

ARAŞTIRMA MAKALESİ /RESEARCH ARTICLE

SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ TASARIM: BİR RENOVASYON PROJESİ

Hakan ÜNALAN¹, Leyla Y. TOKMAN²

ÖZ

Günümüzde enerjinin korunumu ve doğal çevreye saygı her alanda en önemli olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla ilgili olarak “Sürdürülebilirlik” kavramı ortaya çıkmış ve mimari platformda da “Sürdürülebilir Mimarlık” adında yeni ve kalıcı bir araştırma konusu oluşmuştur. Mimarlığın temelini oluşturan “tasarım”da bu yeni kavrama dahil olarak “sürdürülebilir mimari tasarım” alanını ortaya çıkarmıştır.

Sürdürülebilir mimarlık “yapı içi”, “yapı kabuğu” ve “fiziksel çevre” olarak üç farklı alanda gelişme göstermiştir. Oluşan bu üç alan birbirlerini doğrudan etkilemekte ve ilgilendirmektedir. Bu çalışmada sürdürülebilir mimari tasarım kapsamında “Yapı Kabuğundaki” gelişmelere değinilecektir. Bu bağlamda yapı kabuğu; “yeni yapı tasarımları” ve “mevcut yapılar” olarak iki farklı şekilde karşımıza çıkmaktadır. Mevcut yapılardaki yapı kabuğu, sürdürülebilir mimari tasarım açısından literatürde “renovasyon” kapsamında değerlendirilir.

Enerji verimliliği ve performansı açısından bakıldığında (Binalarda Enerji Performansı [BEP] gibi) enerji politikaları sayesinde yeni yapı tasarımlarında enerji tüketimini azaltmak için çeşitli önlemler alınmaktadır. Fakat mevcut binalarda hiçbir önlem alınmadığından (apartmanların 2012 yılına kadar ısı yalıtımı yaptırma zorunluluğu haricinde) enerji tüketimi sabit kalmıştır. Bu yüzden sektörel bazda enerji tüketiminin binalar payına düşen kısmı %36-25 aralığında değişmekte (Anonim 2011) ama azaltılmamaktadır. Ayrıca mevcut binalarda işletme maliyetini ve enerji açısından çevreye bağımlılığı azaltacak sistemlerin (kolektörler hariç) kullanılmaması dikkati çekmektedir.

Yapılan bu çalışmada sürdürülebilir mimari tasarıma uygun, yapı kabuğuna entegre edilebilecek yenilenebilir enerji sistemleri araştırılacaktır. Bu kapsamda da Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümüne ait bir renovasyon proje alternatifi geliştirilerek, bir enerji simülasyon programında (Design Builder) modellenip enerji kayıp-kazanç değerleri yorumlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mimari tasarım, Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir mimari tasarım, Yapı kabuğu, Yenilenebilir enerji sistemleri.

¹ Anadolu Üniversitesi Engelliler Entegre Yüksekokulu, Eskişehir.

Tel: 02223350580 (4949) E-mail: hunalan@anadolu.edu.tr

² Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Eskişehir.

Tel: 02223350580 (6664) E-mail: tokmanly@gmail.com

BUILDING SUSTAINABLE ARCHITECTURAL DESIGN: A RENOVATION PROJECT

ABSTRACT

Today, the conservation of energy and respect for the natural environment appears to be the most important phenomena in all areas. In this regard, "sustainability" concept emerged and the architectural platform "Sustainable Architecture" is composed of a research subject to the new and permanent. Architecture underlying the "design" as including also the new concept of "sustainable architectural design" has revealed that field.

Sustainable architecture "building in-house", "building envelope" and "physical environment" as shown in three different areas of development. Each consisting of three fields that directly affect and concern. Sustainable architectural design within the scope of this study, "Building Envelope" developments will be discussed. In this context, building envelope, "the new building design" and "existing structures" as appeared in two different ways. Existing structures, building envelope, sustainable architectural design in the literature in terms of "renovation" is considered within the scope.

In terms of energy efficiency and performance (as Energy Performance of Buildings [BEP]) with the energy policies of the various measures are being taken to reduce the energy consumption of the new building design. Not been received, but no measures in existing buildings (apartment buildings until 2012, except for heat insulation Remodeling obligation), energy consumption has remained constant. Therefore, the energy consumption of buildings on a sectoral basis is changing in the range 36-25% share of the portion of (Anonim 2011), but can not be reduced. In addition, operating costs of existing buildings and to reduce reliance on energy-environment systems (except for collectors) used is noteworthy.

In this study the appropriate design of sustainable architecture, renewable energy systems can be integrated into the shell structure will be investigated. In this context, a renovation project of the Department of Architecture at Anadolu University, developed an alternative, an energy simulation program (Design Builder), modeled and interpreted in the energy loss-gain values.

Keywords: Architectural design, Sustainability, Sustainable design, Building envelope, Renewable energy systems.

1. GİRİŞ

Bilinçsiz enerji kullanımı doğal dengeyi bozmaya devam etmektedir. Bu yüzden hem gelecek nesilleri hem de enerji ekonomisini dikkate alan 'enerji tüketimi'nin önemini anlayan bilinçli toplum gündeme gelmektedir. Bu bağlamda inşaat sektöründeki tasarımcı ve uygulayıcılar için; binaların olumsuz etkilerini azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak öncelikli amaç haline gelmiştir. Bu amaca yönelik enerji verimliliği ve performansına uygun tasarımların başladığı yer yapı kabuğudur.

Yapı kabuğu, bir binada; dış duvarlar, pencereler, kapılar, çatılar, toprağa temas eden duvar ve döşemeler gibi iç ve dış arasındaki ayrımı yapan bina elemanı olarak tanımlanır (Web1). 'Dr. Eric Burnett' ve 'Dr. John Straube'e göre ise yapı kabuğu; yapısal olarak sadece statik ve dinamik yükleri değil hava, ısı

ve nem gibi fiziksel çevre kontrolünü de desteklemelidir (Web2). Fiziksel çevre kontrolünü sağlarken yapı kabuğuna entegre edilen enerji etkin sistemler düzenli ve vaz geçilmez yapı elemanların haline gelerek 'yapılara bütünsel yaklaşım' sağlarlar (Hesnest 1999). Bunun sonucunda da 'sürdürülebilir uyumluluk önemi' sadece enerji tüketiminin, kirliliğin ve israf etmenin azaltılması değil yapıların tekrar dönüşümü veya yeni işlevler ile yeniden kullanımları sayesinde tekrar kullanılabilmeleri olarak ortaya çıkmıştır (Douglas 2006). Bu bağlamda Avrupa Hükümetleri sürdürülebilir tasarımda çevresel endişeleri işaret ederek; CO₂ emisyonun azaltılması, inşaat adedinin azaltılması, atıkların yok edilmesi ve iç hava kirliliğinin engellenmesi konularına önem vermektedir (Anonim 2003). Söz konusu olan bu konular ise sürdürülebilir mimari tasarımın temellerini oluşturmaktadır.

Yapılan bu çalışmada sürdürülebilir mimari tasarım kapsamında yapı kabuğu gelişimi incelenmiş, yapı kabuğuna entegre edilebilen sistemler yenilenebilir enerji kaynaklarına göre sınıflandırılmış, ve bu sistemlerden ülkemiz şartlarında uygulanabilecek olanlar seçilerek Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü Binasına yönelik bir renovasyon iyileştirme projesi hazırlanmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ TASARIMDA YAPI KABUĞU GELİŞİMİ

Yapı kabuğu teknoloji ile malzemedeki gelişmeler ve sürdürülebilir mimari tasarım ilkelere göre değişime uğramıştır. Söz konusu tasarım ilkeleri ise;

- Yapma çevrenin tasarımında ve kullanımında doğal kaynakların zarar görmesini en az seviyeye indirme,
- Mevcut topoğrafyaya uygun, toprak zenginliklerine, suya, havaya, mevcut yeşil dokuya saygılı bir yaklaşım ile binanın konumlandırılması,
- Doğa ile uyumlu tasarlama, iklim şartlarına ve topoğrafik özelliklere uyumlu tasarım,
- Fonksiyonel mekan gruplarının yataydaki tasarımında sirkülasyon elemanlarını ve sulu hacimleri mümkün olduğu kadar kuzey yönde tasarlamak,
- Bina içinde yatay dağılımda olduğu gibi düşey dağılımda da ekolojik ilkeleri göz önüne almak,
- Tasarımın esnekliğe ve değişkenliğe imkan sağlaması ve mekanların çok fonksiyonlu olması,
- Güneş enerjisini kullanmaya yönelik tasarımlar,
- Akıllı binaların tasarım kriterlerini geliştirmek,

olarak sıralanabilir (Tönük 2001). Bu anlamda son 30-40 yıllık bina gelişim sürecine bakıldığında ilk olarak akıllı binalar gündeme gelmiştir. Ve gelişen teknolojilerin binaya ve yapı kabuğuna ilave edilmeleri ile 'enerji etkin', 'çevre dostu' ve 'sürdürülebilir' binalara doğru bir geçiş süreci yaşanmıştır.

2.1 Akıllı Binalar

Akıllı binalar; 1985 ve öncesinde; çok sayıda bağımsız ve kendi kendini ayarlayan alt sistemlerden oluşmaktaydı. Bu sistemler nispeten karmaşık olup gerçekte birbirlerinden bağımsızdılar. 1986-1991 arasında; sistemler bir ağ

aracılığıyla birbirlerine bağlandılar. Böylece sistemleri uzaktan kontrol etmek ya da bir merkezi planlama ya da sıralamayı kolaylaştırmak mümkün olabilmekteydi. 1992 ve sonrası; ilk iki dönemdeki işlemciler ve ağlara ek olarak, bina ve binada bulunanlar konusunda öğrenme kapasitesine ve buna bağlı olarak kontrol davranışlarını bu bilgilere uydurma yeteneğine sahip olmaktadır (Şekil 1) (Civan 2006, Sönmez 2006). Daha sonrasında bu binaların daha az enerji tüketmeleri için 'enerji etkin akıllı bina' kavramı geliştirilmiştir.

Enerji etkin akıllı binalar da pasif tasarım kriterlerine göre tasarlanmalıdır. Böylelikle yenilenebilir enerjilerden gerektiğinde fayda gerektiğinde korunma sağlanır. Böylece çevresel ve ekonomik olarak; akıllılığı sağlayan mekanik ve elektronik sistemlere olan gereksinim ve bunlara harcanacak enerji tüketimi de azaltılır (Web3). Buradaki tüketim yapı kabuğunun gösterdiği performansa dayalıdır. Bu anlamda da akıllı binalarda yapı kabuğu;

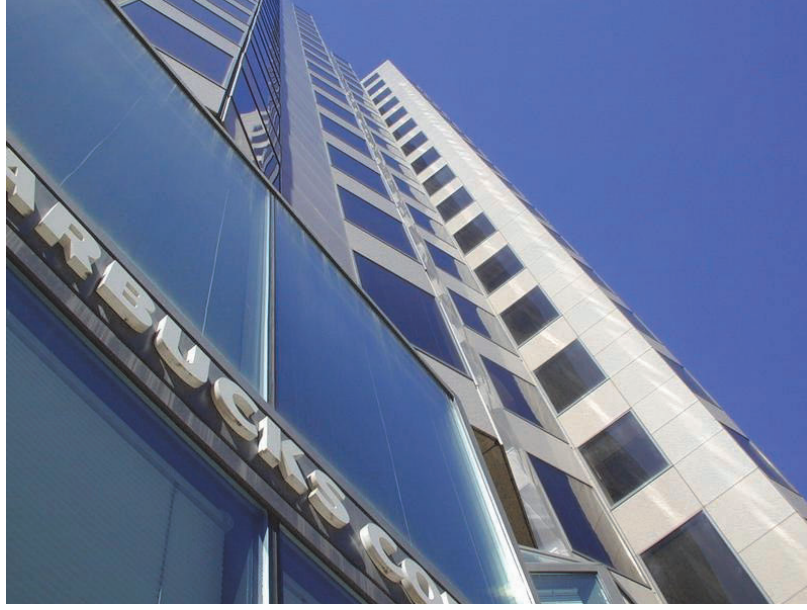
- Çift Kabuklu Cepheler ve
- Aktif Cepheler

olmak üzere ikiye ayrılır.

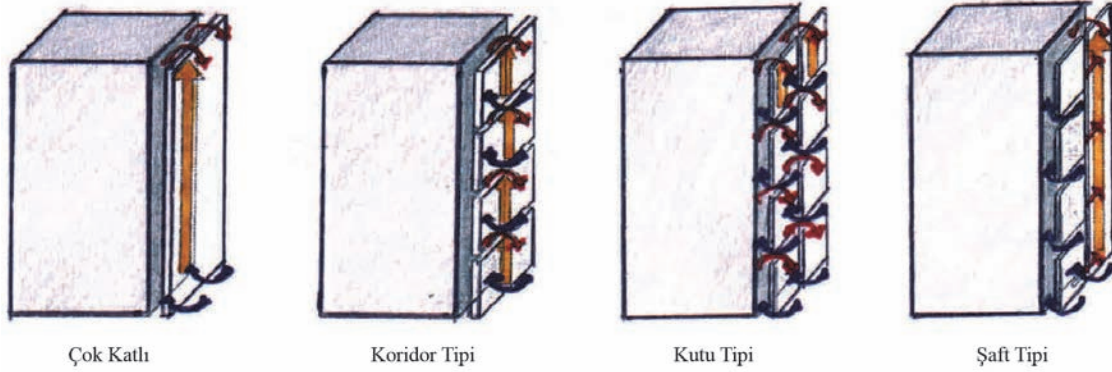
2.1.1 Çift Kabuklu Cepheler

Akıllı binalarda kullanılan çift kabuk cepheler doğal aydınlatma, ısı ve güneş kontrolü, gürültü yalıtımı ve en önemlisi doğal havalandırma sağlamaktadır. Doğal enerji kaynaklarının kullanımı ile mekanik sistemlere duyulan ihtiyacın ve enerji tüketiminin azaltılması amaçlanmaktadır (Web4).

