

YANSITICI MEMBRANLARIN ENERJİ TASARRUFUNA KATKILARI

Attila Pehlivanoglu¹
Stefano Zambelli²
Vittorio Traversin³

Konu Başlık No: 4 Sürdürülebilir Çatı ve Cephe Sistemleri

ÖZET

Çatılarda ısı yalıtımı ve su yalıtımı yapılırken, iletim ve taşıma yoluyla yayılan ısının yalıtımına ve özellikle yansıtıcı membranların ısı dirençlerine ve enerji tasarrufuna katkılarına pek önem verilmemektedir. Ancak Türkiye'deki değişken klima bölgeleri ve bilhassa çatılardaki etkileri dikkate alınır; yaz sıcaklarından korunmakve kışın ısı yalıtımını desteklemek için yansıtıcı memebranlar çok önemlidir.

Sezgilerimiz yansıtıcı membranların güneş ışınlarını yansıtıklarından dolayı, yazın güneş ısısını yansıtarak binaların serin kalmasını sağlarken, kışın radyant ısı transferini engelleyen yüzeyi ve hava geçirmezlik özelliği sayesinde binadaki ısı kayıplarını asgariye indiriceklere şeklidir. Ancak bu düşüncemizin bilimsel olarak geçerliliğinin olması için, reflektif özellikli su buharı geçişine açık su yalıtım örtülerinin bazı farklı özelliklere sahip olmaları; dolayısıyla çatıların geometrisine ve yapılarına uyum sağlamaları gerekmektedir. Alışlagelmiş diğer kiremit altı örtülerinin, farklı teknik özelliğe sahip olan bu yansıtıcı membranlarla karşılaştırıldıklarında ısı yayılmasının engellenmesinde hiç bir katkıları yoktur.

ANAHTAR KELİMELER

Enerji, Yansıma, Yalıtım, Radyasyon, Işıma

¹ Attila Pehlivanoglu, Hustadtring 37, Zip Code 44801, Bochum, Deutschland. Tel. 00492343695739, Fax 00492343695736, E-mail a.pehlivanoglu@t-online.de.

² Stefano Zambelli, Via Spercenigo 5, 31030 Carbonera (TV) Italy, +390422445507, +390422445492, stefano.zambelli@silcartcorp.com, Silacart S.R.L.

³ Vittorio Traversin, Via Spercenigo 5, 31030 Carbonera (TV) Italy, +390422445507, +390422445492, vittorio.traversin@silcartcorp.com, Silacart S.R.L.

Türkiye'deki Isı Bölgelerinin Analizi



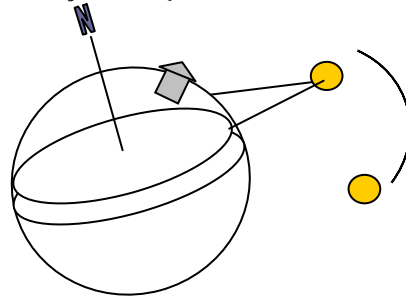
Türkiye coğrafyası 36° ile 42° kuzey enlemleri arasındadır. Yaz aylarındaki ortalama sıcaklıklar 30°C derecedir ve rüzgar etkisinin az görüldüğü iç bölgelerde ise sıcaklıklar kolayca 35°C dereceyi aşmaktadır.

	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Antalya	25	28	28	25
İzmir	25	28	27	23
İstanbul	21	23	23	20
Trabzon	20	22	22	19
Ankara	20	23	23	18
Erzurum	15	19	20	15
Diyarbakır	26	31	31	25

