

METAL CEPHE KAPLAMALARININ DÜNDEN BUGÜNE GELİŞİMİ

Yard.Doç.Dr.Özlem EŞSİZ
Araş Gör.Savaş EKİNCİ
MSU Mimarlık Fakültesi, Yapı bilgisi Bilim Dalı

ÖZET

İlk yapı türlerinde dar yarıklar şeklinde karşımıza çıkan pencereler, ışık ve havanın iç mekana alınmasını sağlamaktaydı. Isı kayıplarının azaltılması isteği daha fazla ışık gereksinimi ile daha geniş alanların boş bırakılmasıyla yeni sistemlere ihtiyaç duyulmaya başladı. 19. yy'da bu amaçla kepenkler, storlar, çift tabakalı pencereler ve çok tabakalı cepheler duvarların dış yüzeylerinde yer alırken günümüzde ısı enerjisi depolayan, enerji tasarrufu sağlayan akıllı cepheler, çift kabuk cepheler gündeme gelmiştir [1]. Metal cephe sistemlerinin avantajları; kolay montajının yapılabilmesi, az bakım gerektirmesi, bireysel tasarıma imkan tanınması olarak sıralanabilir. Tasarımda dikkat edilmesi gereken en önemli faktörler, rüzgara dayanım ve ısı etkisi karşısında elemanların genleşmesine bağlı olarak gerekli tolerans paylarının bırakılmasıdır [2,3].

Metal malzeme günümüzde mimaride özellikle cephe konstrüksiyonun da, duvar, tavan kaplamaları ve bölücü gibi çok çeşitli amaçlarda kullanılmaktadır. Bu levhalar bakım gerektirmez, basitçe temizlenebilir. Endüstriyel üretilmesi, bu tür ürünlerin maliyetini ucuzlatmaktadır. Bu malzemeler çift camların arasındaki boşluklara yerleştirilerek güneş kırıcı olarak da kullanılmaktadır. Metal dokuma ürününün montajındaki önemli faktör cephenin geometrisidir. Metal cephe kaplamaları özellikle makine çağının simgesi olan "İleri Teknoloji" yapılarının cephelerinde bu çağın simgesini yansıtmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.

1. GİRİŞ

Günümüzde çelik, alüminyum giydirme cepheler farklı yapı türlerinde oldukça geniş renk, doku ve farklı detay çözümleriyle yaygın olarak kullanım alanı bulmaktadır. Çelik ve alüminyumun yanısıra paslanmaz çelik, bronz ve bakır gibi metallerde özel uygulamalarda kullanılmaktadır [4]. Uzun yıllardır duvar kaplaması olarak kullanılan metal levhalar, profillendirilmiş alüminyum ve çelik levhalar şeklinde, fabrikaların veya tek katlı yapıların duvar kaplaması ya da çatı örtülerinde kullanılmıştır [5,6].

Metalik yüzeyler genellikle membran kalınlığında ve stabil değildir. Büyük boyutlu levhaların rijitliğini arttırmak için çaprazlamalarla desteklenmelidir. Levhaları birbirine bağlayan tespitler görünebilir veya görünmeyen şekilde düzenlenmektedir. Isı genleşmeleri birbiriyle birleşen metal elemanların yüzeyleri arasında sürtünmeye neden olur. Bu probleme bir çözüm, iki yüzeyi birbirinden ayıran plastik pul kullanmaktır. Gerekli tespit sayısı düşey yüklere ve rüzgar yüküne bağlıdır. Diğer sayısız birleşim teknikleri yapısal bakımdan pek önemli değildir. Kullanılan metalin türüne bağlı olarak çeşitli birleşim teknikleri mevcuttur; nokta birleşimler (bulon, vida, klips) ve düz metal birleşimler (lehim kaynak ve yapıştırma). Görsel tasarım açısından, metal levhanın yüzey kalitesi uzun dönemde korozyona dayanımına bağlıdır. Çelik esaslı malzemeler, özellikle bu bakımdan önemlidir. Bu gibi durumlarda, metalik veya metalik olmayan kaplamalarla koruma sağlanabilir. Alüminyum, paslanmaz çelik, çinko, kalay, bakır, ve titanyum doğal hava şartlarında doğal korozyona dayanıma sahiptir ve ilave korumalara gerek yoktur. Koruyucu metal kaplamalar elektro kimyasal buhar

metalleme veya kaplama yöntemleriyle yüzeye uygulanabilir. Metal levhalar için ince kaplamalar önemlidir. Cilalı ve galvanizli kaplamalar çok ince kaplamalardandır [3].

