

Güneş, Mimarlık ve Cam

Yücel Akyürek Y.Mimar
Trakya Cam San. AŞ
İş Kuleleri Kule 3 34330 4. Levent /İstanbul TÜRKİYE
Tel: 212 350 34 14 E-Posta:yakyurek@sisecam.com.tr

ÖZET

Darwin'in söylemi ile "türlerin varlığını devam ettirebilmesi" ortam koşullarına en iyi uyumu sağlamakla mümkündür. Yeryüzündeki en gelişmiş yaratık olan insan bu güne kadarki yaptıkları veya yapamadıkları ile bundan böyle artık sadece kendi türünün değil bütün türlerin yaşamının devamından da sorumlu hale gelmiştir. Güneşin milyarlarca yılda biriktirdiği fosil yakıt rezervlerini sorumsuz bir mirasyedi gibi yakarak tüketen, ve bu eylemleri sonucunda atmosfere salınan CO2 ve diğer gazlarla doğal dengeleri bozan insan, güneş ile yeniden işbirliği yaparak bunu düzeltmek veya en azından durdurmakla yükümlüdür. Güneş, yeryüzünün yaşam kaynağı ve en büyük gerçeğidir.

İnsan, geçmişte örneğin tarıma geçişte olduğu gibi, bugün de, güneşin sunduğu olanakları yeniden keşfederek "güneşin sofrasındaki" yerini korumak zorundadır. Bunun iki yolu vardır. Birincisi CO2 üretmeyen ve yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarına yönelmek; ikincisi ise üretilen enerjiyi verimli kullanarak savurganlıktan sakınmaktır. Güneşin sunduğu olanaklardan dolaysız; veya teknolojik gelişmeler aracılığı ile yararlanmak bağlamında günümüzün ve geleceğin mimarları her iki cephenin de ön saflarında yer almalıdır.

Benzersiz özelliklere sahip bir doğa armağanı olan cam bütün gelişmelerin ortak paydasındadır. Cam bazen fotovoltaik güneş pillerinde ve güneş kolektörlerinde olduğu gibi "solar kazançları" maksimize edebilecek bazen de güneş kontrol amacıyla minimize edebilecek doğrultuda kullanılabilir. Bu çerçevede camın bu günkü konumu, bir özet halinde bu yazının konusunu oluşturmaktadır.

ABSTRACT

Following Darwin's line of thought, "Are we still fit to survive at the expense of future of life itself on Earth? And how far away are we from the point of no return? The answer lies in the degree of awareness of the past and willingness to properly adapt our ways and means to the laws of nature in the "Kingdom of the Sun." Fossil fuels nurtured by the sun and the earth for billions of years are nearing extinction and the elevated level of CO2 and other greenhouse gasses in the atmosphere are leading towards a dangerous end with global warming. We must renew our peace with the sun.

Basically, there are two things to do. Turn to renewable alternative energy sources without CO2 emissions and use energy efficiently to do more with less. Sun has a lot more to offer in this direction to those who are responsible and who care. Architects by definition and by virtue should be in the forefronts of both tasks en route intelligent design of building envelopes.

Glass on the other hand, stands within the common denominator to all lines of progress, acting as a promotor of solar gains with such systems as PV solar cells and collectors; or acting as an obstacle as in the case of solar control facade elements. This article is an outline of how glass can be utilized effectively to this end.

GÜNEŞ DÜNYAMIZIN EN ÖNEMLİ FİZİKSEL GERÇEĞİDİR.

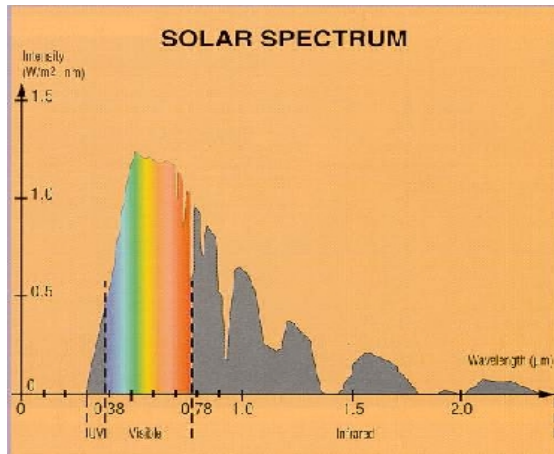
Güneş olmasa bitkiler büyümez; besin zinciri kurulamayacağı için de hiçbir canlı var olamazdı.

