



**TÜRKİYE’DE PASİF EV STANDARTLARINDA YAPI ÜRETİMİ
ÜZERİNE: GAZİANTEP İNSAN KAYNAKLARI MERKEZİ VE
GAZİANTEP KULUÇKA MERKEZİ**

Cansu URAL YERTUTAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2018

Cansu URAL YERTUTAN tarafından hazırlanan “TÜRKİYE’DE PASİF EV STANDARTLARINDA YAPI ÜRETİMİ ÜZERİNE: GAZİANTEP İNSAN KAYNAKLARI MERKEZİ VE GAZİANTEP KULUÇKA MERKEZİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK

Mimarlık Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN

Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Doç. Dr. İdil AYÇAM

Mimarlık Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 11/06/2018

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Cansu URAL YERTUTAN

11/06/2018

TÜRKİYE’DE PASİF EV STANDARTLARINDA YAPI ÜRETİMİ ÜZERİNE:
GAZİANTEP İNSAN KAYNAKLARI MERKEZİ VE GAZİANTEP KULUÇKA

MERKEZİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Cansu URAL YERTUTAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2018

ÖZET

Artan çevre sorunları ile birlikte 20.yy ortalarından itibaren sürdürülebilir kalkınma ve çevre tartışmaları artmış ve mimaride enerji etkin tasarım, pasif tasarım, düşük enerjili yapılar, sıfır enerjili yapılar, ekolojik mimari, sürdürülebilir mimari gibi enerji korunumlu ve doğaya yönelim içeren tasarım fikirleri uygulanmaya başlanmıştır. Dünyada tüketilen enerjinin büyük bölümünün yapılarda kullanılıyor olması yapılarda enerji verimliliği ve tasarrufu ilkesini gündeme getirmiştir. Enerji etkin yapı tasarımında sıfır enerji gereksinimli ev yapma düşüncesi "pasif ev" kavramını ortaya çıkarmış, bu yapılar özellikle Avrupa ve Amerika’da gelişip yaygınlaşırken, standartlaştırılabilmesi ve etkinliklerinin ölçülebilir hale gelmesi için “sertifika sistemleri” geliştirilmiştir. Bu tez çalışmasında; yeni ve mevcut binaların “pasif ev” standartlarında üretimi için gerekli kriterler incelenmiş, Türkiye’de yapılan pasif ev uygulamalarına değinilmiştir. Söz konusu standardın Türkiye’deki uygulamalarında karşılaşılan güçlükler ile yapım sonrası elde edilen sonuçların avantaj ve dezavantajlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, yurt dışında pasif ev sertifikası almış olan yeni ve mevcut yapılar incelenmiş ve bu yapıların performansları tablolştırılmıştır. Türkiye’den yeni ve mevcut yapı kategorilerinde “pasif ev sertifikası” almış Gaziantep Ekolojik Evi ve Gaziantep Kuluçka Merkezi binalarının elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda ülkemizde pasif ev kriterlerine uygun bina yapımı sürecinde karşılaşılan sorunlar tespit edilmiştir. Standartı karşılayacak yapı malzemelerinin ilgili pazarda bulunmaması başta olmak üzere, yerel malzemenin sertifikalandırılması için yapılacak testlerin maliyetinin yerel üretici firmaları zorladığı, yapılarda kullanılan cihazların devreye alınması için gerekli teknik ekibin de yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Binalardaki enerji verimliliğini artırmak ve pasif ev stratejilerini geliştirmek adına yaptırımların ve denetimlerin geliştirilmesi, devlet destekli teşviklerin artırılması ve toplumun bu konudaki bilgi eksikliğinin giderilerek arz talep dengelerinin oluşturulması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bilim Kodu : 80115

Anahtar Kelimeler : Enerji etkin yapı tasarımı, Gaziantep insan kaynakları merkezi, Gaziantep kuluçka merkezi, Pasif ev standartları, Yeşil bina sertifika sistemleri

Sayfa Adedi : 183

Danışman : Doç. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK

BUILDING WITH PASSIVE HOUSE STANDARDS IN TURKEY: GAZIANTEP
HUMAN RESOURCES CENTER AND GAZIANTEP INCUBATION CENTER

(M. Sc. Thesis)

Cansu URAL YERTUTAN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2018

ABSTRACT

Along with the increasing environmental problems, sustainable development and environment debates have increased since the middle of the 20th century and energy conservation and nature oriented design ideas such as energy efficient design, passive design, low energy structures, zero energy structures, ecological architecture and sustainable architecture have begun to be discussed in architecture. The fact that the largest part of the energy consumed in the world is being used by the buildings that has brought the principle of energy efficiency and saving principle to the agenda. "Passive House" concept has emerged from the idea of constructing a building needs zero energy and then "certification systems have been developed to make their activities measurable and being standardized while these constructions especially developed and spread in Europe and America. In this thesis study; new and existing buildings which have required criteria to build with "passive house" standards has examined and referred to the passive house applications constructed in Turkey. It is aimed to determine the advantages and disadvantages of the standards that are used in implementation and post-constructions problems encountered in Turkey. For this purpose, new and existing buildings that have received passive house certification in abroad have been examined and their performances have been tabulated. The problems encountered in building construction process in terms of the passive house criteria have been identified by the results of evaluation of compared data obtained from Gaziantep Ecological House and Gaziantep Incubation Center buildings which have received "passive house certificate" from the new and existing buildings category from Turkey. It has been determined that, mainly the lack of building materials in the local market to meet the standard and/or the cost of the tests to be done for the certification of the local material has pushed the local producers. The technical team required for the commissioning of the devices used in construction is insufficient. In order to increase energy efficiency in the buildings and to develop passive house strategies, sanctions and audits should be developed, government-supported incentives should be increased, and society should be able to eliminate the lack of information on this subject and establish supply and demand balances.

Science Code : 80115

Key Words : Energy efficiency building design, Gaziantep human resources center, Gaziantep incubation center, Green building certification system, Passive house standards

Page Number : 183

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK

TEŞEKKÜR

Bu tez alışmamın gerekleşmesinde değerli bilgi, birikim ve tecrübelerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden geleni yapıp her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim ve her zaman samimiyet ve ilgisini gördüğüm kıymetli danışman hocam Sn. Doç. Dr. Semra ARSLAN SELÇUK'a tüm katkılarından dolayı teőekkürü bir borç biliyor ve Őükranlarımı sunuyorum.

Yine bu çalışmamda konu, kaynak ve yöntem açısından bana sürekli yardımda bulunarak yol gösteren, her zaman kendisine danışmaktan çekinmediğim ve değerli zamanını ayırarak bana yardımcı olan Sn. Tuğba Salman Gürcan'a ve Sn. Seda Müftüoğlu Güleç'e tüm katkılarından dolayı içten teşekkür ederim.

Beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, desteklerini maddi ve manevi olarak her zaman yanımda hissettiğim canım ailem olan sevgili anneciğime, babacığıma ve kardeşime aynı zamanda eğitim hayatımın devamı boyunca benimle olan eşime çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. ENERJİ ETKİN YAPI TASARIMI	5
2.1. Enerjinin Önemi ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	5
2.2. Dünyada Geliştirilen Yöntemler ve Sıfır Enerji Mimarlığına Yönelim.....	10
2.2.1. Pasif sistemler	20
2.2.2. Aktif sistemler.....	27
2.3. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar ve Geliştirilen Politikalar.....	29
2.4. Enerji Etkin Yapıları Değerlendirmek İçin Geliştirilen Sertifika Sistemleri	35
2.4.1. BREEAM	38
2.4.2. LEED	39
2.4.3. Green Star.....	41
2.4.4. SBTOOL	43
2.4.5. CASBEE	44
2.4.6. Pasif Ev	45
3. PASİF EV TASARIM KRİTERLERİ	49
3.1. Yeni Yapılarda Pasif Ev Kriterleri ve Örnek Yapılar	49

	Sayfa
3.1.1. Riedberg Pasif Ev Okulu-Almanya	63
3.1.2. Crossway Pasif Evi-İngiltere	69
3.1.3. Bessancourt Pasif Evi-Fransa.....	75
3.1.4. Belfield Pasif Evleri-Amerika.....	80
3.2. Mevcut Yapılarda Pasif Ev Kriterleri ve Örnek Yapılar.....	87
3.2.1. Totnes Retrofit Pasif Evi- İngiltere.....	89
3.2.2. TightHouse Retrofit Pasif Evi- Amerika	95
3.2.3. Askeri Hastane Retrofit Pasif Evi- İspanya	102
3.2.4. Hiley Road Retrofit Pasif Evi - İngiltere	109
4. TÜRKİYE’DE PASİF EV UYGULAMALARI	117
4.1. Gaziantep Ekolojik Pasif Evi - Türkiye	117
4.2. Gaziantep GAP Enerji Verimliliği ve Danışmanlık Kuluçka Merkezi Pasif Evi Türkiye	126
5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME.....	141
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	155
KAYNAKLAR	159
EKLER.....	179
ÖZGEÇMİŞ	183

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Makro iklimsel özellikler.....	13
Çizelge 2.2. Tarihsel süreç içerisindeki çevreyle ilgili alınan kritik kararlar	36
Çizelge 2.3. BREEAM değerlendirme ölçütleri ve puanları	39
Çizelge 2.4. BREEAM sertifika sisteminin düzeyleri	39
Çizelge 2.5. LEED değerlendirme ölçütleri ve puanları	40
Çizelge 2.6. LEED sertifika sisteminin düzeyleri.....	41
Çizelge 2.7. Green Star değerlendirme ölçütleri ve puanları.....	42
Çizelge 2.8. Green Star sertifika sisteminin düzeyleri.....	43
Çizelge 2.9. SBTool değerlendirme ölçütleri ve puanları.....	44
Çizelge 2.10. SBTool sertifika sisteminin düzeyleri	44
Çizelge 2.11. CASBEE değerlendirme ölçütleri ve puanları.....	45
Çizelge 2.12. Pasif ev sertifika sisteminin değerlendirme ölçütleri ve türleri	47
Çizelge 2.13. Pasif ev sertifika sisteminin sistem düzeyleri	47
Çizelge 3.1. Pasif ev sertifika sisteminin değerlendirme ölçütleri ve türleri	62
Çizelge 3.2. Reidberg pasif okulunda yapı kabuğuna ait u değerleri	67
Çizelge 3.3. Reidberg pasif ev okul standardına göre enerji analizi.....	69
Çizelge 3.4. Crossway pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri	74
Çizelge 3.5. Crossway pasif ev standardına göre enerji analizi.....	75
Çizelge 3.6. Bessacourt pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri.....	79
Çizelge 3.7. Bessacourt pasif ev standardına göre enerji analizi	80
Çizelge 3.8. Belfield pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri	85
Çizelge 3.9. Belfield pasif ev standardına göre enerji analizi.....	87
Çizelge 3.10. Enerphit sertifika sisteminin değerlendirme ölçütleri ve türleri	88

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.11. Totnes pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri	93
Çizelge 3.12. Totnes pasif ev standardına göre enerji analizi.....	95
Çizelge 3.13. TightHouse pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri	101
Çizelge 3.14. TightHouse pasif ev standardına göre enerji analizi.....	102
Çizelge 3.15. Askeri hastane pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri.....	108
Çizelge 3.16. Askeri hastane pasif ev standardına göre enerji analizi.....	109
Çizelge 3.17. Hiley Road Pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri.....	115
Çizelge 3.18. Hiley Road pasif ev standardına göre enerji analizi	116
Çizelge 4.1. Gaziantep ekolojik evi maliyet analizi	119
Çizelge 4.2. Gaziantep ekolojik pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri.....	124
Çizelge 4.3. Gaziantep ekolojik pasif ev standardına göre enerji analizi	126
Çizelge 4.4. Gaziantep kuluçka merkezi pasif evi maliyet analizi	127
Çizelge 4.5. Gaziantep kuluçka merkezi retrofit pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri	132
Çizelge 4.6. Gaziantep kuluçka merkezi retrofit pasif ev standardına göre enerji analizi.	133
Çizelge 5.1. İncelenen örneklerin yapısal ve çevresel özellikleri.....	143
Çizelge 5.2. İncelenen örneklerin yapı kabuğu ve pasif sistem uygulamaları analizi	144
Çizelge 5.3. İncelenen örneklerin sistem, su kullanımı ve diğer sistem elemanları kullanımı analizi.....	145
Çizelge 5.4. İncelenen yeni ve mevcut yapı örneklerinin yapı kabuğu u değeri	150
Çizelge 5.5. İncelenen yeni ve mevcut yapı örneklerinin ph standartlarına göre enerji analizi.....	151

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Riedberg pasif ev-okulunun görünümü	64
Resim 3.2. Plan şeması-kesit	65
Resim 3.3. İç Mekan Görünümleri	65
Resim 3.4. Temel yalıtım uygulaması-bağlantı detayı	66
Resim 3.5. Pencere detayı.....	67
Resim 3.6. Hareketli havalandırma ve aydınlatma panjurları-havalandırma	68
Resim 3.7. Havalandırma-düşük tavan-verimli aydınlatma-akustik.....	69
Resim 3.8. Croosway pasif evinden bir görünüş	70
Resim 3.9. Giriş ve birinci kat planı	71
Resim 3.10. İç mekan görünümleri.....	71
Resim 3.11. Ahşap strüktürlü ana bina ve kompleks tuğla kubbenin detayı - kubbe ve yeşil çatıdan bir görünüm.....	72
Resim 3.12. Yapı temel-duvar detayları ve yapı kiremit kubbe temel ankraji	73
Resim 3.13. Yapı temel-duvar detayları -ahşap strüktürlü kubbe yapımı	73
Resim 3.14. Sıcak su için güneş paneli ve fotovoltaik panellerin	74
Resim 3.15. Bessancourt pasif evinden bir görünüş	76
Resim 3.16. Giriş- birinci kat planı kuzey-güney görüşleri-kesit- cepheyi saran bambu cephe	77
Resim 3.17. İç mekanda hareketli duvarlarla serbest ev planı-dış mekanda hareketli bambu panjur kullanımıyla güneş kontrolü-balkon	78
Resim 3.18. Ahşap ana-bambu-çelik strüktürlü binayı komple saran ikinci cephe-renk değiştiren bambu kaplama-çatı üzeri bambu kaplama montajı.....	79
Resim 3.19. Hareketli panjur sistemi ve fotovoltaik paneller.....	80
Resim 3.20. Belfield pasif evinin görünüşü.....	81
Resim 3.21. Vaziyet planı ve yönlenmesi.....	82

Resim	Sayfa
Resim 3.22. Plan şemaları	82
Resim 3.23. İç mekan görünüşleri-renkli duvar ve mobilya kullanımı	83
Resim 3.24. Strüktürel düzenin grafiksel anlatılışı yalıtılmış ahşap prefabrik birimlerin taşınması ve yerleştirilmesi akustik	84
Resim 3.25. Ahşap prefabrik yapıların fabrikada yalıtılıp yerinde havasızdırmazlık malzemesinin uygulandığı	84
Resim 3.26. Yapının termografik ölçüm sonucu havasızdırmazlık başarısı.....	85
Resim 3.27. Pencere detayı.....	85
Resim 3.28. Isı geri kazanımlı havalandırma sistemi grafiksel anlatımı	86
Resim 3.29. Fotovoltaik paneller	87
Resim 3.30. Totnes pasif retrofit evi görünüşü.....	90
Resim 3.31. Plan şeması	91
Resim 3.32. Mutfak ekolojik malzeme ile yapılmış mobilya ve geniş pencereler	91
Resim 3.33. Duvar-döşeme detayı ve köşe detayı	92
Resim 3.34. Boşluklu duvar uygulaması ve yalıtım	92
Resim 3.35. Yaşayan çatı görünüşü ve entegre jaluzili pencere.....	93
Resim 3.36. Isı geri kazanımlı havalandırma sistemi konumu ve kanallarının grafiksel anlatımı	94
Resim 3.37. MHVR kanallı ısıtıcı ve yalıtımlı besleme kanalları ve soğuk kanallar	94
Resim 3.38. TightHouse retrofit pasif evinin ön ve arka cephesi görünüşü	96
Resim 3.39. TightHouse pasif evi plan şemaları	97
Resim 3.40. İç mekan görünüşleri.....	98
Resim 3.41. Yapılan termografik çekim sonucu bina yüzeyinden olumlu havasızdırmazlık sonucu görünümü anlatımı	99
Resim 3.42. Cephe yenilenmesi görünümü	99
Resim 3.43. Bodrum kat havasızdırmazlık membranının uygulandığı – iç mekan yalıtım uygulandığı.....	100

Resim	Sayfa
Resim 3.44. Dış mekan pencere ve cephe detayı.....	100
Resim 3.45. Yapı kabuğunda yapılanların katmanlar şeklinde gösterimi	101
Resim 3.46. Yapının pasif ev olmasıyla beraber getirdiği mali ve enerji tasarruflu avantajlarının grafiksel gösterimi	102
Resim 3.47. Yenilenmiş askeri hastane cam koridorundan bir görünüşü.....	103
Resim 3.48. Yapının plan şeması.....	104
Resim 3.49. Yapı İç mekan görünümü-beton zemin ve sanatsal tablolarla sınıflar-cam koridordan yapıya giriş.....	104
Resim 3.50. Sınıflardan bir görünüm – yapı içerisindeki bazı mevcut kirişler	105
Resim 3.51. Yapının yenilenmeden önceki ve sonraki hali.....	105
Resim 3.52. Pencere-duvar-tavan detayı-yalıtım – havasızdırmazlık	106
Resim 3.53. Döşeme yalıtım-havasızdırmazlık detayları ve uygulaması-boru havasızdırmazlık detayı-yapı havalandırması-ısı köprüleri oluşmaması adına sürekli hava bariyeri uygulamasının.....	107
Resim 3.54. Eski yapı duvar-çatı-pencere mevcut durumu-yenileme aşamasında çatı-duvar-döşeme renovasyonun gösterimi	107
Resim 3.55. Pencere öncesi ve sonrası- pencere detayları.....	108
Resim 3.56. Havalandırma sisteminin uygulanması ve makine dairesi- yapı ısıtma-havalandırma grafiksel gösterimi – otomasyon sistemi-blower door testi.....	109
Resim 3.57. Hiley Road retrofit pasif evinden bir görünüşü	103
Resim 3.58. Yapının öncesi ve sonrası görünüşü	111
Resim 3.59. Yapının plan şeması ve görünüşleri.....	111
Resim 3.60. Yapının iç mekan görünüşleri-renkli mobilya seçimleri-çatı penceresi-parlatılmış beton zemini.....	112
Resim 3.61. Zemin döşemesi-döşeme-duvar ve bağlantıları havasızdırmazlık ve yalıtım detayları	113
Resim 3.62. Dış duvar ve iç duvar yalıtım ve havasızdırmazlık detayları	113
Resim 3.63. Çatı havasızdırmazlık-yalıtım detayları.....	114

Resim	Sayfa
Resim 3.64. Mevcut merdiven görünüşü ve merdiven-duvar arası yalıtım detayı	114
Resim 3.65. Pencere yalıtım-havasızdırmazlık detayının dışarıdan görünümü- pencere detayının katmanlarının grafiksel gösterimi ve mevcut pencere...	114
Resim 3.66. Pencere boşluğuna kasa takılarak havasızdırmazlık ve yalıtım sağlanması- bantlar kullanılarak birleşimlerdeki havasızdırmazlık detayları	115
Resim 3.67. Kapı kasası döşeme detayı-yalıtlı kapı görünüşü	115
Resim 4.1. Plan şeması-eski girintili çıkıntılı cephe görünümü	118
Resim 4.2. Gaziantep insan kaynakları merkezi pasif evi giriş kısmı görünümü.....	118
Resim 4.3. Plan şeması	120
Resim 4.4. İç mekan görünüşleri	121
Resim 4.5. Temel-duvar yalıtım-havasızdırmazlık uygulamasının yapılışı	122
Resim 4.6. Temel-duvar yalıtım-havasızdırmazlık uygulamasının yapılışı	123
Resim 4.7. Pencere –duvar yalıtımı	124
Resim 4.8. Bina dışında kurgulanmış fotovoltaik paneller, kanada kuyusu sistemi, havalandırma boruları ve sistemi.....	126
Resim 4.9. Kuluçka merkezi pasif evi yenilenmiş görünümü	128
Resim 4.10. Eski ve yeni görüntüsü.....	129
Resim 4.11. Görünümleri ve planı.....	129
Resim 4.12. İç mekan render görünümü ve uygulaması	130
Resim 4.13. Yerden ısıtma sistemi-iç mekan uygulaması	131
Resim 4.14. Bina dış mekan-temel yan duvarlar yalıtım uygulaması-detayları	131
Resim 4.15. Bina dış mekan-duvarlar yalıtım uygulaması-detayları.....	131
Resim 4.16. Pencere ısı kaçışları-eski ve yeni pencere görünümleri.....	132

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

cm	santimetre
h	saat
km	kilometre
km²	kilometre kare
kPa	kiloPascal
kph	kilometre/saat
kWh	kiloWatt saat
m	kütle
m	metre
m²	metre kare
Pa	paskal
W	güç
°C	derece Celsius

Kısaltmalar

Açıklamalar

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BEP	Binalarda Enerji Performansı
BEP-TR	Türkiye İçin Bina Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemi
BİB	Bayındırlık ve İskân Bakanlığı
BRE	Building Research Establishment
BREEAM	Building Reseach Establishment Environmental Assessment Methodology
BTU	British Thermal Unit
Casbee	The Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency

Kısaltmalar**Açıklamalar**

CTE	The Spanish Technical Building Code
CEPHEUS	Cost Efficient Passive Houses as European Standards
ÇEDBİK	Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği
DIN	Deutsches Institut für Normung
DiE	Devlet İstatistik Enstitüsü
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
EFFEC	Avrupa Gelecekteki Enerji Maliyetleri Vakfı
EFTA	Avrupa Serbest Ticaret Birliği
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EN	Avrupa Standartları
EnerPhit	The Passive House Certificate For Retrofits
EnEV	Yeni Alman İnşaat Kodu
EPS	Expande Polistren Sert Köpük
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
GBCA	Green Building Council Australia
GFK	Growth from Knowledge
HVAC	Isıtma, Soğutma, Havalandırma ve İklimlendirme
HVR	Heat recovery ventilation
IISBEE	International Initiative for Sustainable Built Environment
İZODER	Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği
JaGBC	Japan Green Building Council
LEED	Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik
LED	Light Emission Diode
Low-E	Düşük emisyon
MHVR	Mechanical Ventilation with Heat Recovery
MMO	Makine Mühendisleri Odası
OCED	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
OSB	Oriented Strand Board
PCM	Phase-change material
PH	Passive House
PHI	Low Energy Building Standard

Kısaltmalar**Açıklamalar**

PHIUS	Passive House Institute US
PHPP	Passive House Planning Package
PV	Photovoltaic
PVC	Polivinil klorür
PV/T	Photovoltaic-Thermal
SPF	Spruce-pine-fir
SEPEV	Sıfır Enerji ve Pasif Ev Derneği
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TOBB	Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TOKİ	Toplu Konut İdaresi
TS	Türk Standartları
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
U değeri	Isıl iletkenlik katsayısı
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
USGBC	United State Green Building Council
WSSD	World Summit on Sustainable Development
WGBC	Dünya Yeşil Binalar Konseyi
XPS	Extrüde Polistren Köpük
Voc	Uçucu Organik Bileşe

1. GİRİŞ

Problem durumu / Konunun tanımı

İnsanoğlu yeryüzünde var olduğu günden beri doğa ve çevreyle karşılıklı etkileşim içerisinde. Başlangıçta, sosyo-kültürel bağlamı da olan “barınma ihtiyacını” karşılamak üzere kurulan olan bu etkileşim, insanoğlunun konfor koşullarını sağlamak için yerini zamanla doğayı dönüştürme ve değiştirme eğilimine bırakmıştır. Endüstri devrimi ile birlikte gelişen sanayileşme, teknolojinin ilerlemesi, nüfus artışı, kentlere göçle beraber yaşanan çarpık kentleşmeler ve hızlı yapı artışı gibi nedenlerle sera gazlarının salınımı artmıştır. Bu etki küresel ısınma, asit yağmurları, iklim değişiklikleri ile birlikte ekosistem de yer eden yaşam destek sistemlerinin azalmasına sebep olmuştur. Enerji ihtiyacını karşılamak için fosil yakıt kullanımı artarken, yer küre ve atmosferde atık ve kirlilik sorununu ortaya çıkmış, kısacası ekolojik dengenin bozulması kaçınılmaz olmuştur. Yaşam standardımız için tehdit haline gelmiş olan bu durum "bilinçlenmenin" gerekliliğinin alarmini vermiştir. Böylelikle 20.yy ortalarından itibaren sürdürülebilir kalkınma ve çevre tartışmaları artmış, mimaride enerji etkin tasarım, sürdürülebilir mimari, ekolojik mimari, pasif evler gibi “yaklaşımlar” ve “tasarım fikirleri” farklı platformlarda sıklıkla konuşulmaya başlanmıştır. Bu yaklaşımların hepsinde, insan yaşamının sürdürülebilmesi için harcanan enerjinin büyük bir kısmını oluşturan yapılarda "enerji tasarrufu ilkesi" önceliklidir. 21.yy'a gelindiğinde ise “pasif ev” uygulamaları artmış, düşük enerjili yapılar, sıfır enerjili yapılar, biyomimikri gibi enerji korunumlu ve doğaya yönelim içeren tasarım anlayışları benimsenerek yaygınlaşmıştır. Öyle ki pek çok ülke çevre ve enerji konusunda yapılan uluslararası toplantı ve zirvelerde, 2020 hedeflerini belirlerken yeni yapılacak konutlarını ya da kamu binalarını “pasif ev” standartlarına göre inşa edeceklerini bildirmişlerdir.

Bu bağlamda, bu tez kıta Avrupa'sında doğarak yaygınlaşan ve pasif ev standartlarına göre inşa edilen örnekleri inceleyerek, elde edilen tasarım kriterlerini irdelemektedir. Aynı zamanda Türkiye'deki mevcut durumun da irdelendiği çalışmada konu ile ilgili paydaşların görüşlerine yer verilerek, ülkemizde yapılan pasif ev uygulamaları tartışılmaktadır. Elde edilen bulguların bu alanda çalışmalar yapan akademisyenler, tasarımcılar ve uygulayıcılar için bir rehber niteliği taşıması hedeflenmiştir.

Araştırmanın amacı

Bu tez çalışmasında öncelikle enerji etkin yapı tasarımı ve pasif ev kriterleri araştırılarak yapılan en iyi uygulamaları ortaya koymak hedeflenmiştir. Elde edilen bu bilgiler ışığında Türkiye’de yapılan pasif ev uygulamalarına değinilerek, söz konusu standardın uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ile elde edilen sonucun avantaj ve dezavantajlarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla, pasif ev sertifikasına sahip yurt dışı örneklerinden veriler toplanarak yapım aşamaları irdelenmiş, elde edilen sonuçlar Türkiye’de yapılmış ve Pasif Ev Sertifikası almış olan Gaziantep Ekolojik Evi ve Gaziantep Kuluçka Merkezi örnekleri ile karşılaştırılarak tasarım ve yapım bağlamında irdelenmiştir.

Araştırmanın önemi

Dünyadaki hızlı gelişim ve etkileşimle birlikte, inşaat ve yapı sektöründeki ilerleyişin ülke ekonomilerine ve enerji bağımlılıklarına olan etkisi bu alanda çalışan tasarımcılar için primer önem arz etmektedir. Enerjinin büyük bölümünün inşaat sektörü ve binalar tarafından tüketildiği düşünüldüğünde; yapıdan beklenen verimliliğin enerji etkinlik kriterleri, gelişen teknolojiyle olan entegrasyonları ve doğru uygulama detay çözümlerinin artırılması ile enerjide tasarrufun sağlanması, yapının etkin su kullanımı ve enerji üretmek için güneş gibi yenilenebilir enerjiden yararlanılması vb. performans konularının araştırılması ve bu sayede kullanıcı konforunun artırılması amacıyla çalışmaların yayınlanarak literatüre kazandırılması büyük önem taşımaktadır.

Varsayımlar ve sınırlılıklar

Bu araştırmada, enerji etkinlik ve pasif ev kriterleri yapı performansı açısından incelenmiş, pasif ev standardının önerdiği tasarım kriterlerinin “enerji etkin yapı tasarımı” için uygun parametreler içerdiği varsayımıyla yurt içi ve yurt dışından uygulama örnekleri araştırılmıştır. Yurtdışından 4 yeni ve 4 retrofit “pasif ev” ile Türkiye’den pasif ev sertifikası almış 1 yeni ve 1 retrofit “pasif ev” yapının enerji etkinlik ve maliyet değerleri karşılaştırılarak Türkiye’de pasif ev konusunda yapılan uygulamalara odaklanılmıştır. (2018 yılı itibarı ile Türkiye’de, seçilen bu iki örnek dışında pasif ev sertifikalı yapı bulunmamaktadır.)

Materyal ve metot

Tez çalışması boyunca; konuya eleştirel bir bakış açısıyla yaklaşılmasını mümkün kılması, konunun anlaşılmasına yönelik bir yöntem olması ve veri toplama araçlarının çalışmaya esneklik kazandırması nedeniyle nitel araştırma yöntemleri benimsenmiştir.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde araştırma problemi tanımlanarak amaç, kapsam ve yöntem açıklanmıştır. İkinci bölümde enerjinin tanımı ve çeşitleri, enerjinin önemi ve yenilenebilir enerji kaynakları, dünyada geliştirilen yöntemler, Türkiye’de yapılan çalışmalar ve politikalar, bu kapsamda dünyada geliştirilen sertifikasyon sistemleri ele alınmıştır. Üçüncü bölümde, Pasif ev kavramı, tarihçesi, tasarım kriterleri incelenerek yeni yapılarda pasif ev ve mevcut yapılarda pasif ev kriterleri hakkında bilgi verilip, örnekler ve uygulamalar sunulmuştur.

Tezin alan çalışması olan dördüncü bölümde, Türkiye’deki enerji ile ilgili alınan kararlar ve politikalar incelenerek pasif ev uygulamalarına değinilmiş, Türkiye’nin sertifika almış tek “yeni” ve tek “retrofit” yapıları olan Gaziantep Ekolojik Evi ve Gaziantep Kuluçka Merkezi binalarıyla söz konusu tartışma örneklendirilmiştir. Ayrıca bu bölümde Türkiye’deki enerji etkinlik ve pasif ev uygulamaları hakkında uzmanların görüşlerine yer verilmiştir.

Bulgular ve değerlendirme bölümünde çalışma boyunca irdelenen yurtdışı ve yurtiçi örneklerinden toplanan veriler tablolar halinde karşılaştırılarak tartışılmıştır.



2. ENERJİ ETKİN YAPI TASARIMI

2.1. Enerjinin Önemi ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Enerji (*energon*), “en” iç ve “ergon” iş kelimelerinin bir araya gelmesinden oluşmuş Latince bir terim olup, madde de bulunan ısı ve ışık enerjisi ile ortaya çıkan iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Enerjinin kendi içerisinde maddeye, maddenin de enerjiye dönüştüğü düşünüldüğünde madde, enerjinin somutlaşmış halidir (Göksu, 1999). Yaşamın sürdürülebilmesi için gerekli temel ihtiyaçlardan biridir. Taşımacılık, ısıtma, aydınlatma, elektrikli ev aletleri, sanayi sektörü vb. birçok alan enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Enerji kaynaklarının aşırı tüketimi hem kaynakların tükenmesi hem de çevresel problemleri beraberinde getirmektedir (Şenpınar ve Gençoğlu, 2006).

70'li yılların başına kadar dünya, yenilenemeyen enerji kaynaklarını hoyratça kullanmış sonuçta bir enerji krizi ile karşı karşıya kalmıştır (Küçükdoğdu, 2007). Ülkeler petrolün yerini alabilecek yakıt ve yeni enerji kaynaklarına yönelimin gerekliliğini, 1974 ve 1979 yıllarında yaşanan enerji krizlerinin ardından kavramaya başlamışlardır (Müezzinoğlu, 2001). Kaynak kullanımında tasarruf edilmesi gerekliliği kadar, güneş, rüzgar gibi tükenmeyen kaynakların da enerji üretmek için kullanılması gerektiği gündeme gelmiştir.

Günümüze değin bütün üretim faaliyetlerinde bir enerji kaynağı kullanılmıştır. Başlangıçta bu insan emeği ve gücü iken zamanla enerji kaynakları önem kazanmıştır (Tetik, 2014). Öyle ki enerji dünya ekonomisinin en büyük sektörleri olan gıda, elektronik gibi alanları geride bırakarak birinci sıraya ulaşmış ve ülkelerin ekonomilerinde belirleyici olmuştur (Kuban, 2009). Bu bağlamda “enerji” toplumsal kalkınma, refah düzeyi ve gelişmiş sanayi anlamına da gelmektedir. Bu açıdan tüketilen enerji miktarı, ülkelerin gelişmişlik seviyesinin de bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Şenpınar ve Gençoğlu, 2006). Bu konuyla ilgili olarak kişi başına tüketilen enerji miktarı ne kadar önem arz ediyorsa toplam enerjinin yoğun ve etkin kullanımı da o derece önem teşkil etmektedir (TÜBİTAK, 2003).

Hızlı nüfus artışı, sanayileşme, yaşam standartlarının yükselmesi gibi sebeplerden dolayı her yıl artan enerji ihtiyacıyla artık petrol rezervleri, kömür ve doğal gaz gibi enerji kaynakları tükenme durumuyla karşı karşıyadır. Bununla beraber fosil yakıt kullanımının yaklaşık 40

yılda dünya sıcaklığını 1,5-4°C arasında arttıracakı öngörülmektedir. Başta hava kirliliği olmak üzere, buzulların erimesi ile sel felaketlerinin artması, deniz seviyesinin yükselmesi ve gelecekte deniz seviyesinde bulunan yerleşim yerlerinin sular altında kalması ihtimalleri karanlık senaryolar olmanın ötesine geçmektedir (Uğurel, 2002). Çevre kirliliği ile ilgili problemlerin artması, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini artırmış ve bu konudaki projeler de yaygınlaşmaya başlamıştır. Yapılan araştırmalara göre, 2025 yılına kadar, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretilen toplam elektrik enerjisiyle, dünyadaki tüm enerji ihtiyacının %10-15 gibi bir oranın karşılanması beklenmektedir (Altaş, 1998). Sürdürülebilir kalkınma yolunda atılması gereken ilk adım yenilenemeyen enerji kaynaklarının yerini, doğada devamlı yenilenen formlarıyla bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarının almasına yönelik yatırımlar yapmaktır (Müezzinoğlu, 2001).

Enerji kaynaklarında dışa bağımlılığı önlemek, sürdürülebilir kalkınma sağlamak için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeyi amaçlayan Avrupa Birliği ülkeleri 2010 senesinde kullandıkları enerjinin %22 sini alternatif enerji kaynaklarından sağlayacaklarını deklare etmişlerdir. Birçok devlet, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin arttırılması amacıyla teşvikler geliştirmektedir. Bu özendirmele, devlet destekli kredi ve yatırım teşvikleri olarak açılımları bulunan mali teşvikler, vergi ve gümrük muafiyetleri olarak vergi teşvikleri ve yenilenebilir portföy standardı, üretilen elektriğe teşvik ve sabit tarife uygulaması olarak gruplanan üretim teşvikleridir (Durak, 2002).

Türkiye'nin, enerji yoğunluğu bakımından gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında geride kaldığı görülmektedir. Türkiye'de ısınmak için tüketilen enerjinin toplam kullanılan enerjiye oranı %40 gibi büyük bir orandır (Binyıldız ve diğerleri, 1999). Türkiye'de enerji korunumu için belirlenen politikalar arasında ülkedeki enerji kaynaklarının değerlendirilmesi, tüketilen enerjide çevre ile etkileşim göz önüne alınarak sürdürülebilir kalkınma prensiplerine uygun hareket edilmesi gibi konular ele alınmaktadır. (Kılıç, 2006). Enerji kaynakları, çeşitli yöntemler kullanılarak enerjinin üretilmesini sağlayan kaynaklar olarak tanımlanmaktadır. Enerji kaynakları, genel anlamda klasik (kömür, petrol doğal gaz, geleneksel biyokütle, karbon bazlı) ve alternatif kaynaklar olmak üzere ikiye ayrılabilir. Dünyadaki enerji kaynakları, çevresel etkileri ve tüketilebilirlikleri bağlamında, yenilenemeyen (fosil yakıtlar; petrol, doğal gaz, kömür, turba petrolü kayalar ve nükleer enerji) ve yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgar, dalga, biokütle, jeotermal, hidrolik, hidrojen enerjisi) olarak iki kısımda incelenmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının karbon emisyonları minimum düzeydedir ve bu sebeple temiz enerjiler olarak adlandırılır (Akkaya, 2002). Olduğu gibi kullanılan enerji kaynakları birincil, işlem görerek kullanılabilenler ise "ikincil" enerji kaynakları olarak isimlendirilir. Birincil kaynaklar, doğada mevcut olan fosil yakıtlar (petrol, kömür, doğalgaz) uranyum, toryum (nükleer enerji) hidrolik kaynaklar, jeotermal enerji, güneş ve rüzgar, deniz kökenli enerjiler, ikinci enerji kaynakları kapsamında ise elektrik enerjisi, kok, briket ve havagazı olarak sıralanabilmektedir. 2007 sonunda yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların hız kesmeden artışının başlıca faktörünü 1997'de imzalan Kyoto Protokolü olmaktadır (URL-1). Türkiye'deki enerji durumuna bakıldığında özellikle güneş ve rüzgar enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının yeri ve önemi anlaşılmasına rağmen alternatif enerji kaynaklarının kullanımı en alt seviyededir (%1 ve altında). Özellikle, güneş ve rüzgar enerjisinin kullanımı, Türkiye'nin enerji bütçesine ciddi katkılar sağlayacak durumdayken bu enerji türleri ile yeterince ilgilenilmemektedir. Bu bağlamda Türkiye'de enerji tasarrufu ve enerjinin etkin kullanımının önemi çok daha fazla önem kazanmaktadır (Öztürel ve diğerleri, 2001).

Yenilenemez enerji kaynakları denildiğinde yüzyıllar içerisinde fosilleşmiş bitki, hayvan vb. canlıların oluşturduğu kaynaklardır. Bunlar kömür, linyit gibi toprak altı rezervlerinden oluşur. Yenilenebilir enerji kaynakları ise tükenmeyen, çevreye atık bırakmayan, tekrar ulaşılabilen ve ilk maliyeti haricinde masrafı olmayan enerji türleridir. Bunlar;

Rüzgar

Rüzgar, güneşin hareketiyle, farklı yeryüzü yüzeylerinin ısınıp soğuması sonucu, havanın bu ısınıp soğuyan bölgeler arasında hareket etmesiyle oluşmaktadır. Havanın yer değiştirmesi ile oluşan enerjiye rüzgar enerjisi denir. Bu enerjinin kullanıldığı yerlerden biri ise rüzgar türbinleridir. (Taşgetiren,1998). Rüzgar tribünleri açık, ağaçların yoğun olmadığı alanlar, kıyı şeritleri gibi yerlere yapılırken aynı zamanda yapıların üzerlerine de monte edilebilmektedir.

Biyokütle

Bunlar içeriğinde karbon olan organik yapılardır. Kaynakları, insanlar, bitkiler ve hayvanlardan, gelen atıklardan oluşmaktadır. Örnek olarak besinlerin işlenmesinden sonra

oluşan atıklar, hayvan gübreleri, çöpler, kanalizasyon, tarımsal veya orman kalıntıları verilebilir (Oluklulu, 2001).

Okyanustan enerji üretimi

Okyanuslardan enerji dört farklı yöntemden elde edilmektedir. Yöntemlerden dalga enerjisi, dalgaların denizin içine yerleştirilen türbinleri döndürmesiyle elde edilir. Gelgit enerjisi, ayın dünyaya göre konumuyla ortaya çıkan deniz seviyesindeki değişimin elektrik enerjisine dönüştürülmesidir. Okyanus ısı enerjisi, okyanus suyunun yüzeyi ile derinliklerinde oluşan ısı farkından elde edilen elektrik enerjisidir. Okyanustan üretilen son yöntem ise suda yaşayan tek hücreli canlıların oluşturduğu metan gazıdır enerjisidir. Bu gaz elektrik üretmek ve ısıtmak için kullanılan doğal gazın kaynağıdır (Tetik, 2014).

Hidrolik

Hidrolik enerji, suyun büyük bir alanda önce toplanması, sonra da küçük bir alandan geçirilerek hareketlenmesi ve bu hareketiyle elektrik üreten türbinleri çalıştırması sonucu elde edilir. Düşük risk, çevre dostu olması ve düşük işletme gideri olması sebebiyle tercih nedenidir.

Hidrojen

Dünyanın enerji ihtiyacı her gün daha fazla artmaktadır. Günümüzde çevreye hiç zararı olmayan, enerji verimliliği diğer enerji kaynaklarından yüksek olan ve Dünyada da en çok bulunan 3. element olan hidrojen, bizim aradığımız çözüm olabilir. En belirgin kullanıldığı yerler endüstriyel yan ürün üretimi ve roket yakıtıdır (Tetik,2013).

Nükleer

Atom bombasının, şiddeti ve yaydığı enerjiden ilham alan bilim adamları bu atomu parçalama yöntemini enerji üretmek için kullanmaya başlamıştır. Türkiye çevresindeki ülkelere bakıldığında nükleer enerjiyi kullandıkları görülmektedir. Türkiye de hızla artan enerji ihtiyacını karşılamak için nükleer santraller kurmaktadır. Bu enerji güçlü ve ucuz olmasına rağmen kirlilik riski çok büyüktür. Günümüzde nükleer santrallerde, hammadde

olarak kullanılan Uranyum ve Toryum izotopları milyarlarca yıl boyunca radyoaktif ışınım yapma özelliğine sahiptir. Gerekli tedbirler alındığında ise etkin bir yöntemdir.

Jeotermal

Jeotermal enerji yeraltında magma tabakasının ısıtması sonucu oluşan su kaynaklarının, su buharının ya da kuru buharın kullanılmasıyla elde edilen bir enerjidir. Genellikle volkanik bölgelerde görülmektedir. Düşük ısı (<70 derece) alanları ısıtmada kullanılırken, yüksek ısı (>70 derece) alanları elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Türkiye’de genel olarak ısıtmada, elektrik üretiminde, kaplıca turizminde kullanılmaktadır (Makina Mühendisleri Odası, 2012).

Güneş

Güneş dünyamızın temel enerji kaynağıdır. Rüzgar, dalga gücü, hidroelektrik gibi enerjilerinin de birinci kaynağını güneş enerjisi oluşturmaktadır. Güneş enerjisi teknolojileri iki ana gruba ayrılır.

Isıl güneş teknolojileri ve odaklanmış güneş enerjisi (CSP)

Bu sistemde güneş enerjisinden ısı elde edilip bu ısı direkt olarak kullanılabilmesi gibi elektrik üretmek içinde kullanılabilir.

Güneş pilleri-fotovoltaik piller

Bu sistem de güneş ışığı doğrudan yarı iletken malzemeler kullanılarak elektrik enerjisine çevrilmektedir. Ülkemiz 2 640 saatlik yıllık ortalama güneşlenme süresine sahip olan dünyadaki en büyük güneş kolektörü üreticisi ve kullanıcısı konumunda olup güneş ve hidrojen enerjisi alanlarında birçok çalışmaya ev sahipliği yapmaktadır. Bu çalışmalar askeri amaçlı ve savunma sanayimizle birlikte birçok alanda kullanıma hizmet etmektedir.

2.2. Dünyada Geliştirilen Yöntemler ve Sıfır Enerji Mimarlığına Yönelim

Toplam enerji içinde önemli bir paya sahip olan yapı sektöründe çevreye zarar veren enerji kullanımının azaltılmasına yönelik en uygun enerji kaynağı güneştir. Güneş enerjisinden yapıların ısıtılması, soğutulması, aydınlatılması ve havalandırılmasında aktif ve pasif yöntemler kullanılarak yararlanılabilmektedir. Özellikle yapılarda enerji etkinliğini sağlamak için fazladan maliyet olmaksızın bazı alternatif enerji kaynakları tasarım öğeleriyle birlikte kullanılabilir. Güneşlenme bakımından uygun bölgede olan Türkiye’de bu tarz uygulamalar az olmakla beraber birçok ülkede bu uygulamalarla ilgili başarılı örneklerle karşılaşmak mümkündür (Esin, 2006). Binanın tasarım ve proje aşaması, binalarda enerji verimliliğinin başlangıcı olmaktadır. Enerji verimliliğinin maksimum seviyede olması, büyük oranda doğru tasarlanmış mimari proje ve inşaat kalitesi ile ilişkilidir (URL-2). Birkaç yüzyıl öncesine kadar insan ve çevre ilişkisinde ölçüt insanların çevreye ne derece uyum sağlayabildikleri çerçevesinde değerlendiriliyordu (Daniels, 1997). Bugün ise insan doğayı şekillendirerek yapay çevreler yaratmaktadır. İnsanların her türlü ihtiyaçlarına cevap veren yapay çevrenin oluşturulması, sürdürülmesi ve optimum düzeyde fayda sağlaması için enerji gerekmektedir.

Küresel ısınma, iklimsel dengelerin bozulması ve birçok küresel problemin ortaya çıkışında bina sektörü etkindir. Avrupa’daki enerji tüketiminin yaklaşık %50’si yapıların ısıtma, soğutma ve aydınlatma ihtiyaçları için kullanılmaktadır (Schittich, 2003). Türkiye’de konut yapılarının kullanımı sürecinde tüketilen enerjinin %81 ısıtmada, %11 ıslak hacimlerde, %8’i elektrikli aletlerin kullanılmasında olmaktadır (Menna, 2003). Bu sebeple yapı sektöründe enerji kullanımının minimize edilerek, klasik kaynakların kullanımının azaltılması çok önemli olmaktadır. Yapı ve enerji ilişkilendirilmesinde ilk aşama iklimsel-coğrafi verilerin belirlenmesidir. Buna uygun tasarım kriterleri belirlenerek, enerji ihtiyacının azaltılması hatta istendiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının aktif olarak binaya entegrasyonu ile elektrik üretiminin sağlanabilmesi Kyoto Piramidi diye adlandırılan tümevarım sistemini desteklemektedir. AB ülkelerinde küresel problemlerin oluşmasında binaların toplam enerji kullanımının %40’tan fazlasını alması aynı zamanda CO₂ emisyonunun %30 unu sağlaması ve sentetik atıkların ise %40 oluşturması bakımından önem arz etmektedir (Ashford, 1998 ve 1999; *European Insulation Manufacturers Association* [EURIMA], 2005; Institut Wohnen und Umwelt [IWU], 1994).

Enerji etkin tasarım, yapıyı iklimle ilgili etkilerden koruyan ve/veya iklimle ilgili verileri kullanarak mekanik sistemlerdeki ihtiyacı azaltan tasarım olarak tanımlanmaktadır (İnanıcı, 1996). Ayrıca aynı işi yapmak için daha etkin, yani daha uzun sürede daha az kaynak harcayarak, yapı elemanları kullanmak enerji etkin mimari kapsamında olmaktadır. Bu sebeple mimari tasarım sürecinde fiziksel çevre verileri olarak bilinen iklim, yön, hakim rüzgâr gibi değişkenlerden faydalanıp enerjiyi verimli ve etkin kullanmayı amaçlayan tasarım olarak tanımlanabilir.

Enerji etkin tasarım

- İklim, yön ve hâkim rüzgar (fiziksel çevre verileri) kullanımı,
- Aktif ve pasif yöntemler kullanımı,
- Yapı performansının ısıtma, soğutma doğal havalandırma, aydınlatma sistemleriyle artırılması,
- Enerji korunumunun sağlanması
- Fiziksel çevre verilerini gözetilerek uygun yapı kabuğu ve formunun biçimlendirilip konumlandırılması,
- Uygun havalandırma ilkelerinin benimsenerek dışarıdaki havayı içeri alıp denetleyip dağıtacak sistemlerin kurgulanması,
- Yapı içinde ve dışında tampon bölge yapacak birimlerin kullanılması,
- Yapı kabuğunda enerji etkin sistemlerin kullanılıp, güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanılması,
- Malzeme seçiminde çevreye duyarlı, bakım onarım maliyeti düşük, alternatif enerji kaynaklarını kullanan ve enerjiyi koruyan malzemelere gidilmesi,
- Doğa ve yeşili kullanarak yapıya artılar katılması, gibi pek çok veriyi bir arada düşünmeyi gerektiren bir süreçtir. (Dikmen, 2009; Utkutuğ, 2002).

Tüm bunlar göz önüne alındığında binalarda enerji verimliliği bir takım kriter ve prensiplere bağlı olarak ilerlemektedir. Bina tasarımında enerji etkin tasarım parametrelerini belirlemekteki hedef, binanın enerji gereksinimini azaltmaya ya da artırmaya yönelik önlemler, iklimsel özellikler, yüksek konfor koşullarını (görsel ve işitsel konfor) sağlamak için doğal kaynaklardan yüksek oranda yararlanıp düşük oranda enerji tüketecek sürdürülebilir bir çevre oluşturmada etkili olmak şeklinde özetlenebilir. Bu sebeple enerji etkin parametreler incelenirken genel olarak makro ve mikro iklimsel veriler değerlendirip

bunlara uygun olan pasif ve aktif sistemleri önerilebilmektedir. Bu bağlamda makro iklimsel özellikler olarak bölge ve iklim tipi, mikro iklimsel özellikler olarak binanın yeri, binanın yerinin topoğrafik durumu, binanın rakımı, binanın yönü, çevre bina yoğunluğu, binanın komşu binalarla ilişkisi, binanın yüksekliği, imar durumu, bitki örtüsü vb. özellikleri girmektedir. Ayrıca makro iklimsel değişkenlere dayalı enerji etkin sistem önerileri olarak bina formu, bina yönelimi, bina topoğrafik yerleşimi, binanın diğer binalara göre konumlanması, pencere büyüklük ve yönelişi, yapı kabuğu ve malzeme seçimi, yalıtım, mekân örgütlenmesi, peyzaj düzenlemesi, mikro iklimsel değişkenlere dayalı enerji etkin sistem önerileri olarak ise binanın ısıtılması, soğutulması, havalandırılması, aydınlatılması gibi pasif ve aktif enerji etkin sistem önerileri sıralanabilmektedir (Demirel, 2013).

Makro iklimsel özellikler, farklı iklim bölgelerinde inşa edilecek binalarda ve oluşturdukları yerleşme dokularında bazen iklimden faydalanarak bazen de iklimin istenmeyen etkilerine karşı önlemler alınarak bina içi iklimsel konforu sağlamaktadır. Amaç, binanın içinde bulunduğu iklimsel özelliklerin biyo-klimatik konfor şartlarına yaklaştırılmasıdır. İç ısı kazancı düşük (kullanıcı sayısı ve harcanan enerji miktarı az olan) konut gibi binalarda, konvansiyonel enerji tüketimi minimize edilmeli, ısı kayıpları azaltılmalı, kışın güneşten ısı kazancı artırılmalıdır. İç ısı kazancı yüksek (kullanıcı sayısı ve harcanan enerji miktarı yüksek) okullar, ofis binaları, ticaret merkezleri, pasif güneş evleri vb. binalarda, güneşten ısı kazancının aza indirgenmesi yararlı olacaktır (Çakmanus, 2004; Wiggington ve Harris, 2002). Makro iklimsel iklim tipleri soğuk iklim bölgesi, ılıman iklim bölgesi, sıcak-kurak iklim bölgesi ve sıcak nemli iklim bölgesi olmak üzere 4 ana başlıkta incelenir. Enerji korunumu bakımından bu iklim tiplerinin özellikleri ve tasarım anlayışı Çizelge 2.1. de açıklanmıştır.

Çizelge 2.1. Makro iklimsel özellikler (Kadiroğlu, 2011'den derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

İKLİM TİPİ	YAZ	KIŞ	TASARIM
Soğuk İklim Bölgesi	Serin-Yağmurlu	Çok Soğuk Soğuk Rüzgâr Kar	-Isıl korunumu ön plandadır. -Kışın güneşten yüksek oranda kazanç sağlanmaya çalışılırken rüzgardan maksimum oranda korunmak gerekmektedir.
İlman İklim Bölgesi	İlman Sıcak	Az Soğuk	-Kışın güneşten elde edilen ısı kazancı büyük öneme sahiptir. -Güneş ışığı iç mekana aktarılmalıdır. Rüzgardan korunmalıdır. -Sıcak aylarında güneş kontrolüne ihtiyaç duyulmaktadır. -Gölgeleme yapılmalıdır. -Serinletici rüzgardan faydalanılmalıdır.
	-Yaz ve kış süreleri eşit olmaktadır. -Sıcaklık farkı azdır.		
Sıcak-Kurak İklim Bölgesi	Sıcak-Kurak	Soğuk- Nem Oranı Düşük	-Gece ısı kaybı önlenmeli, gündüz güneşten korunum, soğutmayı gerektirir. -Nem oranının maksimum ize edilmesi gereklidir. -Kış aylarında güneşten faydalanmak gerekirken, yazları güneş kontrolünün sağlanması önemlidir. -Bu iklim tipinde buharlaşmayı arttıran ve sıcaklığı düşürmeyi sağlamaya yönelik tasarımlar yapılmalıdır.
	-Yaz-kış, gece-gündüz sıcaklık farkı fazladır.		
Sıcak-Nemli İklim Bölgesi	Sıcak	Ilık	-Nemin bunaltıcı etkisinden kurtulmak için hava akımından faydalanılması önemli olmaktadır.
	-Günlük sıcaklık farkları oldukça azdır. -Nem oranının yüksektir. -Yoğun yağış alır.		

Mikro iklimsel özellikler, güneş ışınımı, rüzgar, hava hareketleri, nem, hava sıcaklığı ve bunların neticesinde ortaya çıkan doğal olaylar gibi iç iklimsel konforu etkileyen değişkenlerdir (Wall, 1993). Mikro-iklimsel özellikleri, binanın yeri, binanın yerinin topoğrafik durumu, binanın rakımı, binanın yönü, çevre bina yoğunluğu, binanın komşu binalarla ilişkisi, binanın yüksekliği, imar durumu, güneş ışınımı, rüzgar, bitki örtüsü, hava hareketleri ve sıcaklığı, nem oranındaki değişimler göz önünde bulundurulmaktadır. Topografya, yer ve yön seçimi, biyolojik çeşitlilik (flora -fauna), rüzgar ve iklim fiziksel çevreyi oluşturmaktadır.