2. METAL CEPHELERDE KULLANILAN MALZEMELER

2.1. Çelik

Çelik, demirden içindeki karbon, fosfor ve sülfür bakımından farklıdır. Burada bahsedilen 0.35-3mm kalınlığında olan levha çeliktir. Çelik paneller 2mx4m standart boyutlarda üretilebilir.

2.2. Paslanmaz Çelik

Paslanmaz çelik, en az %10.5 krom veya magnez gibi malzemelerle üretilir. Krom, nikel, molibden, magnez veya bakır korozyon dayanımını artırır fakat bazı durumlarda malzemenin yapısını değiştirir. Paslanmaz çelik, çelikten daha pahalıdır çünkü içinde krom ve nikel bulunmaktadır. Bu nedenle, bu malzeme normal olarak sadece ince levha formlarda birleşim elemanı veya küçük çapraz profillerde kullanılır [7]. Paslanmaz çelik, karbon çeliği veya alüminyumla karşılaştırıldığında cephe maliyetini %12-15 arttırmasına karşılık bina ömrü boyunca dayanıklılığı düşünüldüğünde ekonomik olduğu görülmektedir [8].

2.3. Alüminyum

Oksijenden sonra silikon ve alüminyum en çok kullanılan elemandır. Bu gümüş beyaz, hafif malzeme iyi elektrik iletir. 2.000⁰C'nin üzerindeki bir sıcaklıkta elde edildiği için ürünün fiyatı yüksektir, fakat uzun zaman istendiğinde kullanımı ekonomiktir [7]. Yüzeyin dekoratif görünümünü değiştirmeye yönelik olan işlemler, mekanik veya kimyasal olabilirler. Yüzeyde oluşturulan mat, parlak, metalik veya tekstürlü görünüm; üzerine uygulanan eloksal veya saydam lak tabakaları ile örtülerek korunur. Alüminyumun mimari uygulamalar için boyanması, 1960'larda başlamış olan ve günümüzde alüminyum yüzey işlemlerinin %50'sini kapsayan bir yöntemdir. Alüminyum parçalar, gerek korozyona dayanım gerekse de dekoratif amaçla boyanır. Mimari uygulamalar, boyanmış alüminyumun en çok kullanıldığı sektördür [9].

2.4. Çinko

Günümüze çinko, çelik alüminyum ve bakırdan sonra dünyada miktar olarak yıllık tüketimi en fazla olan metaldir. Kimyasal yönden aktif olması ve diğer metallerle kolayca alışım yapabilmesi nedeniyle çinko, endüstride birçok alışımın ve bileşiğin üretiminde kullanılmaktadır. Güçlü elektropozitif özelliğinden dolayı diğer metallerin özellikle demir-çelik ürünlerinin aşınmaya karşı korunmasında kullanılmaktadır. Çinko metal ana ürün olarak, galvanizleme, pres döküm alışımları, pirinç ve bronz alışımları, çinko oksit ve haddelenmiş çinko alışımlarında kullanılır [10]. Yüzey kaplaması olarak kullanıldığı için korozyona karşı korunmasına gerek yoktur. Diğer malzemelere göre en ucuz kaplama malzemesidir. Uzun süre aşırı nemde kalındığında zarar görebilir. Çinko düşük ısıda bile kolaylıkla çalışabilir. Bazı metaller özellikle demir ve çelik, korozyona karşı korunmak için çinko ile

kaplanmaktadır. Dünyada üretilen çinkonun büyük bir bölümü bu şekilde tüketilmektedir. Galvanize edilen maddeler, başlıca tabaka, şerit boru, tel, halat, yapısal şekiller ve çok sayıda madeni eşyalardır. Standart levhanın ölçüleri ; 0.7-1.5mm kalınlığında ve 1m'ye varan genişlikleri vardır. Çinko 6m'in üstünde kullanılabilir. Panel boyutları 1x3m olarak üretilmektedir [7].