Güneş, yeryüzünün diğer gerçekleri olan yerçekimi ve çeşitli elementleriyle etkileşim halinde hava hareketleri (rüzgar), yağmur ve kar, su hareketleri (akarsu ve deniz dalgaları), gece-gündüz ve iklim döngüleri, kısaca yaşamı etkileyen bütün devinimlerin belli başlı nedenidir.

Tarımdan endüstriye; ulaşımdan haberleşmeye; barınmadan ısınmaya; enerji üretiminden enerji işlemeye kadar her şey insanın çevreden ve büyük ölçüde de güneşten yararlanma yeteneğine bağlı olduğu için insanların tarihsel süreçteki toplu performansı olan uygarlıkları ve mimariyi güneşle doğrudan ilişkilendirmek yanlış değildir.

Evrende hidrojeni helyuma dönüştüren bir füzyon reaktörü olarak milyarlarca benzeri bulunduğu halde Dünyamız için tek olan Güneş'e ilkel insanların tapınmasına şaşmamak gerekir.

Bu muhteşem gücün karşılığı olarak güneş, koşullarına uyum sağlayanlar için dost; uyum sağlamayanlar için de bir düşman olabilmektedir.



Şekil 1. Deniz seviyesinde ufuk çizgisinden 30° açıyla bulutsuz bir havada dünyaya ulaşan güneş enerjisinin spektral analizi.

Dalga uzunluklarının taşıdığı güneş ısı oranları

Mor ötesi kısa dalga (UV) görünmez: %1

Güneş ışığı, orta dalga görünür: % 53

Kızıl ötesi, yakın (enfraruj-ER) görünmez: % 46

EN BÜYÜK SORUN

Ateşin keşfi ile başlayan uygarlık yürüyüşü bizi odun ve bitkisel artıklar gibi yenilenebilir kaynakların ötesine fosil yakıtların giderek artan bir hızda yok edilmesi aşamasına getirmiştir. Yeryüzünün milyarlarca yılda güneşten biriktirdiği petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıt rezervlerinin birkaç yüzyılda yağmalanarak tüketilmesi

bir yana yanma sonucu açığa çıkan karbondioksit ve benzeri gazların atmosferdeki yoğunluğu geri dönülemeyecek şekilde artmaktadır.

Karbondioksiti oksijene dönüştürebilecek yegane mekanizma olan fotosentez hızı, süreci dengelemek veya geri döndürmek için yeterli olmaktan çok uzaktır. Atmosferdeki karbondioksit oranının yükselmesi dünyamızdan uzaya ışınlama ısı kaybını yavaşlatmakta ve dünyamızın ortalama ısısı yükselmektedir.

Dünyamız her 10 yılda 0,5°C ısınmaktadır.

Çözüm, bir yandan kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtlardan uzaklaşarak direkt güneş ışınlarından; hava ve su hareketlerinden; jeotermal ve yer altı ısısından yararlanarak, karbon dioksit ve benzeri sera gazları üretmeyen, yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarına yönelmek; diğer yandan ise ve enerji verimini yükselterek daha az enerji ile daha çok işi yapabilir hale gelmektir.

Yapı kabuğunu Güneş enerjisinin doğrudan ve dolaylı etkilerine karşı hem daha duyarlı; hem de daha tepkili hale getirebilen çağımız mimarlığı, bu denklemin ciddi taraflarından biridir. Sıfır, ve hatta pozitif enerji yapıları, 21. yüzyılın en önemli kazanımlarından biri olmaya adaydır.

CAM

Gün ışığı ve ısı ışınlama geçişini denetleyebilen Cam, aktif ve pasif güneş kazançları ve güneşten korunma doğrultusundaki gelişmelerle bir çok noktada kesişmektedir.

