama özelliği yüksek bir homojen duvar.
  - b) Tam bir nem toplayıcı olan tabakalı duvar.
- 1 Hafif katkı maddeli duvar, 2 Gözenekli ısı yalıtım malzemesi, 3 Ağır beton kabuk, 4 Buhar frenleyici tabaka, 5 Seramik, 6 İç sıva veya alçı plaka

Şekil 54 b'deki sistem, çok daha elverişsizdir. Burada, sözü edilen rahatlatıcı kapılar nem nakli, çok az ısı yalıtım malzemesinin su iletme özelliği olması

nedeniyle imkânsızdır. Sistem yine tam bir nem toplayıcı vazifesi görür.

### 1.8.2. Isı yalıtım tabakası iç tarafamı, dış tarafamı yerleştirilmelidir?

Sadece yatılım tabakasının konstrüksiyon içindeki konumu değil, yapısı ve difüzyon geçirgenliği de önemlidir.



55 Eşit ısı yalıtım değeri olan iki duvar

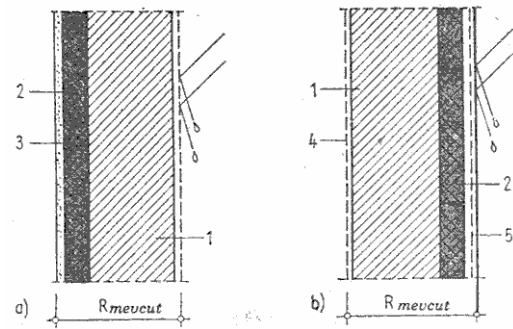
- a) Don bölgesi normal derinliğe ulaşan homojen, yalıtıcı bir duvar.
- b) İç taraftan yalıtılmış duvarda don bölgesi çok derinlere kadar ilerlemiştir.

Şekil 55 a da şematik olarak homojen bir duvar gösterilmiştir. Mevcut klima şartlarına göre, iç yüzey sıcaklığı 14,4 °C dir. Don, duvarın ortasına kadar ilerleyemez. Şekil 55 b deki tabakalı duvarın ısı yalıtım değeri de aynıdır. Ama don sınırı daha derinlere ilerlemiştir. Duvar kabuğu ve yalıtım tabakası arasındaki temas düzleminin sıcaklığı – 1 °C dir. Burası, dış kabuğun sızdırmazlığının ve yalıtım tabakasının geçirgenliğinin artmasıyla daha da tehlikeli olan tipik bir kondansasyon düzlemidir.

Bu nedenle, ısı yalıtım tabakasının iç veya dış taraftan hangisine yerleştirilirse daha verimli olacağı sorusunu cevaplamak zordur. Bu çeşitli çevre şartlarına bağlıdır.

Şekil 56 da, içten veya dıştan yalıtım sistemleri arasındaki farklılıklar gösterilmeye çalışılmıştır. Burada iki tabaka sisteminde, avantaj ve dezavantajlar olduğunu görmek-

teyiz. İç tarafa yerleştirilmiş yalıtım sistemi, masif kabuğun “soğuk ısınmasını” kestiğinden daha rahatlatıcı etkide bulunur. Öte yandan dış tarafta bulunan bir ısı yalıtım tabakası, masif dış kabuktaki şekil değişikliğinin azalmasına neden olur. Bu da avantaj sayılır.



56 Çok tabakalı dış duvarların şemaları

- a) İçten yalıtımlı
- b) Dıştan yalıtımlı

1 Beton duvar, 2 Yalıtım malzemesi, 3 İç sıva, 4 Boya tabakası veya duvar kağıdı, 5 Sıva taşıyıcı üzerine dış sıva

Yalıtım tabakası iç tarafta bulunan dış duvarlar, insanlar tarafından daha rahatlatıcı olarak hissedilir. Konutlar ve işletme yapıları bu sistemle inşa edilir.

Eğer yeni yapılar, ısı yalıtım tabakalarının ilave edilmesini gerektirecek şekilde, çok soğuk dış duvarlar içeriyorlarsa, burada yine yalıtımın iç taraftamı, dış taraftamı yapılacağı sorusuyla karşılaşılır. Her iki çözümün de yine avantaj ve dezavantajları vardır.

İç tarafta çalışılırsa evde oturanlar rahatsız olur, konut kirlenir fakat yalıtım tabakası kötü hava şartlarından korunmuş olur. Aynı zamanda işçi ücretleri de daha az olur. Bu çözüm ancak ıslah edilecek duvar, su geçirgen değilse uygulanabilir. Yalıtım dış tarafa ilave edilirse evde oturanlar çalışmalardan etkilenmezler. Fakat yalıtım tabakasının, güvenilir bir hava şartlarından ko-

### Şekil 56a daki duvar şeması

#### Yalıtım tabakası iç tarafta

Masif dış kabuk aşırı ölçüde sıcaklık etkilerine maruz kalmıştır.

Kışın tamamen donar. Yazın ısı depolaması söz konusudur.

Korunmayan dış kabuğun şekil değişiklikleri fazladır ve duvar malzemesinin yapısına göre kabarma-büzülme hareketlerine maruz kalır.

İç taraftaki buhar kesici dış kabuktan daha sızdırmaz olmalıdır. Yada duvar sadece kuru odalar için kullanılmalıdır.

Duvar sisteminin ısı depolama yeteneği azdır. Bu odanın daha çabuk ısınmasını sağlar. Oda öte yandan aynı şekilde çabuk soğuyacaktır.

Duvar, arada bir kullanılan odalar, sürekli çalıştırılmayan, iyi ayarlanabilen ısıtma sistemleri için elverişlidir.

### Şekil 56b deki duvar şeması

#### Yalıtım tabakası dış tarafta

Masif dış kabuk sıcaklıktan korunmuştur. Don olayı duvar için sorun değildir.

Sıcaklığa bağlı şekil değişiklikleri düşüktür. Korunmalı kabuktaki önemsiz sıcaklık düşüşleri ve sıcaklık oynamalarıyla orantılıdır.

Burada buhar kesicinin önemi çok azdır. Isı yalıtım tabakası ile birlikte bir nem toplayıcı görevi oluşturmaz ve normal şartlar altında kullanılmasa da olur.

Bu duvar sisteminin ısı depolama yeteneği fazladır. Yavaş ısınır ve yavaş soğur.

Duvar sürekli çalışan (ve ısı ataleti olan) ısıtma sistemleri için elverişlidir.

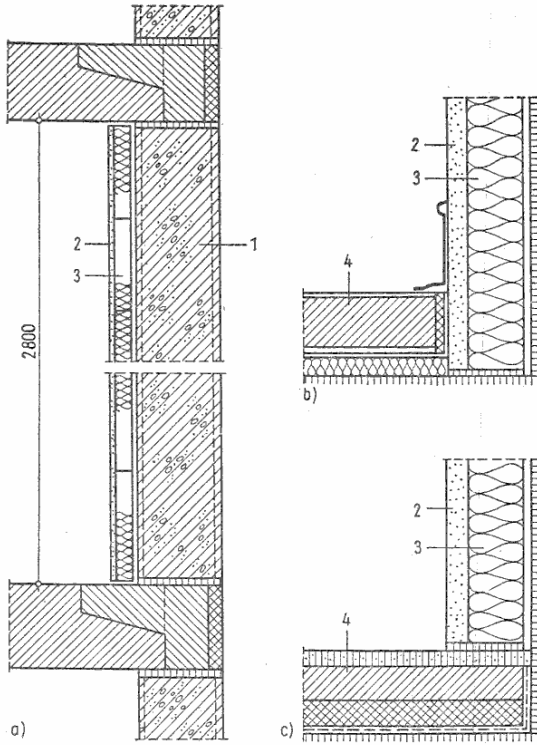
runum tabakasına ihtiyacı vardır. Böylece yalıtım malzemesinin cinsine göre bir problemle karşılaşılır.

Anorganik, haşarat barındırmayan, form değişikliğine uğramayan cam köpüğü lehalar kullanılırsa, yeni tür dış korunum olarak kaplamalar kullanılabilir (1.6.6.5.). Isı yalıtımı çok zayıf olan bir duvar, iç taraftan, oda yüksekliğinde kartonlu alçı levhaların şerit veya çubuk şeklinde harç veya plâstik yapıştırıcılarla üzerine 30 mm kalınlığında cam köpüğü levhalar yapıştırılmış duvar üzerine tutturulmalarıyla oldukça iyi şekilde ıslah edilebilir (Şekil 57).

Bu çözümün avantajı, su kullanılmaması, sonradan yapılan ıslâh çalışmalarında ile kirlenme olmaması, derz sıvamalarının kuru olması sebebiyle kaplamanın kolayca yapılabilmesi ve tüm duvar sisteminin difüzyon tekniği açısından elverişli olması, ayrıca da haşarat barındırmamasıdır.

Islâh çalışmalarında ahşap yünü hafif yapı levhaları kullanılacaksa büyük dikkat gösterilmelidir. Ahşap yünü hafif yapı levhaları üzerindeki dış sıvalar sık sık bozulup, görevlerini yerine getiremezler. Bu durum özenli ve dikkatli bir çalışmayla bertaraf edilebilir (1.6.2.10.). Kalkan duvarları üzerine sonradan suni reçine-köpüklü levhalar yapıştırılıp, üzerleri özel sıvayla kaplandığında, atmalar ve çözümler meydana gelebilir. Hem yapıştırıcılar hem de dış korunum tabakası Latex'li çimento harçtan, yani yapısal olarak kapılar açıdan ölü olan köpüklü malzemeye kesinlikle uymayan bir malzemeden imâl edilmiş ise hem ince sıva tabakaları köpüklü levhalardan, hem de levhalar alt yüzeyden ayrılabilir.

Buna karşı, bu tür levhaların suni reçineli yapıştırıcılarla önceden hazırlanmış alt yüzey üzerine yapıştırılması ve hafif soğuk cephelele korunması başarılı sonuçlar vermiştir.



57 Kat yüksekliğinde eleman olarak klima ayarlayıcı iç ısı yalıtım tabakası

a) Dış duvar boyunca kesit

b) Döşeme çalışmalarından önce proje uyarınca gerçekleştirilmiş alt bitim

c) İlave yalıtım tabakalarının yerleştirilmesinden sonra alt bitim.

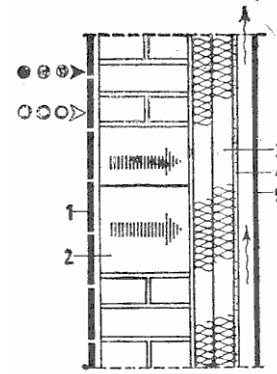
1 Dış duvar, 2 Kartonlu alçı plaka, 3 30 mm kalınlığında, kartonlu alçı üzerine yapıştırılmış cam köpüğü plâkalar, 4 Döşeme (zemin)

### 1.8.3. Özel duvar yapıları

Normal şartlardan farklı bir oda iklimi, değiştirilmiş bir duvar yapısı gerektirir. Isı yalıtım ve buhar engelleme tabakaları sık sık takviye ederek uygulamak zorunda kalınır. Isı yalıtım tabakası-buhar engelleme tabakası bağlantılarını açıklayabilmek için burada en önemli dış duvar gösterilecektir.

#### 1.8.3.1. Islak odaların dış duvarları

İç tarafından nem etkisi altında bulunan bir dış duvarın, tabaka sıralaması Şekil 58 de verilmiştir. İç tarafta duvar kabuğu (2) nun önüne sızdırmaz buhar frenleyici ve su tutmaz bir tabaka yerleştirilmiştir. Gerekli olduğu sürece iyi bir ısı yalıtımı (3) kondanse su oluşumunu engelleyebilir. Dış yüzey mümkün olduğunca difüzyon geçirgen olmalıdır (Soğuk cephe).



58 Ağır nem şartları altındaki bir ıslak duvar şeması

1 İçte sızdırmaz tabaka, 2 Su ileten dolu tuğla duvar, 3 Difüzyon direnci zayıf olan yalıtım malzemesi, 4 Rüzgârlık veya gözenek örtüsü, 5 soğuk cephe

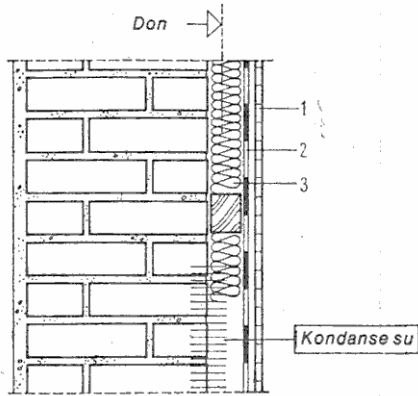
Islak odalarda tuğla duvarlar, akıcı nemi büyük ölçüde depolayabilme ve iletme yetenekleri nedeniyle avantajlıdır. Fakat burada da duvar aşırı nem saldırılarına karşı korunmuş olmalıdır.

#### 1.8.3.2. Ses yutucu kaplamaları olan dış duvarlar

Isı yalıtım ve ses yalıtım malzemeleri fonksiyonları açısından birbirlerine benzemezler. Difüzyon direnci büyük olan ve kapalı hücreli yapısı olan ısı yalıtım malzemeleri ses izolasyon malzemesi olarak kullanılmazlar. Ses yalıtım malzemelerinin gözenekleri açık olmalı ve içlerinden hava

geçebilmelidir. Bunların içinden geçen ses, emilerek şiddeti azaltılır ve yansıma olmaz.

Açık gözenekli, hava geçirgen malzemeler, aynı zamanda verimli ısı yalıtım malzemeleridir (Bu bütün mineral lif malzemeleri için tipiktir). Nemli ve ıslak atelyelerde bu nedenle problemler doğar. Örneğin yüzme havuzu salonları içlerinde ses yalıtım malzemeleri kullanılması şart olan, hava nemi yüksek sıcak odalardır.



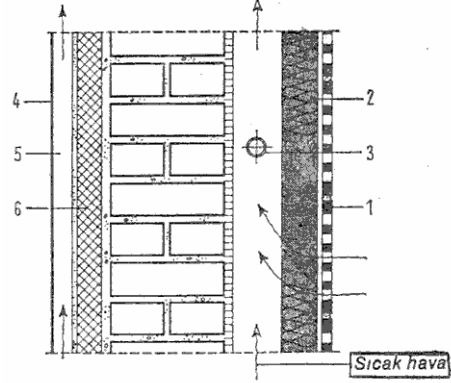
59 Bir havuzun ses emici tabakası olan dış duvarı

1 Delikli kaplama, 2 Plâstik folyo, 3 Ses emici malzeme

Şekil 59, difüzyon açısından tehlike arzeden ses yalıtım tabakası önüne plâstik folyo halinde bu buhar engeli yerleştirilen bir sistemi göstermektedir. Su buharının yine de sızdığı ve yalıtım tabakasının soğuk tarafında su oluşturduğu bilinen bir gerçektir. Bu sayede folyo, akustik açıdan verimini kaybeder.

Şekil 60 daki duvar yapısı daha karışık olmasına rağmen yapı fiziksel açıdan kutsuz çalışır. Öncelikle ön tarafa yerleştirilen bir dış ısı yalıtım tabakasıyla duvarın don bölgesi tehlike altındaki iç taraftan dış tarafa doğru uzaklaştırılır. Ses yalıtım malzemesi de bir sıcaklık veya buhar basıncı düşüklüğüne maruz kalmaz. Hava bölmesi içindeki bir kalorifer borusu

veya özel yardımcı ısıtıcılar hava dönüşümü ve ısınma sağlayabilirler. Böylece buradaki kondanse su oluşumları zararsız hale gelir.