Yaz aylarındaki ortalama sıcaklıklar

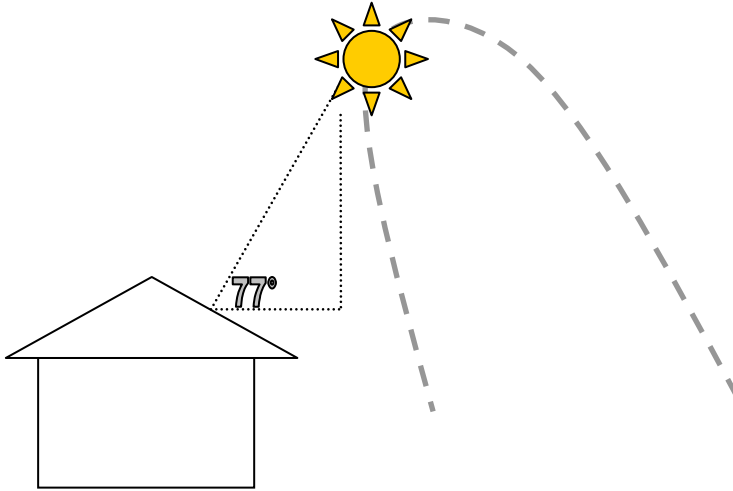
Yaz aylarında güneşli günler daha çok ve bilhassa daha tesirlidir. Bunun iki sebebi vardır: Birincisi güneşin gün boyunca yansıma süresi ve diğeri ise güneş ışınlarının yansıma gücüdür. Güneşin yeryüzüne olan konumunu dikkate alındığında yansıma daha güçlü ve daha tesirlidir.

21 haziranda güneş en yüksek konumdadır (Yaz dönencesi – güneş konumu 23° 26' 21" N olup, en yüksek noktadadır) ve güneş ışınları Türkiye'nin kuzey bölgelerinde 71° derece açıdan ve Türkiye'nin güney bölgelerinde de 77° derece açıdan düşmektedir.



Binaların dış cephelerini bu göstergeler pek ilgilendirmez. Çünkü güneş ışınları sadece günün belli zamanlarında ufuktaki düşük noktadan (sabahın erken saatlerinde ve akşam üstü -Şafak ve Günbatımı) dik olarak dış duvarlara düşmektedir. Güneşin yansıma gücü güneş ışınları atmosferde kırıldığından günün erken saatlerinde ve günbatımında düşüktür

Türkiye’deki binaların çatılarının eğiminin ortalama yüzde 20° ile 30° eğimli oldukları göz önünde bulundurulursa, yüksek güneş ışınlarının binanın güney cepesindeki ahşap çatılara daha fazla tesir ettiği kolayca anlaşılır. Kiremit kaplı çatı yüzeylerinde ve bitirme işlerinde, çatı detaylarında kullanılan koyu renkli kaplamaların yüzeylerinde yansıması daha tesirlidir ve dolayısıyla yüksek termik ışıma verirler.



Radyasyon ısı iletkenlik miktarı

Fiziksel olarak ısı üç yoldan yayılmaktadır: İletim, Konveksiyon ve Yansıma.

Reflektif membranlar yansıma (termal radyasyon) yoluyla ısı yayılmasını engellemektedir. Yansıma yoluyla ısının yayılmasına en iyi örnek elektrikli sobalar, radyatörlerdir. Ayrıca bu örneğe kaloriferlerin arkasına pencere altındaki duvarların iç kısımlarına yapıştırılan alüminyum kaplamalı ısı yalıtım levhalarının da katabiliriz. Soğuk ve sıcak yüzeyler arasındaki hava boşluğundaki az hareket eden veya hemen hemen duran ısının yayılmasında ve ısı değişiminde, yansıma önemli rol oynamaktadır.

Kiremitler ve her türlü çatı kaplamaları güneş ışınlarıyla ısınır ve buradaki sıcaklığı alt katmanlara iletir. Isı yalıtımsız kırma çatılarda bu sıcaklık hemen çatı arasına geçer. Ancak ısı yalıtımı olan çatılarda ısı çatı kaplamasıyla ısı yalıtımı arasındaki hava boşluğunu geçerek ısı yalıtımının ön yüzüne ulaşır. Çatı kaplaması altındaki boşlukların içinde konveksiyon (hava sirkülasyonu) karmaşık bir davranış sergilemektedir ve termal radyasyon mekanizmasına entegre edilmiştir ve bu yüzden teoriksel avantajları kabul görür. [1]