Cam üretilmiş veya kazanılmış bina ısısının korunması; güneşten sakınma; güneş ışınlamının ısı veya elektriğe dönüştürülmesi veya bina cephelerinde güdümlü hava akımları oluşturarak havalandırma veya serinletme sağlanması gibi bir çok alanda işe yarayan kullanışlı bir maddedir. Cam taş devrinde av silahı; a

- antik çağlarda kap ve süs eşyası; o
- rtaçağda yağış, toz ve böceklerden koruma sağlayan ışıklık; i
- kinci bin yılın ilk yarısında sanatsal anlatım aracı; son çeyreğinde de endüstriyel ürün olarak var olmuştur.

- Yirminci yüzyılda ise harman katkı maddeleri, ince film kaplamaları, ara katmanlar veya yüzey işlemleri yardımıyla; yalın veya çok katlı; doğrudan veya dolaylı olarak:

- Binaların gün ışığı denetimi veya iklim kontrolünde;
- UV ışınlarından korunmada;
- Güneş ışınlarından ısı ve elektrik üretiminde
- Tarımda (seralarda) kullanılmıştır.

21. yüzyılda cam bütün bu işlevler kapsamında daha da büyük görevler üstlenecek ve fotokromik, elektrokromik ve termokromik özelliklerle çevre koşullarına otomatik tepkiler verebilen bir konum kazanacaktır.

İKLİM KONTROLÜ ve CAM

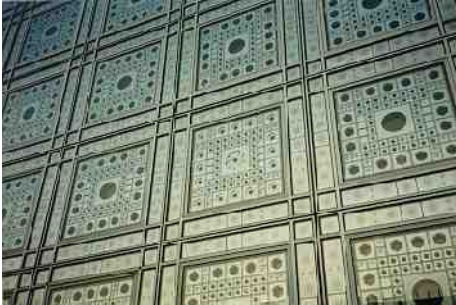
Yapının yer aldığı enlem, iklim kuşağı ve topografyaya bağlı olarak:

bazen ısınmak için güneş ısını binanın içine alarak içte tutmak; bazende sıcaktan korunmak için güneş ısını dışta tutmak gerekir.

Çoğunlukla soğuk veya çoğunlukla sıcak iklimlerde bu konudaki seçim kolay olmakla birlikte Türkiye'nin de içinde yer aldığı iklim kuşağında hem yaz hem de kış koşulları geçerlidir. Böyle çok iklimli yerlerde değişken dış koşullara göre tavrı değiştirebilen "akıllı camlar" bu yüzyılın bir döneminde fizibl hale gelene kadar, 12 aylık yıl ortalamasını optimumda dengeleyebilmek bilgi ve özen gerektirmektedir.



Resim 1. İstanbul'un yeni köylerinden birinin yaz ve kış görünüşü. Doğa kışın dökülen yaprakların izin verdiği güneş ışınımı ile yaşamı ısıtmakta; yazın da yapraklarla serinletmektedir.

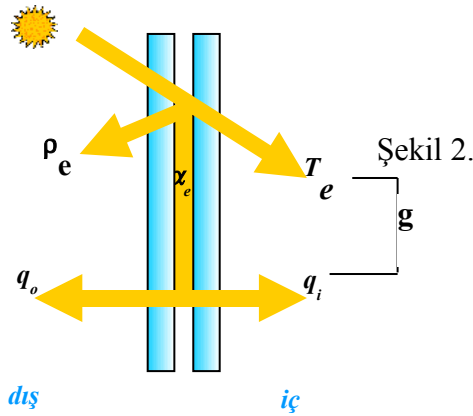


Resim 2. Mimar Jean Nouvel "Institut du Monde Arabe" Binası-1981 güney cephesi

İşığa duyarlı 27000 diyaframdan oluşan bu mekanik sistem bu günün koşullarında pratik olmasa da aktif ışık ve güneş kontrolü açısından ilginç bir örnektir.

PENCERELERDEN GÜNEŞ ISISI GİRİŞİNİN SINIRLANMASI (Pasif Solar Kontrol)

Güneş kontrolünde hedef binaya güneş ısı girişi azaltarak soğutma giderlerinden tasarruf ve/veya yaşam ve çalışma koşullarında rahatlık sağlamaktır. Cam endüstrisi tarafından kullanılan araçlar cam harmanına katılan renklendiriciler ile güneş kontrol kaplamalarıdır.