60 Bir yüzme havuzunun ısıtılmış hava bölmeli ve ses yalıtım malzemeli dış duvarı

1 Seramik kafes, 2 Ses emici malzeme, 3 Kalorifer tesisatının geri dönüş borusu, 4 Soğuk cephe, 5 Arkadan havalandırma, 6 Yalıtım tabakası

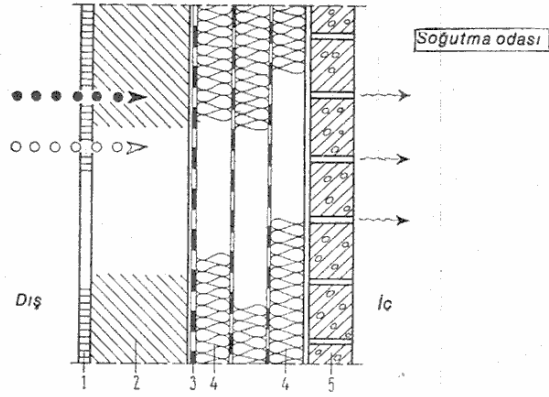
Masif duvar kabuğu iç tarafta bir çimento harç sıvayla örtülür. Bu tabaka sistemin en sızdırmaz tabakasıdır (Şekil 59 taki duvar konstrüksiyonunda bu tabakanın uygulanması hatalı olurdu).

Örnek, özel durumlarda dış duvarın tabaka yapısının değiştirilebileceğini değil, değiştirilmek zorunda olduğunu göstermektedir.

### 1.8.3.3. Soğutma odalarının dış duvarları

Soğutma odalarının dış duvarları çalışma sıcaklığına oranlı şekilde büyük bir sıcaklık ve buhar basıncı düşüşü etkisi altındadırlar. Soğutma odaları 4.7. bölümde anlatılacaktır. Burada bizi ilgilendiren, kritik zamanda (yani ileri yaz mevsiminde) dışarıdan içeriye doğru bir ısı ve buhar akımı olmasıdır. Isı ve buhar akımının şiddeti çalışma klimasının düşürülmesiyle artar.

Şekil 61 de, bir soğutma odası duvarı örneği verilmiştir. Dış duvar, mümkün olduğunca



**61** Bir soğutma odasının dış duvar şeması

1 Mükün olduğu kadar sızdırmaz hava koruyucu tabakası, 2 Ağır, sızdırmaz duvar yapı malzemesi, 3 Buhar kesici, 4 Isı yalıtım tabakaları, 5 Buhar geçirgen iç duvar

sızdırmaz yapılmalıdır. Isı yalıtım malzemesinin fonksiyon görebilmesinde sistemdeki buhar kesicinin (3) çok büyük önemi vardır. Engel, sıcak tarafta, yani ısı yalıtım tabakasının dış tarafında bulunmalıdır. Düşük iç sıcaklıklar için iç duvar kabuğu (5), buhar geçirgen yapılmalıdır.

Yüzeysel olarak incelendiğinde bu duvar, şimdiye kadar gördüğümüz duvar konstrüksiyonlarıyla benzer yönler taşımamaktadır. Fakat bu doğru değildir. Duvar soğuk tarafında geçirgen, sıcak tarafında sızdırmaz yapılmıştır. Doğru prensipte budur.

Demek ki, buhar kesicinin

- Duvar sisteminin sıcak tarafında yararlı
- Sistemin soğuk tarafında zararlı

olduğunu söyleyen yapıfiziksel kural, hem ısıtılan, hem de soğutulan odalar için geçerlidir. Fark sadece kritik mevsimdeki ısı ve su buharı difüzyon akımlarının yönündedir.

### 1.9. TEK TABAKALI DIŞ DUVAR ELEMANLARI

Dış duvar elemanlarının bu grubu için büyüklük, görünüş, statik konstrüktif, malzeme tekniği ve yapıfiziksel açılardan farklı-

lıklar gösteren zengin bir seçme alanı mevcuttur.

Dış duvarların 1.1. inci bölümdeki gibi

- taşıyıcı, kendini taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan,
- hafif, orta ağırlıkta ve ağır,
- bir ve çok tabakalı gruplar halinde bölümlendirilmesi, ancak levha yapımında tamamen anlam kazanır.

Yapı bilgisi prensibi, en doğru şekilde Şekil 62 a daki büyük levha (1)'da uygulanmıştır. Taşıyıcı yapı bu levha ardında kaybolmaktadır. Levha ayrıca bina içine ve dışına kaydırılıp çekilebilir. Pencere altı duvarları (pencere eteği) (3) ve pencere kenarı elemanlarının (2) kombinasyonundan yatay izlenim veren cepheler sağlanır (Şekil 62 b). Şekil 62 c deki pencere çerçeveleri (4) ve pencere altı elemanları (5) nin kombinasyonu da mümkündür.

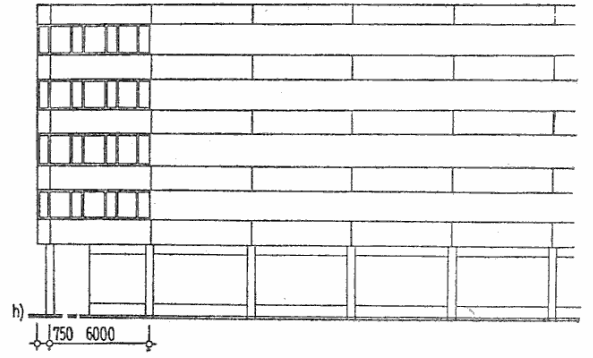
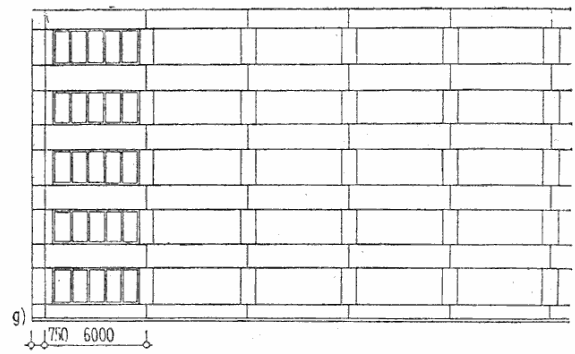
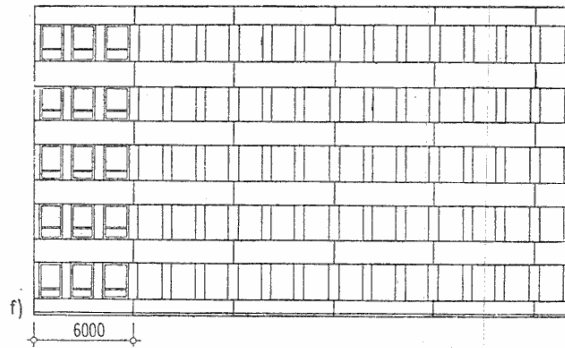
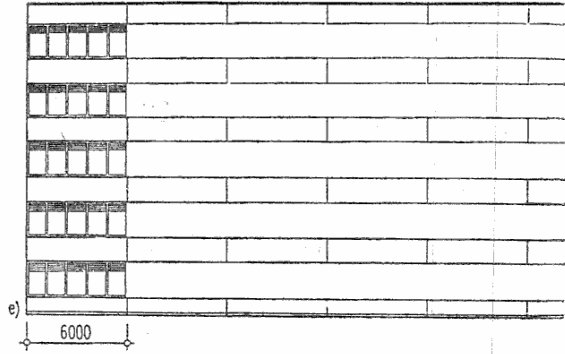
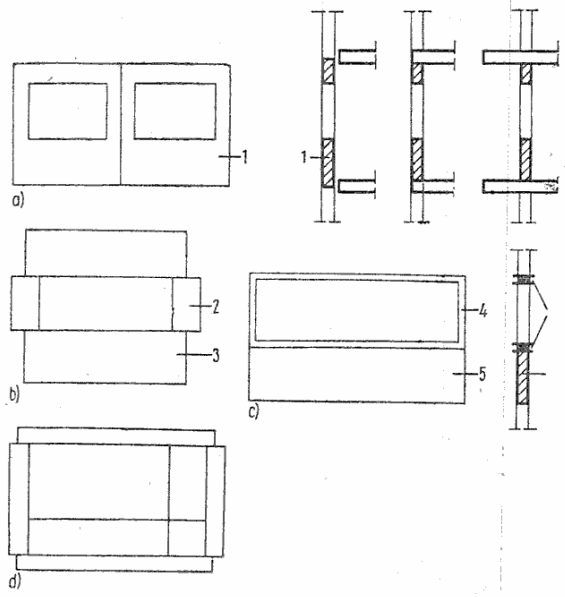
İnce örtücü levhaların Şekil 62 d deki gibi kullanılması endüstriyel yapı tarzından biraz uzaktır.

Mimarlarımızın bu elemanları geliştirmekle çok önemli bir iş başaracaklarını belirtmek gereklidir. Dış görünüşleri birbirinden farklı konut ve sosyal yapıların büyük bir kısmı bu elemanlar kullanılarak gerçekleştirilebilir.

Karkas yapı tarzı dış görünüşü çok güzel cepheler gerçekleştirme olanağı sağlamaktadır.

Dış duvar elemanlarının konstrüktif prensibi çok değişkendir. Şöyle bir ayırım yapılabilir.

- 7 ayrı malzeme cinsinden tek tabakalı (homojen) dış duvar elemanları,
- İki tabakalı dış duvar elemanları (→ 1.10),



## 62 Montaj yapı tarzının cephe elemanları

a) Bina kenarından içeri veya dışarı doğru kaydırılabilen büyük duvar elemanları

b) Pencere altı ve kenar elemanları yatay izlenim verirler

c) Pencere altı-pencere kombinasyonu

d) Tavan, kuşak ve yan duvar elemanları olarak kullanılan levhalar

e, f, g) Pencere altı ve sütun elemanlarının kombinasyonu

h) Sütunlar üzerine oturtulmuş giriş katı üzerindeki pencere altı levhalı ve pencere bağlantılı cephe

1 Pencere boşluklu büyük duvar elemanı, 2 Pencere kenar elemanları, 3 Pencere altı duvar elemanları, 4 Pencere çerçeve konstrüksiyonları, 5 Geniş, pencere altı duvar elemanı

- Üç tabakalı dış duvar elemanları (→ 1.11),
- Çerçeve dış duvarlar (1.12),
- Pencere altı duvar elemanları (Pencere eteği) (→ 1.13).

### 1.9.1. Problemler

Homojen elemanlarda tek bir tabakaya, aynı zamanda hem ısı tekniği, hemde statik görevler düşmektedir. Bu duvarların tipik temsilcisi, maden bimsi betondur. Fakat başka malzeme karışımlarında pratikte görülmektedir.

Duvar yapı malzemesi B 50 veya B 80 sağlamlığında olmalı, aynı zamanda mümkün olduğunca iyi bir şekilde ısı yalıtılabilmelidir. Bu nedenle istenen sağlamlığa ulaşırken, kaba yoğunluğunun düşük olması gerekir. Bunun içinde basınçla ufalanma derecesi düşük bir hafif katkı malzemeleri şarttır. Fakat çoğu hafif katkı malzemeleri (maden bimsi, curuf) bunu sağlayamazlar.

Basınçla ufalanma derecesi şu malzemeler için şu değerlerdedir;

- Maden curufu I kalite 0,50,
- Maden curufu II kalite 1,00,
- Maden bimsi 0,71 ... 0,95,
- Şişirilmiş arduvaz (karataş, şist) 0.49 ... 0,53,
- Şişirilmiş kil 0,41.

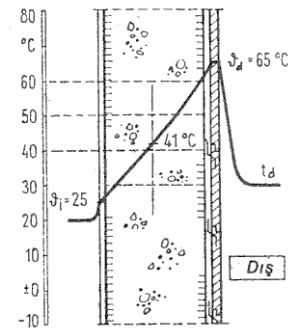
Basınçla ufalanma derecesindeki 0,10 luk bir artış, beton sertliğinin 10 kp/cm<sup>2</sup> kadar azalmasına eş değerdir. Gözenekli sinter veya keramsit gibi yüksek nitelikli katkı malzemeleri, sertlik açısından maden bimsine kıyasla daha avantajlıdır.

Maden bimsli elemanlarda düşük bir kaba yoğunlukla birlikte istenen sertliği sağla-

mak zordur. Basınçla ufalanma derecesi 0,50 den büyük olan bütün katkı malzemeleri için bu böyledir. Birbiriyle tezat yaratan sertlik ve iyi ısı yalıtımıyla ilgili talep, ancak yüksek nitelikli hafif katkı malzemeleriyle yerine getirilebilir.

Bunlar büyük enerjiler harcanarak termik yöntemlerle imâl edilen malzemelerdir (Şişirilmiş kil, şişirilmiş arduvaz, keramsit vermiculit, perlit).

Fakat bu yüksek nitelikli hafif katkı malzemeleriyle gerçekleştirilen hafif beton elemanları da maden bims betonundan levhalardaki yapıfiziksel tezatlara aynılmasına sahiptirler. Bir levhanın anizotrop şekil değişikliklerine olan eğiliminin artmasıyla her iki yüzeyinin sıcaklık farkının büyüdüğü gerçeğini unutmamak gerekir. Bu da yine levhanın ısı yalıtım verimine bağlıdır. Bu, levhanın sıcaklığa bağımlı şekil değişikliklerinin başka nedenlerle yüksek olması istenen ısı yalıtımı sayesinde ortaya çıktığı ve büyütüldüğü anlamına gelir. Yaz sıcaklığında (ısı yalıtıcı) bir hafif duvarın yüzeylerinin sıcaklık farkı çok büyüktür. Kış mevsiminde de aynı şey gerçekleşir (Şekil 63).



63 Arkası havalandırmalı masif levhalardan soğuk cepheli bir hafif beton duvarların yaz mevsimi için sıcaklık eğrisi (Kopatsch'a göre)

Gözenekli duvar gövdesi sınırlı elastiktir ve en azından engellenmesi imkânsız olan günlük ve yıllık eğilip bükülmelere dayanabilir. Fakat imalat sırasında bunların üzerine eklenen dış hava şartlarından korunma

tabakaları bu özelliği taşımazlar (1.6.3.). Deformasyona neden olan kuvvetler dış kabuk üzerinde en etkin olduklarından çimento, kırılğan gevrek her dış tabakada çatlama sözkonusu olacaktır (→ 1.6.1.1. ve 1.6.1.2.). Bu tezatın çözümlenmesi hemen hemen olanaksızdır. Hele çimento oranı yüksek olan dış koruyum tabakalarıyla asla!

Bundan başka dış duvar elemanları sadece sıcaklık etkilerine değil sürekli değişen nem etkilerine karşı da duyarlıdır. Madem bims betonu hem sıcaklık hem de nem etkilerine tepki gösterir. Ahşap betonunda reaksiyonlar terstir. Bu cins beton, sadece nem etkilerine cevap verir (Bir ahşap beton eleman yazın büzülür, kış ve ilkbahar mevsimlerinin nemiyle de şişer). Çimento oranı bol olan bir ince betonun (kaygan sıva, ıslak beton derzler vb.) gözenekli bir hafif beton duvar gövdesi ile bağlantısı kötü sonuçlar doğuracaktır. Genellikle gerilimler gözle görülür hale gelir ve bunu zincirleme hasarlar izler (→ 1.6.3.1.).

Rasyonel imalat ve düşük maliyet, tek tabaka prensibinin tavsiye edilmesine neden olabilir. Yapıfizikçinin bunlardan başka talepleri ise bu prensipte yerine getirilemez.

Bilimsel-teknik en yüksek noktayı temsil eden montaj derzleri ise homojen levhalarla kullanılamaz.

Geleneksel yapı tarzının ve blok yapı tarzının dış duvarlarının aksine (bunlarda dış sıva bütün cepheye tek bir yüzey olarak kaplar), montaj prensibinde taşıyıcı olmayan elemanlarda dış kabuğun yüzeyini, elemanların yüzeylerine indirgemek ve bunları elastik derzlerle komşu yapı elemanlarından ayırmak mümkündür. Bu önemli bir avantajdır. Fakat 6000 mm lik kenar uzunluklarında, elemanların uzunluk değişimleri 5-6 mm olacağından, geniş çatlaklar yine de görülebilir.

### **1.9.2. Maden bims beton elemanlar, gözenekli beton elemanlar**

Bir konstrüktif hafif betonun kaba yoğunluğu, en azından  $110 \text{ kg/m}^3$  tür ve  $1450 \text{ kg/m}^3$  ü aştığı zaman ısı tekniği açısından bir anlam taşımaz. Sertlik değerleri B 50 ve B 160 arasındadır.