Binanın yeri

Binanın enerji verimliliğinde büyük payı olan mikro-klima koşullarını da etkilemektedir. Güneş ışınımı, nem, hava sıcaklığı, hava hareketleri gibi enerji tüketimini etkileyen iklim elemanlarının önemini artırmaktadır. (Yılmaz, 2005). Bulunduğu arazinin eğimi, konumu, bitki örtüsü ve baktığı yönün özelliklerine etki ederek yapının çeşitli mekânlarındaki iklim kontrolünde etkin bir tasarım parametresidir.

Binanın konumu-yerleştirilmesi

Binanın bulunduğu bölgedeki iklimsel veriler ve bina çevresindeki diğer öğeler binanın çevresindeki mikro iklimsel özellikleri etkileyip değiştirebilen etkenlerdir. Binanın etrafındaki diğer binalar ve farklı engellere olan uzaklığı birbirlerini gölgeleme durumu bakımından araştırılmalı, güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılarak güneş alma ve hava hareketlerini sağlayacak veya muhafaza edecek şekilde yapı konumlandırılmalıdır (URL-3). Bina da yer yön seçimini önemli kılan unsur kışları güneş ışığından yararlanarak enerji verimliliğini maksimuma çıkarmak yazları ise bunu kontrol altına alıp güneş ışığından yeterince korunarak binanın enerji etkinliğine katkıda bulunmaktır. Bu sebeple yerleşim planlarında yapıların birbirine göre uzaklıkları ve yüksekliklerine dikkat edilmeli, birbirlerinin güneşlerini engellemeyecek şekilde yerleştirilmeleri gerekmektedir. Güneşin aşırı etkisinden korunmak ve güneşi daha iyi alabilmek için yapı etrafındaki peyzaj alanında bulunan ağaç yerlerinin ve türünün seçilmesi de önemlidir (Sayın, 2006). Yapıyı güneşe göre konumlandırmak ve yönlendirmek, yapı içerisindeki ısı konforunu etkileyip arzu edilen sıcaklığa ulaşılmasını sağlamaktadır.

Bina yerinin topoğrafik durumu- bina yerleşimi

Binanın bulunduğu bölgenin iklimsel ve topoğrafik özellikleri, binanın enerji performansında, özellikle sonraki tasarım aşamalarında temel oluşturacağından önem taşımaktadır (Berköz ve diğerleri, 1995). Arazinin jeolojik durumu, jeomorfolojik özellikleri içerisinde yer alan yöresel karakteristikleri saptanıp yapılacak tasarımın bunlara göre de belirlenmesi gerekmektedir. Güneşin geliş açısı arazinin eğimi ve yönüne de bağlı olduğundan, gün ışığının kullanılması, yapının güneş ışınımında faydalanmasında ve doğal havalandırma olanakları açısından, bina yerinin topoğrafik durumu önem taşımaktadır

(Kadiroğlu, 2011). Yamaçlar rüzgar alma bakımından, vadiler ise ısı korununun muhafazası ile ilgili olarak etkinlik gösterirler. Dağların güney yamaçları kuzeylerine göre daha fazla güneş ışığına maruz kaldıkları ve soğuk kuzey rüzgarından daha az etkilendikleri için daha sıcak olmaktadır. Batı yamaçlar ise doğu yamaçlara göre öğleden sonraki zaman sürecinde daha yüksek ortalamadaki hava sıcaklığının ve güneş ışınımının etkisinde kalarak daha ılık olmaktadır (Soysal, 2008). Eğimli arazilerde güneşe bakan yamaçlara yapılan binaların gölgeleri düz bir araziye yapılandan daha kısa, güneşe bakan yamaçlara yapılan binaların gölgeleri düz bir araziye yapılandan daha uzun olmaktadır. Bu amaçla arazi eğimleri dikkate alınmalıdır (Tokuç, 2005).

Binanın rakımı

Bina rakımı gün ışınım değerlerinin farklılaşmasına neden olmaktadır. Deniz seviyesinden yükseğe çıkıldıkça gün ışınım değerlerinde artış görülmektedir. Bu artışın sebebi; atmosfer koşulları, atmosferin temizliği ve kat edilen yolun kısalması ile ilgilidir. Gün ışınım değerlerindeki artışa karşılık deniz seviyesinden yükseldikçe hava sıcaklığında düşüş başlamaktadır. Yüksekliğin artmasıyla rüzgar şiddeti de artarak yapının ısı kayıplarında artış olmasına yol açar (Soysal, 2008).

Binanın yönü

Binanın ısı kaybı ve kazançlarını binaya gelen güneş ışınımını etkilemektedir. Bu da binanın yönüyle bağlantılıdır (URL-4). Aynı zamanda değişik zamanlarda, bina yüzeyine gelen güneş ışınımında etkili olmaktadır (Kadiroğlu, 2011). En önemli tasarım ölçütlerinden biri ise toplam güneş enerji kazancını etkilediği için cephelerin doğrudan güneş ışınımından yararlanmalarıdır (Yılmaz, 2005). Binaların yönü rüzgar alma durumunu, doğal havalandırmasını böylelikle yapının serinletilmesini dezavantaj olarak ortaya çıkan hava sızıntısı ile ısı kaybı miktarını etkilemektedir (Yılmaz, 2005).

Çevre bina yoğunluğu

Yoğun yapılaşma bulunan kentlerde kırsal alanlardaki yerleşmelerden farklı olarak güneş ışığını yansıtma, kamaşma, ısı depolama, gölgelenme, hava hareketleri gibi faktörler değişkenlik göstermektedir. Yapılaşmanın yoğun olduğu yerlerde bitki örtüsünün tahribatı

neticesinde nem oranının da daha alt seviyede, hava sıcaklığı daha yüksek, hava hareketinin hızı düşüktür (Soysal, 2008). Kasabalar ve şehirler gibi yerleşimin sık olduğu bölgelerde kırsal alanlara göre bina yüzeylerinin depoladığı ve sonradan da atmosfere yansıttığı güneş radyasyonunun fazla olması hava sıcaklığının artmasına sebep olmaktadır.

Binanın komşu binalarla ilişkisi

Binanın konumlandırılışı, çevre binalar ve engeller ile mesafesi bina çevresindeki hava akış süratini ve cinsini, binaya etki eden güneş ışınımı seviyesini belirleyen tasarım öğelerinden biri olmaktadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak veya zararlı etkilerinden korunmak için binanın konumu önem taşımaktadır (Yılmaz, 2005). Binaların birbirlerinin güneşini veya rüzgarını kesmesi durumunda bina kalitesiz konfor şartlarını sürdürmekte ve bu ihtiyaçlarını karşılamak adına fazladan enerji harcamak durumunda kalmaktadır. Yakın yapılaşma ısının artmasına ve rüzgar etkisinin azalmasına neden olur. Güneş ışınımının binaya etkisi ve hava hareketinin hızı çevrede bulunan komşu binaların veya diğer manilerin binadan uzaklığına yüksekliğine, konumlandırılışına göre farklılık göstermektedir. Bina aralıkları hesaplanırken çevre binaların veya diğer engellerin gölge boylarına dikkat etmek gerekmektedir.

Binanın yüksekliği

Bina yüksekliğinin fazla olması veya tasarlanacak binanın yüksek düşünülmesi durumunda, bina yüzeyinin üst ve alt kısımları arasında farklı mikro-iklimlerin oluşabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Yapı yüksekliğinin zorunlu olduğu hallerde yapının hakim rüzgar yönü dikkate alınarak konumlandırılması rüzgarın serinletici ve iklimlendirici etkisinden yararlanmak ve/veya rüzgar gücünden enerji üretimi sağlayacak çözümler üretmek enerji verimliliği sağlayabilir.

Bitki örtüsü

Buharlaşma sayesinde havadaki nemde artışa ve sıcaklıkta düşüşe sebep olan bitki örtüsü, binaların enerji denetimi açısından oldukça önemlidir. Bitki örtüsü, ekolojik çeşitliliği artırmasının yanı sıra insan psikolojisi ve konforunu yararlı biçimde etkilemektedir. Ayrıca havadaki toz partiküllerinin süzgeçten geçirilerek temizlenmesini sağlamasında, rüzgar

kontrolünde, gölgelenmede, gürültü kirliliğinin azaltılmasında büyük bir öneme sahiptir (Soysal, 2008).

Bina formu

Binanın ısı kazanç ve kaybını etkileyen bir tasarım parametresidir. Kompakt form bina kabuğundan iletimle meydana gelen ısı transferini minimuma indirerek, doğal aydınlatma, havalandırma ve ısı kazanımlarına imkan sağlar. Küp şeklinde bir yapının kenarından birini güneye yönlendirerek kuzeye bakan kısmını iyi yalıtılmak ısı kayıplarını en düşük seviyede tutup güneş enerjisini daha fazla toplayabilmek adına önem arz etmektedir (Lechner, 1991). Binayı oluşturan geometrik değişkenler, bina konsolları, cephenin eğimi, çatı türü ve eğimi, binanın yüksekliği, genişliği, derinliği, hacmi gibi parametreler binanın ısı kayıp ve kazancını artırıp azaltabilen etmenlerdir (Göksal ve Özbalta, 2002). Fazla hareketli cephe tasarımları, girinti çıkıntılar bina yüzey alanını arttıracığı için doğru orantılı olarak ısıtma enerjisi ihtiyacını da artırmaktadır.

Pencere büyüklük ve yönelişi

Camlı yüzeylerde güneş kontrolünü sağlamak için camlı yüzeyin uygun yerlerde tasarlanıp yönlendirilmesi, alanı, camın tipi ve özellikleri, camlı yüzeye entegre güneş kontrol ve gölgeleme elemanlarının tasarımı ve kullanımına dikkat etmek gerekmektedir (Soysal, 2008). Binaların pencere tasarımı ile kullanım sürecinde kullanıcı davranışları mekanların enerji ihtiyacını %40 arttırabilir ya da %30 azaltabilir (Tokuç, 2005). Etkin bir hava sirkülasyonu sağlamak amacıyla havalandırma açıklıkları duvarın orta kısmında konumlandırılması ve hava akımının yaşama bölgesine doğru yönlendirilmesi önemlidir. Etkili karşılıklı havalandırma için genelde açıklıkların karşılıklı olması gerekmektedir. Tek yönlü havalandırmada enine açıklıklar iç hava hızlarını arttırmada daha etkili olmaktadır (Goulding ve diğerleri, 1992). Genel olarak dikkat edilmesi gerekenler ise;

- Binanın doğu, batı ve kuzey yönlerindeki pencere yüzeyleri minimum tutularak, camları güneye yönlendirme eğilimine girilmelidir.
- Kuzey yarım kürede pencereler olabildiğince güney yönüne bakacak şekilde ve olabildiğince az pencereli olacak şekilde tasarlanmalıdır. Kış aylarında güneş enerjisinin olabildiğince içeri girmesi sağlanmalıdır (Çakmanus ve Böke, 2001).

- Kışın az yazın ise çok fazla güneş topladığından, doğu ve batıya bakan pencereler doğal aydınlatmayı sağlayacak ölçüde ama daha az kullanılmalıdır.
- Pencereler doğal aydınlatmaya uygun, oda zemin alanının en az %15'i büyüklüğünde tasarlanmalıdır (Naidj, 1998).
- Isıtma yükü daha fazla olan iklimlerde, kuzey duvarı sağır tutulmak şartıyla, güney cephesi pencereleri ile ve güneye bakan çatı pencereleri kuzeyde kalan kısımlara yerleştirilip güneş kazancının artırılması gerekmektedir.
- Binanın ana cephesinin ve camlı alanlarının, doğu ve batı yönüne güneş kontrolünün zor olacağı için yerleştirilmemesi, zorunluluk gereği konuluyorsa güneş kontrolü yapılması, binanın doğu-batı kısmında maksimum güney cephesi oluşturacak şekilde lineer oturtulması tercih edilmelidir.

Yapı kabuğu ve malzeme seçimi-yalıtımı

Bina kabuğu, duvar, tavan zemin, kapı, pencere gibi elemanlardan oluşan ve binayı dış ortamdan ayıran yapılardır. Bu yapıda ısı enerjisi iç-dış geçişleri yaşanmaktadır. Bu nedenle ısı kayıp ve kazançlarına olan etkisi büyüktür (Yılmaz, 2005). Aydınlatma, havalandırma, sıcak-soğuktan korunmak için yalıtım, mahremiyetin korunması, rüzgar ve güneşe karşı koruma, gürültü koruması, yangın, güvenlik, mekanik zararlardan koruma gibi görevleri üstlenmektedir (Tokuç, 2005). Binanın enerji giderlerinin minimumda tutulabilmesi için bu sistemlerin uygun yönlerde uygun biçim ve boyutlarda tasarlanmış olması gerekir. Genel olarak hava kaçak ve sızıntıları olabildiğince azaltılmalı, bina iyi yalıtılmalıdır. Yalıtım uygun kalınlıkta kullanılmalı ve doğru uygulanmalıdır. Birim yüzey alanı, u kat sayısı, iç ve dış hava sıcaklığı değeri binanın ısı kaybı miktarını etkilemektedir. Birimi $W/(m^2K)$ olan u değeri, yapı elemanı olan bina bileşenlerinin ısıyı iletim, taşınım ve ışımayla ne kadar geçirdiklerini gösteren değerdir. U katsayısı büyüdükçe ısı kayıplar veya kazançlar da artmaktadır (Lechner, 1991).

Mekan örgütlenmesi

Enerji etkin bina tasarlanması amacıyla bina içindeki kullanım alanlarının konumları, yönelimleri ve büyüklüklerinin doğru belirlenmesi, ısı kayıplarını minimize edecek şekilde örgütlenmesi gerekmektedir (Çakmanus ve Böke, 2001). Güney cephesinde yaşama

mekanları planlanırken kuzey yüzünde en az ısıtma ve aydınlatma isteyen mekanlar yerleştirilmelidir. Kullanımın, kullanıcılarına bağlı olduğu konut binalarında gün boyu mekan kullanım süresi; çocuk odası 18-24 saat, oturma odası 16 saat, mutfak 9 saat, salon hafta-içi 4-10 saat, hafta sonu 12-16 saat, ebeveyn yatak odası 8-12 saat olarak alınabilir. Oturma odası ve çocuk odası sürekli kullanılan mekanlardır. Konutlar tasarlanırken sürekli kullanılacakları varsayılır (Koblin ve Krüger, 1984). Isıtma ve aydınlatma ihtiyaçları yüksek olduğu için sık kullanılan yaşama mekanları güneye; koridor, banyo, depo gibi gün ışığı ihtiyacı düşük olan mekanlar tampon vazifesi görmesi amacıyla kuzeye yönlendirilip küçük açıklıklar yapılmalıdır. Yüksek ısı kazanımına sahip olan mutfak gibi mekanlarda ise güney pencereleri tercih edilmemelidir (Lechner, 1991).

Konutta mekan organizasyonunda mahallerin yönelişi kullanım süresi ve işlevi göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Mekan kullanım zamanlarına göre, binada az kullanılan kiler, banyo vb. mahallerin olabildiğince yapının kuzey tarafına yerleştirilirken, çok kullanılan ve daha fazla ışık alması istenilen bölümlerin güney yönüne yerleştirilmesi enerji korunumu açısından fayda sağlayacaktır (Çakmanus ve Böke, 2001). Plan organizasyonunda aynı yerde bulunan, fakat farklı yönlere (kuzey ve güney) bakan mekanlardaki enerji tüketimi kıyaslandığında, binanın ortasındaki mekan esas alındığında %17, diğer mekanlarda %18 ile %71 arasında güney lehinde bir fark oluşmaktadır (Tokuç, 2005). Kendi mikro klimalarını oluşturan; veranda, arkad ve avlu gibi camsız ara mekanlar rüzgar hareketinin yönlendirilmesine ve açıklıkların güneşten korunmasına yardımcı olmaktadır. Bodrum, çamaşırhane, hobi odası, ortak mekan, veranda, kapalı garaj gibi genellikle ısıtılmayan mekanlar tampon bölge konseptine göre yatayda ve dikeyde ısı tampon bölgesi olarak kullanılabilirler (Goulding ve diğerleri, 1992).

Peyzaj düzenlemesi

Güneş ışınımı, ışık, gürültü ve mahremiyet etkenleri bir dereceye kadar çevre düzenlemesi yardımı ile denetlenebilir. İklimin istenmeyen etkilerini optimize etmek için bitki düzenlemesiyle de rüzgar yönlenmesi yapılabilir. Binanın kuzey yönüne iğne yapraklı ağaçlar dikilmesi ile yapı kış aylarında soğuk kış rüzgarlarından yazınsa güneş ışınlarından karşı kısmen korunacaktır. Binanın güney tarafına yaprak döken ağaçların yerleştirilmesi yazın güneşin etkilerini azaltırken kışın yapraklar döküldüğü için güneş ışınlarına maruz kalınmış olacaktır (Çakmanus ve Böke, 2001). Su öğeleri, havanın neminin yüksek olmadığı

durumlarda, yazın serinletici etki yaratır. abuk ısınıp çabuk soğuyan elemanlarla, yavaş yavaş ısınıp soğuyan elemanlar arasında oluşan ısı ve basınç farklarından faydalanılarak hava akımı sağlanabilir. Seçilen bitkilerin boylarını, yapıya olan uzaklıklarını doğru belirlemek enerji korunumu açısından önem arz etmektedir. Binanın ısı kayıplarını azaltabilmek için özellikle soğuk dönemlerde bodur bitkilerin ve sürekli yeşil kalan ağaçların rüzgar kırıcı etkisi tespit edilmiştir. Ayrıca yaprak döken ağaçlar kışın güneşin yararlı etkisini binaya alırken yazın ise güneş kontrolü sağlayıp gölgeleme elemanı olarak kullanılabilirler (Soysal, 2008).

Enerji etkin sistemler

Enerji etkin sistemler yardımıyla mekanın ısıtılması, soğutulması, havalandırılması, aydınlatılması, sıcak su ve elektrik enerjisi elde edilmesi, alanlarda kullanılan enerjiyi azaltılabilmektedir. Yapı elemanları ile ilişkileri bakımından enerji etkin sistemler pasif veya aktif olarak gruplandırılmaktadır. Pasif sistemlerde ısısal dağıtım doğal yollarla (iletim, konveksiyon ve radyasyon) sağlanırken, aktif sistemlerde konfor ve etkinliği maksimize etmeye yönelik hatta elektrik eldesi sağlamak adına fanlar veya diğer ekipmanlar kullanılmaktadır (Kadiroğlu, 2011).

2.2.1. Pasif sistemler

Pasif tasarım, yenilenebilir enerji kaynaklarını doğru şekilde kullanılarak binaların doğal yollarla ısıtılması, soğutulması, aydınlatılması, havalandırılmasını sağlayıp aynı zamanda çevreyle dinamik etkileşimlerde bulunup enerjinin depolanması, toplanması ve emniyetle kullanılıp fazlasının satılmasına olanak verip enerji verimliliğini sağlamak olarak tanımlanabilir (Güngör, 2017). Bu sistemler binanın enerji tüketimini, doğru tasarım kriterleri ve uygulanacak sistemlerle azaltmayı hedeflemektedir. Bunlar toplayan, dağıtan, depolayan güneş ışığı ve rüzgarı kullanan sistemler olarak sıralanabilmektedir. Doğrudan kazanç, dolaylı kazanç, izole edilmiş kazanç, sürekli dolaşım halkası sistemleri, gün ışığını yönlendiren sistemler, güneş ışığını taşıyan sistemle olmak üzere gruplandırılmıştır.

Doğrudan kazanç sistemleri

Bu sistemde güneş ışığı doğrudan saydam yüzeylerden mekanlara aktarılmasıyla ışımanın ısıya dönüşmesi şeklinde olmaktadır. Doğal termodinamik prensip sonucu sıcaklığın yüksekte düşüğe doğru hareket etmesi bu sistemin elemanlarının çalışmasını sağlamaktadır (Ülgen, 1993).

Avantajları;

- En az maliyetli ve yapıya uygulanması en kolay pasif güneş enerjisi sistemidir.
- Sürekli kullanılan yapı malzemeleri ve teknikleriyle hemen inşa edilebilecek aynı zamanda cephe tasarımını sınırlayıp bozmayacak sistemlerdir.
- Doğal gün ışığını kullanarak yapay aydınlatma enerjisi yükünü azaltarak enerji korunumuna katkı sağlar
- Bina iç mekanlarına manzaranın dahil olmasına olanak sağlar
- Yalıtım, nitelikli özel camlar, sızdırmaz bina strüktürü ile yapıların konfor koşullarını yükseltir.
- Çok fazla termal kütle gerektirmez (URL-5).

Dezavantajları ise;

- Güney cephe pencere açıklıklarından gece ısı kayıpları oluşabildiği gibi gün boyu sıcaklık dalgalanmaları olabilir,
- Açıklıklar yüzünden mahremiyet azalabilir,
- Mekanda kullanılan malzemeler ışıнімdan bozulabilir (URL-5).

Bu durumlardan kaçınmak için ise, gece ısı kayıplarını düşürmek için iç gölgeleme elemanlarıyla, yaprak döken ağaçlarla, yalıtım malzemeleriyle, saçaklarla, yatay, dikey, sabit ve hareketli tente panjurlarla, ızgara kafesle, binanın dışında konumlandırılan sabit ya da hareketli asılı elemanlarla kontrol edilmesi gerekmekte ve hareketli izolasyon ile gece panjurları kullanılmalıdır (Oktik, 2001). Doğrudan kazanç sisteminin sistem elemanı ise kütle duvarıdır. Kütle duvarı, termal kütlede toplanan ısıyı mekanlara difüzyonla yaymak için kullanılan bir tasarım elemanıdır.

Dolaylı kazanç sistemleri

Güneş ışınımı ana mekanın haricinde ısıya dönüştürülüp sonradan iletim, taşınım ve ışınım yoluyla mekana aktarılmaktadır (Tetik,2014). Isı depolayıcı kütle duvar, güneşten ısı kazanır. Yaşama alanlarına dağıtmak üzere toplar ve depolar. Bu sistemde güneş ışınları doğrudan mekana alınmayarak iç ve dış mekan arasında oluşturulan güneş ışığını emen elemanlarda toplanıp burada ısı enerjisi elde edilip depolanarak ana mekana aktarılır (Ülgen, 1993). İç ve dış mekan arasında oluşturulan ve güneş ışığını emmesi için tasarlanmış elemanlar ısı kütle duvarları (güneş duvarı, trombe duvarı, uzak depolama duvarları vb.), çatı havuz sistemi, yalıtılmış alanlardır (kış bahçesi, sera vb.). Isıl kütle duvarları güneşe bakan koyu renkli duvarların önüne cam yerleştirilerek enerji toplanmakta ve bu enerji duvarın üstündeki ve altındaki delikler vasıtasıyla ısı aktarımını sağlamaktadır. Dolaylı kazanç sisteminin sistem elemanları ise, trombe duvarı, su duvarı, çatı havuzu, metal güneş duvarı, kontrollü çift cam cephe sistemi, konveksiyon kanallı sistem şeklindedir.

Trombe duvarı

Genellikle güneşe yönlendirilen, dış cephesi koyu renkli ısı depolayıcı masif duvar olup onu bir miktar hava boşluğu kalacak şekilde tek veya çift camla kaplı bir sistem izler (URL-5). Bu sistemde ısı depolayıcı duvar, beton, tuğla, taş, kerpiç malzemeden veya su tanklarından imal edilebilir. Isı camdan geçer ve duvarla cam arasında kalır. Masif olan bu duvardan ısının geçebilmesi için alt ve üst kısımlarına transfer kanalları açılmıştır. Böylece güneş enerjisi ile kazanılmış olan ısı, depolayıcı duvardan mekan içerisinde aktarılmış mekanda bulunan soğumuş olan ısı da cam ve masif duvar arasındaki alana transfer edilmiş olur. Isınan hava yükselir felsefesi ile soğuk ve sıcak hava iç ortam, boşluk ve menfezler üçgeninde sirküle olur (Tetik, 2014). Gün boyu gün ışığını depolayan duvarlar gündüzleri topladıkları ve depoladıkları ısı enerjisini geceleri iç mekana iletirler.

Su duvarı

Suyun ısı kütle olarak kullanılması prensibine dayanır. Suyun masif duvara göre ısı tutuculuğu daha fazladır bu da daha yüksek verimlilik demektir. Bu sistemin çalışma şekli de trombe duvarına benzerlik göstermektedir. Kullanılan elemanlar masif ısı depolama kütlesi (bidonlar, beton duvarlar, metal veya camdan yapılmış tüp şeklinde kaplar vb. su

veya benzer bir akışkanla dolu), hareketli yalıtım elemanları ve geniş cam yüzeydir. Isı depolama kütlesi cam yüzeyin arkasına yerleştirilir. Cam yüzeyin arkasına yerleştirilir. Gün ışığını alan ısı depolama kütlesi koyu renkle boyanmakta böylelikle gün ışığını depolamakta ve ısı enerjisi gece iç mekana aktarılmaktadır (URL-5). Su, yüksek ısı depolama kapasitesine sahip olduğu için su duvarları katı duvarlardan çok daha yüksek verimliliğe sahiptir. Bu sistemde verim açısından gece, hareketli yalıtım elemanı kapatılarak ısı kayıpları minimuma indirilir.

Çatı havuzu sistemi

Bu sistemde ısı depolama sistemi çatıda yer alan genellikle cam ile kaplanmış plastik veya fiberglas kapların içinde bulunan 15-30 mm yüksekliğindeki su kütlesi ile yapılır. Güneş ile ısıtılan su depoladığı ısıyı soğuk alanlara ileterek mekanın ısınmasını sağlamaktadır. Ancak bu sistem strüktüre ek bir yük getirmektedir. Kışın ısı kaybını azaltmak için hareketli yalıtımla kepenk yardımıyla kapatılır yazın ise serinlemek için tam tersini uygulamak gerekmektedir (Esin, 2006; Güngör, 2017)

Metal güneş duvarı

Binanın saydam yüzeyi bulunmayan cephesi komple delikli koyu renkli alüminyum ya da çelik levhalarla kaplanır. Bu sistemde 1 m² panel yaklaşık 500 Watt'lık ısıtıcının gücüne eşdeğer ısıtma sağlamaktadır (URL-6). Metal levha ile hava kanalları ve fan yardımıyla dışarıdaki hava sıcaklığına oranla dış kaplamada 40-50 °C sıcak hava oluşturulur. Bu sistemde deliklerden duvar ve metal levha arasından hava girer ve baca etkisiyle hava yukarı doğru yükselir. Bu sırada ısınan hava, hava kanallarıyla ve bunların baş kısmına yerleştirilen fanlar yardımıyla taşınmaktadır (Yamak, 2006). Bu yöntem daha çok ısıtma amaçlıdır. Yazları ise dışarıdan emilen hava bacanın üst kısmındaki menfezlerden dışarıya atılmasıyla sirkülasyon sağlanıp duvar serin tutulabilir. Sistem oldukça kolay ve ekonomiktir.

Kontrollü çift cam cephe sistemi

Bu sistemde binanın ana cephesinin önüne yapılmış ikinci bir cam cephe sistemi sayesinde arada kalan boşluktan soğuk ve sıcak havanın transferi oluşmaktadır. Isı depolayıcı herhangi bir eleman bulundurmayan sistemde daha çok ısıtma için ofis, işyeri vb. bina tiplerinde

kullanılması uygundur. Özellikle sabahları binanın erken ısıtılması için doğu cephesine konumlandırılabilir (İnan ve Başaran, 2014).

İzole edilmiş kazanım sistemleri

Yapı kabuğunu oluşturan kapalı sisteme dışarıdan eklenmiş ikincil bir hacimle oluşturan sistemdir. Sistemde sistem elemanı olarak güneş odası, kış bahçesi ve dolaylı kış bahçesi bulunmaktadır.

Güneş odası

Yapıya ek veya yapıya ait olan yapıyı tamamlayıcı bir sistemdir. Genellikle şeffaf cam kabukla örtülüdür. Yasama alanıyla bağlantısı bulunmaktadır. Güneş odasında enerji toplanır ve yasama alanının ısıtılmasında kullanılır. Kışları çevresindeki toprak yapısının sıcaklığından kaynaklı ısı kaybını azaltması, yüksek hacimli boşluk oluşturduğu için mekanın yüksek derecede ısıtılmasına sebep olur. Yazları ise doğru tasarımıyla menfezlerden serin havanın girmesine izin verilmesiyle soğumaya yardımcı olur. Yaz dönemi aşırı ısınma olabilmektedir. Bu sebeple güneş kontrol elemanları ve hareketli yalıtım ile soğutma sağlanabilmektedir (URL-5).

Kış bahçesi

Bu sistem, ısı depolayıcı duvar sisteminde bulunan duvar ve cam yüzey arasındaki boşluğun genişletilip mekanlaştırılması yöntemine dayanmaktadır. Amacı, yaşam alanlarındaki ısı kaybını en aza indirmektir (Tetik, 2014). Enerji maliyetini düşürüp kışın gündüzleri güneş enerjisini toplayıp üzerindeki açıklıklardan ana yapıya aktarırken geceleri ise açıklıklar kapatılarak yapı ve dış mekan arasında tampon bölge oluşturarak ısı kaybını önlemektedir (URL-5).

Pasif havalandırma sistem tipleri

Doğal havalandırma hava hareketleriyle hiçbir mekanik araç kullanılmadan kapalı alanlara temiz havanın sağlanması olarak tanımlanabilir (Ok, 2007). Hava ya doğal sebeplerle ya da basınç farklılıkları sebebiyle hareket eder.

Çapraz havalandırma

Bina etrafındaki hava akımları rüzgarın çarptığı cephede yüksek diğer cephede alçak basınç oluşturur. En etkili havalandırmayı oluşturmak için yüksek basınç alanına girişleri alçak basınç alanına çıkışları yerleştirmek çapraz havalandırmayı oluşturur.

Konfor Havalandırması

Konfor havalandırmasın da rüzgar destekleyici fan kullanılarak, yalıtım yapılmalı, kullanıcılar için hava hareketleri sağlanmalı, hafif konstrüksiyon seçilmeli, açılıp kapanan pencere alanları, rüzgar alan ve almayan cephelere eşit olarak yayılıp taban alanının yaklaşık %20'si edecek kadar tasarlanmalıdır. Böylelikle iç ortam ısı konforu için insan vücudu üzerinde konveksiyon el ve buharlaşma yoluyla oluşan doğal havalandırma ile direkt soğutma sağlanıp konfor oluşturulmaktadır (Yüksek ve Esin, 2009).

Gece havalandırması

Gece hava sıcaklığı gündüz hava sıcaklığından daha düşük olduğu için gece oluşan bu soğuk hava yapıyı serinletmekte kullanılır. Havalandırma özelliği ısıyı gündüz ısınan kütleden uzaklaştırdığından bu pasif tekniğe gece havalandırılması denmektedir (Brown, 2001).

Rüzgar kuleleri

Yüksek yoğunluklu ve alçak kotlu yerleşim alanlarında, binalar birbirinin rüzgarını kesebilir. Böyle zamanlarda ise çatı üstünden geçen esintileri rüzgar yakalayıcılar devreye girerek yakalayıp en aşağıya iletebilirler (Brown, 2001).

Güneş bacaları

Güneş enerjisini dönüştürerek başlangıçta ısı sonra kinetik ve en sonunda elektrik enerjisine çeviren sistemdir. Bu sistemde içerisinde sera toplayıcı bölümü enerjiyi toplayıp içerisinde dolaşan havaya aktaran kısım ve uzun baca içerisinde bulunan elektrik üretmek için kullanılan rüzgar tribünlü kısım bulunur (Sayın, 2006).

Galeri ve atriumlarla baca etkili havalandırma

Bu sistemlerde temel amaç kirli havayı doğal olarak dışarı atmaktır. Atrium veya galeri yapılarının çatıları güneşten faydalanılarak ısıtılıp basınç farklılıkları oluşturularak ısınan kirli havanın yükselmesine sebep olur böylelikle temiz hava pencerelerden sağlanır (Tönük, 2001).

Rüzgar şapka veya kepçeleri

Elektrikle çalışan fanlar kullanılmadan ısı dönüşümü sağlanarak temiz havanın alınıp kirli olanının tahliyesi gerçekleştirilmektedir. Bu sistem rüzgar hızının az olduğu zamanlarda da çalışıp pasif baca etkisi ilkesini benimsemiştir (Elzaidabi, 2008).

Rüzgar duvarı

Yapının hakim rüzgarı en çok alan tarafına rüzgarı toplayıp yapı içerisine yönlendiren bir yüzey oluşturan gün ışığını kesmemeleri için şeffaf elemanlar kullanarak hem günüşiğinden hem de rüzgardan pasif olarak fayda sağlatabilen sistemdir.

Buharlaşma ile soğutulup havalandırma

Bu sistemde dış ortamdaki hava, önce rüzgar bacasının içerisindeki su ile karşılaştırılarak suyun buharlaşması ile soğutulup bu şekilde iç mekan havalandırılması yapılan sistemdir (URL-6).

Tam otomatik veya ayarlanabilir elemanlarla havalandırma

Rüzgar bacalarıyla doğal ışık ve havalandırma sağlanmaktadır. Bu sistem tam otomatik ve programlanabilir olup hava akışı tavan tipi vantilatör, kapak veya CO₂ miktarını, hava sıcaklığını hava hareketlerini, sesi ve nemi ölçen algılayıcılarla ile denetlenebilir (Saranti, 2006).

2.2.2. Aktif sistemler

Binalarda rüzgâr, güneş gibi enerjilerden yararlanılarak mekanik sistemlerle elektrik, ısı gibi enerjileri elde etmeye yarayan sistem tipleridir.

Güneş enerjisi kolektörü

Güneş ışığının ısı ve elektrik enerjisine dönüşümü sağlayan yapılardır. Kolektörler su ısıtma sistemi ve güneş panelinde kullanılır. Kullanım alanları su ihtiyacını karşılamak adına sanayi tesislerinde, apartman dairelerinde, hastanelerde, okullarda ve otellerde, yerden ısıtma sistemlerinde, havuz ısıtmasında, ısı pompalarında kullanılır (Kıncay, 2017).

Fotovoltaik sistemler

Güneş ışınlarını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir (Sick ve Erge, 1996). Fotovoltaik güneş pilleri, güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Binaların yüzeylerine çatılara, teraslara güneş kırıcı, park, bahçe, lamba, gölge almayan her yerde kullanılabilirler. Güneş pillerinin avantajları, ömürlerinin uzun, bakımlarının kolay ve masraflarının az oluşudur. Yenilenebilir kaynak kullandığından enerji satın alma ve nakliye gibi maliyeti yoktur. Kırsal yerleşkelerde, yapıların, araçların üzerinde küçük ve portatif üniteler şeklinde kullanılabilirler. Doğru akım üretip alternatif akıma dönüştürülmesi gerektiğinden direkt şebekeye bağlı değildir bu da depolanma ihtiyacına yol açar ve şebeke elektriğine göre maliyeti artırır (Tetik, 2014).

Polimer güneş pili sistemleri

Düşük maliyetiyle birlikte hafif, esnek ve şeffaf olan polimer güneş pilleri kızıl ötesi ışığını emerek elektrik enerjisine çeviren plastikten yapılmış bir nesnedir. Radyo, televizyon, telsiz ve telefon sistemleri gibi haberleşme istasyonlarında, deprem hava gözlem istasyonlarında, kule, köprü vb. metal yapıların korozyondan korunmasında, ilk yardım, alarm ve güvenlik sistemlerinde, petrol boru hatlarının korunması, bina iç veya dış aydınlatılmasında, elektrikli aygıtların çalıştırılmasında, tarımsal ya da ev kullanımı amacıyla su pompajında, orman gözetleme kulelerinde, deniz fenerlerinde güneş pilleri şebekeden bağımsız olarak kullanılıp uygulanmaktadır (Tetik, 2014; Akyürek, 2003).

Güneş bacaları

Bina içerisinden dışına doğru sıcak ve soğuk iki adet egzoz bacası yardımıyla hava akımı oluşturan sistemdir. Bir yüzü cam diğer yüzü güneş enerjisini soğurması için siyah metalle kaplanan bacada yüksek sıcaklık elde edilerek hava hareketi oluşturulur (Alparslan, 2010). Bu sistemde yazın havalandırma ve serinletme oluşan sıcaklık farkları sayesinde bina içerisindeki hava hareketleriyle sağlanmakta aynı zamanda hava hareketlerine rüzgar tribünü de eklenerek elektrik de üretilir (Üçgül ve diğerleri, 2017).

Güneş kulesi

Bu sistemde kule tepesine monte edilmiş olan ısı değiştiriciye (alıcı) güneş ışınları odaklanılıp yoğunlaştırılarak elektrik üretilir (Güven ve diğerleri, 2004). Sistemde heliostat (gün dönüştürücü) büyük alana yerleştirilir. Kuleye yönlendirir. Alıcı (odaklama) ısı enerjisini elektriğe çevirir.

Havuz suyu ısıtma

Bu sistem havuz suyunun yeterli kolektör alanı sağlanarak güneş enerjisi ile direkt ya da endirekt olarak ısıtılması esasına dayanmaktadır (Bulut, 2009).

Güneş fırın-ocak

Güneş enerjisi kullanılarak yiyecek pişirilmesidir. Genellikle tasarlanan modeller ticari olarak kullanıcı kitlesine ulaşmaktadır (Bulut, 2009).

Güneş havuzu

Güneş havuzları içerisinde tuzlu su bulunan tabanı güneş ışınlarını emmek için koyu renk ile boyanmış ve iyi yalıtılmış güneş enerjisini düşük maliyet ile depolayan bir sistemdir. Bu sistem ısı ve elektrik üretmek, ısıyı depolamak ve sudan tuzu ayırtmak için kullanılmaktadır (Bulut, 2009).

Rüzgar tribünleri

Rüzgarda bulunan hareket enerjisini mekanik enerjiye ve en sonunda elektrik enerjisine dönüştüren sistemdir. Rüzgar tribünleri eğer büyükse yol ve yerleşkelerden uzak alanlara konumlandırılmalıdır. Küçük olanları ise ulaşımın, şebekenin olmadığı sorunlu alanlarda kullanılır. Dikkat edilmesi gerekenler ise; ses oluşumu, kuş ve yarasaların pervaneye doğru sürüklenmesi ve ölmesi, buz oluşumu, elektro manyetik olarak parazit yapma gibi koşullar verilebilir. Genellikle rüzgar çiftliklerinde bulunan bina bağımsız rüzgar tribünleri, binayı kule olarak kullanan bina monte rüzgar tribünleri ve tasarım aşamasında rüzgardan faydalanmak için düşünülüp konulan binaya entegre rüzgar tribünleridir. Binaya entegre ve monte sistemlerde bina yükleri düşünülmesi, ses yalıtımı yapılmalıdır (URL-7).

Isı pompası

Farklı ortamlar arasında ısıyı iletebilen soğutma ve ısıtma için kullanılan yoğuşturucu (kondansatör), genişleme vanası, buharlaştırıcı (evaporatör) ve kompresör yardımıyla ısı taşıyabilen sistemlerdir. Kaynaklarına göre, belirli bir derinlikte (1,2-1,5m) bulunan toprağın yıl boyunca 7 ile 13 derecede sabit sıcaklıkta kalması ilkesine dayanan toprak kaynaklı, yer altı sularının 8 ile 12 derecede olması ilkesine dayanarak bunu kullanan su kaynaklı ve havayı evaporatöre kanalla getirip ısıyı alındıktan sonra dışarı atmak suretiyle çalışan hava kaynaklı ısı pompaları olmak üzere 3 çeşittir (Sarı, 2014; Kıncaç, 2017).

2.3. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar ve Geliştirilen Politikalar

Dünyadaki enerji tüketiminde gelişmiş ülkelerin nüfus oranlarının diğer ülkelere göre az olmasına rağmen daha fazla enerji harcadıkları gözlenmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı’nın Raporuna göre de Türkiye; enerji tüketiminde 21. sırada iken enerji tüketimi en hızlı artan ülkelerden biridir (T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2017).

Ülkelerin en önemli sorunlarından biri enerji tüketimi iken Türkiye gibi enerjinin üretim ve tüketim oranları arasında fark olan ülkeler içinse enerjinin etkin kullanılması gerekmektedir (Binyıldız ve diğerleri, 1999). Kişi başına düşen enerji tüketiminin yüksek olduğu, tüketilen enerjinin %75’inin fosil yakıtlardan sağlandığı Türkiye’nin, enerji yoğunluğu bakımından gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında geride kaldığı görülmektedir. (TÜBİTAK, 2003).

Gelişmişliğin en temel göstergesi enerji yoğunluğunun düşürülmesidir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na göre Ülkemiz Ekonomik Kalkınma İşbirliği Örgütü (OCED) ülkeleri ile kıyaslandığında kişi başına enerji tüketimi bakımından ortalamanın yaklaşık beşte biri kadar, enerji yoğunluğu bakımından iki kat daha fazladır. Gelişmiş ülkelerdeki enerji yoğunluğu (gayri safi milli hasıla başına tüketilen enerji miktarı) Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre 0,09-0,19 arasında iken Türkiye de 0,38'lik oran ile azalmamıştır. Türkiye'de 2023 yılında; enerji yoğunluğunun %20 oranında azaltılması hedeflenmektedir (Yarkin, 2017). Türkiye'nin enerjide yerli üretimi artmasına rağmen enerji talebi yüksek bir oranla arttığı için yerli kaynaklarla enerji talebini karşılama oranı düşüş göstermektedir. Bu da enerji açığına sebep olmaktadır. Enerji açığını kapatmak için özellikle son 20-25 yılda enerji yatırımları yapılmış fakat bunlarda yerli olmayıp fosil yakıtlar gerektirdiğinden hem dışa bağımlılığı artırmış hem de sera gazı salınımının çoğalmasına sebep olmuştur (Makine Mühendisleri Odası, 2014).

Türkiye 'de enerji talebinde dışa bağımlılığı azaltmak için öncelikle enerji güvenliği sağlanmalı, enerji kaynakları değerlendirilmeli, enerjinin tüketilmesinde çevre ile ilişkisi dikkate alınıp sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde etkinlik göstermesi sağlanmalı gibi politikalar belirlenmektedir (Kılıç, 2006). Türkiye sanayide en az %15, binalarda en az %35, ulaşımda ise en az %15 tasarruf sağlayabileceği Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından açıklanmıştır. Bu oran Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjiden daha fazladır. Böylelikle 2020 yılında talep tahminimizi en az %20 (45 milyon ton petrol eşdeğeri) azaltabilirsek bu miktar 30 milyon ortalama konutun yıllık enerji ihtiyacı ve yerli ve temiz enerji kaynaklarımızdan üretebileceğimiz elektrik enerjisinin 2,5 katı olacaktır (Makine Mühendisleri Odası, 2014).

Türkiye'de kullanılan enerjinin %40 gibi büyük bir kısmı binalar tarafından kullanılır (Binyıldız ve diğerleri, 1999). Türkiye'de konut yapılarının kullanımını sürecinde tüketilen enerjinin %81'i mekânın ısıtılmasında, %11'i banyo ve mutfakta, %8'i elektrikli aletlerin kullanılmasında olmaktadır (URL-8). Hala en çok enerjinin ısınma amacı ile kullanılması, mimarlıkta enerji kullanımında güneş, rüzgar gibi faktörlerden mekanların ısısal konforuna hizmet ederek, enerji etkinliğini artıracak şekilde faydalanılmasını gerektirmektedir. Ayrıca enerji etkinliğin artırılmasına yönelik enerji kullanan ürünlerin seçiminde daha bilinçli davranmaya teşvik edecek aydınlatma ampulleri, buzdolapları gibi ürünlerde ısısal standartlar getiren enerji politikaları geliştirilmiştir (Ross, 1997).

Ülkemizde yapı sektörünün 2008 yılında enerji tüketimi 28,3 milyon TEP (Ton Eşdeğer Petrol) iken 47,5 milyon TEP'e 2020 yılında ulaşacağı tahmin edilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2000 yılı bina sayımına göre; bina sayısı 1984 yılında 4,3 milyon iken %78 artışla 2000 yılında 7,7 milyona, 2008 yılında ise %129 artışla 8,35 milyona ulaşmıştır. 2008 yılı sonrası artışlar daha da artarak devam etmiş, 2016 yılı sonu itibariyle toplam bina sayısı 9,57 milyona ulaşmıştır (Keskin, 2010). Türkiye'de 2010 yılı genel enerji dengesine göre tüketilen birincil enerjinin %35'i yapılarda kullanılmaktadır. TS 825 Standardının 2000 yılı itibariyle uygulanmaya başlanıldığı düşünüldüğünde Türkiye'deki yapıların büyük çoğunluğu enerji korunumu bakımından yetersizdir. Mevcut binalarda şimdiye kadar fazla bir şey yapılmadığı dikkate alındığında, bina sektörünün yüksek oranda verimlilik kazancı sağlama potansiyeli mevcuttur. Bu nedenle mevcut bina sektörünün yüksek oranda enerji verimliliği sağlama potansiyeli bulunmaktadır. 1998 TÜİK hane halkı enerji tüketimi araştırmasına göre, mevcut yapıların %16'sında yalıtım yapılmış ve %84'ü tek camlıdır. İZODER Algılama Araştırmasına göre ise oturdukları binalara yalıtım uygulatmış tüketiciler sadece %9'luk bir orana sahiptir (Keskin, 2010). Konutlarda enerjinin %82'lik kısmı ısıtma enerjisinde kullanılıp, sadece %20'sinde yalıtım bulunduğu ve kullanılan pencere tipinin %58'i çift cam, %39'u ise tek cam ve %6'sı yalıtımlı cam olduğu 2009 yılında GFK (*Growth from Knowledge*) Türkiye Enerji Bilinci Araştırması tarafından yapılan Türkiye Enerji Bilinci Araştırmasında açıklanmıştır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından 2010 yılında hazırlanan Hane Halkına Yönelik Enerji Verimliliği Araştırma Raporu'na göre ise konutların %13,9'unun duvarlarında ve çatısında ısı yalıtımı bulunur iken, %3,4'ünde sadece çatı yalıtımı bulunmaktadır. Ayrıca Rapora göre, pencerelerin %60'ı çift cam, %39,2 si tek cam ve %0,9'u kaplamalı camdır (URL-9). Tüm bu veriler ışığında enerjideki dışa bağımlılığı %74'ü bulan Türkiye için, toplam enerjisinin %35'ini kullandığı binaların, yenilenebilir enerji kaynaklarından kazanç sağlamaya yönelik sistemler ile birlikte tasarlanarak enerji etkin yenilenmeleri sayesinde sağlayacağı enerji tasarrufunun büyük önem taşıdığı söylenebilir (Keskin, 2010). Aynı zamanda Türkiye'ye 1950'li yıllarla birlikte imar rantı, spekülasyon yapılaşma, kontrolsüz ve hızlı gelişme ile sürdürülebilir olmayan sağlıklı kentsel yapılaşma oluşmuş ve günümüzde de oluşumlar devam etmektedir. Bu hızlı kentleşme ise çevresel sorunlara sebebiyet vermektedir (Çevre Bakanlığı, 2002).

Tüm bunlara göre Türkiye'de enerji etkinliği geliştirmek için birtakım adımlar izlenmiştir. Bunlar 1998 yılında Türkiye'de DİE tarafından yayınlanan 'Konutların Enerji Tüketimi

Karakteristikleri, 1998 anket çalışması sonucunda konutlarda ısı kayıplarının 200-250 kWh/m²'yi bulduğu belirtilmiştir. Isı kaybındaki bu yüksek oranda olması tasarım aşamasında enerji etkinliğin düşünülmediğini ortaya koymaktadır (DİE, 1998). Yapıların çevreyle uyumlu, estetik, fonksiyonel, güvenli, ekolojik, ihtiyaçları sağlayacak şekilde tasarlanması gerekliliği İstanbul'da 1999 yılında gerçekleştirilen Habitat II Türkiye Ulusal Rapor ve Eylem Planında belirtilmiştir. Ayrıca Türkiye 8,5 yıllık Kalkınma Planı Konut Özel İhtisas Komisyonu Raporu'nda sürdürülebilirlik anlayışı benimsenerek çevre kalitesinin hem yerel hem de kentsel göstergelere müdahalelerle sağlanabileceği vurgulanmıştır (DPT, 2001). 1983 senesinde çıkan TS 825 ile Bina Isı Yalıtım Kuralları Standardı 1998 'de geliştirilip AB ye uyumlu hale getirilmiştir. Bunlara göre binalarda ısıtma amacıyla yapılan tasarrufta 1 milyar \$ kazanım sağlanabileceği belirtilmektedir. Aynı zamanda bina kalite standardını yükseltmek için sürdürülebilirlik anlayışını içeren çalışmalar Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Bayındırlık ve İskan Bakanlığı (BİB), Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ), Toplu Konut İdaresi Başkanlığı (TOKİ) tarafından yapılmaktadır. Sürdürülebilir Kalkınma programı kapsamında oluşturulan Adıyaman İçin Eko-kent Yaklaşımı ve Yerel Gündem 21, Batman'da Sürdürülebilir Kentsel Yaşam ve Toplumsal Kalkınma vb. projeleri Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ile GAP İdaresi tarafından ortaklaşa yapılmaktadır (T.C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2005). Aynı zamanda alternatif enerji sistemleri ve sürdürülebilir yapı sistemleri konulu araştırma ve geliştirme çalışmalarına Vizyon 2023 projesi kapsamında TÜBİTAK tarafından İnşaat ve Çevre Teknolojileri Araştırma Grubu çerçevesinde destek sağlanmaktadır. Enerji komisyonu raporlarına göre, halen üretilen enerjinin Türkiye'de 1999 yılında yürürlüğe giren TS 825 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" ve 2000 yılında yürürlüğe giren "Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği" sonucunda yapılan yeni yapılarda daha önce yapılmış yapılara kıyasla enerjinin %50 daha verimli kullanılması öngörülmüştür. Bu doğrultuda tasarım kararları alınması verimin artmasına katkı sağlayacaktır. Bununla beraber enerji standartlarının oluşturulması bağlamında Türkiye'deki duruma bakıldığında; ulusal ve uluslararası gelişmeleri takip Haziran 2017'de yapılan çalışmalardan dolayı "Dünya Yeşil Binalar Konseyi (WGBC) Tam Konsey Statüsü" kazanmış ve çalışmalarına hızlanarak devam etmiştir. Türkiye'de ÇEDBİK aktif çatı kurulum yaparken aynı zamanda USGBC (Amerika Yeşil Binalar Konseyi) ile sözleşme dahilinde LEED çalışmalarını desteklemekte, eğitim yapmakta ve yeşil bina uygulanması için farkındalık çalışmaları yapmaktadır. 2015-2017 yılları arasında Horizon2020 kapsamında Avrupa'da uluslararası bina yenileme stratejileri iş birliği projesi BUILD UPON 'da aktif olarak çalışmıştır. Bu

çalışmada ortaya çıkan sonuçlar ÇEDBİK tarafında ilgili bakanlıklara sunulacaktır. ÇEDBİK, Türkiye'de yapılacak yeni konut projelerinde uygulanmak üzere ÇEDBİK-Konut sertifika sistemini oluşturmuştur (URL-10).

Türkiye'deki binalarda enerji verimliliği bağlamında atılan en büyük adım 8 Mayıs 2000 de yürürlüğü giren TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı standardıdır. İlerleyen yıllarda, Avrupa Birliği mevzuat uyum çalışmaları ile birlikte bu standardın güncellenmesi gerekmiştir. Önce 2 Mayıs 2007 tarihinde Enerji Verimliliği Kanunu yürürlüğe girmiş, daha sonra 5 Aralık 2008' de Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği yayımlanmıştır. Kanunun amacı, enerjinin etkin kullanılması, israfın engellenmesi ve enerji kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Yönetmeliğin amacı ise, iklim, iç mekan, binanın yeri ve maliyet gibi kriterler dikkate alınarak binanın kullanacağı enerjinin hesaplanması, karbondioksit emisyonu ve temel enerji açısından sınıflandırılması, yapılacak bina için minimum enerji performans ihtiyacının belirlenmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi, iklimlendirme kontrolü, sera gazı salınımı sınırlandırılması ve çevrenin korunması olarak belirtilmiştir (Harputlugil, 2013).

Bu çerçevede Türkiye'de 1 Nisan 2010 tarihinde Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nde değişiklik yapılmış ve yeni yönetmelik yayımlanmıştır. Bu yönetmelik ile yeni yapılacak binalara "Enerji Kimlik Belgesi" çıkartılması 1 Ocak 2011 tarihi itibarıyla zorunlu hale gelmiştir. Ayrıca mevcut binalarında 1 Ocak 2020 tarihine kadar belgelerini almaları gerekmektedir. Enerji kimlik belgesi, Konfor koşullarını sağlamak için gerekli olan minimum enerji ihtiyacını ne kadar enerji tüketmesi gerektiğini ne kadar yenilenebilir enerji kullanıldığını, ne kadar CO₂ gazı salınımı yapıldığını, yalıtım, ısıtma, soğutma, havalandırma ve sıhhi sıcak su sistemlerini değerlendiren bir belgedir. Bu değerlendirmede A - G arasında sınıflandırma yapılmıştır. G sınıfı %75'ten fazla enerji tüketimi ile en düşük seviyeyi gösterirken, A sınıfı %60 ve üstü daha az enerji tüketimini göstermektedir. C sınıfı (%1-20 daha az enerji) standart bir değer olup, yeni yapılacak binalarda zorunlu hale gelmiştir. Özetle verimlilik sınıfını A, B, C'ye yükselten ya da yeşil bina-pasif ev gibi sertifikaya sahip olan binalarda doğalgaz, elektrik, bina vergisinde indirimlerin olması buna karşılık E, F, G gibi enerji sınıfları düşük binalarda ise bu bedellerin pahalı ve zamlı olması enerji verimliliğinin ciddiye alınmasına sebep olacaktır. Böylece alım, satım ve kiralama verimliliği yüksek olanlar tercih sebebi olacaktır (Gürkan, 2014). Böylelikle mevcut binalarda enerji etkin yenileme kavramı teşvik edilmiş olacaktır.