Çift kabuklu cephelerde kendi aralarında dörde ayrılırlar (Şekil 2). Bunlar;



Şekil 1. Dünyadaki ilk akıllı bina (Hartford/City Place) (Sönmez 2006)



Şekil 2. Çift kabuk cam cephe kuruluşları (Eşsiz vd. 2004)

- **Çok katlı;** iki cephe kuruluşu arasında hiçbir şey yoktur, havalandırma pencere ve kapı boşluklarından yapılmaktadır (Şekil 3),
- **Koridor tipi;** Yatay bölüm koridor olarak cepheye yerleştirilerek; akustikte, yangın güvenliğinde ve havalandırmada avantaj sağlar (Şekil 4),
- **Kutu tipi;** Yatay ve dikey bölümler, cepheyi küçük ve birbirinden bağımsız olarak bölerler (Şekil 5),
- **Şaft tipi;** kutu tipinden farkı üst üste gelen bölümler dikey şaftla birbirine bağlıdır ve baca etkisi yaratırlar (Şekil 6),

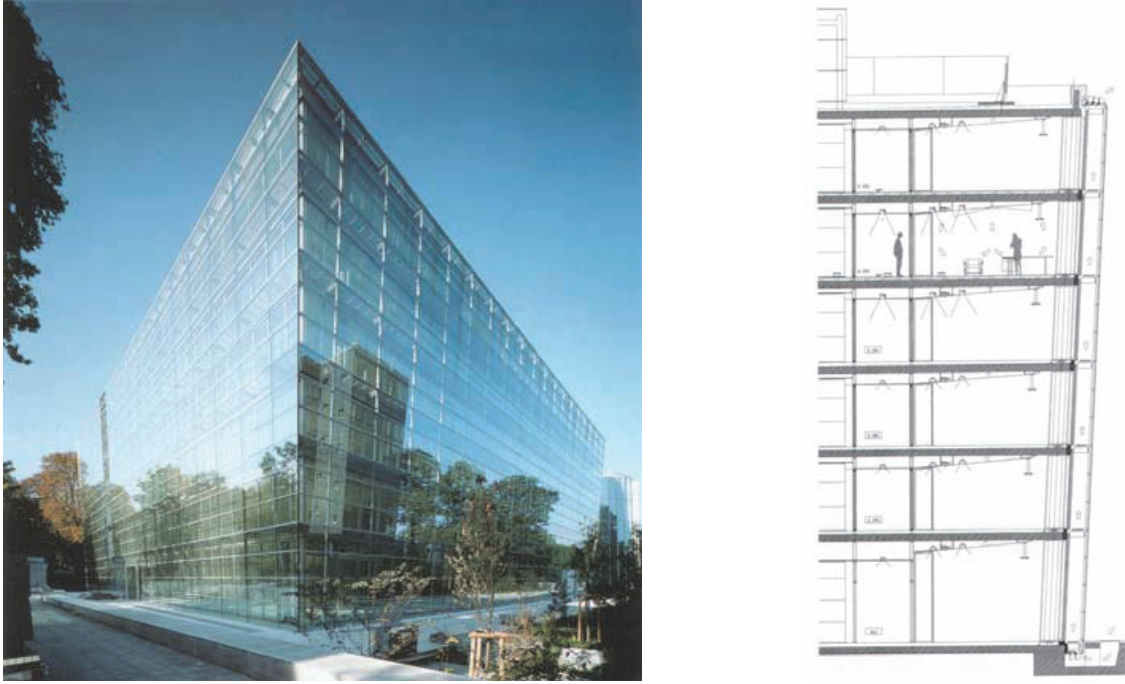
durumlarına göre farklı kullanım ihtiyaçlarına göre sınıflandırılabilirler (Web4).

2.1.2 Aktif Cepheler

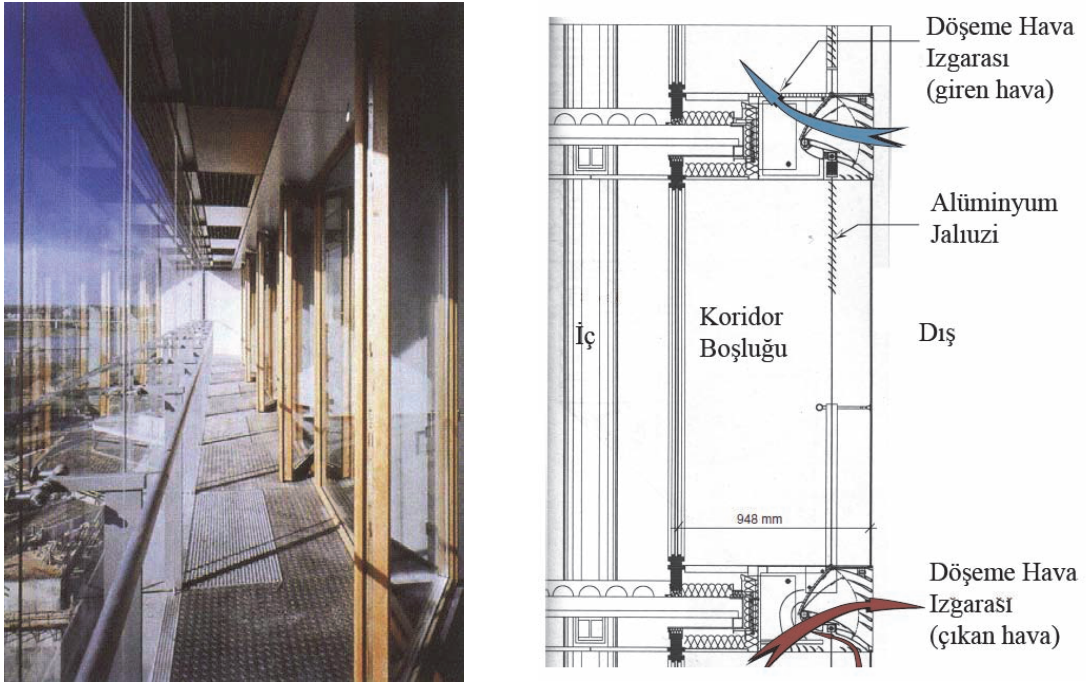
Aktif cepheler, cephedeki pencereler ve gölgeleme araçlarının ısısal ve optik özelliklerinin iklim koşulları, kullanıcı tercihleri ve bina enerji yönetim sistemlerinin ihtiyaçlarına göre otomatik olarak değişebildiği cephelerdir (Şekil 7); (European Solar Architecture 1995).

2.2 Enerji Etkin Binalar

Enerji etkin önlemler yenilenmeye ihtiyacı olan binaların üretim süreci öncesi için geliştirilen zayıf ısısal koşullara sahip binaların ısısal modernizasyonu, enerji tüketiminde önemli azalmalar sağlar. (Şekil 8) (Chweieduk 2003). Binalarda ise;



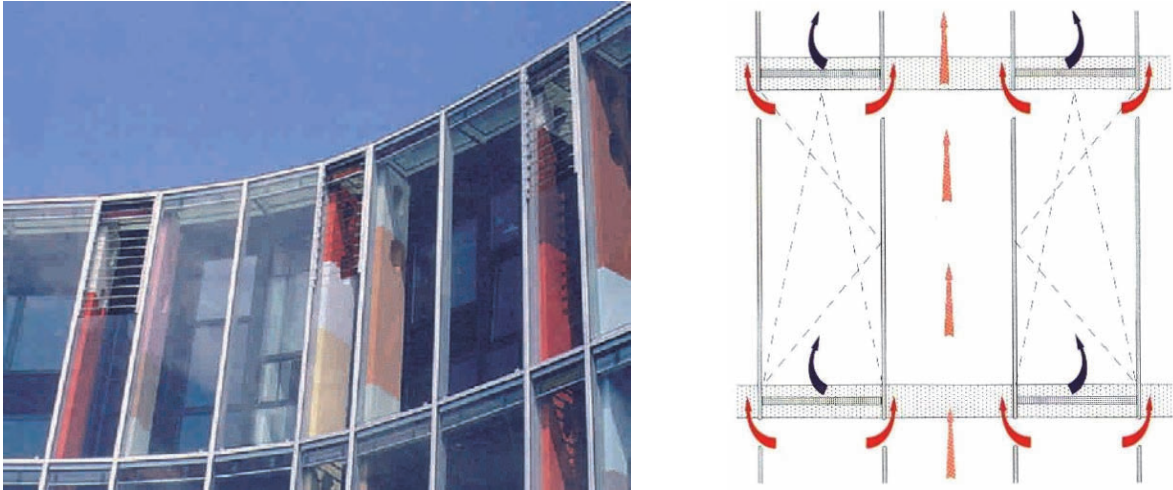
Şekil 3. Çok katlı Çift kabuk cam cephe kuruluşları ve sistem kesiti, Victoria Ensemble Binası (Gür 2007)



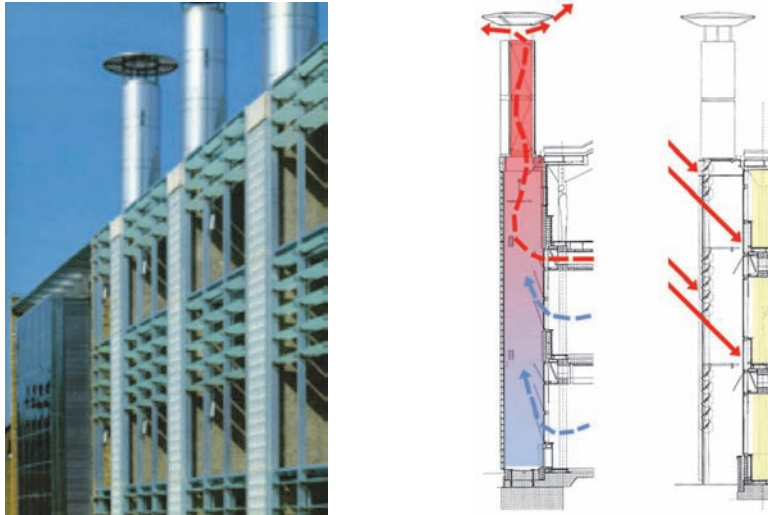
Şekil 4. Koridor tipi Çift kabuk cam cephe kuruluşları ve sistem kesiti, Dusseldorf Stadtdor (Web5)



Şekil 5. Kutu tipi çift kabuklu cephe sistemi ve havalandırma kesit detayı, RWE Binası (Gür 2007)



Şekil 6. Kat yüksekliğinde şaft ile havalandırma, Fotonik Araştırma Merkezi, Berlin Fotonik Araştırma Merkezi (Gür 2007)



Şekil 7. Research Establishment Ofis Binası (Web6)



Şekil 8. Renovasyon Proje örnekleri, warderstreet Washington DC (Web7, Web8)

- Yapı kabuğu ısı yalıtımı veya camlama ile iyileştirilmesi,
- Konutlar için sıcak su kazanlarının iyileştirilmesi,
- Aydınlatma ve HVAC gibi sistemlerin eklenmesi,
- Çevre dostu enerji üretim sistemlerinin tanıtımı,
- Bioklimatik yapı tasarımı ve yönlendirme tanıtımı

enerji etkin seçenekler olarak sunulmuştur. Bu sistemlerin denetlenmesi, performansının ve enerji etkinliğinin yükseltilmesi; enerji tasarrufu yapan bileşen ve süreçlerden yararlanılmasını sağlar (Chweieduk 2003). Bunun sonucunda da; çevre kontrolünü bina otomasyonuna göre yapan akıllı binalara ileri teknolojiye sahip farklı sistemlerin eklenmesiyle enerji etkin binalar ortaya çıkmıştır.

Enerji etkin binaların ısı geçirgenlik direnci çok iyi olan kendilerine has yapı kabukları vardır. Isıtma ve elektrik sistemleri yüksek etkinlikle işletilmektedir (Chweieduk 2003). Öncelikli amaç enerji korunumudur.

2.3 Çevre Dostu Binalar

Çevre dostu yapılarda enerji korunumu problemi özellikle de yenilenebilirliğin kullanımını durumunda daha global bir şekilde değerlendirilir. Ana fikir binaya uygulanan sistemlerdir. Bu sistemler standart enerji korunumunun dışında enerji ve malzemelerin, yenilikçi teknoloji ile yenilenebilir ve atık üzerine alınan tedbirler ile ilgilidir. Bunlar;

1. Bioklimatik bina tasarımlar ve yönlendirmesi;

- a. düşük enerjili mimari konsepti pasif güneş kullanımı ve bundan binanın faydalanması hedefler. Burada gerektiğinde güneşten faydalanırken gerektiğinde korunabilmek amaçtır. Tüm bunlarda binanın çevresindeki ağaçlar ve bitki örtüsü bağlantılıdır.
- b. Gün ışığı kullanımı,

2. Termal ve PV sistemlerin yapı strüktürüne entegre edilmesi,
3. Mevsime bağlı olarak uzun ve kısa süreli enerji depolaması,
4. Yenilenebilir ve atık üzerine dayalı pompalarla mekan ısıtmasının yapılması,
5. Kanalizasyon, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerini de içeren ısı iyileştirmesi,
6. Atıkların ayrılması, toplanması ve bunlardan yararlanılma veya tekrar kullanılması,
7. Su kazancı ekipmanlarının tanıtımı, su arıtma, atık su ve yağmur sularının tekrar kullanılmasını kapsayan su yönetimi,

olarak sıralanabilir (Şekil 9.) (Chweieduk 2003).

Çevre dostu binalar, genellikle yeşil binalarla benzer bir sürece uygun olarak tasarlanan ve inşa edilen yapılar olarak bilinir (Green Building Challenge 2000). Yukarıdaki şartlar sağlandıktan sonra, tüm enerji performansı, çevre ve iç iklimlendirme standartları bir araya geldiğinde ve uygun hizmet kalitesi sağlandığında “sürdürülebilir bina yaklaşımı” gelişmiştir.



Şekil 9. Hydroponic Rooftop Garden, Hindistan (Web9)

2.4 Sürdürülebilir Binalar

Sürdürülebilir binalarda yapının çevresel etkileri “yaşam döngüsü analizi” kullanımıyla vurgu; ‘enerji’, ‘su’ ve ‘malzeme’ gibi üç önemli öğenin kendi aralarındaki akış ile binaya eklenmesidir (Anink vd. 1998). Yapı tasarımları ve malzemeler, yapının; planlamasında, üretiminde, kullanılmasında ve yıkımında bu üç öğeyi dikkate almak zorundadır.