Bu sistemin ince betondan yapılan derzleri, en zayıf noktalarıdır. Bir cephe örtüsünün kesinlikle su sızdırmaz olması şarttır. Aksi halde donma sonucu kenarlarda çatlama ve kırılmalar görülür. Bu nedenle en iyi çözüm yolu duvar önünde arkası havalandırmalı bir soğuk cephe oluşturması ve bunun duvara saplamalarla bağlanmasıdır.

### **1.9.3. Tuğla duvar elemanları**

Montaj yapı tarzında tuğla, geri plâna itilmiştir. Bu nedenle tuğlayı endüstriyel yapı tarzında yeniden kullanabilmek için yapılan çalışmalar, ilgiyle izlenmektedir. Bu konuda Fransa, İtalya, Hollanda ve Batı Alman firmalarının geliştirdiği, içlerinde özel boşluklu tuğlaların küçük elemanlar olarak kullanıldığı dış duvar elemanları mevcuttur.

Tuğlanın şeklini muhafaza etme eğilimi ve diğer elverişli yapıfiziksel nitelikleri, bu eski ve alışılmış malzemenin her zamankinden fazla kullanılabilir olması arzusunu hissettirmektedir.

### **1.9.4. Ahşap beton duvar elemanları**

Ormanlardan, elde edilen ahşabın ancak küçük bir bölümü pratikte kullanıldığından, ahşaptan ve artıklarından kullanılır yapı malzemeleri imâl edilmesi yerinde ve iktisadi bir davranış olur.

Ahşap beton her türlü ahşap artığının kullanıldığı, çimento bağlayıcılı bir malzeme karışımıdır. Ahşap beton, ısı yalıtıcı

aynı zamanda su iletici ve higroskopik özelliğe sahip olduğu için cephede kabarmalar ve benzeri hasarlar engellenmek isteniyorsa bu malzemenin tipik özelliklerinin bilinmesi gerekir.

Bu niteliklerden bir tanesi, ahşap betonun kabarma büzülme değerlerinin (yaklaşık 3-4 mm/m), çimento harcın veya kireçli çimento sıvanın (0,025 mm/m) on katından fazla olmasıdır.

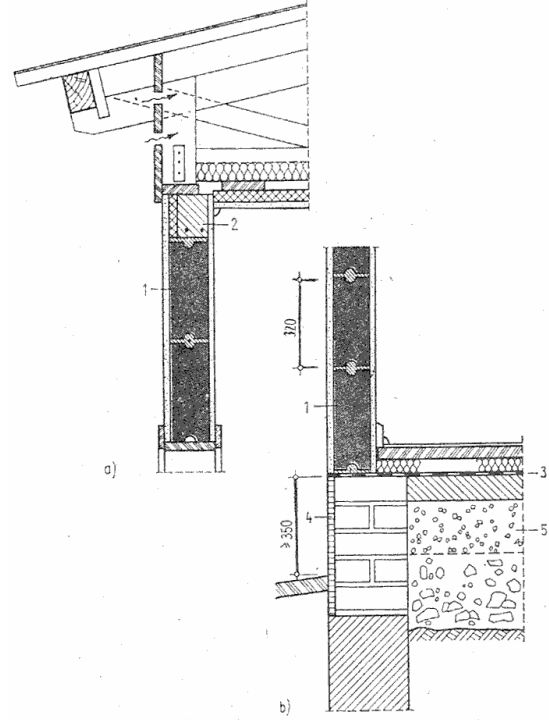
Bir ahşap levha üzerine kireçli çimento sıva uygulanırsa ahşap beton önce suyu emer ve bu sayede fark edilir ölçüde şişer. Sıva kuruyunca beton sıvaya suyu tekrar geri verir, fakat büzülmesi, sıvanın büzülmesinden kat kat fazladır. Bu sayede sıvaya basınç gerilmeleri iletilir ve sıva şişer. Sıvanın ahşap betona tutunuşu harcın “buharlaşması” nedeniyle zayıf olduğundan sıva kendini bırakır ve alt yüzeyden kurtulup kabarır.

Ahşap beton elemanlar diğer beton elemanlara kıyasla küçük boyutlara sahip olduğundan en elverişli dış hava korunum tabakası olarak çok tabakalı bir dış sıva tavsiye olunur. Sıva yapılmadan önce beton elemanların duvarın oluşturulmasından sonra en azından 3 hafta kurumuş olmaları gerekir. Bu süre içinde çevre klima şartlarına karşılık gelen pratik nem değerine [yaklaşık (kütle yüzdesi olarak) % 12] ulaşılır.

Bundan sonra tüm yüzeyi kapsamına alan sıvama işlemi, püskürtme yöntemiyle yapılmalıdır. Sıva olarak 1 ölçü çimento ve 2 ölçü 0/3 mm lik kumdan oluşan çimento harç kullanılmalıdır. Bu sıva sıcak günlerde çatlamaması gereken bir nem kesme tabakası görevi görür.

Bu kat, tamamen kuruduktan sonra ilk tabakanın büzülme çatlaklarını örten alt sıva yapılır. (Kireçli çimento harç 2:1:8) Bunun

üzerine biraz daha zayıf olabilecek üst sıva veya az çimento ilaveli beyaz kireç tabakası yapılır.



64 Ahşap beton bloklardan bir dış duvar

a) Çatı pervazı ve duvar boyunca kesit

b) Duvar kaidesi boyunca kesit

1 Ahşap beton eleman, 2 Isı yalıtım tabakalı, donatılı hatıl, 3 Döşeme ve duvar su yalıtım tabakası, 4 Su yalıtıcı sıva, 5 İri taneli dökme çakıl.

Çok tabakalı dış sıva en azından 20-25 mm, iç sıva 15 mm kalınlığında olmalıdır. Bu kurallara uyulursa sıva dayanıklı olacaktır. Kabarıp büzülme değerleri sıvaninkinden çok çok fazla olan ahşap betonlarda veya sıvamadan önce elemanların kuruması için yeteri kadar beklenmediği hallerde sıva dökülmeleri kaçınılmazdır. Sıvanın tüm yüzeyi kaplamaması ve parça parça püskürtülmeside yine dökülmelere yol açacaktır.

Bu duvar elemanlarından tek katlı salonlar, garajlar hatta meskenler yapılabilir. Önemli olan da klimasının ne çok nemli ne de çok

kuru olmamasıdır. Ahır yapılarında etkin bir havalandırma şarttır.

#### 1.9.5. Polistiren köpüklü hafif beton elemanları

PS – hafif beton, değişik bir hafif katkı malzemeli betondur. Burada bağlayıcı malzeme, diğerlerindeki gibi anorganiktir (çimento). Buna karşı hafif katkı malzemesi suni organik bir madde olan polistirol granülesidir.

Bu malzeme yapı sektörüne yeni girmiştir ve değişik karışım ve yoğunluklarda imâl edilebilmektedir. İhtiyaca göre köpürtülmüş polistirol granülesinden başka kum, maden bimsi, şişirilmiş kil, şişirilmiş arduaz gibi anorganik malzemelerde ilâve edilebilir. Bu karışımların kaba yoğunluğu, 350 ile 1000 kg/m<sup>3</sup> arasında oynamaktadır. Yüksek yoğunluklarda ısı yalıtıcı etkisi olan çivilenebilir ve vidalanabilir sertlikte elemanlar elde edilir.

Mesken yapımında asgari ısı korunumunu sağlayacak şekilde 65-200 mm kalınlığında PS – hafif betondan dış duvarlar inşa edilmektedir.

#### 1.9.6. Hafif katkı malzemeli köpüklü beton elemanları

Kombine maden bims betonu olarak ta adlandırılan bu yeni beton tipi gözenekli betonlara geçişi sağlar.

Bu beton yardımıyla kaba yoğunluğu 1100 kg/m<sup>3</sup> düşürmek mümkün olmuştur. Sertlik değeri ise B 50 dir. Mekanik tutumu açısından bu beton, maden bims betonuna, nem tutumu açısından köpüklü betona benzer.

Burada kaba yoğunluk düştüğü, ısı yalıtımı arttığı için homojen duvarların problemleri daha belirgindir. İzotrop form değişiklikleri büyüktür. Bu beton cinsinin nem tutumu elverişsizdir. Bu hafif beton, akıcı nemi

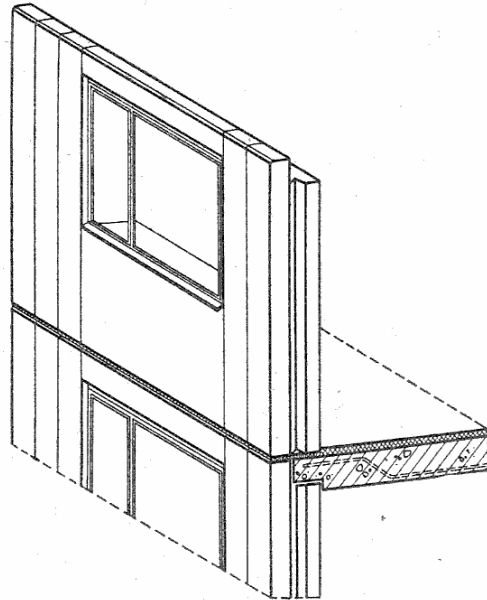
kapilar olarak kaydırmak ve dışarı vermek yeteneğine sahip değildir. Sadece su buharı difüzyonu sayesinde yavaş bir kuruma söz konusudur.

Elemanlar montajdan önce 4-6 hafta depoda beklemiş olmazlarsa kuvvetli bir büzülme görülür.

#### 1.9.7. Gözenekli beton Elemanları (Gazbeton)

Gözenekli veya hücreli beton, hafif katkı malzemeli betondan belirgin bir şekilde farklıdır. Burada sadece bağlayıcı malzeme ve katkı malzemelerin karışımı söz konusu değildir. Gözenekli betonun, kendine has bir yapısal karakteri vardır. Gözenek hacmi oldukça büyüktür (% 70 e varabilir) ve büyük nem miktarları tutabilir. Nem zaten imalat sırasında malzeme içine girer (% 40 a kadar).

Gözenekli betonda çelik ilâveler, bilinen bir sorun teşkil ederler. Çelik, kesin bir korozyon korunumuna sahip olmalıdır.



65 Kat yüksekliğinde gözenekli beton kolon elemanları. Tavan üzerine oturtulmuş.

Diğer bir sorun da bir gazbeton dış duvarın, dış hava şartlarından korunumudur.

Harç türünden dış hava korunum tabakası ile yoğunluk, sertlik ve ısı yalıtım özellikleri, sıva tabakasına hiç benzerlik göstermeyen duvar gövdesi arasındaki uyumsuzluk, gözenekli betonda oldukça büyüktür (→ 1.6.2.9.).

Elle monte edilen plâkalarda, bir harç sıva mutlaka tavsiye olunur. Fakat derzler üzerinde sıvanın tehlikesi vardır.

Kural olarak harç sıva, gözenekli betonun dış hava korunum tabakası için elverişli değildir. **H. Künzl**, pratikte gözenekli betonun ne kadar yoğun harçla sıvanırsa o kadar nemli olacağını söylemektedir.

Bu da mantıklı gibi gözükmektedir. Beton nemini sadece difüzyon yapan su buharı halinde verebileceğinden yüzeylerinin su tutmaz fakat aynı zamanda buhar geçirgen olması gerekir.

Yeni yazılarında **H. Künzl**, gözenekli beton üzerine üç katlı bir dış sıva uygulanmasını tavsiye etmektedir. İlk kat kapalı yüzeyli bir çimento harçtır, ikinci alt sıva ve üçüncüsü üst sıvadır.

Bu kesin çözüm olmaz. Gözenekli beton, modern ve kendine özgü yeni davranışları olan bir yapı malzemesidir ve tuğla duvarlarla ortak yanı çok azdır. Sıva ise tuğla malzemeye uygundur, gözenekli betona değil. Yeni bir yapı malzemesi için endüstriyel yapı olayına uygun, hazır montaj sistemine de yansıtılabilecek yani elemanlar üzerine fabrika da uygulanabilecek dış hava şartlarından korunum tabakaları bulunmalıdır. Alışılmış cinsten kaplamalar, plastik sıvalarda dahil olmak üzere, artan kalınlıklarıyla birlikte büyüyen difüzyon dirençleri ihtiva ederler ve gözenekli beton üzerinde uzun süre kalamazlar.

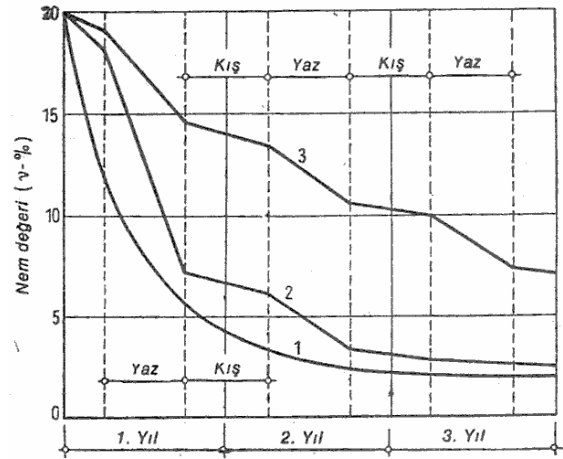
**E B Grunau** şöyle diyor; “Çimento bağlayıcılı her yapı malzemesi, engellenen buhar difüzyonu nedeniyle bir süre sonra film

veya tabaka dökülmesine uğrayabilir.” **Grunau** bu sözleriyle sadece belli bir difüzyon geçirgenliği olan gözenekli hafif betonları kastetmiş olabilir. Gazbeton bu kategoriye aittir.

**Grunau**, bu konuda alt yüzeyin (hafif betonun) empregne edilmesini tavsiye etmektedir. Bu işlem alkali duyarlı silikon reçinelerle değil, daha az duyarlı ve daha ucuz olan metal sabunu derivatlarıyla yapılmalıdır.

Bunlar, empregne edilen beton bölgesini, kapılar açıdan inaktif hale getirirler. Beton su tutmaz. Bu arada su buharı geçişi engellenmez (→ 1.6.6.). Bunun üzerine uygulanacak tabakanın dökülmemesi için malzemenin su buharı geçişini empregne edilmiş beton yüzey kadar az engeller olması gerekir. **Grunau**, testte benzin içinde çözülmüş siloksan boya kullanılmasını önermektedir.

Nem davranışları açısından gözenekli beton, sızdırmaz betondan çok, tuğla duvarla benzerlik gösterir. Genel olarak su yüklemesi altında bütün gözenekli hafif betonlar, bol miktarda su alırlar ve bu suyu ancak el-



66 Gazbeton dış duvarların kuruma davranışları (**H. Künzl**'in ölçümleri)

1 Her iki tarafı difüzyon geçiren kaplamalı doğu duvarı, 2 Düz çatı, üst tarafı sızdırmaz kaplamalı, 3 Kuzey duvarı, dış yüzünün “nefes alma” yeteneği mevcut değil.

verişli şartlar altında difüzyon sayesinde yavaş yavaş geri verirler.

**H. K nzel**, gazbeton dış duvarlar için tesbit ettiği nem değerlerinin, oldukça elverişli olduğu göze çarpmaktadır. şekil 66 da dış duvar elemanlarının kuruma davranışları, her iki tarafı kaplanmış bir Doğu duvarının nem değerinin üç yıl içinde de % 20 (hacim yüzdesi) den % 2 ye düştüğünü göstermektedir (1 eğri). Sadece dış tarafı kaplanmış bir duvarda (3 eğri) da yalnızca % 7 lik bir nem görülmüştür (Kış mevsiminde i  odaların havası için 20  C sıcaklık ve % 40-50 lik rölatif nem değeri alınmaktadır).

**W. Bauer**'in model yapılarda değil, kullanılan zırai binalar üzerinde yaptığı ölçümler sonucu elde ettiği nem değerleri de mukayese açısından ilginçtir.