Isının çoğunluğu sıcak kiremitlerin ardındaki hava katmanlarını geçerek izolasyon panelinin soğuk yüzeyine ulaşır. Ancak yüksek miktardaki termal radyasyon (kızılötesi ışınım yoluyla) kiremitler tarafından tamamen emilerek, kiremit kaplaması altındaki hava boşluğunu geçerek ısı yalıtımına ulaşır ve ısı yalıtımı levhaları bünyesinde absorbe olur emilir. Kışın bu fenomen yaz ayındakinin tersidir: İç mekandaki ısı, ısı yalıtımı levhasının sıcak alt yüzeyini geçerek ısı yalıtımı levhasının soğuk üst yüzeyine iletir. Isı enerjisi geçişi yalıtım levhasının iletkenliğine ve altındaki ile üstündeki bölümlerdeki ısı farkına bağlıdır. Isı yalıtım panelleri karakteristik özelliklerini sadece bir yüzeyinin daimi ısınmasıyla kaybetmezler ama bu durumlarda sıcaklık düşüşü normalden daha yüksektir ve bu durum sabittir ve izolasyon levhalarının kalınlığına bağlı değildir.

Bu sebepten ısı yalıtımının gerçek ısı dirençleri bu levhaların tabaka kalınlıklarının belirli bir değerine (6 cm civarında) doğru orantılı değildir.

Bu gerçeği bir örnekle açıklamak istiyoruz. Isı yalıtımı levhası ile kiremit arasındaki yansıtıcı hava boşluğunun ısı direnci, $R, 0,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ 'dir. 6 cm kalınlığındaki poliretan levhanın ısı direnci ise yaklaşık $2,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ ve 6 cm kalınlığındaki poliretan levhanın ısı direnci ise yaklaşık $3,4 \text{ m}^2\text{K/W}$ 'tır. Katman iki katına çıkmış olsada termal direnç artışı % 65 dir, yani % 100 değildir. Bunun Fourier kurallarına ters düştüğü görünüyor: Bu kurala göre termal direnç katman kalınlığına orantılı olmalı,

ama Fourier kuralı kesinlikle konveksiyon ve radyasyon yoluyla iletim hariç sadece sabit iletim veya gerçek akım (panelin kendisi ısısı ve sistemin sıcaklık değişiklikleri hariç durumlar için) geçerlidir.

Isı tasarrufu açısından 6 cm ısı yalıtımının (ek bir hava boşluğunun varlığı dikkate alındığında) etkisi takriben yansıtıcı boşluğu olmayan 9 cm ısı yalıtımına eşdeğerdir. Aynı kavram daha kalın tabakalar için daha belirgindir. Örneğin 12 cm kalınlığındaki bir yalıtım tabakası yansıtıcı boşluk ile birlikte yaklaşık 24 cm yalıtım tabakasına eşdeğer olacaktır. Başka bir avantaj yansıtıcı boşluk ile uygulanmış bir yalıtım levhası daha az ısı alır ve kendi termal kapasitesinde dolaylı olarak bir büyüme görülür. Bu özellikle genişletilmiş yalıtım panelleri için alakalı olduğundan, termal dalga aşamasının verileri kötüdür. 35 kg/m³ yoğunluğundaki 12 cm kalınlığındaki bir poliüretan paneli 4 saat termal dalga aşaması sunuyor, diğer taraftan bir yansıtıcı boşluk ilavesiyle yaklaşık 5 saat termal dalga aşaması sunuyor. Bu aşama aynı 16 cm paneldeki gibi 5 saatlik bir artış göstermektedir. İdeal olarak 8 saatlik termal dalga aşaması gösteren 22 cm kalınlığındaki bir ısı yalıtım paneli yansıtıcı boşluk uygulandığında, 28 cm kalınlığındaki (yansıtıcı boşluksuz) ısı yalıtım paneliyle aynı özellikte olurdu.