Sürdürülebilir yapı tasarımı için

- Yenilenebilir enerji üretimi için olanakların tanımlanması,
- Malzeme, ulaşım ve imalat süreçlerindeki enerji düzenlemeleri ve yapı kullanım süresi boyunca enerji kullanımı açısından fosil yakıtların minimize edilmesi,
- Yapı yönetim sistemlerinin kullanılabilir kolaylıkta olması,
- Sistemler sadece istisnai durumlarda havalandırma sistemiyle kullanıcı ihtiyaçları için en iyi şekilde ayarlanan ısıtma ve soğutma sistemleri devreye sokulurken pasif veya aktif solar enerji sistemlerinden en iyi şekilde faydalanması

göstergeleri vardır (Şekil 10-12) (Alnaser vd. 2007).

Sürdürülebilir binalarda yenilenebilir ürün ve malzeme kullanımı sayesinde aynı ürün veya malzeme başka bir yerde tekrar kullanılabilir. Bunun yanında sürdürülebilir bir yapının ısı performansını sıfır enerjili binalara ısıtma sistemi ve yalıtım sistemi tasarımı için örnek olur.

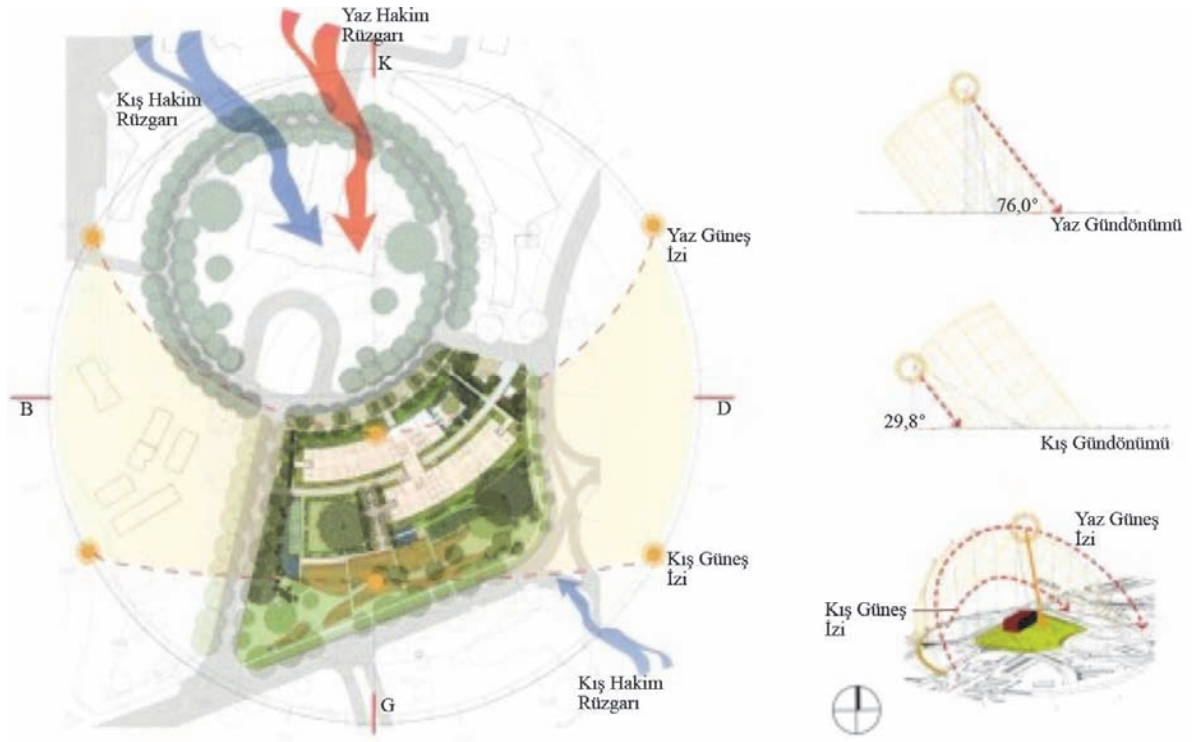
3. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ TASARIM KAPSAMINDA YAPI KABUĞUNA ENTEGRE EDİLEN VE RENOVASYONLARDA KULLANILAN YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ VE ANALİZLERİ

Yapıya her ne kadar “bütünsel” olarak yaklaşsak da yapı kabuğu farklı farklı elemanlardan oluştuğu için önerilecek sistemlerde birbirine göre farklılık gösterecektir. Bu bağlamda yeni yapılmakta ve yapılacak olan binalarda enerji etkinliği sağlanacaktır. Bu yüzden asıl enerji tüketiminin fazla olduğu eski binaların yapı kabuğu renovasyonları üzerinde durulmuştur.

Renovasyonda alınacak tedbirler; duvarlarda yalıtım yapıldığında kötüleşme problemlerinin çözülmesi, konfor şartlarının iyileştirilmesi ve estetik görünüm kazandırılma gibi çok amaçlı yaklaşımı temsil eder (Voss 2000). Bu bağlamda enerji etkinliği, sürdürülebilir mimari tasarım ve renovasyon denilince akla;

1. Güneş enerjisi sistemleri,
2. Rüzgar Enerjisi sistemleri,
3. Aydınlatma sistemleri,
4. Havalandırma sistemleri,

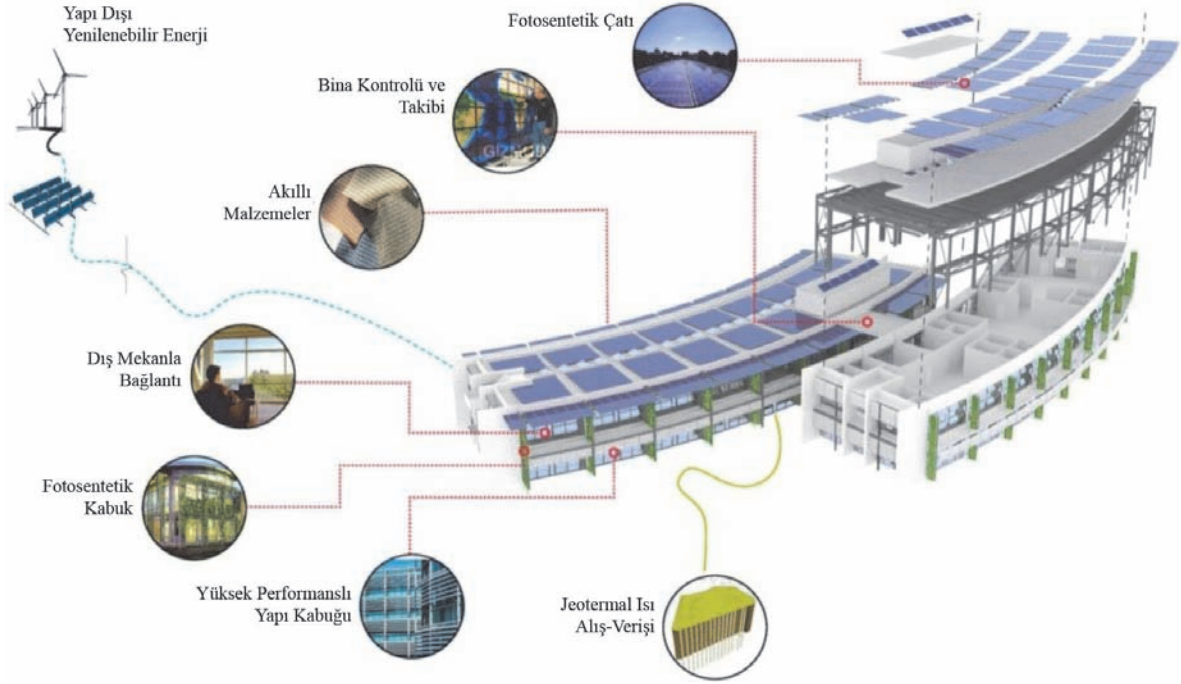
gelmektedir.



Şekil 10. NASA Sustainable Base, Silikon vadisi, Kaliforniya (Web10)



Şekil 11. NASA Sustainable Base, Silikon vadisi, Kaliforniya (Web11)



Şekil 12. NASA Sustainable Base, Silikon vadisi, Kaliforniya (Web11)

3.1 Güneş Enerjisi Sistemleri

Akla ilk gelen temiz enerji kaynağıdır. Çok basit ve ilkel koşullar altında bile güneş enerjisi sistemleri yaratılabilir. Ama gelişen teknoloji ve kullanıcı gereksinimlerinin artmasıyla çeşitlenmiştir. Bunlar;

- 1.1. Güneş toplaçları,
- 1.2. PV modülleri,
- 1.3. Saydam Yalıtım,
- 1.4. Hibrit Sistemler,
- 1.5. Cam balkon kapamaları ve
- 1.6. Camlama Sistemleri,

olarak sıralanabilir.

3.1.1 Güneş Toplaçları

Güneş toplaçları iç mekanda sıcak su kullanımı ve mekan ısıtmasına katkı sağlaması amacıyla yapılarda kullanılmaktadır (Şekil 13) (Dalenback 1997). Yapı renovasyonu bağlamında güneş toplaçlarına uygun olacak şekilde; yeni bir kat veya mekan eklendiğinde yapı kabuğu iyileştirilmiş olur (Voss 2000).

3.1.2 PV Modülleri

PV, toplaçlar ve ısı yalıtım sistemleri kendi aralarında birleştirilebilirse planlama, üretim ve kurulum maliyetleri düşebilir (Şekil 14) (Krauter vd. 2000).

Coğrafi konum ve yerleşime göre binanın enerji ihtiyacı binadan binaya değişiklik gösterdiği için PV modül alanları değişiklik gösterir (Antvorskov 2008). Genelleştirme yapmak gerekirse aynı bölgedeki aynı kullanım amacına sahip proje ve binalar için yapılmalıdır.

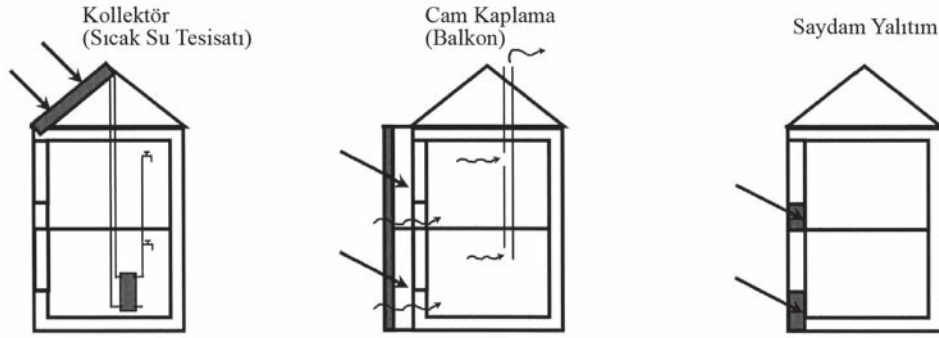
PV modülleri gölgeye karşı çok hassas olduğu için; binalar arası mesafe, yönelme ve yüksekliği fazla olan peyzaj elemanlarına dikkat etmek gerekir (Voss 2000).

3.1.3 Saydam Yalıtım

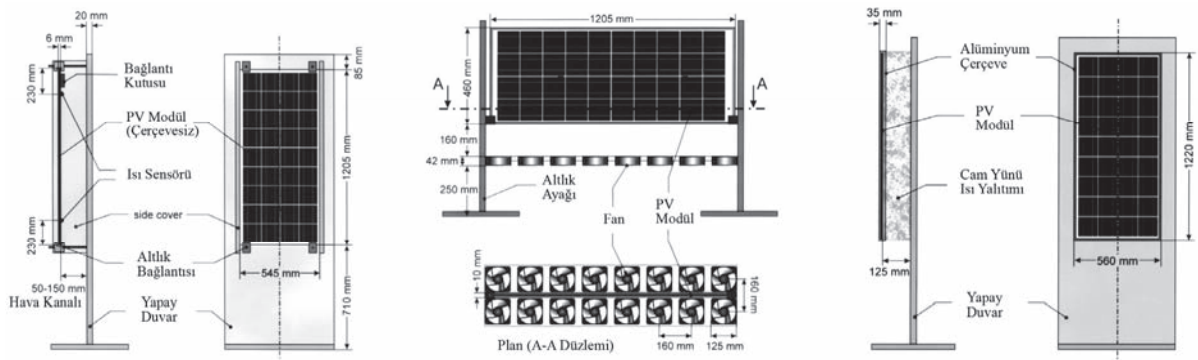
Saydam yalıtım pasif olarak düşük sıcaklıkta duvarda ısıtma sağlarken güneşten elde ettiği ısı enerjisi ile ısı kayıplarını azaltır. Renovasyon yapılacaksa güneşe dönük yüzeylerde yüksek oranda kullanılabilir (Şekil 15) (Voss 2000). Opak ve saydam yalıtım arasındaki fark; biri ısının yapıdan kaçmasını engellemeye çalışırken, diğeri güneşten ısı elde etmeye çalışmasıdır.

3.1.4 Hibrit Sistemler

Hibrit sistemler iki veya daha fazla enerji dönüştürme cihazının birleştirilmesidir. Amaç doğadaki sınırlamaları aşmaktır (Web13). Örneğin Güneş enerjisi sistemlerinin kendi aralarında farklı birleşmeleri sonucunda; PV arkasındaki borudan geçirilen su ısındığında yapı içi sıcak su kullanımı sistemine aktarılması düşünülmüştür (Şekil 16) (Krauter vd. 2000).