2.5. Titanyum

Gümüş beyaz, oldukça duktıl metaldir. Titanyum korozyona karşı oldukça dayanıklıdır. Titanyum, aynı dayanıma sahip olan çelikten %42 daha hafiftir, fakat çelikten oldukça pahalıdır. Uzay teknolojisi gibi çok farklı alanlarda kullanılabilir.

2.6. Bakır

Bakırın insanlar tarafından kullanılması çok eski çağlarda başlamıştır. İnsanlar bakırı günlük yaşamlarında süs eşyası, silah ve el sanatlarında mutfak malzemelerinin yapımında kullanmış uygarlıkla birlikte bakıra olan ihtiyaç daha da artmıştır [6]. Bakır ağır, oldukça yumuşak, yüksek duktilite özelliği olan ısı ve elektriği iyi ileten bir malzemedir. Bakır yüzeyinde oluşan oksidasyon doğal koruyucu olarak korozyona karşı malzemeyi korur. Üretim maliyetinin yüksek olmasına karşın, dayanıklılığı nedeniyle uzun süre kullanılabilir olması bu malzemeyi ekonomik yapmaktadır. Bakır; tel, çubuk, levha ve tübüler biçimlerde üretildiği gibi çok çeşitli tespit elemanı olarak da kullanılmaktadır [7].

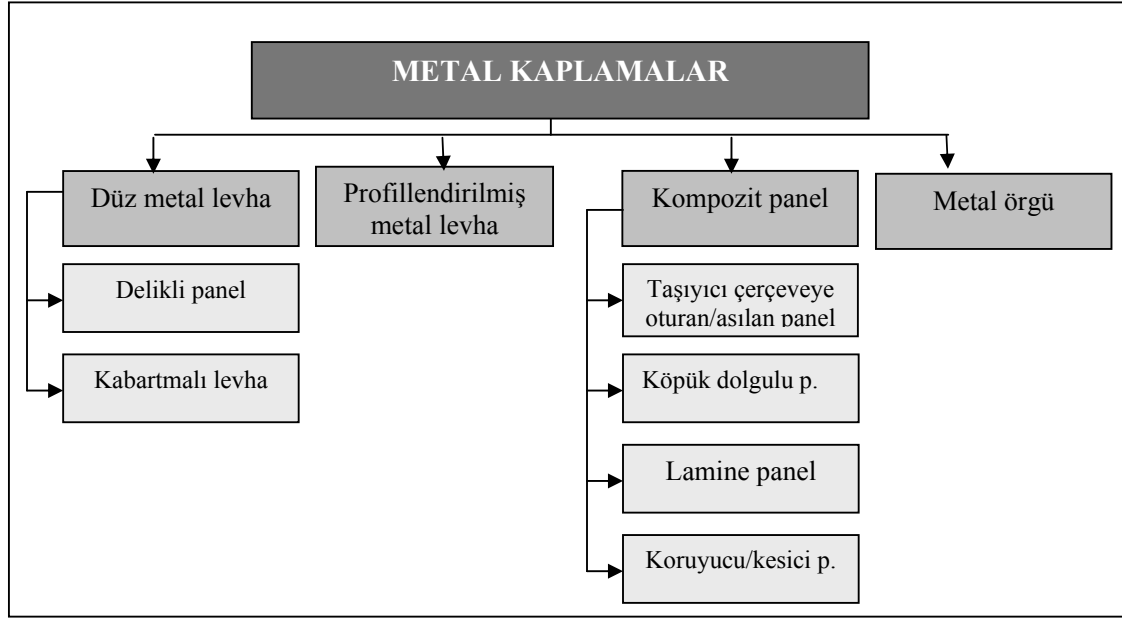
2.7. Kurşun

Isı ve elektriği iyi iletir. Eski yapılarda çok kullanılmıştır, günümüzde ise alüminyum, bakır, ve çinko kurşunun yerini almıştır.