Işınım yolu ile ısıнын geçişini engellemenin en kolay yolu o hava boşluğunun önüne reflektif bir malzeme olan yansıtıcı membranı koymaktır. Ayrıca metal yüzey yaz aylarında serin saatlerinde ısı yayılımına yardımcı olur. Genleştirilmiş ısı yalıtımlarının düşük dalga aşamaları ahşap kaplamalarla veya daha yüksek termal kapasitesi özellikli benzeri malzemelerle uygulanması durumunda iyileşir ve metalize levhaların uygulanması durumunda avantajlarını artırmaktadır. [2]

Yansıtıcı membranın uygulama şeklinin belirlenmesi

Radyant ısı transferi engellemesine katkıda bulunacak bir boşluk elde etmek isteniyorsa kesinlikle yansıtıcı yüzeyin üstünde bir hava boşluğu gereklidir. Yazın güneş ısısının yansıtılması ve binaların serin kalmasını için kiremit ve yalıtım paneli arasında boşluğun kalınlığı 8 cm ve kışın ısı transferinin engellemesini için yalıtım paneli ile tavan arasındaki boşluğun kalınlığı 6 cm civarında olmalıdır. Kalın yaz hava katmanı (8 cm) hava akımından iyi bir profil elde etmek için gereklidir. İç kısımdaki boşluk ise türbülans hava hareketlerini sınırladığından konveksiyonel ısı değişimine daha iyi katkıda bulunur.

Kışın gerekli tasarruf elde etmek için yalıtım paneli ile tavan arasında bir boşluk gerekir!

Bu bahsettiğimiz çatı şekli yeni bir kavramı temsil eder ama kışın değişik türlü yansıtıcı membraları ile enerji tasarrufuna katkı elde etmek için tek yöntemdir. Yansıtıcı membran üreticilerinin çoğu, uygulamada katmanların doğru sıralanmasını netleştirmezlerken, SILCART öte yandan geçerli sonuçlar alabilmek için çalışmalar yapmış, yansıtıcı membranın en verimli uygulama şeklini belirlemiştir ve hala kapsamlı araştırmalarını devam ettirmektedir. Yansıtıcı membranın doğru uygulanışı aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.



Yansıtıcı yüzeyin önünde kesinlikle hava boşluğunun olması gerekir ancak böyle yansıma verimli olur. Çünkü yansıma ancak hava boşluğunda serbestce hareket etmektedir. Hava boşluğunun sağlam yapısı ve diğer katmanlarla uyumu yapı sektöründe kabul görmüş ve kullanılmaktadır, ince veya hafif şekli kızılötesi ışınları ve adsorbe ederek haznesini ısıtmaktadır.

Örneğin, genişletilmiş 5 cm ısı yalıtımı tabakasının yoğunluğunun 10 kg/m³'den daha az olması halinde kızılötesi radyasyon akımının onda birini bırakması gerekiyor. Açıkçası bu yoğunluğuktaki malzemenin sonuçları çok düşük ve malzeme de çok kırılğan olurdu [3].

Metalik katmanın bahsettiğimiz nedenlerden yüzeyleri kirlense ve aşınıp işlevleri azalsa dahi havayla teması olması gerekir. Polimer koruyucu kaplama birçok metal tabakalar korur, her ne kadar ince olsada, izolasyon panelinin çıplak yüzeyinden kızılötesi radyasyonu emer. Bu durumda metal tabaka neredeyse işe yaramaz hale gelir.

LaminReflex und ProtonReflex'in özellikleri

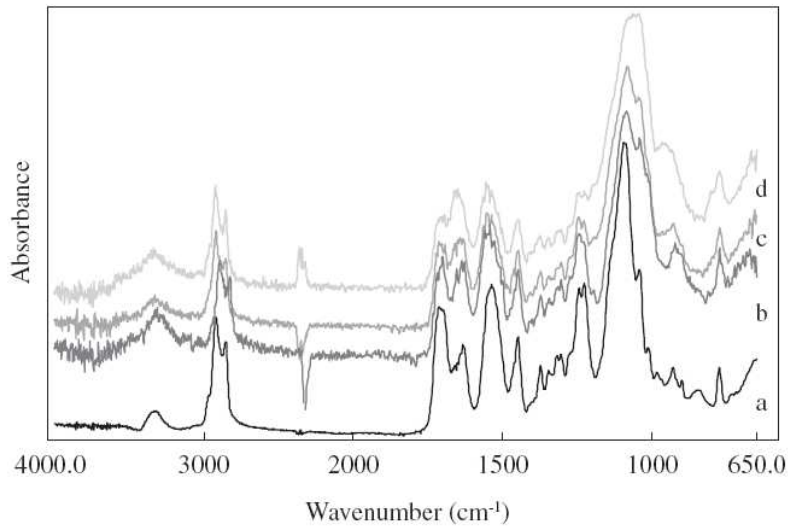
Radyasyon ısı transferi ile ilgili hususları ve yansıtıcı ürünlerin diğer çatı bileşenleriyle uyumlu bir şekilde uygulanışı değindikten sonra, şimdi size SILCART ürünlerinin kendisine özgü özellikleri anlatmak istiyoruz.