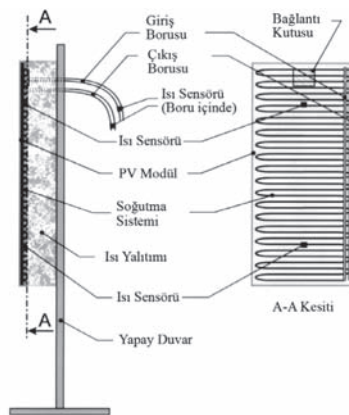
Şekil 13. Güneş enerjisinin yapı kabuğunda kullanılma yerleri ve çeşitleri (Voss 2000)



Şekil 14. Pasif-Aktif havalandırılan ve ısı yalıtımlı PV sistemleri (Krauter vd. 2000)



Şekil 15. Saydam Yalıtım uygulaması, Erkrath Community, Almanya (Web12)



Şekil 16. Hibrit ısı yalıtımlı PV (Krauter vd. 2000)

Asimetrik parabolik yoğunlaştırıcı da bir diğer PV hibrit sistemidir. 0-50°lik açıyla uygulanabilen modülde yoğunlaştırıcı yüzeylere Radyan ayna uygulanmıştır (Şekil 17) (Wittwer ve Datz vd 2004, Web14). Aynı yüzey alanına sahip düz PV lere göre 1,62 oranında daha fazla performanslı olduğu görülmüştür (Mallicka vd. 2004)

Bir diğer PV hibrit sistem ise cam katmanları arasına yerleştirilen ASI camlarıdır. Bu sistem; elektrik, aydınlatma yönetimi, konfor, etkili gölgeleme, parlama korunumu, ısı yönetim, ekonomi ve mimari estetik gibi özellikleri taşımaktadır (Şekil18) (Alnaser vd.2007).

Hibrit sistemlere başka bir örnek olarak; ‘Saydam yalıtım ve bitiş sistemi’ gösterilebilir. Termotropik özelliği sayesinde ısı yansıtıcısı olarak da kullanılabilen ‘Camlama yalıtım ünitesi’ aşırı ısınmaya karşı kullanılabilirdiği gibi (Şekil 19), düşük ısılarda da ısı direncini arttırmaktadır. Kullanımı açısından farklılık gösteren mekanlarda farklı ısı eşiklerine göre düzenleme yapılabilir (Şekil 20). Ayrıca binanın kullanım fonksiyonu ve yapı alanının global özellikleri her proje için ayrı ayrı göz önünde bulundurulmalıdır (Raicu vd. 2002).

3.1.5 Cam Balkon Kapamaları

Balkonların camla kapatılması açılabilir cam elemanlarla balkonun çevresinin kaplanması anlamına gelir (Boonstra 1997). Bu anlamda kış bahçesi etkisi yaratacak alanlar eklemek eğilimi ağır basar (Şekil 10.). Balkon kapamalarının öncelikli amacı; cephe bozulması ve ısı köprü problemleri azaltmak, yaşam alanını arttırmak, ısıtma sezonunu kısaltmak, gürültüyü azaltmak ve renovasyon maliyetini düşürmek yatmaktadır (Boonstra vd. 1997), enerji maliyetleri arka plandadır. İç hava kalitesini korumak ve nem probleminden kaçınmak için yeterli pencere işlemleri ve havalandırma tedbirleri alınmalıdır. Ayrıca soğuk hava akışını engellemek için kullanıcı tarafından elle müdahale edilebilen pencere sistemleri olmalıdır. Enerji korunumu için hava akış hızı düşük tutulmalıdır, fakat iç hava kalitesinden de ödün verilmemelidir (Şekil 21) (Voss 2000).

3.1.6 Camlama

Camla kaplanmış alanlar faz kaymalı ısı enerji kazanımı ile birkaç saat sonra yapı içine ulaştığından ısıtmaya en çok ihtiyaç duyulan akşamüzeri veya gece devreye girer. İklim değişikliklerinde aşırı ısınmayı engellemek için

güneş kontrol sistemleri kullanılmalıdır (Wittwer ve Datz vd. 2004).

Farklı tiplerde değişebilen katmanlar ve kaplamalar geliştirilmiştir. “Kromojenik” adındaki bu sistemler bünyesindeki pigmentler sayesinde özelliklerini değiştirebilmektedir (renk, saydam-opak vs.). Bu sistemler ışık ve ısı geçişi kontrolünde aktif ve/veya pasif olarak uyarlanabilir. Bu uygulamalar “akıllı camlama” veya “akıllı pencereler” olarak adlandırılır ve sadece cam elemanlarla sınırlı değildir (Raicu vd. 2002).

Dış ortam uyarılarına ve koşullarına göre;

1. elektrokromik sistemler,
2. termokromik sistemler,
3. fotokromik sistemler,
4. gazokromik sistemler,

optik özelliklerindeki değişikliğe bağlı olarak sınıflandırılabilir.

Termokromik katmanlar sıcaklık uyarısıyla optik özelliklerini tersine çevirirler. Örneğin ortam sıcaklığı optik-saydam değişim eşiği sıcaklığının altında ise malzeme rengi temiz ve saydamlaşarak, eşiğin üzerine çıktığında opaklaşarak farklı termofiziksel davranışlara uyarlanabilir (Raicu vd. 2002). Aynı şekilde Gazokromik camlarda yüksek güneş iletimi karşısında renk değiştirme eğilimindedir (Şekil 22) (Wittwer ve Ell vd. 2004).

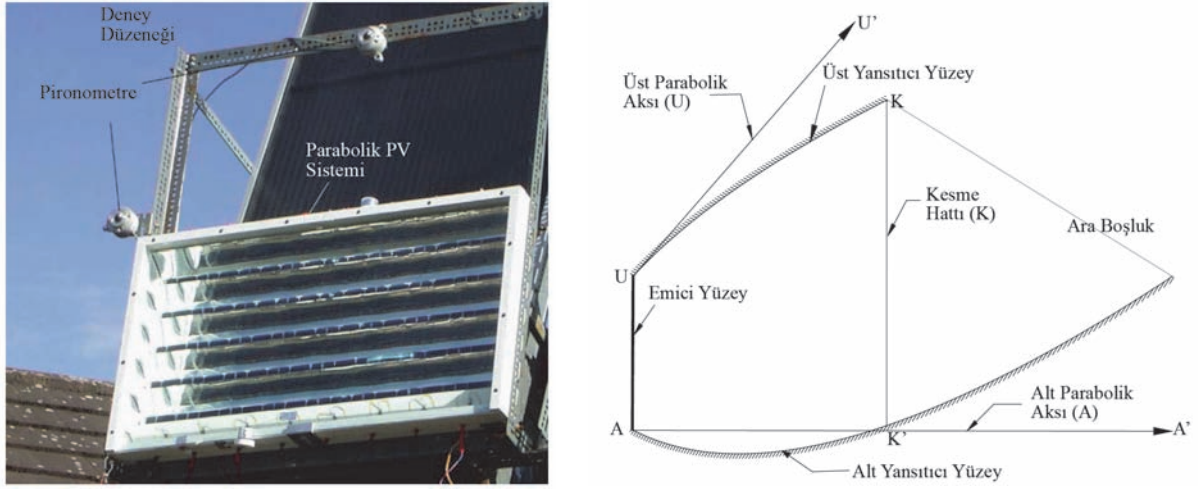
Benzer şekilde aydınlatma ve mekan ısıtılmasında faz kaymalı malzemeler de kullanılmaktadır. Bu malzemeler cam katmanların arasında yer alır (Şekil 23). Belirlenen sıcaklık eşiğinin üzerine çıktığında hem güneş ışınlarının girmesini sağlar, hem de bünyesine ısı depolar, eşiğin altına düştüğünde de bünyesinde depoladığı ısıyı iç mekana iletirken opaklaşarak ısı yalıtım özelliğini ortaya çıkarır (Şekil 24) (Weinlader vd. 2004)

3.2 Rüzgar Enerjisi Sistemleri

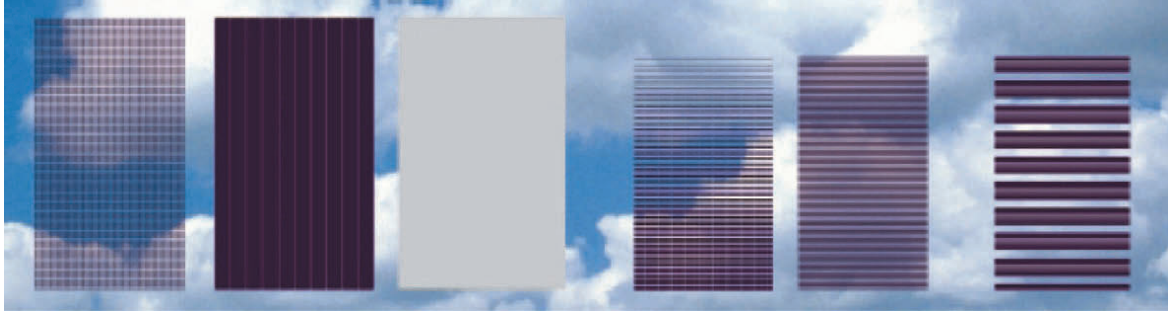
Rüzgar tribünü ve rüzgar başlıkları olmak üzere ikiye ayrılır.

3.2.1 Rüzgar Tribünü

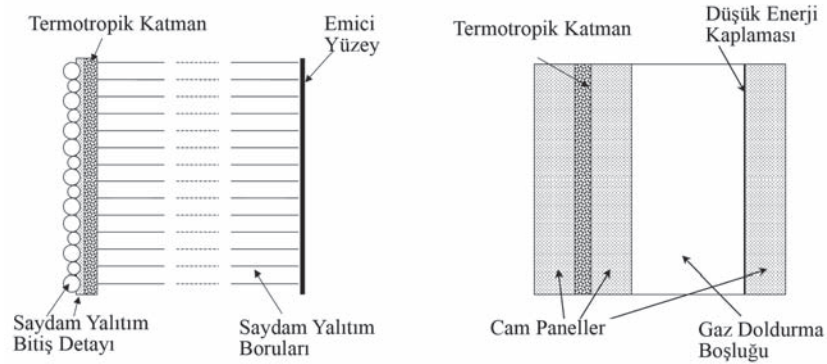
Kinetik halde olan rüzgar enerjisini elektrik ya da mekanik enerjiye çevirirler. Genellikle çatı yüzeylerinde yatay veya düşey olarak uygulanabilirler. Bu sistemlerin maliyet analizinde coğrafi konumuna göre rüzgar hızı en önemli etkenlerdendir (Şekil 25) (Antvorskov 2008).



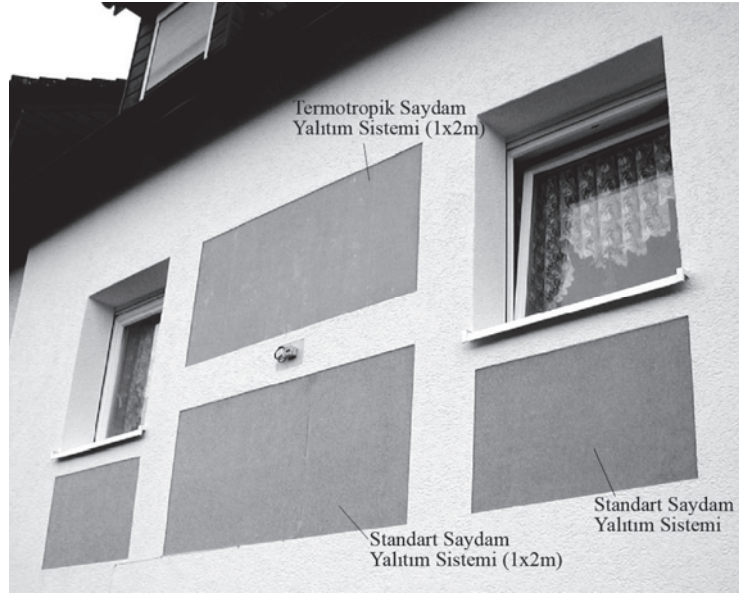
Şekil 17. Parabolik Yoğunlaştırıcı PV modülü (Mallicka vd. 2004)



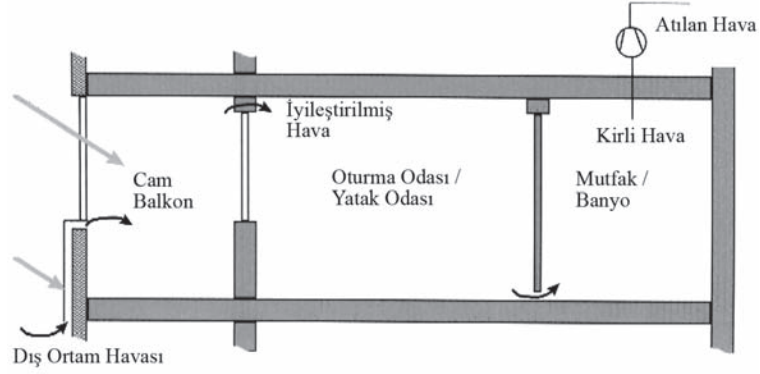
Şekil 18. Cam katmanları arasındaki PV modülleri (ASI camları) (Alnaser vd. 2007)



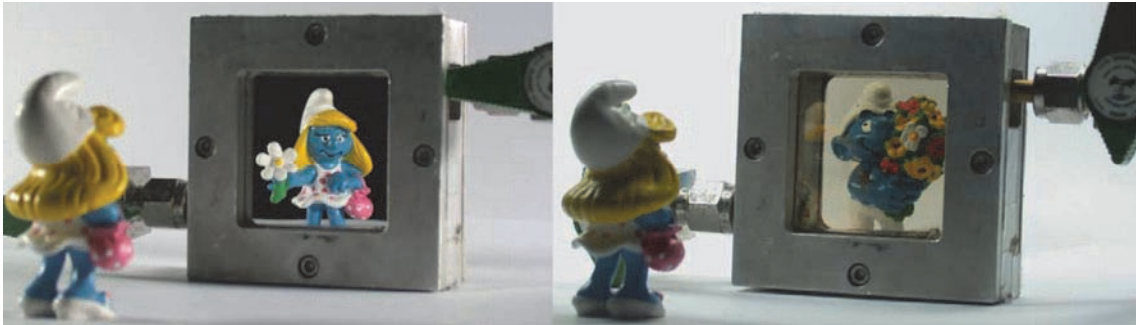
Şekil 19. Saydam yalıtım ve bitiş sistemi ve Camlama yalıtım ünitesi bileşenleri (Raicu vd. 2002)