**W. Bauer**, blokların oldukça kuru olarak monte edildiklerini fakat çabucak nem topladıklarını saptamıştır. Suni reçine plastiğiyle kaplanmış olan bir kuzey duvarı, üç sene sonra % 5 lik (hacim yüzdesi) asgari nem değerine ulaşmıştır. Ortalama nem değeri için azami değerleri, yapının doğu duvarlarını içermektedir. Bu duvarlarda gazbetonun daha sızdırmaz olan tarafı i e bakmaktadır ve dış yüzey 25 mm kalınlığında çok tabakalı dış sıvayla örtülmüştür. Güneş etkisi sonucu güney duvarı için oldukça elverişli nem tutumu saptanmıştır. Bu duvarın dış hava korunumu, 20 mm kalınlığında pek sızdırmaz olmayan bir sıvadan oluşmaktadır.

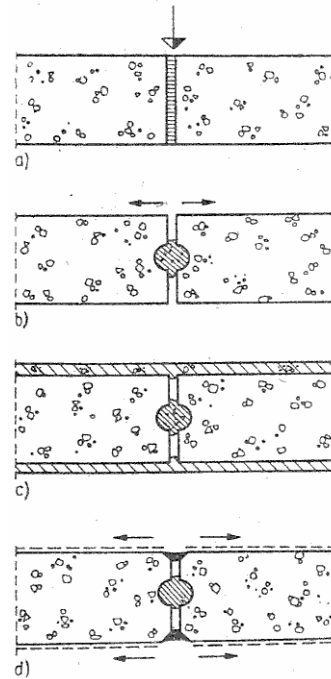
Sık sık yağmur gören batı duvarı da yine daha yüksek nem değerleri içermektedir. Bu duvarın pek etkin olmayan sadece 15 mm kalınlığında hidrofoblaştırılmamış bir dış sıvası vardır.

Bu  l  mler pratiğe daha uygun görülmektedir. Çünkü i  odalardaki rölatif hava nem, sürekli % 50 nin altında bulunamaz.

Büzülme eğilimli bir gözenekli beton üzerindeki kaplamalar, çatlamaların oluşturacağı daralmalara dayanacak kalınlıkta olmalıdırlar. Aksi halde kendileri de  atlarlar. Bundan başka alt yüzeye iyi tutunmalı ve aderansları (**H. K nzel**'e göre) en azından 3 kp/cm<sup>2</sup> olmalıdır. Tabaka kalınlıkları teorik olarak, beklenen çatlama genişliğinin yaklaşık on katı olmalıdır. Yani 1 mm lik bir kaplama filmi, ancak 1/10 mm lik bir  atlağa karşı direnç gösterebilir.

Ayrıca kalama, en azından sınırlı buhar geçirgen olmalıdır. **K nzel**, buhar geçirgenliğinin (1/s .  ) en azından 0,5 (bizim hesaplama t r mze göre  $r = s \cdot \mu$  en fazla 2,0) olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu şartlar, iyi bir kaplama malzemesiyle sağlanabilir.

Gözenekli betondaki dengesiz nem dağılımı nedeniyle bu malzeme hacim değişikliklerine ve çatlamalara eğilim gösterir.



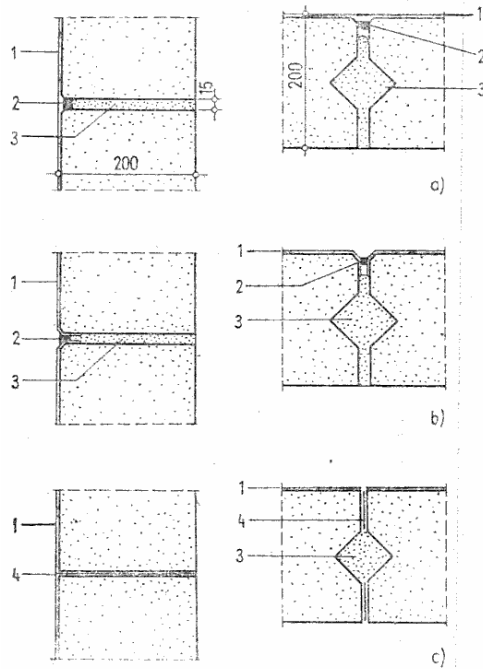
67 Gazbeton elemanların derz oluşumları

- a) Tüm yüzeyi kapsayan yapıştırma derzi
- b) Harç oluğu ile ortadan bağlantı
- c) Sıva tabakaları ve harç oluğu
- d) Macunlama, harç oluğu ve kaplama

Eleman içindeki büzülme sonucu oluşan çekme ve itme gerilimleri ise elemanın boyutlarına da bağlıdır. Yani gözenekli beton levhanın boyutu ne kadar büyük olursa  ekil değiştirici kuvvetler o kadar fazla olur.

Büyük elemanlardaderz oluşturulması da pek basit olmayan bir sorun yaratır.  rnek olarak **K nzel**,  ekil 67 deki detayları vermektedir. Bunlar oldukça ilkelidir ve en fazla tek basamaklı derzler olarak görülebilir.

**C. Krause**, daha az hareketli derzlere ( ekil 68 a), dış görüntü yüzeyiyle birlikte imâl edilmiş hazır montaj parçalar için ( ekil 68 b) ve derz macunlanması için örnekler vermektedir. Şekil 68 c deki yapıştırma derzi, 68 a dan daha emniyetli gözükmektedir. Fakat yapıştırma derzleri deneme safhasındadırlar.



**68** Gazbeton elemanlarda profile edilmemiş derzler (**C. Krause**)

- a) Dış kabuk, sonradan yerleştirilmiş
  - b) Görünen yüzeyi ile birlikte hazır eleman
  - c) Yapıştırma derzi
- 1 Kaplama, 2 Sızdırmaz macun, 3 Harç, 4 Yapıştırma malzemesi

### 1.9.7.1. Gazbeton Yapı Elemanları  eşitleri

Gazbeton, bünyesindeki milyonlarca gözenek nedeniyle ilave ısı yalıtım malzemesi kullanmaya gerek kalmadan yalıtım sağlayabilen, hafif, depreme ve yangına dayanıklı kargir bir yapı malzemesidir.

Kuvarsit veya kum ile  imento, kireç ve suyun karışımından elde edilmektedir. Hacminin % 84   kuru hava dolu gözeneklerden oluşan gazbeton, donatılı beton, yatay delikli tuğla ve briketten daha hafif bir yapı malzemesi olduğu için ısı yalıtım özelliği de bu malzemelere göre daha iyidir. Kuru birim hacim ağırlığı 400 kg/m<sup>3</sup> olan gazbeton yapı malzemeleri, yapıyı hafifleterek deprem emniyetini arttırır. Gazbeton yapı  r nleri A1 sınıfı yanmaz yapı malzemeleri sınıfındadır. 1.000  C'ye kadar ateşe dayanıklı olan gazbeton, yapılarda yangın emniyetini sağlar.

Gazbeton uzun yıllardır deprem etkisindeki yörelerde kullanılmaktadır. Betonarme karkas yapıda blok halinde ara bölme duvarlarında kullanıldığı gibi donatılı döşeme ve çatı plakları ve donatılı düşey panellerde oluşturulan gazbeton yapı sistemlerinde de kullanılır.

### 1.9.7.2. Gazbeton Donatısız Yapı Malzemeleri

Gazbeton donatısız yapı malzemeleri,

- Her türlü taşıyıcı yapı sistemlerinde, dış ve iç duvar dolgu malzemesi olarak,
- Yığma kagir yapı sistemlerinde taşıyıcı dış ve iç duvar yapımında,
- Betonarme dişli döşemelerde asmolen dolgu malzemesi olarak,
- Isı yalıtımı yetersiz döşeme ve duvarlarda ısı yalıtımını sağlamak üzere yalıtım plağı olarak,

- Duvarlar içinde betonarme yatay/düşey hatlı oluşumunda ahşap kalıp yerine U blok olarak kullanılan hafif yapı malzemeleridir.

### **1.9.7.3. Duvar Blokları**

Gazbeton duvar blokları, betonarme, çelik, ahşap ve prefabrike gibi yapı sistemlerinde dış ve iç dolgu duvar malzemesi olarak yada yığma yapılarda taşıyıcı iç ve dış duvar malzemesi olarak kullanılır.

60 cm boyunda, 25 cm yükseklikte ve çeşitli kalınlıklarda üretilirler. Alın profil yapısına göre: Tek geçmeli, çift geçmeli ve düz duvar blokları olarak adlandırılır.

### **Gazbeton Asmolen Bloklar**

Betonarme asmolen döşemelerde hafif dolgu malzemesi olarak kullanılırlar.

### **Gazbeton Yalıtım Plakları**

Isı yalıtımı yetersiz döşeme ve duvarlarda ısı yalıtımı sağlamak amacı ile kullanılırlar. Gazbeton yalıtım plakları diğer ısı tutucu malzemelere oranla yüksek bir basınç mukavemetine sahiptir. Bu özelliği, gezilebilen teras döşemeler için güvenli detay oluşumuna imkan verir. Mineral esaslı olması nedeniyle uygulandığı betonarme yüzeyler ve üzerine uygulanacak sıva tabakasıyla yüksek bir uyum sağlar.

### **U Bloklar**

Yatay ve düşey betonarme hatlı yapımında, ahşap kalıp yerine kullanılan, U kesitli blok yapı malzemeleridir.

### **1.9.7.4. Gazbeton Donatılı Yapı Elemanları**

Gazbeton donatılı yapı elemanları, mühendislik kurallarına uygun biçimde çelik donatılı olarak üretilen, yapıda çatı, döşeme

ve duvar oluşumunda kullanılan büyük boyutlu yapı elemanlarıdır.

Gazbeton donatılı yapı elemanları, basit uygulama tekniği ve her mevsim çalışılabilme imkanı sayesinde başta toplu konut inşaatları olmak üzere, sanayi ve ticari yapılarda ileri bir yapı teknolojisi getirmesi nedeniyle tercih edilmektedir.

### **1.9.7.5. Taşıyıcı düşey duvar elemanları**

Bu elemanlar yapılarda taşıyıcı dış ve iç duvar yapımında kullanılırlar.

Çatı ve döşeme elemanlarıyla birlikte konut sistemini oluştururlar.

Taşıyıcı düşey duvar elemanları ile deprem bölgelerinde 2 tam kata kadar yığma yapı inşa etmek mümkündür.

20 cm kalınlıktan 30 cm kalınlığa ve en fazla 300 cm boya kadar üretilen özel profilli yapı elemanlarıdır. Üzerlerine gelebilecek farklı rüzgar ve deprem kuvvetlerini karşılayabilecek şekilde üretilirler.

### **1.9.7.6. Çatı ve Döşeme Plakları**

Yığma ve karkas yapıların ahşap, beton veya çelik mesnetleri üzerinde çatı veya döşeme oluşumu için kullanılan taşıyıcı yapı elemanlarıdır.

Çatı elemanları düz veya eğimli çatılarda, her biçimde (beşik, kırma, şed çatı gibi) ve her türlü çatı örtüsü ile uygulanabilir.

10 cm kalınlıktan 30 cm kalınlığa ve en fazla 600 cm boya kadar üretilen yapı elemanlarıdır.

### **1.9.7.7. Yatay ve Düşey Yapı Elemanları**

Sanayi ve ticari yapıların dış ve iç duvar yapımında kullanılan yapı elemanlarıdır. Yatay ve düşey duvar elemanları, taşıyıcı yapıya (betonarme veya çelik) dıştan, içten veya kolon aralarına kolayca monte edilebilirler.

#### 1.9.7.8. Bölme Panoları

Her türlü yapıda, taşıyıcı olmayan duvarların oluşumunda kullanılırlar.

#### 1.9.7.9. Lento ve Söveler

Lentolar, duvarlardaki kapı ve pencere açıklıklarının geçişlerinde, dolgu amacı ile kullanılan donatılı yapı elemanlarıdır.

Söveler, Kapı ve pencere kenarlarında, mimari estetik sağlamak amacı ile kullanılan donatılı yapı elemanlarıdır.

#### 1.9.8. Gözenekli alçı ve gözenekli anhidrit duvar elemanları

Alçı ve anhidritten dış duvar elemanlarının kullanılması henüz az çok araştırma safhasındadır. Dış ülkelerde kat yüksekliğinde alçı ve gözenekli alçıdan kolon ve levhalarla yapı tarzına izin verilmiştir.

Dış duvar elemanları gözenekli alçıdan oluşan gövdesi, her tarafından örten saf alçıdan bir kılıftan olurlar. Aslında burada tam homojen bir eleman söz konusu değildir.

İmalât ve maliyet açısından alçı dış duvarlarda belirli avantajlar söz konusudur. Fakat kullanımında aynı şekilde sakıncalar mevcuttur.

Bu alandaki gelişim sürmektedir. Dış ülkelere hava şartlarına alçıdan daha dayanıklı olan anhidritten de bazı konutlar yapılmıştır.

#### 1.9.9. Perlit

Yapılarda kullanılan ısı yalıtım malzemelelerinden en önemlilerinden biri de perlittir.

Magmanın arzın soğumuş kabuğunu zorlayarak yeryüzüne çıkışında bir su tabakasından geçişi sırasında bünyesine bir miktar su alarak donmasıyla meydana gelen camsal volkanik kayalara perlit denir. Perlit inci taşı anlamına gelmektedir. Perlitin hammaddesi olan volkanik kaya değişik gri tonlarda bulunmaktadır. Bu volkanik ka-

yalar, kırıldıktan sonra değişik tane boyutlarına ayrılarak sınıflandırılır. Sınıflandırılmış perlit 800 – 1200 °C alev altında bünyesindeki suyu kaybederek patlama sonucu tane hacminin yaklaşık 30 katına kadar büyütülür. Bu hale gelmiş malzeme genişletilmiş perlit adını alır. Perlit taneleri yaklaşık 0.5 mm çap büyüklüğündedir.

Genleştirilmeden önce takriben 1400 kg/m<sup>3</sup> ağırlığında olan perlit, genişletilerek yoğunluğu 34 – 200 kg/m<sup>3</sup> kadar hafifletilir.

Perlitin kimyasal analizi SiO<sub>2</sub> %70-75, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %12-20 ve az miktarda diğer mineral bileşikleri içeren oksidik özellikli püskürük camı kayalardır.

Genleştirilmiş perlitin ısı iletim katsayısı 0,040-0,056 arasında değişmekte olup perlit sıvası veya perlit betonu olması halinde bu değer 0,130 W/mK e kadar değişmektedir. İnşaat, ziraat, döküm, filtre gibi birçok alanlarda -250 ile 900 °C sıcaklıklar arasında kullanılan perlit inorganik bir malzeme olup yüksek sıcaklıklarda bozulmaz ve yanmaz bir malzemedir. Genleştirilmiş perlit çimento, kireç, bitüm, plastik maddeler, kül ve alçı gibi bağlayıcı maddelerle karıştırılıp su eklenerek çeşitli amaçlarla kullanılır. Blok ve pano haline getirilip bölme duvar olarak ve dökme veya şilte halinde çatı yalıtımında kullanılır.

1970 yıllarında 1.115.000 ton olan dünya perlit sarfiyatı 2000 yılında 4.000.000 ton civarında olmuş gün geçtikçe perlit kullanımı daha da artmıştır. Dünya perlit rezervinin %75-80 ine sahip ülkemizde bugüne kadar gerekli ve yeterli değerlendirme yapılamamıştır. Bugünden sonra da yapılması mümkün olmayacaktır. Zira bugün alev enerjisini temin eden ham petrol ve doğal gaz kaynakları sınırlı olup oldukça pahalıdır.

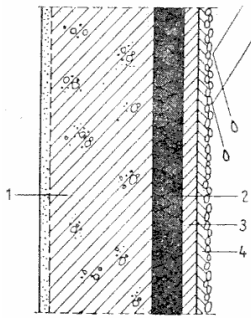
### 1.10. İKİ TABAKALI DIŞ DUVAR ELEMANLARI

Bu elemanların daha önce incelenenlerden farkı, statik açıdan etkin bir duvar kabuğu (ağır betondan) içermeleridir. Isı yalıtımı görevi özel bir malzemetabakasına verilir. Bunların birkaç santim kalınlık ve az bir kütleyle sağladıkları yalıtım verimi, normal bir tuğla duvarın yalıtım verimini çok aşar. Yalıtım tabakasının duvar sistemindeki konumu, tabakanın yapıfiziksel karakterini belirler. Tabaka dış tarafta yer almışsa taşıyıcı duvar kabuğu sıcaklık etkilerine karşı korunur ve depolama ısısını alıp vererek iç sıcaklığın regüle edilmesine katkıda bulunur (→ 1.8.2.).