Tüm Avrupa Birliği üyesi ülkelerin üzerinde çalışmakta olduğu binalarda enerji verimliliği konusunun AB uyum sürecinde bulunan Türkiye için de bir zorunluluk olduğu görülmektedir. Bu kapsamda, 2011 Temmuz ayında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı (2011-2023) yapılar için şu hedefleri ortaya koymuştur;

-2017 yılına kadar bütün binalarda BEP ve diğer enerji kimlik yönetmelikleri uygulanacak, Enerji kimlik belgesi olacak, yeni binalarda enerji ihtiyacının en az %20 si yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmeli,

-2013 yılına kadar yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve BEP ile ilgili gerekli finansal kaynakların araştırma ve geliştirmesinin yapılması,

-2015 yılına kadar yıllık enerji tüketiminin kamu binalarında %10 2023'te ise %20 azaltılması,

-2023 yılında ise toplam kullanım alanı 10 bin metrekare üzerindeki ticaret ve kamu binalarının ve en az 1 milyon konut için ısı yalıtımı ve enerji verimli sistemlerin uygulanması sağlanmalıdır (Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2011).

Bugün, “Enerji Verimliliği Kanunu” ve “BEP Yönetmeliği” çerçevesinde ortaya konan bu hedefler ışığında sadece tüm binalara; büyük tartışmalara yol açan BEP-TR programı kullanılarak yapı cephelerine yapılan ısı yalıtım uygulamaları sonucu “Enerji Kimlik Belgesi” verilmektedir. Bu durum yeni yasal düzenlemelerin yapılması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Tüm bu anlatılanlar ışığında Türkiye enerji politikaları ve stratejileri ülke gerçekleri, global dünya ve özellikle AB değerlendirilerek enerji talebi korunumu için temel alınan politikalar ve amaçlar:

- Yerli kaynaklara öncelik verilerek ülke ekonomisine katkı sağlamak,
- Kaynak çeşitliliğini sağlayarak yatırım ortamı oluşturmak,
- Enerji ve tabii kaynaklar alanlarındaki çalışmalarını çoğaltarak çevreye duyarlı hale getirip enerji verimliliğini artırmak,
- Jeopolitik konumumuzu kullanarak çevremizdeki ülkelerle iş birliği yapıp ülkemizi enerji koridoru ve istasyonu haline getirmek,
- Metal ve metal dışı madenlerimizi, endüstriyel hammaddelerin üretimlerini artırarak yurtiçinde kullanmak ve alternatif enerji kullanımını artırarak maliyet, miktar ve zaman

açısından enerjiyi tüketiciler için erişilebilir kılmak olarak özetlenebilir (T.C Avrupa Birliği Bakanlığı, 2014).

2.4. Enerji Etkin Yapıları Değerlendirmek İçin Geliştirilen Sertifika Sistemleri

18.yy ilk yarısında gerçekleşen sanayi devrimiyle beraber kırsalda başlayan ekonomik yetersizlik, insan gücüne kentlerdeki ihtiyacın artması, tarımda makineleşme, kentlere göçün artmasına sebep olmuş, nüfus artışıyla beraber teknoloji gelişimlerde enerji ihtiyacının giderek artmasına sebebiyet vermiştir. Gelişim süreciyle beraber enerji ihtiyacını sağlamak adına kullanılan fosil yakıtlar karbondioksit salınımı, sera gazı etkisi kaynakların bilinçsiz kullanımıyla ortaya çıkan zararlar gibi bir takım çevresel sorunlara sebep olmuştur.

Aynı zamanda artan enerji talepleri, küresel ısınma ve iklim değişikliği, kullanılan fosil yakıtların tükenebileceği endişesi ülkelerde enerji ara güvenliği sorunsalının daha da artmasına yol açmıştır. 1973-1979 yılları arasında yaşanan Petrol Kriziyle beraber enerji tasarrufu konusu da gündeme gelmeye başlamıştır (Anbarcı ve diğerleri, 2011). Bu nedenle acilen devletler arası çevreyle ilgili birtakım kararlar alma gereksinimi ortaya çıkmıştır.

Tarihsel süreç içerisindeki çevreyle ilgili alınan kararlar Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Tarihsel süreç içerisindeki çevreyle ilgili alınan kritik kararlar (Derlenerek yazar tarafından tablolatırılmıştır)

TARİH	ÜLKE-ŞEHİR	AD	SONUÇ
1971	İsviçre	Uzmanlar paneli	-Çevre sorunlar üretim ve tüketim oranları yüksek olan sanayileşmiş ülkelerden kaynaklandığından, bu sorunların yoksulluğun ve az gelişmişliğin de bir sonucu olduğu ortaya konmaktadır.
1972	Stockholm	İnsan ve Çevre Konferansı	-İnsanın yeryüzündeki varlığını rahat devam ettirebilmesi için çevreye karşı sahip olduğu sorumlulukların tüm dünya ülkelerince paylaşılması gereklidir. -Kaynak kullanımına dikkat etmeyi özendirmek, ekonomik ve sosyal gelişmenin çevre ile bağlantısını kurmak, kalkınmanın çevre ile de etkili olduğunu gösterebilmek, sürdürülebilir kalkınma kavramının temel dayanaklarını ortaya koymak ve önemini göstermektir. -26 ilkeden oluşur
1987	-	Bruntland Raporu (Ortak Geleceğimiz Raporu)	-Sürdürülebilir kalkınma gelecek nesilleri tehlikeye atmadan kendi ihtiyaçlarını sağlama olanağını günümüzün ihtiyacını da karşılarken sağlatabilen kalkınmadır. -Bu rapor Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayınlanmıştır.
1992	Brezilya-Rio de Janeiro	Rio Konferansı	-Ana tema sürdürülebilir kalkınma olmuştur. -Global sürdürülebilirliğin yaygınlaşması ve ilk defa çevre ve kalkınmayla ilgili 27 ilkeyi konu alan Rio Çevre ve Kalkınma Deklarasyonu 179 ülkeden gelen 117 devlet başkanının katılımıyla gerçekleştirilmiştir.
1993	Chicago	Dünya Mimarlar Kongresi	-Uluslararası Mimarlar Birliği tarafından düzenlenmiştir. -Uzmanların sürdürülebilir tasarım prensiplerine uygun olarak mimarlık yapılarının gerekliliği konusunu onaylayan bir demeç vermiştir. -Sürdürülebilir standartlara uygun tasarım, üretim, (yeniden)kullanım olanakları sunularak yapılacak iş ve hükümet uygulamalarının, politika ve kısıtlamaların sürdürülebilirliği kolaylaştırması gerekliliği anlatılmıştır.
1996	İstanbul	İstanbul Habitat II Kent Zirvesi	-Sürdürülebilir insan yerleşkelerinin geliştirilerek herkes için yeterli konut ve kentleşmenin sağlanması konularının üzerinde tartışmalarda bulunulmuştur.
1997	Kyoto	Kyoto Protokolü	-Hava kirliliği oluşturan sera gazlarının 2012 yılına kadar azaltılması konusunda bağlayıcı hedefler belirlenmiştir.

Sonuç olarak tarihsel süreç içerisinde yoksulluğun engellenmesi, enerji talebinin çeşitlendirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının global dünyada paylaşımının artırılması, biyolojik çeşitliliğin, sosyal sorumluluğun artırılması, aynı zamanda devletlerarası anlaşmaların ve ortak alınan kararların uygulanması Ulusal Sürdürülebilir Kalkınma

stratejilerinin oluşturulmasını sağlama için ilerleme kaydedilmesi gereklilikleri üzerine durulmuştur (WSSD, 2002).

Dünyada tüketilen enerjinin %50'si, tüketilen suyun %42'si, küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının %50'si, içme sularındaki kirlenmenin %40'ı, hava kirliliğinin %24'ü, sera gazı salımlarının %50'si yapılarla ilişkili faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Ayrıca geleneksel inşaat sektöründe binalar, inşaat ve kullanım süreçlerinde dünyadaki tatlı su kaynaklarının yaklaşık %16'sını, ağaç kaynaklarının %25'ini, malzeme kaynaklarının %30'unu tüketmektedir. Öte yandan küresel ısınmaya neden olan CO₂'nin %35'i yapım ve bina kaynaklıdır. Toprak israfının %40'ı inşaat ve devamında açığa çıkan atıkların depolanması sonucu meydana gelmekte, stratosferdeki ozon tabakasında incelmeye neden olan kimyasalların %50'si geleneksel bina sektörü tarafından üretilmektedir (Palabıyık ve diğerleri, 2010).

Bu nedenle kaynakların korunumuna karşı olan ilgi artmış ve yapılarda geri dönüşümlü malzemeler ve yenilenebilir enerjilerin kullanılması ile birlikte “çevre dostu”, “ekolojik” ve “yeşil bina” kavramı gündeme gelmiştir. Söz konusu tüketim oranlarının minimum düzeye indirilmesi ve çevreye verilen zararın yok edilmesi amacıyla tasarlanan, sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda yeni tasarım ve yapım yöntemleri ile geliştirilen binalar, çevreye duyarlı kimlikleri ile yeşil bina olarak isimlendirilmektedir.

Yeşil binaların hedefi, doğal kaynakları verimli kullanarak, bina kullanıcılarının ve çevrenin daha sağlıklı kalmasını sağlamak ve çevresel etkileri en aza indirmektir. Bunun için kaynak tüketiminin en düşük seviyede olması, kullanılan yapı malzemelerinin geri-dönüşümlü olması veya yenilenebilir kaynaklardan doğaya zarar vermeden elde edilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve atıkların %100 geri-dönüştürülebilir olması gereklidir (Özçuhadar, 2007). Sürdürülebilir inşaat sektöründe bina “ekolojik”, “ekonomik”, “sosyal ve kültürel” boyutlarıyla tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, ekolojik boyut kaynakların ve ekosistemin korunumuna ilişkin hedefleri; ekonomik boyut kaynakların uzun dönem kullanılabilirliği ve kullanım bedellerinin düşük olabilmesine ilişkin hedefleri; sosyal ve kültürel boyut ise insan sağlığı ve konforunun sağlanması ve sosyal, kültürel değerlerin korunumuna ilişkin hedefleri kurgulamaktadır (Gültekin, 2007).

Enerji, kaynak ve su verimliliği konusunda en büyük tüketim payına sahip olan inşaat sektöründe farkındalığı arttırmak ve bu konuda bilinçlendirmeyi sağlamak amacıyla başta

İngiltere ve Amerika olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde yeşil bina yapımını teşvik edici uygulamalar yapılmaktadır (Bulut, 2014). Yeşil Bina sertifika sistemleri olarak adlandırılan ölçme değerlendirme sistemleri, yapı bazındaki projelerin tasarım ve uygulama aşamalarında uygulamaların çevresel etkilerini, doğal kaynakların korunumunu değerlendirmek için yapılmış standartlar olarak tanımlanabilir (Çelik, 2009). Yeşil binaların değerlendirilmesi amacıyla birer araç olarak kullanılan bu sistemlerdeki değerlendirme ölçütleri, ortaya çıkarıldıkları ülkenin özellikleri, standartları ve yasaları kapsamında oluşturulmuştur.

Çalışmanın bu bölümünde yeşil bina sertifika sistemlerinden dünyada en yaygın olarak kullanıldıkları öngörülen ve Dünya Yeşil Bina Konseyi (*WGBC-World Green Building Council*) üyesi olan birçok ülke tarafından kabul edilen BREEAM, LEED, GreenStar, SBTool ve CASBEE sistemleri tarihsel sırayla ele alınmıştır.

2.4.1. BREEAM

İngiltere’de Yapı Araştırma Kurumu (*BRE- Building Research Establishment*) tarafından geliştirilen sertifika 1990 yılında uygulamaya geçirilmiştir. BREEAM, ölçütlere dayalı değerlendirme sisteminin ilk örneğidir. Amacı, çevresel kalkınmayı sağlamak, kolay ve ekonomik yöntemlerle binanın çevreyle olan etkileşimini ölçebilmek ve böylelikle zararlı etkileri azaltabilmektir. AB (Avrupa Birliği), EFTA (Avrupa Serbest Ticaret Birliği) BREEAM’in üyesidir ve 77 ülkede kullanılmaktadır (URL-11)

BREEAM Sertifika sisteminin değerlendirme süreci, 5 adımdan oluşur. Bunlar seçim, kayıt, bildirim, inceleme ve onaydır. Değerlendirme sonucu BRE tarafından uygun bulunan binalar sertifika almaya hak kazanırlar. BREEAM sertifikası projenin tasarım, inşaat sonrası ya da işletim aşamalarında alınabilmektedir. BREEAM Sertifika Sisteminin 10 tane farklı değerlendirme ölçütü kapsamında 100 puan üzerinden değerlendirilmektedir. Bu kapsamda değerlendirilecek binanın bulunduğu ülkenin coğrafi özelliklerine göre puanlar değişiklik gösterebilir. BREEAM sertifika sisteminin türleri yaygın olarak görülen bina tipleri üzerinden oluşturulmuştur. İngiltere dışı ülkeler içinse BREEAM International kullanılmaktadır. BREEAM Sertifika Sisteminin Düzeyleri, binanın çevresel performanslarıyla belirlenen değerlendirme ölçütleri kapsamında 100 puan üzerinden

sınıflandırılır. Binalar değerlendirilmeden aldıkları toplam puanlarla belirlenen düzeyde verilen yıldız sayısına göre sertifikalandırılır.

Çizelge 2.3. BREEAM değerlendirme ölçütleri ve puanları (Avrupa Ağırlıklı) (URL-12)

BREEAM DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN
Yönetim	12
Sağlık ve refah	15
Enerji	19
Ulaşım	8
Malzemeler	12.5
Atık	7.5
Su	6
Arazi kullanımı ve ekoloji	10
Kirlilik	10
Yenilikçilik	10

Çizelge 2.4. BREEAM sertifika sisteminin düzeyleri (Bulut, 2014)

SİSTEM DÜZEYLERİ	Geçer (1 yıldız)	İyi (2 yıldız)	Çok iyi (3 yıldız)	Mükemmel (4 yıldız)	Olağanüstü (5 yıldız)
PUAN (%)	≥ 30	≥ 45	≥ 55	≥ 70	≥ 85

2.4.2. LEED

LEED, 1998 yılında Amerika'da Amerikan Yeşil Bina Konseyi (*USGBC-United States Green Building Council*) tarafından geliştirilmiştir. Amacı, yeşil binalar için ortak bir standart oluşturarak bina tasarım prensiplerini belirlemek, çevresel öncülük, rekabet ve yeşil yapı pazarı oluşturmak, yeşil bina tasarımının farkında olan tüketici sayısını artırmaktır. Aynı zamanda hedef olarak doğayı koruyarak fayda sağlayan bina yapılmasına olanak vermek için günümüz inşaat dünyasında kullanılan malzeme ve yöntemlerin zamanla sürdürülebilirlik ışığında değiştirilmesini sağlamaktır.

Binanın kullanım amacına ve farklı bina tipolojisine göre uyarlanmış LEED sertifika türlerinden birine başvuru yapılabilmektedir. USGBC günümüzde Amerika'da ve dünyanın

otuz ülkesinde 14 000'den fazla projeyi sertifikalandırmıştır (Sev ve Canbay, 2009). Bu sertifikanın bina tasarımına sağladığı yararlar:

- Bina enerji performansının artması,
- Sağlıklı çalışma ortamı sağlanması,
- Çalışan memnuniyetinin artması,
- Çevresel yönetim ve sosyal sorumluluk da kullanıcılara bağlılığı kanıtlanması,
- Satışın artması,
- Reklam değerinin artması,
- Bina değerlerinin ve kira gelirinin artması,
- Enerji tüketiminin azalması,
- İşletme ve bakım maliyetlerinin azalması,
- Karbon salınımının azalması,
- Atıkların depo alanlarına gönderiminin azaltılması,
- Enerji ve su tasarrufu sağlanması,
- Yüzlerce şehirde vergi iadeleri, imar hakkı ve diğer teşviklerin sağlanmasıdır (Cevahir, 2010).

LEED Sertifika Sisteminin Değerlendirme Süreci de BREEAM de olduğu gibi 5 adımdan oluşur. Bunlar seçim, kayıt, bildirim, inceleme ve onaydır. LEED hastaneler, evler, okullar, mahalleleri ve tüm proje türlerini kapsayan kolay uygulama yapılabilmesi için esnek olan bir sistemdir. USGBC'nin sertifika geçerliliği konusunda sınırlaması olmayıp bir kere alınması yeterlidir (Somalı ve Ilıcalı, 2009).

Çizelge 2.5. LEED değerlendirme ölçütleri ve puanları (Bulut, 2014)

LEED DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN
Konum ve ulaşım	16
Sürdürülebilir araziler	10
Su verimliliği	11
Enerji ve atmosfer	33
Malzeme ve kaynaklar	14
Yapı içi çevre kalitesi	16
Tasarımda yenilikçilik	6
Bölgesel öncelik	4

LEED Sertifika Sisteminde binaların çevresel performansları sekiz farklı değerlendirme ölçütü kapsamında değerlendirilmektedir. Sistemin her bir ölçütünün belirli bir puanı bulunmamaktadır. Ölçütler için sistem kapsamı altında bulunan her bir yapı türüne göre ayrı bir puanlama oluşturulmuştur. Ölçüt kapsamında coğrafi olarak belirli çevresel, sosyal eşitlik ve kamu sağlığı konuları ele alınmaktadır (URL-13).

LEED sertifika sisteminde farklı proje tipleri için beş derecelendirme sistemi geliştirilmiştir. Bu derecelendirme sistemlerinin her birinde farklı sertifika sistemi türleri geçerlidir. Konum ve ulaşım, sürdürülebilir araziler, su verimliliği, enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynaklar, yapı içi çevre kalitesi, tasarımda yenilikçilik ve bölgesel öncelik değerlendirme sistemi türlerinin kapsamında bulunan ana başlıkları oluştururken *plan ve uygulama projeleri* için akıllı konum ve bağlantı, mahalle modeli ve tasarımı, yeşil altyapı ve binalar, *evler* için geri dönüşüm ve yıkım oranları, tasarımda uyum, yeni konutlar için su etkinliği ve akustik konfor ölçütleri bulunmaktadır. LEED Sertifika Sistemi puanlama üzerine olan bir sistemdir. 110 puan üzerinden değerlendirilen sistemde binalar çevresel performansları kapsamında aldıkları toplam puanlara göre belirlenen sertifikalı, gümüş, altın ve platin olmak üzere 4 farklı düzeyde sertifikalandırılır (Çizelge 6).

Çizelge 2.6. LEED sertifika sisteminin düzeyleri (Bulut, 2014)

SİSTEM DÜZEYLERİ	Sertifikalı	Gümüş	Altın	Platin
PUAN (%)	40 - 49	50 - 59	60 - 79	80 ve üzeri

2.4.3. Green Star

Green Star, 2002 yılında Avustralya’ da Avustralya Yeşil Bina Konseyi (*GBCA-Green Building Council Australia*) tarafından geliştirilmiştir. Amacı, yeşil bina programları, teknolojileri, tasarım uygulamaları ve işlemlerini sürdürülebilirliğe teşvik etmek ve yeşil bina bütünleştirme girişimlerinde tasarım, inşaat ve işletmeyi yaygın hale getirmek, bütünleşik tasarımın teşvik edilerek binanın hayat döngüsü değerlendirmesi neticesinde ortaya çıkan etkilerinin belirlenmesidir (URL-14). LEED ve BREEAM sertifikalarının aksine ulusal ölçekte bir değerlendirme sistemi olan GreenStar sertifika sistemi yeşil binaların avantajları ile ilgili ortak bir dilin oluşturularak toplumsal bilincin artırılması ve çevresel alanda liderlik yapanların tanınmasını sağlamak üzere oluşturulmuştur (URL-15).

GreenStar sertifika sistemi emlak piyasası için aşağıda sıralanan faydaları sağlamıştır (URL-12).

- Kolay pazarlama,
- Sağlıklı iş ve yaşam alanı sağlayarak kullanıcılar tarafından tercih sebebi olup üretkenliği artırmaları,
- İleriye dönük rekabeti artırmaları,
- Düşük işletme maliyeti ile yatırım maliyetini kısa sürede karşılması,
- Entegre ve bütünlük tasarıma özendirme ile ortak bir dilin oluşturulması (URL-12).

GreenStar sertifika sisteminde de kayıt, belgeleme, sunum, değerlendirme, sertifikalandırma olmak üzere 5 değerlendirme sürecinden geçer. Başvurusu yapılan projenin tasarım, inşaat ve işletim aşamaları sistemin ölçütlerine uygunluğu bakımından incelenir ve puanlaması yapılır. Sonucu uygun bulunan proje sertifika almaya hak kazanır. Green Star sertifika sistemine göre binaların çevresel performansları dokuz farklı değerlendirme ölçütü kapsamında 100 puan üzerinden değerlendirilmektedir.

Çizelge 2.7. GreenStar değerlendirme ölçütleri ve puanları (Bulut, 2014)

Green Star Değerlendirme Ölçütleri	Puan (%)
Yönetim	7
Yapı içi çevre kalitesi	18
Enerji	18
Ulaşım	10
Su	11
Malzemeler	18
Arazi kullanımı ve ekoloji	6
Salımlar	9
Yenilikçilik	3

Green Star sertifika sistemine göre binaların çevresel performansları, sunulan değerlendirme ölçütleri kapsamında 100 puan üzerinden değerlendirilmektedir. Binalar aldıkları puanlara göre, “1 yıldız”, “2 yıldız”, “3 yıldız”, “4 yıldız”, “5 yıldız” ve “6 yıldız” olmak üzere altı farklı düzeyde sertifikalandırılmaktadır. Ancak GreenStar sertifikası en az % 45 başarı

sağlayarak 4 yıldızlı, 5 yıldızlı ve 6 yıldızlı düzeylerine ulaşan binalara GBCA tarafından verilmekte ve Green tar veri tabanına eklenmektedir (URL-15).

Çizelge 2.8. GreenStar sertifika sisteminin düzeyleri (Bulut, 2014)

SİSTEM DÜZEYLERİ	1 yıldızlı	2 yıldızlı	3 yıldızlı	4 yıldızlı	5 yıldızlı	6 yıldızlı
PUAN (%)	10-19 (En düşük uygulama)	20-29 (Orta derece uygulama)	30-44 (İyi uygulama)	45-59 (En iyi uygulama)	60-74 (Avustralya'daki mükemmellik)	75 ve üzeri (Evrensel Liderlik)

2.4.4. SBTOOL

1998 yılında başlangıçta GBtool olarak adlandırılan ve 14 ülkenin katılımıyla “*Natural Resources Canada*” tarafından temelleri atılmış daha sonra IISBEE (*International Initiative for Sustainable Built Environment*) denetimine girerek SBTool adını almıştır. Günümüzde 21 ülkenin imzaladığı çok uluslu değerlendirme sistemi olmuştur (Odaman Kaya, 2012). Çin Halk Cumhuriyeti, Tayvan, Malezya, Hong Kong gibi Asya ülkeleri de kendilerine göre uyarlamalar yaparak başarılı sonuçlar elde etmişlerdir (URL-13).

SBTool sertifika sisteminin değerlendirme süreci, seçim, kayıt, bildirim, inceleme ve onay olmak üzere 5 aşamadan oluşmaktadır. SBTool sertifika sistemi 7 farklı değerlendirme ölçütü kapsamında 100 puan üzerinden yapılmaktadır. Tüm bunlar oluşturulurken ön tasarım, tasarım, inşaat ve işletmeye alma, işletimler gibi kriterleri de bulunup ofis yerleşim ve diğer gibi hizmetlerde değerlendirmeye alınmaktadır.

Çizelge 2.9. SBTool Değerlendirme Ölçütleri ve Puanları (Bulut, 2014)

SBTool DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	PUAN (%)
Arazi seçimi, proje planlaması ve gelişimi	8
Enerji ve kaynak tüketimi	22
Çevresel yükler	26
Yapı içi çevre kalitesi	22
Hizmet kalitesi	15
Sosyal ve ekonomik yönler	5
Kültürel ve algısal yönler	2

SBTool Sertifika Sisteminde de diğer sistemlerde olduğu gibi her sistem türünün altında farklı değerlendirme ölçütleri bulunmaktadır. Yapılan bu değerlendirme kriterleri ulusal ve bölgesel farklar gözetilerek uygulanabilirlik ölçüsünde ya sisteme dahil edilip ya da sistem dışı bırakılabilir. İki aşamalı ağırlık katsayısı uygulamasından oluşan bu değerlendirmede bina, -1 ve 5 arasında puan toplamaktadır. Değerlendirme sonunda yapı 0 ve 5 arasında puan kazanmaktadır. -1 olumsuz performans, 0 kabul edilebilir, 3 iyi uygulama, 5 en iyi uygulama olarak kabul edilir (Sev ve Canbay, 2009).

Çizelge 2.10. SBTool sertifika sisteminin düzeyleri (Sev, Canbay, 2009)

SİSTEM DÜZEYLERİ	Olumsuz	Kabul edilebilir	İyi Uygulama	En İyi Uygulama
PUAN	-1	0	3	5

2.4.5. CASBEE

Casbee (*The Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*) Binalarda Çevresel Verimlilik için Kapsamlı Değerlendirme Sistemi, Japonya Yeşil Bina Konseyi (*JaGBC-Japan Green Building Council*) ve Japonya Sürdürülebilir Bina Konsorsiyumu tarafından 2004 yılında Japonya'nın yeşil bina standardı olarak yayınlanmıştır. Amacı, çevresel verimlilik için analiz sistemi olmaktır. Bu sebeple tasarımcılar ve diğerler katılımcıların teşviklerinin artırılarak üstün binaların yüksek değerlendirmelerle ödüllendirilmesini sağlanması, sistem mümkün olduğunca basit yapıda

olması, çok sayıda bina tipine uygulanabilir olması ve Japonya ile Asya'ya özgü sorunları göz önüne alması hedeflenmiştir. CASBEE Sertifika Sistemi yapısı itibariyle Asya ve Japonya'ya özgü tasarlandığından ve Japonca olduğundan farklı ülkelerin kullanımı açısından sorun teşkil etmektedir. Aynı zamanda uygulama yöntemi ve belgeleme sistemi açısından oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir.

Çizelge 2.11. CASBEE değerlendirme ölçütleri ve puanları (Bulut, 2014)

CASBEE DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			
İnşaat Çevre Kalitesi (Q)		Çevresel Yükler (L)	
Q1	Yapı içi çevre	LR1	Enerji
Q2	Hizmet kalitesi	LR2	Kaynak ve malzeme
Q3	Bölgedeki yapı dışı çevre	LR3	Arsa dışı çevre

Sistemde inşaat çevre kalitesi “Q”, İnşaatın çevresel yükleri ise “L” sembolüyle gösterilmektedir. Ölçütler yapı içi çevre, hizmet kalitesi, bölgedeki yapı dışı çevre, enerji, kaynak ve malzeme ve arsa dışı çevre konularını ele alarak alt başlıklara ayrılmıştır. “Q” ve “L”yi iki ana değerlendirme ölçütü olarak kullanan BEE (*Built Environment Efficiency- Yapının Çevresel Verimliliği*) CASBEE'nin ana konseptini oluşturmaktadır (URL-16).

2.4.6. Pasif Ev

Pasif Ev Kavramı ilk olarak 1988 yılında Prof. Bo Adamson ve Prof. Wolfgang Feist tarafından ortaya atılmıştır. İlk örneği ise 1990 yılında Almanya'da inşa edilmiş ve 1996 yılında kurulan Pasif Ev Enstitüsü ile pasif ev kavramı standartlaştırılarak, uygulanmaya başlanmıştır. O günden bu yana inşası tamamlanmış 25 000 üzerinde pasif ev bulunmaktadır. Pasif Ev Standardı, Avrupa Parlamentosu'nun 31 Ocak 2008 tarihli kararında 2011 yılına kadar tüm üye ülkeler tarafından uygulanmasını ön görmektedir. 17 Kasım 2009 tarihinde ise tüm yeni binaların düşük enerjili binalar seviyesine getirilmesi için 2020 yılı hedef gösterilmiştir (Demirel, 2013).

Pasif evlerde yılda maksimum alan ısıtmak için gereken enerji 15 kWh/m²a'dır. Alan ısıtma, soğutma, sıcak su, elektrikli ev aletlerinin kullanımı için toplam birincil enerji ihtiyacı ise

yıllık metre kare başına maksimum 120 kWh/m²a'dır. Bu da geleneksel binalarla karşılaştırıldığında pasif evlerin %90'na varan enerji tasarrufu sağladığını göstermektedir (Feist, 2009).

Pasif Ev Sertifika Sisteminde binalarda olması gereken 5 temel özellik şöyle sıralanabilir;

- Yalıtım,
- Isı köprüsüz tasarım,
- Hava sızdırmazlık,
- Nitelikli pencere-doğrama ve kapılar,
- Yüksek verimliliğe sahip ısı geri kazanımlı havalandırma sistemi (Sei, 2007).

“Pasif Ev Standartlarının Değerlendirme Süreci”, başlangıçta yetkili bir Pasif Ev değerlendiricisi ile iletişime geçilip binanın inşaat ve uygulama aşamalarına geçilmeden yapıla ilgili tüm tasarım, planlama dokümanları ve teknik verilerin elde edilmesi ve son olarak kontrol ve enerji dengelerinin hesaplanmasından sonra belirlenen sorunların düzeltilmesi sürecini kapsar. Pasif ev sertifikası binanın tamamlanmasından sonra yapılan denetimle yalnızca tüm kriterleri sağlamış yapılara verilmektedir (URL-9).

Pasif Ev Sertifika Sisteminin Değerlendirme Ölçütleri ve Kriterleri (Tablo 12.) ısıtma, soğutma, hava sızdırmazlık ve yenilenebilir enerji talebi şeklinde sınıflandırılarak Pasif Ev Planlama Paketi (PHPP) ile bilgisayar ortamında simülasyon ve modellemelerle kontrol edilip ölçülendirilmesi yapılmaktadır. Belirlenen bu kriterler yeni yapılarda “Passivhaus”, mevcut yapılarda ise “EnerPhit” ve düşük enerjili yapılarda ise PHI şeklinde sertifikalandırılmaktadır. Pasif Evler sadece konut bazında değil okullar, apartmanlar, ofisler, fabrika yapıları, ibadethaneler gibi her türlü bina tipolojisine uygulanabilmektedir (Passive House Institute, 2016a).

Çizelge 2.12. Pasif Ev Sertifika Sisteminin Değerlendirme Ölçütleri ve Türleri (Passive House Institute, 2016a'dan derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır).

	Passivhaus	EnerPHit	PHI
Isıtma			
Isıtma Talebi	$\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$\leq 25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Isıtma Yüğü	$\leq 10 \text{ W/m}^2$	$\leq 10 \text{ W/m}^2$	$\leq 25 \text{ W/m}^2$
Soğutma			
Soğutma+Nem Alma Talebi	$\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$\leq 25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Soğutma Yüğü	$\leq 10 \text{ W/m}^2$	$\leq 10 \text{ W/m}^2$	$\leq 25 \text{ W/m}^2$
Hava sızdırmazlık			
Basınç Test Sonucu N_{50}	$\leq 0,6 \text{ l/h}$	$\leq 1 \text{ l/h}$	$\leq 1 \text{ l/h}$
Yenilenebilir Ana Enerji			
Talep Başına	$\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$\leq 75 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Birincil Yenilenebilir Enerji Üretimi	$\geq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$\geq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	-

Pasif Ev Sertifika Sisteminde sertifika sistem düzeyleri (Tablo13.) özellikle minimum enerji tüketimi ile yüksek düzeyde iç mekan konforuna göre kategorize edilmektedir (Passive House Institute, 2016a).

Çizelge 2.13. Pasif Ev Sertifika Sisteminin Sistem Düzeyleri (Passive House Institute, 2016a'dan derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır).

PASSİVHAUS (Yeni yapılarda)			ENERGPHİT (Mevcut Yapılarda)			PHI (Düşük Enerjili Yapılarda)
Classic	Plus	Premium	Classic	Plus	Premium	Low Energy Building
Yenilenebilir Enerji Talebi						
60 kWh/m ² a	45 kWh/m ² a	30 kWh/m ² a	60 kWh/m ² a	45 kWh/m ² a	30 kWh/m ² a	75 kWh/m ² a

Bu bölümde değerlendirme süreci, değerlendirme ölçütleri, türleri ve düzeyleri kapsamında incelenen yeşil bina sertifika sistemlerinin temel olarak bazı farklılıklar içeriside çıkış noktalarının ve hedeflerinin aynı olduğu saptanmıştır. Bunlar içerisinde CASBEE ve Green Star ulusal ölçekte bulunduğu ülkenin çevresel sorunlarını ele alırken LEED, BREEM, SBTool uluslararası ölçekte dünyanın birçok yerinde uygulanmaktadır. Pasif Ev

ise ilk yıllarda Almanya içerisinde odaklanırken zamanla diğer Avrupa ülkeleri ve dünyaya uygulanmaya başlamıştır. Aynı zamanda diğer standartlarda kriterler üzerinde puansal değerlendirmeler sonucu toplam bir puan belirlenip sertifikalandırma yapılırken pasif evlerde kriterler matematiksel hesaplamaları yapıp belirli oranları sağladığı takdirde uygunluk belgesi verilmektedir. Bu sebeple pasif evlerde havasızdırmazlık, ısı köprüsü, yalıtım, nitelikli pencere, doğrama ve kapı, geri kazanımlı havalandırma sistemleri kriterlerinin belirlenen değerleri sağlanması dahilinde yapı pasif ev ilan edilmektedir. Bu sebeple uygulanabilirlikleri diğer sistemlere oranla hem daha kolay hem daha ucuz olabilmektedir.



3. PASİF EV TASARIM KRİTERLERİ

3.1. Yeni Yapılarda Pasif Ev Kriterleri ve Örnek Yapılar

Pasif Ev, yetkili herkes tarafından uygulanabilen, birtakım prensiplere dayanan, enerji verimli, konforlu, ekonomik ve ekolojik ve sürdürülebilir bir yapı standardı ve inşaat konseptidir. Pasif Evler sadece düşük enerjili bir binalar olmayıp enerji verimli bina bileşenleri ve kaliteli havalandırma sistemi kullanılarak büyük enerji tasarrufu sağlanmakta ve sera gazlarını azaltmakta böylelikle konfor seviyesi önemli derecede artırmaktadır (URL-10).

Pasif ev binalarında, geleneksel ve tipik yapı stoğuna kıyasla %90'nın, yeni yapılara kıyasla %75'in üzerinde ısıtma ve soğutmada enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Bir pasif ev tipik Orta Avrupa binalarının kullandığı enerjinin yalnız %10 kadarını kullanırken aynı zamanda yılda metrekare başına 1,5 litreden daha az yakıt tüketmektedir. Bir pasif ev yapmak için konsept olarak iyi bir yalıtım, termal köprü içermeyen tasarım, hava geçirmez yapı, ısı geri kazanımlı havalandırma, yüksek izolasyonlu kapı ve pencereler, yenilikçi bina servisleri gibi detaylar kullanılmaktadır. Bunlarında iyi şekilde koordine edilmesini sağlamak içinse Pasif Ev Planlama Paketi (PHPP) kullanılmaktadır (URL-17).

Pasif Evlerde iyi izolasyona ve hava geçirmez tasarıma sahip dış cephe, çatı, döşeme, pencere ve kapıdan oluşan bina kabuğu kullanılarak yaz-kış iç ve dış ortam arasındaki ısı dengesi sağlanarak iç mekandaki kullanıcı konforu artırılmaktadır. Bir diğer önemli ilke ise ısı köprüsüz tasarımıdır. Yalıtım, tüm bina çevresinde zayıf noktalar olmadan soğuk köşeleri ve aşırı ısı kayıplarını ortadan kaldıracak şekilde uygulanmaktadır. Bu yöntemle bu binalarında yüksek düzeyde kalite ve rahatlık temin eden ve nemin oluşmasından kaynaklanan hasarları önleme için vazgeçilmez bir prensiptir (URL-18).

Pasif Evlerde yüksek hava kalitesi için sürekli yapı içerisinde temiz hava sağlayan havalandırma sistemi bulunmaktadır. Ayrıca bu sistem kanallar, büyük teknik ara birimler ve yardımcı fanlara gerek kalmadan mekanı ısıtmakve soğutmak içinde kullanılmaktadır. Verimli ısı geri kazanım ünitesiyle atılan egzoz havasındaki ısının yeniden kullanılması sağlanmaktadır. Yeni binalarda hava geçirmezlik arttıkça iç hava kalitesini de sağlamak için

verimli bir havalandırma sisteminin kullanılması gelecekteki tüm konut ve yenileme çalışmalarında anahtar teknoloji haline gelmektedir. Bu teknolojinin yatırım maliyetleri fazla olsada yüksek verimli sistemler olduğu için bina işletme maliyetini düşürecektir. (Passive House Institute, 2014a)

Pasif Ev Standardı gereği yüksek verimli ve kaliteli bina bileşenlerine yapılan yatırım pahalı ısıtma soğutma sistemlerinin ortadan kaldırılmasıyla azaltılmaktadır. Bu sebeple ayrılan bütçenin daha iyi pencerelere, daha kalın izolasyona ve havalandırma sistemine harcanabilme olanağı sunmaktadır. Özellikle azalan enerji kaynakları ve yükselen enerji maliyetleri kapsamında bu standart sürdürülebilir ve ekonomiktir. Ortalama olarak Almanya’da bir pasif ev inşa etmek isteyen birisi standart bir konut inşa etmek isteyen birisine göre %3-8 oranında daha fazla harca yapmayı beklerken bu durum Pasif Ev bileşenlerinin henüz bulunmadığı ülkelerde daha fazla olacaktır. Birçok ülkede giderek daha fazla finansal destek sağlanması pasif ev inşa etmeyi mümkün kılmaktadır. (Passive House Institute, 2014a)

Pasif Ev Standardı sadece konutlar için değil idari binalar ve okullar gibi diğer yapı kompleksleri içinde uygulanabilirliği bulunmaktadır. Aynı zamanda çoğunlukla bölgesel üreticilere fayda sağlamaktadır. Pasif Evlerde kullanılan minimum ısı iletkenlik u değerleri bulunan, üstün enerji performanslı pencere ve kapılar, maksimum ısı geri kazanımlı üniteler gibi ürünler yerel ve bölgesel küçük ve orta ölçekli işletmeler tarafından üretilebilmektedir. Örneğin yalıtımda yapısal malzeme olarak yün, saman, ahşap lifleri, kâğıt, mineral yün, çeşitli plastik türleri gibi çeşitli malzemeler kullanılabilir. Böylelikle pasif evler herkesi katkıda bulunmaya ve üretmeye davet etmesi sağlanmaktadır (URL-10).

Pasif evler herhangi bir inşaat sistemi içerisinde seçim yapmamaktadır. İnşaat sistem seçenekleri daha az termal kütleyle sahip hafif strüktürlü ahşap ya da çelik iskeletli ve daha çok termal kütleyle sahip ağır strüktürlü olan taş ya da beton iskeletli olmak üzere sınıflandırılabilir. Pasif evler, seçilen sistemde hava sızdırmazlık, ısı köprüsü ve yalıtım gibi faktörlerin kendi standardına uymasını beklemektedir (Hines, 2015). Örneğin ahşap strüktürlü yapılarda yapının hızlı imal edilmesi, yalıtım ve membran uygulamadaki kolaylık bakımından avantajlı olsa da ahşap karkas duvarların birleşim yerlerindeki ekstra çiviler, pencere açıklıklarından doğacak ısı köprüleri ve nem problemleri gibi sebeplerden ötürü

pasif ev standartlarını zorlamaktadır (Butcher, 2015). Bu sebeple sistem seçeneklerine göre doğacak olan problemler önceden tespit edilip uygulama aşamasında giderilmelidir.

Pasif evlere tarihsel süreç içerisinde bakıldığında dünyanın birçok iklim bölgesinde geleneksel olarak yapılmış birçok yapı görülmektedir. Örneğin İzlanda’da Ortaçağ’da ahşap yetersizliği yüzünden çim evleri inşa etmeye başlamışlardır. Bu yapılarda pasif evler olarak adlandırılabilir ancak yeterli cam ve havalandırması yoktur. Tam işleyen ilk pasif ev 1883 yılında yapılmış Fridtjof Nansen’in kutup gemisi olan “Fram”dır. Bu geminin yanları katranlı, keçe üzerine mantar dolgulu panel, üzerinde kalın bir keçe, ve üzerinde hava geçirmez linolyum kaplama ve iç panel konularak kalınlaştırılmıştır. Soğuğa en çok maruz kalmış ışıklık camı üç camlı tasarlanmış, hava yelkeni ve vantilatör ile ideal havalandırma sağlanmıştır. Böylece sobayı bile kullanmayarak bir lambanın sıcaklığı ile konforlu bir iç mekan yaratılmıştır. Kopenhag’da 1973 yılında yapılmış olan ve üniversite için konukevi olarak kullanılan “DTH Sıfır Enerji Evi” de pasif bir evdir. Danimarka Teknik Üniversitesinde yer alan yapı uygun tasarım kriterleri kullanılarak ve simülasyonlarla desteklenerek bölgedeki ilk sıfır enerjili ev olarak inşa edilmiştir. Yapıda yerden ısıtma eşanjörleri, kontrollü havalandırma, güneş ve ısı pompası teknolojisi kullanılmış ve bilgisayar modelleri ve kalibrasyonlarıyla kontrollü sağlanmış süper yalıtımlı ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan bir yapı inşası gerçekleştirilmiştir. Daha sonrasında 70’li ve 80’li yıllarda Amerika’da William Shurcliff ve Wayne Shick tarafından ele alınan süper yalıtımlı evler hakkındaki çalışmalar Avrupa’daki düşük enerjili evler ve Pasif Evler için öncü olmuştur. Sonrasında ise 2164 m yükseklikte Colorado’daki Rocky Dağ Enstitüsü oldukça iyi yalıtılmış, sobanın nadiren kullanıldığı ve tropikal bitkilerin kış bahçesinde yetiştirilerek gelişme gösterdiği bir güneş pasif evi inşa edilmiştir. Bu binaya 2011 yılında Uluslararası Pasif Konutu konferansında “Pasif Ev Pioneer Ödülü” verilmiştir. Daha sonrasında ise Hannover yakınlarında Dörpe’de 1989 yılında Erhard Wiers-Keizer’un sıfır enerjili evi ve minimum ve sıfır enerjili evler ve ekolojik gelecek atölyesi için yapılan organizasyonda pasif ev daha az talep değerine sahip olarak hesaplandığı halde işlem sırasında tüketilen değerler daha yüksek çıkmıştır. Buna sebep olarak hava geçirmezliğin az olması, iç izolasyon panjurları ve güneş saklama teknolojisindeki problemler gösterilmiştir. Ancak ev pasif ev olarak kullanılmaktadır (URL-19). Tüm bunlardan yola çıkılarak daha önceki pasif evlerle ilgili önemli sorunlar;

- Hava sızdırmazlığın önemi konusunda bilinç eksikliği,
- Yüksek performanslı pencereler için iyi çözümlerin bulunamaması,

- Kullanılan teknolojilerdeki enerji verimlilik güvenilirliği eksikliğidir.

Tüm bu sorunlar göz önünde bulundurularak Pasif Evler ilk defa Bo Adamson tarafından 1990 yılında tanımlanmıştır (Adamson, 1992). 1990-1991 yıllarında Almanya, Darmstadt, Kranichstein’da Prof. Bott, Ridder, Westtermeyer’in planlarıyla şekillenen dört teraslı konut birimi olarak aileler için planlanmış yapı ilk “Pasif Ev” olarak inşa edilmiştir. Proje yapılmadan önce Bo Adamson ve Gerd Hauser’in de katıldığı uluslararası bir işbirliği olan “Pasif Ev Araştırma Projesine” bir bilim insanı ekibi dahil edilerek, Hesse Devleti tarafından sağlanan finansmanla, enerji verimli binaların gereksinimleri üzerine sistematik bir araştırma yapılmış ve yalıtılmış pencere çerçeveleri, azaltılmış termal köprüler ve havalandırma sistemi gibi yeni bina bileşenlerinin prototipleri geliştirilerek üretilmiştir. Böylelikle binada kullanılan süper yalıtımlı yapı bileşenleri, pencereler, havalandırma, ısı geri kazanım, kullanıcı davranışı, iç hava kalitesi, iç ısı kaynakları miktarı gibi konular bina kullanılışını takip eden izleme programıyla pek çok konu da bilgi vermiştir (Feist,1992; Feist ve Werner, 1994). Böylelikle geçen zaman içerisinde kazanılan deneyimlerle Pasif Ev tasarım kriterleri oluşturulmuştur. Bu kriterleri bina kabuğu için belirlenen kriterler ve mekanik sistemler için belirlenenler olarak iki ana gruba sınıflandırılmaktadır.

Bina kabuğunda;

- Termal konfor
- Isı yalıtımı
- Isı köprüleri
- Hava sızdırmazlık
- Pencere ve kapılar (URL-20).

Mekanik sistemlerde ise;

- Havalandırma
- Isıtma ve kullanma suyu
- Kompakt HVAC sistemler olarak ele alınabilir (URL-21).

Bina kabuğu, dışarıdan içeriği ayıran tüm bileşenlerden oluşur. Dış hava şartlarına göre binanın içerisindeki konfor koşulları belirlenmektedir. Enerji tasarruflu inşaat için en önemli prensip ısı kaybını en aza indirmek için kullanılan bina çevresinde sürekliliği olan yalıtım zarfıdır. Bunun yanı sıra çoğu yalıtım malzemesinin hava sızdırmazlık özelliği olmadığından

bina çevresinde sürekliliği olan hava geçirmez bir tabakaya da ihtiyaç olmaktadır. Böylelikle iç mekan termal konfor sağlanması kaçınılmaz olmaktadır (URL-20).

Termal konfor

İnsanların anatomik ve fizyolojik yapıları göz önünde tutularak yaşadıkları ortamdaki çevreyle ilişkisinde her türlü olası organik ve psikolojik stresler karşısında insanın sistem verimliliğinin sağlanmasını içeren değer alanı ve ısı çevreden memnuniyet duyma hali şeklinde tanımlanabilmektedir (Henning, 2007). Termal konforu, hava sıcaklığı, ışınma sıcaklığı (çevreleyen yüzey sıcaklığı), hava hızı, türbülans ve hava nemi etkilemektedir. Termal konforun olmadığı durumlarda insan rahatsız olmakta ve bunun sonucunda hastalık, ölüm, iş kaybı, verim düşüklüğü gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu bakımdan ısı konforun optimum düzeyde sağlanarak yapı tasarımı gerçekleştirilmelidir.

Termal konfor için insan vücudu bulunduğu çevre ile enerji dengesini sağlayabilmesi, konfor koşulunu sağladığını göstermektedir (Butera, 1998). Bu nedenle ısı konfor için çevre ile alışveriş içerisinde bulunan insanın vücut sıcaklığının 34-37 derece arasındaki optimum düzeyde kalması sağlanmalıdır (Tetik, 2014). Pasif Ev Standardı'nın gereklilikleri ile tüm konfor kriterlerinin otomatik olarak en iyi şekilde yerine gelmiş olması ve termal yalıtımın önemli ölçüde sağlanması, eş zamanlı olarak termal konforu artırmaktadır (URL-22).

Isı yalıtımı

Yapılarda farklı sıcaklıklarda bulunan iç ve dış ortam arasında ısı kaybını ve kazancını azaltarak yapıya zarar verecek ölçülerde gerçekleşebilecek ısı hareketleri ve buharlaşma sonucu zaman içerisinde ortaya çıkan don, nem hasarları, küflenme, bozulma, demir aksamalarında paslanma gibi problemlerin oluşmasını önlemek için ısı yalıtımı yapılmaktadır. Böylelikle bakım masraflarını azaltarak işletme maliyetini düşürmek, binanın sağlanmasını sağlamak, yaz ve kış aylarında harcanan enerjiden tasarruf etmek mümkün olmaktadır (Akıncı, 2007). Yapılarda kaliteli yaşam alanı oluşmasını sağlamak, enerji etkinlik, düşük CO₂ salınımıyla hava kirliliğini azaltmak, maliyet etkin yapı inşası, termal konfor vb. bakımından ısı yalıtımı "gerekli" bir uygulamadır. Maliyet açısından düşünüldüğünde uygulanan ısı yalıtım sistemi yapıya ek yatırım maliyeti getireceği bilinmektedir. Fakat bu uzun vadede düşünüldüğünde sağlanan enerji tasarrufu ve giderek

artan yakıt maliyetleri sebebiyle yapılan yatırım kendini amorti edebilmektedir (Paralı, 2009).

Pasif ev sistemlerinde ısı yalıtımının tüm yapı çevresinde sürekli ve kesintisiz bir şekilde boşluk kalmayacak biçimde uygulanması esastır. Bu nedenle bina kabuğu tüm temel, duvar, döşeme, çatı düşünülerek yeterli kalınlıkta ve ısı iletkenlik değerinde (u değeri) ısı yalıtım malzemesi seçilip uygulanmalıdır. Passivhaus enstitüsünün kurucusu olan Dr. Feist tarafından CEPHEUS (*Cost Efficient Passive Houses as European Standards*) adı altında yürütülen çalışmada Avrupa'nın çeşitli bölgelerinde maliyet etkin bir şekilde inşa edilen pasif evler karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak iklime bağlı olarak yapının saydam olmayan bileşenlerinde uygulanmış farklı kalınlık ve malzemedeki yalıtım ile elde edilen u değerinin 0,1 W/(m²K) ile 0,15 W/(m²K) olduğu gözlenmiştir (Feist, 2009). Bu nedenle pasif evlerde dış yapı elemanlarının u değeri 0,15 W/(m²K)'den düşük olmalıdır (URL-10). Isı yalıtımı, malzemenin heterojen, kompozit ve hafif yapısından dolayı yapıya yük teşkil etmeyeceğinden dolayı yığma yapı, prefabrik sistemler, çelik konstrüksiyonlar, hafif yapı sistemleri, ahşap sistemler gibi farklı her türlü sisteme entegre edilebilir (Paralı, 2009). Yapılardan elde edilmiş sonuçlara göre dış duvarlar ve çatılardaki ısı kayıpları mevcut binalardaki toplam ısı kayıplarının %70'inden fazlasını oluşturduğundan pasif evlerde bu oran ısı yalıtımı ile %70-80 enerji tasarrufu demektir (URL-23). Sağladığı bu faydalardan dolayı Almanya başta olmak üzere gelişmiş ülkelerde düşük faizli kredi gibi hükümet destekleri ile uygun hale getirip yapımını teşvik etmektedir (URL-23). Ülkemizde ise;

- 1970- TSE tarafından TS 825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları”,
- 3 Kasım 1977- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından “Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlaması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği”,
- 30 Ekim 1981- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından bazı belediyelerin imar yönetmeliklerinde değişiklik yapılması ve bu yönetmeliklere yeni maddeler eklenmesi hakkında yönetmelik ve bu yönetmeliğin 16 Ocak 1985 tarihinde revize edilmiş hali,
- 9 Kasım 1984 - Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından “Mevcut Binalarda Isı Yalıtımı ile Yakıt Tasarrufu Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Dair Yönetmelik”,
- 1998 – TSE tarafından TS 825 Standardı revizyonu ile zorunlu standart olarak Bayındırlık ve İskan Bakanlığına sunulması ve 1999 yılında bunun zorunlu hale getirilip

kabul edilmesi ve 2000 yılından bu yana yeni ruhsat alacak binalarda uygulanmaktadır (Paralı, 2009).

Pasif Evlerde yüksek yalıtım düzeyinden dolayı yaz aylarında aşırı ısınma probleminin olması düşünülmektedir. Ancak ısı yalıtımının ek bir sıcaklık yaratmaması, sadece farklı sıcaklıklar arasındaki ısı alışverişini azaltması ve bu nedenle serin bir sistemin çevreden ısı alarak ısınmamasını sağladığı ispatlanmıştır. Bu nedenle pasif evlerin her türlü iklim bölgesinde inşası mümkündür (URL-24)

Pasif Ev yapılarında ısı yalıtımı tasarım ve uygulama hususunda dikkat edilmesi gereken hususlar şöyle sıralanabilir;

- Yapılarda kenarlar, köşeler, bağlantı noktaları ve girintilerin olduğu yerlerde ısı köprüleri oluşacağından ısı kayıp ve kazançları çok olur. Bu yüzden mümkün olduğunca bu bölgeler boşluk oluşturmayacak şekilde iyi yalıtılmalıdır.
- Dış duvarlar, iyi yalıtılarak enerji tasarrufu sağlatılabileceği gibi üzerine eklenen fotovoltaik paneller gibi enerji üreten elemanlar haline getirilebilir.
- Yapı kabuğunda yer alan pencereler, kapılar, tesisat boruları, temel, döşeme gibi elemanlar bağlantı noktalarından ısı köprüleri oluşturarak ısı kayıp ve kazançlarına sebep olur. Bu nedenle yapılardaki sıcaklığın duvarlardan dışarı ve zemine kaçmasını engellemek için duvar ve döşemenin kesiştiği yerlerde u değeri düşük yapı malzemesi kullanmak ayrıca temelle döşeme betonu arasındaki bağlantı kopararak yalıtım sağlanması gerekmektedir.
- Yalıtım tabakasında bulunan hava boşlukları hava sızdırmaz olmadığından 5 mm üzerindeki boşluklar mineral yün ile doldurulmalıdır.
- Isı kayıplarına neden olan etmenlerden biri de balkonlardır. Balkon, kış bahçesi ya da dışarıya doğru çıkıntı yapan diğer elemanların ana binayla birleşim yerlerinde meydana gelecek olan ısı köprüleri riski bulunmaktadır. Bu nedenle tasarım aşamasında balkonlar binadan tamamen ayrı düşünülmesi, konsolla desteklenen ya da tamamen ayrılmış platformdan oluşacak şekilde planlanarak ona göre ana bina sürekli ve kesintisiz yalıtılmalıdır. Kış bahçelerinde ise yaz-kış "ısı akışı" olacağından mümkün olduğunca havalandırma sağlanarak yalıtılmış kapılar kapalı tutulmalı ve bitişik duvarlarda nitelikli yalıtım uygulanmalıdır.
- Bodrum, tavan arası merdivenleri ve acil baca çıkışlarında da ısı köprüleri engellenip yalıtımda süreklilik sağlanmalıdır.