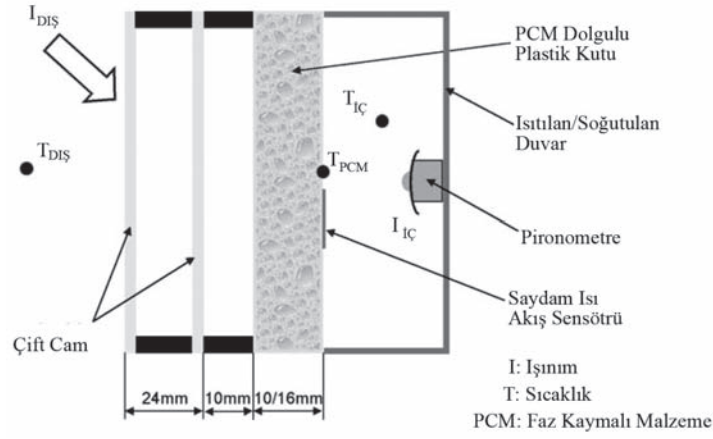
Şekil 20. Camlama yalıtım ünitelerinin dış yüzeye uygulama örnekleri (Raicu vd. 2002)



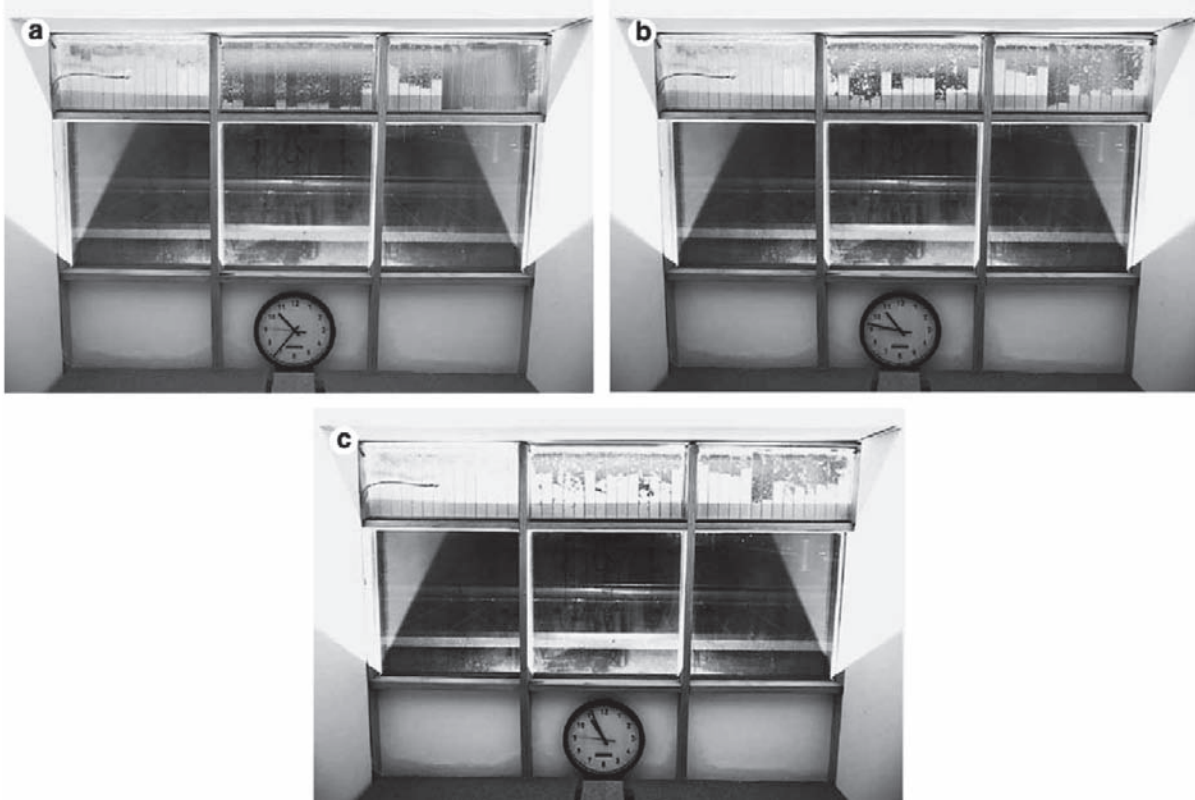
Şekil 21. Balkon cam kapamaları ile havalandırma arasındaki ilişki (Voss 2000)



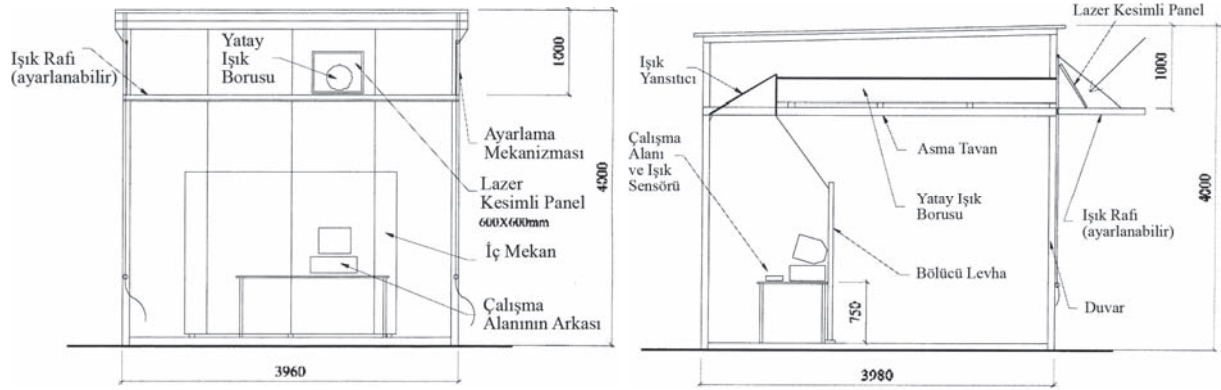
Şekil 22. Gazokromik camların ışık yoğunluğuna göre renk değişimi (Wittwer ve Datz vd. 2004)



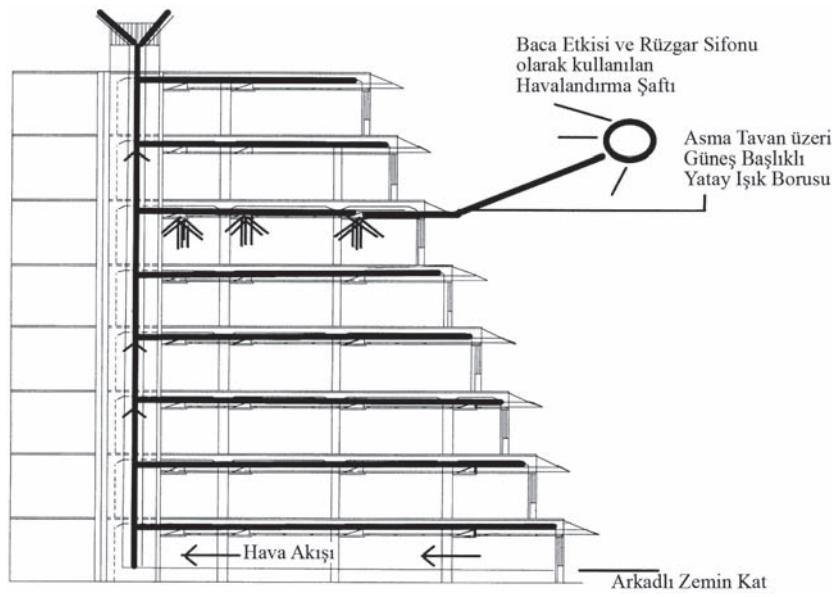
Şekil 23. Faz kaymalı malzemelerin pencere cam katmanlarındaki yeri (Weinlader vd. 2004)



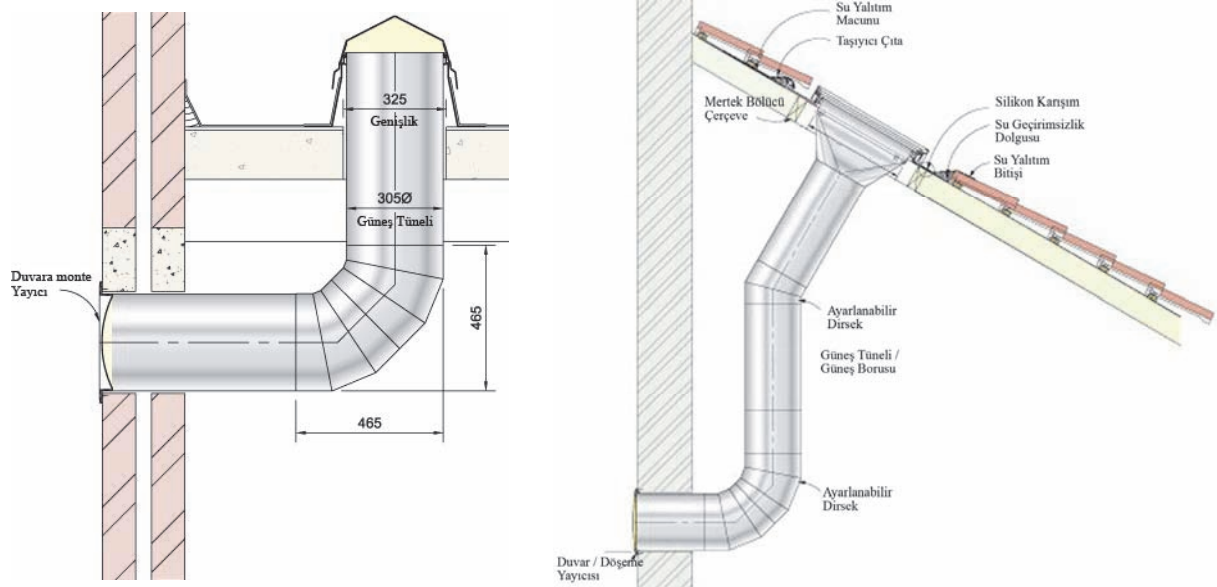
Şekil 24. Faz kaymalı cephe panellerinin farklı sıcaklıklara göre saydamlaşması ve opaklaşması (Weinlader vd. 2004)



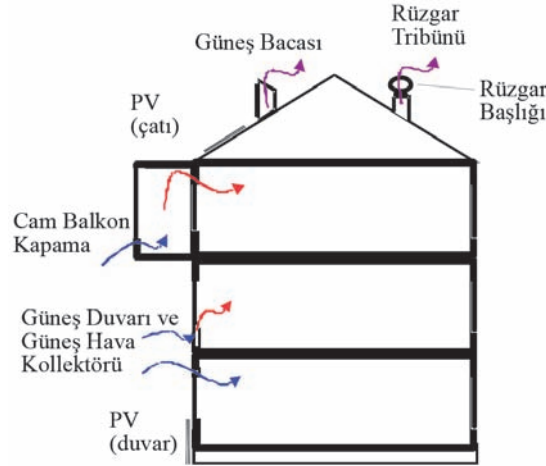
Şekil 26. Asma tavan arasındaki yatay ışık borusu detayı, tek noktalı (West 1999)



Şekil 27. Asma tavan arasındaki yatay ışık borusu detayı, çok noktalı (West 1999)



Şekil 28. Monodraught Firmasına ait ışık boruları için farklı uygulama alanları (Web15)



Şekil 29. Hibrit Havalandırma Sistemlerinin Yapı Kabuğundaki Kullanım Yerleri (Antvorskov 2008).

Hibrit havalandırma sistemle bağlantılı cam kaplamalı balkonlar ve kış bahçelerin kullanımında; pasif güneş enerjisi ile havayı önceden ısıtma ve enfiltrasyonla Havalandırma ile iletim kayıplarının azaltılması avantaj olarak karşımıza çıkar. Bunların tersine; yazın aşırı ısınma, enerji korunumu üzerindeki kullanıcı davranışı farklılığının etkinliği, cam kaplama elemanlarında yoğuşma riskleri ise kritik durumlar olarak karşımıza çıkar.

4. YAPI KABUĞUNDA RENOVASYON VE SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ TASARIM ARAYÜZÜNDE ANADOLU ÜNİVERSİTESİ MİMARLIK BÖLÜMÜ İÇİN İYİLEŞTİRME PROJESİ ÖRNEĞİ

TSE 825 Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliğinin uygulamaya girmesi ile yeni binalarda ısı yalıtımı zorunlu hale gelmiştir. Fakat her yeni bina için optimum ısı yalıtım kalınlıkları ayrı ayrı hesaplanmadığı için özellikle ısıtma-soğutma enerji tüketimi açısından hala ideal seviyelere gelinebilmiştir. Buna rağmen yeni binaların enerji tüketimleri mevcut binalara oranla daha azdır. Bu yüzden iyileştirme projesi olarak; hem Kamu-Eğitim binası hem de konuttan farklı kullanım saatleri olan Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü seçilmiştir.

4.1 İyileştirme Projesi İçin Yer Seçimi ve Mevcut Durum

Anadolu Üniversitesi Mimarlık bölümü Coğrafi olarak 39,48 enlem ve 30,32 boylamında bulunmaktadır ve doğu ile yaklaşık 52 derecelik bir açı ile düz bir araziye yerleştirilmiştir. Eskişehir bölgesinde hakim rüzgar; kışın kuzeybatı ve yazın kuzey yönünde değiş-

mektedir. Bu anlamda kuzeyi kapalı, güneyi açık olan renovasyon eki yapmaya uygun üç farklı alan Şekil 30.daki vaziyet planında gösterilmiştir. Söz konusu alanlarda; pencere altı parapet duvarında bisküvi tuğla kaplaması olan, çift tarafı sıvalı 40cm lik sandviç tuğla duvar bulunmaktadır. Dış duvarlarda ısı yalıtımı uygulanmamıştır. Tüm pencereler 90cm parapet duvarlı, çift camlı ve PVC doğramalıdır. Isıtılmayan koridor alanlarına komşu iç duvarlarda lento üzerinde de pencereler bulunmaktadır. İç kapılar ahşaptır. Avluya bakan yüzeylerde de dış duvardaki gibi pencereler yer almaktadır.

4.2 I Numaralı Alternatif Proje Alanı İçin Güneş-Gölge Analizi

Güneş izi ve ışınları; kışın kısa yelpazede eğik açıyla, yazında geniş yelpazede dik açıyla yörüngeyi tamamlamaktadır. Bu yüzden güneş ışınımından enerji elde edilebilecek saatler açısından bakıldığında; iç avlusundaki güneşlenme zaman aralığı 11.00 ile 15.00 saatleri arasında gerçekleşmektedir. Bunun yanında Devlet Meteoroloji İşlerinden alınan istatistiklere göre kış aylarının güneşlenme zaman aralığının daha az olduğu görülmektedir. Bu bağlamda; 1 numaralı alanda (iç avluda); güneş ışınımından enerji eldesi ile yeterli direkt güneş ışınımı alınmadığı için renovasyon eki yapmak mantıklı görünmemektedir.