2.8. Kalay

Kalay saf haliyle, gümüş beyazı, yumuşak ve ağırdır. Düşük sıcaklıkta ergime özelliklerine sahiptir. Oda sıcaklığında, gri oksit kaplamayla kaplanır. Geri dönüşümlü bir malzemedir. Alüminyum bu malzemenin yerini almıştır. Bugün üretilen kalayın hemen hemen yarısı, kaplama olarak kullanılmaktadır.

Tablo 1. Metal kaplamaların sınıflandırılması



3.METAL CEPHELERİN SINIFLANDIRILMASI

Metal cephe kaplamalarını aşağıdaki şekilde gruplandırabiliriz.

- Düz metal levha
- Profillendirilmiş metal levha
- Kompozit panel
- Metal örgü paneller.

3.1. Düz Metal Paneller

Düz metal paneller, boyutlarına ve şekillerine bağlı olarak çeşitlilik gösterir. Örneğin 7mx900mm boyutlarındaki büyük bir panelin, rüzgar basıncına karşı gerekli dayanıklılığı sağlamak ve düz yüzeyler elde edebilmek için aşağı yukarı 5mm kalınlığında olmalıdır. Dayanıklılığı arttırmak ve panel yüzeyindeki herhangi bir kıvrım veya pürüzü gizlemek için; paneli oluşturan levhalar, baskı veya preslenerek yaklaşık 1mm derinliğinde hafif profillendirilebilir. Paneller sabitlenmiş ya da dişli bağlantı elemanlarıyla panelin arasına kaynaklanmış yüzeyler olabilir. Taşıyıcı iskelete monte edilmiş pimlere asılan paneller üst köşelerinde de yatay kayıtlar üzerinde tespit yapılarak gizli montaj yapılabilir. Kaplama konstrüksiyonunun sudan korunması için (örn. yalıtım baskısı gibi) paneller tecrit macunu ile uc uca birleştirilebilir. Normalde prefabrike olan iskelet, girintili birleşimler meydana getiren ve panellerle birleştiği kısımları gizleyen omega profillerden yapılmış olabilir veya dış yüzeye benzer elemanlardan ya da giydirmeye cepheden normal taşıyıcı elemanlarından oluşabilir. Metal levhalar birbirine kaynak, gizli veya belirgin dikişli şekilde tespitlenir. Levhalar, genellikle taşıyıcı strüktüre görünmeyen profillerle tespit edilir[2].

Delikli Metal Levha: Yaklaşık 500mm çapında olan delikler ince metal levhaya çok çeşitli şekillerde delinerek yerleştirilebilir. Kural olarak, deliklerin çapı, levhanın kalınlığından az olmamalıdır. Delikler düz sıralı veya şaşırtmalı, yuvarlak, kare veya farklı formlarda olabilir. Bütün

delme yöntemlerinin genel özelliği, enerji yaymaya neden olan metal levhaların dalga gibi deformasyona uğramalarıdır. Bu deformasyon, levhaların boyutlarına göre kesilmeden önce düzeltilir.