- Pasif ev kriterlerine göre yapıyı oluşturan bütün elemanların u değerinin (ısı geçiş kat sayısı) $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ değerine eşit veya az olmalıdır. Bu değer olabilmesi için uygun yalıtım malzemesi, uygun kalınlık, uygun detay çözümü ve nitelikli işçilikle uygulama gerekmektedir (Multi Konfor Binalar, 2009).

Isı köprüsü

Yapılarda kullanılan malzemelerin tam ya da kısmi şekilde hasara uğraması, yapı elemanlarındaki kalınlık farklılıkları, duvar, zemin, tavan birleşim noktalarında, soğuk sıcak duvar geçişlerinde, balkon gibi çıkma yapan elemanlarda pencere ve kapı sistemlerinde karşılaşılan ısıl direncin farklılık göstermesiyle oluşan ısı hareketleri ısı köprülerini meydana getirmektedir (URL-25). Oluşan ısı köprüleri yapılarda enerji verimliliğinin düşmesine, ısı kayıplarına, yakıt tüketiminin artmasına, iç yüzey sıcaklıklarının azalmasına, yapı bileşenlerinde nem ve küfe böylelikle yaşayanların ısıl konforunun bozulmasına sebep olmaktadır (Kalpak, 2006). Bu nedenle pasif evlerde ısı köprülerinden kaçınmak için dikkat edilmesi gerekenler;

- Dış yalıtımda kullanılan malzemenin kalın olmasından yararlanılabilmektedir. Pasif evlerde yalıtım kalınlığı 20-40 cm'dir. Aynı zamanda yüksek süreklilik arz eden yalıtım ve mimari açıdan ele alınacak kompakt form ile ısı köprüleri minimize edilerek ısıtma enerjisinden tasarrufu sağlayabilmektedir.
- Isı köprülerinin görüldüğü toprağa oturan döşeme betonu ve bodrum döşemesi üzerindeki ısı köprüleri, merdivenler üzerindeki ısı köprüleri çatı alanındaki duvar kenarlarının üst kısımlarındaki ısı köprüleri soğuk-sıcak duvar geçişlerindeki ısı köprüleri balkon, sahanlık ve binanın dışa doğru çıkıntı yapan kısımlarındaki ısı köprüleri pencere ve makaralı panjur sistemlerinde karşılaşılan ısı köprüleri bina elemanları (çatı kirişleri, ahşap kafesler, ankraj elemanları) içinde sık sık karşılaşılan yerlerde çok iyi detay çözümlerinin yapılması gerekmektedir.
- Bu yapısal elemanların u değerleri göz önünde bulundurularak malzemeleri seçilmelidir (Multi Konfor Binalar, 2009).

Hava sızdırmazlık

Yapılarda ısı kayıplarına neden olan etmenlerden bir diğeri de hava sızdırmaz olmayan yapı kabuklarıdır. Elde edilen verilere göre yapılarda %20-50 arasındaki ısı kayıplarının sebebi hava sızıntılarıdır (Koyun ve Koç, 2017). Hava sızdırmazlığa dikkat edilmeyen tasarımlarda yapı içerisinde yoğuşma ile süregelen nem, küflenme ve paslanma ile yapı elemanlarında oluşan hasarlar, yetersiz ses yalıtımı, korozyon, kontrolsüz hava değişimi gibi problemler oluşabilmektedir. Bu ise kullanıcılar için olumsuz ısı konfor ve kalitesiz yaşam alanlarını oluşturmaktadır (Multi Konfor Binalar, 2009). Hava sızdırmazlık için ilk kez 2001 yılında Yeni Alman İnşaat Kodu (EnEV) tarafından Almanya için yeni yapılacak yapılar için "...hava sızdırmazlık değeri 50 paskal basınç farkı altında önerilen hava değişkenlik değeri 3 l/h' den az olması gerekirken eğer yapıda merkezi bir havalandırma sistemi var ise bu değer 1,5 l/h' den az olması gerekir" değerlendirilmesi yapılmıştır (Maiellaro, 2001).

Pasif evlerde ise hava sızdırmazlık değeri 50 pa basınç farkında iç ve dış mekan arasında oluşabilecek hava değişim oranının 0,2-0,6 l/h hava değişkenlik değerlerindedir. Bu değerler inşaat sırasında belirli aralıklarla yapılan Blower Door Testi ile kontrol edilmektedir. Bu testte DIN EN 13829 normuna göre bina içi ve dışı arasında 50 pa basınç farkı oluşturularak hava değişim oranı belirlenir. Ölçüm yapmak için Blower Door Vantilatörü ile binanın içerisindeki bütün hava çekilir, hissedilen düşük basınç 50 pa değerine ulaştırılır ve bina kabuğundaki kaçaklar ve hava sızıntıları kızılötesi termografi aleti ile tespit edilir (URL-26).

Pasif evlerde hava sızdırmazlık için dikkat edilmesi gereken temel hususlar;

- Yapıdaki dış duvar ile temel döşemesinin ara yüzü yapı elemanlarının alt kısımları, köşe birleşim yerleri gibi dış duvar kesişim noktaları, dış duvar ile asma kat ara yüzü dış duvar ile çatı duvarı ara yüzünde uygun detay çözümleri yapılmalı, hava sızdırmazlık örtüsüyle kesilen kablo ve borular, hava sızdırmazlık örtüsüne müdahale eden kapı ve pencereler priz yerleri sıva çekilmemiş örme duvarlar, ayrıca duvara tespit edilmiş birimlerin arkası kötü şekilde yerleştirilmiş kapı ve pencereler makaralı panjurlar için servis açıklıkları hava sızdırmazlık örtüsüne yapım aşamasında verilen hasarlar giderilerek hava sızdırmazlık ilkesi gerçekleştirilmeli ve mimari anlamda uygun detay çözümleri ile desteklenerek uygulanmalıdır.
- Ahşap, çelik sistemlerde odaya bakan yüzeylerde ayrıca bir buhar kesici uygulanmalıdır.

- Sızdırmaz örtülerin seçimi esnasında birbirine uyumlu olacak malzemeler seçilmeli ve uygulanırken hassas işçilikle gereken titizlik gösterilmelidir (Multi Konfor Binalar, 2009).

Pencere

Yapılarda saydam yüzeyler olarak da nitelendirilen pencereler havalandırma ve aydınlatma fonksiyonlarının yanı sıra uygun cam seçimi, güneşe doğru konumlandırma, düşük dereceli gölgelendirme gibi faktörleri de sağlayarak net güneş kazancını sağlayabilmektedir (Demirel, 2013). 1970'li yıllarda Almanya'da kullanılan pencereler tek camlı, u değeri $5,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ özelliklerinde olanlardır. Avrupa Gelecekteki Enerji Maliyetleri Vakfı'nın (EFFEC) analizlerine göre bu pencereler yılda 48 €/m^2 ısınma için enerji tüketimine neden olmaktadır. Beklenenin oldukça üzerindeki bir rakam olan bu değer ısı kaybına sebep olan aynı zamanda düşük sıcaklıklarda yüzeyinde don meydana gelebilen kötü yalıtımlı, konfor düzeyini düşüren pencereler olduğu sonucunu doğurur. Petrol krizinden sonra Almanya'da yapılan çalışmalar neticesinde tek cam sistemleri geliştirilerek tek odacıklı, plakalar arasında hava bulunan ısıcam kanat ya da çift cam sistemi üretilmiştir. Bu sistem cam ile ısı kaybı $3,2 \text{ W}/\text{m}^2$ ye düşürülmüştür.

Günümüzde ise yenilikçi çift camlarda bu değer $2,8 \text{ W}/\text{m}^2$ kadardır. Aynı zamanda piyasadaki pencerelerin u değeri son 30 yılda 8 kat azaltılmıştır (URL-27). Çift cam sistemlerinin gelişmesiyle beraber daha düşük ısı iletkenliği sağlayan low-e katmanlı camlar 1995 yılında Almanya'da Isı Yalıtımı Yönetmeliği ile zorunlu hale getirilerek u değerleri $1,3-1,7 \text{ W}/\text{m}^2$ ye kadar düşürülmüş ve enerji tasarrufu diğer pencerelere göre dört kat artırılmıştır (URL-27). Pasif Evlerde ise gerekli konfor koşullarını sağlamak amacıyla üç tabakadan oluşmuş low-e özellikli pencereler kullanılmaktadır. Bu pencerelerin u değeri $0,8 \text{ W}/\text{m}^2$ 'nin altındadır. Yüksek performanslı olan bu pencereler genelde tek odacıklı yerine çift odacıklı ve plastik çerçeve tutuculu, camları arasındaki boşluğa doldurulan asil gazlar ve cam yüzeyine kaplanan kızılötesi yansıtıcı malzeme (güneş kontrol filmi) özellikleriyle bu değer $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ya kadar düşürülebilir (Feist, 2001). Doğrama kanatlarında oluşabilecek hava sızıntılarını önlemek için çift conta kullanılmaktadır. Böylelikle pasif evlerde m^2 başına yıllık ortalama 8 litre yakıt tasarrufu sağlanmaktadır (Multi Konfor Binalar, 2009). Pasif evin artık ayrı bir ısıtma sistemine ihtiyacı olmadığından pencere

önlerinde radyatör bulunmaz böylece kullanıcı konforu artırılmış olur. Pasif Evlerde minimum iç yüzey sıcaklığı 17 derece şartını sağlaması gerekmektedir (URL-28).

Özetle pasif evde pencere kullanımında dikkat edilecek hususlar şöyle sıralanabilir;

- Tasarım ve uygulamada pencerelerin %80'ni güneşe bakan kısımda konumlandırılmalıdır,
- Pencereler yalıtılmış alanın merkezine yerleştirilmelidir,
- Pencere çevresi ve dış duvar arasında meydana gelecek ısı köprüleri nedeniyle derz dolgu şeridi ve derz dolgusu kullanılarak ısı kayıpları önlenmelidir,
- Teknolojik camlar sayesinde cam yüzeyinin iç ortamla yakın sıcaklıkta olması sağlanmalıdır,
- Geniş cam alanlarında odalarda cam ve çerçeve dahil u değerinin 0,8 W/(m²K) olması sağlanarak mutlaka yalıtılmış çerçeveler kullanılmalıdır (Multi Konfor Binalar, 2009).

Havalandırma-ısıtma

Yapılarda konfor havalandırmasının işlevi yaşam alanına doğru miktarda taze havanın sağlanmasıdır. Bu sistem kirli ve temiz hava arasında düzenli aralıklarla değiş tokuş yapılarak çalıştırılmaktadır (URL-29). Pasif evlerde kontrollü havalandırma yapılmaktadır. Bu sayede pencerelerin açılmasına gerek duyulmadan temiz hava yüksek verimliliğe sahip ısı geri kazanımlı bir havalandırma sistemiyle sağlanmaktadır (Badescu, 2003). Bu sistemde havalandırma, mutfak, banyo ve tuvaletlerdeki kirli ve nemli havayı çıkararak, oturma odası, çocuk odası, çalışma odası gibi evin diğer kısımlarına temiz havanın verilmesi yoluyla sağlanmaktadır. Mutfak, banyo gibi nemli alanlarda direkt egzoz havalandırma yöntemiyle havalandırılır. Açık hava girişleri yoluyla evde devir daim yapan temiz dış ortam havası kullanılmaktadır. Sistem kurgulanırken yalıtımlı ve hava sızdırmaz borulardan oluşan kısa kanal sistemi ile tüm ev donatılıp, çapraz akışlı ısı dönüştürücü sistemle dışarıdan alınan temiz havanın sıcaklığı ayarlanarak ev içerisine önce yaşam alanları sonrada koridor yoluyla mutfak, banyo gibi alanlara transfer edilir. İçeride bulunan ısınmış kirli hava ise ısı dönüştürücünün sıcaklığını artırarak gelen temiz havanın ısınmasına yardımcı olur ve soğumuş şekilde sistemi terk ederek dışarıya atılır. Pasif evler için geliştirilmiş bu havalandırma sistemi yüksek ısı geri kazanım oranı haricinde düşük elektrik tüketimi,

hijyenik olarak kusursuz ve sessiz çalışması sayesinde konforu ve ısı kayıplarını önleyerek enerji tasarrufunu sağlamaktadır (Feist, 2003).

Pasif Evlerde havalandırma için dikkat edilmesi gereken hususlar şöyle sıralanabilir;

- Kontrollü havalandırma sayesinde ısı kaybı, cereyan, nem, fazla ısınma gibi olumsuz etkiler pasif evin yalıtım ve hava sızdırmazlık özellikleriyle birleşerek en iyi kalitede iç mekan havası sağlanmaktadır,
- Yazın pencereler gerektiği takdirde binayı havalandırmak için belirli durumlarda açılabilir,
- Kazan dairesine gerek kalmayıp buzdolabı gibi küçük bir makine yardımıyla havalandırma sistemi kurgulanmaktadır. Sistemde ısı değiştirici, vantilatör, filtre, hava ısıtıcı, hava soğutucu, hava nemlendirici ya da kurutucu yer almaktadır,
- Kapı çevrelerindeki menfezler kapılar açık olmadığında havanın ve sıcaklığın kalıcı değişikliğini sağlamak için gereklidir,
- Nitelikli iç mekan havası için, hava değişim oranının saat başına 0,4 m³/saat olması gerekmektedir,
- Merkezi havalandırmaya ses yalıtımı, ses emicisi, susturucu yerleştirilmelidir (Multi Konfor Binalar, 2009)

Havalandırma sisteminde havadan havaya ısı değiştirici, ısı eşanjörü, ısı pompası ve güneş enerjisi de kullanılarak hem havalandırma hem ısıtma hem de sıcak su sağlanabilmektedir. Kompakt HVAC Sistemler de yapılarda havanın ısıtılması, sıcak su sağlanması ve aynı zamanda temiz havayla mekan havalandırması yapılmaktadır. Örneğin klasik bir kompakt ısı pompası birimi ısıtma, havalandırma ve sıcak su üretimini birleştirir. Pasif evlerde ortam ısıtma ısı dağıtıcısının kullanıldığı yerlerde havalandırma sistemiyle gelen havanın ısıtılmasıyla gerçekleştirilir. Bu sistemde sıcaklık farklarına sebep olan sıcak soğuk yüzeyler bulunmamakta iç mekan iklimi eşit derecelerde ısınmakta ve yüzey sıcaklıkları yaklaşık aynı seviyelerde olmaktadır. Bu nedenle sistem radyatörlere ihtiyaç duymadan hem ısıtma hem havalandırma işlevi görmektedir. Örneğin pasif ev sistemlerinde toprak kaynaklı ısı pompasının kullanıldığı yapılarda toprağa gömülü kanallar yardımıyla temiz havanın sıcaklığı toprağın yazın ve kışınki sıcaklık farkından yararlanılarak istenilen değerlere ulaştırıp mekanların havalandırılması sağlanarak aynı zamanda ısıtma veya serinletme amacıyla verilmesi şeklinde çalışmaktadır (URL-30).

Pasif Evlerde ısıtma ve havalandırma için kullanılan güneş enerjisi toplayıcısı sistemler ise, yapının dış kabuğuna yerleştirilmiş güneş kolektörleri ile sağlanmaktadır. Bu sistemde sistem elemanları, ısı toplayıcılar, su depolama tankı, ikincil sıcak su hazırlama devresidir. Toplanan güneş radyasyonu ısı enerjisine dönüştürülerek depolama tankına oradan da gerekli durumlarda ikincil su devresine iletilip burada bulunan sudan havaya ısı değıştiricisi ile ise iç meknlara temiz ve sıcak hava olarak verilmektedir. Bu sistem aynı zamanda iç mekana elektrik enerjisi üretmek içinde kullanılabilir (Badescu, 2006).

Diğler yandan, mutfak ve banyoda oluşan hissedilir ısı (yemek pişirme ve yıkama) kısmen havalandırma ısısı ile geri kazanım sistemi tarafından kurtarılıp böylece dolaylı yoldan ortam ısıtmaya yardımcı olmaktadır (Badescu, 2003). Tüm bunlarla beraber CEPHEUS projesi çıktılarında yapılmış açıklamaya göre havalandırma ile ısı geri kazanımı oranı %75-95 arasındadır (Schniedersa, 2004). Pasif Evlerde merkezi havalandırma sistemine eklenebilen ısıtma amaçlı, yakıt gereksinimi oldukça az olan biokütle ile ve doğalgaz ile çalışan “pellet¹” sobalarda kullanılmaktadır (URL-30).

Bölgesel sıcak su

Yapılarda sıcak su sistemi, güneş kolektörü, odun sobası, ısı pompası, gaz ve yağ kazanı gibi ısı kaynaklarının birleşiminden oluşturulmaktadır. Fakat pasif evlerde yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneşi kullanan CO₂ emisyonunu ve birincil enerji kullanımı azaltan ve %90’ı termosifon bazlı olan güneş kolektörleri tercih edilmektedir. Güneş enerjisini soğurup yoğunlaştırarak ısı enerjisine dönüştürebilen bu sistem ile binanın yıllık sıcak su ihtiyacının %60 karşılanabilmektedir. Sıcak su üretiminin yanı sıra kurutma, ısıtma ve soğutmada yapılabilmektedir (Kaan, 2006). Ayrıca bir pasif evde evsel sıcak su ihtiyacı toplan ısı talebinin %50-80 arası değışkenlik gösteren enerji tüketici bir elemanıdır (Badescu, 2003).

Özet olarak düşük enerjili tasarım parametrelerine sahip olan Pasif Evler daha az karbon salınımını, fatura giderlerini düşürerek daha az enerji talebini, daha konforlu iç mekan hava kalitesi ile konforlu yaşam seçeneğini sunmaktadır. Yeni ve mevcut yapılara

¹ Pellet: Her türlü odun, odun artığı ve ormansal artıkların öğütüldükten sonra kurutularak yüksek basınçla preslenerek sıkıştırılması suretiyle yoğunluğu artırılarak enerji elde etmek amacıyla kullanılan küçük parçacıklara denir.

uyarlanabildiğinden esnek ve kullanışlı bir yapı standardıdır. Pasif Ev yaklaşımlarında tasarım ve modellemede;

- Verimli kompakt form seçimi, güneş enerjisini verimli ve kazançlı kullanma, günüşiği kullanımı ve gölgelendirme, gerektiğinde açılabilir pencere kullanımı, Bina kabuğu yoluyla meydana gelen ısı kayıplarını azaltmak için;
 - Süper kesintisiz ve sürekli izolasyon, ısı köprüsüz-hava sızdırmaz tasarım ve inşaat ve PHPP yoluyla taslak tasarım kontrolü,
- Verimli servis ekipmanı kullanarak;

- Tüm evde mekanik ısı geri kazanımlı havalandırma (MHVR) sistemi kurgusu ve uygulaması, verimli sıcak su ve verimli aydınlatma ve yapı hizmetleri-araç gereç kullanımını içermektedir (Cutland, 2012).

Pasif Ev kriterlerini sağlayan binalarda geleneksel binalara göre ısıtma talebinde %78 azalma, toplam enerji talebinde %84 azalma ve CO₂ emisyonunda %88 azalma göstererek enerji verimliliği yüksek bir yapı standardı oluşturduğu kanıtlanmıştır (Barnham, 2013). Tüm bunları içine alan Pasif Ev Kriterleri Tablo 14’de belirtildiği gibidir.

Çizelge 3.1. Pasif Ev Sertifika Sisteminin Değerlendirme Ölçütleri ve Türleri (Passive House Institute, 2016’dan derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır).

			Kriterler		
ISITMA					
Isıtma Talebi	kWh/m ² a	≤	15		
Isıtma Yüğü	W/m ²	≤	10		
SOĞUTMA					
Soğutma+Nem Alma Talebi	kWh/m ² a	≤	15+nem kat sayısı		
Soğutma Yüğü	W/m ²	≤	10		
HAVASIZDIRMAZLIK					
Basınç Test Sonucu N ₅₀	1/h	≤	0,6		
YENİLENEBİLİR ANA ENERJİ			Classic	Plus	Premium
Talep Başına	kWh/m ² a	≤	60	45	30
Birincil Yenilenebilir Enerji Talebi (Bina Yapısı –Sıcak Su-Isıtma –Soğutma-Fanlar-Aydınlatma-Servisler Dikkate Alınarak)	kWh/m ² a	≥	-	60	120

Yeni yapılarda pasif ev tasarım kriterlerinin anlatıldığı bu bölümde, farklı iklim bölgelerinde (Avrupa ve Amerika kıtasında) yapılmış yeni bina örnekleri incelenmiş ve bunlarla ilgili bilgi sunulmuştur. İncelenen örnekler bitişik nizam ya da müstakil konutlar ve okul binaları arasından seçilmiştir. Söz konusu yapılar bu standardın sadece konut yapılarında değil farklı yapı türlerine de uygulanarak “Pasif Ev” özelliklerine ulaşılabileceğini gösteren ve yapım sonrası iyi sonuçlar vermiş olan Bessacourt Pasif Evi (Fransa), Crossway Pasif Evi (İngiltere), Belfield Pasif Evi (Amerika) ve Reidberg Pasif Okulu’dur (Almanya).

Çalışma kapsamında incelenen yapılara ilişkin giriş niteliğinde genel özelliklerinin tanıtıldığı yapı künyesi oluşturulmuş ve ardından yapı kimliği, plan şemaları, iç mekan özellikleri ve doğal geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı, strüktür ve teknik detayları, yapı kabuğu, yalıtım havasızdırmazlık, ısı köprüleri, mekanik sistem analizleri, u değerleri ve Pasif Ev Standartlarına göre enerji kullanımları vb. verilerle anlatılmıştır.

Pasif Ev Standartları kapsamında örneklerin irdelenmesini içeren bu bölümde temel amaç, farklı iklim kuşaklarında ve farklı strüktürlerde tasarlanmış, en düşük metrekareye sahip yapılardan en yüksek metrekareye sahip yapılara kadar uygulanabilirliği olan aynı zamanda sadece özel mülk olan konut yapılarına değil toplu kullanıma açık olan okul yapıları gibi bina tipojilerine de uyarlanabilen bu standardın uygulanabilirliğini göstermektir. İncelenen her yapı Pasif Ev Enstitüsünce sertifikalandırılmıştır.

3.1.1. Riedberg Pasif Ev Okulu-Almanya

Yapı kimliği

Riedberg Pasif Ev Okulu, Almanya’da sıcak-ılıman bir iklim yapısına sahip olan Frankfurt kentinin Reidberg bölgesinde bulunmaktadır. Almanya’nın Frankfurt bölgesindeki ilk Pasif Ev Okul Sertifikasını almış yapısıdır. Yapı pasif bir okul binası olarak planlanmıştır. Çevreye uyumlu kompakt bir forma sahiptir (URL-31).

Reidberg Pasif Ev Okul Projesi 4a Architekten firması tarafından tasarlanıp, danışman ve enerji yöneticisi olarak Hochbauamt Stadt, Frankfurt Municipal Works Service ile çalışılmıştır. 2001-2004 yılları arasında yapımı tamamlanan binanın sahibi Frankfurt Eğitim Müdürlüğüdür. Yapının müteahhitliğini ve inşaat hizmetlerini Stadtschulamt Stadt Frankfurt

ve ICZR yüklenmiş ve Deutsche Bundesstiftung Umwelt finansı sağlamıştır. Görüldüğü üzere tasarım çok disiplinli ve enerji uzmanlarının olduğu bir ekiyle sürdürülmüş. Maliyet olarak kendi kendini 10-20 yıl sonra amorti edilebileceği düşünülmüştür. Betonarme olarak tasarlanmış bina, 8 758 m² alana sahip olup 17 milyon €'ya mal edilmiştir. Yapının 600 m²'si fotovoltaik panellerle kaplıdır. Yalıtılmış çatı pencereleri bulunmaktadır (Bretzke, 2011). 30 yıl içerisindeki CO₂ tasarrufu %30'un üzerindedir. Projenin özel detay çözümleri ile birlikte iki yıllık enerji ve soğuk su tüketimi, okul girişi çevresindeki hava değişimi, iç hava kalitesi, dış ortam koşullarına kıyasla sınıf içerisindeki sıcaklık değişimi, don bariyeri gibi kriterler Pasif Ev Enstitüsü tarafından ölçülüp değerlendirilmiştir. Pasif ev standardına uygun olarak tasarlanan okul yapısı geleneksel bir yapıya kıyasla enerji maliyetinde %90'a varan tasarruf sağlamıştır (URL-32), (Bretzke,2015).



Resim 3.1. Riedberg pasif ev-okulunun görünümü (URL-32)

Plan şeması

Oturum alanı 8 785 m² olan yapının 6100 m²'si okul ve anaokuluna, 1 600 m²'si spor salonuna ayrılmıştır. Toplam metrekarenin 5 541 m²'si enerji referans alanı (ısıtılmalı net taban alanı) içerisine oturmaktadır. Üç katlı U şeklinde planlanmış yapıda Resim 3.2 'e görüldüğü gibi;

- Güney kanatta ana okulu
- Kuzey ve Batı kanatta ilkokul
- Orta kısmında projenin tasarımından oluşmuş doğal avluya bakan spor salonu yer almaktadır.

16 sınıf ve 400 ilkokul öğrencisi, yaklaşık ebeveynleri ile 120 anaokulu öğrencisi ve 50 çalışan kapasiteli bir okuldur. At nalı formundan dolayı oyun alanı ve okul bahçesi korunaklı ve güvenli bir mekan haline almış diğer okul mekan örgütlenmeleri tarafından sarılmıştır (Bretzke, 2015).



Resim 3.2. Plan şeması-kesit (URL-33)

İç mekan analizi ve doğal-geri dönüştürülmüş malzeme seçimi

Reidberg Pasif Ev Okulu güneş enerjisini verimli kullanan bir yapı olarak tasarlanmıştır. Bu enerji daha çok sınıfların doğal aydınlatılması ve ısıtılmasında kullanılmaktadır. Gereksiz gün ışığını uzaklaştırma, gerekli olanının sınıf içerisindeki derinliklere girebilmesi ve havalandırmaya yardımcı olabilmek için lentolar küçültülmüş, yerine kapakçıklar yerleştirilmiş ve opak parmaklıklar uygulanmıştır. Güneş ışığını sağlamak için kullanılan dış jaluza ise belirli bir açıyla yerleştirilmiş olup otomatik kontrol edilebildiği gibi anahtar yardımıyla manuel olarak da kullanılabilir. Tavan ve duvar yüzeyleri ise hem termal depolama olarak kullanılmış hem de gürültü kontrol standartlarına uyularak tasarlandığı için akustiği sağlamıştır (Şengezer, 2011).



Resim 3.3. İç mekan görünümü (URL-31)

Yapı kabuğu analizi

Strüktür

Yapıda prefabrik beton paneller kullanılmış, cephelerse renkli parlak tuğlalardan yapılmıştır. Binanın sağlam yapısı aynı zamanda ısı depolayan termal kütle olarak kurgulanmıştır. Asma tavanlar, iç mekandaki termal değişimi engellemektedir. Aynı zamanda akustik, delikli tavan malzemeleri kullanılarak sağlanmaya çalışılmış ve hava kanalları da burada konumlandırılmıştır (URL-31).

Yalıtım-ısı köprüsü-hava sızdırmazlık

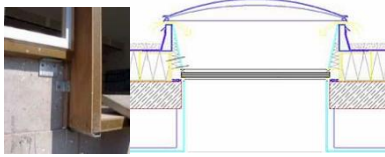
Riedberg Pasif Ev Okulunda kışın ve yazın termal koruma için temeller ve dış duvarlarda ahşap alüminyumdan oluşan 50 cm kalınlığında plaka bulunmaktadır. Isı köprülerini engellemek için 28 cm kalınlığında mineral yün yalıtımıyla izolasyon sağlanmış ve lifli çimento panoları ile havalandırılmalı cephe perde duvar oluşturulmuştur. Tepe ışıklığında yoğunlaşmayı önlemek için termal koruyucu cam kullanılıp arka havalandırma ile yalıtım tabakası direkt olarak uygulanmıştır. Arazinin eğimli yapısından dolayı oluşan 11 m'lik yükseklik farkı nedeniyle zemin döşemesi altındaki yalıtımdan kaçınılmış bunun yerine (istinat duvarı gibi) don duvarı uzatılmış ve yalıtılmıştır. Yalıtılmış bu bariyer duvar birleşim yerlerindeki doğacak olan ısı köprülerini azaltmıştır. Yatay zemin üzerine 15 cm'lik yalıtım uygulanmıştır (Bretzke, 2015; URL-31).



Resim 3.4. Temel yalıtım uygulaması-bağlantı detayı (URL-34)

Pencereler

Yapıda üç camlı yüksek verimli pencere sistemi ve ısı yalıtımlı doğrama sistemi seçilerek bina enerji dengesi güçlendirilmiştir. Ayrıca yoğuşmayı önlemek için yalıtılmış tepe pencereleri bulunmaktadır (URL-31).



Resim 3.5. Pencere detayı (URL-31)

Çizelge 3.2. Reidberg Pasif Okulu'nda yapı kabuğuna ait u değerleri (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

TERMAL KABUK U DEĞERLERİ			
Dış Duvar	0,17 W/(m ² K)	Çatı	0,11 W/(m ² K)
20 cm Beton – 28 cm Mineral Yün Yalıtım		Eğimli İzolasyonlu Düz Çatı – 28 cm Betonarme Tavan – En Az 30 cm Yalıtım	
Cam	0,6 W/(m ² K)	Çerçeve	0,8 W/(m ² K)
Temel	0,21 W/(m ² K)		
0,5 cm Linolyum – 1,25 cm Alçıpan – 2x1,5 cm Alçıpan Elyaf Tahta – 2 cm Darbe Ses Yalıtımı – 10 cm EPS 0,35 – 1,25 cm Alçıpan – 4 cm Kil Seviyelendirme Bloğu – 50 cm Betonarme – Toprak izolasyonu Geliştirilerek Isı Koruma Artırıldı			

Mekanik sistem analizi

Riedberg Pasif Ev Okulunda mekanik sistem olarak;

- Gece Havalandırması: Sınıflar yüksek iç ve dış ısı yüküne sahiptir. Bunun bir kısmını içerisinde bulunan kişilerden (25 öğrenci) bir kısmını ise pencerelerden almaktadır. Gün boyunca ısı depolanır gece havalandırması ile uzaklaştırılır. Her sınıf için iki otomatik gece havalandırma kapakçığı bulunur. Bunlar pasif gece havalandırma için koridorlara doğru hava akışını sağlamaktadır. Bunun yanısıra yaz bypassı (hava değişim sistemi) aracılığı ile aktif gece havalandırması sağlanabilir.
- Pelet Kazanı: Binanın ısıtması tam otomatik ahşap pelet kazanlarıyla sağlanmaktadır. Radyatörler, havalandırma ile ısıtıcı bobinler olmadan ısı iyileştirmesi, sıcaklık sensörleri, bireysel oda düzenlemesine olanak sağlayan kolay kullanımlı ısıtma talebini karşılamaktadır.

- Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Sistemi: 21 700 m³ /h kapasiteli altı havalandırma sistemi ve yüksek verimli ısı geri kazanım sistemiyle donatılmıştır. PHI ya göre %73 olan verimli ısı geri kazanım oranı %84 olarak ölçülmüştür. Temiz hava, ters akış/çapraz akışlı ısı değiştiricili sistemde ısıtılır ve odaya üflenir. Aynı zamanda içerideki havayı dışarı atan egzoz havalandırma sistemi de bulunur. Hacimsel akış regülatörü, CO₂ ve karışık gaz sensörleri bulunmaktadır.
- Havalandırma, güneş koruma, havalandırma kapakları, termostatlar, denetleyiciler her odadan kontrol edilebilir.
- Aydınlatma: Hareket ve ışık sensörleri ile koridorlarda aydınlatma kontrolü, sınıf aydınlatması her derste merkezi kontrolör tarafından kapatılır ve bireysel olarak açılabilir.
- Sıcak su: Sıcak su sadece ihtiyaç duyulan miktarla sınırlıdır. Öğrenci banyo ve temizlik odalarında sadece soğuk su bulunur. Merkezi ısıtma sisteminden uzakta bulunan kullanıcı tesislerinde ekonomik nedenlerden ötürü elektrikli su ısıtıcıları ile enerji tasarrufu sağlanmışır. Sıcak su merkezi ısıtma sistemine yakın olan mutfak, spor salonu gibi alanlarda yaygın olarak kullanılır. (Bretzke,2015)
- PV Panel: 4 000 m²'lik çatı alanına sahip okul spor salonun 600 m²'si fotovoltaik panellerle kaplıdır. (Bretzke, 2011; Bretzke, 2015).



Resim 3.6. Hareketli havalandırma ve aydınlatma panjurları-havalandırma sistemi (URL-35)



Resim 3.7. Havalandırma-düşük tavan-verimli aydınlatma-akustik duvar (URL-36)

Çizelge 3.3. Reidberg Pasif Ev Okul Standardına Göre Enerji Analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

PH STANDARTLARINA GÖRE ENERJİ ANALİZİ			
Isınma Talebi	15 kWh/m ² a	Havasızdırmazlık N ₅₀	0,44 1/h
İlk Enerji Talebi	59 kWh/m ² a	Elektrik Tüketimi	11 kWh
Elektrik İçin İlk Enerji Talebinin Paylaşımı:		33 kWh	

3.1.2. Crossway Pasif Evi-İngiltere

Yapı kimliği

Crossway Pasif Evi, İngiltere’de ılıman bir iklim yapısına sahip olan Kent kırsalında bulunmaktadır. Hawkes ailesi için konut olarak planlanmıştır. Çevreye uyumlu kompakt bir forma sahiptir. Yapı da mimari konsept olarak arazi içerisinde sanki bir tepenin altına gizlenmiş saklı bir yaşam alanı oluşturma fikrinden yola çıkılarak geniş ahşap strüktürlü ve terrakotadan yapılmış geniş kemer altına dikdörtgen planlı mekanlar tasarlanmıştır. Yapı güneş enerjisinden maksimum yararlanmak için güneye yönlendirilmiştir. Aynı zamanda yeşil çatı tasarımı seçilmiştir. İngiltere’nin ve Kent bölgesinin ilk PV-T (Fotovoltaik-Termal) sistemi kullanılmış olan bu binası Passive House Enstitüsü tarafından sertifikalandırılan ilk sıfır karbonlu binasıdır. Aynı zamanda Passive House Trust Ödülü ve Enerji Performans Sertifikasını almıştır. (Passivhaus Trust, 2013a; URL-37)

Crossway Pasif Evi Projesi mimar Richard Hawkes tarafından kendisi için tasarlanmış ve danışman ve işbirlikçi olarak Michael Ramage, Philip Cooper, Mark Saich ve Ecolibrium Solution ile çalışılmıştır. Enerji Yöneticisi Ian Theoboldt'tur. Bina da detaylı devam eden bina fizibilitesi ve kaynak denetimi analizleri yapılmaktadır. Steplehurst, Kent bölgesinde bulunan bina 2009 Şubat ayında tamamlanmıştır. Yapı 255 m² olup 445 000£'a mal edilmiştir (Passivhaus Trust, 2013a).



Resim 3.8. Croosway pasif evinden bir görünüş (URL-38)

Plan şeması

Oturum alanı 255 m² olan yapı iki kattan meydana gelmektedir. Giriş katında, antre, tuvalet, mutfak, yemek odası, iki adet oturma odası, salon bulunmaktadır. Merdiven alanı hemen antreye yakın olacak şekilde evin merkezine yerleştirilmiştir. Garaj açık planlı olacak şekilde evin giriş kısmına yakın olarak düşünülmüştür. Birinci katta; iki adet yatak odası, bir adet ebeveyn yatak odası, üç adet banyo ve çalışma-oturma odasından oluşmaktadır. Ebeveyn yatak odasının kendisine ait banyosu ve diğer iki yatak odasının ise kendilerine ait geniş banyosu bulunmaktadır.



Resim 3.9. Giriş ve birinci kat planı (URL-38)

İç mekan analizi ve doğal-geri dönüştürülmüş malzeme seçimi

Crossway Pasif Evi'nin güneye yönlendirilmiş tasarım anlayışından dolayı güneş enerjisinden yararlanarak bina içerisinde doğal aydınlatmayı ve ısınmayı sağlamaktadır. Ayrıca iç mekan duvarlarında doğal narenciyeden yapılmış yağlı boyalar kullanılmıştır. Merdiven korkulukları iskele boruları ve yerel üretilmiş keten halatlar kullanılarak tasarlanmıştır. İç mekanda hareketli duvar sistemi de mevcuttur. Yer döşeme kaplaması bambu, kırılmış cam ve geri dönüştürülmüş araba lastikleri kullanılarak elde edilmiştir (Passivhaus Trust , 2013a).



Resim 3.10. İç mekan görünüşleri (URL-38)

Yapı kabuğu analizi

Strüktür

Yapıda izolasyonlu ahşap bina kabuğu kullanılarak parabolik bir kemer oluşturulmuştur. Bu ahşap tonoz 100 ton ağırlığında, 9 m yüksekliğinde, 20 m genişliğinde ve 12 cm kalınlıklı tuğla kemerden meydana gelmektedir. Kemer yapımında 14. yüzyıldan kalma Guastavino tekniği benimsenmiştir. Bu teknik birbirine harçla kenetlenmiş kendi kendini taşıyan elde yapılmış kil kaplamalardan oluşan bir sistemdir. Crossway tonozu 4 katmandan ve 26 000 tane arazinin 4 km içerisindeki çamurundan elde edilmiş kilden yapılmış tuğladan oluşmaktadır. Tuğlalar için harç olarak ezilmiş şişe kumu kullanılarak iç mekanda nem ve sıcaklık ayarına katkı sağlanmaktadır (URL-39; URL-40)

Bu yapı İngiltere'nin tek ahşap tonozlu parabolik çatısı unvanını almıştır. Cephe giydirmesinde İngiliz sedir kaplaması kullanılmıştır. İnşaat da kullanılan keresteler ise yereldir. Yeşil çatı sistemi ile doğal ve yerel bitki yetiştiriciliği sağlanarak bina ısı performansı artırılmıştır (Kent School Of Architecture , 2014; URL-41)

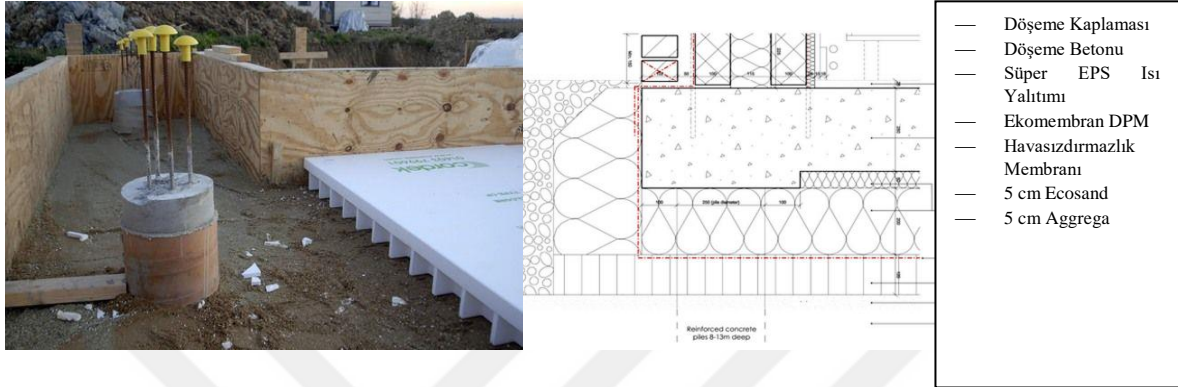


Resim 3.11. Ahşap strüktürlü ana bina ve kompleks tuğla kubbenin detayı- kubbe ve yeşil çatıdan bir görünüm (URL-38; URL-42)

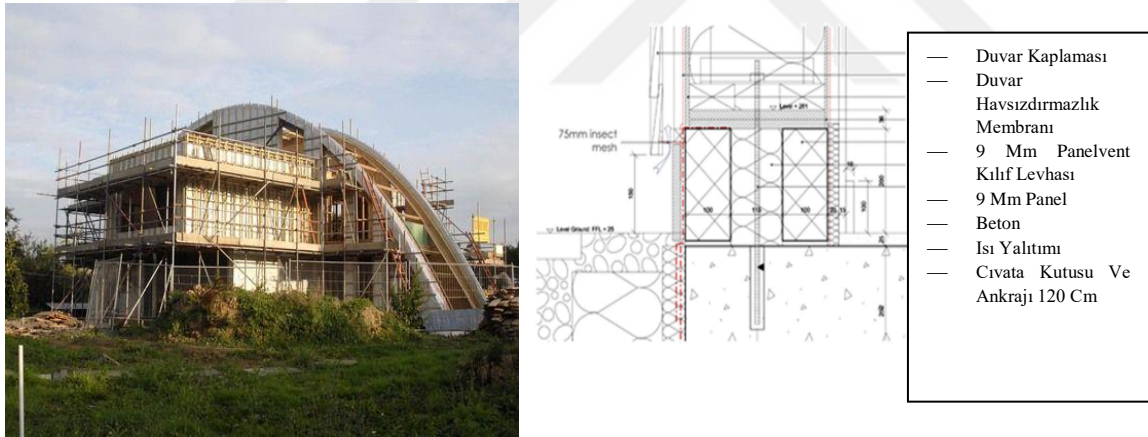
Yalıtım-ısı köprüsü-hava sızdırmazlık

Crossway Pasif Evinde temel detayına baktığımızda kemer altına oturan elemanlar için hava sızdırmazlık, ısı köprüleri ve izolasyon detayları uygulanmıştır. Beton döşemeyi çevreleyen yalıtımla soğuk köprüler engellenmektedir. Duvarlarda yalıtım malzemesi olarak 10 tonluk geri dönüştürülmüş gazetelerden yapılmış selüloz ürün kullanılmıştır. Bu da duvar kalınlığını sadece 30 cm ve u değerini 0,12 W/(m²K) yaparak pasif ev için oldukça iyi bir

değer vermiştir. Bina kabuğunda kullanılan faz değişim membranıyla yüksek oda sıcaklıkları emilerek sıcaklık düştüğünde tekrar odaya geri verilir ve böylelikle oda sıcaklığının sabit kalması sağlanıp bina yüksek termal kütleyle sahip olmaktadır (Kent School of Architecture, 2014; URL-43)



Resim 3.12. Yapı temel-duvar detayları ve yapı kiremit kubbe temel ankrājı (URL-44; URL45)



Resim 3.13. Yapı temel-duvar detayları -ahşap strüktürlü kubbe yapımı (URL-44; URL-45)

Pencereler

Yapıda üç camlı yüksek verimli pencere sistemi ve ısı yalıtımlı doğrama sistemi seçilerek bina enerji dengesi güçlendirilmiştir. Ayrıca kapılar vakumlu ve yalıtılmış özelliklere sahiptir (Passivhaus Trust, 2013a).

Çizelge 3.4. Crossway pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

TERMAL KABUK U DEĞERLERİ			
Dış Duvar	0,15 W/(m ² K)	Temel	0,1 W/(m ² K)
Kalınlık: 30 cm – I Çivili Steico Marka Duvarlar – OSB – PCM alçı levhası		15 cm Cordek – 12 cm EPS – 20 cm Beton – 2.5 cm şap	
Çatı	0,134 W/(m ² K)	Çerçeve	0,89 W/(m ² K)
Cam	0,65 W/(m ² K)	Kapı	0,7 W/(m ² K)

Mekanik sistem analizi

Crossway Pasif Evinin içerisinde;

- 580 litre kapasitesinde faz değişim malzemesi (PCM) kullanılarak ısıtma ve soğutmaya yardımcı olunmuştur. Bu malzeme kışın ısıyı depolamak yazın ise ısıyı düzenlemek için kullanılır.
- 5 kW'lık hat içi kanal ısıtıcı,
- 11 kW'lık ahşap pelet kazanı,
- 3,24 kW'lık fotovoltaik termal sistem(PV-T) ile merkezi sıcak su,
- 4,5 kW'lık fotovoltaik paneller,
- Enerji tasarrufu sağlamak ve elektrik faturalarını en aza indirmek için sıcak su ısıtıcısına yönlendiren otomatik bir güç denetleyicisi olan immersun ünitesi,
- MHVR ısı geri kazanımlı havalandırma ünitesi,
- Düşük enerji kullanan LED aydınlatma sistemi ile voltaj optimizasyonu,
- Bağlı nem düzenlemek için higroskopik materyal kullanımı,
- Geri kazanımlı su kullanımı ,
- Yağmur suyu kullanımı ve %100 atık su arıtma (Passivhaus Trust , 2013a; URL-40)



Resim 3.14. Sıcak su için güneş paneli ve fotovoltaik panellerin görünümü (URL-46)

Çizelge 3.5. Crossway pasif ev standardına göre enerji analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolatırılmıştır)

PH STANDARTLARINA GÖRE ENERJİ ANALİZİ			
Isınma Talebi	14,82 kWh/m ² a	Havasızdırmazlık N ₅₀	0,56 l/h
İlk Enerji Talebi	54,59 kWh/m ² a	Elektrik Tüketimi	1 600 kWh
Elektrik İçin İlk Enerji Talebinin Paylaşımı:		5 500 kWh – 1 800 kWh Güneş Enerjisi	

3.1.3. Bessancourt Pasif Evi-Fransa

Yapı kimliği

Bessancourt Pasif Evi, Fransa'nın 30 km kuzeybatısında, Sen nehri yakınlarında karasal bir iklim yapısına sahip olan Bessancourt bölgesinde bulunmaktadır. Konut olarak planlanmıştır. 1 905 m²'lik arazi içerisine oturan yapı 12. yüzyıldan kalma kiliseyi çevreleyen dar sokakları, avluları ve 70-80'lerden kalma küçük evleri olan eski ve bozulmamış bir mahallededir. Toplu taşımaya yakın ve yaya ulaşımını kolay sağlayabilen konumdadır. Çevreye uyumlu kompakt dikdörtgen bir forma sahiptir. Yapıda zamanla renk değiştiren Ile-de-France bölgesindeki ahır kaplamalarından esinlenen bambudan yapılmış ikincil, hareketli bir cephe yaratılmıştır. Yapı güneş enerjisinden maksimum yararlanmak için güneşe yönlendirilmiş ve bambu kabukla güneş kontrolü sağlanmıştır. Fransa'nın Bessancourt bölgesindeki Pasif Ev Sertifikasını almış ilk yapıdır (URL-47; Yeşil Bina, 2013)

Bessancourt Pasif Evi Projesi Karawitz Mimarlık tarafından Milena Karanesheva ve Mischa Witzmann için tasarlanıp danışman ve işbirlikçi olarak Solares Bauen, DI Eisenhauer ve Philippe Buchet ile çalışılmıştır. Fransa'nın Bessacourt bölgesinde bulunan yapı 2009 Eylül ayında tamamlanmış olup prefabrik ahşap panel sistemle inşa edilmiştir. 177 m² alana sahip olan yapı 377 900 \$'a mal edilmiştir (URL-47).

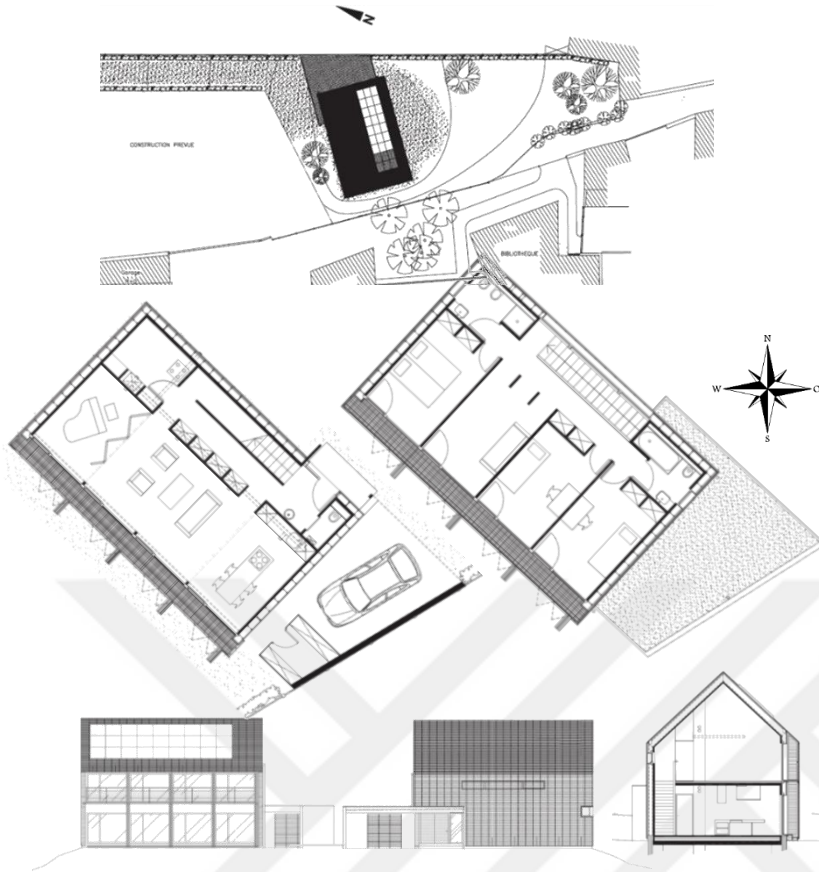


Resim 3.15. Bessancourt pasif evinden bir görünüş (URL-47)

Plan şeması

Oturum Alanı 177 m² olan yapı iki kattan meydana gelmektedir. Giriş katında antre. Tuvalet, mutfak, salon, 2 adet çok amaçlı oda bulunmaktadır. Merdivenler girişe yakın olacak şekilde konumlanmıştır. Ayrıca dışarıda yarı kapalı bulunan garaj alanının içerisinde ise bir depolama alanı mevcuttur. Birinci katta; 2 adet banyo, 3 adet yatak odası, oturma odası bulunmaktadır.

Ahşap omurga dikdörtgen şemayı ikiye bölmektedir. Bu yapı, evin güneye bakan kısmını kuzeye bakan kısmından 2 kat daha büyütür. Cephe açıklıklarının çoğu yapının güney tarafında yer almaktadır. Bu nedenle mekan organizasyonunda yaşam alanlarının çoğu güneye bakarken banyo ve çamaşır odası kuzeye yerleştirilmiştir. Omurga iki noktada açılıp bir tanesi yük taşıyan yapı olarak tanımlanıp teknik hacmi saklamakta diğeri ise ikinci katta güney cephede büyüyüp metal ızgaralı yürüme yolu katlanır panjurlar için balkona dönüşmektedir. (URL-47; Yeşil Bina, 2013).



Resim 3.16. Giriş-birinci kat planı kuzey-güney görünüşleri-kesit- cepheyi saran bambu cephe (URL-47)

İç mekan analizi ve doğal-geri dönüştürülmüş malzeme seçimi

Bessancourt Pasif Evi güneye yönlendirilmiş tasarım anlayışından dolayı güneş enerjisinden yararlanarak bina içerisinde doğal aydınlatmayı ve ısınmayı sağlamaktadır. Oluşturulan doğal malzemeden yapılmış, ince yapısıyla havadarlık katan ikincil bambu kabuk bina içerisine alınan gün ışığının kontrollü olmasını sağlar. Bu kabuk kuzey cepheden, cepheye bitişik bir şekilde başlayıp çatıda devam ederek güney cephede genişleyip açılıp kapanabilen panjurla bürünerek tüm binayı sarmaktadır.

Tasarlanan bu ikincil cephe sayesinde ısı kayıpları en aza indirgenirken güneş enerjisi maksimum olarak kullanılmıştır. Renk değiştirme özelliği ile de çevreyle uyumu yakalamaktadır. İç mekanda ise duvarlarda ahşabın güçlü etkisi görülmektedir. Zemin kaplamasında parlatılmış beton kullanılırken iç mekana renk, mobilyalarla getirilmiştir. Ayrıca duvarlarda da cephelerde kullanılan panjur sistemine benzeyen istendiğinde açılıp

kapanabilme özelliği ile mekanları ayıran hareketli duvarlar kullanılmıştır. Duvar boyaları ise biyo boyalardan seçilerek uygulanmıştır (URL-47; URL-48; URL-49)



Resim 3.17. İç mekanda hareketli duvarlarla serbest ev planı-dış mekanda hareketli bambu panjur kullanımıyla güneş kontrolü-balkon (URL-50; URL-51)

Yapı kabuğu analizi

Strüktür

Yapıda izolasyonlu beton temel kullanılırken ana bina inşasında izolasyonlu ahşap paneller tercih edilmiştir. Ayrıca binayı çepeçevre saran hafif çelik strüktüre entegre bambu kabuk kullanılmıştır. Ahşap çapraz lamine sütunlardan oluşmuş omurga 60 cm genişliğindeki 90 cm aralıklarla düzenlenmiş ve binayı ikiye ayırarak yer yer binada taşıyıcı eleman olarak yer yer bina da konsol çalışarak balkon iskeletini oluşturarak panjurlara taşıyıcı destek olmuştur (URL-52; Yeşil Bina, 2013).



Resim 3.18. Ahşap ana bina-bambu-çelik strüktürlü binayı komple saran ikinci cephe- renk değiştiren bambu kaplama-çatı üzeri bambu kaplama montajı (URL-53; URL-54)

Yalıtım-ısı köprüsü-hava sızdırmazlık

Bessancourt Pasif Evinde temeller yalıtılarak Pasif Ev Standartlarına getirilmiştir. Duvarlar izolasyonlu çapraz lamine prefabrik ahşaptan oluşup hava geçirmez buhar freni de uygulanarak iç mekanda konfor sağlanmıştır. Yalıtım malzemesi olarak doğal malzemelerden ahşap elyaf ve selüloz seçilmiştir (URL-55; Yeşil Bina, 2013).