Şekil 30. Mimarlık Bölümü Yapı Kabuğu Renovasyonu Proje Alternatif Alanları

4.3 II-III Numaralı Alternatif Proje Alanı İçin Geliştirilen Proje ve Tasarım Kriterleri

Alan seçiminde; II. ve III. numaralı alanlar aynı cephede ve aynı güneşlenme oranlarına sahip olmasından dolayı, rüzgara maruz kalan 2. Numaralı alana ağırlık verilmiştir.

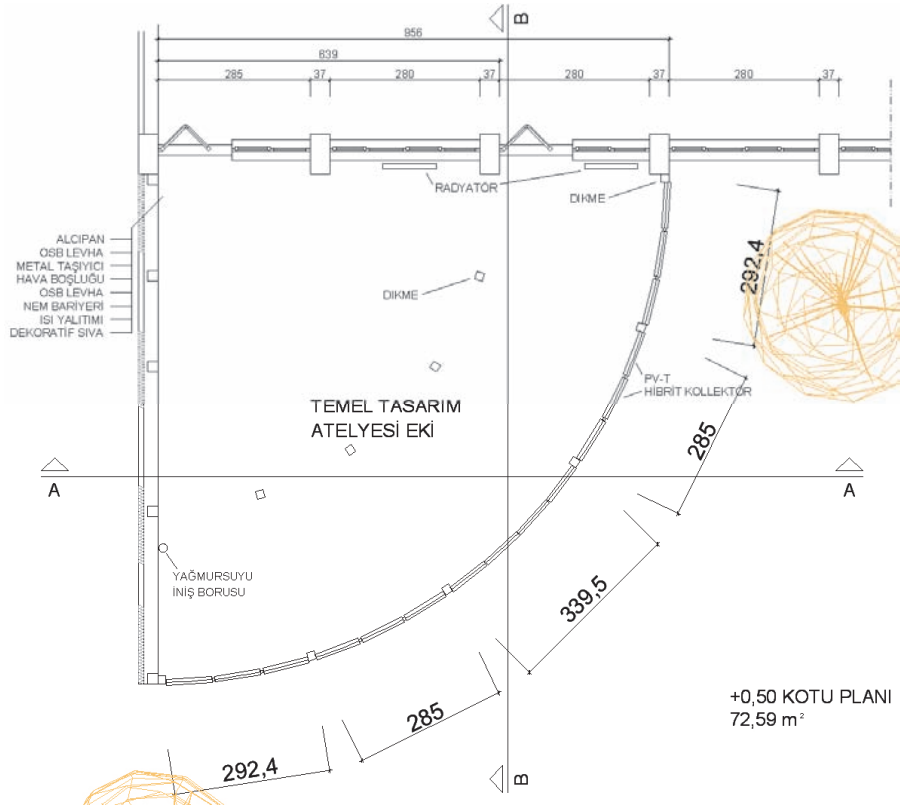
Renovasyon ekinde pasif tasarım kriterleri doğrultusunda; ısı ve aydınlatma enerjisi kazancı için güneye mümkün olduğu kadar çok, ısı kaybını azaltmak için de kuzeye mümkün olduğu kadar az yüzey oluşturulması hedeflenmiştir. Güney yüzeylerinde güneşten faydalanmak için şeffaf elemanlar tercih edilirken, kuzeybatı rüzgarının olumsuz etkisini azaltmak amacıyla ısı yalıtım performansı yüksek olan kalın ve opak yalıtımlı duvar katmanları kullanılmıştır. Güney cephesinde bırakılan üst kat balkonu ise “deney platformu” olarak değerlendirilmek istenmiştir (Şekil 31, 32).

Taşıyıcı sistemdeyse; geri dönüşümü olan ve söküldüğünde farklı yerlerde de kullanılabilir olan çelik malzeme tercih edilmiştir. Böylece döşemelerde tesisat şaftlarına ve mekanik ekipmanlara yer ayrılacaktır. Ayrıca renovasyon alanının çatısında ve deney platformunda toplanan su, subasman döşemesinin altına yerleştirilecek su tanklarında

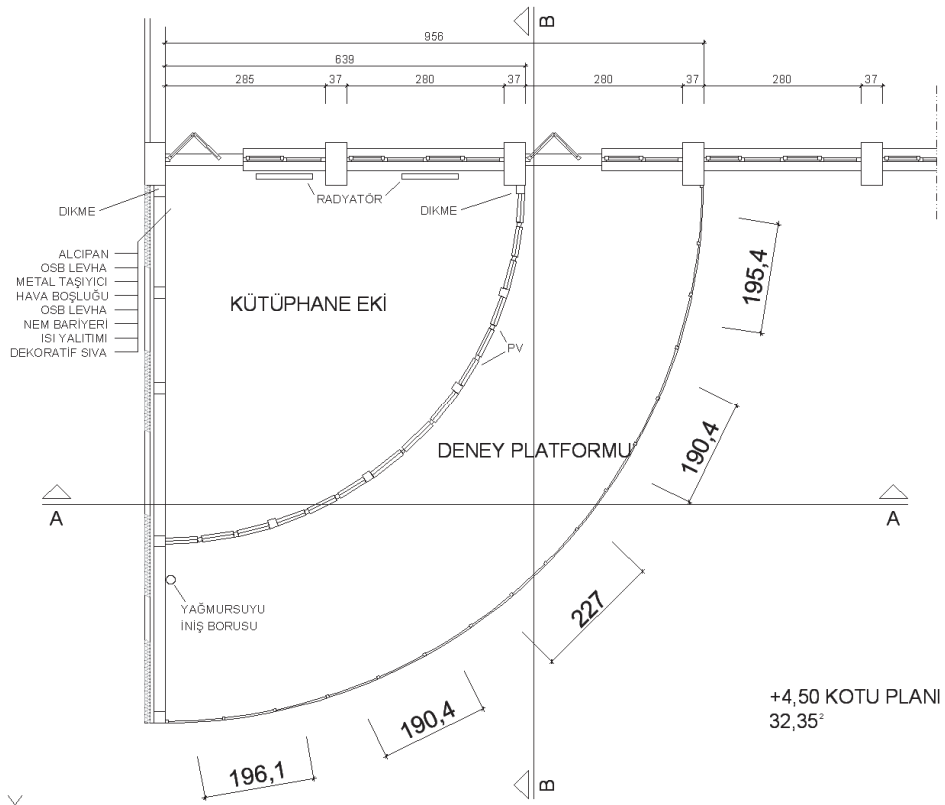
toplanacaktır. Toplanan su gerektiğinde yan taraftaki ağaçlara verilecektir (Şekil 33).

Projenin inşaa edilebilir olduğu düşünülerek gerçekçi olması amacıyla ulusal pazarın elverdiği ölçüde malzeme ve ekipman seçimi yapılmıştır. Bu yüzden etken güneş enerji sistemlerinden ise PV-T adlı hibrit sistemler ve PV modüller kullanılması düşünülmektedir. PV-T modülünden hem ısı hem de elektrik enerjisi temin edilecektir. PV-T modülünün elde ettiği ısı enerjisi renovasyon alanına yerleştirilen radyatörler ile doğrudan bağlantılı olacaktır. Isı sınır değerleri aştığında radyatörleri kapatan ve fazla ısıyı döşemedeki menfezlerden tahliye eden akıllı bir sistem kurulması düşünülmektedir. Havalandırma için; gerektiğinde boru ve motor vasıtasıyla proje alanındaki ağaçlardan temiz hava alınarak, temel tasarım atölyesi ve okuma salonu önündeki renovasyon eklerine aktarılacaktır (Şekil 34, 35).

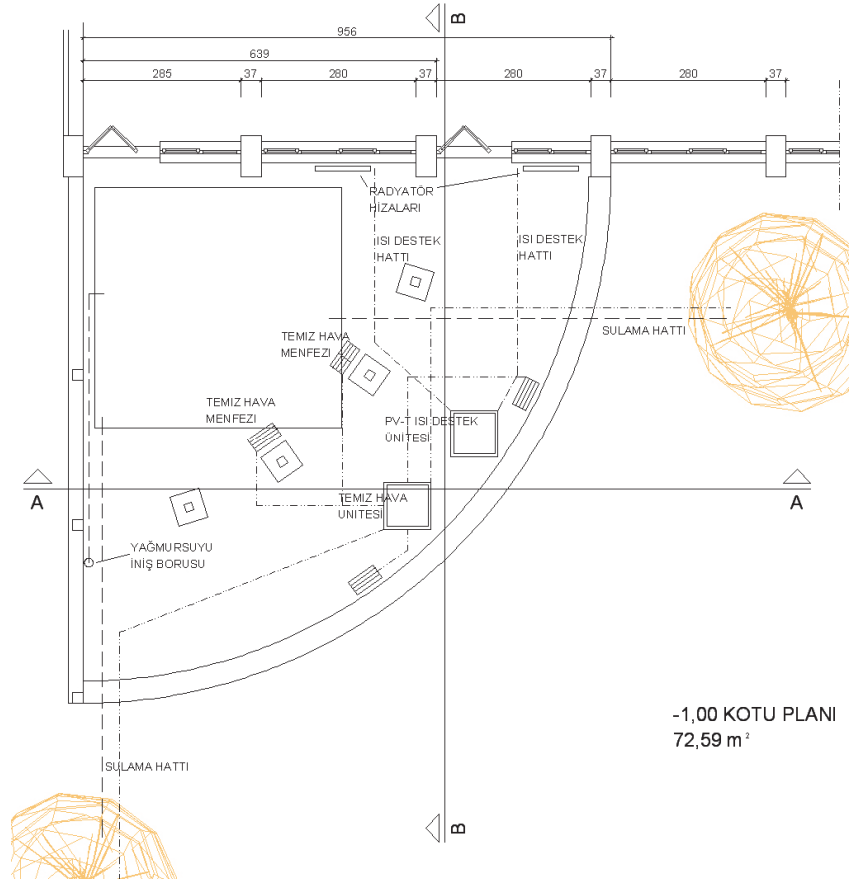
Renovasyon alanının çatısında bırakılan cam kaplamalı boşluklarda PV ve elektrokromik camlar önerilmektedir. Böylece iç mekandaki ısı, sınır değerleri aştığında elektrokromik camlar opaklaşarak veya saydamlaşarak aydınlatma ve ısı konforu arasında bir denge sağlayacaktır (Şekil 36).



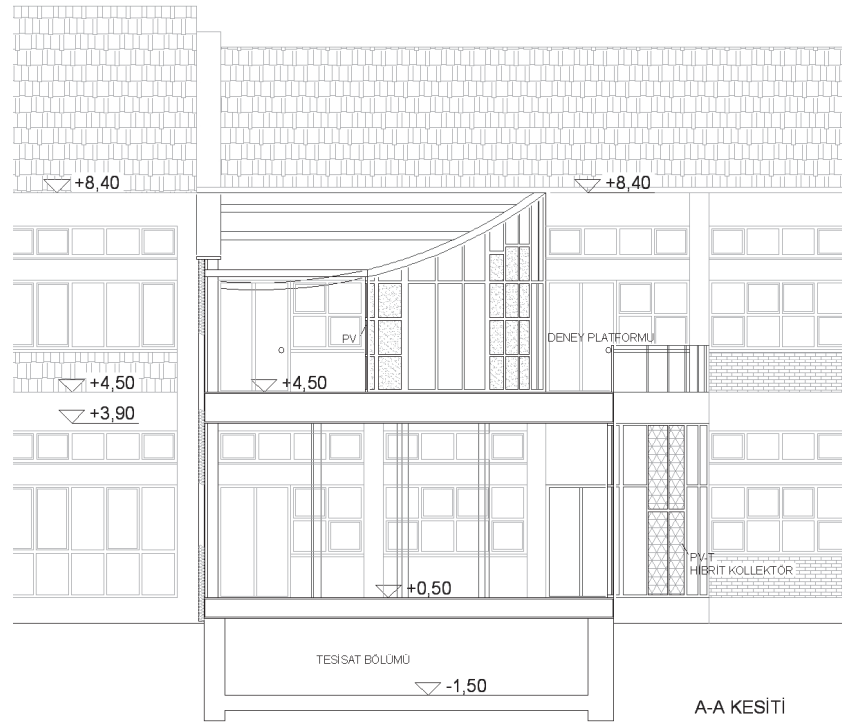
Şekil 31. Renovasyon alanının +0,50 kot planı



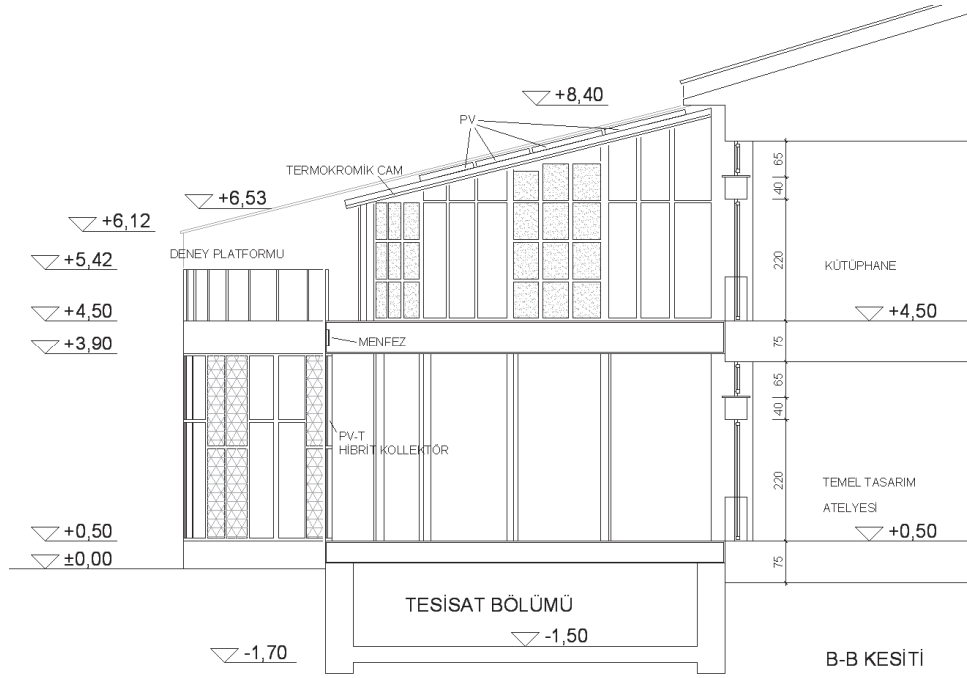
Şekil 32. Renovasyon alanının +4,50 kot planı