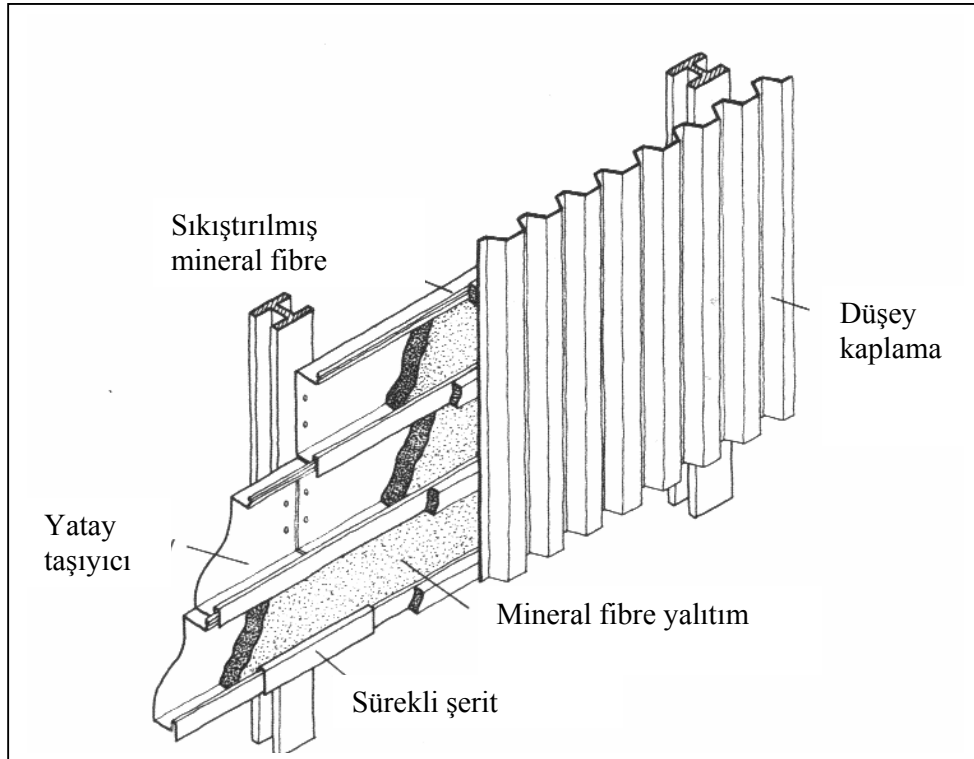
Metal kalınlıkları 0.5mm-6mm arasındadır. 6mm'den kalın delikli levhalar için yumuşak malzeme tercih edilmelidir. Delikli levha genellikle iç mekan konstrüksiyonlarında, cephe kaplamalarında, güneş kırıcı elemanlar vb olarak kullanılmaktadır. Kaldırılması kolay, hafif endüstrileşmiş üretim metodları, geniş yüzey dokusu bu levhayı ekonomik ve çok amaçlı kullanılabilen bir yapı malzemesi yapmaktadır. Delikli levhalar, strüktürün yüzeyinde, farklı uzaklıklardan bakıldığında değişik etkiler yaratır. Belli bir uzaklıktan kapalı görünen yüzey (dolu) başka bir mesafeden şeffaf görülebilir [7].

Kabartmalı Metal Levha (Şekil 4):Kabartmalı metal levha, aynı delikli levhaya uygulanan yöntemle üretilir. Yüzeyin dokusu oluşturulurken bazı deformasyonlar meydana gelebilir. Kabartmaların derinliği, levhanın kalınlığına bağlıdır. Kabartmalar kare olabilir ve bütün yüzeyi kaplayabilir. Bu metaller genelde iç mekanda kullanılırken günümüzde cephelerde de kullanılmaktadır.

3.2. Profillendirilmiş Metal Levha

2m-3m genişliklerinde, yüzeyleri preslenerek veya bükülerek profillendirilen panellerdir. Bu levhalarda malzeme olarak genellikle alüminyum ve çelik kullanılır üzerleri de hava koşullarına karşı yalıtımı sağlamak için renkli koruyucu boyalarla kaplanır. Levhalar, taşıyıcı çerçeveye bulonlanan, sıcak veya soğuk şekillendirilmiş çelik köşebent ya da C,U profilli kayıtlara, çeşitli tipte kanca, bulonlarla taşınır (Şekil 1). Bazı üreticiler, levha yüzeyinde gizli tespit yerleri (gizli kips vb) geliştirmişlerdir. Çelik kayıtların üzerinde plastik pullar ve izolasyon bantları kullanarak metalin yüzeyinde korozyon oluşması önlenmelidir. Vida veya kanca bulonla montajda kenar oluklarının birisi katlanarak hava yalıtımı sağlanır.