300-2500 nm dalga boyu aralığında cam yüzeyine etkiyen toplam enerji % 100

| | |
|------------|--|
| Δ_e | Dışa yansıtma % |
| V_e | Soğurma % |
| q_o | Soğurulan enerjinin dışa soğuyan bölümü % |
| q_i | Soğurulan enerjinin içe soğuyan bölümü % |
| T_e | Direkt geçirgenlik (doğrudan içeri giren bölümü) % |
| g | Toplam geçirgenlik (T_e+q_i) % |
| sc | Gölgeleme katsayısı |

($g_{cam} \div g_{3\text{ mm renksiz kaplamasız cam}}$)

Güneş ısı kazancı ve denetimi

Güneş ısı girişi yansıtma Δ_e ve dışa soğuma q_o ile kısıtlanmaktadır. Daha düşük toplam geçirgenlik veya gölgeleme katsayısı daha iyi güneş kontrolü demektir.

Güneş ısı ile gün ışığı aynı şey değildir. Gün ışığı aydınlık ve güneş ısısının yarısını içermektedir. Güneş ısısının diğer yarısı ise görülemediği halde etkili olabilen 780-2200 nm aralığındaki güneşin karanlık ısıdır. Sıradan harmandan renkli ve reflektif giydirmeye cephe camlarında daha “koyu” renkli camlar daha iyi güneş kontrolü sağlar düşüncesi geçerlidir. Çünkü bu camlar geçirgenlik açısından ışık ve karanlık ısı arasında ayırım yapmazlar. Ancak yeni nesil “çok amaçlı” kaplamalarla özel bazı harmandan renkli camlar ışığa karşı daha geçirgen; uzun dalga boylarındaki karanlık ısıya karşı daha az geçirgendir. Gün ışığı geçirgenliği ile güneş ısı geçirgenliğinin oranı olarak tanımlanabilecek olan seçicilik indeksi genelde “yüksek performans”ın da ölçüsüdür.

ISINMA VE PASİF SOLAR KAZANÇLAR

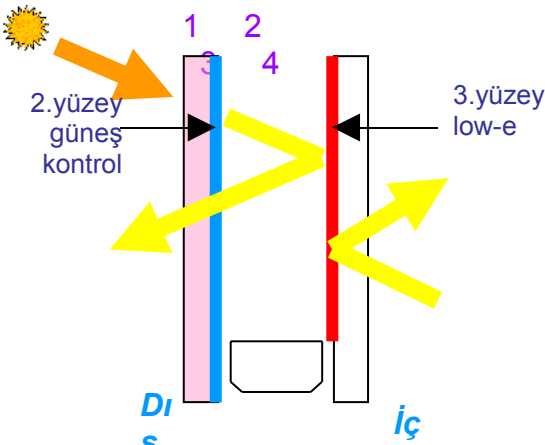
1970’lerdeki enerji krizine cam endüstrisinin yanıtı yalıtım camları aralığındaki durgun hava veya gaz dolgularla ısı iletiminin sınırlandırılması olmuştur. 1990’lardaki yaşamı koruma seferberliğine yanıtı ise ısı yansıtıcı düşük yayımlı (low-e) kaplamalardır. Camın bir yüzeyine uygulanan low-e kaplamalar güneş ısı kazançları açısından neredeyse “tek yönlü vana” gibi davranmaktadır. Bu süreç aşağıdaki gibi işlemektedir.

- Low-e düşük yayımlı ısı kontrol kaplamaları cam üzerine etkiyen güneş enerjisinin büyük bir bölümünü içeri geçirerek pasif güneş kazançları artırır.
- Güneş ışınlarını soğurarak ısınan halı, mobilya, duvar ve çatı yüzeyleri ile radyatör, aydınlatma armatürleri, insan vücudu gibi kaynaklardan yayımlanan 3000-30000 nm aralığındaki çok uzun dalga ışınım enerjisi pencerelerden dışa kaçarken low-e kaplamalar tarafından tutularak kaynağına geri yansıtılır. Kaplamasız çift camlardan kaybedilen ısının %70’i ışınım ile gerçekleşmektedir.
- Pasif solar kazançların ılıman iklimlerde ve özellikle de yazın sorun yaratabileceği akılda tutulmalıdır. Yaz koşullarının dengelenmesi için en iyi önlem çok amaçlı kaplamalar ya da çok bilinçli mimari projelendirilmedir.