Pencereler

Üç camlı pencere sistemi ve ısı yalıtımlı doğrama sistemi kullanılarak bina enerji performansı artırılmıştır (URL-55).

Çizelge 3.6. Bessacourt pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri (Derlenerek yazar tarafından tablolştırılmıştır)

TERMAL KABUK U DEĞERLERİ			
Dış Duvar	0,14 W/(m ² K)	Temel	0,17 W/(m ² K)
Çapraz Lamine Ahşap – 24 cm I Kirişleri – Selüloz - 3,5 cm Havageçirmez Buhar Freni – 8,5 cm cm Ahşap Lif Yalıtım – Bambu Modülü		Seramik – Beton – 20 cm izolasyon – 7 cm şap – 20 cm EPS – 18 cm beton	
Çatı	0,13 W/(m ² K)	Çerçeve	0,8 W/(m ² K)
Cam	0,6 W/(m ² K)	Kapı	0,8 W/(m ² K)

Mekanik sistem analizi

Bessancourt Pasif Evinde;

- Isı geri kazanımlı havalandırma sistemi,
- Güneş kollektörü ile sıcak su,
- Kompakt ısı pompası,
- Çatının güney eğiminde konumlandırılan fotovoltaik paneller,
- Bambu kabuklu hareketli gölgelendirme sistemi,
- Düşük enerji kullanan floresan ve modern verimli aydınlatma sistemi kullanılmıştır (URL-47; Yeşil Bina, 2013).



Resim 3.19. Hareketli panjur sistemi ve fotovoltaik paneller (URL-56)

Çizelge 3.7. Bessacourt pasif ev standardına göre enerji analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

PH STANDARTLARINA GÖRE ENERJİ ANALİZİ			
Isınma Talebi	11 kWh/m ² a	Havasızdırmazlık N ₅₀	0,48 1/h
İlk Enerji Talebi	90 kWh/m ² a	Elektrik Tüketimi	2 695 kWh
Elektrik İçin İlk Enerji Talebinin Paylaşımı:	110 MJ/m ²		

3.1.4. Belfield Pasif Evleri-Amerika

Yapı kimliği

Belfield Pasif Evi, Amerika'da soğuk bir iklim yapısına sahip olan Pennsylvania bölgesinde bulunmaktadır. Yüksek katlı konut olarak planlanmıştır. Çevreye uyumlu kompakt bir forma sahiptir. Kâr amacı gütmeyen Raise of Hope kuruluşunca düşük gelirli ailelerin konut

ihtiyacını gidermek için planlanan “TownHome” projesi kapsamında geliştirilmiştir. Buradaki amaç bölgenin uygun fiyatlı konut sektöründe enerji verimliliğini artırılması ile sürdürülebilirliği sağlamaktır. Güneşten maksimum da yararlanabilmek için evler güneye doğru en iyi şekilde şehrin gridal yapısı da izlenerek yönlendirilmiştir. Üç adet klasik teraslı sıralı şehir evinden oluşmaktadır. Bölgenin ilk Pasif Ev sertifikası almış yapısıdır (Passive House Institute, 2015b; URL-57).

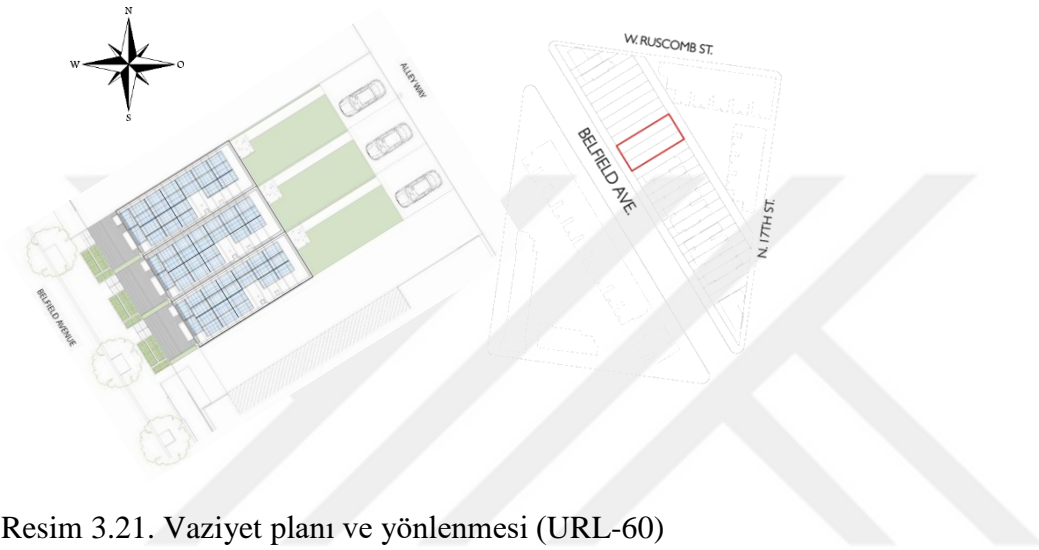
Belfield Pasif Evi Projesi Plumbob LLC. Mimarlık firması tarafından Raise of Hope Vakfı için tasarlanıp Tim McDonald, Howard Steinberg, Ted Singer, Dan Magno ve JIG firması ile çalışılmıştır. Yapı 2012 yılında tamamlanıp ahşap strüktürlü sistemle inşa edilmiştir. 413 m² alana sahip olup m² başına 130 \$’a mal edilmiştir. Yapılan projede cephelerde geniş açıklıklar bırakılarak insanların birbiri ile interaktif ilişki içerisinde olması sağlanmıştır. Yapılan tasarımla binada %90 oranında enerji kullanımında düşüş meydana gelmiştir. Konut sakinleri ortalama olarak kullandıkları kadar enerjiyi çatıdaki güneş panelleriyle üretebilmektedir. Bu binalar tipik Amerikan yapılarına göre %75 daha verimlidir. Pasif Ev Standardı rehberliğinde hem uygun maliyetlerle enerji verimli yapı yapılabilmesi bakımından hem de çok aileli konut olarak barınma endüstrisinde kolaylıkla uygulanabilmesi bakımından yüksek performanslı tekrarlanabilir nitelikli geliştirilebilir bina stoğunu oluşturmuştur. Yapı 2014 Uluslararası Pasif Ev Ödülünün sahibi ve Pasif Ev Enstitüsü ABD (PHIUS) tarafından verilen Ekonomik Konut Ödülünü kazanmıştır (URL-58; URL-59).



Resim 3.20. Belfield pasif evinin görünüşü (URL-60)

Plan şeması

Kullanım alanı 1 950 m² olan sıralı evler üç kattan oluşmaktadır. Giriş katında; yaşama alanı, mutfak ve yemek yeme alanı, banyo, yatak odası, bina arkasında tek arabalık açık garaj bulunmaktadır. Birinci katta; iki adet yatak odası, çamaşır odası, banyo, ikinci katta ise yatak odası, ofis, banyo ve teknik oda bulunmaktadır.



Resim 3.21. Vaziyet planı ve yönlenmesi (URL-60)



Resim 3.22. Plan şemaları (URL-60)

İç mekân analizi ve doğal-geri dönüştürülmüş malzeme seçimi

Belfield Pasif Evi güneye yönlendirilmiş tasarım anlayışından dolayı güneş enerjisinden yararlanarak bina içerisinde doğal aydınlatmayı ve ısınmayı sağlamaktadır. Ayrıca özel gölgelendirme unsurları sayesinde yazın aşırı güneş ışığına karşı koruma sağlarken kışın maksimum ısı artışı mümkün olabilmektedir. Aynı zamanda bina cephesi dar olduğundan ısı kaybı önlenmektedir. İç mekanda renkli duvarlar ve dolaplar kullanılarak mekanda dinamizm sağlanmaktadır. Binada bambu kaplama zemin, enerji verimli gömme ışıklandırma ve enerji verimli beyaz eşyalar bulunmaktadır (McDonald,2014; URL-61).

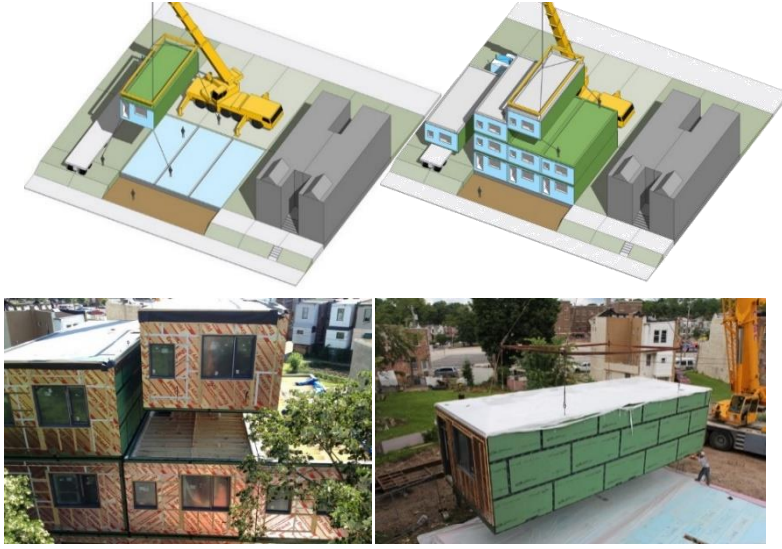


Resim 3.23. İç mekân görünüşleri-renkli duvar ve mobilya kullanımı(URL-60)

Yapı kabuğu analizi

Strüktür

Yapıda Resim 3.24 de görüldüğü gibi modüler strüktür olarak ahşap konstrüksiyon prefabrik olarak hazırlanmış şekilde getirilerek yerinde montajla birleştirilmektedir. Cephede yırtıkların bulunmadığı alanda beton kaplama yırtıkların bulunduğu yüzeylerde ise metal kaplama tercih edilmiştir(URL-62; URL-63)



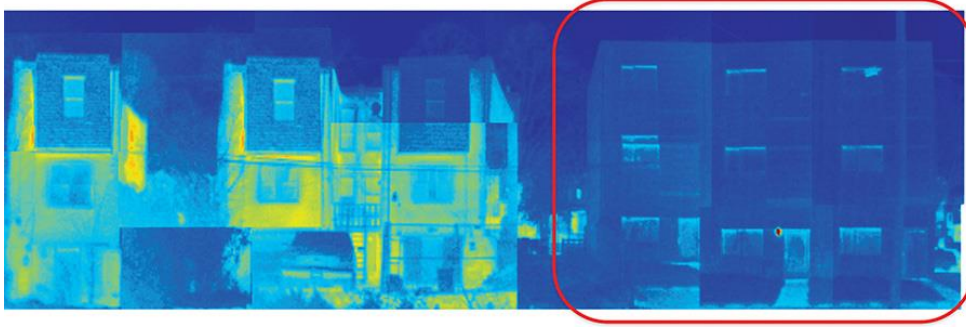
Resim 3.24. Strüktürel düzenin grafik anlatımı, yalıtılmış ahşap prefabrik birimlerin taşınması ve yerleştirilmesi (URL-60)

Yalıtım-ısı köprüsü-hava sızdırmazlık

Belfield Pasif Evi’nde prefabrik ahşap odacıklar fabrikada yerinde yalıtılmış ve ısı köprüleri engellenip hava sızdırmaz şekilde hazırlanıp alana getirilmektedir. Yapılan bu strüktürel modüler tasarım sayesinde hem kompakt bir form oluşturulmuş hem de enerji verimli bir yapı elde edilmiştir. Ahşaptan yapılmış çerçeve üretim ekibinin sürekli kullandıkları 2x6 m ve 2x12 m büyüklüklerinde ana strüktür olarak planlanmıştır. Malzemeler ucuz ve hazır olduğundan seri üretime geçilmiştir. Hava bariyer katmanının detaylandırılmasını kolaylaştırmak için çerçeve sisteminin en dışına yerleştirilip nem bariyerini iki katına çıkarılmıştır. Pencelerde dış hava bariyeri ile aynı hizada konumlandırılıp hava sızdırmazlık sağlanmıştır. Duvar ve zemin boşlukları aralarına selüloz yalıtım doldurulmuştur. Duvardaki bu dış izolasyonun üzerine birde metal panel, beton plaka ve tuğla kaplama uygulanmıştır. Bunların aralarına ise hava alabilen fakat yağmur suyu almayan bir detay çözümü uygulanmıştır (McDonald, 2014).



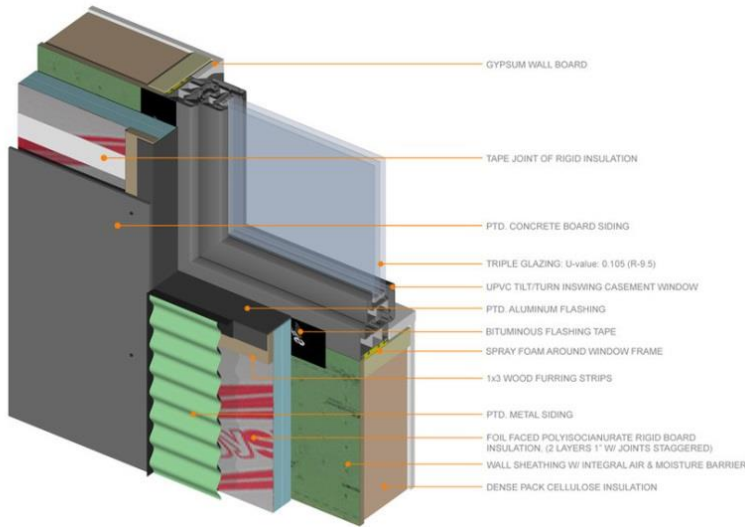
Resim 3.25. Ahşap prefabrik yapıların fabrikada yalıtılıp yerinde hava sızdırmazlık malzemesinin uygulanışı (URL-64)



Resim 3.26. Yapının termografik ölçüm sonucu havasızdırmazlık görüntüsü (URL-65)

Pencereler

Yapıda üç camlı low-e özellikli, argon gazı ile doldurulmuş yüksek verimli pencere sistemi ve ısı yalıtımlı doğrama sistemi seçilerek bina enerji dengesi güçlendirilmiştir (URL-63).



Resim 3.27. Pencere detayı (URL-60)

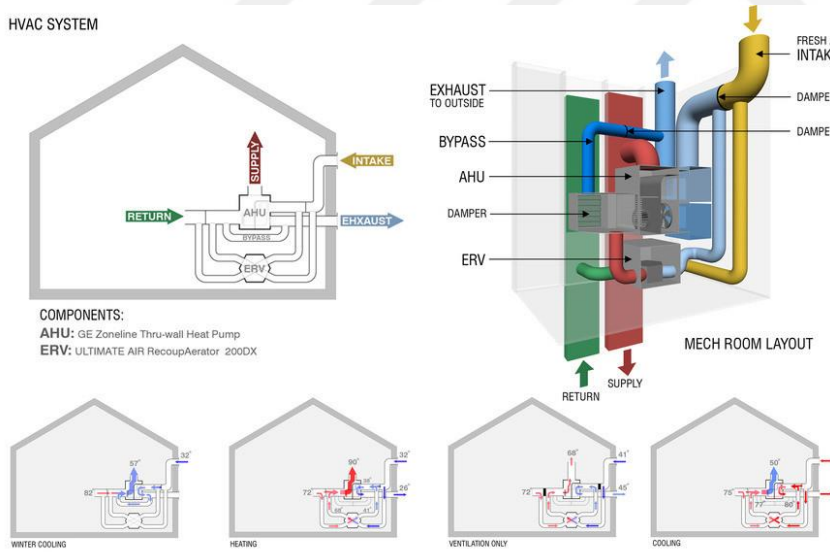
Çizelge 3.8. Belfield pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

TERMAL KABUK U DEĞERLERİ			
Dış Duvar	0,169 W/(m ² K)	Temel	0,097 W/(m ² K)
1,6 cm Alçıpan – 14 cm Selüloz Ahşap Çerçeve – 1,6 cm Alçı Levha – 1,3 cm OSB - 5,1 cm Folyo		10,2 cm XPS İzolasyon – 1,3 CM Fermuar Paneli – 28,6 cm Yoğun Selüloz Ahşap Çerçeve -	
Çatı	0,109 W/(m ² K)	Çerçeve	0,83 W/(m ² K)
Cam	0,65 W/(m ² K)	Kapı	0,93 W/(m ² K)

Mekanik sistem analizi

Belfield Pasif Evinde düşük enerjili Avrupa Standartlı ısıtma, soğutma, havalandırma, ev tipi sıcak su sistemleri Amerika’da mevcut olmadığından projede çalışan makine mühendisi Avrupa’dakilere benzer olarak kısmen taklit edip maliyeti daha da düşürerek hava kaynaklı ısı pompası ile havalandırma sistemi tasarlanmıştır. Bu sistemde piyasada satılan 900 BTU Klima ısı pompası birimi ve Enerji Geri Kazanım Vantilatörü kullanılmıştır. Yapının son katında bulunan makine odasına yerleştirilen bu sistem aynı Avrupa’daki ısı geri kazanımlı sistem gibi çalışmaktadır.

- Merkezi ısı geri kazanımlı havalandırma ünitesi,
- Isıtma ve soğutmada ve sıcak su için kullanılan ısı pompası,
- Hava ve nem ayırma ünitesi,
- Fotovoltaik paneller,
- Verimli aydınlatma (McDonald,2014; Passive House Institute,2014b).



Resim 3.28. Isı geri kazanımlı havalandırma sistemi grafiksel anlatımı (URL-60)



Resim 3.29. Fotovoltaik paneller (URL-60)

Çizelge 3.9. Belfield pasif ev standardına göre enerji analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

PH STANDARTLARINA GÖRE ENERJİ ANALİZİ			
Isınma Talebi	14 kWh/m ² a	Havasızdırmazlık N ₅₀	0,4 l/h
İlk Enerji Talebi	113 kWh/m ² a	Elektrik Tüketimi	4,3kWh

3.2. Mevcut Yapılarda Pasif Ev Kriterleri ve Örnek Yapılar

Pasif Ev standartları sadece yeni yapılan yapılar için değil, kaliteli enerji etkin yapı bileşenleri, yalıtım, ısı köprüsüz tasarım ve ısı geri kazanımlı havalandırma gibi detaylı prensipleri bulunan planlaması sayesinde mevcut ve/veya koruma altındaki yapılara da entegrasyonu mümkündür. Eski binaların yenilenmesi her zaman Pasif Ev Kriterlerine göre mümkün olmayacağından Pasif Ev Enstitüsü Pasif Ev Bileşenleri EnerPhit adını taşıyan kalite onaylı enerji yenileme sertifikasını geliştirmiştir (URL-66). Bu Standart mevcut yapı ile çalışmanın getireceği kısıtlamaları tanıyarak hava sızdırmazlık ve ısıtma talebi konularındaki kriterlerini düşürerek güçlendirme projelerine odaklanmıştır (URL-67).

Mevcut Binalarda uygulanacak olan pasif ev sistemlerinin entegrasyonunda %75- 90 arasında önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlamaktadır(URL-66). Mevcut binalarda dikkat edilmesi gerekenler;

- Boşluk duvarları yalıtımı, dış duvar yalıtımı ve iç duvar kuru astarının yalıtımının artırılması,
- Pencere cam seçimi ve üçlü cam kullanımı,
- Eski kapıların enerji tasarruflularıyla değiştirilmesi,
- Tavan ve çatı izolasyonlarında yenilik,
- Isı geri kazanımlı tavan, çatı ve duvar havalandırma sisteminin kurulması,
- Pencere ve kapı doğramalarının yalıtımı,
- Hava sızdırmazlığın ve ısı köprülerinin en aza indirgenmesi,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılarak sisteme dahil edilmesi (Güneş panelleri-ısı pompaları-güneş kolektörü vb.) (Schnieders ve diğerleri, 2017).

EnerPhit ile belirlenen standartlar Tablo 23’de gösterildiği gibidir:

Çizelge 3.10. Enerphit sertifika sisteminin değerlendirme ölçütleri ve türleri (URL-68)

<i>KRİTERLER</i>	<i>YENİ YAPI (Passivehaus)</i>	<i>MEVCUT YAPI (EnerPHit)</i>
Isı talebi	$\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$\leq 25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Birincil Enerji Talebi	$\leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	$\leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
Havasızdırmazlık N_{50}	$\leq 0,6 \text{ 1/h}$	$\leq 1 \text{ 1/h}$

Tezin bu bölümünde mevcut yapılarda pasif evin gerekliliklerinden sonra Avrupa ve Amerika kıtasında farklı iklim türlerine sahip olan Pasif Ev EnerPhit Standartlarına göre yenileme yapılmış konut ve okul bina örnekleri incelenmiş ve bunlarla ilgili bilgi toplanmıştır. İspanya, İngiltere ve Amerika olmak üzere Avrupa ve Amerika kıtasından seçilmiş çeşitli şehirlerde uygulanmış ve yenileme yapılmış mevcut yapı örnekleri incelenmiştir. İncelenen örnekler genellikle bitişik nizam ya da müstakil konutlar ve okul binası şeklinde olup pasif evlerin yenileme standartlarının sadece konut yapılarına uygulanmayıp farklı yapı türlerine de uygulanarak Pasif Ev EnerPhit Standardına ulaşılabileceğini gösteren ve yapım sonrası iyi sonuçlar vermiş örnek binalardır. Örnekler, İspanya’dan Burgos Pasif EnerPhit Okulu, İngiltere’den Hiley Road EnerPhit Pasif Evi ve

Totnes EnerPhit Pasif Evi, Amerika'dan TightHouse EnerPhit Pasif Evi olarak toplam dört bina incelenmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen yapılara ilişkin giriş niteliğinde genel özelliklerinin tanıtıldığı yapı künyesi oluşturulmuş ve sonrasında yapı kimliği, yapıdaki değişimler, plan şemaları, iç mekan özellikleri ve doğal geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı, strüktür ve teknik detayları, yapı kabuğu, yalıtım, hava sızdırmazlık, ısı köprüleri, mekanik sistem analizleri, u değerleri ve Pasif Ev EnerPhit Standartlarına göre enerji kullanımları verileri anlatılmıştır.

Pasif Ev EnerPhit Standartları kapsamında örneklerin irdelenmesini içeren bu bölümde temel amaç, farklı iklim kuşaklarında ve farklı strüktürlerde tasarlanmış, en düşük metrekareye sahip yapılardan tutunda en yüksek metrekareye sahip yapılara kadar uygulanabilirliği olan aynı zamanda sadece özel mülk olan konut yapılarına değil toplu kullanıma açık olan okul yapıları gibi bina tiplerine de uyarlanabilen, devlet tarafından tarihi eser konumunda olup koruma altına alınmış yapı olabilen son yıllarda öne çıkmış başarılı örneklerde genel olarak Pasif Ev EnerPhit Standartlarıncı incelenmektedir. İncelenen her yapı Pasif Ev Enstitüsünce Pasif Ev EnerPhit Standartlarına uygun olduğunu göstermek için sertifikalandırılmış olmasına karşın her birinde farklı özelliklerin ön plana çıktığı gösterilmektedir.

3.2.1. Totnes Retrofit Pasif Evi- İngiltere

Yapı kimliği

Totnes Retrofit Pasif Evi, İngiltere'nin güney batısında yağışlı ılıman bir iklim yapısına sahip olan Totnes bölgesinde bulunmaktadır. Yapı şehir merkezine yakın, bisiklet ulaşımına elverişli bir konumdadır. 1970'li yıllarda saçaklı ve gölgelendirme sağlayan çatı formu, kaplaması, yönlendirmesi ve betonarme sistem ile modernist anlayışla yapılmış tek aile evi özelliğinde bir yapıdır. Yapılan iyileştirmelerle birlikte 2011 senesinde EnerPhit kapsamında değerlendirilerek sertifikalandırılmış bir projedir (URL-69). Proje, mimar Janet Cotterell tarafından Adam Dadeby ve Erica Aslett tarafından tasarlanıp danışman ve işbirlikçi olarak CTT Sustainable Architecture, Passivhaus Homes, Adam Dadeby ve Jonathan Williams ile

çalışılmıştır. Yapı 162 m² alana sahip olup 44.000£ mimari ve diğer profesyonel ücretler artı 330 000 £ inşaat ücreti olarak toplam 374 000 £ mal edilmiştir. (Passivhaus Trust, 2013b).



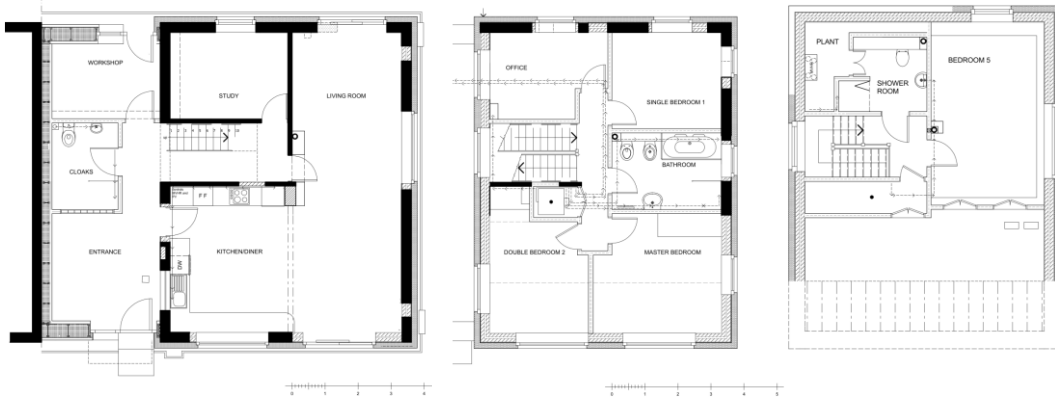
Resim 3.30. Totnes pasif retrofit evi görünüşü (URL-70)

Yapı değişimi

Evin yeni kullanıcılarının talepleri doğrultusunda düşük enerjili Pasif Evin uzun vadeli faydaları göz önünde bulundurularak ekolojik ve çevreye duyarlı bir yapı olması yönünde çalışmalar başlatılmıştır. Kapsamlı tadilat planı içerisinde bina kabuğundan başlanıp tüm mekanik sistemler yüksek performanslı malzemelerde kullanılarak yenilenmiştir. Mevcut duvarlar dış yalıtım yapılarak onarılmış ve yeni inşa edilen ahşap strüktürlü çatı ilave edilmiştir (Passivhaus Trust, 2013b).

Plan şeması

Yapıda; mutfak, yaşama alanı, antre, çalışma odası, makine odası, ofis, 4 adet oda, 2 adet banyo tuvalet ve yeşil balkon bulunmaktadır (Passive House Institute, 2015b).



Resim 3.31. Plan şeması (Passive House Institute, 2015b)

İç mekan analizi ve doğal-geri dönüştürülmüş malzeme seçimi

Totnes Retrofit Pasif Evi'nde yeni yapılan pencere sistemiyle iç mekâna büyük pencereler gün ışığı aydınlatması sağlandığı gibi bahçeye bakan kuzey cephesinde de pencereyi genişleterek manzaranın iç mekana alınması sağlanmıştır (URL-69).



Resim 3.32. Mutfak, ekolojik malzeme ile yapılmış mobilya ve geniş pencereler (URL-71)

Yapı kabuğu analizi

Strüktür

Mevcut yapı 1930'lardan beri İngiltere'de uygulanmakta olan beton bloklardan yapılmış boşluklu duvar konstrüksiyonudur. İlave edilen sistem ise ahşaptır (Passive House Institute, 2015b).

Yalıtım-ısı köprüsü-hava sızdırmazlık

Totnes Retrofit Pasif Evi'nde döşeme ve dış duvarlar yenilenmiştir. Mevcut döşeme korunarak, şap ve üzerindeki kaplamalar kaldırılıp 10 cm kalınlığında yalıtım malzemesi uygulanmıştır. Yenilenen iç duvar sıvası ve bağlantılı olan döşeme üzerine hava sızdırmazlık katmanı konulmuştur. Bunun üzerine 8 cm köpük yalıtım, 2 cm ahşap elyaf izolasyonu ve ince yer kaplaması döşenmiştir.

Dış mekandaki ısı köprülerini azaltmak içinse 12 cm'lik yalıtım, bitmiş zemin seviyesinden 35 cm daha aşağı indirilerek uygulanmıştır. Orijinal boşluklu duvarlar korunmuş bir kısmı termalit bloklarıyla onarılmış ve mevcut boşluk izolasyonlu malzemeye değiştirilmiş, 1,8 cm köpük dış duvar yalıtımı uygulanarak akrilik boya ile tamamlanmıştır. Yeni döşeme ve dış duvarlar termal köprüsüz olarak tasarlanmıştır. Bunu sağlamak içinse izolasyon beton duvarlarda sürekli uygulanmıştır. Döşeme uzantılarında ve köşe noktalarındaki detaylar I kirişler yardımıyla çözülmüştür. Mevcut binadaki tek eğimli çatı değiştirilerek çift eğimli olarak yapılmıştır. Bu ilave ile yapı daha kompakt bir forma bürünerek Pasif Ev Standardını karşılaması sağlanmıştır. Aynı zamanda geri dönüşümlü gazete ve koyun yünü ile izolasyonunu yapmıştır (Passive House Institute, 2015b).



Resim 3.33. Duvar-döşeme detayı ve köşe detayı (Passive House Institute,2015b)



Resim 3.34. Boşluklu duvar uygulaması ve yalıtım (Passive House Institute,2015b)

Pencereler

Yapıda üç camlı yüksek verimli pencere sistemi ve yazın gölgelendirme için entegre jaluziler kullanılmıştır. Isı yalıtımlı doğrama sistemi seçilerek bina enerji dengesi güçlendirilmiştir. Mutfakta daha büyük pencereler açılmıştır (Passive House Institute, 2015b).



Resim 3.35. Yaşayan çatı görünüşü ve entegre jaluzili pencere (URL-71)

Çizelge 3.11. Totnes pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri (Derlenerek yazar tarafından tablolandırılmıştır)

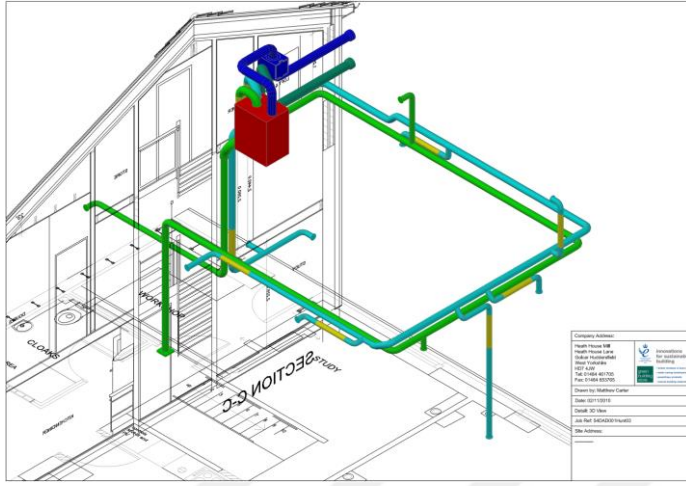
TERMAL KABUK U DEĞERLERİ			
Dış Duvar		0,1 W/(m ² K)	
Yeni Temel	0,176 W/(m ² K)	Mevcut Temel	0,218 W/(m ² K)
OSB – 50 cm Yalıtım – 2 cm Ahşap Tahta – 15 cm Beton – 25 cm Colotex – 5 cm Beton		Zemin Sabitleri + Keçe – 2 cm Ahşap Tahta – 8 cm Yalıtım – 15 cm Beton	
Çatı	0,114 W/(m ² K)	Çerçeve	1,07 W/(m ² K)
Cam	0,81 W/(m ² K)	Kapı	0,79 W/(m ² K)

Mekanik sistem analizi

Totnes Retrofit Pasif Evi' nde;

- Fotovoltaik paneller kullanılmakta,
- MHVR ısı geri kazanımlı havalandırma ünitesi: Kontrol göstergeleri merdiven boşluğuna konulmuştur. Filtreleri her 4 ayda bir değiştirilmektedir. Geleneksel merkezi kanal sistemi kullanılarak her odanın havalandırılması sağlanmıştır. MHVR ünitesi kendi kendine dengelemediği için emme ve egzoz akış oranları ölçülüp dengede olacak şekilde ayarlanmıştır. Havalandırma sisteminden %90 enerji verimliliği elde edilmekte,
- Kanal ısıtıcı kullanılmakta,
- Kontrollü jaluzi sistemi: Duyarlı gölgeme sistemi şeklinde çalışarak iç mekan sıcaklığını ayarlamakta,

- Yaşayan yeşil çatı sistemi: yeni tasarlanmış ahşap strüktürlü ve izolasyonlu çatı olası yoğuşma problemleri de çözülerek yaşayan yeşil çatı haline getirilmiş,
- Yerde ısıtma, sıcak su kazanı ısıtıcısı ile yapılmakta,
- Sınırlı doğrudan elektrikli alan ısıtma banyolar ve yaşam alanında kullanılmakta,
- Güneş enerjili sıcak su, batıya bakan güneş panelleri yazlık sıcak suyun nerdeyse %100'ünü sağlamaktadır (Kingspan, 2015; Passive House Institute, 2015b).



Resim 3.36. Isı geri kazanımlı havalandırma sistemi konumu ve kanallarının grafik anlatımı (Passive House Institute, 2015b)



Resim 3.37. MHVR kanallı ısıtıcı ve yalıtımlı besleme kanalları ve soğuk kanallar (Passive House Institute, 2015b)

Çizelge 3.12. Totnes pasif ev standardına göre enerji analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolştırılmıştır)

PH STANDARTLARINA GÖRE ENERJİ ANALİZİ			
Isınma Talebi	13 kWh/m ² a	Havasızdırmazlık N ₅₀	0.2 l/ h
İlk Enerji Talebi	67 kWh/m ² a	Elektrik Tüketimi	-
Elektrik İçin İlk Enerji Talebinin Paylaşımı:		32 00kWh	

3.2.2. TightHouse Retrofit Pasif Evi- Amerika

Yapı kimliği

TightHouse Retrofit Pasif Evi, Amerika’da yağışlı ılıman bir iklim yapısına sahip olan New York şehrinin Brooklyn bölgesinde bulunmaktadır. 1899 yıllarında kahverengi taş cepheli düşük katlı bir konut olarak planlanmıştır. Merkezi konumda yer almaktadır. Tarihsel süreç içerisinde çevreye duyarlı form ve malzemelerden yapılmış konutun orijinalliği düşünülerek yapılan yenileme çalışmasıyla birlikte Amerika New York’ta yapılmış ilk EnerPhit sertifikasına sahip olan bir yapıdır (Passive House Institute, 2015).

TightHouse Retrofit Pasif Evi Projesi Fabrika 718 ve Studio Cicetti tarafından Ohiolu genç çift için tasarlanıp danışman ve işbirlikçi olarak Anastos Mühendislik, Schnall Danışmanlık ile çalışılmıştır. Amerika, Brookly New York şehrinde bulunan yığma olarak inşa edilmiş yapının yenilenmesi 2012 tarihinde tamamlanmıştır. Yapı 195 m² alana sahiptir. Standart evlere kıyasla %90 daha az ısıtma enerjisi ve %75 daha az enerji kullanımı sağlayıp EnerPhit standartlarını aşarak Pasif Ev standartlarını karşılamıştır. Yapı 30 senede 97 268 \$ kazanç sağlamakla birlikte %93’lük enerji verimliliği sağlamaktadır. Yapı 2014 Uluslararası Pasif Ev Tasarımı Ödülünde birincilik elde etmiştir. EnerPhit gibi mevcut yapıların onarım sürecinde sertifika almanın zorluklarından birisi ise mevcut tarihi miras içerisinde yapıyı çevreyi de göz önünde bulundurarak yenilikleri yapmaktır. Bu binada bunun başarılı örneklerinden biridir (URL-72; URL-73).



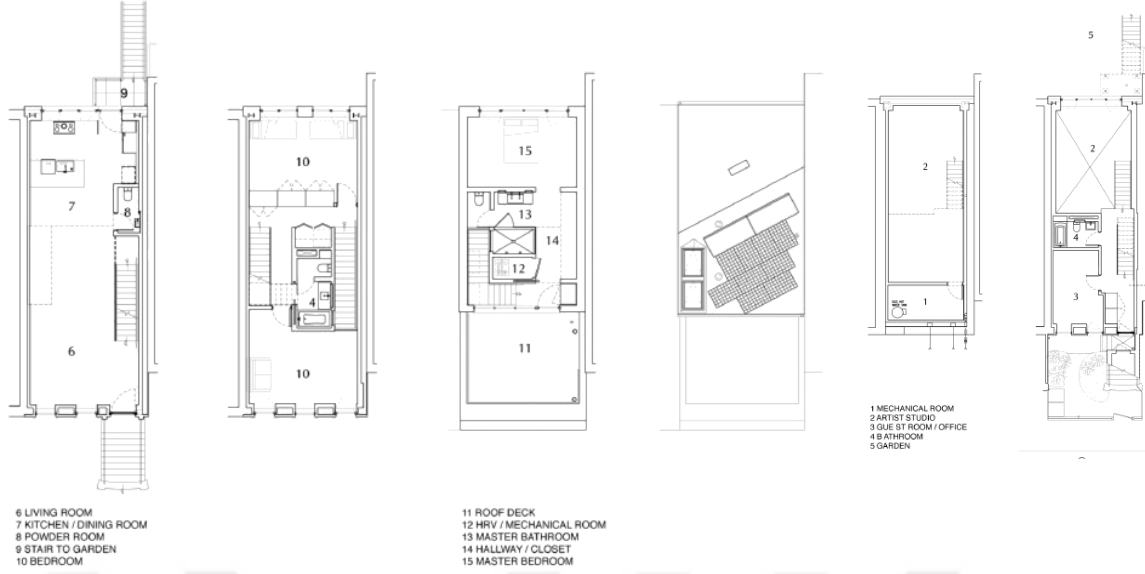
Resim 3.38. Tight House retrofit pasif evi'nin ön ve arka cephesi görünüşü (URL-72)

Yapı değişimi

TightHouse Retrofit Pasif Evi yeni nesil kullanıcıları tarafından düşük enerjili Pasif Evin uzun vadeli faydaları göz önünde bulundurularak ekolojik ve çevreye duyarlı bir yapı olması isteği üzerine çalışmalar başlatılmıştır. Kapsamlı tadilat planı içerisinde bina kabuğundan başlanıp tüm mekanik sistemler ve güvenlik sistemi de dahil olmak üzere yenilenmiştir. Var olan hacimlere ek olarak yeni çatı katı ve bodrum katına da sanat stüdyosu alanı oluşturulmuştur. Ayrıca yeni bir cephe yaratılmıştır (URL-74).

Plan şeması

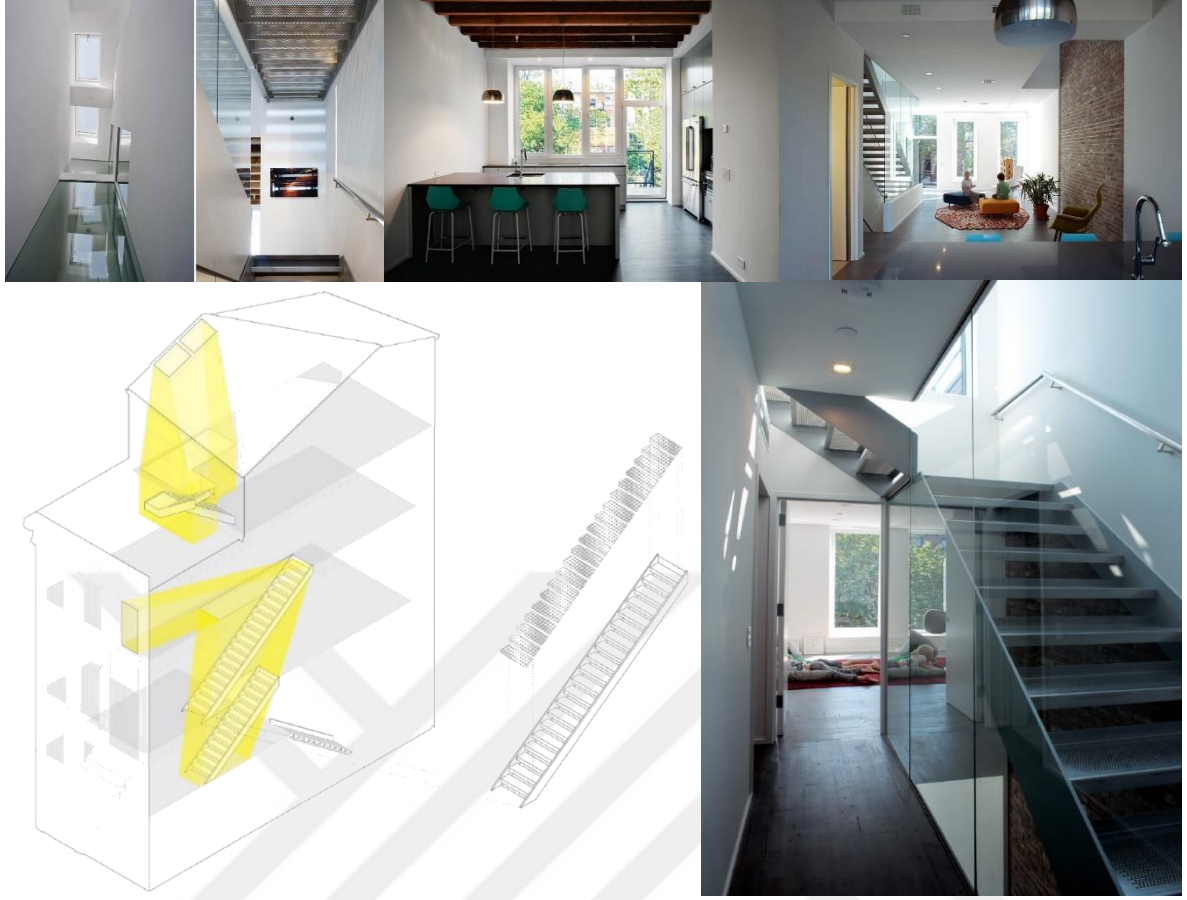
Yapı çatı katı ve bodrum katla birlikte 2 kattan oluşmaktadır. Mekan analizinde; mekanik oda, sanat stüdyosu ,misafir odası, ofis, banyo, yasama alanı, mutfak, yemek alanı, yatak odaları, kazandırılmış çatı terası, havalandırma ünitesi için mekanik oda bulunmaktadır. Ana yatak odası, %21 eğimli olarak planlanan kuzey-güney eksenini boyunca uzanan yeni çatının altında yer almaktadır. Evin en üst katında içerisinde havalandırma ünitesinin bulunduğu mekanik oda bulunmaktadır. Beyaz akrilik çatı çevre dostu malzemeyle kaplanarak güneş ışınlarını yansıtması sağlanmıştır. Çatı terasında ve arka bahçede bulunan bitkileri sulamak için yağmur suyu toplama fiçileri konumlandırılmıştır (URL-74).



Resim 3.39. TightHouse pasif evi plan şemaları (URL-75)

İç mekan analizi ve doğal-geri dönüştürülmüş malzeme seçimi

TightHouse Retrofit Pasif Evi'nde merdivende kullanılan delikli sac basamaklar ve çelik strüktürü sayesinde evin içerisindeki doğal ışık tüm katlara yayılmaktadır. Merdivenler de korkuluk olarak cam aydınlatma olarak sensörlü LED aydınlatma tercih edilmiştir. İç mekan oldukça minimal ve sade tasarlanmıştır. Müşterinin isteği doğrultusunda hakim renk beyaz ve gri olarak seçilmiştir. Salonunda eskiye dair iz olarak kalması istenen tuğla duvar, çok fazla ısı kaybı yarattığından boya ve sıva ile sızdırmaz hale getirilip tekrardan tuğla duvar örülmüştür. Yüksek tavanlar, beyaz iç duvarlar ile iç mekanda gün ışığının yansımalarına olanak tanınmıştır (URL-76).



Resim 3.40. İç mekan görüntüleri (URL-72; URL-77)

Resim 3.40.'da cam korkuluklu, delikli metal basamaklı merdiveni ve düşey günışığı kuyusunun hem model görüntüsü hem de iç mekan fotoğrafları görünmektedir. Ayrıca, parlatılmış beton zeminli, büyütülmüş pencereli mutfak- eski evi anımsatması için yeniden yapılan tuğla duvar- merdiven arasını aydınlatan çatı penceresi ve metal basamaklardan ışık süzülüşü- yüksekliği az bölücü duvarlarla iç mekandaki ışık kazanımı değişim sürecinde mekana katılan değerle olarak sayılabilir.

Yapı kabuğu analizi

Strüktür

Yapı 19. yüzyıl şartlarına göre yapılmış yığma sistemli bir binadır. Çatlamış ve çökmeye yüz tutmuş durumda olan arka cephe onarılarak yenilenmiştir. Yeni yapılacak cephe için çelik strüktür hazırlanmıştır (URL-76).



Resim 3.41. Yapılan termografik çekim sonucu olumlu havasızdırmazlık sonucu görünümü (URL-72)



Resim 3.42. Cephe yenilenmesi görünümü (URL-77)

Yalıtım-ısı köprüsü-hava sızdırmazlık

TightHouse Retrofit Pasif Evi'nde Pasif Ev Standartlarına göre tadilatlarla mevcut ön cepheyi izole etmek için yalıtım kullanarak başlanılmıştır. Tüm ev sürekli ve kesintisiz yalıtılmıştır. New York'taki aşırı sıcaklık farkından dolayı tek başına yalıtımın yetersiz kalacağı ve duvara zarar verebileceği ön görülerek mevcut kahverengi taşın sökülerek yalıtım ve sonrasında çevreye uygun yeni cephe kaplamasının yapılmasına karar verilmiştir. Böylelikle bina cephesi komşu binanın cephesiyle aynı hizada bitmesi sağlanmıştır. Arka cephede ise hava bariyeri, mineral yün yalıtım, dayanıklı, bakım gerektirmeyen çimento paneli kaplama uygulanmıştır.

Bodrum katında döşemenin hemen altındaki polietilen zar ile birlikte çakıl yatağı ve delikli boru drenaj sistemi kullanılarak nemin içeriye girmesi engellenmiştir. İç mekanda ise yeni merdivenler monte edilmeden önce duvarlar hava sızdırmaz hale getirilmiştir (URL-74).



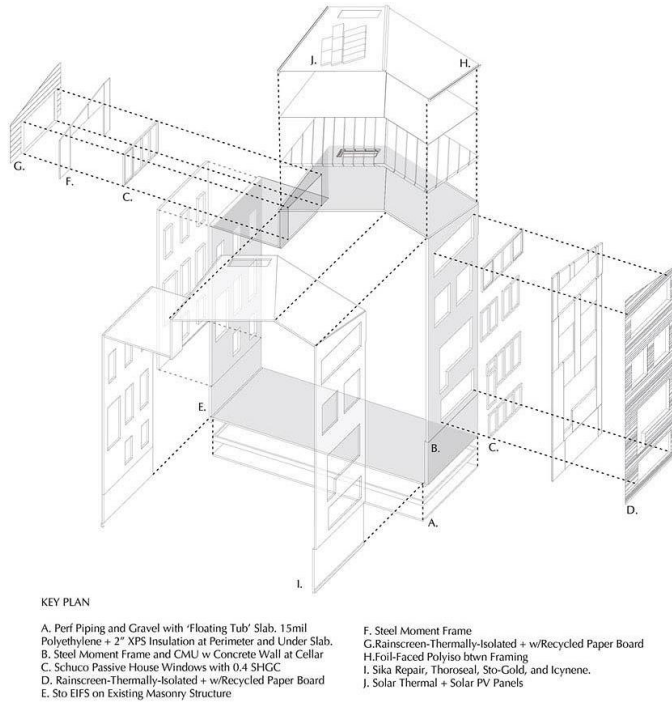
Resim 3.43. Bodrum kat havasızdırmazlık membranının ve iç mekan yalıtım uygulaması (URL-77)



Resim 3.44. Dış mekan pencere ve cephe detayı (URL-77)

Pencereler

Yapıda üç camlı yüksek verimli pencere sistemi ve ısı yalıtımlı doğrama sistemi seçilerek bina enerji dengesi güçlendirilmiştir. Ayrıca kapılar vakumlu ve yalıtılmış özelliklere sahiptir. Yapıda mutfak kısmında daha büyük pencereler açılmıştır (URL-78).



Resim 3.45. Yapı kabuğunda yapılanların katmanlar şeklinde gösterimi (URL-72)

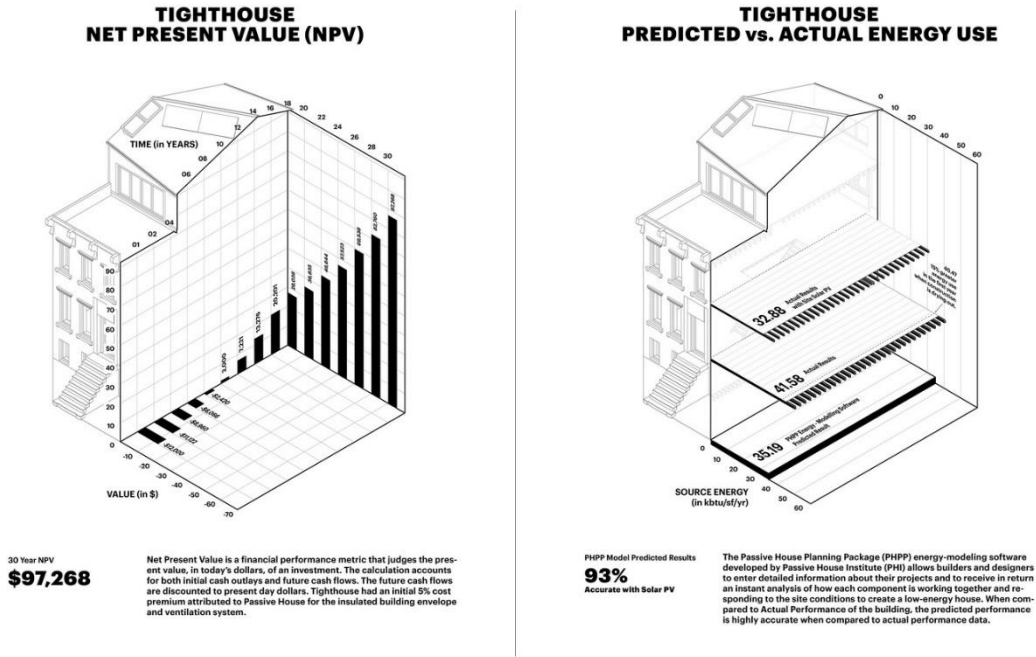
Çizelge 3.13. TightHouse pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri (Derlenerek yazar tarafından tablolastırılmıştır)

TERMAL KABUK U DEĞERLERİ			
Dış Duvar	0,195 W/(m ² K)	Temel	0,51 W/(m ² K)
1,3 cm Alçıpan – 1,02 cm Püskürtme Köpüğü – 15,2 cm Mevcut Tuğla Duvar		10 cm Beton Döşeme – 5,1 cm XPS yalıtım	
Çatı	0,1 W/(m ² K)	Çerçeve	0,83 W/(m ² K)
Cam	0,6 W/(m ² K)	Kapı	0,7 W/(m ² K)

Mekanik sistem analizi

TightHouse Retrofit Pasif Evi' nin içerisinde;

- Fotovoltaik paneller,
- Güneş enerjili sıcak su – Depolama tankı,
- HRV ısı geri kazanımlı havalandırma ünitesi,
- Isı pompa sistemi ile ısıtma-soğutma,
- Düşük enerji kullanan LED aydınlatma sistemi ile floresan lamba kullanımı,
- Düşük enerji kullanan elektrikli cihaz kullanımı,
- Yağmur suyu kullanımı bulunmaktadır (Passive House Institute, 2014c; URL-79).



Resim 3.46. Yapının pasif ev olmasıyla beraber getirdiği mali ve enerji tasarruflu avantajlarının grafik gösterimi (URL-72)

Çizelge 3.14. Tighthouse Pasif Ev Standardına Göre Enerji Analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolatırılmıştır)

PH STANDARTLARINA GÖRE ENERJİ ANALİZİ			
Isınma Talebi	14 kWh/m ² a	Havasızdırmazlık N ₅₀	0,48 l/ h
İlk Enerji Talebi	104 kWh/m ² a	Elektrik Tüketimi	-
Elektrik İçin İlk Enerji Talebinin Paylaşımı:		-	

3.2.3. Askeri Hastane Retrofit Pasif Evi- İspanya

Yapı kimliği

Askeri Hastane Retrofit Pasif Evi, İspanya'da sıcak ılıman bir iklim yapısına sahip olan Burgos şehrinde bulunmaktadır. 20. yüzyıl başlarında hastane için yapılmış olan altı adet bloktan oluşan kompleksten sadece iki tanesinin üniversite için kullanılacak sınıflara dönüştürülmesi planlanmıştır. Bu iki bloktan birisi Pasif Ev standartları uyarınca diğerinin ise İspanya'da yürütülen enerji verimli yapı kodu olan (CTE) kullanılmasına karar verilmiştir. Böylece aynı yapılar ve aynı amaçlar doğrultusunda iki farklı standart, enerji verimlilik için karşılaştırılıp değerlendirilecektir (Passive House Institute, 2016b).

Askeri Hastane Retrofit Pasif Evi mimar Marta Mediavilla ve Ruth Puente tarafından Burgos Üniversitesi için tasarlanıp danışman ve işbirlikçi olarak Javier Flórez, Telman Ingenieros ve Burgos Üniversitesi Ute Emmepolis-Geoksa ile çalışmıştır. İspanya'nın Burgos şehrinde yığma sistemle inşa edilmiş yapı 2015 yılında yenilenmiştir. Yapı 386 m² alana sahip olup inşaat maliyeti m² başına 1133 €/m² strüktür maliyesi ise 996 €/m²' dir. Yapı tarihi koruma altında olduğundan sertifikasyona uydurma süreci zorlu geçmiştir. İspanya'da Pasif Ev Enstitüsü tarafından verilmiş EnerPhit Sertifikası alan ilk yapıdır (Passive House Institute, 2016b).