Şekil 1. Profillendirilmiş metal levha [1]

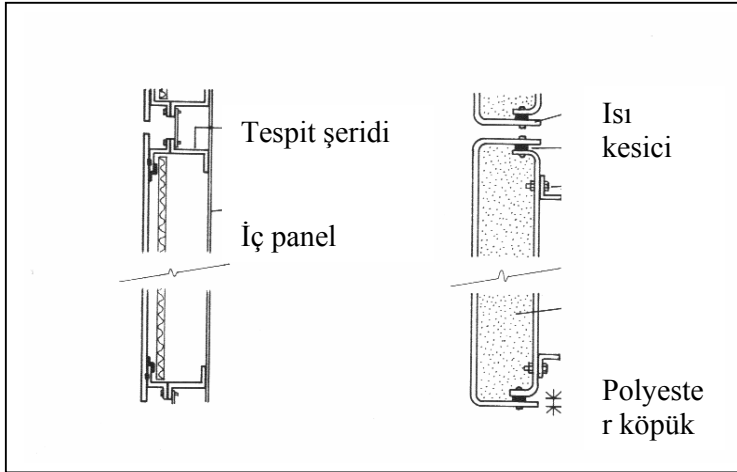


Hava koşullarına göre metalin ucunda bükülen kısım 100-200mm arasında değişmektedir. Normal uzunluğu 10-13m olan yüksek levhalarda büküm gerekli ise bu büküm yerleri levhaların üzerinde yapılmalıdır. Kapı-pencere birleşimlerinde Z şeklinde tespitler yapılmalıdır. Levhaların kıvrımları, üstte ve altta hava ve buhar etkisine karşı plastik köpük ya da sentetik macun dolguyla kapatılmalıdır [11]. Metal malzemenin diğer malzemelerle birlikte gösterdiği reaksiyonun bilinmesi gereklidir. Özellikle alüminyum farklı metaller ile elektrolitik korozyondan kolay etkilenir. Kaplama delinir veya kesilirse anot durumundaki alüminyum kolay etkilenir. Alüminyum, çinko veya çinko kaplama arasında korozyon oluşmaz. Alüminyum kaplama, organik olarak kaplansın veya kaplanmasın diğer yapı malzemelerinden olumsuz etkilenir. Diğer yapı malzemeleriyle doğrudan temas etmeyecek, suyun ilerlemesinin önlediği drenajların yapıldığı titiz detaylandırma gerektirmektedir. Kaplamanın üzerine kaplamanın stabilitesini arttırıcı destekler monte edilip, bunların aralarına da yalıtım malzemesi yerleştirilir [6].

3.3. Kompozit Metal Paneller

İki çelik veya alüminyum arasına izolasyon dolgu konulan panellerdir. Profil kompozit levhaların avantajları sürekli seri üretilerek ekonomik olmasıdır. 10m uzunluğa kadar üretilen levhalar, strüktüre tespitlenmiş taşıyıcı ızgaraya yerleştirilecek şekilde tasarlanır. Kompozit paneller

- Taşıyıcı çerçeveye oturan bükülmüş düz levha
- Köpük dolgu panel
- Lamine paneller
- Koruyucu panel, olarak sınılandırılabılır.



İzolasyon malzemesi panelin arkasına ya da düz panellin arka yüzeyine yapıştırılmış olabilir. Kompozit metal paneller prensipte iki şekilde düzenlenir. Birincisi; profillendirilmiş metal levha ile ona yapıştırılmış kaplamadan oluşan paneller, ikincisi; bağlantıları olmadan sonradan dik konuma getirildiğinde de panel karakterini koruyan panellerdir. Panellerin dolgusu yapıştırıldığı iki yüzey levhasına dayanıklılık kazandırırken, aynı zamanda ısı yalıtımı sağlamaktadır.

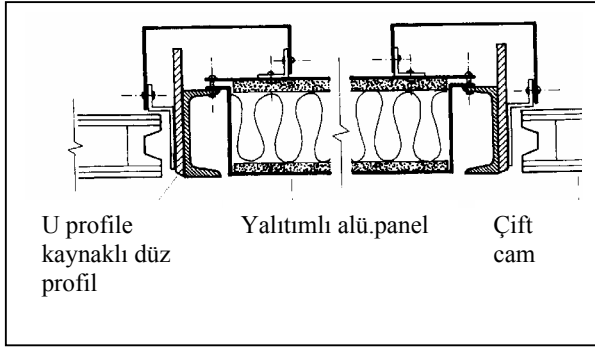
Şekil 2. Kompozit Paneller [11]