Yalıtım tabakası iç tarafta yer almışsa hava şartlarına karşı korunmuş demektir: Buna karşı beton konstrüksiyon sıcaklık etkilerine açılmıştır. Duvarın ısı depolama özelliğinin oda iklimasına bir katkısı olamaz. Her iki tabaka sistemi içinde iyi ve orta çözüm yolları vardır.

#### 1.10.1. Isı yalıtım tabakası dış tarafa yerleştirilmişse

Bu düzenlemede yapı teknik bir problem söz konusudur. Önemi tartışılmaz olan ısı yalıtım tabakası, dış hava nemine karşı güvenilir bir şekilde korunmalı, aynı zamanda da difüzyon geçirgen olarak duvarın nefes almasına izin vermelidir.

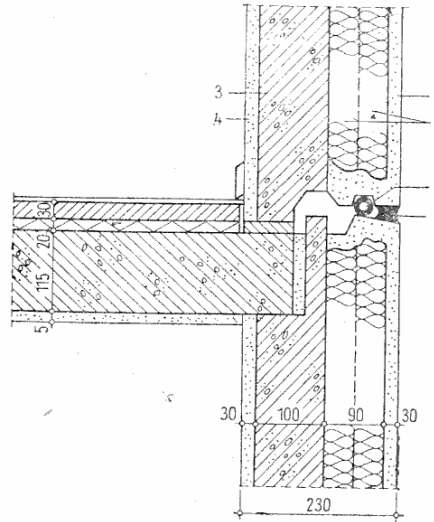


**69** Tabaka sıralaması elverişsizdir, dış hava şartlarından korunumu güvenilir olmayan, seri halde imâl edilen bir dış duvar elemanı (Önemli ölçüde yapı fiziği bilgisi eksikliğinden kaynaklanan hatalar) 1 Hafif katkı malzemeli betondan duvar gövdesi, 2 Ahşap talaşından yalıtım malzemesi, 3 20 mm kalınlığında B 225 ince betonu, 4 Çimento harç ile tutturulmuş kırma taşlar.

Bazı ülkelerde önceleri Şekil 69 de görülen duvar elemanları imâl edilmiştir. Bu duvarlar, yalıtım tabakası üzerlerine 20 mm kalınlığında çimento harç kaplanan ahşap yünü hafif yapı levhalarından (HWL) (Heraclit) meydana gelmekteydi ve dış koruma tabakasını oluşturacaktı. Üzerine de 20 mm kalınlığında, kırık ve ufalanmış tane-cikleri örtme görevi olan çimento harç tabakası geliyordu.

Bu çözüm yapı fiziksel açıdan hatalıdır. Ufalanmış HWL levhaları, bir nem toplayıcının ortasında yer almaktadırlar. Sağnak yağmura karşı sağlıklı bir şekilde korunmamaktadırlar çünkü çimento harç belirgin bir şekilde çatlamaktadır. Bu konstrüksiyon beraberinde getirdiği zararlar, daha sonraki yıllarda görülmüştür.

Şekil 70, iki tabakalı duvar sistemi daha güvenilir görünmektedir. Bu duvarın iç kabuğu, ağır betondan, dış ısı yalıtım tabakası da dış sıvalı ahşap talaşlı betondan oluşmaktadır.



#### 70 İki tabakalı dış duvar, düşey kesit

1 Dış tabaka olarak kaplama betonu, 2 İki tabakalı ahşap betonu (Durisol) 3 Taşıyıcı ağır beton, 4 Vermiculit'li sıva, 5 Cam yünü örgü, 6 Elastikliği kalıcı derz macunu

Montaj duvarların, bunları dış hava şartlarından korunma tabakalarının ve derzlerinin su geçirgenliği problemleri, pek ucuz olmasa da, en emin şekil Bölüm 1.6.4. te anlatılan soğuk cephelerle çözümlenir. Bu cephelerin “nefes alabilen” ısı yalıtım malzemeleriyle kombinasyonu belirtildiği gibi yararlı ve etkindir.

0,6 ile 1,5 mm arasındaki kalınlıklarda olabilen, profillendirilerek stabilize edilen metallere, kenar kıvrıma tezgâhlarında da biçimlendirildikten sonra orta veya kat büyüklüğünde levhalar halinde kullanılırlar. Makaralı bükme makinalarında 30 m’ye kadar levhalar beçimlendirilir ve kesilir.

#### **1.10.2. Isı yalıtım tabakası iç tarafa yerleştirilmişse**

İç tarafı yalıtılan ağır beton levha tipi, sık sık kullanılmaktadır. Avrupada bir çok ülkede resmi daireler, konutlar, okullar, marketler ve misafirhanelerin 12 kata kadar binaları için 2 Mp lik hazır elemanlar geliştirilmiştir.

Burada, normal levhalar ve çerçeveli levhalar kullanılmaktadır. Bunların iç tarafları genellikle ahşap yünü hafif yapı levhalarıyla yalıtılmıştır.

Kat yüksekliğindeki dış duvar elemanları çelik konsollar yardımıyla tavanın halka bağlamalarına asılır. Alt kenarları altta bulunan elemana saplama yoluyla bağlanır. Derzlerin örtülmesi levha kenarlarının oluklandırılması ve iç tarafa yapıştırılan yumuşak PVC şeritlerle sağlanır.

Yivleme, aynı zamanda 20 mm ye kadar varabilen bir tolerans eşitlemesi sağlar.

10 kata kadar konutlar için düşünülen 5 mp lik yük kademesine ait hazır elemanlar, yapıfiziksel ve teknik açıdan daha enteresan, bir o kadar da risklidirler. Dış duvar elemanlarının boyutları 6000/2800 mm dir. Bunlarla bir dik cephe oluşturulur.

Dış kabuk, 150 mm kalınlığında B 225 betonundan meydana gelir. İç taraf genellikle 50 mm kalınlığında ahşap yünü hafif yapı levhalarıyla kaplanmıştır. İç sıva 15 mm kalınlığında B 225 lik ince betondur.

Kalkan duvarları tavanları taşırlar. 10 katlı yapılarda kalkan duvarları ikiye çıkartılır.

Yapıfiziksel açıdan burada çeşitli problemler söz konusudur. Önce difüzyon teknik problemi ele alalım; Araştırmacılar PVAc-Latex tabakaları ile oluşturulan bir buhar kesicinin iç tarafta gerekli olduğunu belirtiyorlar. Elemanlar, rölatif hava nemi en fazla % 50 olan normal nemli odalar için uygundur.

Bu duvarların tabaka yapısının, difüzyon teknik açıdan ters olduğu doğrudur. Ama resmi dairelerin ve büroların rölatf hava nemi % 50 nin altındadır. % 60 dahi olsalar, deneyimlere göre yine de tehlike söz konusu olmazdı. Ölçümlere göre, HWL – levhaları kondansasyondüzleminden içeri doğru hareket eden sıvı ve buhar halindeki nemi önemli bir miktarını buharlaştırırlar. Bu nedenle bu duvarların iç taraflarına yerleştirilecek bir buhar kesici, lüzumsuz olduğundan başka engelleyicidir de, çünkü kuruma olayını kısıtlar. Bundan başka, zaten PVAc – Latex tabakası kesinlikle bir buhar kesici oluşturamaz.

Diğer sorun, dik cephenin hareketi ve bu hareketi takip etmeyen bina konstrüksiyonuyla olan bağlantısıdır.

Konstrüksiyon klavuzlarında, 2,8 m yüksekliğinde 10 katı olan bir yapıdaki uzamanın dış duvarlardaki 50 derecelik bir artmayla 14 mm olacağı belirtilmiştir.

Bu değer biraz az gözükmetedir. Eğer duvarın 10 °C de monte edildiği, 50 derece ısıtıldığı ve B 225 lik betonarme için 0,015 mm/m °C lik uzama katsayı alınırsa uzama 21 mm olmalıdır. Bu uzama değerinin bütün yapı cephelerinde görülmeyeceği,

sadece ısınmanın yazın azamiye ulaştığı, güney cephesinde görüleceği kesindir.

Bundan başka güney ve batı cephelerinde beklenen genleşmenin olduğu ve gözlede görüldüğü açıklanmıştır. Bu nedenle bu yapı tipi azami 12 katla sınırlandırılmıştır.

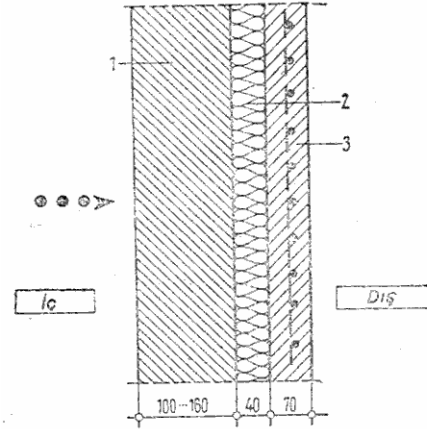
Buradan, dış duvar ve yapı konstrüksiyonu arasındaki bütün bağlantıların (Tavanlar ve yatay duvar levhaları) “mafsallı” yapılması gereği doğmaktadır. Dış duvar ve yapı arasındaki derzlerin katı sıvalar veya duvar kağıtlarıyla örtülmesi anlamsızdır. Çatlama lar ve kıvrılmalar her zaman meydana gelecektir. Derzlerin yarılmaları ve araya plastik profil levhalar yerleştirilmesi veya derzlerin basit örtücü şeritlerle örtülmesi tek doğru çözüm olurdu.

Dik cephedeki uzunluk değişmelerinin güçlüklerini yenmek için dış ülkelerde 6 m genişliğinde büyük duvar elemanlarının kullanılması denenmektedir. Bu yapı tipi ile 12 katlık sınır aşılma istenmektedir. Tabaka sıralaması eskisinin aynısıdır fakat beton tabakanın kalınlığı 100 mm'ye indirilmiştir. Levha, derzlerinin açık olması açısından da ilginçtir. Bu askılı elemanların montajı, kuru olarak gerçekleştirilir. Elemanların boyutları alışılmamış ölçüde büyük olduğundan ve büyük pencereler içerdiğinden nakil ve montaj sırasında belli bir özen gösterilmesi şarttır (Çatlak oluşmaları).

Sonuç olarak iç taraftan nem etkileri altında kalmayan bu konstrüksiyonlar, gerçekte işe yaramamışlardır. Statik taşıyıcı dış duvar kabuğu, hava şartlarına maruz kalır ve kalıcı bir dış korunum tabakasıyla örtülür. Ağır beton levha üzerine seramik veya cam mozaik kaplanmasında hafif beton veya ısı yalıtım tabakasından alt yüzeylerdeki güçlükler söz konusu olamaz. Silikat sıva, multicolor cila, plastik sıva veya mineral boya cinsinden tabakalarda uygulanabilir.

### 1.11. ÜÇ TABAKALI DUVAR ELEMANLARI

Üç tabakalı bir duvarın tabaka sıralaması Şekil 71 de gösterilmiştir. İç kabuk kendini taşıyıcı, hatta tavan taşıyıcı ağır beton veya betonarmeden meydana gelir. Kalınlık 100 mm ile 160 mm arasında değişir. Kabuk sıcaklığa karşı korunmuştur.



71 Üç tabakalı duvar elemanının ana konstrüksiyonu

1 İçteki beton duvar kabuğu, 2 Isı yalıtım tabakası, 3 Dış hava şartlarından korunma tabakası, demir donatılı, kolayca şekillendirilebilir.

Isı yalıtım tabakası, kolayca klima şartlarına uyarlanabilir. Bu sistem sayesinde örneğin evin kuzeye bakanduvvarlarını, ısı teknik açısından daha iyi boyutlamak mümkündür. Sadece 2 cm kalınlığında köpüklü malzeme veya mineral elyaflı yalıtım tabakası bu iş için yeterlidir.

Isı yalıtım tabakası, eleman derzleri içinden dışarı nem verebilir. Fakat dayanıklı bir malzemeden yapılması yine de iyi olur. İlk akla gelenler, polistirel ve poliüretan esaslı suni reçine köpükleri, sonra keçeler, şilteler veya cam yünü veya taş yünü elyaflarıdır. Eğer dış korunum levhası, her zamanki gibi çelik saplamalarda iç levhaya tutturulacasa, fenol reçine köpükleri kullanılmamalıdır. Burada cam köpüğü levhalar kullanılması da çeşitli tepkilere yol açmıştır ve uygun görülmez.

Isı yalıtım tabakasının saplamalarla kesilmesinin ısı yalıtım değerini önemli ölçüde etkileyeceği unutulmamalıdır. Bu gerçeğin görmezlikten gelinerek, duvarın ısı yalıtım değeri, sanki duvarda saplamalar yokmuş gibi hesaplanırsa sonuç çok hatalı olur.

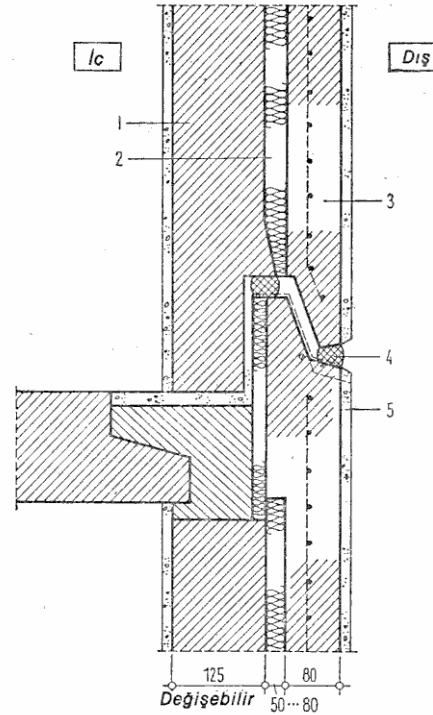
Dış levha, kolaylıkla şekil değiştirebilir fakat sıcaklığa bağlı anizotrop form değişiklikleri söz konusu olduğundan çatlamalara karşı önlem alınmalıdır. Dış koruyum tabakasının kafes şeklinde demir donanımı çatlamalar sonucu korozyon tehlikesi altına girer.

Pratikte kalınlığı 50-80 mm olan levha iç kabuğa kare prizma demir çubuklar veya bağlantı saplamaları veya beton kirişlerle bağlanır. Asıl çıplak yüzey iki tabakalı levhalara benzer şekilde kaplama betonu, ince taneli yıkanmış beton, yapı betonu veya seramik tabaka ile kaplanabilir.

Bu tür büyük levhalar ilk defa 1945 ten sonra Fransa'da geliştirilmiştir. Daha 1948 de bu yöntemin öncüsü, otomobil firması Citroen'in bir mühendisi, üç tabakalı levhalı ilk binaları gerçekleştirmiştir. **Camus** sistemi Şekil 72 de gösterilmiştir. Bu sistem sadece Fransa'da ilgi görmekle kalmadı. Rusya'nın Bakü ve Taşkent şehirlerinde bu firmanın lisansıyla fabrikalar çalışmaktadır. Başka ülkeler de bu üç tabakalı levhayı imâl etmektedirler.

Bu konstrüksiyon sistemi sayesinde bütün duvarlar, yani dış duvarlarda, taşıyıcı görev yüklenebilirler. Dış duvarlar ya kendilerini taşıyıcı şekilde monte edilirler ya da asılabilirler. Statik yüklemeye göre iç kabuk, ağır betondan veya betonarmeden imâl edilir. Normal olarak 125 mm olan kalınlıklar değiştirilebilir. Beton kalitesi B 300'dür.