LaminReflex ve ProtonReflex benzersiz ürünlerdir ve korozyona karşı mükemmel bir direnç ve iyi bir çağdaş reflektivite sağlamaktadır. Bu yönleriyle de ilgili bazı yanlış anlaşılmalarda olmaktadır. İdeal bir ürünün yüzeyi pürüzsüz, metalik ve korozyona dayanıklı olmalıdır.

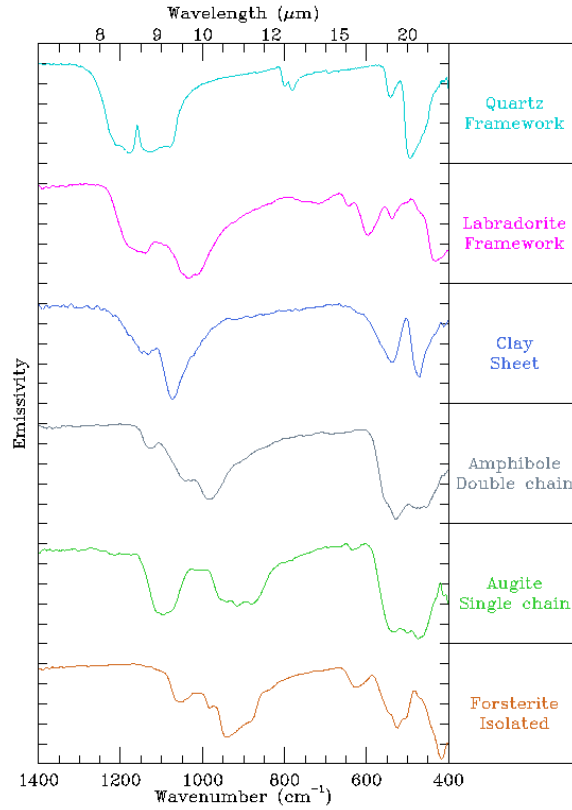
Maliyetleri ve yapı endüstrisinin ihtiyaçları göz önüne alındığında bu kombinasyondan şu anda sonuç almak imkansızdır. Kullanılan metal, alüminyum, aslında iyi bir yansıtma sunar ama korozyona karşı çok zayıftır hem folyo hemde de vakuum kaplama formunda (Fiziksel Buhar Biriktirme, PVD) kullanılır.

Tipik alüminyum folyo bir polimerik film kaplama ile korunur fakat gördüğümüz kadarıyla, metal yüzey kızılötesi radyasyonu yansıtmaz ve kızılötesi radyasyon ışınlarının çoğu polimer film kaplamasının ısınmasıyla emilip daha derin tabakalara yansır. Polimer filmin kaplamasının şeffaflığı yanlıttıcıdır. Çünkü spektrumunun görünür bölgesinde şeffaflık, kızılötesi bölgedeki şeffaflık anlamına gelmez. Ayrıca bizim kızılötesi belirli bir bölgeyi göz önünde bulundurmanız gerekir, 1000 ve 1300 cm⁻¹ arasındaki bölge (veya 10.000 ve 8.000 nm arasında bölge), çünkü yazın sıcak kiremitler ve kışın ısıtılan evin tavanı bu değerlerinde ışınım yayarlar.

Yapı sektöründe kullanılan tüm ısı yalıtım malzemeleri güçlü kızılötesi radyasyonu emerler. Örnek olarak çeşitli tür poliüretanların spektrumlarını (absorpsiyon ve kızılötesi dalga değerlerini) organik (a) veya inorganik (b, c, d) olarak aşağıdaki şekilde görebilirsiniz [4].