Panel dolgusu, profile mukavemet kazandıran ama yalıtım sağlamayan, metal, kağıt veya balsa ağacından petek dolgu şeklinde de olabilir. Panelin yüzeyindeki levhaların kendisinde hafifçe profillendirilerek daha fazla mukavemet elde edilebilir. Bu şekilde iki mesnet arasındaki açıklık geçebilme kabiliyeti artırılır. Panel dolgusunun izolasyon malzemesi olduğu veya hava geçirmez panelin içine hapsedilmiş havanın genleştiği durumlarda, kompozit paneller, iç ve dış yüzeyleri arasında farklı genleşmeler sebebiyle boyutsal değişimlere neden olur. Kenarları kapatılan yalıtılmış panelin iç ve dış yüzeyleri arasındaki boyutsal farklılaşma, genleşen veya büzülen yüzeyin eğilmesine ya da bel vermesine sebep olur. Dıştaki levhanın içtekinden ayrılması; levhaların kendi başına serbest hareketine izin verirken aynı zamanda da burkulmayı önler [11]. Sandviç paneller çok amaçlı poliüretan yalıtım çekirdekli ve iki kesmeye dayanımlı metal levhadan oluşan prefabrike kompozit elemanlardır.

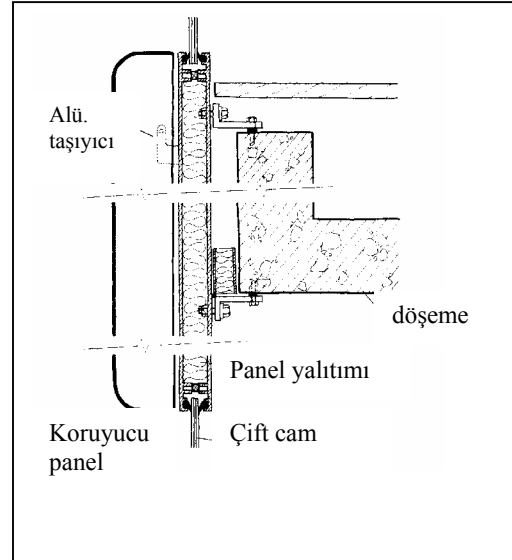
gereklidir, paneller basınç altında gerekli dayanımı göstermesi için sürekli kontrol edilmelidir. Üreticiler, iyi bükülmenin önemini, ısı, nem ve üretim sırasında kaplama yüklemeye yüklerini kontrol etmektedirler.

Lamine Paneller (Şekil 5): Lamine paneller genellikle pencere kapı ve jaluzilerde kullanılır. Çok sayıda büyük lamine paneller, ısı altında birbirine preslenir. polystyrene mineral yün, petek kağıt çekirdeğe yerleştirilerek lamine paneller üretilir. Balpeteği çekirdek boşluklarına yapıştırırma avantajlıdır ve panel yüzeylerini iyi yapıştırırıcıdır.

Koruyucu/Kesici Panel (Şekil 6): Bu taşıyıcı çerçeveye asılı veya vidalı olan levhalar ile lamine panelin kombinasyonudur. 4mm-6mm kalınlığındaki alüminyum levha lamine panelin önüne tespit edilerek iki levha arasındaki havalandırılmalı boşluk dış hava şartlarından korunur. Bu panel kesici /koruyucu anlamındadır.



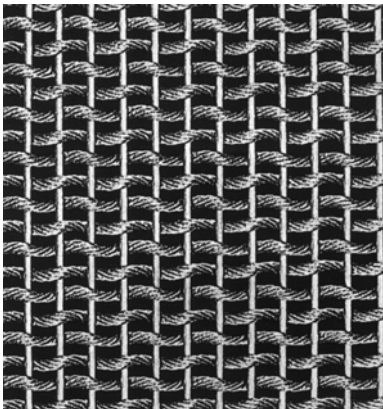
Şekil 5. Londra Danimarka Büyükelçiliği'nde kullanılan lamine panel detayı [6]



Şekil 6. Koruyucu panel uygulaması [6]

3. 4. Metal Örgüler

Yuvarlak veya düz teller, bantlar veya kablolar, çok çeşitli metal örgülerde kullanılmaktadır. Bu örgüler genellikle paslanmaz çelik, titanyum, krom-nikel çelik ve hatta bakır ve pirinç malzeme kullanılır. Klasik dokuma yöntemiyle 8m genişlikte örgü üretilebilir. Büyük stabilitelerinden dolayı orta dikişsiz veya birleşim elemanları olmaksızın büyük alanlarda kullanılabilir. Günümüzde, mimaride bu malzemelerin kullanımı yaygınlaşmaktadır (Şekil 7) [3].