Şekil 33. Renovasyon alanının -1,00 kotu planı



Şekil 34. Renovasyon alanının A-A kesiti



Şekil 35. Renovasyon alanının B-B kesiti



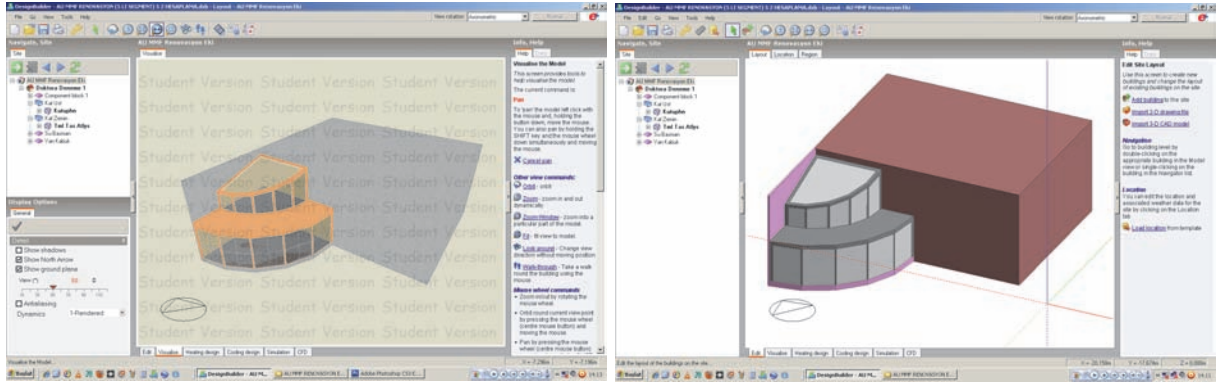
Şekil 36. Mimarlık Bölümüne önerilen kütlemin modelleme örneği

4.4 Renovasyon Ekinin Enerji Simülasyonu Programı ile Modellenmesi, Malzeme Seçimi ve Kabul Edilen Sınır Değerleri

Tasarlanan renovasyon ekinin enerji yükünü veya getirisini hesaplamak için enerji simülasyon programı kullanılması düşünülmüş, ve 'Design Builder' programı tercih edilmiştir. Design Builder programında mimari projeye uygun

olarak renovasyon eki modellenmiş ve malzeme ile işletme sınır değerleri girilmiştir (Şekil 37);

- Proje alanı olarak Eskişehir ili seçildi,
- "Google Earth" programı yardımı ile yönlenme ile enlem ve boylam değerleri girildi,
- Sonrasında ve bina fonksiyonu olarak Üniversite ve Kolejlere seçildi,
- Kat yüksekliği renovasyon projesi dikkate alınarak 350cm ve duvar kalınlığı çelik taşıyıcı konstrüksiyona sahip olduğu göz



Şekil 37. Design Builder ile renovasyon ekinin modellenmesi

- önünde bulundurularak 16cm olarak belirlendi,
- Programın el verdiği şekilde ‘konstrüksiyon ve doğramalar’ “tasarım öncesi” şartlara göre hesaplamaya ayarlandı,
 - Taşıyıcı konstrüksiyon çelik malzeme olarak tasarlandığı için, pencere detayı göz önünde bulundurularak duvar katmanları oluşturuldu,
 - Yapılan renovasyon proje alternatifi “sun-space” gibi davranacağı için modellenen alanda (zon’da) ‘semi-exposed Wall, medium weight’ şartlandırması kabul edildi,
 - Binanın kuzeydoğusu Mimarlık bölümüne komşu olduğu için bu alan “adiabatic” olarak adlandırılan ‘ısı geçirimsiz’ olarak kabul edildi,
 - Su basman döşemesinde ve kuzeybatı duvarında 12cm lik ısı yalıtımlı duvar oluşturuldu,
 - Kullanılan enerji simülasyonu programında yenilenebilir enerji kaynakları (enerji üreten elemanlar) olmadığı için PV ve PV-T olan alanların yerine pencere doğramaları varmış gibi düşünüldü (PV ve PV-T lerin enerji eldeleri hesaba katılmamıştır),
 - Pencere açıklıkları çift camlı ve elektrokromik cam olarak tanımlandı,
 - Aktivite olarak m²’ye düşen kişi sayısı 0,12 olarak kabul edildi. Doğal havalandırma olacağı varsayılarak mekanik havalandırma kapatıldı ve enfiltrasyon (programın belirlediği standart değer) 0,7 kabul edildi.
 - Isıtma sistemi olarak sıcak su radyatörleri ve doğalgaz sistemi seçildi,

Programın veri tabanında yer alan Eskişehir Coğrafi ve İklim verileri ise Tablo 1.de görülmektedir.

Bu verilere göre Eskişehir ilinde Mayıs-Eylül aralığında ısıtma ihtiyacı olmadığı ve Mart-Ekim aralığında Direkt ve Yayılı Güneş

Işınımı şiddetinin yükseldiği görülmektedir. Rüzgar ise Kasım-Haziran aralığında batı-Kuzeybatıdan, Temmuz-Ekim aralığında kuzey-kuzeydoğudan estiği anlaşılmaktadır. Atmosfer basıncının da bütün bir yıl boyunca çok fazla değişmediği görülmektedir.

4.5 Enerji Simülasyon Verileri ve Verilerin Yorumlanması

Modellenen renovasyon ekinin malzemesi belirlendikten ve sınır değerleri girildikten sonra alınan enerji simülasyon değerleri aylık ortalamalara göre Tablo 2., Şekil 38. ve Şekil 39. da görülmektedir. Renovasyon ekinin bulunduğu taraftaki Mimarlık bölümüne ait simülasyon verileri ise Tablo 3. ve Şekil 40. da yer almaktadır.

Elde edilen enerji simülasyon verileri değerlendirildiğinde;

- Renovasyon ekinin ısıtma döneminde (1 Ekim 30 Nisan) çok az enerji ile ısıtılabilirliği,
- Ocak ayında gündönümü olduğu için;
 - Yataya oldukça paralel gelen güneş ışınlarından dolayı güneşten kazanılan ısı enerjisinin kış ortalamasından fazla olduğu,
 - Bu yüzden de ısıtma için harcanan enerjiyi düşürdüğü,
- Havalandırma değerlerinin Nisan-Kasım ayları aralığında dış ortam sıcaklığının yükselmesinden dolayı arttığı,
- Mayıs-Eylül aylarında;
 - Elektrokromik camların kullanılmasına rağmen güneşten kazanılan enerji kazancının çok fazla olduğu,
 - Bu yüzden iç hava sıcaklığının çok yükseldiği,

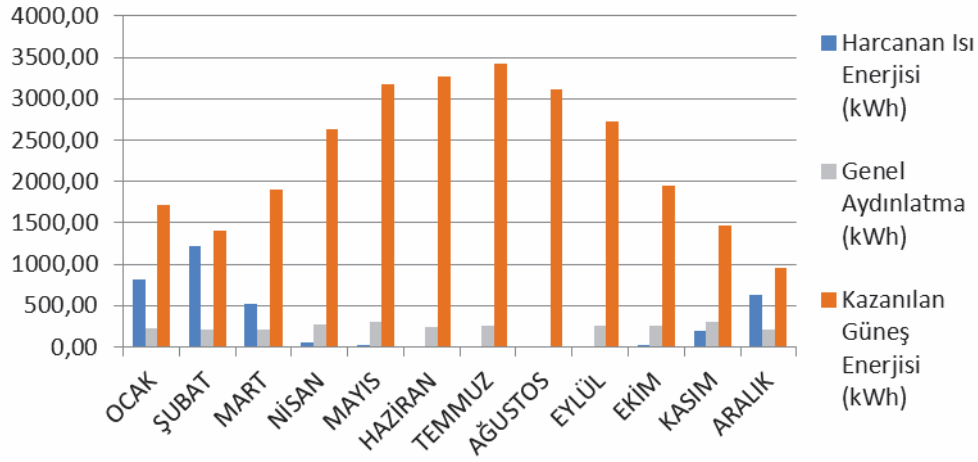
Isıl konfor için gölgeleme elemanlarının ve ilave soğutma sistemi gerektirdiği,

Tablo 1. Design Builder Programına göre Eskişehir ili için Coğrafi veriler

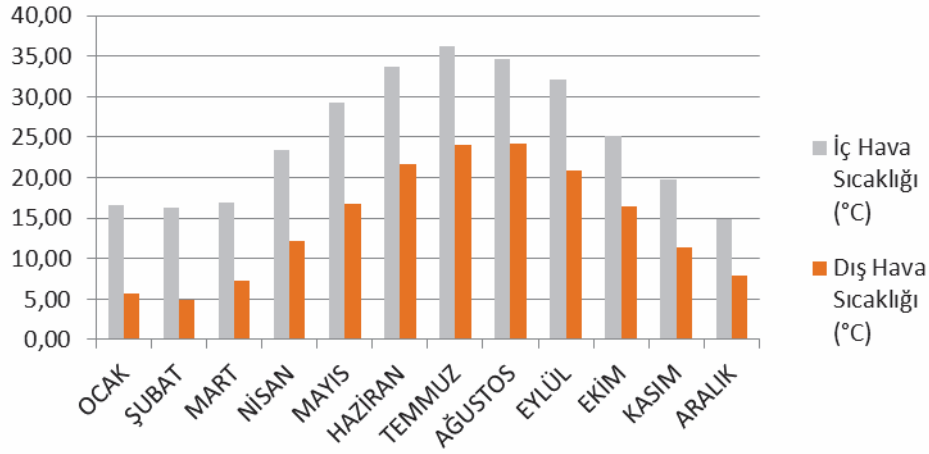
	Kuru Ter- mometre Sı- caklığı (°C)	Çiğ Noktası Sıcaklığı (°C)	Direkt Güneş Işınımı (kWh)	Yayılı Güneş Işınımı (kWh)	Rüzgar Hızı (m/s)	Rüzgar Yönü (°)	Atmosfer Basıncı (Pa)
Ocak	5,75	2,31	39,76	32,13	4,78	130,69	101966,50
Şubat	4,88	-0,63	30,25	42,51	5,48	172,08	101214,70
Mart	7,25	3,02	40,71	68,17	4,13	150,74	101456,60
Nisan	12,21	5,84	70,76	82,80	4,13	152,49	100695,60
Mayıs	16,77	11,43	104,30	96,55	4,38	128,71	101119,90
Haziran	21,61	14,30	132,00	95,08	3,98	126,65	100994,90
Temmuz	24,09	17,92	158,84	85,89	5,79	54,80	100784,00
Ağustos	24,24	19,24	135,27	80,65	5,68	80,20	101069,50
Eylül	20,81	13,71	117,65	63,00	4,95	76,13	101175,40
Ekim	16,46	10,59	65,08	53,83	4,24	102,14	101202,00
Kasım	11,39	6,92	38,98	36,42	4,04	166,35	101564,90
Aralık	7,87	5,00	21,23	30,54	5,59	103,59	101818,10

Tablo 2. Renovasyon ekine ait enerji simülasyon verileri

	Mekan Isıtma Enerjisi (kWh)	Genel Ay- dınlatma (kWh)	Pencerelerden Kazanılan Güneş Enerjisi (kWh)	İç Hava Sıcaklığı (°C)	Harcanan Isı Enerjisi (kWh)	Dış Hava Sıcaklığı (°C)
Ocak	528,67	231,01	1712,04	16,57	813,34	5,75
Şubat	787,94	216,57	1399,44	16,24	1212,21	4,88
Mart	337,00	202,13	1903,64	16,95	518,46	7,25
Nisan	39,16	274,32	2636,48	23,38	60,25	12,21
Mayıs	3,61	303,19	3179,22	29,23	5,55	16,77
Haziran	0,00	245,44	3264,60	33,70	0,00	21,61
Temmuz	0,00	259,88	3417,99	36,26	0,00	24,09
Ağustos	0,00	0,00	3111,49	34,57	0,00	24,24
Eylül	0,00	259,88	2723,30	32,09	0,00	20,81
Ekim	3,79	259,88	1948,43	25,20	5,83	16,46
Kasım	121,56	303,19	1467,23	19,80	187,01	11,39
Aralık	412,23	216,57	949,07	14,88	634,19	7,87



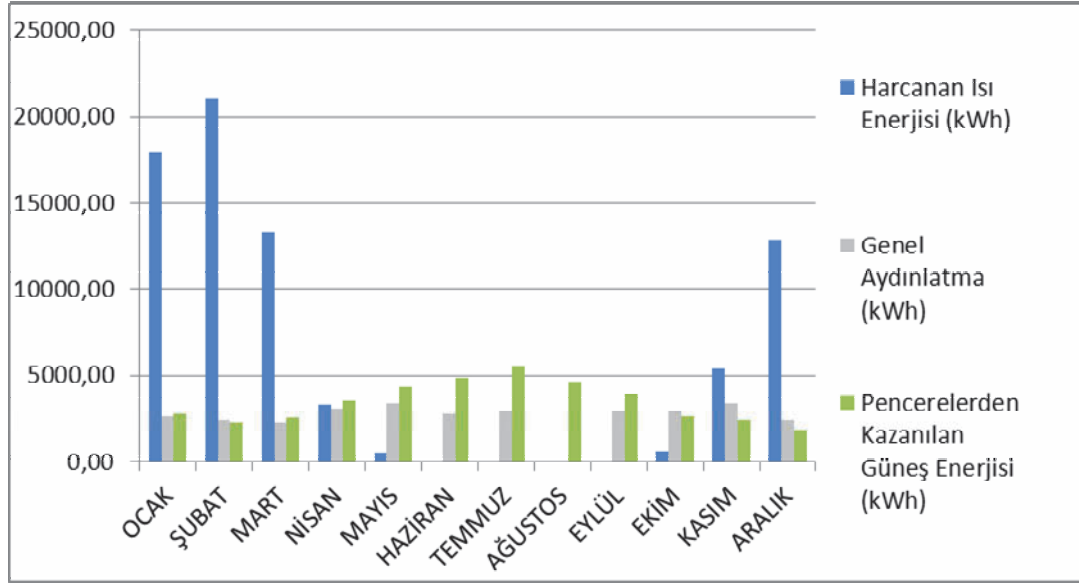
Şekil 38. Renovasyon ekine ait ısı enerjisi grafikleri