- Isıcam® bünyesinde çok amaçlı tek kaplama kullanılması; ve
- Isıcam® bünyesinde bir arada sinerji yaratabilen iki kaplama kullanılmasıdır.

Ticari olarak 1990'lerden beri dünyada 1996'dan itibaren de Türkiye'de kullanılmakta olan çok amaçlı tek kaplamaların ortak özelliği göreceli olarak yüksek ışık geçirgenlikli ve düşük yayımlı (low-e) olmalarıdır. Kalınlıkları ve katmanları değiştirilerek güneşin karanlık ısısına karşı geçirimsiz hale getirilen yeni nesil çok amaçlı söz konusu low-e kaplamalar, ısı yalıtımında % 40; güneş ısısı denetiminde ise % 40-% 70 oranında iyileştirme sağlayabilmektedir. Şişecam'ın çok amaçlı nötral kaplamalı "Isıcam Konfor" yalıtım camı üniteleri, yansıtma ve renk'ten arınmış olduğu için tasarımda "saydamlığı" ön planda tutan ve, gece manzarasının önemli olduğu ticari yapılarla konutlarda başarılı olmaktadır.

İki kaplamalı yalıtım camları ise bugün artık giydirme cephelerde standart bir çözümdür. Kaplamaların bir aradaki performansı birim performansların toplamından daha yüksektir.



GÜN IŞIĞI VE CAM

Gün ışığı insanlar, hayvanlar, bitkiler ve güneş pilleri için yaşamsaldır. Güneş ısısında olduğu gibi gün ışığı denetiminde de temel kavramlar geçirgenlik, yansıtıcılık ve soğurmadır. Yansıma ile geçirgenlik ters orantılıdır. Her ikisi dışında kalan ışık yüzdesi cam tarafından soğurularak ısıya dönüşür. Örneğin 6 mm kalınlıklı standart düz camın ışık geçirgenliği % 88 dolaylarındadır. Işık geçirgenlik kaybı kısmen cam harmanındaki "yeşilliği" veren demiroksit oranı; kısmen de % 8 dolaylarındaki yansımadan kaynaklanmaktadır. Işık geçirgenliğini yükseltmek için özel prosesler yardımıyla cam harmanındaki demiroksit oranı düşürülebilmekte; yansıma da "antireflektif" kaplamalar veya açısız yönlendirme ile azaltılabilmektedir. Yansıma daha aydınlık taraftaki gözlemcide ayna etkisi diğer taraftakine de görüntü sağlar. Işık dengesi değiştiğinde tek taraflı görüntü de yön değiştirir.

"Buzlu", "kumlu" ve "asitle kaldırılmış" camlar ise ışık geçiren ama görüntü geçişini engelleyen camlardır.

SERA VE LİMONLUK CAMLARI

Fotosentez, besin zincirinin ve hayatın ilk kademesidir. Karbondioksit ve su ışıkla etkileşerek şeker ve oksijene dönüşmektedir. Fotosentez için güneş spektrumunun sadece gün ışığı gerekli ve yeterlidir. Camlamanın ışık geçirgenliğindeki her % 1 artış seracılıkta % 1 üretim artışı demektir. Bu doğrultuda camların ışık geçirgenliği yüksek; taşıyıcı metal çubukların kesitleri ince olmalı; atmosferik kirlenmeler denetim altına alınmalı ve/veya çabucak temizlenmelidir. Işık girişini azaltan reflektif güneş kontrol camları binalardaki süs bitkileri açısından sorunlu olabilmektedir.

Bitkilerin geri kalan ihtiyaçları da diğer canlılardan fazla farklı değildir. Verimlilik açısından en uygun sıcaklık 260C - 320C aralığı olduğu için iklim koşulları ve bitki türüne göre seraların bazen ısıtılması; bazen soğutulması ve her koşulda donmadan korunması gerekir. Cam genelinde ısı ve kondensasyon kontrolü; bazı bitkiler ve iklimler özelinde de güneş kontrol performansları dikkate alınmalıdır.