Resim 3.47. Yenilenmiş askeri hastane cam koridorundan bir görünüş (URL-80)

Yapı değişimi

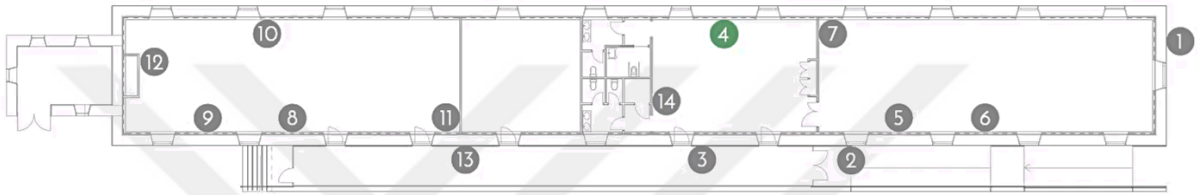
Askeri Hastane Retrofit Pasif Evi yığma ve taş bir bina olduğundan yenileme olarak pencere oryantasyonu veya pencere boyutu gibi parametrelerin yapı boyunca değiştirilmesi imkansızdır. Tarihi koruma altında olan bir yapı olduğundan yapı kabuğundaki değişim ancak iç mekandan sağlanabilecektir.

Projenin tasarımı açısından, sınıfları birbirine bağlamak için bina zarfının dışına şeffaf camdan oluşan koridor eklenmeye karar verilmiştir. Bu sistemin uygulanmasıyla sınıflar büyümüş aynı zamanda iki taş bina arasındaki ilişki güçlendirilerek kullanıcıların avluda sosyalleşmesi sağlanmıştır. Bu galeriler binaların girişlerinden önce kontrol edilemeyen

sıcaklık alanı oluşturduğu gibi termal perspektiften bakıldığında da dış ve iç arasındaki geçiş alanı olarak gözükmetedir (Passive House Institute, 2016b).

Plan şeması

Alanı 386 m² olan tek katlı yapıda mekan organizasyonu olarak 2 adet derslik, 1 adet konferans salonu ve tuvaletler bulunmaktadır. Tüm bu alanlar birbirine dışarıdan yapılmış cam koridorla birleştirilmiştir (Passive House Institute, 2016b)



Resim 3.48. Yapının plan şeması (URL-81)

İç mekan analizi ve doğal-geri dönüştürülmüş malzeme seçimi

Askeri Hastahane Retrofit Pasif Evi içerisinde yer alan sınıflarda birtakım tablolar koyularak iç mekanda dinamizm artırılmıştır. Aynı zamanda yerlerde beton zemin, ıslak mekanlarda seramik uygulaması seçilmiştir. Duvarlara içerde boya uygulanmış dışarda ise orijinal hali taş olarak kullanılmıştır. Resim 3.50'de görüldüğü gibi iç mekanda eski bazı ahşap lentolar korunmuştur (URL-82; URL-84).



Resim 3.49. Yapı iç mekan görünümü-beton zemin ve sanatsal tablolarla sınıflar cam koridordan yapıya giriş (URL-83)



Resim 3.50. Sınıflardan bir görünüm ve yapı içerisindeki bazı mevcut kirişler (URL-84)

Yapı kabuğu analizi

Strüktür

Yığma taş olarak yapılmış olan yapıda ana taşıyıcılar taş duvarlar olup ahşap taşıyıcılı çatı bulunmaktadır (Passive House Institute, 2016b).



Resim 3.51. Yapının yenilenmeden önceki ve sonraki hali (URL-81)

Yalıtım-ısı köprüsü-hava sızdırmazlık

Askeri Hastane Retrofit Pasif Ev, tarihi koruma altında olduğundan yalıtım, ısı köprüsü, hava sızdırmazlık gibi pasif ev standartlarını sağlatabilmek için içeriden müdahale etmek gerekli olmaktadır.

Yalıtım ve ısı köprülerini en aza indirmek için; orijinal kalınlığı 62 cm olan taş duvarlara içeriden yalıtım olarak 10 cm kalınlığında poliüretan köpük püskürtülmüştür. Beş kat uygulanmıştır. Bu köpük taş duvar yüzüyle kusursuz birleşmeyi sağlamaktadır. Böylelikle yalıtım ve taş arasındaki yoğuşma engellenmiştir. Döşemede, orijinal döşemenin üzerine ısı köprülerini önlemek için birbirine geçmeli 15 cm kalınlığında ekstrude polistren konulmuştur. Aynı zamanda aynı amaca yönelik tüm döşeme duvar birleşimlerine SPF malzemesi uygulanmıştır. Özgün orijinal haliyle kalmış, yalnızca arada birtakım onarımları yapılmış olan çatı, oturtma ahşap çatıdır. Bu çatı ahşap kirişlerin ana ahşap iskeleti desteklemesiyle oluşturulmuştur. İskelette var olan ahşap kirişlerin alt kısmı düşük tavan için destek olarak kullanılmıştır. Üst kısmına ise süreklilik sağlayan ahşap levhalar yerleştirilip içi 30 cm fiberglas izolasyon malzemesiyle doldurularak yalıtımı sağlanmıştır. Ahşap destek ile temas halinde olan tabaka ise buhar bariyeri görevi görmektedir.

Hava sızdırmazlık için; duvarlara nefes alabilen membranlar uygulanmıştır. Bu tabaka poliüretana gömülü halde kalan metal profillerin üzerine sarılmıştır. Kabloların ve servis borularının bu katmana müdahil olmamasına önem verilmiştir. Boruların çevrelerinde hava sızdırmazlığını artırmak için bantlar ve bitümlü malzemeler kullanılmıştır. Zeminde hava sızdırmazlık için mevcut yapının üzerine 5 cm'lik beton atılmıştır. Çatıda 1,5 cm'lik lamine ahşap OSB, orijinal düşük tavanı destekleyen ahşap yapıya cıvatalı olarak bağlanarak açılan delikler yapışkan bantlarla korunmuştur(Passive House Institute, 2016b).



Resim 3.52. Pencere-duvar-tavan detayı-yalıtım – hava sızdırmazlık (URL-85)



Resim 3.53. Döşeme yalıtım-hava sızdırmazlık detayları ve uygulaması-boru hava sızdırmazlık detayı-yapı havalandırması-ısı köprüleri oluşmaması adına sürekli hava bariyeri uygulamasının (URL-85)



Resim 3.54. Eski yapı duvar-çatı-pencere mevcut durumu-yenileme aşamasında çatı-duvar-döşeme renovasyonun gösterimi (URL-85)

Pencereler

Binanın orijinal doğramaları ahşaptan yapılmış tek camlı olarak uygulanmış şekildedir. Buna karşılık yapı için alüminyum-lamine ahşap karışımı doğrama yapılması kararlaştırılmış ve binaya özel üretilmiştir. Böylelikle diğer binalarla uyumu sağlanmıştır. Pencereler ise üç camlı yüksek verimli cam olarak seçilmiştir (Passive House Institute, 2016b).



Resim 3.55. Pencere öncesi ve sonrası- pencere detayları (URL-85)

Çizelge 3.15. Askeri hastane pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri (Derlenerek yazar tarafından tablolandırılmıştır)

TERMAL KABUK U DEĞERLERİ			
Dış Duvar	0,264 W/(m ² K)	Temel	0,222 W/(m ² K)
Ana Kalınlık: 62 cm – 10 cm Poliüretan Köpük Yalıtım – Plastik Membran Havasızdurmaz – 2.6 cm İç Cephe Sıva Tahtası		12 cm Hazır Metal Levhalar – Hava geçirmez Beton – 15 cm XPS Yalıtım – Akıllı Şap 5 cm – İç Mekan Yer Döşemesi	
Çatı	0,133 W/(m ² K)	Çerçeve	0,82 W/(m ² K)
Cam	0,5 W/(m ² K)	Kapı	0,78 W/(m ² K)

Mekanik sistem analizi

Askeri Hastane Retrofit Pasif Evi içerisinde;

- Havalandırma ve ısıtma sistemi, merkezi dağıtım sistemi olarak yüksek performanslı %85 ısı geri kazanımlı aynı zamanda gaz kazanından gelen ısıyı mekana ileten havalandırma sistemi ile çözülmüştür. Bu sistemde soğuk aylarda öğrenciler yapıya girmeden iki saat öncesinde çalışmaya başlayacak şekilde tasarlanmıştır. Mekanik havalandırma, var olan radyatörlerden gelen ısıyı dağıtarak ısıtmayı sağladığı gibi geceleri içerideki havayı da temizlemektedir. Havalandırma sisteminin her sınıftan sinyalizasyon sistemiyle kontrolü mümkündür.

- Gaz kazanından ısıtma sistemi kullanılmıştır.
- Otomasyon sistemi ile enerji hareketlerinin gözlemlenmesi sağlanmıştır (Passive House Institute, 2016b; URL-81).



Resim 3.56. Havalandırma sisteminin uygulanması ve makine dairesi- yapı ısıtma-havalandırma sistemi-otomasyon sistemi-blower door testi (URL-85)

Çizelge 3.16. Askeri hastane pasif ev standardına göre enerji analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolatırılmıştır)

PH STANDARTLARINA GÖRE ENERJİ ANALİZİ			
Isınma Talebi	18 kWh/m ² a	Havasızdırmazlık N ₅₀	0,8 l/ h
İlk Enerji Talebi	130 kWh/m ² a	Elektrik Tüketimi	-
Elektrik İçin İlk Enerji Talebinin Paylaşımı:	-		

3.2.4. Hiley Road Retrofit Pasif Evi - İngiltere

Yapı kimliği

Hiley Road Retrofit Pasif Evi, İngiltere'nin yağışlı bir iklim yapısına sahip olan Londra şehrinin batısında bulunan Kensal, Green bölgesinde bulunmaktadır. Yapılan değişimlerle birlikte ev, Pasif Ev Enstitüsü tarafından verilen EnerPhit sertifikasına sahiptir. Londra'daki Brent ilçesindeki standartlara göre ilk yenilenen yapı olmuştur (Passive House Institute, 2017).

Hiley Road Retrofit Pasif Evi Projesi mimar Patrick Osborne tarafından tasarlanıp danışman ve işbirlikçi olarak Eco Design Consultants, Milton Keynes, Bowtie Construction, Green Building Store ve Pete Warm ile çalışılmıştır. Betonarme ve yığma sistemle yapılmış olan yapı 2016 Nisan'da yenilenmiştir. Yapı 111 m² alana sahip olup 230 000 £ mal edilmiştir. Yapı da %89 ısıtma enerjisinde verimlilik elde etmektedir. Proje, 2015 yılında İngiltere Passivhaus Konferansı'nda anlatılmış, Passivhaus Plus Magazine'nin 17. baskısında yer almış ve 2016 Uluslararası Passivhaus Konferansı'nda bir poster sunumu olarak kabul edilmiştir (Passive House Institute, 2017).



Resim 3.57. Hiley Road retrofit pasif evi'nden bir görünüş (URL-86)

Yapı değişimi

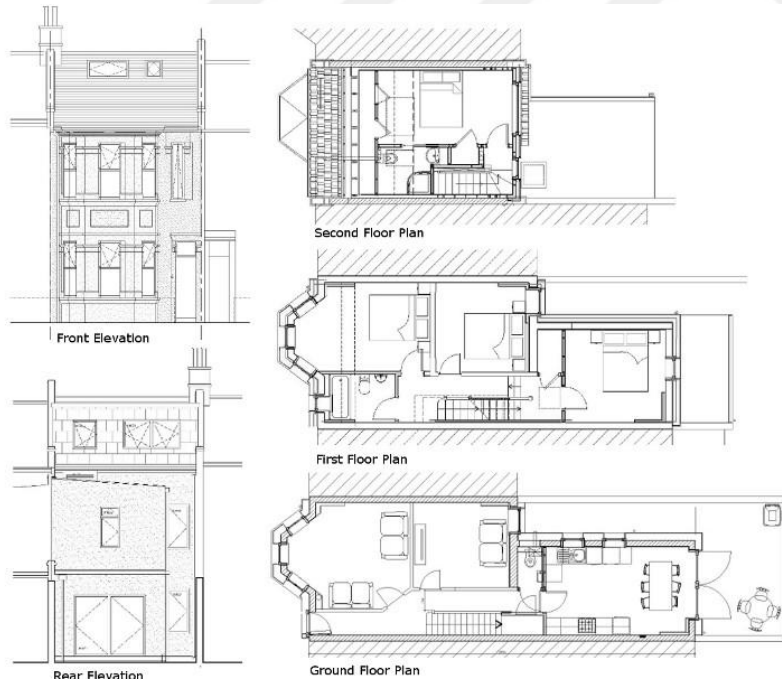
Hiley Road Retrofit Pasif Evi yeni kullanıcıları tarafından düşük enerjili Pasif Evin uzun vadeli faydaları göz önünde bulundurularak ekolojik ve çevreye duyarlı bir yapı olması isteği üzerine çalışmalar başlatılmıştır. Çevreye uyumluluk ve sabit form-yönlendirme açısından zorlanılan bu projede kapsamlı tadilat planı içerisinde bina kabuğundan başlanıp tüm mekanik sistemler yüksek performanslı malzemelerde kullanılarak yenilenmiştir. Aynı zamanda alınan izinlerle beraber yapıda genişletilmeye gidilmiştir (URL-86).



Resim 3.58. Yapının öncesi ve sonrası görünüşü (URL-87)

Plan şeması

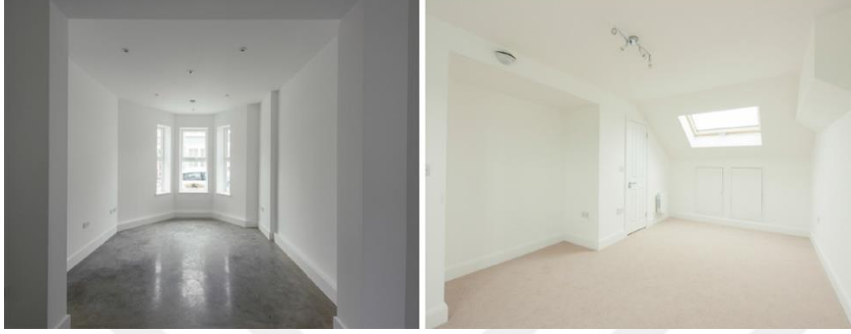
Mevcut merdiven yapım aşamasında kullanılmak ve maliyeti artırmamak adına mevcut yapıda korunmuştur. Yapı içerisinde 4 adet yatak odası, 2 adet banyo, tuvalet, oturma odası, salon, mutfak, yemek alanı, teras bulunmaktadır. (URL-87).



Resim 3.59. Yapının plan şeması ve görünüşleri (URL-87)

İç mekan analizi ve doğal-geri dönüştürülmüş malzeme seçimi

Hiley Road Retrofit Pasif Evi'nde iç mekan düzenlemesinde minimal yaklaşım benimsenmiş kullanılan malzeme ve mobilyalarla iç mekana renk kazandırılmıştır.



Resim 3.60. Yapının iç mekan görünüşleri-renkli mobilya seçimleri-çatı penceresi-parlatılmış beton zemini (URL-86)

Yapı kabuğu analizi

Strüktür

Mevcut yapı İngiltere'nin Viktorya Dönemine ait tuğlalı bir evidir (Passive House Institute, 2017).

Yalıtım-ısı köprüsü-havasızdırmazlık

Hiley Road Retrofit Pasif Evi'nde ısı köprüleri en aza indirerek hava sızdırmazlığı sağlamak için zemin, pencere ve kapılar, döşemeler, birleşim yerlerinde gerekli detay çözümleri yapıp uygulanmıştır. Temel döşemesinde, çıkan ahşap zemin yalıtılmamış ve dayanıksız durumda olduğu görülmüştür. Gerekli yalıtım düzeylerini elde etmenin en basit yolu olarak 30 cm içinde fenolik izolasyonu bulunan beton zemin kaplamasının uygulanması olduğuna karar verilmiştir. Duvarla birleşim yerleri hava sızdırmazlık için bantlanarak sıva ile sağlamlaştırılmıştır. Döşemeye daha sonra yerden ısıtma sistemi entegre edilerek termal kütle gibi davranması sağlanmıştır.

Yapı yaklaşık 1900 yıllarda inşa edilmiş ve sağlam bir tuğla örüntüsü mevcuttur. Duvarlarda nem ya da nem hasarı belirtisi yoktur. Fakat dışarıdan yapılan kaplama işleminde hasarlar mevcuttur. Bu nedenle bu yapı onarılmasına ve izolasyonunun yapılmasına karar verilmiştir. Duvarlardaki hava geçirmezlik içinse tuğla duvarların dış yüzüne ve dış duvar yalıtımının sıcak tarafına hava sızdırmazlık malzemesinin konulmasına karar verilmiştir. Duvarlar beton döşeme levhasından tavana kadar membranla sarmalanmış tavan konstrüksiyonuna kadar devam ettirilmiştir.

Mevcut çatı kötü durumda bulunduğundan sökülüp 1,5 cm alçı levha, 2,5 cm servis boşluğu, 15 cm kiriş araları ve çatı üstüne yalıtımı, 12 cm Ecotherm yapılmıştır. Mevcut seramikler mümkün olduğunca kurtarılıp bitişik teras binalarına benzer bir görünüm alması sağlanmıştır (Passive House Institute, 2017).



Resim 3.61. Zemin döşemesi-döşeme-duvar ve bağlantıları havasızdırmazlık ve yalıtım detayları (Passive House Institute, 2017)



Resim 3.62. Dış duvar ve iç duvar yalıtım ve hava sızdırmazlık detayları ve sonrası (Passive House Institute, 2017)



Resim 3.63. Çatı hava sızdırmazlık-yalıtım detayları (Passive House Institute, 2017)



Resim 3.64. Mevcut merdiven görünüşü ve merdiven-duvar arası yalıtım detayı (Osbourne, 2015)

Pencereler

Mevcut tek cam düz tuğla duvardan çıkartılarak hava sızdırmazlığı artırmak için kontrplaklardan yapılan sistem cam etrafında konumlandırılıp çevresi bantlanıp dahili sıva ile sağlamlaştırılmıştır. Yapıda üç camlı yüksek verimli ve ahşap çerçeveli pencere sistemi Isı yalıtımlı doğrama sistemi seçilerek bina enerji dengesi güçlendirilmiştir. Ayrıca kapılar vakumlu ve yalıtılmış özelliklere sahiptir. Yapıda birde çatı penceresi bulunmaktadır (Osbourne,2015; Passive House Institute, 2017).



Resim 3.65. Pencere yalıtım-hava sızdırmazlık detayının dışarıdan görünümü- pencere detayının katmanlarının grafiksel gösterimi ve mevcut pencere (Osbourne, 2015)



Resim 3.66. Pencere boşluğuna kasa takılarak hava sızdırmazlık ve yalıtım sağlanması-bantlar kullanılarak birleşimlerdeki hava sızdırmazlık detayları (URL-86)



Resim 3.67. Kapı kasası döşeme detayı-yalıtlı kapı görünüşü (Osbourne, 2015; URL-87)

Çizelge 3.17. Hiley Road pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri (Derlenerek yazar tarafından tablolştırılmıştır)

TERMAL KABUK U DEĞERLERİ			
Temel		0,075 W/(m ² K)	
30 cm Betonarme Döşeme – 30 cm Ecotherm			
Mevcut Duvar	0,078 W/(m ² K)	Yeni Duvar	0,135 W/(m ² K)
1,3 Alçı – 21,5 Tuğla Duvar – 25 cm Yalıtım – 1 cm Silikon		1,5 cm Alçı Levha – 2,5 cm Servis Boşluğu – 1 cm Ahşap Struktur Arasına Yalıtım – 0,9 cm Kaplama – 10 cm Ecotherm – 1,5 cm Kaplama	
Çatı	0,11 W/(m ² K)	Çerçeve	1,07 W/(m ² K)
Cam	0,91 W/(m ² K)	Kapı	0,79 W/(m ² K)

Mekanik sistem analizi

Hiley Road Retrofit Pasif Evi' nin içerisinde;

- Havalandırma sistemi: Kanal tasarımı yatak odası, oturma odası ve yemek odasına temiz hava sağlarken ikinci katta mutfaktan, banyodan havayı atmaktadır. Hava transferi için koridorlar kullanılmıştır. Hava hareketini sağlamak içinse kapıların altı kesilmiştir.

- Isıtma sistemi: Basit ve uygun maliyetli olacak şekilde tasarlanmıştır. Zeminde yerden ısıtma sistemi kullanılıp üst katlarda küçük radyatörler yatak odaları ve banyoları ısıtmaktadır. Mevcut gaz kazanı korunmuştur.
- Atık su ısı geri kazanım sistemi kullanılmıştır.
- Su kullanımını en aza indirecek şekilde suya hacim eklemek için düşük akışlı duş başlıkları ve musluklar kullanılmıştır.
- Fotovoltaik paneller kullanılmıştır.
- Verimli elektrikli aletlerin kullanılmıştır (Passive House Institute, 2017; URL-86).

Çizelge 3.18. Hiley Road pasif ev standardına göre enerji analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

PH STANDARTLARINA GÖRE ENERJİ ANALİZİ			
Isınma Talebi	15 kWh/m ² a	Havasızdırmazlık N ₅₀	0,54 l/ h
İlk Enerji Talebi	113 kWh/m ² a	Elektrik Tüketimi	-
Elektrik İçin İlk Enerji Talebinin Paylaşımı:		-	

4. TÜRKİYE’DE PASİF EV UYGULAMALARI

Tezin bu bölümünde Türkiye’den pasif ev örnekleri incelenmiş ve “Türkiye’de pasif ev yapmak” ilgili bilgi toplanarak ülkemizdeki uzman kişilerin görüşlerine yer verilmiştir. Türkiye’de sadece Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Gaziantep şehrinde bulunan yeni inşaat ve mevcut yapı yenileme olarak Pasif Ev ve EnerPhit Pasif Ev Standartlarına göre yapılmış 2 örnek bulunmaktadır: Gaziantep Ekolojik Evi ve Gaziantep Kuluçka Merkezi Pasif Evi. Söz konusu örnekler tekil ve tek katlı ofis yapısı bina türünde olup Türkiye’de Pasif Ev ve EnerPhit Sertifikası almış ve başarılı sonuçlar vermiş örnek yapılarıdır.

Çalışma kapsamında incelenen yapılara ilişkin giriş niteliğinde yapı genel özelliklerinin tanıtıldığı yapı künyesi oluşturulmuş ve sonrasında yapı kimliği, yapıdaki değişimler, plan şemaları, iç mekan özellikleri ve doğal geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı, strüktür ve teknik detayları, yapı kabuğu, yalıtım, hava sızdırmazlık, ısı köprüleri, mekanik sistem analizleri, u değerleri ve Pasif Ev ve EnerPhit Standartlarına göre enerji kullanımları verileri anlatılmıştır. Aynı zamanda Türkiye’de kabul edilen TS 825 yapı standardına göre yapı kabuğu verileri karşılaştırılmıştır.

Bu bölümün temel amacı Türkiye’de aynı iklim kuşağında farklı strüktürlerde tasarlanmış, yeni ve mevcut olarak yapılmış ofis yapılarının Pasif Ev ve EnerPhit Pasif Ev Standartlarıncı incelenerek Türkiye’deki Pasif Ev algısını ve uygulamalarını değerlendirmek, ülkemizdeki uygulanabilirliğini ve nasıl yaygınlaştırılabileceğini bu konuyla ilgili uzman kişilerin görüşlerine değinerek tartışmaktır.

4.1. Gaziantep Ekolojik Pasif Evi - Türkiye

Yapı kimliği

Gaziantep Ekolojik Pasif Evi, Türkiye’de sıcak-ılıman bir iklim yapısına sahip olan Gaziantep şehrinde bulunmaktadır. Yapı, Büyükşehir Belediyesi’nce İnsan Kaynakları Merkezi olarak kullanılmaktadır. Günümüzde özellikle çocuklar için enerji verimliliği konularında bilgilendirmelerin yapıldığı ve bu konularla ilgili etkinliklere de ev sahipliği

yapmaktadır. Yapı, Gaziantep şehrinde merkezi konumda yer aldığından ulaşımı kolaydır ve bu sebeple çok sayıda ziyaretçiyi ağırlamaktadır.

Binanın tasarımı başlangıçta Türk bir mimar tarafından yapılmış (Resim 4.1), ancak oldukça hareketli bir kütle olarak tasarlanan binanın, yapım aşamasında Pasif Ev Standartlarını sağlayamayacağı düşünüldüğü için Alman mimarlar tarafından yeniden tasarlanmıştır. Yeni tasarımda yapının inşasında, kullanılacak enerji ve malzeme kaynaklarının verimliliğine, minimum atık ve maksimum geri dönüşüm ilkelerine uyulmuştur. Kompakt bir mimari form seçilerek enerji kayıpları en aza indirgenmeye çalışılmıştır.



Resim 4.1. Yapıya dair ilk tasarım (Güleç Müftüoğlu, 2016)



Resim 4.2. Gaziantep İnsan Kaynakları Merkezi görünümü (URL-88)

Gaziantep Ekolojik Pasif Evi, Türkiye’de Pasif Ev Enstitüsünce verilen Pasif Ev Sertifikasını almış ilk yapıdır. Aynı zamanda USGBC’nin verdiği LEED Sertifikasının en yüksek sertifika seviyesi olan LEED Platinum Sertifikasını da almıştır. LEED puan sisteminin bir parçası olarak nihai enerji performansına odaklanmayıp kullanılan

malzemelere dikkat edilip su verimliliği, sürdürülebilir alan, malzeme ve kaynaklar, kapalı çevre kalitesi, enerji ve atmosfer odaklı değerlendirmelere dayanmaktadır. Pasif Ev Sertifikası ise daha çok ısıtma yükü, birincil enerji talebi, hava geçirmezlik gibi belirli sayısal değerleri olan ve bunu sağlayan yapılara verilmektedir. Böylelikle bir yapının hem LEED Sertifikası alıp hem de Pasif Ev standardını karşılayabileceği de gösterilmiştir (Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Ekolojik Bina, 2017).

Gaziantep Ekolojik Pasif Evi Projesi R-M-P Mimarlık tarafından, Gaziantep Büyükşehir Belediyesi için tasarlanmış, danışman ve işbirlikçi olarak Tuğba Salman Gürcan-Ekho Mimarlık ve 3T Mühendislik ile çalışılmıştır. Betonarme sistemle inşa edilen yapı 2011 yılında tamamlanmıştır. 320 m² alana sahip olan yapı metre kare başına 1143 €/m²'ye mal edilmiştir. Yapı tipik bir binaya göre %90 enerji tasarrufu sağlamaktadır (Güleç Müftüoğlu, 2016). Gaziantep Ekolojik Ev Projesi, toplam 86/110 puan ile Platinum seviyesinde LEED Sertifikasına layık görülmüştür.

Gaziantep Ekolojik Evi Projesi, toplamda 366 000 €'ya mal olmuştur. Bu fiyata işçilik, genel inşaat malzemeleri ve dekoratif malzemeleri dahildir. LEED ve Pasif Ev Standartlarına ulaşmanın genel maliyeti ise 205 128 €'dur. Bunun içerisinde;

Çizelge 4.1. Gaziantep ekolojik evi maliyet analizi

Yalıtım: 12 000 €	Pencereler: 16 335 €	Havalandırma: 6 797 €
Kanada kuyu sistemi:16 996€	Isı pompası sistemi: 19 875 €	Havasızdırmazlık: 762 €
PV Panel: 24 768 €	Nem kontrol ürünü: 2 140 €	Otomasyon sistemi:15 288 €
İç ve dış mekan aydınlatması: 22 168 €	Su verimli sistem ve vitrifiye: 9 891 €	İç mekan doğal malzeme kullanımı:18 346 €
Yeşil çatı ve peyzaj: 40 362 €		

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi Pasif Ev Kriterleri adına yapılan yalıtım, hava sızdırmazlık, havalandırma, kanada kuyusu sistemi, havalandırma sistemine göre maliyetin çoğu LEED Kriterlerini sağlamak adına yapılmıştır. Ayrıca USGBC'nin vermiş olduğu LEED Sertifikasının bedeli 3 000 € iken Pasif Ev Sertifikasının bedeli 1 200 €'dur. LEED Sertifikasının bedeli toplam taban alanına göre değişip metrekare başına net fiyatı bulunmaktadır. Pasif Ev Sertifikası için belirli bir oran olmayıp sertifika sahibine göre değişmektedir. Yapı hem Pasif Ev hem de LEED Sertifikasına ulaşmak için yalnızca 175 €

/ m² ilave yatırım yaparak ulaşabilirken LEED Platinum için metre kare başına 516 € / m² yatırım yapılmıştır.

Görüldüğü üzere LEED Sertifikası sürdürülebilirlik için oldukça başarılı olsa da büyük ölçüde maliyetli bir yatırım gerektirmektedir. Pasif Ev Standardı ise enerji performansları ve verilere dayandığı için daha rasyonel ve uygulanabilir olmaktadır (Salman Gürcan,2018).

Plan şeması

Gaziantep şehir merkezindeki parkın içerisinde bulunan kompakt bir forma sahip tek katlı yapıda 60 kişilik konferans salonu ve fuaye ile esnek dinlenme, bekleme, sergi, bilgilendirme ve çalışma alanı bulunmaktadır.

Yapının tasarımında kuzey ve güney cephesindeki duvarlar dikdörtgenin uzun kenarını temsil ettiğinden çevre ile ilişkisi daha fazla olacak ve daha çok saydam yüzey barındıracak şekilde tasarlanmıştır. Bina güneye yönlendirilerek güney cephesindeki pencere açıklıkları geniş tutulmuş böylelikle doğal aydınlatma sağlanmıştır. Aynı zamanda yeşil peyzaj alanında bölgede yetişen yaz-kış yeşil kalıp az su isteyen ve az bakım gerektiren bir bitki örtüsü de kullanılmıştır (Gaziantep Büyükşehir Belediyesi, 2018; Güleç Müftüoğlu, 2013; Salman Gürcan,2018).



Resim 4.3. Plan Şeması (Güleç Müftüoğlu, 2016)

İç mekan analizi ve doğal-geri dönüştürülmüş malzeme seçimi

Yapıda yerel malzemeler kullanılmıştır. Esnek bir iç mekan planlaması vardır. Konferans salonunda zemin döşemesi olarak ahşap kaplama tercih edilmiştir. Çok amaçlı olarak kullanılan kısımda ise açık renkli anti bakteriyel PVC zemin döşemesi tavanda giriş kısmında bakır asma tavan çalışma kısmında ise çelik hasır asma tavan kullanılmıştır. Düşük emisyonlu yapı malzemeleri kullanılmıştır.



Resim 4.4. İç mekan görünüşleri (URL-89)

Yapı kabuğu analizi

Strüktür

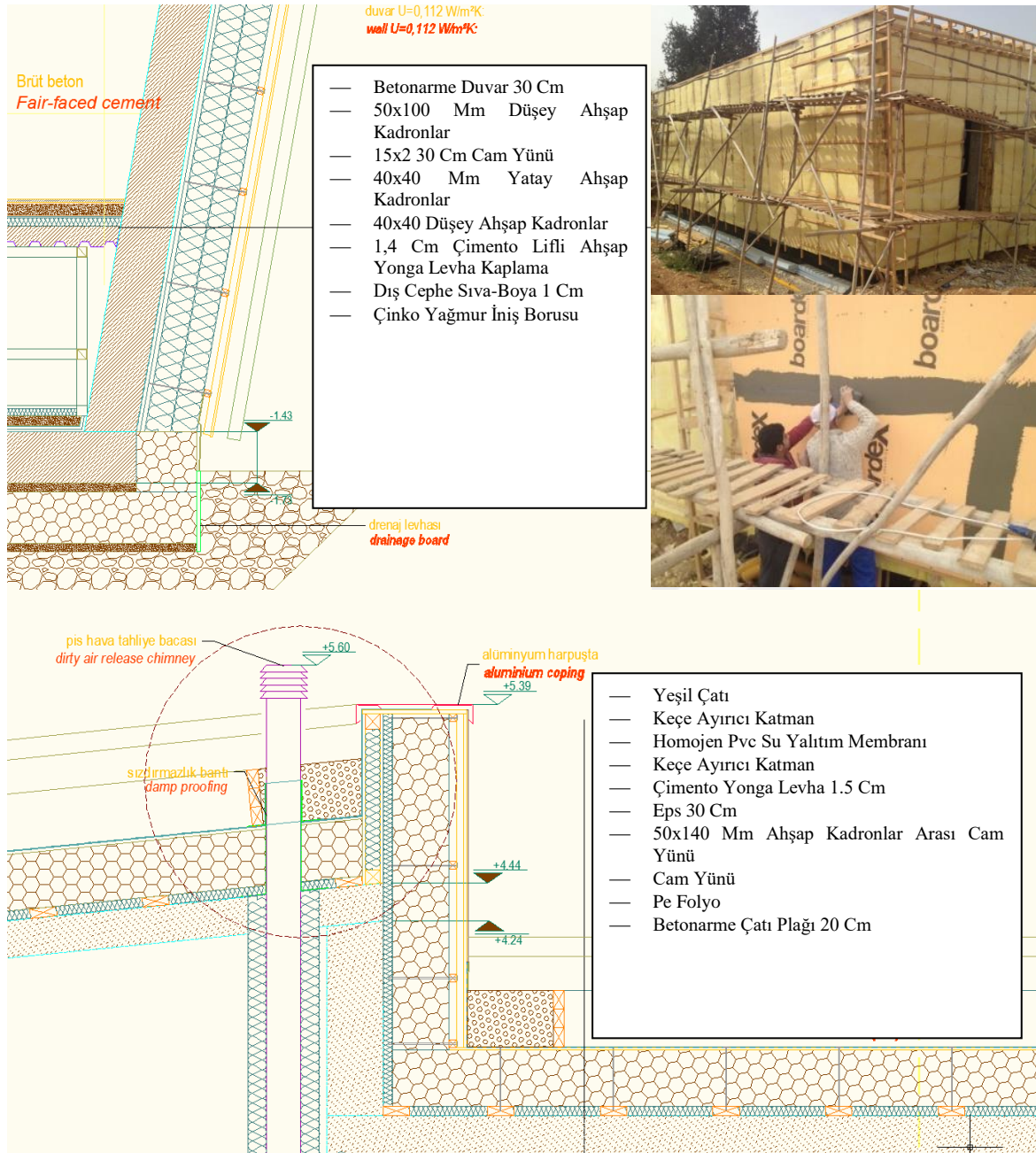
Yapı betonarme olarak inşa edilmiştir.

Yalıtım-ısı köprüsü-hava sızdırmazlık

Yapıda pasif ev standartları gereğince uygulanan yalıtım, ısı köprüsüz –hava sızdırmaz tasarım anlayışından ötürü yapıda kesintisiz ve sürekli bir yalıtım tabakası uygulanıp duvar-tavan-temel birleşimleri hava sızdırmazlık bariyerleri ile kaplanarak yapıdaki ısı kaybı ve hava sızıntısı engellenmiştir. Yalıtım 40 cm kalınlığında neme ve yangına dayanıklı cam yünü malzemeyle sağlanmıştır. Zeminde yerden ısıtma için borular geçirilmiştir. Yeşil çatıda ise 30 cm kalınlığında yalıtım kullanılmıştır. Temel de 30 cm kalınlığında 15'er cm 2 kat şeklinde yalıtım uygulanmıştır. Hava sızdırmazlık ise vario bant kullanılarak yapılmıştır (URL-90).



Resim 4.5. Temel-duvar yalıtım-havasızdırmazlık uygulamasının yapılışı (URL-90)



Resim 4.6. Temel-duvar yalıtım-havasızdırmazlık uygulamasının yapılışı (Güleç Müftüoğlu, 2018)

Pencereler

Üç camlı pencere sistemi (4+16+4 mm) ve ısı yalıtımlı doğrama sistemi kullanılarak ısı kayıplarının önüne geçilip bina enerji performansı artırılmıştır. Güney cephede geniş pencere açıklıklarıyla doğal aydınlatma sağlanmıştır (Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Ekolojik Bina, 2017).



Resim 4.7. Pencere – duvar yalıtımı (URL-88; URL-90)

Çizelge 4.2. Gaziantep ekolojik pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

TERMAL KABUK U DEĞERLERİ					
PASİF EV STANDARDI		TS 825 STANDARDI	PASİF EV STANDARDI		TS 825 STANDARDI
Dış Duvar	0,092 W/(m ² K)	0,5 W/(m ² K)	Temel	0,111W/(m ² K)	0,45 W/(m ² K)
35 cm Camyünü Yalıtım			30 cm XPS Yalıtım		
Çatı	0,101 W/(m ² K)	0,3 W/(m ² K)	Çerçeve	0,96 W/(m ² K)	-
Cam	0,56 W/(m ² K)	2,4 W/(m ² K)	Kapı	0,74 W/(m ² K)	-

Mekanik sistem analizi

Gaziantep Ekolojik Pasif Evi'nde kullanılan mekanik sistemler;

- Havalandırma/ısı – nem dengesi sistemi: Isı geri kazanımlı havalandırma sistemi ile yapı içerisindeki konfor koşulları sağlanırken aynı zamanda bu sisteme destek olabilmek için toprağın 1,7 m altında, toprağın kışın sıcak yazın ise soğuk etkisi kullanılarak bina yanında konumlandırılan boru sistemi ile kışın sıcak yazın ise serin havanın bina içerisine taşınması şeklinde çalışan “Kanada Kuyusu Sistemi” entegre edilmiştir. Böylelikle bu sistemle bina hem havalandırılıp hem de ısıtılıp soğutulmasına yardımcı olmaktadır.
- Isı pompası sistemi: Bu sistemle, pompalarla derin kuyulardan emilmiş olan su, ısı pompasına gönderilerek enerjisi alınmakta ve tekrar şarj olması için kuyuya gönderilmektedir. Böylelikle yapıda yazın soğutma (7-12 derece), kışın ise (55-45 derece) ısıtma sağlanmaktadır.

- Yerden ısıtma ve serinletme sistemi: Yer döşemesine döşenen borular vasıtasıyla binanın tüm ısıtma soğutma ihtiyacı karşılanmaktadır.
- Yağmur suyu depolama sistemi: Suyun verimli kullanılmasına yardımcı olan bu sistem de yağmur suları borularla toplanıp filtreden geçirilip biriktirilerek yapının peyzajında kullanılmaktadır.
- Gri su arıtma sistemi: Binada bulunan evsel atık sularının (lavoba-yer giderleri vb) yeniden kullanılması şeklinde çalışan bu sistemle yapı içerisine geri kazandırılan su, klozet rezervuarlarında kullanılmak üzere verilmektedir. Arıtmaya dahil olmayan atık sular ise şehir kanalizasyon hattına gönderilmiştir.
- Su tasarrufu: Yapı içerisinde kullanılan düşük debili ve basınçlı armatürler ve susuz pisuarlar sayesinde sağlanmaktadır.
- Enerji verimli aydınlatma sistemi: Yapıda düşük enerji kullanan LED aydınlatma sistemi kullanılmıştır.
- Yenilenebilir enerji sistemi: Yapıda 20 kW gücünde bahçede konumlandırılan fotovoltaik paneller sayesinde enerji üretilmektedir. Binanın tüm elektrik ihtiyacı karşılanmaktadır.
- Otomasyon sistemi: Yapı içerisinde yer alan üretilen ve tüketilen enerjileri göstererek kullanıcıları bilgilendiren binayı takip edebilecekleri otomasyon sistemi bulunmaktadır.
- Enerji verimli aletler: Yapı içerisinde enerji tasarruflu ekipman ile iç ısı yükleri azaltılmaya çalışılmıştır.
- Gölgeleme sistemi: Yapının güney cephesinde yer alan güneş kırıcılarla yapıya istenmeyen güneşin girmesi engellenmektedir. Ayrıca, bunun için peyzajda yer alan bitki örtüsü de kullanılmaktadır.
- Yeşil çatı sistemi: Yapının nem miktarının ayarlanmasına ve karbon salınımının düzenlenmesine ve aynı zamanda ısı kaybının önlenmesine katkıda bulunan bu sistem izolasyon malzemeleriyle de desteklenerek çevredeki yerel bitkilerin yetiştirildiği bir yeşil çatı sistemidir (Cihan, 2013; URL-91).



Resim 4.8. Bina dışında kurgulanmış fotovoltaik paneller- kanada kuyusu sistemi- havalandırma boruları ve sistemi (URL-90)

Çizelge 4.3. Gaziantep Ekolojik Pasif Ev Standardına göre enerji analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolatırılmıştır)

PH STANDARTLARINA GÖRE ENERJİ ANALİZİ			
Isınma Talebi	7,23 kWh/m ² a	Havasızdırmazlık N ₅₀	0,5 l/ h
İlk Enerji Talebi	95,81 kWh/m ² a	Elektrik Tüketimi	1 432,33 kW
Elektrik İçin İlk Enerji Talebinin Paylaşımı:	25 592,30 kW		

4.2. Gaziantep GAP Enerji Verimliliği ve Danışmanlık Kuluçka Merkezi Pasif Evi-Türkiye

Yapı kimliği

Gaziantep Kuluçka Merkezi Pasif Evi, Türkiye’de sıcak – ılıman olan tipik Akdeniz iklim koşullarına sahip Gaziantep şehrinde bulunmaktadır. Dikdörtgen kompakt bir forma sahiptir. Kuluçka Merkezinin Kurulum amacı Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve enerji verimliliğe teşvik için danışmanlık yapan bir kurum yaratmaktır. EnerPHit standartlarına göre yenilenerek Gaziantep’teki Enerji Verimliliği Denetim Şirketleri tarafından bir büro olarak kullanılmaktadır. Türkiye’de Pasif Ev Enstitüsünün vermiş olduğu EnerPhit sertifikasını almış tek ve ilk yapıdır. Ayrıca sıcak

iklim bölgelerinde öncü proje olarak gerçekleştirildiği içinse EnerPhit Pilot Proje olarak onaylanması gerektiği kararlaştırılmıştır (Güleç Müftüoğlu, 2016; Salman Gürcan, 2018).

Gaziantep Kuluçka Merkezi Pasif Evi Projesi Ekho Mimarlık tarafından GAP Bölgesi Kalkınma İdaresi Başkanlığı için tasarlanıp danışman ve işbirlikçi olarak Çakmanus Mühendislik ve San-İs İnşaat ile çalışılmıştır. Betonarme sistemle inşa edilmiş olan yapı 2015 yılında yenilenmiştir. Yapı 208 m² alana sahip olup 95 702,00 €'ya mal edilmiştir. Bu binada önceki haline göre ısıtmada %87 ve genel ev giderlerinde ise %74 tasarruf sağlanmıştır. Bununla birlikte PHI Sertifikasyonu için gereken soğutma talebini karşılamamıştır. Akdeniz ikliminde bir bina olduğu için mevcut binanın kendi içerisindeki sınırlamaları nedeniyle soğutma talebini, ısıtma talebi değerine düşürmenin neredeyse imkânsız olduğu fark edilmiştir. (Salman Gürcan,2018), (Güleç Müftüoğlu,2016)

Gaziantep Kuluçka Merkezi Pasif Evi Projesine hükümet tarafından tahsis edilen proje bütçesi yaklaşık 120 000 €'dur. Maliyeti düşürüp bütçenin altına inebilmek için tasarımdan çok işlevselliğe önem verilmiştir. Tasarım aşamasından sonra EnerPhit standartlarını karşılamak için yapılan finansal araştırmada, tadilatlar 73 108,26 € mal olurken LEED Platinum ve EnerPhit yenileme maliyeti toplam 95 702,00 € 'dur. Bu da pasif ev için yaklaşık %30 ekstra yatırım yapıldığı anlamına gelmektedir. Buna göre yapılmış maliyet analizi:

Çizelge 4.4. Gaziantep Kuluçka Merkezi pasif evi maliyet analizi

Duvar-Tavan-Zemin ve Temel Duvarı üzerine Yapılan Yalıtım: 8 386 €	Havasızdırmazlık Malzemesi : 2 071 €
Pencere-Kapı Değişimi: 12 000 €	Isı Geri Kazanımlı (PHI Sertifikalı MHVR) Havalandırma Sistemi-Isı Pompası- PV Panel: 38 570 €

Görüldüğü üzere yapı kabuğunda yapılan yalıtım ve hava sızdırmazlık işleri diğer işlere oranla en uygun maliyetli olanlardır. Diğer yenilemeler ise toplam maliyete kıyasla oldukça yüksek bir yatırım anlamına gelmektedir. Bunun nedeni ise bu teknolojilerin AB ülkelerinden ithal edilmesidir. Türk pazarında söz konusu malzeme ve sistemlerin yerel muadilleri mevcut değildir. Bu durumda EnerPhit yenilemelerini daha uygun hale getirmek için yerel PHI Sertifikalı bileşenler üretilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Resim 4.9'da yapının yenileme sonrası fotoğrafı görülmektedir.



Resim 4.9. Kuluçka Merkezi Pasif Evi yenilenmiş görünümü (URL-93)

EnerPhit standartlarında yapı yapmak en iyi kalite ve en düşük ek maliyet ile uzun vadeli tasarruf sağlasa da ilk yatırım maliyeti yatırımcılara fazla görünebilir. Oysaki Salman Gürcan'a göre binayı yenilemektense, yıkıp yerine TS 825 kapsamında, enerji verimliliği olmayan yeni bir bina yapılmış olsa yaklaşık maliyeti 95 702 €'dur. Bu nedenle mevcut bir yapıyı EnerPhit standardına göre yenilemek, sıfırdan yapıp sonra yenilemekten daha karlı bir yatırımdır. EnerPhit yenilemesinin ek maliyetinin geri dönüşümü daha hızlı olacaktır (Salman Gürcan, 2018).

Yapı değişimi

1970'li yıllarda inşa edilmiş tuğla duvarlı bir yapıdır. Binanın dış kabuğunda yalıtım bulunmamaktadır. İç mekanda nem yüzünden oluşmuş hasarlar oluşmuştur. Yenilenmemiş binada 3 kez yapılan Blower Door Testi sonucu hava sızdırmaz olmadığı anlaşılmıştır. Bu testin sonucunda EN 13829 Standardı uyarınca 9,04h, 3,80h, 4,84h değerlerine erişilmiştir. Ana hava akımının ahşap çerçeveli pencerelerden, split klima ünitesi kanallarından ve dış duvar deliklerinden olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple binanın EnerPhit Standartlarını karşılayabilmesi için binaya iç ve dış yalıtım uygulanarak hava sızdırmazlık ve ısı köprüleri engellenmiş, pencereler değiştirilmiş, mevcut döşeme üzerine yalıtım uygulanmış ve yerden ısıtma sistemi döşenmiştir. Ek olarak aşırı ısınmayı önlemek için ayrıntılara dikkat edilmiştir. Ayrıca binanın güney kısmında 8 m yüksekliğinde yoğun çam ağaçlarıyla

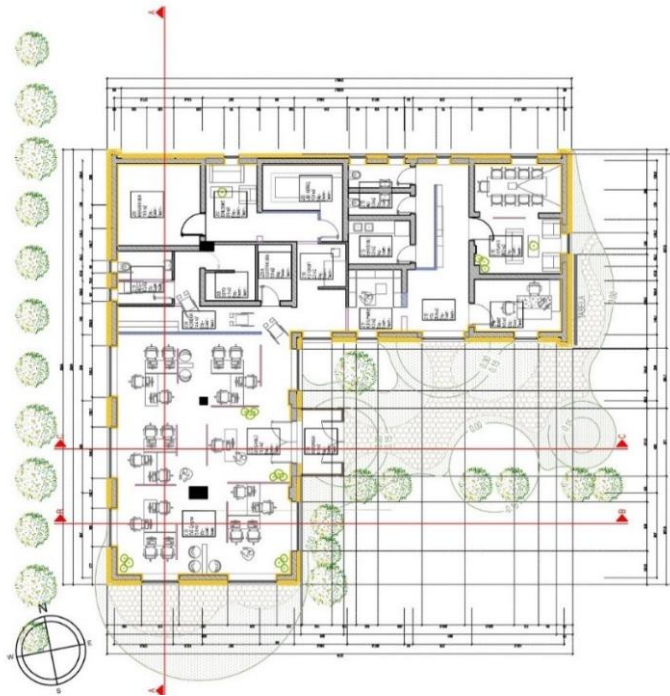
çevrelendiği için gölgelendirme açısından doğal bir sistem kullanılmıştır. (Salman Gürcan, 2018)



Resim 4.10. Yapının eski ve yeni görüntüsü (Salman Gürcan, 2018)

Plan şeması

Oturum alanı 208 m² olan yapı tek kattan oluşan “L” şeklindeki bir forma sahiptir. İçerisinde bir fuaye, çalışma alanları ve 1 toplantı salonu bulunmaktadır.



Resim 4.11.Yapının planı (URL-94)

İç mekan analizi ve doğal-geri dönüştürülmüş malzeme seçimi

Yapıda pencereler üç camlı low-e düşük emisyonlu yalıtımlı doğramalı camlarla değiştirilmiştir.



Resim 4.12. İç mekan render görünümü ve uygulaması (URL-94)

Yapı kabuğu analizi

Strüktür

Yapı yığma olarak inşa edilmiştir.

Yalıtım-ısı köprüsü-hava sızdırmazlık

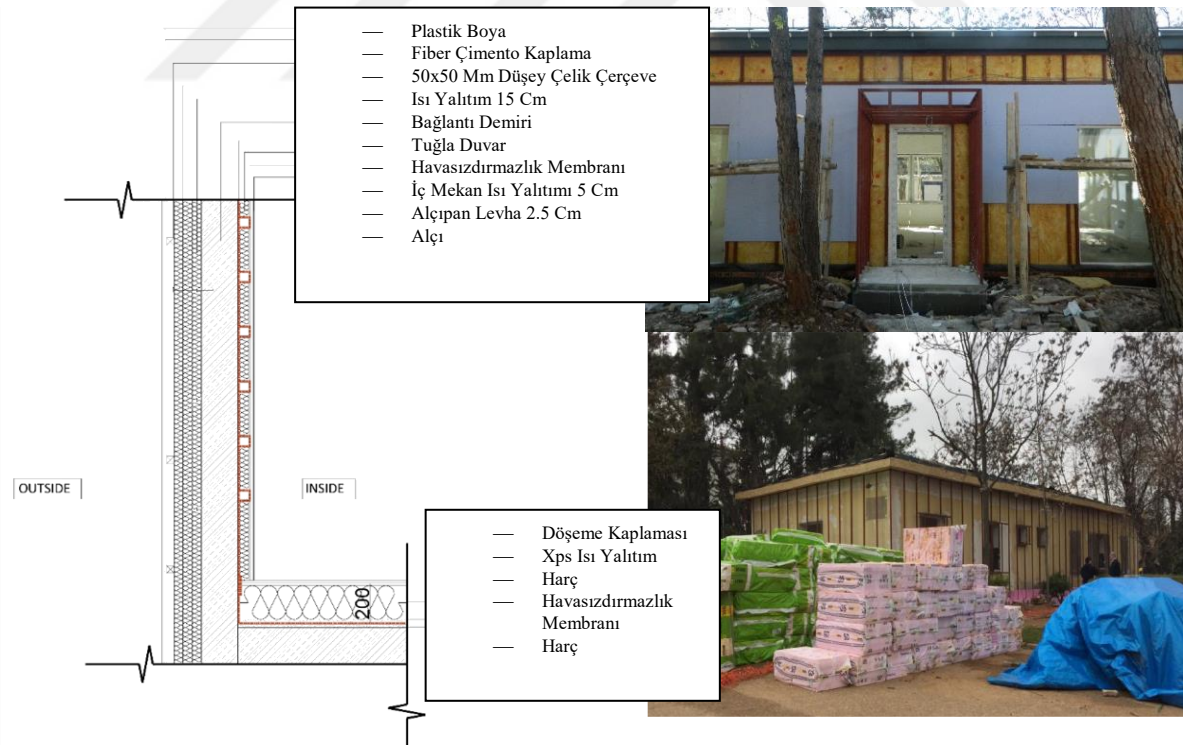
Yapıda pasif ev standartları gereğince uygulanan yalıtım, ısı köprüsüz –hava sızdırmaz tasarım anlayışından ötürü yapıda kesintisiz ve sürekli bir yalıtım tabakası uygulanıp duvar-tavan-temel birleşimleri hava sızdırmazlık bariyerleri ile kaplanarak yapıdaki ısı kaybı ve hava sızıntısı engellenmiştir. Hava sızdırmazlık için membranlar ve bantlar kullanılmıştır. Yalıtım duvarlarda içten 6 cm dıştan 16 cm olacak şekilde toplam 24 cm cam yünü levha, döşemede ise dış duvarlarında 20 cm PHI *foamboard* malzeme, çatıda ise 24 cm kalınlığında cam yünü şilte olarak uygulanmıştır (URL-4). Böylelikle enerji verimliliğinin yanında ısı yalıtımı, hava sızdırmazlık, havalandırma ile kontrolsüz ortam nemi engellenip yeni ve sağlıklı konforlu bir iç mekan oluşturulmuştur (Salman Gürcan, 2018).



Resim 4.13. Yerden ısıtma sistemi-iç mekan uygulaması (Salaman Gürcan,2018; URL-95)



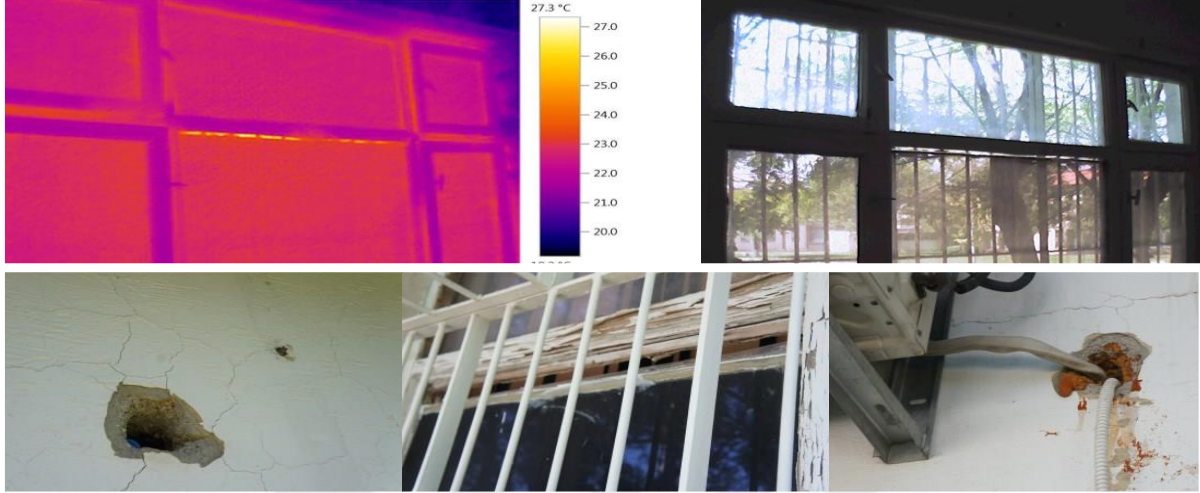
Resim 4.14. Bina dış mekan-temel yan duvarlar yalıtım uygulaması-detayları (URL-95)



Resim 4.15. Dış duvarlarda yalıtım uygulaması ve detayları (URL-95)

Pencere

Üç camlı pencere sistemi (4+12+4mm) ve ısı yalıtımlı doğrama sistemi kullanılarak ısı kayıplarının önüne geçilip bina enerji performansı artırılmıştır (Salman Gürcan, 2018).