Şekil 39. Renovasyon ekine ait iç dış sıcaklık grafikleri

Tablo 3. Renovasyon ekinin bulunduğu taraftaki Mimarlık bölümüne ait enerji simülasyonu verileri

	Mekan Isıtma Enerjisi (kWh)	Genel Aydınlatma (kWh)	Pencerelerden Kazanılan Güneş Enerjisi (kWh)	İç Hava Sıcaklığı (°C)	Harcanan Isı Enerjisi (kWh)	Dış Hava Sıcaklığı (°C)
Ocak	11644,35	2611,05	2795,18	13,82	17914,38	5,75
Şubat	13686,40	2447,86	2250,26	14,25	21055,99	4,88
Mart	8681,08	2284,67	2606,58	14,07	13355,51	7,25
Nisan	2156,89	3100,62	3563,24	17,08	3318,29	12,21
Mayıs	360,34	3427,00	4353,68	20,62	554,37	16,77
Haziran	0,00	2774,24	4882,99	24,23	0,00	21,61
Temmuz	0,00	2937,43	5561,07	26,32	0,00	24,09
Ağustos	0,00	0,00	4630,13	24,87	0,00	24,24
Eylül	25,71	2937,43	3883,66	23,28	39,56	20,81
Ekim	437,51	2937,43	2621,75	19,15	673,10	16,46
Kasım	3521,10	3427,00	2433,78	16,31	5417,08	11,39
Aralık	8358,02	2447,86	1797,24	13,97	12858,49	7,87



Şekil 40. Renovasyon ekinin bulunduğu taraftaki Mimarlık bölümüne ait enerji simülasyon grafiği

- Hafif malzeme ve hafif konstrüksiyon öğelerinin kullanılması, yapı kabuğunda faz kayması sağlayamadığı için ısıl konfora harcanan enerjinin;
 - Nisan-Mayıs, Ekim-Kasım aylarında çok az olduğu,
 - Aralık-Mart aylarında ısıtma enerjisi olarak,
 - Mayıs-Eylül aylarında soğutma enerjisi olarak arttığı
- Genel Aydınlatma enerjisinin çok az değişkenlik gösterdiği,
- Isıtma sistemi verimine göre; iç mekan ısıtmasında harcanan ısı enerjisinin arttığı, sonuçları çıkmıştır. Bu sonuçlara göre de;
- Karasal iklim bölgesinde ısıtma kadar soğutmanın da önemli olduğu;
- Mayıs-Eylül aylarında ısıl konfora harcanacak enerjinin azaltılması için aktif- pasif tasarım stratejileri olarak;
 - Gölgeleme elemanları kullanılması ve
 - Temiz Hava menfezlerinin gerektiğinde ısıtma gerektiğinde soğutma amacıyla kullanılması,
 - Temiz hava destek ünitesinin ısıtma-soğutma yüküne yardımcı olması,
 - Bu bölgede ısınan havanın kuzeye bakan diğer mekanlarda ısıtma sistemine destek olacak şekilde aktarılması,
 - İlave soğutma sistemi,

gerektiği görülmektedir. Yapılan enerji simülasyonuna ek olacak şekilde PV ve PV-T gibi aktif enerji sistemlerinin kazanımları da enerji analizleri eklenmelidir. Böylece önerilecek iklimlendirme sistemleri için gerçeğe daha yakın değerler ortaya çıkacaktır.

Mevcut durumun ve renovasyon ekinin enerji simülasyon sonuçları değerlendirildiğinde;

- Elektrokromik camlar sayesinde mevcut durum kadar pencereleden enerji kazancı olduğu,
- Renovasyon ekinin ısıtma döneminde güneşten kazanılan enerji ile iç mekana ısıl destek sağladığı,
- Renovasyon ekinin mekan ısıtma enerji performansının mevcut durumdan daha iyi olduğu,
- İç ısıl konfor şartlarında renovasyon ekinde PV ve PV-T sistemlerini gölgelemeyecek şekilde gölgeleme elemanlarının kullanılması gerektiği,

görülmektedir.

5. SONUÇ

Binalar ve sanayi sektörü, enerji tüketiminde en yüksek orana sahiptir. Bu yüzden iki sektörde de öncelikle “sürdürülebilirlik” bilinci sağlanmalı ve bu konuda uygulamaya yönelik teşvikler verilmelidir. Bunun yanı sıra Devlet politikası olarak yönetmelikler ve tüzükler çıkarılmalıdır. İlgili sektörlerdeki aynı

disiplinlerde çalışan Ar-Ge ve tasarım ekipleri ile uygulama alanlarında çalışan meslektaş gruplar arasında organizasyonlar yapılmalı ve bununla birlikte disiplinler arası da bilgi alış-verişi sağlanmalıdır.

Malzeme ile teknolojiadaki; yenilikler ve gündem sürekli olarak ilgili disiplinlere tanıtılmalı ve uygulama (veya uygulatma) fırsatı verilmelidir. Bu bağlamda inşaat sektöründe mevcut binalar, yeni yapılmakta ve gelecekte yapılacak olan binalar için uygun sistemler detaylı bir şekilde analiz edilmeli ve araştırılmalıdır.

Yeni yapılacak olan binalar sürdürülebilir mimari tasarım kriterlerine göre planlanmalıdır. Yapılmakta olan binalar ise, bulunduğu yapı aşamasına göre; söz konusu tasarım kriterleri dikkate alınarak, optimum enerji korunumu için gerekli müdahaleler ve iyileştirmeler yapılmalıdır. Hatta sertifikasyon sistemleri de (LEED, BREAM gibi) dikkate alınmalıdır. Tasarım aşamasında bu alanlarda uzman olan kişi/kişiler mutlaka yer almalıdır. Mevcut binalarda ise; ekonomiklik, malzemenin geri dönüşümü, kullanıcı konforu gibi önemli faktörler göz önünde bulundurularak iyileştirme ve renovasyon projeleri hazırlanmalıdır. Ayrıca tüm binaların; coğrafi konumu, iklimsel verileri, güneş ışınım şiddetleri ve süreleri, kullanım amacı ve kullanım süresi dikkate alınarak ihtiyaç duyulan enerji türü ve miktarı belirlenmelidir. Yapılan hesaplamaların sonunda da alternatif enerji sistemleri tavsiye edilmeli ve hayata geçirilmelidir. Mevcut binalarda ise; yapılması düşünülen renovasyon projelerinde, sadece yapı kabuğunu iyileştirmeye değil enerji etkin sistemlerden de mümkün olduğu kadar yararlanılmaya çalışılmalıdır.

Sonuç olarak enerji etkinliği için; her yeni binada veya mevcut binaların iyileştirme projelerinde mutlaka enerji simülasyon programlarından yararlanılmalıdır. Enerji simülasyonu programları sayesinde; yapı kabuğunda kullanılan yapı elemanlarının ve yapı malzemelerinin; fiziksel özellikleri ve yönlendiği gibi farklı tasarım alternatiflerine ait enerji tüketim verileri alınmalı ve detaylı bir şekilde analiz edilmelidir. Analizlerin sonuçlarına göre optimum enerji etkinliğini sağlayan alternatif uygulanmalıdır. Ayrıca birbirine benzer bina kullanım fonksiyonlarına göre 'ideal standart şartlar' belirlenerek hedefler konulmalı ve bu hedefler doğrultusunda; tasarım ve uygulama aşamalarında standardizasyon sağlayacak yönetmelikler geliştirilmeli ve uygulamaya konulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Alnaser, N.W., Flanagan, R. and Alnaser, W.E. (2007). Potential of Making –Over To Sustainable Buildings In The Kingdom Of Bahrain, *Energy and Buildings* 40 (2008) 1304–1323.
- Anink, D., Boonstra, Ch, Mak, J. (1998). *Handbook of sustainable building*. London: James & James Ltd.
- Anonim (2003). Organization for Economic Cooperation and Environment, OECD, Environmentally Sustainable Buildings: Challenges and Policies, OECD Publication, Paris, France.
- Anonim (2011). Türk sanayisinin enerji tüketim yapısı ve enerji verimliliği Görünümü (EIE), http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarufu/uetm/gonullu_anlasma/Bilgiler/ProjeBaslatmaToplantisiSunumlari/TurkSanayisininYapisi.pdf.
- Antvorskov, S. (2008). Introduction To Integration Of Renewable Energy In Demand Controlled Hybrid Ventilation Systems For Residential Buildings, *Building and Environment* 43.
- Boonstra, C. Thijssen, I. (1997). *Solar Energy in Building Renovation*. IEA, SHC Programme task 20. London, James and James.
- Boonstra, C. (1997). Glazed Balconies in Building Renovation, Brochure, James and James, London, UK.
- Chweieduk, D. (2003). Towards Sustainable Energy Buildings, *Applied Energy* 76, 211-217.
- Civan, U. (2006). Akıllı Binaların Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran, İstanbul.
- Dalenback, J.O. (1997). *Solar Collectors in Building Renovation*, brochure, James and James, London, UK.
- Douglas, J. (2006). *Sustainable adaptation, Building Adaptation* (Second Edition).

- Eşsiz, Ö. Özgen, A. (2004). “Büro Yapılarında Enerji Tüketimini Azaltan Çift Kabuklu Cam Cephe Sistemleri”, *Yapı Dergisi*, Sayı 276.
- European Solar Architecture (*Proceedings of a Solar House Contractors’ Meetings*), Dublin, ERG-UCD, 1995.
- GBC. Green Building Challenge 2000. Stockholm: *The Swedish Council for Building Research*; 2000.
- Gür N. Volkan, (2007). Mimaride Sürdürülebilirlik Kapsamında Değişken Yapı Kabukları İçin Bir Tasarım Destek Sistemi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nisan, İstanbul.
- Hesnest, A.G. (1999). Building Integration of Solar Energy Systems, *Solar Energy* Volume 67.
- Krauter, S., Araujo, R.G., Schroer, S., Hanitsch, R., Salhi, M.J., Triebel, C. and Lemome, R. (2000). Combined Photovoltaic And Solar Thermal Systems For, Facade Integration And Building Insulation, *Solar Energy* 67, 239-248.
- Mallicka, T.K., Eamesa, P.C., Hydea, T.J. and Nortonb, B. (2004). The Design And Experimental Characterisation Of An Asymmetric Compound Parabolic Photovoltaic Concentrator For Building Facade Integration In The UK, *Solar Energy* 77, 319-327.
- Raicu, A., Wilson, H.R., Nitz, P., Platzer, W., Wittwer, V. and Jahns, E. (2002). Facade Systems With Variable Solar Control Using Thermotropic Polymer Blends, *Solar Energy* 72, 31-42.
- Sönmez, M. (2006). Akıllı Binalardaki Teknik Teknolojik Sistemler Ve Enerji İzleme Sisteminin Entegrasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Enerji Enstitüsü, Haziran, İstanbul.
- Tönük, S. (2001). *Bina Tasarımında Ekoloji*, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi, İstanbul.
- Voss, K. (2000). Solar Energy In Building Renovation Results And Experience Of International Demonstration Buildings, *Energy and Building* 32, 291-302.
- Weinlader, H., Beck, A. and Fricke, J. (2004). PCM-Facade-Panel For Daylighting And Room Heating, *Solar Energy*.
- West, S. (1999). Improving The Sustainable Development Of Building Stock By The Implementation Of Energy Efficient Climate Control Technologies, *Building and Environment* 36, s. 281-289.
- Wittwer, V., Ell, M.J, Georg, A., Graf, W. and Walze, G. (2004). Gasochromic Windows, *Solar Energy Materials and Solar Cells* 84, s 305-314.
- Wittwer, V., Datz, M., Ell, J., Georg, A., Graf, W. and Walze, G. (2004). Gasochromic Windows, *Solar Energy Materials & Solar Cells* 84.
- Web1. <http://www.comnet.org/mgp/content/213-building-envelope-descriptions> (erişim Haziran, 2011)
- Web2. http://www.wbdg.org/design/env_intro/duction.php (erişim Haziran, 2011)
- Web3. <http://cba.mit.edu/events/07.05.energy/> (erişim Mayıs, 2011)
- Web4. POIRAZIS H., Double Skin Facades A Literature View, http://www.ecbcs.org/docs/Annex_43_Task34-Double_Skin_Facades_A_Literature_Review.pdf, (erişim Haziran, 2011)
- Web5. http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/ds/staddtor.pdf (erişim Haziran, 2011)
- Web6. http://gaia.lbl.gov/hpbf/casest_a.htm (erişim Haziran, 2011)
- Web7. http://www.warderstreet.com/photos/House/Renovation/First%20Floor%20Addition/1%20St%20Floor%20Addition%20Renovation%20003_jpg_orig.html (erişim Mayıs, 2011)
- Web8. http://www.warderstreet.com/photos/House/Renovation/First%20Floor%20Addition/1%20St%20Floor%20Addition%20Renovation%20007_jpg_orig.html (erişim Mayıs, 2011)
- Web9. <http://www.architecturs.com/contemporary-villa-bio-house-architecture-design-hydroponic-rooftop-garden> (erişim Mayıs, 2011)

- Web10. <http://www.archdaily.com/117890/in-progress-nasa-sustainability-base-william-mcdonough-partners-and-aecom/> (erişim Mayıs, 2011)
- Web11. http://www.mcdonoughpartners.com/projects/view/nasa_sustainability_base (erişim Mayıs, 2011)
- Web12. <http://www.solarserver.com/knowledge/lexicon/t/transparent-heat-insulation.html> (erişim Mayıs, 2011)
- Web13. <http://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/01/hybrids/Gary%20Burch%208.21.01.pdf> (erişim Mayıs, 2011)
- Web14. <http://www.fsec.ucf.edu/Solar/PROJECTS/SolarCooker/reflectivematerialsreport.pdf>, Florida Solar Energy Center, USA (erişim Mayıs, 2011)
- <http://www.monodraught.com/sunpipe/index.php> (erişim Ocak, 2011)