Absorpsiyon boyları (zirveleri) tipik organik bağların titreşim modları sayesinde tüm organik ve doğal ısı yalıtım malzelerinde vardır. Silikat minerallerinden elde edilen cam veya taş yünleri gibi inorganik ısı yalıtımları, gelecek şekilde görebileceğiniz benzer sorunu sunar.



Spektrumlarının ikinci serisinde görüldüğü gibi emisyon değerleri absorpsiyona göre daha azdır, grafikteki zirveler geleneksel aşağı durumda odaklı olarak sıralanmıştır. Absorpsiyon ve emisyon Kirchhoff'un termal yayılma radyasyon kurallarına bağlıdır. Termal dengede, bir katmanın bünyesindeki (ya da yüzeyinde) emisyon (infrarot ışınının emilmesi), onun absorbtivitesine (infrarot ışınını yaymasına) eşittir. Yayıma ve yansıma (bazı yüzeyleri opak olan kalın malzemelerin geçirgenlik sonuçları dikkate alınmayacak kadar farklılık gösterdiğinden) enerji değişim denklemi ile bağlantılıdır:

$$\text{Absorbsiyon (veya Emisyon)} + \text{Yansıtma} = 1$$

Bu nedenle düşük emisyon kapasitesine sahip malzemeler yüksek reflektifite (veya geçirgenliği) gösterir, aşağıdaki tabloda tipik yalıtım malzemeleri için yayma değerleri sunulmuştur:

Malzeme	Yayma
Alüminyum (vakum katmanlı)	0.04
Poliüretan levha	0.60
Cam elyaf	0.94
Kontrplak	0.82
Kağıt	0.90
Poliystren (styrofoam)	0.60

Yukarıdaki değerler kızılötesi bölgedeki spektral hattın ortalamasıdır ve gerçek değerler daha düşüktür, çünkü bu değerler parlak ve pürüzsüz bir örnek göz önüne alınarak elde edilmektedir. Ayrıca, vakuma yatırılan alüminyumun, (her zaman mükemmel parlak ve pürüzsüz bir yüzeylerinin), radyasyonu % 96'sını yansıgını görebilirsiniz.

Alüminyumun yansıtıcı güç sonucu yüksektir, fakat yaklaşık iki yıl içinde ortaya çıkan sunuç, tamamen veya kısmen aşınmış olacağından düşüktür. Bu gerçek özellikle yüzeyleri PVD kaplı

alüminyumlarda belirgindir. PVD düşük maliyetleri nedeniyle en çok kullanılan tekniktir, ancak metallerin yüzeyleri polimer ürünler ile kaplandığından beyaz donuk bir tür olarak nitelendirilir. Tüm metaller ve polimerler kimyasal olarak aynı gruptan değildir ve böylelikle yapışma sonuçları çok düşüktür.

Başka daha çok karşılaşılan bir çözüm şekli ise yüzeyleri kaplanacak ürünlerin, alüminyum tozu içeren katmanlarla birleştirilmesidir. Bu çözüm hem yapışma hemde koruma sağlar, ama metal dispersiyonunda kullanılan kaplamalar organik maddeler içerir ve metalin yansıtma işlemi esnasında kızılötesi ışın absorbe ederek kaybeder. Biz mevcut gerçek metale kaplama yöntemine bir alternatif olarak, kızılötesi ışınları yayan şeffaf inorganik dolgu kaplamalarını inceliyoruz.

ProtonReflex ve LaminReflex ürünlerimizin yüzeyleri metale ve PVD fışkırtması ile kaplıdır. Fışkırtma yöntemi PVD benzeri bir tekniktir ama fışkırtma işlemi esnasında metalik bir plazma kullanılır, basit metalik buharlar kullanılmaz. Fışkırtma esnasında metalik plazma kaplama, plastik yüzeye güçlü bir şekilde tutunur ve yüzeye daimi bağlı halde kalır. Ayrıca plazma elektrikli ve manyetik alanlara tabidir ve bu gerçek yüzeydeki fışkırtma birikimi kalınlığının ve bütünlük kontrolü için çok iyidir. Fışkırtma metodu sadece alüminyum değil tüm metallerde uygulandığından ve alüminyum ve PVD üreticilerinin çoğunda mevcuttur.