Günümüzde seralarda yaygınlıkla kullanılan 3-4 mm kalınlıklı float camdır. Işık azalması – ısı yalıtımı ve maliyet-kazanç dengeleri dikkatlice gözden geçirilmek kaydıyla seralarda pirolitik (dayanıklı) low-E kaplamalı tekcamların, Isıcamların ve dolu yağışlarındaki zayıyatı azaltan temperli camların da kullanılması mümkündür.

GÜNEŞ IŞIĞINDAN AKTİF YARARLANMA, FOTOVOLTAİK GÜNEŞ PİLLERİ

1960'larda uzay çağının teknolojisi olarak ticarileştiği zamanlardan bugüne, güneş pilleri maliyetleri ve uygulama çeşitleri bakımından büyük yol katetmiştir. O günden bugüne, endüstriyel üretim ve kapasite artışları Avrupa, ABD ve Japonya'da verilen teşviklerle birleşince güneş pillerinin yapı uygulamaları yaygınlık kazanmıştır. Bu alanda en hızlı büyümenin kentlerde şebekeye bağlı yapı uygulamalarında olduğu gözlenmektedir.

İki cam arasına veya sadece öndeki bir kapak camının arkasına yerleştirilmiş yarı iletken ve seri bağlanmış gözeler dizini ile gün ışığından elde edilen doğru akım elektrik enerjisi, inverter'ler yardımı ile, şebekeye bağlı olarak veya olmayarak; doğrudan veya aküler yardımı ile depolanarak kullanılabilir.

Aynı sera ve limonluk camlarında olduğu gibi, güneş pillerinde de güneş ışınımının yararlı boyutu 380-780 nm. Aralığındaki ışık dalga uzunluklarıdır. Güneşle gözeler arasındaki cam, verim artışı için demir oksitten arındırılmaktadır.

Türkiye, güneşlenme zamanı bakımından pek çok ülkeye göre çok avantajlı bir konumda bulunmakta, özellikle yaz aylarında güney bölgelerinde artan soğutma yükünün önemli oranda güneş pilleri ile karşılanabileceği öngörülmektedir.

Fotovoltaik sistemlerin yapılara entegrasyonu konusunda mimarlara önemli görevler düşmektedir.



Resim 3. ve Resim 4 . FV Güneş pillerinin mimariye entegrasyonu

İki veya tekcamla laminelenmiş fotovoltaik güneş pili panoları sağır cephelerde, çatılarda, baş üstü camlamalarında, veya pencerelerin dış gölgeliklerinde kaplama elemanı veya yarı saydam güneş kontrol elemanları olarak kullanılmakta ve işletim giderlerine katkı sağlamaktadır.



GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİ

Güneş ısısından maksimum yarar sağlayarak bunu depolanabilir ve kullanılabilir ısıya dönüştüren güneş kolektörleri seralar ve fotovoltaik güneş pili uygulamalarından farklı olarak güneş ışınımının sadece ısı boyutu ile ilgilidir. Kullanım sırasındaki kazalar, veya ısı kırıma risklerine karşı camların “temperli” olması önerilmektedir. Şişecam’ın güneş ışınlarından daha etkili yararlanmak için geliştirdiği piramit desenli ve demir oksitten arındırılmış Durasolar kolektör camlarının ışık geçirgenliği % 92; güneş ısı toplam geçirgenliği ise % 91’dir.

SEÇİLMİŞ KAYNAKLAR

- Güneş, Uygarlık ve Cam; Yücel Akyürek, Gül Pekışık
Yapı Dergisi/Sayı 258-Mayıs 2003
- Aluminium Facades & Architecture; Just Reckens, Colofon, 1998
- Principles of Physics; Frederick J. Bueche Mc Graw Hill 1988
- Management of Light and Energy with Glass; Y. Akyürek, Aristotle University
/Thessaloniki, Bildiri 24 Mayıs 2001
- Glass, Coatings & Climate, An Architectural Review ; Architects Y. Akyürek, G.
Mağgönül, G. Pekışık, Glasstec/ Dusseldorf, Bildiri 29 Ekim 2002
- Intelligent Glass Facades; Andrea Campagno, Birkhauser 1999, Basel Switzerland