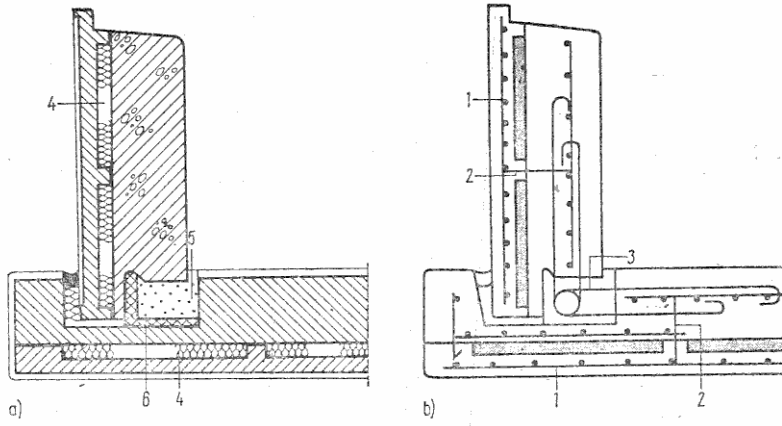
Fransa'da ısı yalıtım tabakası olarak genellikle 25-30 mm kalınlığında polistiren köpüğü kullanılır. Fransa'nın iklimi ılıman olduğundan aynı yalıtım tabakasını ülkemizde uygulamak mümkündür.



72 Üç tabakalı Fransız tipi duvar elemanı, **Camus** sistemi

1 Betonarme veya ağır beton, 2 Polistiren köpüğünden yalıtım tabakası, 3 Dış koruyum tabakası, 4 Sızdırmaz macun, altında 1 m aralıklarla boşaltma delikleri var, 5 Yıkanmış beton veya benzeri.

**Camus** sisteminde bir buhar kesiciye yer verilmemiştir. Zaten gereksizdir (İç duvar etkin bir buhar engelidir). Hollandalılar üç tabakalı levhalarda 0,1 mm kalınlığında polietilen folyolarını buhar kesici olarak kullanmaktadırlar. Ama bu konu için sadece difüzyon teknik yükleme değil, ısı yalıtım malzemesinin türü de belirleyicidir. İskandinav ülkelerinde yalıtım malzemesi olarak genellikle mineral elyaf levhalar veya şilteler kullanılır. Üç tabakalı levhalardaki köpüklü malzemelere örneğin Danimarka'da elementer şekilde nemden kurtulabilecek şekilde difüzyon kanalları açılır. Bu yöntem, yalıtım malzemesine elemanın sıcak olarak hazırlanmasında nem verildiği için avantajlı görülür.



73 Üç tabakalı duvar elemanının köşe çözümü, **Camus** sistemi.

a) Yalıtım tabakalı bina köşesi  
b) Köşe elemanlarının donatı ile takviyesi

1 Dış koruyum plâkasının donatı ile takviyesi, 2 Bağlantı donatıları, 3 Kuşak donatı, 4. Polistiren köpüğü, 5 Yerinde dökme beton, 6 PCI ile yapıştırılmış yalıtıcı şeritler

**Camus** sistemine göre inşa edilmiş yapıların köşe çözümleri Şekil 73 a'da verilmiştir. Burada ısı köprüleri yoktur. Çelik donatının da bir yapı teknik etkisi olduğundan bu Şekil 73 b'de gösterilmiştir.

Yatay derz şekli sayesinde su suzdırmaz, çünkü basamak yüksekliği 90-120 mm arasındadır.

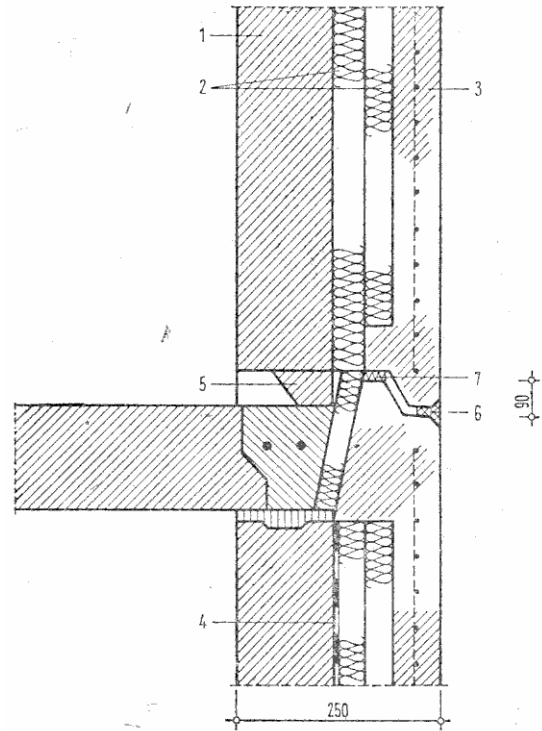
Diğer bir meşhur üç tabakalı levha Fransız firması **Coignet** tarafından imâl edilmektedir.

Şekil 74, **Coignet**'in dış duvar levhasının bir düşey kesitini vermektedir. Derz oluşumu biraz değiştirilmiştir. Tavanı taşıyacak olan, 150 mm kalınlığındaki iç duvar kabuğu, ağır beton veya betonarmeden imâl edilmiştir. Montaj sırasında punta (ortalama) çeneleriyle yerleştirilir.

Isı yalıtım tabakası iki sert köpük tabakasından oluşmaktadır. Dış koruyum kabuğu, demir saplamalarla iç kabuğa asılır. Toplam duvar kalınlığı 250 mm'dir fakat değişebilir.

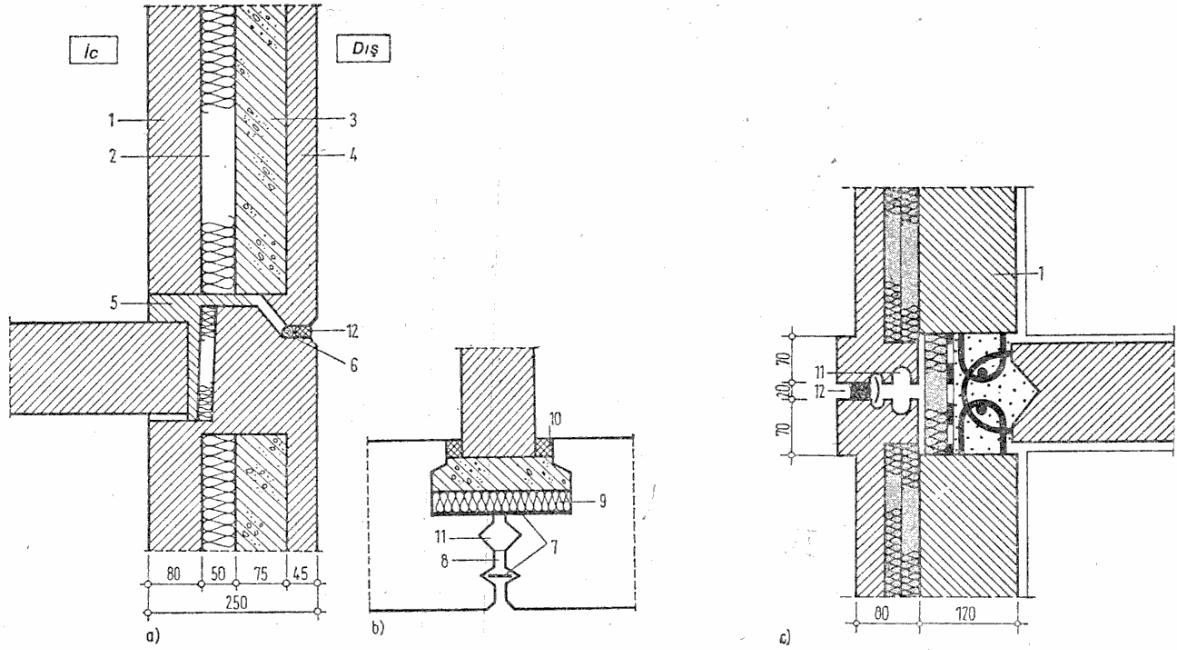
**Coignet** firması 40 daireli 5 katlı bir apartmanı 24 günde inşa etmekte ve 25. günde ev sahipleri taşınabilmektedirler. Elemanlar hassas şekilde doğruluklarıyla meşhurdurlar. 5 m'lik bir kenar uzunluğu için 1 mm'den az bir farklılık garanti edilmektedir. İmâl ve montaj toleransları, birlikte 1-2

mm'ye ulaşmaktadırlar. Bu dikkate değer; çünkü Fransızlar aşırı ölçüye varmış bir kesinliği ekonomikliğe karşı olarak nitelerler **Coignet** ve diğer sistemlerde kafes şek-



74 Fransız **Coignet** sisteminin üç tabakalı duvar elemanı

1 Tavan taşıyıcı ağır beton duvar, 2 Polistiren köpüğü tabakalar, 3 Dış koruyum tabakası, 4 Buhar kesici olarak plâstik folyo (eğer gerekli ise) 5 Puntalama (ortalama) çenesi, 6 Macun, 7 Basınç tutucu (plâstik profil)



75 5 katlı yapılar için Sovyet Rusya'da yapılan çok tabakalı duvar elemanı

a) Düşey kesit

b) Düşey derz boyunca kesit

c) Başka bir düşey derz

1 Tavan taşıyıcı betonarme duvar, 2 Mineral elyaf yalıtım tabakası, 3 Hafif beton, 4 Dış kabuk, 5 Çimento harç, 6 Yalıtıcı fitiller, 7 Yağmurluk, 8 Düşey derz, 9 Yalıtım malzemesi, 10 Plâstik beton, 11 Dekompresyon bölmesi, 12 Yalıtıcı macun

linde demir donatılı masif tavanlar, dört duvar üzerine otururlar ve bu şekilde çatlama eğilimi çok düşük bir yapı yöntemi oluştururlar.

Rusların, Şekil 75 daki çok tabakalı duvar elemanı, dört tabakalı olmasına rağmen bu bölüme aittir. İçten dışa doğru tabakalar şöyle sıralanmıştır. Ağır beton, mineral elyaf yalıtım tabakası, hafif beton tabakası ve kaplama kabuğu, basamaklı derz fitil ve macun ile sızdırmaz hale getirilmiştir.

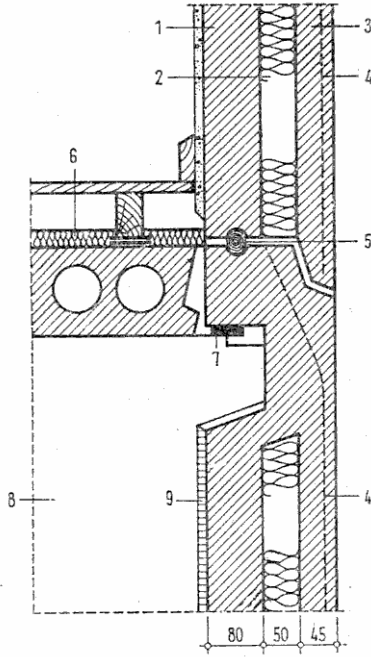
Danimarka'nın meşhur **Larsen-Nielsen** sisteminin duvar elemanı, Şekil 76'da gösterilmiştir. Tavanı taşımadığından iç kabuk sadece 80 mm kalınlığındadır. Bu üç tabakalı elemanın karakteristik özelliği çapraz duvara ayarlama levhaları (7) yardımıyla asılmasıdır. Duvar çıkıntısı, harç (9) ile örtülür.

Batı Almanya ve bir çok başka ülkenin bir çok kentinde **Camus**, **Coignet** ve **Larsen-Nilsen** sistemini uygulayan imalâthaneler mevcuttur.

Üç tabakalı duvar elemanları, ya tavan üzerinde duran korkuluk (parapet) elemanları ya da kat yüksekliğinde taşıyıcı kalkan duvarları olarak kullanılır.

Statik yüklemeye uymak amacıyla iç kabuk, çeşitli sertliklerde donatılı veya donatısız ağır betondan imâl edilir.

Dış kabuk dört çelik saplama ile iç taşıyıcı tabakaya asılmıştır. Ayrıca betonla kaplanmış iki normal yapı çeliğinden saplama levha ortasından fazladan yerleştirilmiştir. Yani kabuk başına 6 tane çelik saplama kullanılmıştır. Isı teknik açısından bunu dikkate almak gerekir.



**76** Danimarka tipi üç tabakalı duvar elemanı, **Larsen ve Nielsen** sistemi

1 İç duvar, taşıyıcı değil, 2 Yalıtım tabakası, 3 Dış koruyum tabakası, 4 Düşey derzdeki lâstik yalıtım için oluk, kanal, 5 Cam yünü sicim kordon, 6 Taş yünü veya cam yünü, 7 Taşıyıcı çapraz duvar konsolu üzerindeki ayarlama plâkası, 8 Çapraz duvar, 9 Harç örtü

Yapı fiziksel açıdan üç tabakalı levhalar tamamen sağlıklı bir sistem oluşturmaktadırlar. Dış koruyum tabakası, bütün dış hava şartlarına maruz kalmasına karşılık, levha çevresindeki derzlerin yol açtığı bütün form değişikliklerini rahatça (engellenmeksizin) gerçekleştirebilir. Elemanların boyutları sınırlı olduğundan form ve lineer uzunluk değişikliklerinin ölçüsü de sınırlıdır.

Korozyon tehlikesine karşı dış koruyum tabakasının demir donatısı sık örgülü olmalıdır. Kabuğun kalınlığında 50-60 mm den aşağı düşürülmemesi gerekir.

Dış koruyum tabakasının donatı ile takviyesinde kaliteli yapı demirinden ağ genişliği az olan (en fazla 100 mm), nokta kaynağı yapılmış donatı hasırları tavsiye olunmaktadır (demir çapı en fazla 5 mm olmalıdır).

Büyük elemanlarda görülen uzunluk değişimleri, saplama çeliklerinde fark edilir eğilmelere ve böylece büyük kuvvetlerin dış kabuğa noktasal olarak iletilmesine neden olur. Bundan başka dış kabuğun hareket kabiliyeti mümkün olduğunca engellenmemelidir.

Üç tabakalı duvar elemanlarında ısı yalıtım tabakasını kesen çelik saplamaların, ısıyalıtım değerini % 40-hatta % 50 düşürebileceği bir kez daha hatırlanmalıdır. Fakat bu şekilde, iç tarafta, kondanse su oluşma tehlikesi meydana gelmez, çünkü iç taraftaki noktasal ısı köprüleri bir sıcaklık dengelemesi sağlarlar.

Üç tabakalı duvar elemanı, derz oluşumları açısından da bilimsel teknik azami gelişmeye uygun olmalıdır. Derzlerdeki bu problemde kolayca bertaraf edilebilir.

## 1.12. KARKAS YAPILI VE SANDVIÇ KONSTRÜKSİYONLAR

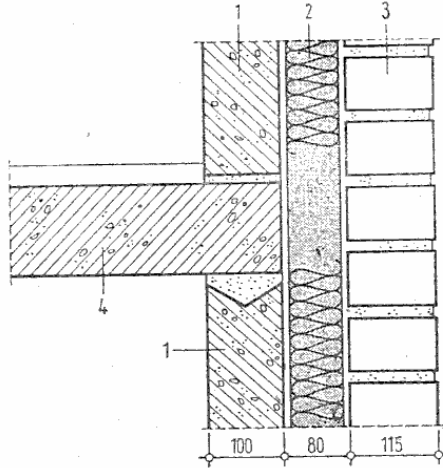
Karkas yapılı (iskelet) ve sandviç konstrüksiyonlar orta ve ağır yapı tipine geçişi sağlarlar. İki sistemi birbirinden kesinlikle ayırmak bazen mümkün olmaz.

Karkas yapılı konstrüksiyonlar, etkiyen kuvvetleri taşıyan bir iskelet veya çerçeveden meydana gelirler. Boşluklar bir ısı yalıtım malzemesiyle doldurulurlar. Isı yalıtım tabakasını koruyan tabakalar çerçeveye tutturulurlar.

Sandviç konstrüksiyonlarının, üzerinde kaplama tabakalarının yapıştırılışı veya harçla tutturulduğu belli sertlikte bir gövdesi vardır. Bu sayede, toplam olarak statik kuvvetleri karşılama görevi olan çok tabakalı bir karma levha meydana getirilir.