Biz ürünlerimiz için korozyona dayanıklı olan ve daha iyi görev yapan derin kaplama kullanıyoruz ve böylelikle metalik doğasından dolayı daha iyi yansıtan güçlü alüminyum PVD tabakalı bir substrat elde ediyoruz. Alüminyumun tümüden korozyona uğradığı en aşırı durumda bile, derin katman, reflektif özelliğini kaybetmez.

Yaptığımız testlerde ProtonReflex ve LaminReflex ile piyasadaki güçlü asitlere ve alkalilere karşı daha az dayanıklı ürünleri karşılaştırdık. Test ettiğimiz diğer ürünlerin bazılarının çok az olsada daha iyi bir yansıma gösterdikleri ancak korozyon işlemine karşı zayıf ürünler olduklarını keşfettik. Silcart ürünlerimiz yaptığımız test sonuçlarında paslanmaya karşı çok direncilidir, çok iyi bir yansıtıcıdır ve güçlü bir kombinasyon teşkil etmektedir.

Enerji tasarrufu

Düşüncemizdeki çalışmalarımızı, hesaplamaları ve simülasyonları sonuçlandırdık. Şimdi sizlere bunlara dayanarak yansıtıcı ürünlerin kullanılması halinde hem ekonomik kazanç hemde enerji tasarrufu sağladıklarını söyleyebiliriz. Elde ettiğimiz veriler, enerji değerleri ve ekonomik değerleri kesinlikle güvenlidir. Bu niceliksel açıklamaları yapmak ve kararlı veri elde etmek için ayrı ayrı ısı yalıtım malzemeleriyle testler yaptık. Yansıtıcı membranlar çatıları gerçekten termal radyasyondan korur ve bu nedenle diğerlerinden ayırmak için bu katkıları yeterlidir. Termal radyasyon, eğer çalkantılı turbülanslı olmayan doğal konveksiyonu değerlendirilirse, üç ayrı ısı değişimi mekanizmalarının en karışığıdır ((Isı değişim mekanizmaları iletim, konveksiyon ve yansımadır).

Elde ettiğimiz veriler, Venedik Mimarlık Fakültesinde (IUAV) görevli olan Profesör Porciani ve Profesör Romagnoni ile işbirliği içinde hesaplanmıştır ve KlimaHaus şirketinin ve diğer şirketlerin yayınladığı benzeri tablolarıyla karşılaştırılmıştır. Tüm bunlara dayanarak söyleyebiliriz ki; yansıtıcı membranların uygulanması halinde 0,5 €/m² yıllık ekonomik tasarruf elde edilir. Bu veri, Kuzey İtalya'ya (ya da Merkez Avrupa'ya) tipik bir metan ısıtma dikkate alınarak, ProtonReflex kullanılan çatılardan elde edilmiştir.

Yıllık tasarruf: 0,5 €/m²

Yaz aylarındaki durum daha karışık olduğundan aynı yöntemi kullanamıyoruz, dolayısıyla geçerli tahminleri simülasyonlara dayalı deneysel yöntemlerle ve birçok gerçek çatı örneklerini uzun süreli gözleyerek netleştirebiliriz.. Bu yaz aylarındaki aşırı değişkenlik, farklı iklim koşullarına bağlıdır. Aynı nedenlerden dolayı farklı yalıtım levhalarının ısıtma amaçlı enerji tüketimine katkıları standart kış durumlarına dayalıdır. Kış şartları gerçekten daha sabittir, sadece yaz sezonu için termal amplitüd'ün daha az olduğu düşünülmektedir [5]

Aşağıdaki tabloda ısı yalıtımı uygulanmış, ancak üzerine yansıtıcı bir çatı örtüsü serilmemiş sadece ahşap bir çatı için hesaplanmış ekonomik tasarruf verilerini görebilirsiniz. Ayrıca tabloda uygulanan malzemelerin uygulama masraflarında dikkate alınarak oluşan maliyetlerinin kaç yılda amortisman olacağı belirtilmiştir.