Resim 4.16. Pencere ısı kaçışları- eski pencere görünümleri (Salman Gürcan, 2018)

Çizelge 4.5. Gaziantep Kuluçka Merkezi Retrofit pasif evinde yapı kabuğuna ait u değerleri (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

TERMAL KABUK U DEĞERLERİ					
PASİF EV STANDARDI		TS 825 STANDARDI	PASİF EV STANDARDI		TS 825 STANDARDI
Dış Duvar	0,149W/(m ² K)	0,5 W/(m ² K)	Temel	0,169 W/(m ² K)	0,45 W/(m ² K)
20 cm Camyünü Yalıtım			20 cm XPS Yalıtım		
Çatı	0,201W/(m ² K)	0,3 W/(m ² K)	Çerçeve	0,81W/(m ² K)	-
20 cm XPS Yalıtım					
Cam	0,56 W/(m ² K)	2,4 W/(m ² K)	Kapı	0,89 W/(m ² K)	-

Mekanik sistem analizi

Gaziantep GAP Enerji Verimliliği ve Danışmanlık Kuluçka Merkezi Pasif Evi'nde;

- Isı geri kazanımlı havalandırma sistemi: Yaz aylarında dış hava sıcaklığı 32 derecenin üstünde olduğu takdirde yüksek verimli bir havalandırma sisteminin kullanımı enerji verimliliği açısından oldukça önem teşkil etmektedir. Besleme kanalları ise serin havayı ve nemi alacak şekilde kurgulanmıştır.

- Hava kaynaklı ısı pompası: Güneş sistemi ile kombine edilip yapının ısıtma ve soğutulmasında kullanılmıştır.
- 6 kW gücünde fotovoltaik paneller
- Sıcak su üretimi
- Enerji verimli aydınlatma ve ekipman ile LED aydınlatma: Hem enerji tasarrufu sağlayıp hem de iç ısı yükünün azaltılmasını sağlamıştır.
- Gölgeleme sistemi: Yapı çevresinde var olan bitki örtüsü ile yetinilmiştir.
- Gece boyunca yapılan pencere havalandırması (Salman Gürcan,2018) , (Güleç Müftüoğlu,2016).

Çizelge 4.6. Gaziantep Kuluçka Merkezi Retrofit pasif ev standardına göre enerji analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

PH STANDARTLARINA GÖRE ENERJİ ANALİZİ					
Isınma Talebi	20 kWh/m ² a	Havasızdırmazlık N ₅₀	1 l/ h		
İlk Enerji Talebi	79 kWh/m ² a	Elektrik Tüketimi	-		
Elektrik İçin İlk Enerji Talebinin Paylaşımı:		-			
BİNA ÖNCESİ VE SONRASI ENERJİ DEĞİŞİMİ					
ENERJİ TALEBİ	ÖNCESİ	SONRASI	ENERJİ TALEBİ	ÖNCESİ	SONRASI
Isıtma	143 kWh/m ² a	19 kWh/m ² a	Soğutma	180 kWh/m ² a	28 kWh/m ² a
Elektrik Kullanımı	65 kWh/m ² a	53 kWh/m ² a	Total Enerji	388 kWh/m ² a	100 kWh/m ² a

Pasif Ev ve EnerPhit Standartları içerisinde yapılmış ve sertifikalandırılmış bulunan başarılı sonuçlar vermiş bu iki yapı örneği, Türkiye’de hem yeni hem de mevcut yapılara Pasif Ev standartlarının uygulanabileceğini ve şartların iyileştirildiği takdirde de yaygınlaşabileceğinin bir göstergesidir.

Çalışmanın bu bölümünde Türkiye’de pasif ev yapımı konusunda bazı uzman ve yetkililerin görüşlerine başvurulmuş. Ülkemizde Pasif Ev konusundaki çalışmalarını, kurucusu olduğu Sıfır Enerji ve Pasif Ev Derneği (SEPEV) adı altında yürüten Yüksek İç Mimar ve Pasif Ev Değerlendiricisi Tuğba Salman Gürcan, Gaziantep Büyükşehir Belediyesi’nde İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı , Ekolojik Kent Tasarım Şube Müdürü olarak görev yapan Yüksek Mimar Seda Müftüoğlu Güleç, TMMOB Mimarlar Odası Ekolojik Mimarlık Ofisi’nin kurucusu olup BREAM Değerlendiricisi olarak görev yapan Mimar Rüksan Tuna, İzocam’da Teknik Pazarlama Müdürlüğü yapan Dr. Kemal Gani Bayraktar , Eski İzocam

Genel Müdürü Nuri Bulut , Almanya’da Pasif Ev Tasarımcısı, R.P.M Mimarlık ofisinin kurucusu olan Mimar Roland Matzig , E-G Mimarlık ofisinin kurucusu olan Mimar Erden Güven, Gaziantep Büyükşehir Belediyesi’nde Enerji Eğitim Şube Müdürü Mimar Ayşegül Tekerekoğlu, AKCOR Havalandırma Genel Müdür Yardımcısı Mehmet Rodop ve Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayiciler Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Ferdi Erdoğan bu isimlerden bazılarıdır.

Ülkemizde sıfır enerjili binaların yaygınlaşmasını sağlamak çevreye duyarlı bir yapı sektörünün oluşmasına yardımcı olmak ve pasif ev standartlarını ve pasif evi tanıtmayı hedef olarak seçen ve Uluslararası Pasif Ev Derneğine bağlı bir kuruluşu SEPEV (Sıfır Enerji ve Pasif Ev Derneği) adı altında kuran İç Mimar Tuğba Salman Gürcan kendisi ile yapılan yüz yüze görüşmede, Pasif Ev ve Sıfır Enerji konusunda ülkemizin daha yolun başında olduğunu ve bu konu hakkında ülkemizde sektörel anlamda şahıs, kurum ve kuruluşların iletişime geçebileceği bir mecra olmadığından bu boşluğu doldurmak ve bilinç yaratmak amacıyla SEPEV derneğini kurduklarını ifade etmiştir. Böylelikle Türkiye’de pasif ev projelerine dair ilk adımı Gaziantep Büyükşehir Belediyesi İnsan Kaynakları Merkezi Projesiyle attığını ve bir diğerinin ise UNDP ve GAP ortaklığıyla gerçekleşen 1970’li yıllarda yapılmış ve Pasif Ev EnerPhit Standartlarına göre renovesi gerçekleştirilen Gaziantep Kuluçka Merkezi Pasif Evi olduğunu söylemiştir. Yapılarda kullanılan ürünler olarak Avrupa pazarında pasif evler için ürün sunan firmalar mevcutken Türkiye’de pasif ev için ürün pazarının yavaş yavaş gelişmekte olduğunu söylemiştir.

Türkiye’de pasif evler için şuan mevcut olan ürünlerden bazıları şu şekilde listelenebilir:

- ISORAST - Pasif Ev Enstitüsü Sertifikalı yalıtımlı yapı blokları,
- Rehau – Pasif Ev Enstitüsü Sertifikalı pencere sistemleri,
- AG Holzmann – Ahşap pencere sistemleri
- Trakyacam – Isıcam Sinerji 3+ : Standart çift camlara göre ısı kaybını % 77 oranında azaltarak yakıt masraflarının düşmesine katkı sağlıyor. Gün ışığının % 69’unu içeri alıyor ve pencere önlerinin kışın soğuk olmasını önüyor.
- Pro Clima - Hava sızdırmalılık, nem bant ve membranları,
- Zehnder – Pasif ev enstitüsü sertifikalı ısı geri kazanımlı mekanik havalandırma sistemleri
- AKG Gazbeton - Gazbeton ve minepor - yalıtım malzemeleri,

- Styronit – doğal yalıtımlı sıva; duvarlara nefes aldırarak, ısı köprülerinin oluşmasını engelleyen ve bina duvarlarında yoğuşma meydana getirmeyen, yanmaz bir üründür.
- BTM - Yeşil çatılar

Tüm bunların dışında Türkiye’de üretilecek olan malzemelerin öncelikle Pasif Ev Standartlarını karşılayabilmesi için Pasif Ev Enstitüsünün istediği testlerden geçirilip aldıkları puanlara göre Pasif Evlerde kullanılabilirliğinin ispatlanması gerektiğini aksi takdirde Pasif Ev Sertifikası almaya hak kazanılamayacağını vurgulamıştır. Ülke olarak tükettiğimiz enerjinin %40’ının binalardan kaynaklandığını 8 milyondan fazla binanın sadece %10’nun yalıtımlı olduğuna değinerek inşa etme şeklimizi değiştirmemiz gerektiğini vurgulamıştır. Tüm bunlara rağmen özellikle gelişmiş ülkelerde ülkelerin kanun ve yönetmeliklerinde ayrıca kalkınma planlarında yerini alan bu standartlar 2019 yılının başından itibaren AB üyesi olan tüm ülkelerde inşa edilecek olan her tip binanın sıfır enerjili olması gerektiğini düşündüklerini buna karşın geliştirmekte olan bir ülke olduğumuz düşünülürse Türkiye’ye bunun yansımalarının uzun zaman almayacağını zaten Türkiye’nin enerjide dışa bağımlı olduğu da hesaba katılacak olursa enerji tasarruflu yapıların gerekliliğinin zaruriyete dönüşeceğinin altını çizmiştir. Aynı zamanda çözüm ortaklarının sağladığı fırsatlar neticesinde kendilerini tanıtım şansı bulduklarını ve ülkemizde de AB hedeflerini yakalayabilmek için kamu sektörünün ilgisinin büyük olduğunu belirtmiştir. Türkiye’de inşaat sektöründe Pasif Ev bilincinin yaygınlaşması için inşaata dahil olan herkesin bu konu hakkında eğitilmiş olmasıyla yapı üretiminin kolaylaşacağını düşünmektedir. Türkiye’de sürekli sözü geçen kentsel dönüşüm projeleri içinse dönüşüm yerine yıkım yaparak enerji hammadde ve para kaybettiğimizi oysa maliyet etkin çözümlerle enerji verimli iyileştirme projelerini yapabileceğimizi söylemiştir. Salman Gürçan, aynı zamanda son on yılda Türkiye’de inşa edilen konut stokunun büyük kısmı çok kalitesiz olduğunu inşaat endüstrisinde herhangi bir canlanma olacaksa, yenilemenin bunun büyük bir bölümünü oluşturacağını ve bireysel yenileme önlemlerinin teknik tasarruf potansiyelinin % 20’den % 90’a (elektrik, ısıtma ve soğutma sistemlerinde) kadar değişebilirken, artan verimlilik için ekonomik potansiyel genellikle %20 veya daha fazla olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte, Türkiye’de enerji verimli yenilenmesinin temelini oluşturan herhangi bir düzenleme veya kavram bulunmadığı ve maliyet endişeleri ve deneyimsizlikten dolayı, yıkımın daima birinci seçenek teşkil ettiğini söyleyerek Türk binalarında ortalama enerji tüketimi yılda metrekare başına 350 ila 400 kWh/m²a arasında

değişmekte olup, mevcut Alman binalarının ortalama 160 kWh/m²a enerji tüketimine karşılık geldiğine dikkat çekmiştir.

Gaziantep Büyükşehir Belediyesi'nde İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı, Ekolojik Kent Tasarım Şube Müdürü olarak görev yapan Yüksek Mimar Seda Müftüoğlu Güleç kendisi ile yaptığım görüşmede Pasif Ev Standartlarının Türkiye Ekonomisine sağlayacağı katkıya dikkat çekerek TÜİK'in 2014 verilerine göre İzmir ilinden bir örnek vermiştir. Türkiye'de hane başına ortalama yıllık 100 m³ doğalgaz tüketimi olduğunu söyleyerek eğer Pasif Ev Standardı İzmir'de uygulanmış olsaydı 700 milyon TL'lik doğalgaz faturasının² 140 milyon TL'ye ineceğini belirtmiştir. Türkiye'ye uygulanması halinde ise 20 milyar TL'yi aşan faturanın 4 milyar TL'ye inmesinin mümkün olduğunu bunun yazın soğutmak için kullanılan klimaların tükettikleri elektrik enerjisinde de görülebileceğini vurgulamıştır. Benzer şekilde Müftüoğlu Güleç 2013 yılında İzocam Diyalog'a verdiği bir röportajda kendilerinin Gaziantep Büyükşehir Belediyesi olarak sera gazı salınımının düşürülmesi, olası iklim değişikliklerinin etkilerinin azaltılması ve uyum politikaları kapsamında Türkiye'nin ilk iklim eylem planını hazırladıklarını Gaziantep'te 5 adet organize sanayinin bulunduğunu ve bunun enerji tüketiminde %34 payla birinci sırada bulunmasına karşın konutların %33 payla ikinciliği paylaşmasına dikkat çekerek sanayi ve konutların enerji tüketiminde yarıştıklarını söylemiştir. Bu nitelikli ve konforlu binalarda yaşamak için öncelikle inşa etme bilincinin değişmesi gerektiğini vurgulayarak yapılarda mevcut arazinin, rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerjinin, bölgenin ekolojik verilerine de dikkat ederek mimari tasarımı doğru yapıp insanları bilinçlendirmek gerekliliğini vurgulamıştır.

Kendisiyle yaptığım görüşmede, Türkiye'deki pasif evlerin geleceği konusunda da Gaziantep'te yeni bir yapı olan Ekolojik Bina'yı Pasif Ev kriterleri çerçevesinde yaptıklarını ve Türkiye'nin ilk ve tek (yeni yapı ölçeğinde) Pasif Evi olduğunu bildirmiştir. İnşaat sırasında kendilerini zorlayan hususların en başından Pasif Evlerin havalandırma cihazı ve pencerelerde sertifikalı pencere istiyor olması olduğunu ve eğer kullanacağınız ürün Pasif Ev sertifikalı değil ise de pasif ev standartlarını karşıladığına dair testlerin sonuçlarının dosyasında bulunması gerekmekte olduğunu hatırlatmıştır. Özellikle 2013 yılında yapıyı yaparken Türk firmaların hiçbirinde Pasif ev sertifikalı pencere sisteminin olmadığını ve testlere ekstra maliyet gerektirdiği için hiç bir firmanın yanaşmadığını belirtmiştir. Bu

² Türkiye Doğalgaz Birliği Dağıtıcılarının 2014 verilerine göre

nedenle de zorunlu olarak sertifikalı olan Alman bir markanın ürününü seçtiklerini ve neredeyse 3 ay temin süresini beklediklerini vurgulamıştır. Diğer zorlandıkları konunun ise havalandırma cihazları ile ilgili Gaziantep'te cihazın devreye alınması ile ilgili profesyonel bir ekibin olmaması ve cihazı standartlarda devreye alamamaları olduğunu, sonrasında Antalya'da bir firmadan destek aldıklarını ve şu anda Pasif Evin sorunsuz hizmet vermekte olduğunu belirtmiştir.

TMMOB Mimarlar Odası Ekolojik Mimarlık Ofisi'nin kurucusu olup BREEM Değerlendiricisi olarak görev yapan Mimar Rüksan Tuna 2013 yılında İzocam Diyalog'a vermiş olduğu bir demeçte ülkemizde yapı sektöründe enerji tasarruflu binalar henüz yaygınlaşmamış durumda olup enerjiyi hiç kullanmayan ya da sifıra yakın kullanan özellikle Pasif Ev Standartlarını sağlayan bina sayısının ise çok az olduğunu söylemiştir. Bunun sebebinin ise Pasif Ev Standartları gereğince sağlanması gereken kriterlerin ilk yapım maliyeti anlamında zorlayıcılığı olduğunu vurgulamıştır. Yurt dışında pasif yapı maliyetinin normal yapı maliyetine oranının %5-10 arası değişen bir artış söz konusuysen Türkiye'de bu artışın en az %15-20'lerde seyrettiğini belirtmektedir.

İzocam'da Teknik Pazarlama Müdürlüğü yapan Dr. Kemal Gani Bayraktar ise, Pasif Evlerin sadece enerji tasarrufunu sağlamadığını aynı zamanda gürültü seviyesini azaltıp kullanılan yapı ve yalıtım malzemelerinin kalitesini artırıp yangın güvenliğini sağlayarak kaliteli iç ortam havasını oluşturup kullanıcılara konforlu bir yaşam sunduğuna değinmiştir. Ek olarak ülkemizde kullanılan yalıtım kalınlıklarına dikkat çekerek 10 cm yalıtıma bile fazla dediğimiz ülkemizde yurt dışındaki örneklere baktığımızda 30-40 cm arası değişen yalıtım kalınlıkları olduğunu söylemiştir. Gaziantep Büyükşehir Belediyesi'nce Pasif Ev Standartlarına göre yapılmış Ekolojik Ev 'de duvarlarda 40cm, çatıda 30 cm ve döşemede 30 cm yalıtım uygulandığına değinerek Türkiye'de mevcut yapılarda değişen mühendislik ve mimarlık yaklaşımları sayesinde %80'lerin üzerinde sadece doğru tasarım ve güneş enerji potansiyelimizi kullanarak tasarruf yapmanın mümkün olacağını belirtmiştir (İzocam Diyalog, 2013).

Eski İzocam Genel Müdürü Nuri Bulut'a göre Türkiye'de enerji ithalatı dış ticaret açığının en önemli kısmını oluşturmuş olup 2012 yılında yapılan araştırma sonuçlarının 236,5 milyar \$ ulaşan toplam ithalatımızın içerisinde %25,4 pay ile 6,14 milyar \$ tekabül eden tüketim miktarı görüldüğünü söylemektedir. Bu da tükettiğimiz birinci enerjinin üretilen yerli

üretimle karşılamama oranının %72'yi aştığını göstermektedir. Bunu azaltabilmek içinse enerji verimliliğinin ve uygulamalarının şart olduğunu belirtmektedir. Günümüzde Türkiye'nin gündeminde olan niteliksiz ve çarpık konut stoğunun yenilenmesini, enerji verimliliğini sağlamasını, sağlıklı çevre ortamını oluşturulmasını hedef alan kentsel dönüşüm stratejisi bulunmakta olduğunu ayrıca AB'nin 2020 hedefleri olduğu gibi Türkiye'nin de İklim Değişikliği ve Ulusal Eylem Planı ve Enerji Verimliliği Strateji Belgesi hedeflerinde yenilikçi uygulamalarla yaygınlaşacağını belirtmiştir (İzocam Diyalog, 2013).

Almanya'da Pasif Ev Tasarımcısı, R.P.M Mimarlık ofisinin kurucusu olan Mimar Roland Matzig Türkiye'de Pasif Ev Standartlarına göre yapmış olduğu Gaziantep Ekolojik Evi'ndeki deneyimlerini paylaşırken, Pasif Ev Projelerinin daha çok zaman ve daha çok maliyet içerdiği için Türkiye'de kolay kabul görmediğini aynı zamanda MHVR Havalandırma Sistemi gibi donatıların Türkiye'de çok düşük ısı geri kazanımı verdiğini belirterek ülkemizde Pasif Ev Standartlarının anlaşılıp uygulanabilirliğinin zaman alacağını söylemektedir. Aynı zamanda yaygınlaşabilmesi içinse kanuni yaptırım uygulamalarının olması gerektiğini vurgulamıştır (İzocam Diyalog, 2013).

E-G Mimarlık ofisinin kurucusu olan Mimar Erden Güven'e göre Türkiye'de Pasif Ev Standartları gibi enerji etkin sistemlerin yavaş yavaş yaygınlaştığını söyleyerek binalara enerji kimlikleri, enerji sertifikalarının verildiğini umutsuz olmadıklarını belirtmiştir (İzocam Diyalog,2013).

Gaziantep Büyükşehir Belediyesi'nde Enerji Eğitim Şube Müdürlüğü yapan Mimar Ayşegül Tekerekoğlu Gaziantep Ekolojik Evi için insanların burayı gezip tanıyarak doğru yalıtımın nasıl yapıldığını, fotovoltaik kullanmak isteniyorsa nasıl kullanıldığını, ne kadara mal olacağını, hangi malzemelerin kullanılabileceğini, nerelerden bu konu hakkında destek alabileceklerini gözleriyle görerek belki kendi evlerinde uygulamalarını sağlamak istediklerini söylemiştir. Bunların dışında Gaziantep Belediyesi olarak yenilenebilir kaynakların kullanıldığı ekolojik kent projelerinin olduğunu ve bu tarz projelerin ve taleplerin uygulanabilmesi için prosedürlerin yumuşatılıp belirlilik getirilmesi gerekliliğinin altını çizerek devletin teşvik mekanizmalarının insanları teşvik etmesi gerekliliğini vurgulamıştır (URL-98).

AKCOR Havalandırma Genel Müdür Yardımcısı Mehmet Rodop'a göre, Pasif Ev'in yaygınlaştığı kolun konutlar olduğunu söyleyerek Türkiye'de ne yazık ki bunu talep edebilecek tüketicinin bulunmadığını, enerjinin yaklaşık %70'nin yurtdışından geldiğini bunun sebebininse kendi enerjimizi doğru kullanmayı bilmemekten geçtiğini söylemiştir. İnsanlarında böyle bir bina yaptıklarında ceplerinden daha çok para çıkacak algısının olduğunu yapılan araştırmalara göre binayı yaparken harcanan para kendini beş sene içinde amorti etmezse memnun olmadıklarını da vurgulamıştır. Türkiye'de pasif evlerin yaygınlaşması için kanunun ve vergi teşviklerinin olması gerekliliğini belirterek hükümetlerin ise kendini zora sokacak kararlar almak istemediklerini söylemiştir. Kendi markalarının pasif evlerde kullanılabilirliği hakkında ise böyle bir pazar oluşturulduğunda en iyi havalandırma ünitesi alternatifi olabilecek alt yapılarının olduğunu belirtmiştir (URL-99)

Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayiciler Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Ferdi Erdoğan'a göre, yeşil bina, sıfır enerjili bina ve pasif ev gibi kavramların tanımlamalarının net olmadığını bu nedenle eğitim ve bilinçlendirme çalışmalarının sürerek iyi uygulamaların devamlılığının sağlanması gerekliliğini vurgulamıştır. Kendilerinin özel ve bazı devlet üniversitelerinde enerji ve inşaat malzemeleri konusundaki bilgilerini artırıcı sürdürülebilirlik kavramını daha kalıcı hale getirilmesi adına üniversite ve sanayi iş birliğinin iyi bir aracı kuvvet olduğunu düşündüklerini vurgulamıştır (URL-100).



5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Bir önceki bölümlerde seçilen tüm örnekler Avrupa, Amerika ve Anadolu'da bulunan yeni yapı ve mevcut yapının iyileştirilmesi kategorilerinde Pasif Ev Enstitüsü tarafından sertifikalandırılmıştır. Örnekler farklı iklim tiplerinde ve farklı strüktürlerde inşa edilen örnekler seçilmiştir. Aynı zamanda sadece kullanım amacı konut ve özel mülk olan yapılardan ziyade toplu kullanıma olanak sağlayan okul ve ofis binaları da incelenmiştir. Yeni yapılan binalar Pasif Ev Enstitüsünün vermiş olduğu kriterlere göre baştan tasarlanıp uygulanmıştır. Önceden tasarlanmış ve kimisi tarihi eser statüsünde koruma altında bulunan mevcut yapılarda ise yalıtımsız duvar, döşeme, çatı gibi bina kabuğu, hava sızdırmaz ve ısı köprüsüz tasarım sıkıntıları, pencere ve kapılardan doğan enerji kaçışları, havalandırma ünitesi gibi eksiklikler giderilerek uygun konfor koşullarına ulaşılması sağlanmıştır.

Genel olarak örneklerde hangi uygulamaların gerçekleştirildiğine bakıldığında; duvar, döşeme, çatı, temel gibi yapı kabuğu elemanlarında ısı kaçışlarını ve hava sızıntılarını önlemek adına ısı yalıtımının her örnekte uygulandığı görülmüştür. Örneklerde genel olarak EPS ve XPS gibi yalıtım malzemeleri kullanılmıştır. Pencereelerde üçlü camlı pencere sistemi uygulanmış aynı zamanda duvar-pencere birleşimleri ısı köprüsüz ve hava sızdırmaz olacak şekilde detaylandırılmıştır. Binalarda havalandırma genel olarak ısı geri kazanımlı havalandırma sistemleriyle sağlanmıştır. Aktif sistemler kullanılarak enerji kazancının artırılmasını sağlamak içinse nerdeyse her binada elektrik enerjisini karşılamak için fotovoltaik paneller ve sıcak su ihtiyacını gidermek içinse güneş kolektörleri kullanılmıştır.

Bütün bu değerlendirmeler göz önünde bulundurularak, Enerji Etkin Tasarım anlayışıyla bütünleşen Pasif Ev Kriterlerinin uygulandığı ve zaman ilerledikçe de yapılan hesaplamalarla enerji tüketimini minimuma indirerek enerji verimliliğinin sağlandığı bu yapıların analizinden elde edilen verilere göre yeni ve mevcut yapılarda yaygın olarak kullanılmış ve enerji etkinliği doğrulanmış yöntemlerle hangi binada ne tür uygulamaların yapıldığını toplu olarak gösteren, yapıları çevreleri ile inceleyip maliyet analizi yapan tablolar hazırlanmıştır (Çizelge 5.1.; Çizelge 5.2.; Çizelge 5.3.).



Çizelge 5.1. İncelenen örneklerin yapısal ve çevresel özellikleri (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

			YENİ İNŞAA PASİF EV ÖRNEKLERİ					RETROFİT PASİF EV ÖRNEKLERİ				
			Reidberg Pasif Ev Okulu (Almanya)	Crossway Pasif Evi (İngiltere)	Bessacourt Pasif Evi (Fransa)	Belfield Pasif Evi (Amerika)	Gaziantep Ekolojik Evi (Türkiye)	Totnes Pasif Evi (İngiltere)	Tighthouse Pasif Evi (Amerika)	Hiley Road Pasif Evi (İngiltere)	Askeri Hastane Pasif Evi (İspanya)	Gaziantep Kuluçka Merkezi Pasif Evi (Türkiye)
YAPI ÇEVRE ÖZELLİKLERİ	İklim	Sıcak-Nemli					✓			✓	✓	
		Sıcak-Kurak(Karasal)			✓							
		Soğuk				✓						
		Ilıman	✓	✓				✓	✓	✓		
YAPI TASARIMI	Formu	Kare						✓				
		Dikdörtgen	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
		Dairesel										
	Kat Adedi	Tek Katlı					✓			✓	✓	
		Çok Katlı	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
	Yapı Tipi	Ayrık Konut		✓	✓			✓				
		Bitişik Konut				✓			✓	✓		
		Diğer	✓				✓			✓	✓	
	Yönlenme	Doğu-Batı							✓			
		Kuzey-Güney						✓				
		Kuzeydoğu-Güneybatı	✓	✓	✓	✓			✓	✓		
		Kuzeybatı-Güneydoğu	✓								✓	
		Çevre Bina Yoğunluğu				✓		✓	✓	✓		
		Komşu Bina İlişkisi				✓		✓	✓	✓		
	Peyzaj Düzenlemesi	Yerel bitkilendirme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		Gölgelendirme Elemanı				✓				✓		
İç Mekan Organizasyonu	Esnek Mekan Kullanımı		✓	✓		✓				✓		
	Geri Dönüşümlü-Doğal Malzeme Kullanımı		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
	Düşük Voc Değerli Malzeme Kullanımı		✓			✓						
YAPI STRÜKTÜRÜ	Betonarme	✓				✓	✓					
	Ahşap		✓	✓			✓					
	Yığma		✓					✓	✓	✓		
	Çelik			✓								
	Prefabrik				✓							
	Karma		✓	✓			✓					

Çizelge 5.2. İncelenen örneklerin yapı kabuğu ve pasif sistem uygulamaları analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

		YENİ İNŞAA PASİF EV ÖRNEKLERİ					RETROFİT PASİF EV ÖRNEKLERİ					
		Reidberg Pasif Ev Okulu (Almanya)	Crossway Pasif Evi (İngiltere)	Bessacourt Pasif Evi (Fransa)	Belfield Pasif Evi (Amerika)	Gaziantep Ekolojik Evi	Totnes Pasif Evi (İngiltere)	Tighthouse Pasif Evi (Amerika)	Hiley Road Pasif Evi (İngiltere)	Askeri Hastahane Pasif Evi (İspanya)	Gaziantep Kuluçka Merkezi Pasif Evi (Türkiye)	
YAPI BİLEŞENLERİ VE YAPI KABUĞU ANALİZİ	U Değeri	Duvar	0,17	0,15	0,14	0,169	0,092	0,1	0,195	0,135	0,264	0,149
		Döşeme	0,21	0,1	0,17	0,097	0,111	0,176	0,51	0,075	0,222	0,169
		Çatı	0,11	0,134	0,13	0,109	0,101	0,114	0,1	0,11	0,133	0,201
		Pencere	0,6	0,65	0,6	0,65	0,56	0,81	0,6	0,91	0,5	0,56
	Yalıtım-Isı Köprüsü-Havasızdırmazlık Uygulamaları	Dış-İç Duvar	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Zemin Döşemesi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Çatı	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Pencere Boşlukları	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Temel	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Cephe Kaplaması	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		3 Camlı Low-E Pencere Sistemi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Çatı-Tepe Penceresi	✓						✓			
		Yeşil Çatı Sistemi		✓			✓	✓				
PASİF SİSTEM UYGULAMALARI VE ANALİZİ	PASİF ISITMA-SOĞUTMA	Kütle Duvarı	✓	✓			✓	✓			✓	
		Trombe Duvarı										
		Su Duvarı										
		Çatı-Dam Havuzu										
		Metal Güneş Duvarı										
		Güneş Odası										
		Kış Bahçesi										
		Çift Cephe			✓							
	PASİF HAVALANDIRMA	Çapraz Havalandırma									✓	
		Konfor Havalandırması										
		Gece Havalandırması	✓								✓	✓
		Rüzgar Kulesi										
		Rüzgar Duvarı										
		Rüzgar Şapka Ve Kepçesi										
	DOĞAL AYDINLATMA VE GÖLGELENDİRME	Işık Rafı	✓									
		Işık Kılavuzu										
		Işık Tüpü										
Güney Cephe Saydam Açıklıkları		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Bitki Örtüsü					✓		✓	✓	✓	✓		

Çizelge 5.3. İncelenen örneklerin sistem, su kullanımı ve diğer sistem elemanları kullanımı analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolaştırılmıştır)

	YENİ İNŞAA PASİF EV ÖRNEKLERİ						RETROFİT PASİF EV ÖRNEKLERİ				
	Reidberg Pasif Ev Okulu (Almanya)	Crossway Pasif Evi (İngiltere)	Bessacourt Pasif Evi (Fransa)	Belfield Pasif Evi (Amerika)	Gaziantep Ekolojik Evi	Totnes Pasif Evi (İngiltere)	Tighthouse Pasif Evi (Amerika)	Hiley Road Pasif Evi (İngiltere)	Askeri Hastahane Pasif Evi (İspanya)	Gaziantep Kuluçka Merkezi Pasif Evi (Türkiye)	
AKTİF VE MEKANİK SİSTEM UYGULAMALARI VE ANALİZİ	Güneş Kolektörü		✓	✓		✓	✓				
	Fotovoltaik Sistemler	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
	PV-T Sistemleri		✓								
	Rüzgar Tribünü										
	Isı Pompası			✓	✓	✓		✓		✓	
	Isı Geri Kazanımlı Havalandırma Sistemi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Yerden Isıtma Sistemi					✓	✓	✓			
	Elektrikli Isıtma Sistemi					✓	✓				
	Hareketli Gölgeleme Sistemi	✓		✓			✓				
SUYUN VERİMLİ KULLANIMI	Merkezi Sıcak Su sistemi	✓	✓	✓	✓		✓			✓	
	Yağmur Suyu Kullanımı		✓			✓	✓				
	Atık Su Kullanımı		✓			✓		✓			
	Suyun Depolanması					✓	✓				
DİĞER SİSTEM ELEMANLARI	Verimli Vitrifiye Elemanları Kullanımı	✓				✓		✓	✓		
	Radyatörler							✓	✓		
	Verimli Enerji Tasarruflu Aydınlatma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Kazan Sistemi(Pelet-Gaz)	✓	✓					✓	✓		
	Kanal Isıtıcısı		✓				✓				
	Verimli Elektrikli Alet Kullanımı					✓		✓			
Nem Düzenleme Sistemi	✓	✓		✓							
MALİYET ANALİZİ	17 milyon €	504 906 €	308 200€	43 787 €	205 128€	424 348€	-	260962€	440 000 €	95 702 €	
YAPIM YILI	2001	2009	2009	2012	2011	2011	2012	2015	2016	2015	
METREKARE	8 758 m ²	255 m ²	177 m ²	413 m ²	320 m ²	162 m ²	195 m ²	111 m ²	386 m ²	208 m ²	
METREKARE BAŞINA DÜŞEN MALİYET ANALİZİ	1 947 €/m ²	1 980 €/m ²	1 741 €/m ²	106 €/m ²	641 €/m ²	2 619 €/m ²	-	2 351 €/m ²	1 140 €/m ²	460 €/m ²	



Yukarıdaki çizelgede Avrupa, Amerika ve Türkiye’den seçilen örneklerin enerji etkin pasif tasarım ilkeleriyle Pasif Ev Kriterleri açısından değerlendirilmesi yer almaktadır. Bu tabloda örnekler yeni inşa edilen ve mevcut yapıların iyileştirilmesiyle yapılan örnekler olarak iki ayrı kategoride incelenmiştir. Her bir örnek için yapı çevre özellikleri, yapı tasarımı, yapı strüktürü, yapı bileşenleri ve yapı kabuğu, pasif sistem uygulamaları, aktif ve mekanik sistem uygulamaları, suyun verimli kullanımı ve diğer sistem elemanları açısından genel bir değerlendirme yapılmıştır.

Yapı çevre özellikleri başlığı altında yer alan iklim tipi değerlendirmesine göre soğuk iklim özelliğine sahip olan Almanya’da başlayıp yaygınlaşan Pasif Ev Tasarımlarının seçilen örneklere göre sadece soğuk iklim tipine sahip olan bölgelerde değil aynı zamanda sıcak ve ılıman iklim bölgelerine de uyarlanarak tüm iklim tiplerinde başarılı sonuçlar elde ettiği görülmüştür.

Yapı tasarımı başlığı altında bulunan bina formu değerlendirmesine göre yapıların genel olarak dikdörtgen ya da kare şeklinde kompakt bir forma sahip olacak şekilde tasarlandığı görülmüştür. Seçilen örneklerde Pasif Ev Standartlarının sadece isminden ötürü küçük metrajlı konut yapılarına uyarlanmayıp ofis ve okul gibi yapı komplekslerine de entegrasyonunun sağlanabileceği tespit edilmiştir. Aynı zamanda standartların sadece tek katlı yapılara değil çok katlı yapılara da uygulandığı saptanmıştır. Yeni inşa edilmiş yapıların büyük ölçüde kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda yönlendirildiği tespit edilmiştir. Mevcut yapı örneklerininse her türlü doğrultuda yönlendirilmiş olmasına rağmen Pasif Ev Standardının uygulanabildiği gösterilmiştir. Çevre Bina Yoğunluğu ve Komşu Bina İlişkisi değerlendirmesine göre yeni inşa edilmiş pasif ev yapılarının genellikle kendilerine ait geniş arazi içerisinde konumlandığı görülmüş mevcut pasif ev yapılarının ise komşu binalarla iç içe yoğun yapı stoğunun bulunduğu alanlarda konumlandığı gözlemlenerek her iki durumda da Pasif Ev Kriterlerinin sağlandığı tespit edilmiştir. Seçilen örneklerde genellikle peyzaj düzenlemesinde yerel bitkilerin kullanıldığı ve ayrıca var olan bitkilerden de gölgeleme amaçlı yararlanıldığı görülmüştür. İç mekan konforunun artırılmasında geri dönüştürülmüş doğal malzeme kullanımı seçilen örneklerde yaygınken Voc değeri düşük malzeme kullanımının az olduğu tespit edilmiştir.

Yapı strüktürü başlığı altında örnekler betonarme, ahşap, yığma, çelik, prefabrik ve karma kategorilerinden seçilip değerlendirilerek Pasif Ev Standardının her türden yapım sisteminin kullanılmasına elverişli olduğu tespit edilmiştir.

Yapı bileşenleri ve yapı kabuğu analizi başlığı altında incelenen örneklerin tümünde duvar, çatı, döşeme, temel, pencere ve kapı gibi yapı kabuğunda ve bunların birbirleriyle birleşim yerlerinde ısı köprülerinin engellenerek hava sızdırmaz bina kabuğunu oluşturarak enerji verimliliğinin sağlanması için sürekli ve kesintisiz yalıtım yapılmıştır. Yapılan yalıtımda malzeme olarak genellikle EPS ve XPS kullanılmıştır. Bunların dışında selüloz yalıtım, geri dönüştürülmüş gazete kağıdından yapılmış yalıtım, mineral yün yalıtım ve püskürtme poliüretan köpük yalıtım malzemeleri de uygulanmıştır. Bu farklı yalıtım türlerinin uygulanmış olması bize binanın bulunduğu iklim ve çevre farklılıkları olsa dahi doğru yöntem ve teknikler uygulanarak yapılan sürekli ve kesintisiz yalıtımın aynı sonuçları vererek Pasif Ev Standardını sağlattığını göstermektedir. Örneklerden yalnızca birinde (Burgos Askeri Hastanesi Retrofit Pasif Evi) tarihi eser koruma statüsü kapsamında olduğu için yalıtım dış taraftan uygulanamayıp sadece içeriden yapılmasına rağmen kaliteli malzeme kullanımı ve doğru işçilikle gereken u değerini sağlamıştır.

İncelenen örneklerde mevcut yapı iyileştirilmesi ve yeni yapı inşası kategorileri ele alındığında Tablo 41-42.' de gösterildiği gibi ortalama olarak dış duvar kalınlıkları yalıtımla beraber 30-40 cm'leri bulmuştur. Aynı zamanda yeni yapılarda ortalama olarak ısı iletkenlik değeri 0,092-0,17 W/(m²K) arasında, mevcut yapılarda ise ortalama olarak 0,2-0,1 W/(m²K) olarak Pasif Ev Standardının yeni yapılar için belirlediği 0,15 W/(m²K) değerinin ve mevcut yapılar için belirlediği 0,15-0,30 W/(m²K) değerlerinin altında kalarak yüksek verimlilik sağladığı tespit edilmiştir. Zemin döşemesi kalınlıkları ise yalıtımla birlikte ortalama olarak 40-90 cm'leri bulmuştur. Aynı zamanda yeni yapılarda ortalama olarak ısı iletkenlik değeri 0,092-0,2 W/(m²K) arasında, mevcut yapılarda ise 0,075-0,5 W/(m²K) olarak Pasif Ev Standardının yeni yapılar için belirlediği 0,15 W/(m²K) değerinin ve mevcut yapılar için belirlediği 0,15-0,50 W/(m²K) değerlerini sağlayarak enerji tasarrufu sağladığı belirlenmiştir. Bazı örneklerde iç ortam konforunu sağlamak adına ses yalıtımının da düşünüldüğü tespit edilmiştir. Aynı zamanda seçilmiş malzemelerde yangın güvenlikleri de düşünülmüştür. İncelenen örneklerde yeni yapılarda çatının ortalama ısı iletkenlik değeri 0,1 W/(m²K) olarak, mevcut yapıların ise 0,1-0,2 W/(m²K) değerleri arasında bulunarak Pasif Ev Standardının belirlediği 0,15 ile mevcut için belirlediği 0,15-0,30 W/(m²K) değerlerini

sağlayarak enerji tasarrufu yaptığı belirlenmiştir. Pencereelerde ise yeni yapılarda Pasif Ev Kriterinin belirlediği 0,8 W/(m²K) değerinin altında kalarak 0,5-0,6 W/(m²K) değerleri arasında değişen ısı iletkenlik kat sayısı tespit edilmiştir. Ayrıca enerji performansı yüksek üç camlı low-e pencere sistemi kullanılmıştır. Yenileme öncesi bina örneklerinde genel olarak tek camlı ya da çift camlı ahşap çerçeveli pencere sistemi uygulandığı görülmüş ve tüm bu sistem verimli üç low-e camlı, camlar arasında ısı iletkenliği düşük asal gazlarla doldurulmuş PVC pencerelerle değiştirilerek enerji performansının artması sağlanmıştır. Pencere uygulamalarında en önemli detaylardan biriside duvar, tavan gibi birleşim yerleridir. Pencere yerleşimi dış ve iç cephe yalıtımı ile beraber düşünülmelidir. İncelenen örneklerin birkaçında çatı-tepe penceresi kullanılarak iç mekana doğal aydınlatma sağlanmıştır.

Binaların ısıtma, soğutma, sıcak su gibi ihtiyaçlarını karşılamak için tükettikleri yıllık enerjiye bakıldığında ise 54-113 kWh/m²a arasında değişmekte olduğu böylelikle Pasif Ev Standardının getirdiği 120 kWh/m²a değeri sağladığı görülmüştür. Bununla beraber Burgos Askeri Hastane Retrofit Pasif Evi'nin ilk enerji talebinin 130 kWh/m²a değere sahip olmasına rağmen okul formatında yapıldığından dolayı Pasif Ev Enstitüsünce onay almış olduğu da gözlemlenmiştir.

Tüm bunların sonucunda yapıların dışarı ile temas halinde olan tüm yüzey elemanlarının (çatı, duvar, zemin, pencere, doğrama, kapı) almış oldukları u değerlerinin binada tüketilen enerji ile doğrudan ilişkisi bulunmaktadır. Bina yapı bileşenlerinin almış oldukları u değerleri ne kadar düşük ise bina enerji performansının o kadar artacağı ve enerji tüketiminin de o kadar azalacağı tespit edilmiştir. Aynı zamanda uygulanan cephe kaplamalarıyla bina yüzeyleri dış etkilerden korunarak ısı performansın artırılmasına katkıda bulundurulması sağlanmıştır. Ek olarak birkaç örnekte uygulanan yeşil çatı sistemi ile yapı içerisinde ısı kayıpları önlenerek nem dengesi sağlanmış olmaktadır.

Çizelge 5.4. İncelenen yeni ve mevcut yapı örneklerinin yapı kabuğu u değeri (Derlenerek yazar tarafından tablolatırılmıştır)

Yapı Adı Yeri	Yapı Kabuğu U Değerleri W/(m ² K)					
	Duvar	Zemin Döşemesi	Çatı	Doğrama	Pencere	Kapı
Crossway Pasif Evi (İngiltere)	0,15	0,1	0,134	0,89	0,65	0,7
Bessacourt Pasif Evi (Fransa)	0,14	0,17	0,13	0,8	0,6	0,8
Belfield Pasif Evi (Amerika)	0,169	0,097	0,109	0,83	0,65	0,93
Reidberg Pasif Ev Okulu (Almanya)	0,17	0,21	0,11	0,8	0,6	-
Gaziantep Ekolojik Evi Pasif Evi (Türkiye)	0,092	0,111	0,101	0,96	0,56	0,74
Retrofit Yapı Adı Yeri	Yapı Kabuğu U Değerleri W/(m ² K)					
	Duvar	Zemin Döşemesi	Çatı	Doğrama	Pencere	Kapı
Totnes Pasif Evi (İngiltere)	0,1	Mevcut 0,218 Yeni 0,176	0,114	1,07	0,81	0,79
Hiley Road Pasif Evi (İngiltere)	Mevcut 0,078 Yeni 0,135	0,075	0,11	1,07	0,91	0,79
Tighthouse Pasif Evi (Amerika)	0,195	0,51	0,1	0,83	0,6	0,7
Askeri Hastane Pasif Evi (İspanya)	0,264	0,222	0,133	0,82	0,5	0,78
Gaziantep Kuluçka Merkezi Pasif Evi (Türkiye)	0,149	0,169	0,201	0,81	0,56	0,89

Çizelge 5.5. İncelenen yeni ve mevcut yapı örneklerinin ph standartlarına göre enerji analizi (Derlenerek yazar tarafından tablolştırılmıştır)

Ph Standartlarına Göre Enerji Analizi	Yeni İnşaa Yapı Adı-Yeri				
	Crossway Pasif Evi (İngiltere)	Bessacourt Pasif Evi (Fransa)	Belfield Pasif Evi (Amerika)	Reidberg Pasif Ev Okulu (Almanya)	Gaziantep Ekolojik Evi Pasif Evi (Türkiye)
Isınma Talebi (kWh/m ² a)	14,82	11	14	15	7,23
Havasızdırmazlık N ₅₀ (1/h)	0,56	0,48	0,4	0,44	0,5
İlk Enerji Talebi (kWh/m ² a)	54,59	90	113	59	95,81
Elektrik Tüketimi (kWh)	1 600	2 695	4,3	11	1 432,33
Elektrik İçin İlk Enerji Talebinin Paylaşımı (kWh)	5 500 - 1 800	30,56	-	33	25 592,30
Ph (Retrofit) Standartlarına Göre Enerji Analizi	Retrofit Yapı Adı-Yeri				
	Totnes Pasif Evi (İngiltere)	Hiley Road Pasif Evi (İngiltere)	Tight House Pasif Evi (Amerika)	Askeri Hastahane Pasif Evi (İspanya)	Gaziantep Kuluçka Merkezi Pasif Evi (Türkiye)
Isınma Talebi (kWh/m ² a)	13	15	14	18	20
Havasızdırmazlık N ₅₀ (1/h)	0,2	0,54	0,48	0,8	1
İlk Enerji Talebi (kWh/m ² a)	67	113	104	130	79
Elektrik Tüketimi (kWh)	-	-	-	-	53
Elektrik İçin İlk Enerji Talebinin Paylaşımı (kWh)	3 200	-	-	-	-

Pasif sistem uygulamaları ve analizi başlığı altında incelenen örnekler pasif ısıtma ve soğutma, pasif havalandırma, doğal aydınlatma ve gölgelendirme kategorilerinde

değerlendirilmiştir. İncelenen on örnekten beşinde pasif ısıtma ve soğutma için ısı depolamam amacıyla kullanılan kütle duvarı bulunurken sadece bir tanesinde (Bessacourt Pasif Evi) hem gölgelendirme hem ısıtma soğutma amaçlı uygulanan çift cephe sadece bir tanesinde (Burgos Askeri Hastanesi Pasif Evi) pasif havalandırma için çapraz havalandırma, üç tanesinde gece havalandırması ve bir tanesinde doğal aydınlatma amaçlı günışığının iç mekanlara doğru ilerlemesini sağlayan ışık rafı kullanılmıştır. Özellikle yeni yapılan örneklerin çoğunda ise güney cephede doğal aydınlatmanın sağlanması için geniş saydam açıklıklar tasarlanmıştır.

Aktif ve mekanik sistem uygulamaları ve analizi başlığı altında incelenen örnekler yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanıp yapı için elektrik enerjisi elde eden fotovoltaik paneller ve merkezi sıcak su sağlayan güneş kolektörleriyle donatılmıştır. Bazı örneklerde ise PV-T sistemi kurgulanmıştır. Ayrıca ısı pompaları ve ısı geri kazanımlı havalandırma sistemleriyle yapılara ısıtma soğutma ve havalandırma sağlanmıştır. Bazı örneklerde ısıtma için yerden ısıtma sistemi ve pellet ya da gaz kazan sistemi kurgulanmıştır. Bazı mevcut yapının iyileştirilmesiyle oluşan pasif evlerde elektrikli ısıtma sistemi ve radyatörler de ısıtma sistemine yardımcı elemanlar olarak değerlendirilmiştir. Güneş ışığının istenmeyen etkilerinden korunmak adına kimi örneklerde hareketli gölgeleme sistemleri kullanılarak iç mekanda istenmeyen aydınlatmanın ve ısının oluşmasına karşı korunmuştur. Seçilen örneklerin çoğunda enerji tasarrufu sağlayan aletler ve aydınlatma elemanları kullanılarak enerji verimliliğinin artırılması sağlanmıştır.

Suyun verimli kullanımı başlığı altında incelenen örneklerin çoğunda yapı içerisinde kullanılan vitrifiye elemanlarının enerji etkin olanlarının seçildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca atık su kullanımı ve yağmur suyu kullanma sistemi de sadece üç örnekte mevcuttur. Suyun depolandığı örneklerde sadece iki tanedir. Yapı içerisindeki konfor koşullarını sağlamak için kullanılan nem düzenleme sistemi sadece üç örnekte ayrıca kanal ısıtıcı sistemse sadece iki örnekte bulunmaktadır. Tüm bunlara rağmen her örnekte Pasif Ev Standartlarına uymuş ve Pasif Ev Sertifikasına layık görülmüştür.

Pasif Ev Standartları ile incelenen örneklerde, binaların enerji performansının artmasını sağlayarak bina kullanıcılarına konforlu ve sağlıklı bir yaşam ortamı sunan, havalandırma sistemi, süper yalıtım, enerji verimli pencerelerle iç mekanda yaşam kalitesini artıran gürültü kontrolünü sağlayan, ısı kayıplarını azaltan, iyi yönlendirme ile ısı kazancını artırıp doğal

aydınlatmaya yardımcı olan, iç mekan havasını kışın ısıtıp yazın soğutan aynı zamanda temizleyerek iç mekan konfor koşullarını iyileştiren, iç mekandaki nem miktarını %30'larda olmasını sağlayan, iç mekan sıcaklıklarının 20-21 derecelerde olmasını sağlayan, kullanılan çevreci malzemelerle atık oluşumunu en aza indirgeyen, yenilenebilir enerji kullanımıyla CO₂ emisyonunun azaltılmasını sağlayarak enerjiyi elektrik enerjisine çevirip depolayabilen, maliyet bakımından kullanılan ve entegre edilen yenilenebilir enerji kaynaklı üreticilerle enerji tüketimini düşürerek düşük fatura giderleri olmasını sağlayan, diğer binalara göre %75-90 ısıtma enerjisinde tasarruf sağlayan yapılar oluşturulduğu tespit edilmiştir. Tüm bu incelemeler neticesinde yapılan tasarımların ve uygulamaların incelikle detaylandırıldığı ve hassasiyetle uygulandığı takdir de hangi kıtada ve iklim tipinde olursa olsun yapılacak olan bina komplekslerinin standartlarca belirlenen verilere uygun olması halinde enerji verimliliği ve enerji tasarrufu sağlanacağı söylenebilir.

İncelenen örnekler içerisinde Türkiye koşullarına göre yapılmış Pasif Evler ele alındığında Pasif Ev sektörünün Türkiye'nin iç piyasasında yeni yeni ve yavaş yavaş yer aldığı görülmüştür. Başlangıçta yeni yapı olarak yapılmış Gaziantep Ekolojik Pasif Evinin tasarımı için Alman-Türk ortaklı bir ekip tarafından tasarlandığı, sonrasında ise gene Gaziantep'de bulunan Gaziantep Kuluçka Merkezi Retrofit Pasif Evininse bir Türk mimar tarafından yapıldığı gözlemlenmiştir. İlk yapılan Gaziantep Ekolojik Evinde yalıtım, hava sızdırmazlık ve ısı köprüsü için kullanılan malzemelerin tedarikleri Türk firmalar tarafından rahatlıkla sponsor bulunup yapılabilirken daha çok sertifikalandırılmış ya da Pasif Ev Kriterlerini sağlamak adına testlere tabi tutulup sonuçlarının Pasif Eve uygunluğunun belgeleneceği pencere sistemi, havalandırma sistemi gibi malzemelerin tedarikinde ise zorlanılarak genel anlamda yabancı menşeli ürünler kullanılmıştır. Her iki örnekte de Pasif Ev Enstitüsüne verilen Pasif Ev Sertifikası alınmıştır. Bu sebeple diğer örnekler içerisinde Türkiye'de yapılmış Pasif Evler incelendiğinde Gaziantep Ekolojik Evinde duvar u değeri 0,092 kWh/m²a diğer örnekler arasında en iyi ısı iletkenlik değerine sahip ve 0,56 kWh/m²a ile de en iyi pencerelere sahip yapı olduğu diğer değerlerin ise diğer örneklerle hemen hemen aynı olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda ısınma talebi olarak diğer örnekler içerisinde 7,23 kWh/m²a en az değeri alarak Pasif Ev Standartlarının bile üstüne çıkmıştır. Elektrik üretiminde ise 25 592,30 kWh değeri ile örnekler içerisinde en fazla enerji üretimi yapan ve bunu da kendi yapısında kullanan bir yapı olduğu belirlenmiştir. Yapı kullanılan diğer sistemlerle beraber Pasif Ev Sertifikası haricinde LEED Sertifikasının da sahibidir. Gaziantep Retrofit Kuluçka Merkezi Pasif Evi ise diğer örneklerle hemen hemen aynı

değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Türkiye'deki koşullar iyileştirilmesi, pazar oluşturulması, Pasif Evlere olan talebin artırılması ve bir takım yönetmelik gereği yaptırımların uygulanması halinde yenilenebilir enerji içerisinde güneş alımı en iyi olan ülkemizde bu sistemin yaygınlaşabileceği söylenebilir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında elde edilen bilgiler ışığında yenilenemeyen ve fosil tabanlı enerji kaynaklarının savurganca” kullanımı zamanla enerji krizlerine ve sera gazı salınımlarının artmasına, bu da küresel ısınmaya ve asit yağmurları gibi çevresel problemlere neden olmuştur. Bununla birlikte atık sorunları ortaya çıkmış ve yaşam standardı tehdit edilir konuma gelmiştir. Bu sebeple 20. yüzyıl ortalarından itibaren sürdürülebilir kalkınma ve çevre tartışmaları artmış mimaride ise çevre odaklı tasarım anlayışları benimsenmeye başlamıştır. Bilinçlenmenin artması ve enerji kaynak kullanımının yenilenebilir enerji kaynakları üzerinden olması gerekliliğinin anlaşılması sayesinde başta Avrupa ve Amerika olmak üzere dünyanın birçok ülkesinde enerji tüketim oranlarını minimuma indirerek enerji korunumunu sağlamak, çevreye verilen zararları azaltmak ve inşaat sektöründe farkındalığı artırmak amacıyla yeşil bina yapımını teşvik edici ve aynı zamanda ölçme değerlendirme sistemiyle çalışan yeşil bina sertifika sistemleri ortaya çıkmıştır.