Fakat sandviç terimi, yalıtıcı ara malzemenin sağlam bir karma levha oluşturmadığı herhangi (yumuşak) yalıtım tabakalarının masif, hatta bazen çeşitli türlerde duvar kabuklarıyla örtüldüğü konstrüksiyonlar

için de kullanılır. Bu kabuklar yalıtıcı ara tabaka içinden geçen saplamalarla birbirine bağlanırsa, bir sandviç elemanın karakterinden iyice uzaklaşmış olur. Fakat yapı pratiğinde böyle duvar yapıları yine de sandviç konstrüksiyonlar olarak adlandırılır.



77 Üç katlı yapılar için taşıyıcı olmayan sandviç duvar

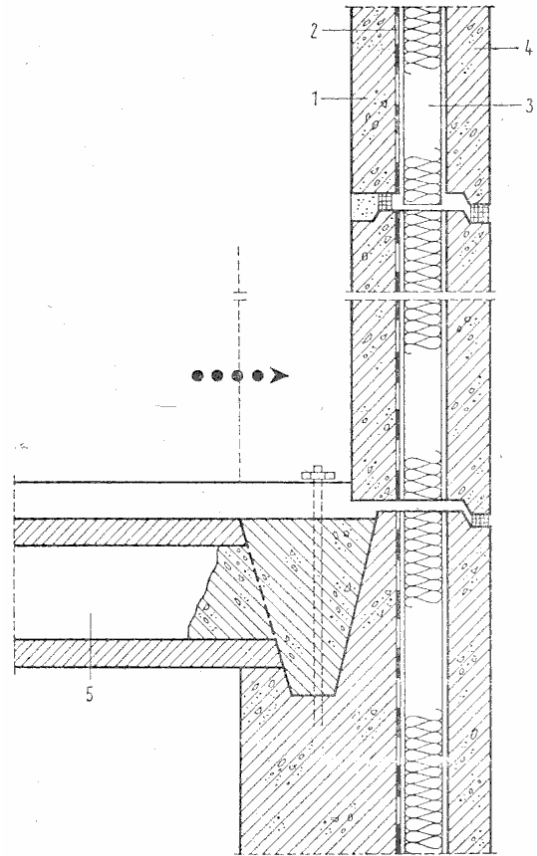
1 Ağır beton tabaka, 2 Yalıtım tabakası, 3 Tuğla duvar, 4 Yerinde dökme betondan tavan.

Bunu iyice açıklamak için birkaç örnek yeterlidir. Şekil 77 deki İsveç sandviç dış duvarı, üç katlı konutlar için düşünülmüştür ve taşıyıcı değildir. Endüstriyel imalat derecesi burada düşüktür. Beton dış duvar elemanları (1) taşıyıcı vinç yardımıyla inşaat yerinde monte edilirler. Bundan sonra yalıtım tabakası uygulanır ve dış tarafa bir tuğla kabuk örülür. Dış duvarın ısı yalıtım değeri 1,6 m.K/W dir.

Şekil 78 deki yine sandviç levha olarak nitelendirilmiş duvar, altı katlı konutlar için düşünülmüştür. Burada da içten dışa doğru montaj yapılır. İnşaat yerinde kullanılan iş gücü büyüktür. Bu tür çözümler montaj yapı yönteminin başlangıç halini oluştururlar.

Şekil 79 daki duvar, bir karkas yapı duvarıdır. Karkas yapı iç tarafta dış beton kabu-

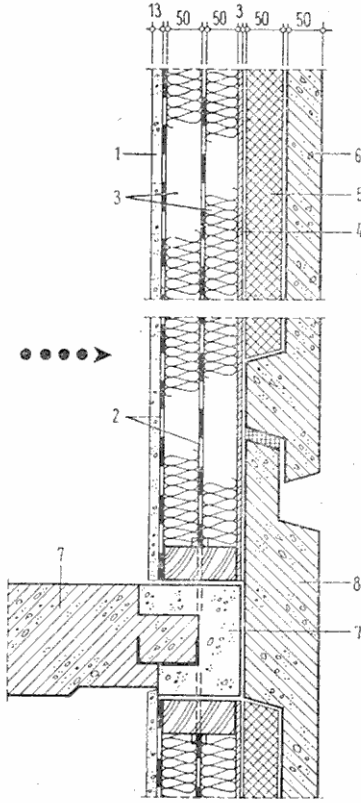
ğun arkasındadır. Bu taşıyıcı konstrüksiyon çevre betonundan imâl edilen, dört katlı konutlar için düşünülmüş bir İsveç ürünüdür. Tabaka sıralaması oldukça kitabidir. Özellikle rüzgarlık olarak kullanılan sert lif levha (4) ve buhar engeli olarak kullanılan alüminyum folyo (2) dikkati çekmektedir. Isı yalıtım değeri 2,40 m<sup>2</sup>.K/W'dır. Burada da dıştan içe doğru montaj sırası vardır.



78 Altı katlı büro binaları için İsveç tipi dış duvar. Montaj sırası içten dışa doğru

1 Beton duvar, 2 Buhar freni, 3 Mineral elyaf yalıtım tabakası, 4 Beton dış kabuk, 5 Boşluklu betonarme kiriş

Şekil 80 deki, dokuz katlı konutlar için geliştirilmiş olan hafif duvarın da benzer bir yapısı vardır. Bu duvarın ısı korunumu biraz zayıftır. Yangına karşı korunma da yeterli değildir.



79 Konutlar için İsveç tipi karkas yapıli duvar

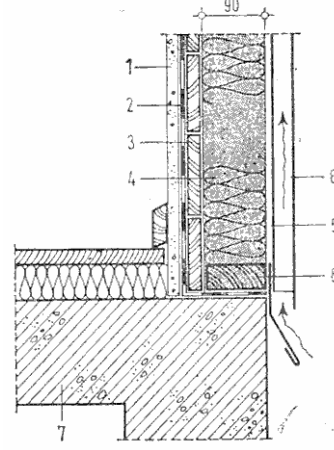
1 Alçı plâka, 2 Alüminyum folyo, 3 Mineral elyaf yalıtım tabakası, 4 Sert elyafli plâka, 5 Ahşap yünü hafif yapı levhası, 6 Beton dış kabuk, 7 Yerinde dökme beton döşeme, 8 Hafif beton.

### 1.13. PENCERE ALTI DUVAR ELEMANLARI (PENCERE ETEĞİ)

Merkezi ısıtmalı, radyatör veya konvektör ısıtıcıli sistemlerde bilindiğı gibi ısı kaybı hesapları, bir hacimde bu hacmi çevreleyen bütün yüzeylerdeki ısı kayıplarını ayrı ayrı hesaplamak, bunların toplamına enfiltasyon ve diğeri kayıpları ekleyerek o hacmin tüm ısı kaybını bulmak sureti ile yapılmaktadır.

Her yüzeyin ayrı ayrı ısı kaybı hesabını yaparken kabul edilen sıcaklık farkı,  $\Delta T = T_i - T_d$  dir. Burada  $T_i$ , o hacim için amaçlanan iç sıcaklık,  $T_d$  ise dış hesap sıcaklığı olduğundan her hacim için o hacmi çevre-

leyen dış duvarların hesabında, duvarın her bölgesinde  $\Delta T$  nin sabit olduğu kabul edilir ve hesaplama bu esasa göre yapılır.

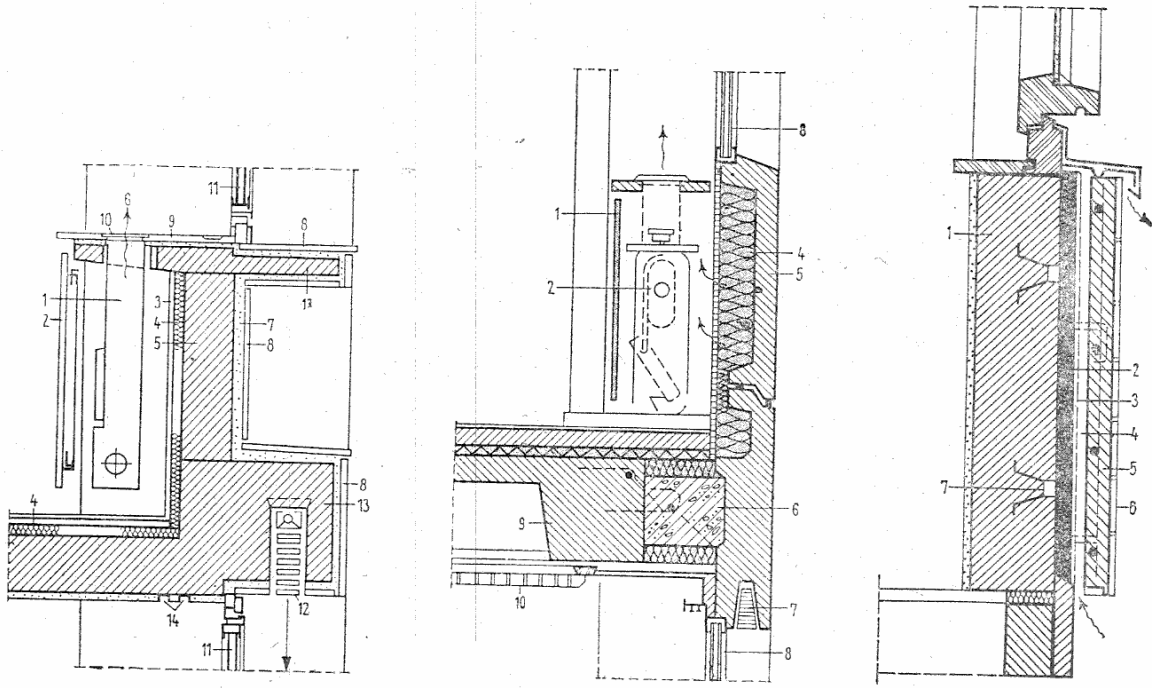


80 Dokuz katlı konutlar için hafif karkas yapıli duvar. Difüzyon tekniğı açısından olumlu, yangından korunma açısından bir çok dış ülkede kullanılması yasaklanmıştır. Düşey kesit.

1 Alçı plâka, 2 Buhar kesici, 3 Ahşap kaplama, 4 Yalıtım tabakası, 5 Rüzgârlık, 6 Lifli çimento ondüle levhalar, 7 Yerinde dökme betonarme döşeme, 8 Ahşap kafes çerçeve.

Merkezi ısıtma sistemlerinde ısıtıcılar, genellikle dış duvarlardaki pencere altı duvarlarına (pencere eteğine) yerleştirilir. Isıtıcı yüzey sıcaklıklarının, hacim hava sıcaklığına göre oldukça yüksek bulunmaları neticesi, ısıtıcının bulunduğu pencere altı duvar önü sıcaklıkları da hacim havası sıcaklıklarından önemli miktarda yüksek olmaktadır. Hele dekoratif amaçla ısıtıcı ön yüzüne paravan yerleştirilmiş ise bu fark daha da artmaktadır.

Isıtıcının bulunduğu pencere altı duvarı, iç yüzey tarafı sıcaklığının kabul edilen iç hava sıcaklığından daha yüksek bulunması ( $\sim 35^\circ\text{C}$ ), bu bölgede gereğinden daha fazla ısı kaybına ve dolayısı ile gereğinden fazla yakıt sarfiyatına sebep olur. Ülkemizde dış duvarlar da ısıtıcının konduğu yer ilave olarak yalıtılmadığından ve bazı durumlarda da ısıtıcıyı yerleştirmek için pencere altı duvarının ısıtıcının konacağı yerde niş yap-



**81 Sağlam yapılı pencere altı duvar (Mimar Prof. Dr. Rimpel)**

1 Isıtıcı, 2 Örtücü, 3 Sıva, 4 İnce ahşap yünü yalıtım tabakası, 5 Ağır betondan pencere altı duvarı (70 mm), 6 Sıcak hava çıkışı, 7 Harç tabakası, 8 Cephe plâkaları, 9 İç tarafta pencere denizliği, 10 Kafes ızgara, 11 Termo camlama, 12 Jaluzi, 13 Betonarme, 14 Perde kornişleri.

**82 Masif uygulamalı bir yüksek yapının pencere altı tabakası (Pencere eteği) (Neufert'e göre)**

1 Örtücü, 2 Klima cihazı, 3 Sıva, 4 PS veya PUR köpüğü, 5 Beton levha, 6 Yerinde dökülen beton, 7 Jaluzi, 8 Pencere, 9 Masif tavan, 10 Akustik tavan.

**83 Önüne beton levha asılmış pencere altı duvar elemanı (W. Schaupp)**

1 İç tarafta ağır beton, 2 Isı yalıtım tabakası, 3 Rüzgâr ve yağış korunumu, 4 Arkadan havalandırma, 5 Çapraz telli, asılan beton levha, 6 Seramik tabaka, 7 Bağlantı saplamaları.

mak amacı ile duvar daha ince örüldüğünden bu duvarlar yapı içinde büyük önem kazanmıştır.

Gereksiz ısı kaybını asgariye indirmek için, özellikle pencere altı duvar elemanlarının (pencere eteklerinin) ısıya karşı mutlaka yıtılması şarttır.

Dış ülkelerde bu maksatla pencere alt duvar elemanlarının sadece taşıyıcı olmayan şekilde ısı yalıtımlı, hafif yapı tarzında yapılma eğilimleri gün geçtikçe artmaktadır.

Fakat yangına karşı teknik önlemlerle ilgili nizamlar, bu eğilime karşıdır. Bu amaçla sık sık ya gerekli ısı yalıtımını kendisi sağlayan, ya da iç tarafta veya dış tarafta yalıtılan masif kabuklar kullanılır. Pencere altı duvar elemanlarında difüzyon sorunu her zamankinden başka bir önem kazanmıştır. Oda havasındaki su buharı, dışarıya çıkarken yolu üzerinde dengeleme için duvarın kendisinden çok pencere şeridindeki sızdırıcı yerleri kullanacaktır. Pencere altı duvarları üzerinde genellikle radyatörlerin veya diğer ısı kaynaklarının yer aldığı veya buraya sıcak hava üflendiği ve böylece

duvarın içeriye doğru sürekli bir kurumaya maruz kaldığı, buna ilâve edilebilir. Bu nedenle söylendiği gibi buhar kesiciler ancak özel nedenlerden ötürü vazgeçilmez görüldükleri zaman uygulanmalıdırlar. Buhar kesiciler genellikle gereksiz hatta daha çok dezavantajlıdır.

Şekil 81 de gösterilen konstrüksiyon, gözle kolayca fark edilen güçlü bir yapıya sahiptir. Mimar, masif alt duvara 300 mm derinliğinde kasa biçiminde, girintiler yapmıştır. Cephe beton yapı plâkalarıyla örtülmüştür. Ağır betondan pencere altı duvarı iç taraftan yalıtılmıştır. Jaluzilerin hava şartlarından korunur şekilde dış tarafta camlı bölmenin önünde asılı durmasını sağlayan ustaca sistem dikkati çekmektedir.

**Neufert**'in Wiesbaden'deki bir yüksek bina için gerçekleştirdiği orijinal pencere altı konstrüksiyonu Şekil 82 de gösterilmektedir. Pencere altı duvarının ardında bir klima cihazı yer almaktadır. Burada da iç taraftaki yalıtım tabakası oda havasından içeri doğru iyi kurumaktadır. Pencere kasaları beton içine gömülmüştür (döküm sırasında) Tavan bağlantısı sorunu bu yapı tarzında genellikle alanın tersine akustik açıdan iyi çözümlenmiştir. Jaluzi, dış hava şartlarından korunmuş olarak beton içindeki boşluğa yerleşebilmektedir. Bölünmüş pencere altı elemanındaki derz, basamaklı derzdır.

Şekil 83 deki pencere alt elemanı hakkında **W. Schaupp** bilgi vermiştir. Bu elemanda beton plâka dış tarafında yalıtım tabakasıyla donatılmıştır. Bunun önüne belli bir aralıktan sonra çapraz telli bir dış levha yerleştirilmiştir. Dış kabuğu seramik oluşturmaktadır. Eğilip bükülmeyen saplamalar dış hava korunum levhası ve suni reçine köpüğünden yalıtım tabakası boyunca ilerlerler.