Kalınlık	6 cm	9 cm	12 cm	24 cm
Panel fiyatı	10 €	15 €	20 €	40 €
Enerji maliyeti	2.2 €	1.7 €	1.2 €	0.7 €
Tasarruf	9.6 €	10.1 €	10.6 €	11.1 €
Amortiyeye yılı	1.2 Yıl	1.8 Yıl	2.2 Yıl	3.6 Yıl

Yaz aylarının karmaşıklığının yanısıra enerji tasarrufunun kış aylarına benzer olduğunu hiç tereddüt etmeden ve inanarak söyleyebiliriz. Gerçekten Laminreflex ve diğer buhara açık su yalıtımı örtülerinin buhar kesici membranlarla karşılaştırıldığında, yüzeyinin daha pürüzlü olmasından dolayı, daha az ısı yayarlar. Ama bu tip uygulamalarda çatı kaplamaları (kiremitler) ile ısı yalıtımı arasındaki sıcaklık iki kat ve hatta daha fazladır. Yansıma, güneş ışınlarıyla ısınmış çatılarda daha çok rol oynamaktadır. Bizim ayrıca bir kaygımız daha var, bu metal örtülerin reflektif özelliğinin, zamanla yıpranma, kirlenme ve korozyon sonucu azalacağı yönündedir. Bu gerçek bütün metal ürünler için kaçınılmazdır. Çünkü gördüğümüz gibi metaller verimli bir refleksiyon sağlamaları için kullanılmaktadır. Çevredeki doğal etkenlerden etkilenmeyen ve yüksek refleksiyon özelliğine sahip eşsiz metaller altın ve gümüşdür ama bunları kullanmamız mümkün değildir (düşünün ki fişkırtması teknikleri bunlarla rahatca yapılabilir).

SILCART ürünlerimiz uygulandıktan sonraki ilk iki yıl boyunca refleksiyon verimliliğini tamamen korurlar. Ondan sonraki diğer iki yıldan sonra verimliliğinin %20'sini kaybeder ve altıncı yılda sadece %20'sini daha kaybeder. Bu veriler kendi laboratuvarlarımızda kimyasal maddelerle yaptığımız nitelikli yaşlanma testlerinden edinilen verilerle ve diğer teknik yayınlardaki verilerle uyumaktadır. Yüksek refleksiyon dercesi olan diğer ürünler ise refleksiyon verimliliklerini ilk iki yılda %50 kaybederler ve ilk iki yıldan sonra refleksiyon verimliliğini geri kalan kullanım süreleri içinde belirsiz bir şekilde kaybederler.[6]

KAYNAKLAR

[1] **Business Relation deposited at SILCART laboratories by Luca Porciani**, Professor of Environmental Control Techniques, Sustainable Architecture faculty of Venice, Italy (IUAV).

[2] **“Efficient insulation – the key to effective thermal protection in summer”**, http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Factsheets_public/BING_FACTSHEET10_Efficient_insulation_-_the_key_to_effective_thermal_protection_in_summer.pdf

[3] **“Valutazione sperimentale dell’effetto dell’emissività delle superfici sulla conduttività termica apparente dei materiali isolanti semitrasparenti leggeri”**, (Experimental Valuations about emissivity effect on thermic conductivity of the surface of nearly transparent light insulant materials), C. Bonacina, M. Campanile, L. Moro, Atti del congresso nazionale ATI di Perugia, settembre 2006, page. 173

[4] **“Attachment of Inorganic Moieties Onto Aliphatic Polyurethanes”**, Eliane Ayres, Wander Luiz Vasconcelos, Rodrigo Lambert Oréface, Materials Research, Vol. 10, No. 2, 119-125, 2007

[5] **“Simulazioni con modello di calcolo e verifica sperimentale**, Temperature di esercizio degli isolanti termici in copertura”, (Model Simulations and Experimental Verification of Temperature dynamic of insulation panels), Prof. Ing. Piercarlo Romagnoni - Prof. Ing. Fabio Peron, POLIURETANO, Dicembre2007, pag. 5, http://www.poliuretano.it/file%20pdf/pu2_2007.pdf

[6] **“Long Term Reflective Performance of Roof Membranes”**, David L. Roodvoets, DLR Consultants, William A. Miller, Oak Ridge National Laboratory, and Andre O. Desjarlais, Oak Ridge National Laboratory http://www.coolroofs.org/documents/LongTermReflectivePerformanceofRoofMembranes_000.pdf