Metal örgüler yuvarlak veya düz çubuklar, tel, iplik veya kablolardan yapılmaktadır. Metal malzemesi, kaplamasız demir, galvanizli çelik, paslanmaz çelik, krom, nikel ve çeliktir. Alüminyum, bronz, bakır, pirinç, titanyum ve kalay isteğe bağlı olarak kullanılabilir. Dokumada uzun teller, farklı biçimlerle yatay tellerle örülür. Metal örgü levhalar filtre, ses emici ve

süzgeç olarak kullanılmaktadır.

Şekil 7. Metal örgü [3]

SONUÇ

Uzun yıllardır duvar kaplaması olarak kullanılan metal levhalar, başlıca profillendirilmiş alüminyum ve çelik levhalar şeklinde, fabrikaların veya diğer tek katlı yapıların duvar kaplaması ya da çatı örtüsü olarak kullanılmıştır. Oluklu saç levhalar, açıklık geçme ve görünüş avantajları trapez levhaların yerini almıştır. Her iki şekilde de, profillendirilmiş biçimdeki alüminyum veya galvanize edilmiş çelik levhalar koruyucu olarak inorganik plastik esaslı bir kaplama ile kaplanabilir. İnce metal levhaların zayıf ısı özellikleri ve mevcut enerji korunumu gerekliliğinden, rijitliği sağlamak için profillendirilmiş iki levha arasına izolasyon dolgusu ile sandviç şeklinde kompozit metal levhalar üretilir. Kompozit levhaların izolasyon kaplamaları ve izolasyon dolgu avantajlarından ötürü bu levhalar tek katlı yapılarda çatı ve duvar kaplaması olarak kullanılır. Seçilen metal malzemeye göre panelin dış hava şartlarından etkilenmemesi için üzeri çeşitli kaplama işlemleri ile korunmaktadır. Maliyet de göz önünde bulundurularak yapının fonksiyonuna uygun kaplama seçilerek, ister malzemenin doğal renginden, veya renk katılarak, görsel etki artırılabilirdiği gibi panellerin üzerindeki dokulardan da bu görsel ifade için yararlanılır.

KAYNAKLAR

- [1] EŞSİZ,Ö., (2000), *Recent Trends in The Metal Claddings*, APSEC 2000 4TH Asia Pasific Structural Engineering& Construction Conference, Malaysia
- [2] EŞSİZ,Ö., (2000),*Metal Cladding of Modern Steel Structures, Advances in Civil Engineering, 1-3 November 2000, Gazimaqusa, Turish Republic of Northern Cyprus*
- [3] EŞSİZ,Ö., (2004), *Metal Cephe Kaplamaları*, Arredamento Dekorasyon, Sayı 1
- [4] QUIROUETTE, (1999),*Glass and Metal Curtain Wall Systems*,[http:// wolf. cisti.nrc.ca/itc/bsi/82-3_E.html](http://wolf.cisti.nrc.ca/itc/bsi/82-3_E.html)
- [5] BARRY,R., (1992), *The Construction of Buildings*, Blackwell Scientific Publications, England
- [6] BROOKES,J.A., (1998), *Cladding of Buildings*, E&FN Spon, London
- [7] SCHAFER,S., (2003,7-8),*Metal Mesh Facades, Detail*
- [8] NASHED,F., (1995), *Time Saver Details for Exterior Wall Design*, Mc Graw Hill,London
- [9] <http://www.angelfire.com/al/aluminum/alyuzeyislem.html>
- [10] <http://www.maden.org.tr/yeni3/yayinlar/kitaplar/madenciliksektoru2002.htm>
- [11] FOSTER, J.,HARİNGTON,R.,(1994), *Structure&Fabric*, Longman Scientific & Technical, London