Tabaka sıralamasına karşı söylenecek bir söz yoktur. Saplamaların paslanma sorunu da fazla ciddiye alınmayabilir.

## 1.14. HAFİF DIŞ DUVAR KONSTRÜKSİYONLARI

Oldukça az kütle içeren dış duvar ve çatıları olan hafif yapı tarzları gittikçe önem kazanmaktadır. Bunlar sadece künstrüksiyon tekniği açısından değil, yapıfiziksel ve ekonomik yeni görevler üstlenmektedirler. Bunun için yakından inceleneceklerdir.

### 1.14.1. Gelişim

Önceden hazırlanmış hafif dış duvarlar ilk kez Birleşik Amerika'da hazır olan yüksek yapıların üzerine kat ilave etmek amacıyla kullanılmıştır. 1893 te Chicago'da 16 katlı **Manadnock** binasında ilk kez hafif hazır cephe elemanları kullanılmıştır.

Sonuç olarak Avrupa'da gökdelen olarak adlandırılacak ve bazen – ne kadar saçmadır ki – gotik mimarının son ürünleri olarak görülecek olan yüksek binalar oluşmuştur.

Başlangıçta ahşap veya basit çelik profillerden gövdeler, el işiyle bir araya getirilip ahşap, metal ve cam ilaveleri yapılmıştır. Daha sonraları kesilmiş saçdan duvar elemanları geldi. En sonunda da o zamanlar yeni bir malzeme olan alüminyumun bu konuya yatkınlığı görüldü. Alüminyum nitelikli sızdırmaz ve yalıtıcı malzemelerin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır.

Günümüzdeyse, her ülkede karmaşık veya monolitik, hazır elemanlarda kullanarak, ağır, orta ağır ve hafif konstrüksiyonlar uygulanmaktadır. Bu nedenle bu yapı tarzlarının karakteristik farklarını belirleyen özellikleri saptamak istiyoruz.

#### 1.14.1.1. Ağır ve hafif konstrüksiyonlar

Bölüm 1.1.1. de dış duvarların yüzey kütlesi kriterine göre ağır, orta ağır ve hafif olarak bölümlendirilmesi yapılmıştır. Bu arada bu kriterin karakteristik olmadığı ve

sayısal olarak kolayca saptanamadığı ortaya çıkmıştır. Şu sistem grupları arasında ayırım yapılırsa daha anlaşılır bir bölümlene elde edilir.

- a) Ağır dış duvarlar kaba yoğunluğu büyük olan yapı malzemelerin bol miktarda kullanılmasını gerektirir. Bu malzemelerinin sertlik ve ısı yalıtım özellikleri, duvar kalınlıklarının fazla olmasını gerektirir. Kullanılan yapı malzemeleri bir bağlama olayı sonucu sertleşirler, ucuz olmaları tipik özellikleridir. Bu sistemin en önemli yapı malzemeleri türlü beton cinsleridir (Betonarme, ağır beton, katkı malzemeli, beton vs.).

Bağlayıcı malzemelerinin en önemlisi çimentodur. Bunu kireç, alçı ve anhidritler izlerler.

Gözenekli beton, gözenekli alçı ve anhidritlerin kullanılmasıyla orta ağır yapı tarzları elde edilir. Kütle daha az, maliyet daha yüksektir. Diğer karakteristik özellikler aynı kalmıştır.

- b) Hafif dış duvar sistemlerinin özelliği, sertleşmek için bir bağlanma reaksiyonuna gerek duymayan ve diğer özellikleri sayesinde kalınlıkları 1 mm den az olabilen az miktarda kullanılan üstün nitelikli yapı malzemelerinin kullanılmasıdır.

Sonuçta yapı kütlesi azalır fakat maliyet düşmez, çünkü yapı malzemelerinin fiyatı yüksektir. Hazır elemanlarda aynı şekilde pahalıdır. Bu tür bir hafif duvar, birim yüzey başına ağır dış duvarların birkaç misli pahalıya, askı metal cephelede 15-20 misli pahalıya mal olur. Ana yapı malzemeleri metal, yüksek nitelikli plâstik malzemeler, her iki malzeme cinsinin kombinasyonları, ahşap, ahşap metal kombinasyonlarıdır. Ayrıca (genellikle hiçte ucuz olmayan)

sızdırmazlık ve yalıtım malzemeleri kullanılır.

Sonuç olarak – bunu yeterince vurgulamak mümkün değildir – yapı fiziksel açıdan devrim yapacak kadar yeni bir duvar konstrüksiyonu ortaya çıkmıştır. Fakat ne kadar çekici ve modern gözükselerde, bu tür cephelelerin bir bölümü en ilkel ısı teknik talepleri bile yerine getiremiyebilmektedir.

Bu nedenle hafif yapı, iyi yada ekonomik yapı anlamına gelmeyebilir.

#### 1.14.1.2. Ekonomik görüntü

Eğer inşaat sektörüne büyük paralar kazandırmasaydı, hafif yapı tarzı dış ülkelerde tutunamazdı, bu gerçektir.

Aynı şekilde örneğin **H. Geisler**, hafif cephelelerin çarpıcı bir avantajı olarak, dış duvar kalınlığının azalmasıyla kullanım alanının arttığını belirtmektedir.

Ekonomik görüntünün başka bir yönü de vardır. Modern yapı tarzı, mimarları mümkün olduğunca büyük camlı bölmeler kullanmaya “tahrik eder.” Bazı ülkelerde eskiden % 15, % 20 olan pencere oranı bu gün üç katına hatta zaman zaman neredeyse % 100 e ulaşmıştır. Örneğin % 60 lık pencere oranında duvarın geri kalan bölümünü fazladan yalıtmanın bir değeri yoktur. Bu özellikle yaz mevsiminde neredeyse kesinlikle hiçbir etki sağlamayacaktır. Hafif cephenin kısıtlı ısı teknik verimi kışın yükselen ısı gereksinimini kapatıp, kondanse su oluşumunu engelleyecek, yazında serinleme sağlayacak cihazlarla dengelenmelidir.

Binanın dış kabuğunun her türlü ısı teknik kalitesini tamamen gereksiz kılacak yüksek nitelikli cihazlar imâl etmek, teknik açısından mümkündür. New York’daki **Seagram Building**’in sadece saç ve camdan oluşan bir hafif cephesi vardır. Isı yalıtım

malzemeleri ancak tavan örtülerne yerleştirilebilirdi. Fakat bu da değmezdi.

Dış duvarın başaramadığını, artık tam klima sistemi yerine getirmektedir. Geleneksel yapı tarzında, yapı teknik ısı korunumu için toplam masrafın % 1 - % 1,5 kadarı harcanırken bu havalandırma sistemi bunun birkaç misli pahalıya mal olmaktadır. Avrupa ülkelerinde % 10 - % 12, Birleşik Amerika'da % 28 - % 35. Bu sistemler sadece satın alırken değil, kullanırken de pahalıya mal olurlar. Bu tip yapılarda kullanım masrafları, her 2 - 5 senede bir toplam olarak sistemin satın alış fiyatına ulaşmaktadır. 10 ila 30 yıl içinde sistem için harcanan para bütün bina için harcanan paraya eşit olacaktır.

Hafif duvarların ekonomik görüntüsü az çok verilebildi sanırım. Amaç, sadece hafif değil, ekonomik inşaatır.

Bu nedenle hafif dış duvarların yol açtığı aşırı masrafların gerçekten değip değmediği ve yapılıp yapılamayacağı iyice düşünülp tartışılmalıdır. Toplum binalarında ve endüstriyel yapılarda bu konuya özellikle dikkat etmek gerekir.

Buna rağmen hafif yapı tarzının uygulandığı durumlarda projenin en önemli görevlerinden bir tanesi, iklime uygun inşaat yapmaktır.

#### 1.14.1.3. Cephe kavramı

Geleneksel duvarlara kıyasla hazır montaj, hafif duvarlar cephe kavramının tanımlanmasını gerekli kılacak şekilde konstrüktif bir yenilik getirirler. Hafif duvar elemanları, bir tanesi cephe işlevini yerine getirmek üzere tek tek tabakalara ayrılabilir. Diğer tabakaların cephe işlevine bir katkısı yoktur. Bu nedenle hafif cephe kavramı, bazı uzmanlarca kasten kullanılmaz.

Cephe, dış duvarın dışarıdan görülen kısmıdır. Bina ile dış hacmi sınırlar ve duvar

konstrüksiyonunun görüntü yüzeyini veya dış kabuğunu oluşturur.

Cephenin asıl fonksiyonu dışarı yönelik etkisidir. Binanın kullanımına veya fonksiyonuna bir katkısı yoktur. Yapı konstrüksiyonu tamamen yada kısmen belli edebilir, veya tamamen örtebilir. Hatta çeşitli optik efektlerle yanıltabilir.

Her dış duvar aynı zamanda bir cephe oluşturur. Ama her cephe tam etkin bir dış duvar değildir. Bu soğuk cephe içinde geçerlidir (→ 1.6.4.). Daha önce incelenen duvar elemanlarında cephe ve dış duvarın birbirinden belirgin bir şekilde ayrılabilirdi durumlar söz konusu olmuştur.

#### 1.14.2. Yeni kriterler

Hafif dış duvarlarda dış klimanın tüm etkilerine karşı bir korunum sağlama şartından muaf tutulamazlar. Bunlarda yeni bir talep olarak düzeltilmiş bir ses korunumu şartı gelir. Geleneksel yapı tarzında bu şart söz konusu değildir. Bu ve bunu izleyen örnekler hafif dış duvarların yeni kriterlere göre değerlendirmelerinin şart olduğunu gösterecektir.

Böylece projeci, Avrupa Uluslar Arası Teknik Ortak Çalışma Birliğinin (UEAt c) (Paris) Özel ve kesin nizamaları uyarınca yağmur ve dolu sesinin binada oturanları rahatsız etmeyecek şekilde inşaat yapmak zorunda kalacaktır.

Hafif cephelerde rüzgâr ve güneş ışıması sonucu oluşacak eğilip bükelmeler, binada oturanlara engel teşkil edecek kadar şiddetli olmamalıdır.

Bina en azından 50 yıl işlerliğini koruyacak şekilde böcek ve mantarlardan uzak kalmalıdır, ve binada oturanlar tehlikeli hayvanların binaya girişinden korunmalıdırlar. Bu arada küçük ya da büyük hayvanların mı söz konusu edildiği bellideğildir. Metal

cephelerde yıldırım düşmelerinin tehlike yaratmaması gereklidir. Hafif cephe giriş ve ilk kat yüksekliğinde keskin cisimlerde (bıçak, makas) kesilip, demonte hale getirilemez, (parçaları sökülemez) ve kemirgen hayvanlar tarafından hasar göremez olmalıdır. Bu nizamların hiç biri şimdiye kadar incelenen yapı tarzlarında söz konusu olamamıştı. Bunlar, hafif yapı tarzının yepyeni sorunlar yaratabileceğini açıkça göstermektedir (saldırıya karşı emniyet, kemirgen hayvanlara karşı korunum, böcek ve mantarlara karşı direnç, elemanların demonte edilemezliği, yıldırım sorunu ve metal cephelerde televizyondaki parazitlenme).

### 1.14.3. UEAt c nin geçerli şartları

Hafif konstrüksiyonlar için Avrupa Uluslar Arası Teknik Ortak Çalışma Birliğinin belirlediği nizamlardan bazıları;

#### a) Genel Şartlar:

- 1) Dışarıdan veya komşu binalardan belli bir orandan fazla gürültü gelmemelidir,
- 2) Cepheye düşen dolu tanecikleri rahatsız edici tınlamalar çıkarmamalıdır. Arkası havalandırılmalı metal cephelerde bu önemli bir sorundur.  
  
Konutlarda, iş yerlerinden daha fazla dikkat edilmelidir.
- 3) Sıcaklığa bağlı genleşme ve kısılmalarda cephe rahatsız edici gürültüler çıkartmamalıdır,  
  
Burada metalin ısınırken veya soğurken çıkarttığı patırtıdan başka rüzgârın havalandırma yerlerinden, belirli derzlerden veya pencere yarıklarından geçerken çıkardığı ısı sesi de söz konusudur.
- 4) Cephe ısınma masraflarını makul düzeyde tutacak bir ısı korunumu sağlamalıdır,

- 5) Yaz mevsiminde de ev sakinlerinin rahatı sağlanmalıdır.

Pencerelerin iyi şekilde gölgelendirmesi ve iyi bir havalandırma gereklidir,

- 6) Sıcaklık etkileriyle sürekli şekil değişimleri veya hasar etkileri meydana gelmemelidir. Burada yaz için 80 °C, kış için -20 °C lık azami sıcaklıklarla hesap yapılmalıdır,
- 7) Çok kısa süre içinde meydana gelebilen 50 °C lık sıcaklık düşüşlerine karşı dayanıklı cephe elemanları ve derzler oluşturulmalıdır,
- 8) Cam kırıkları veya patlayan dökülen malzeme parçaları yere düşmemelidir,
- 9) İç ve dış cephe kaplama tabakaları bıçak ve benzeri aletlerle kolaylıkla kesilebilir olmamalıdır,
- 10) Bütün cephe elemanları yangının yayılmasını yavaşlatabilmelidir. Ne bunlar ne de yangın sırasında oluşan gazlar yangını güçlendirmemelidir,
- 11) Kaba yapı ve cephe bağlantısı sağlayan saplamalar muhtemel bir yangına dayanabilmelidir.  
  
Bu, konutlar için geçerlidir,
- 12) Metal cephelerde statik elektriklenme meydana gelmemelidir. Bu nedenle çelik iskeletle birlikte topraklanmalıdırlar,
- 13) Pencereler temizlik sırasında kimsenin aşağı düşmesine neden olmayacak şekilde yapılmalıdırlar.

#### b) Sudan korunum:

- 1) Cepheler sıcaklığa bağlı şekil ve uzunluk değişimlerine rağmen kendi içlerinde ve derzlerinde rüzgâr, toz, su ve böcek sızdırmazlığını korumalıdırlar,

- 2) Bina içinde kullanılan su, neme karşı duyarlı cephe elemanlarına temas etmemelidir.

Bu nedenle süpürgelikler ve eşikler yükseltilir,

- 3) Havalandırılmalı cephelerde yoğunlaşan su kolayca aşağı akabilmelidir. Kar ve toz havalandırma ağızlarını tıkayacak şekilde birikmemelidir,
- 4) Mutfak, banyo benzeri ıslak odalar hafif cephelere rastgeliyorlarsa bu odalar iç tarfta su sızdırmaz şekilde donatılmalıdırlar, su sızdırmaz derzleri olmalıdır ve tavanların cepheye bağlantıları su sızdırmazlığını korumalıdır.

**c) Isı teknik şartlar:**

- 1) Camsız cephe elemanlarının ortalama ısı geçiş değeri  $U_m$ ,  $1/6 \text{ W/m}^2\text{K}$  den büyük olmamalıdır (Bu  $R_m = 0,8 \text{ h m}^2 \text{ }^\circ\text{C/kcal}$  ( $0,7 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ ) lik ortalama ısı geçirim direncine karşılık gelir ve bazı standartlarla tezat düşer),

- 2) Rahatsız etmedikleri sürece ısı köprüleri uygulanabilir. Rutubet engellenemiyorsa suyun toplanıp dışarı atılması sağlanmalıdır.

Hassas malzemelerde rutubet oluşumuna kesinlikle izin verilmemesi tabiidir.

- 3) Cephenin yalıtım tabakalarında kondan- se su oluşmamalı ve tabakanın alt kısmında birikmemelidir.

**d) Difüzyon tekniği şartları:**

Klavuzlarda verilen difüzyon teknik şartlar anlaşılır değildir ve iyi tasarlanmamıştır. Su buharı difüzyonunun kontrolü hakkında her türlü olasılık için geçerli tavsiyelerde bulunmak zordur. Konstrüksiyonların yanı sıra iç klimada değişkendir. Özellikle hafif konstrüksiyonda su buharı difüzyonunun daha önce belirtilen değişken karakteri kendini gösterir bu da difüzyon tekniği sorunlarına yol açar.