Bu bağlamda başlangıçta enerji tüketimini azaltmak adına insan yaşamının sürdürülebilmesi için harcanan enerjinin büyük bir kısmını oluşturan yapılarda harcanan enerji tasarrufu ilkesi gündeme gelmiştir. Böylelikle enerji etkin yapı tasarımında sıfır enerji gereksinimli ev yapma düşüncesi ve pasif ev kavramını ortaya çıkarmıştır. Genel olarak Almanya, Avusturya gibi kuzey Avrupa ülkelerinde soğuk iklim tipine uygun olarak geliştirilen yapı kodları ile oluşturulmuş pasif ev kriterlerinin enerji etkin tasarım prensipleriyle birleştirilerek her türlü iklim tipine ve her türlü strüktür seçimine uygulanarak yüksek enerji performansı sağladığı gözlemlenmiştir. Özellikle yapılarda en çok enerji tüketimine sebep olan ısıtma ve soğutma için harcanan enerji miktarının pasif evlerde geleneksel yapım sistemine göre daha düşük olduğu çalışma içerisinde görülmüştür. Pasif Ev Standartları gereğince yapılarda uygulanması gereken yüksek ısı yalıtımı, hava sızdırmaz ve ısı köprüsüz tasarım, yüksek verimli üç camlı pencereler ve ısı geri kazanımlı havalandırma sistemi ile ısıtma ve soğutma ihtiyacı 15 kWh/m²a ve birincil enerji ihtiyacı ise 120 kWh/m²a değerlerine indirilerek ilkeselleştirilmiştir. Böylelikle pasif ev sertifikası almış yapılarda %90’na varan oranda enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür. Günümüzde ise 25 000’den fazla pasif ev sertifikası almış yapı bulunmaktadır. Bu sistem sadece konut bazlı yapı üretimini içermeyip okul, hastane, ofis, spor salonu, alışveriş merkezi, kamu binaları gibi yapı tiplerine de uygulandığı görülmüştür. Ayrıca pasif ev standartlarının sadece yeni yapılacak olan yapılara değil

mevcut da bulunan yapılarında iyileştirilerek enerji verimliliği yüksek yapılara dönüştürülebileceği de gösterilmektedir. EnerPhit Sertifika sistemi adı altında Pasif Ev Enstitüsü tarafından mevcut yapılar için hazırlanmış Pasif Ev Kriterlerini içeren bir değerlendirme kriteri de sunmaktadır. Böylece dünya genelinde halen mevcutta bulunan yapı stoğunun yıkılıp yeniden yerine yapılması ile ortaya çıkan sera gazları, yeni bina oluşturmak için kullanılan malzeme ve enerji, yıkılan yapıya ait malzemelerin israfı göz önünde bulundurulduğunda enerji etkinlik için yapıyı yıkarak üretmeye çalışmanın hem çevre açısından hem de maliyet etkinlik açısından pek de doğru bir yol olmadığı gösterilmiştir. Bu nedenle mevcut yapıların korunarak iyileştirilip enerji etkin hale getirilmesinin de mümkün olduğu söylenebilir. Çalışmanın üçüncü bölümünde Avrupa ve Amerika'dan seçilmiş Pasif Ev ve EnerPhit Sertifikası almış değişik fonksiyonlara sahip farklı iklim tiplerine uygulanmış farklı strüktürel sistemle inşa edilmiş yüksek enerji tasarrufuna sahip binaların hem yeniden hem de mevcudun iyileştirilmesi yöntemleri kullanılarak yapılabileceği gösterilmiştir.

Enerjinin üretim ve tüketim oranları arasındaki dengenin olmadığı, kişi başına düşen enerji tüketiminin yüksek olduğu, tüketilen enerjinin %75'inin fosil tabanlı kaynaklardan sağlandığı ülkemizde enerjinin etkin kullanılması gerekmektedir. Kullanılan enerjinin %40 gibi büyük bir kısmının ısıtma enerjisinde kullanıldığı düşünüldüğünde ise ülkemizdeki yapı yapma bilincinin farklılaştırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda en büyük adım TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Standardının getirilmesi ve yapılara verilecek olan Enerji Kimlik Belgesinin çıkarılmasının zorunlu hale getirilmesidir.

Bu çerçevede bu tez günümüzde yeni inşası yapılacak ve mevcut yapıları iyileştirip enerji verimli hale getirecek Pasif Ev ve EnerPhit Pasif Ev Kriterlerini enerji verimli tasarım stratejileriyle yurt dışındaki ve Türkiye'deki örneklerle inceleyip değerlendirmek ve Türkiye'deki duruma bakış açısı oluşturmak için hazırlanmıştır. Enerjideki dışa bağımlılığı giderek artan Türkiye için yapıların yenilenebilir enerji sistemleriyle entegre bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Ayrıca AB uyum süreci içerisinde ortaya konulan 2020 yılı hedeflerinde de getirilecek yasalarla enerji etkinlik zorunlu kılınacaktır.

Ülkemizde öncelikle binalardaki enerji verimliliğini artırmak ve pasif ev stratejilerini geliştirmek adına yasa ve yönetmeliklerle yaptırımlar uygulanmalı ve denetimleri yapılmalıdır. Diğer ülkelerde olduğu gibi devlet destekli teşvikler artırılmalı ve toplum

bilinçlendirilmelidir. Aynı zamanda Türkiye standartlarına uygun yapı kodları geliştirilip sertifika sistemine geçilmelidir. Böylelikle enerji verimlilik için yapılan çalışmaların sınırları belirlenmiş olup nelerin nasıl yapılabileceği hakkında açıklık getirilmiş ve binalardaki tüketilen ve üretilen enerjinin kontrol altına alınması sağlanmış olur. Yapılarda tüketilen enerjinin büyük bir kısmının ısıtma, soğutma ve havalandırma amaçlı kullanıcı konforunu artırmak için olduğu düşünülürse mekanların ısıtılması, soğutulması ve havalandırılması için iç ve dış ortamdaki ısı transferini önlemek ve iç ve dış ortamı minimum enerji harcayarak enerji dengesini sağlayıp kullanıcı konforunu arttırmak gerekmektedir. Bu bağlamda yeni ve mevcut yapılara uygulanacak yalıtımın hava sızdırmaz ve ısı köprüsüz olacak şekilde kesintisiz ve sürekli devam ettirilmesi, doğru yöntemlerle uygulanması ve yenilenebilir enerji üretecek ve kendi içerisinde enerjisiyi kullanılacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bu çerçevede Türkiye’de enerji verimliliğini sağlamak ve Pasif Ev Kriterlerinde yapı inşa etmek ya da mevcut yapıyı iyileştirmek için;

- Isı yalıtım malzemelerinin seçimlerine dikkat edilip doğru kalınlık ve doğru yöntemlerle uygulanmalıdır. Sadece duvarlara değil temel, çatı ve zemin döşemelerini de ele alacak şekilde yapılmalıdır. Çeşitli iklim tiplerine sahip olan ülkemizde yalıtım kalınlıkları da Pasif Ev ve EnerPhit Pasif Ev kriterlerince yapılan hesaplamalara göre seçilmelidir.
- Hava sızdırmaz ve ısı köprüsüz tasarım için yapı kabuğundaki duvar, temel, çatı, pencere, tavan gibi elemanların birbirleriyle olan birleşim yerlerine dikkat edilerek sürekli ve kesintisiz enerji verimli bir kabuk oluşturulmalıdır.
- Pencereler üç camlı içerisi asal gaz ile doldurulmuş pencere ve enerji verimli doğramalar tercih edilmelidir. Ülkemizde ne yazık ki bunu yapacak firmalar olmasına karşın Pazar bulunmadığından genelde bu ihtiyaç yabancı firmalarla karşılanmaktadır. Bu sebeple yapılardaki enerji verimliliği artırmak için Türkiye’deki pencere ve kapı sektörleri geliştirilerek firmalar teşvik edilip kullanımları artırılmalıdır.
- Isı geri kazanımlı havalandırma sistemi kullanılarak iç mekanda ki enerji kazançları artırılmalı ve konforlu bir iç mekan yaratılmalıdır. Havalandırma cihazlarına teşvik ile fiyatları uygun hale getirilerek iç piyasada pazar oluşturulmalıdır. Böylece genelde pencere havalandırması yapan ülkemizdeki enerji kayıpları engellenmiş olacaktır.
- Güneşlenme süresi diğer ülkelere göre daha fazla olan ülkemizde uygulanacak olan yenilenebilir enerji stratejileriyle enerji üretimini artırmak için özellikle yapılara entegrasyonu sağlanan ve yenilenebilir enerji kullanarak onu ısı, elektrik enerjisi gibi farklı türlere dönüştüren güneş kolektörleri, fotovoltaik panellerle yapılar

güçlendirilmelidir. Böylece her yapının kendisi için sıcak su, elektrik gibi ihtiyaçlarını şebekeye bağlı olmadan sağlaması kazandırılmalıdır. Aynı zamanda doğalgaz ve elektrikli sistemler yerine alternatiflerin oluşması sağlanmaktadır. Bina yönlendirmelerine dikkat edilerek güneşten doğal aydınlatma ve ısınma da yararlanılmalıdır. Aynı zamanda güneşin istenmeyen etkilerinden korunmak içinse güneş kırıcılar kullanılmalıdır.

Ülkemizde kullanıcı konforunu artırıp aynı zamanda faturaların düşmesine sebep olacak olan bu sistemler doğru şekilde uygulandığında uzun vadede bu sistemin ülke ekonomisine ve insan refah ve sağlığına oldukça yararlı olunacağı söylenebilir. Ülkemizde güzel bir fırsat olan kentsel dönüşüm projeleriyle bu uygulamalar artırılıp daha prestijli ve daha enerji etkin yapı stokları oluşturulabilir. Böylelikle yık-yap yerine elde olan mevcut yapılar değerlendirilip maliyet etkin bir şekilde yeniden ele alınması ve enerji etkin olması ön görülürken yeniden yapılacak olan yapılarında yasalarla daha konforlu ve enerji etkin olması sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- Adamson, B., (1992). Çin'de Konut Yapılarının Pasif İklimlendirilmesi; TABK-92/3006. *Lund Üniversitesi, İsveç*, 20-24.
- Alparslan, B., (2010). *Ekolojik Yapı Tasarım Ölçütleri Kapsamında Ankara'da Örnek Bir Yapı Tasarımı ve Değerlendirmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-65.
- Altaş, İ. H., (1998). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Türkiye'deki Potansiyel, Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3E*, İstanbul, Bileşim Yayıncılık A.Ş., 45, 58-63.
- Akıncı, H., (2007). *Günümüzde Uygulanan Isı Yalıtım Malzemeleri Özellikleri Uygulama Teknikleri ve Fiyat Analizleri*.Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 1-95.
- Akkaya, A. V., Akkaya E. K. ve Dağdaş, A., (2002). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Açından Değerlendirilmesi, Zekai Şen (Editör). *IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı*. Birinci Baskı. İstanbul. Su Vakfı Yayıncılık, s: 37-43.
- Akyürek, Y. ve Pekışık, G., (2003). Güneş, Uygarlık, Cam, *Yapı Dergisi*, 258, 104-107.
- Anbarcı, M., Giran, Ö. ve Demir, İ.H., (2011, 25-27 Kasım). *Uluslararası Yeşil Bina Sertifika Sistemleri İle Türkiye' deki Bina Enerji Verimliliği Uygulaması*. 6. İnşaat Yönetimi Kongresinde sunuldu, Bursa.
- Ashford, P., (1998). Assessment of Potential For The Saving of Carbon Dioxide Emissions in European Building Stock; Caleb Management Services. *Euroace - Building Energy Efficiency Alliance*, Bristol, 1-18.
- Badescu, V. and Sicre, B., (2003). Renewable energy for passive house heating: II. Model. *Energy and buildings*, 35(11), 1085-1096.
- Badescu, V. and Staicovici, M. D. (2006). Renewable energy for passive house heating: Model of the active solar heating system. *Energy and buildings*, 38(2), 129-141.
- Barnharm, J., (2013). *Why Choose Passivhaus, technical performance?*, London: Passivhaus Trust, 10-11.
- Berköz, E., Aygün, Z.Y., Kocaaslan, G., Yıldız, E., Ak, F., Küçükdoğu, M., Enarkun, D., Ünver, R., Yener, A.K. ve Yıldız, D., (1995). Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı; İntag 201. *İTÜ Mimarlık Fakültesi, Türk Ytong San. A.Ş ve Tübitak*, İstanbul, 1-10.
- Binyıldız, E., Turan, O. ve Karakoç, T.H., (1999). *Binalarda ve Tesisatta Isı Yalıtımı (Birinci Baskı)*. Eskişehir: Ode Yayınları, 6-20.
- Bretzke, A., (2011). Simplify your building City of Frankfurt adopt Passivhaus Riedberg Primary School Kalbacher Höhe, *Stadt Frankfurt am Main-Exportinitiative Energieeffizienz*, (1)1, 1-7.

- Bretzke, A., (2015). *Building Refurbishment/Renovation to a High Energy Efficient Standard, Simple – Economical*, 6th Canadian German Conference on Energy Efficiency Retrofits in Buildings, Montreal.
- Brown, G.Z. and Dekay, M., (2001). *Sun, Wind, Light: Architectural Design Strategies* (Second Edition). England: John Wiley & Sons, 30,362.
- Bulut, B., (2014). *Yeşil Bina Sertifika Sistemleri: Türkiye İçin Bir Sistem Önerisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara,1-53.
- Bulut, H., (2009,9-13 Subat). Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları, *Güneş Enerjisi Isıl Uygulamalar, Temiz Enerji Teknolojileri Kursu Ders Notu*, Gaziantep,1-39.
- Butcher, B., (2015). *How to Build a Passivhaus : Building Fabric*, London: Passivhaus Trust, 12-13.
- Butera, F.M., (1998). Chapter 3 – Principles of Thermal Comfort. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2, 39 – 66.
- Cevahir, S., (2010). *Sustainable building assessment systems and applications in Turkey*, Graduate Thesis, Mimar Sinan Fine Arts University Institute of Science and Technology, İstanbul, 1-89.
- Cihan, S., (2013). Ekolojik Şehirleşme ve Pasif Ev Projesi, *Gaziantep Büyükşehir Belediyesi*, İstanbul, 37-53.
- Cutland, N., (2012). *Passivhaus- An Introduction*, London: Passivhaus Trust, 3.
- Çakmanus, İ., (2004). Enerji Verimli Bina Tasarım Yaklaşımı, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 84, 20-27.
- Çakmanus İ., Böke A., (2001). Binaların Güneş Enerjisi ile Pasif Isıtılması ve Soğutulması, *Yapı Dergisi*, 235, 83-87.
- Çelik, E., (2009). *Yeşil bina sertifikasyon sistemlerinin incelenmesi Türkiye’de uygulanabilirliklerinin değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 10-13.
- Çevre Bakanlığı , (2002). Ulusal Rapor 17 Nisan 2004 Raporu; ÇB. *ÇB Raporu*, Ankara, 1-125.
- Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, (2011). İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı 2011-2023; T.C. ÇSB. *T.C. ÇSB Raporu*, Ankara, 83-90.
- Daniels, K., (1979). *The Technology of Ecological Building: Basic Principles and Measures, Examples and Ideas* (First Edition). Berlin: Birkhauser Verlag Basel Boston, 56.

- Demirel, B., (2013). *Pasif Ev Uygulamasının Türkiye İçin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul.
- Devlet İstatistikleri Enstitüsü, (1998). Konutlarda Enerji Tüketimi Karakteristikleri; DİE. *DİE Raporu*, Ankara, 1-85.
- Dikmen, Ç. B. ve Gültekin, A. B., (2009). *Sürdürülebilir Yapı Tasarımı Kapsamında Mimari Tasarım Sürecinde Akıllı Bina Kavramına Bakış*. Doğa, Kent ve Sürdürülebilirlik, 21. Uluslararası Yapı ve Yaşam Kongresinde sunuldu, Bursa.
- Devlet Planlama Teşkilatı, (2001). Sekizinci beş yıllık kalkınma planı konut özel ihtisas komisyonu; DPT 2594 – ÖİK 606. *DPT Raporu*, Ankara, 1-8.
- Durak, M. A., (2002, Ekim). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Verilen Teşvikler ve Hedefler*. IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumunda sunuldu, İstanbul.
- Elzaidabi, A., (2008). *Low Energy, Wind Catcher Assisted Indirect-Evaporative Cooling System for Building Applications*, Doctoral Thesis, Nottingham University Institute of Science, Nottingham, 1-65.
- Esin, T., (2006). Yapılarda Pasif Tasarım Yöntemleriyle Yenilenebilir Enerji Kullanımı, *İzolasyon Dünyası Dergisi*, 61, 68-72.
- Esin, T. ve Yüksek, İ., (2009). *Çevre dostu ekolojik yapılar*. 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumunda sunuldu, Karabük.
- Feist, W., (1992). *Bauvorbereitendes Forschungsprojekt Passive Häuser* (First Edition). Darmstadt: Inst. Wohnen und Umwelt, 1.
- Feist, W. and Werner, J., (1994, June). Gesamtenergiekennwert <32 kWh / (m²a). *Bundesbaublatt*, 2-3.
- Feist, W., (2001). Cost Efficient Passive Houses as European Standards; CEPHEUS 36. *Final Technical Report*, Darmstadt, 3-50.
- Feist, W., (2003). Empfehlungen zur Lüftungsstrategie, Protokollband, Passivhäuser; PHI. *Passivhaus Institut Report*, Darmstadt, 15.
- Feist, W., (2009). Certification as Quality Approved Passive House, Criteria for Residential-Use Passive Houses; PHI. *Passivhaus Institut Report*, Darmstadt, 1-7.
- Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Ekolojik Bina, (2017). PassivHaus nedir ve Gaziantep Ekolojik Bina Projesi; GBB. *Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Raporu*, Gaziantep, 1-10.
- Goulding, J.R., Lewis, J.O. and Steemers, T.C., (1992). (Editors), *Energy Conscious Design: A Primer for Architects* (First Edition), London: B.T. Batsford Ltd, 1-50.

- Göksal, T. ve Özbalta, N., (2002, Mart). Enerji Korunumunda Düşük Enerjili Bina Tasarımları. *Mühendis ve Makine*, 506(43), 26-32.
- Göksu, Ç., (1999). *Güneş - Kent, Güneş Enerjili Yerleşim Modeli, Güneş Kitapları Dizisi*. Ankara: Göksu Yayınları, 29-133.
- Güleç Müftüoğlu, S., (2016). Türkiye’de Yeşil Bina Kavramı Örnek: Gaziantep Ekolojik Bina; GBB. *Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Raporu*, Gaziantep, 1-31.
- Güleç Müftüoğlu, S., (2018, 23 Şubat). *Seda Müftüoğlu Güleç ile Türkiye ve dünyadaki pasif evler ve örnekler üzerine söyleşi*. E-Mail Aracılığıyla, Ankara.
- Gültekin, A., B., (2007). *Sürdürülebilir mimari tasarım ilkeleri kapsamında çözüm önerileri*. 19. Uluslararası Yapı ve Yaşam Kongresinde sunuldu, Bursa.
- Güngör, A., (2017). Binaların Doğal Isıtma ve Soğutulması için Güneş Enerjili Pasif Sistemlerin Kullanımı; *TMMOB Makine Mühendisleri Odası*, 1-7.
- Gürkan, A. (2014). Binalarda Enerji Verimliliğinde Kaldıraç Etkisi: Enerji Kimlik Belgesi, *İzolasyon Dünyası*. 107, 18-20.
- Güven, Ş., Üçgül, İ. ve Şenol, R., (2004). Güneş Enerjisi Isıl Uygulamaları ve Güneş Kulelerinin İncelenmesi, *Mühendis ve Makina Dergisi*, 533.
- Harputlugil, G. U., (2013). *Bina Enerji Performansı Değerlendirme Araçları - Enerji Simülasyonu*. XI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresinde sunuldu, İzmir.
- Henning, M., (2007). Thinking globally: the reform of the European social model is also a reform of globalisation. *Social Europe Journal*, 2 (4), 160-163.
- Hines J., (2015). *How to Build a Passivhaus, Design Approach and System Choices*, London,:Passivhaus Trust, 4-7.
- İnan, T. ve Başaran, T., (2014). Çift Cidarlı Cepheler Üzerine Bir Araştırma, *Megaron Dergisi*, 9 (2), 132-142
- İnancı, M.N., (1996). *Türkiye’nin İklim Koşulları Farklı Beş İlinde Pasif Güneş Isıtmalı Bina Elemanlarının Isısal Performans Açısından Optimizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1-92.
- İnternet URL-1: Dünya Yenilenebilir Enerji Raporu – 2007. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.alternaturk.org%2Fenerji_raporu_2007.php+&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:21.12.2017
- İnternet URL-2: ODTÜ’de Enerji Etkin Bina. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.emo.org.tr%2Fekler%2F60381704cad1744_ek.pdf%3Fdergi%3D520%25E2%2580%2593%2C%25201%2520Ekim%25202010&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi : 21.12.2017

- İnternet URL-3: Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.politeknik.gazi.edu.tr%2Findex.php%2FPLT%2Farticle%2FviewFile%2F51%2F49%2CSon&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi: 21.12.2017.
- İnternet URL-4: Avrupa Birliği'nin Enerji Politikaları ve Türkiye. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.uiportal.net%2Favrupa-birliginin-enerji-politikalari-ve-turkiye.html&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi: 21.12.2017
- İnternet URL-5: Şehircilik Çalışmalarında Meteorolojik Problemler. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.angelfire.com%2Ffm%2Fcukurcayir%2Fproblem.htm%2F%25C5%259EEH%25C4%25B0RC%25C4%25B0L%25C4%25B0K%2520%25C3%2587ALI%25C5%259EMALARINDA%2520METEOROLOJ%25C4%25B0K%2520PROBLEMLER%2C%2520Son&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:21.12.2017.
- İnternet URL-6: Passive Cooling: Responding to Electricity Demand in the UAE. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.carboun.com%2Fsustainable-design%2Fpassive-cooling-responding-to-uae%25E2%2580%2599s-soaring-electricity-demand%2F&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:21.12.2017
- İnternet URL-7: Rüzgar Enerjisi Nedir? Rüzgar Türbini Çeşitleri Nelerdir?. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.enerjibes.com%2Fruzgar-enerjisi-nedir-ruzgar-turbini-cesitleri-nelerdir%2F&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:21.12.2017
- İnternet URL-8: Two Categories of Assessment: Q and L. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ibec.or.jp%2FCASBEE%2Fenglish%2FmethodE.htm&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:21.12.2017
- İnternet URL-9: Certification process. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.passiv.de%2Fen%2F03_certification%2F02_certification_buildings%2F06_process%2F06_process.html+&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi ,21.01.2018
- İnternet URL-10: What is a Passive House?. URL: http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassipedia.org%2Fbasics%2Fwhat_is_a_passive_house&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:19.01.2018
- İnternet URL-11: What is BREEAM?. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.breeam.com%2F&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:21.12.2017
- İnternet URL-12: Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.tesisatmarket.com%2Fgorus%2Fyesil-bina-degerlendirme-sistemleri&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:21.12.2017

İnternet URL-13: LEED is Green Building, Our Story. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fnew.usgbc.org%2Fleed&date=2018-07-17>,
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fnew.gbca.org.au%2Fabout%2F&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:21.12.2017

İnternet URL-14: Sağlıklı Toplumlar, Yaşanabilir Bir Çevre. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.cedbik.org%2F&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:21.12.2017

İnternet URL-15: Green Star is an Internationally-Recognised Sustainability Rating System. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fnew.gbca.org.au%2Fgreen-star%2Frating-system%2F&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:21.12.2017

İnternet URL-16: Measures to Promote Sustainability. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ibec.or.jp%2FCASBEE%2Fenglish%2FoverviewE.htm+&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:21.12.2017

İnternet URL-17: The Passive House - Definition . URL:
http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassipedia.org%2Fbasics%2Fthe_passive_house_-_&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:19.01.2018

İnternet URL-18: What Defines Thermal Bridge Free Design. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassipedia.org%2Fbasics%2Fbuilding_physics_basics%2Fwhat_defines_thermal_bridge_free_design&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:19.01.2018

İnternet URL-19: The Passive House – Historical Review. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassipedia.org%2Fbasics%2Fthe_passive_house_-_historical_review&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:19.01.2018

İnternet URL-20: Building Envelope. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassipedia.org%2Fplanning%2Fthermal_protection&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:19.01.2018

İnternet URL-21: Building Services. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassipedia.org%2Fplanning%2Fbuilding_services&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:19.01.2018

İnternet URL-22: Thermal Comfort. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassipedia.org%2Fbasics%2Fbuilding_physics_basics%2Fthermal_comfort%2Fthermal_comfort_param+&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:19.01.2018

İnternet URL-23: Thermal İnsulation. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassipedia.org%2Fplanning%2Fthermal_protection%2Fintegrated_thermal_protection&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:19.01.2018

İnternet URL-24: The Passive House in Summer. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassipedia.org%2Fbasics%2Fsummer&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:22.01.2018

İnternet URL-25: Passive House Avoiding Thermal Bridges. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fpassiv.de%2Fformer_conferences%2FPassive_House_E%2Fpassive_house_avoiding_thermal_bridges.&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:19.01.2018

İnternet URL-26: Passive House Airtightness. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fpassiv.de%2Fformer_conferences%2FPassive_House_E%2FAirtightness_06.html&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:19.01.2018

İnternet URL-27: Windows Passive House. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fpassiv.de%2Fformer_conferences%2FPassive_House_E%2Fwindows_passive_houses_06.html+&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:21.01.2018

İnternet URL-28: Windows. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fpassiv.de%2Fformer_conferences%2FPassive_House_E%2FPH_windows.htm+&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:21.01.2018

İnternet URL-29: Types of Ventilation. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassipedia.org%2Fplanning%2Fbuilding_services%2Fventilation%2Fbasics%2Ftypes_of_ventilation&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:21.01.2018

İnternet URL-30: Passive House Compact System. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fpassiv.de%2Fformer_conferences%2FPassive_House_E%2Fcompact_system_passive_house.htm&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:22.01.2018

İnternet URL-31: Passivhausschule - Grundschule Riedberg, Frankfurt am Main. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.eneffschule.de%2Findex.php%2FDemonstrationsobjekte%2FBest-Practice-Beispiele%2Fpassivhausschule-grundschule-riedberg-frankfurt-am-main.html&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-32: Primary School in Frankfurt-Riedberg/GER. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2F4a-architekten.de%2Fen%2Fprojekte%2Fschule-frankfurt-am-main-riedburg&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

- İnternet URL-33: Riedberg Passive House School. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassipedia.org%2Fexamples%2Fnon-residential_buildings%2Fpassive_house_schools%2Friedberg_passive_house_school_frankfurt_germany&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:27.01.2018
- İnternet URL-34: Planning and Construction Of Passive Solar Primary School Kalbacher Höhe 15, Frankfurt am Main. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.energiemanagement.sadt-frankfurt.de%2FEnglisch%2FPassive-house-school-Riedberg.pdf&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018
- İnternet URL-35: Non-Domestic Passive House Projects. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fmosart.ie%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F02%2FNon-Domestic-Passive-House-Guidelines.pdf&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018
- İnternet URL-36: Planning and Construction Of Passive Solar Primary School Kalbacher Höhe 15, Frankfurt Am Main. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.energiemanagement.sadt-frankfurt.de%2FEnglisch%2FPassive-house-school-Riedberg.pdf&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018
- İnternet URL-37: Eco Arch House, The Crossway Project By Richard Hawke. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2F90degreesparallel.wordpress.com%2F2015%2F01%2F10%2Feco-arch-house-the-crossway-project-by-richard-hawke%2F&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018
- İnternet URL-38: Crossway Pps 7. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.hawkesarchitecture.co.uk%2Fcrossway&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018
- İnternet URL-39: Crossway Passivhaus. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.passivhaustrust.org.uk%2FUserFiles%2FFile%2FUK%2520PH%2520Awards%2F2013%2FPosters%2FUKPHAwardsPoster_privatel%2520housing_Crossway%281%29.pdf&date=2018-07-17, Son Erişim Tarihi:27.01.2018
- İnternet URL-40: Crossway Pps 7. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.hawkesarchitecture.co.uk%2Fcrossway&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018
- İnternet URL-41: England's First Passive House is a Vaulted Greenroofed Wonder. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Finhabitat.com%2Fvaulted-green-roofed-passive-house-in-the-english-countryside%2F&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-42: Crossway Passivhaus. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Ftheownerbuildernetwork.co%2Fhouse-hunting%2Fsustainable-and-green-homes+%2Fcrossway-passivhaus-richard-hawkes%2F+&date=2018-07-17> , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-43: There's No Place Like Dome: An Eco-Dream Of A House.Straight From The Medieval Drawing Board. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.dailymail.co.uk%2Fsciencetech%2Farticle-1148302%2FTheres-place-like-dome-An-eco-dream-house--straight-medieval-drawing-board.html&date=2018-07-17> , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-44: Interrogating The Technical, Economic and Cultural Challenges Of Delivering The Passivhaus Standard in The UK. URL:
https://kar.kent.ac.uk/44559/1/PassivHaus_UK_eBook.pdf , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-45: Crossway. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fnl.pinterest.com%2Fsource%2Fcrossway.tumblr.com%2F&date=2018-07-17> , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-46: Crossway Passivhaus. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Ftheownerbuildernetwork.co%2Fhouse-hunting%2Fsustainable-and-green-homes%2Fcrossway-passivhaus-richard-hawkes%2F+&date=2018-07-17> , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-47: Passive House in Bessancourt by Karawitz Architecture. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.architecturelist.com%2F2010%2F11%2F04%2Fpassive-house-in-bessancourt-by-karawitz-architecture&date=2018-07-17> , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-48: Solar Architecture and Green Building. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.solaripedia.com%2F13%2F316%2Fbessancourt_passiv_haus_certified_%28france%29.html%2C+&date=2018-07-17 , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-49: Passive House in City of Bessancourt by Karawitz Architecture. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.homedoo.com%2Fpassive-house-in-city-of-bessancourt-by-karawitz-architecture%2F&date=2018-07-17> , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-50: Passive House by Karawitz Architecture. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.homedsgn.com%2F2012%2F02%2F01%2Fpassive-house-by-karawitz-architecture%2F&date=2018-07-17> , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-51: Passive House, Bessancourt, France. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.positive-magazine.com%2Fkarawitz-architecture-passive-house-bessancourt-france%2F&date=2018-07-17> , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-52: The Passive House by Karawitz Architecture. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fabduzeedo.com%2Fpassive-house-karawitz-architecture&date=2018-07-17>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-53: International Selection - Five Ground-Breaking Buildings. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassivehouseplus.ie%2Fmagazine%2Finternational%2Finternational-selection&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-54: Bessacourt Passive House . URL: http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fnl.pinterest.com%2Fsearch%2Fpins%2F%3Fq%3Dbessacourt%2520passive%2520house%26rs%3Dtyped%26term_meta%5B%5D%3Dbessacourt%257Ctyped%26term_meta%5B%5D%3Dpassive%257Ctyped%26term_meta%5B%5D%3Dhouse%257Ctyped&date=2018-08-01, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-55: Bessacourt Passive House General Information. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.passivhausprojekte.de%2Findex.php%3Flang%3Den%23d_1125%2C+&date=2018-08-01, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-56: Passive House by Karawitz Architecture. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.caandesign.com%2Fpassive-house-by-karawitz-architecture%2F&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-57: How Affordable Housing is Driving Passive House Design. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.caandesign.com%2Fpassive-house-by-karawitz-architecture%2F&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-58: Belfield Townhomes. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.onionflats.com%2Fprojects%2Faffordable%2Fbelfield-townhomes.php+&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-59: Belfield Passive TownHouses. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.passivehouseacademy.com%2Fimages%2Flibrary%2Fcase_studies%2F580_Belfield_Houses_-_Philadelphia.pdf+&date=2018-08-01, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-60: Belfield Townhomes. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.onionflats.com%2Fprojects%2Faffordable%2Fbelfield-townhomes.php&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-61: Welcome to the Passive House Party. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fgbdmagazine.com%2F2013%2F25-passive-house&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-62: Belfield Townhomes. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.onionflats.com%2Fpdf%2FBELFIELD_onion_SM.pdf&date=2018-08-01, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-63: Belfield Homes. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.passivhausprojekte.de%2Findex.php%3Flang%3Den%23d_3795&date=2018-08-01, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-64: Belfield Townhomes. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.onionflats.com%2Fpdf%2FBELFIELD_onion_SM.pdf&date=2018-08-01, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-65: International Selection - Issue 12. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassivehouseplus.ie%2Fmagazine%2Finternational%2Finternational-selection-issue-12&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-66: EnerPHit – The Passive House Certificate For Retrofits. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassipedia.org%2Fcertification%2Fenerphit&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi ,21.01.2018

İnternet URL-67: What is EnerPhit?. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.passivbuildings.com%2Fretrofit%2Fenerphit%2F+&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi ,21.01.2018

İnternet URL-68: Making A Positive Difference in the Built Environment. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.passivhaus.org.uk%2Fpage.jsp%3Fid%3D20&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi ,21.01.2018

İnternet URL-69: 1970s Devon Home Becomes Certified Passive B&B. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassivehouseplus.ie%2Fmagazine%2Fupgrade%2F1970s-devon-home-becomes-certified-passive-b-b+&date=2018-08-01> , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-70: Totnes Passivhaus Bed and Breakfast Certified Passivhaus. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.passivhausplaner.eu%2FMusterPH_Projektdoku_Bild%2Fph_Dadeby_Dartington_2305.pdf+&date=2018-08-01, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-71: Totnes Passivhaus B&B, Has The House Kept Its Cool?. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fbristolgreencapital.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F12%2FBristol-Green-Partnership-Passivhaus-Conference-Lessons-Learnt-From-Totnes-Passivhaus-Adam-Dadeby.pdf&date=2018-08-01>,
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fpassivhausrefurb.blogspot.com.tr%2F&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-72: Tighthouse Brownstone. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.fnarchitecture.com%2Ftighthouse-brownstone&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-73: Tighthouse / Fabrica 718. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.archdaily.com%2F398382%2Ftighthouse-fabrica718&date=2018-08-01> , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-74: Brooklyn Brownstone Passive House. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwebcache.googleusercontent.com%2Fsearch%3Fq%3Dcache%3Ahttp%3A%2F%2Fwww.architectureweek.com%2F2013%2F0821%2Fenvironment_1-1.html&date=2018-08-01, Son Erişim Tarihi : 15.01.2018

İnternet URL-75: Search ArchitectureWeek. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.architectureweek.com%2F2013%2F0821%2Fenvironment_1-2.html+&date=2018-08-01, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-76: NYC's First Certified "Passive House" by FABRICA 718 is Lean, Mean and Incredibly Green. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.6sqft.com%2Fnycs-first-certified-passive-house-by-fabrica-718-is-lean-mean-and-incredibly-green%2F&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-77: Tighthouse Passive House. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fzeroenergy.com%2Fbrooklyn-passive-house%2F+&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-78: A Sustainable Brownstone Transformation in Brooklyn. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.dwell.com%2Farticle%2Fa-sustainable-brownstone-transformation-in-brooklyn-36276507+&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-79: Tighthouse / Fabrica 718. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.archdaily.com%2F398382%2Ftighthouse-fabrica718&date=2018-08-01> , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-80: La UBU Termina Su Búnker Verde. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.diariodeburgos.es%2Fnoticia%2FZ84251C2D-FF0C-0666-7764EDD765725FFD%2F20151116%2Fubu%2Ftermina%2Fbunker%2Fverde&date=2018-08-01> , Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-81: Rehabilitación del Barracón 4 del Antiguo Hospital Militar de burgos. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.plataforma-pep.org%2Festandar%2Fejemplos-ph%2F28&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-82: Dos Barracones “İnteligentes”. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ubu.es%2Fnoticias%2Fdos-barracones-inteligentes+&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-83: Rehabilitación del Barracón 4 del Antiguo Hospital Militar de burgos. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.plataforma-pep.org%2Festandar%2Fejemplos-ph%2F28+&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-84: La UBU Adapta Dos Nuevos Aularios En Los Barracones Del Hospital Militar. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.burgosconecta.es%2F2016%2F05%2F12%2Ffla-ubu-adapta-dos-nuevos-aularios-en-los-barracones-del-hospital-militar.html+&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-85: Rehabilitación Passivhaus En La UBU - 9 - Estanqueidad. Suelo Y Techo. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DrzoNgQ7uRgc+&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-86: Sensitive Passive Retrofit Transforms Victorian North London Home. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fpassivehouseplus.ie%2Fmagazine%2Fupgrade%2Fsensitive-passive-retrofit-transforms-victorian-north-london-home%23project+&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2018

İnternet URL-87: Hiley Road – Passivhaus Retrofit Project. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ecodesignconsultants.co.uk%2Fpassivhaus%2Fhiley-road%2F&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:27.01.2017

İnternet URL-88: Turkiyenin-İlk-Pasif-Evi-Gaziantep. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ekokultur.com%2Ftr%2Fturkiyenin-ilk-pasif-evi-gaziantep%2F%2C&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:30.01.2018

İnternet URL-89: Passivehouse – Gaziantep İnsan Kaynakları Merkezi. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fegmimarlik.com.tr%2F2011%2F10%2F23%2Fgaziantep-insan-kaynaklari-merkezi&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:30.01.2018

İnternet URL-90: Pasif Evler & Fırsatlar . URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.imsad.org%2Fuploads%2FEtkinlikler%2FAdana%2Ffizocam_nuri_bulut.pdf&date=2018-08-01, Son Erişim Tarihi:30.01.2018

İnternet URL-91: Gaziantep Ekolojik Bina. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fgaziantepkolojikbina.com.tr%2F&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:30.01.2018

İnternet URL-92: Gap Kuluçka Merkezi. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.saint-gobain.com.tr%2Fmulti-konfor%2Fgap-kulucka-merkezi&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:30.01.2018

İnternet URL-93: Gaziantep'te Enerphit Belgeli ESCO Kuluçka Merkezi Binası Yenileme İşi. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.sanis.com%2Fproje%2Fbirlesmis-milletler-kalkinma-programi-125&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:30.01.2018

İnternet URL-94: EVD Kuluçka Merkez Binası – EnerPHit (Enerji Verimli Yenileme) Mimari Proje. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fekho.com.tr%2Fevd-kulucka-merkez-binasi-enerphit-enerji-verimli-yenileme-mimari-proje%2F&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi:30.01.2018

İnternet URL-95: Pasif Evler & Fırsatlar. URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.imsad.org%2FUploads%2FEtkinlikler%2FAdana%2Fizocam_nuri_bulut.pdf&date=2018-08-01, Son Erişim Tarihi:30.01.2018

İnternet URL-96: Pasif Binalar Lüks Değil Zorunluluk . URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.bestdergisi.com.tr%2Farsiv%2Fyazi%2F68-pasif-binalar-luks-degil-zorunluluk+%2C+Son+&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi: 05.02.2018

İnternet URL-97: Pasif Ev Standardı İle Türkiye'nin Yıllık Doğalgaz Faturası 20 Milyar TL'den 4 Milyar TL'ye Düşebilir. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.bestdergisi.com.tr%2Farsiv%2Fyazi%2F83-pasif-ev-standardi-ile-turkiyenin-yillik-dogalgaz-faturasi-20-milyar-tden-4-milyar-tlye-dusebilir&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi: 05.02.2018

İnternet URL-98: Ayşegül Tekerekoğlu ile Röportaj. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fyesserenerji.com%2Faysegul-tekerekoglu-ile-roportaj%2F&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi: 05.02.2018

İnternet URL-99: Pasif-Ev-İcin-Regulasyon-Gerekli. URL:
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fekoik.com%2F%25E2%2580%259Cpasif-ev-icin-regulasyon-gerekli%25E2%2580%259D%2F&date=2018-08-01>, Son Erişim Tarihi: 05.02.2018

İnternet URL-100: Enerji Verimliliği Haftası'nda Türkiye İmsad'dan Açıklama . URL:
http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fimsad.org%2FUploads%2FFiles%2FTurkiye_IMSAD_Enerji_Verimlili%25C4%259Fi_Haftasi_BB.pdf&date=2018-08-01, Son Erişim Tarihi: 05.02.2018

İzocam Diyalog, (2013). *Yalıtım Kalınlığı Enerji Verimliliği ve Tasarruf Demek* (No.1304-2). İstanbul: İzocam Ticaret ve Sanayi A.Ş, 1-38.

- Kaan, Ö., (2006). *Düzlemsel Kolektörlerde Performans Arttırma Ve Yöntemlerin Deneysel Olarak İncelenmesi ve Maliyet Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 1-95.
- Kadiroğlu,E., (2011). *Türkiye’de Enerjiyetkin Yapı Üretimi için Tasarım Kriterleri*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Trabzon, 1-86.
- Kalpak Ö., (2006). *Isı köprüleri için önerilen ısı kaybı hesap metotlarının Ülkemiz iklim şartları yapı konstrüksiyonları açısından değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 1-74.
- Kent School of Architecture, (2014). Interrogating the technical, economic and cultural challenges of delivering the PassivHaus standard in the UK, Case Study 12: Crossway House, Staplehurst; *CASE. Centre for Architecture and Sustainable Environment Report*, Cansterbury, 254-271.
- Keskin, T., (2010). Binalar Sektörünün Enerji Tüketimi ve Enerji Verimliliği; TMMOB MMO 589. *Türkiye’nin Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı’nın Geliştirilmesi Projesi Binalar Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu*, İstanbul, 10-12.
- Kılıç, N., (2006.). Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketimine Genel Bakış, *AR&GE Bülten*, 12-19.
- Kıncay, O., G., (2017) Güneş Enerjisi Giriş; *Yıldız Teknik Üniversitesi Lisans Ders Notu*, İstanbul, 1-115.
- Kingspan , (2015). *Passivhaus Buildings: Case Studies* (No.2). Herefordshire: Kingspan Insulation Ltd, 1-32.
- Koblin, W.and Krüger, E., (1984). *Handbuch Passive Nutzung der Sonnenenergie*, Bonn: Stuttgart, 1-251.
- Koyun, T. ve Koç, E., (2017). Bir Binanın Değişken Cam ve Dış Duvar Tiplerine Göre Pencere/Duvar Alanı Oranlarının Bina Isı Kayıplarına Etkisi., *Mühendis ve Makina*, 58 (688) , 1-14.
- Kuban, B., (2009). *Tükenen Fosil Yakıtlar ve İklim Değişikliği Karşısında Kent ve Enerji*. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumunda sunuldu, İstanbul.
- Küçükdoğdu, M. Ş., (2007). *Mühendislik ve Mimarlıkta Enerji Etkin Tasarım İlkeleri*. IV. Ulusal Aydınlatma Sempozyumunda sunuldu, İzmir.
- Lechner, N., (1991). *Heating, Cooling, Lighting Design Methods for Architects*. Canada: John Wiley and Sons, 1-30.
- Maiellaro, N., (2001). *Towards Sustainable Building*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 61.

- Makina Mühendisleri Odası, (2012). Türkiye'nin Enerji Görünümü; TMMOB MMO/588, *Makine Mühendisleri Odası*, Ankara, 7.
- Makina Mühendisleri Odası, (2014). Türkiye'nin Enerji Görünümü Oda Rapor (Genişletilmiş Üçüncü Baskı); TMMOB MMO/616. *Makina Mühendisleri Odası*, Ankara,1-8.
- McDonald,T., (2014). *Mass Production and Multi-Family Can HOUSING save the planet?*, 2nd Residential Building Design & Construction Conference, Pump-Up the Volume Passive House; Penn State, University Park.
- Menna, P.,(2003). *European Directive on Energy Efficiency in Buildings. Pietro Menna-DG TREN European Commission*, ISES Solar World Congress, Göteborg.
- Multi Konfor Binalar, (2009). Pasif Evlerde Tasarım Semineri; *İzocam Ticaret ve Sanayi A.Ş. Raporu*, İstanbul, 3-68.
- Müezzinoğlu, A., (2001). Enerji Kaynaklarımız Yenilenebilir mi?, Yerel Gündem 21 Birlikteliğinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları. *İzmir Büyükşehir Belediyesi Yerel Gündem 21 Yayını*, (1)1, 2-23.
- Naidj, J.S., (1998). *A Comparative Study of Passive Solar Building Simulation Using Hot 2000, Trnsys14, Netspec*, Master of Science Thesis, Trent University Institute of Science, Ontario,1-74.
- Odaman Kaya, H., (2012). *Ölçütlere dayalı değerlendirme ve sertifika metotlarından LEED ve BREEAM'in Türkiye uygulamalarına yönelik irdeleme ve öneriler*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir,17-18.
- Ok, V., (2007). *Sağlıklı Kentler İçin Pasif İklimlendirme ve Bina Aerodinamiği*. VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresinde sunuldu, İzmir.
- Oktik, Ş., (2001). *Güneş-Elektrik Dönüşümleri Fotovoltaik Güneş Gözelleri Ve Güç Sistemleri*. Ankara: Temiz Enerji Vakfı Yayınları, 40.
- Oluklulu, Ç., (2001). *Güneş Enerjisinden Etkin Olarak Yararlanmada Kullanılan Fotovoltaik Modüller, Boyutlandırılmaları ve Mimarlıkta Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 5-67.
- Osbourne P., (2015). *Passivhaus Project Documentation Hiley Road Retrofit Passivhaus*. Presented at 20th International Passivhaus Conference, London.
- Özçuhadar, T., (2007). *Sürdürülebilir çevre için enerji etkin tasarımın yaşam döngüsü sürecinde incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 6-15.
- Öztürel, N., Zilan R. ve Ecevit, A., (2001). Türkiye 'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçin İzlenmesi Gereken Strateji, Planlama Politikaları ve Bunların Sosyal ve Siyasi Etkileri. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, İzmir, 28-32.

- Palabıyık, S., Nasır, A. ve Soygeniş, M., (2010). *Sürdürülebilirlik: Mimari tasarım stüdyosuna yaklaşım*, Presented at International Sustainable Buildings Symposium, Ankara.
- Paralı, D., (2009). *Bina Duvarlarında Uygulanan Isı Yalıtım Sistemlerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya,10-59.
- Passive House Institute, (2014a). Active For More Comfort: Passive House; *International Passive House Association* , Darmstadt, 2, 4-47.
- Passive House Institute, (2014b). Active For More Comfort; PH. *International Passive House Association Report*, Darmstadt, 59-60.
- Passive House Institute, (2014c). Active For More Comfort; PH. *International Passive House Association Report*, Darmstadt, 65-66.
- Passive House Institute, (2015a). Passive House Award 2nd Passive House Architecture Award Recipients & Finalists; PH. *Passive House Association Report*, Darmstadt, 30-31.
- Passive House Institute, (2015b). Totnes Passivhaus Bed and Breakfast Certified Passivhaus; PH. *Passive House Association Report*, Darmstadt, 1-8.
- Passive House Institute, (2016a). Criteria for the Passive House, EnerPHit and PHI Low Energy Building Standards; PH. *Passive House Association Report*, Darmstadt, 1-27.
- Passive House Institute, (2016b). Passive House Object Documentation Refurbishment block N° 4 at the former Burgos Military Hospital; PH. *Passive House Association Report*, Darmstadt, 1-15.
- Passive House Institute, (2017). Passivhaus Project Documentation Hiley Road Retrofit Passivhaus; PH. *Passive House Association Report*, Darmstadt, 1-11.
- Passivhaus Trust, (2013a). The Crossway Passivhaus Private Housing Category; PH. *Passivhaus Trust*, London,1-16.
- Passivhaus Trust, (2013b). Totnes Passivhaus Private Housing; PH. *Passivhaus Trust*, London, 1-14.
- Ross, E., (1997). *Energy Efficiency Encyclopedia of Energy and the Environment* (First Edition). Canada: John Wiley and Sons Inc, 1-203.
- Salman Gürcan, T., (2018, 10 Mart). *Tuğba Salman Gürcan ile Türkiye ve Avrupa'daki pasif evler üzerine söyleşi*, Tuğba Salman Gürcan'ın Bürosu, Ankara.
- Saranti, K., (2006). *Air moving an and through building: historical prototypes and contemporary applications*, International workshop on energy performance and environmental quality of buildings, Greece.

- Sarı, B., (2014). Isı Pompası Sistemleri Genel Bilgiler; *Makine Mühendisleri Odası Isı Pompası Seminerinde sunuldu*, Ankara.
- Sayın, S., (2006). *Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Yapı Sektöründe Kullanımının Önemi ve Yapılarda Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya,12-95.
- Schittich, C., (2003), (Ed.).*In DETAIL Solar Architecture: Strategies, Visions, Concepts*, Basel: Birkhauser Publishers for Architecture,15-119.
- Schnieders, J. and Hermelinkb A., (2004). CEPHEUS Results: Measurements and Occupants Satisfaction Provide. *Energy Policy*, (34), 151-171
- Schnieders J, Kaufmann B. , Mikeska T. and Peper S., (2017). Buiding Certification Guide; PHI. *Passive House Institute Report*, Darmstadt, 1-75.
- Sev, A. ve Canbay N., (2009). Dünya genelinde uygulanan yeşil bina değerlendirme ve sertifika sistemleri, *Yapı Dergisi Yapıda Ekoloji Eki*, 329; 42-47.
- Somalı, B. ve Ilıcalı, E., (2009). *LEED ve BREEAM uluslararası yeşil bina değerlendirme sistemlerinin değerlendirilmesi*. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresinde sunuldu, İzmir.
- Soysal, S., (2008). *Konut Binalarında Tasarım Parametreleri ile Enerji Tüketimi İlişkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara,1-88.
- Sustainable Energy Ireland (SEI)., (2007). *Passive Homes Guidelines for the Design and Construction of Passive House Dwellings in Ireland*; *Sustainable Energy Ireland*, 1-47.
- Şenpınar, A. ve Gençoğlu, M. T., (2006). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri Açısından Karşılaştırılması, *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi*, 4 (2), 49-54.
- Taşgetiren, S., (1998). Rüzgar Enerjisi, *Çevre Koruma Dergisi*, 8 (29), 25-30, Denizli.
- T.C Avrupa Birliği Bakanlığı, (2014). Avrupa Birliği Sürecinde Enerji Fırlığı; T.C. ABB. *T.C. Avrupa Birliği Bakanlığı Raporu*, Ankara, 1-51.
- T.C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, (2005). Eylem Planı; T.C. STB. *T.C. Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı Raporu*, Şanlıurfa,1-2.
- T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2017). Dünyada ve Türkiyede Enerji Görünümü; T.C. ETKB. *T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Raporu*, Ankara, 1-13.
- Tetik, G., (2014). *Akdeniz İklim Şartlarında Güneş Odaklı Enerji Etkin Yapı Tasarımının Su Isıtmalı Sistem Bağlamında Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-56.

- Tokuç, A., (2005). *İzmir’de Enerji Etkin Konut Yapılara İçin Tasarım Kriterleri*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir,1-99.
- Tönük, S., (2001). *Bina Tasarımında Ekoloji*, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, 5.
- TÜBİTAK, (2003). Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli; *TUBİTAK. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Ön Raporu*, Ankara, 7-55.
- Uğurel, A., (2002). 4-E projesi, Ares enerji sistemleri. *IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, İstanbul, 71.
- Utkuğ, G., (2002). *Bilim ve Teknik Mimarlık Eki*, İstanbul: Tübitak Yayınları, 9.
- Utkuğ, G., (1996). Yüksek Lisans Programı Ders Notları; *Gazi Üniversitesi*, Ankara, 1-24.
- Üçgül, İ., Delikanlı, K., Öztürk, M. ve Şenol, R., (2006). Yüksek Sıcaklıklı Güneş Enerjisi Alıcı Sistemleri İçin Malzeme Seçimi, *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1304-4141
- Ülgen, K., (1993). *Ege Bölgesi İklim Koşullarında Güneş Enerjisinden Faydalanılarak Entegre Seralar Yardımıyla Konutların Isıtılmasının Araştırılması*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü, İzmir, 1-72.
- Wall, De. H., (1993). New Recommendations For Buildings In Tropical Building, *Building and Environment*, 3, 2.
- Wiggington, M. and Harris, J., (2002). *Intelligent Skins*, Butterworth-Heinamann, Oxford: Architectural Press, 1-184.
- WSSD, (2002). World Summit on Sustainable Development implementation report; WSSD. *World Summit on Sustainable Development Report*, Johannesburg, 1-66.
- Yamak, T., (2006). *Türkiye'nin Alternatif Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Ekonomik Analizler*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul,1-116.
- Yarkın, S, A., (2017). *Mevcut Binalarda Yenileme Çalışmalarının Enerji Verimliliği Yaklaşımları Çerçevesinde Etkinliği ve Uygulanabilirliği*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara,1-125.
- Yeşil Bina, (2013). Fransa’da Pasif bir Ev. *Yeşil Bina Sürdürülebilir Yapı Teknolojileri Dergisi*, 1 (21), 40-42.
- Yılmaz, A.Z., (2005). *Akıllı Binalar ve Yenilenebilir Enerji*, TESKON Konferansında sunuldu, İzmir.





EKLER



EK.1. Pasif Ev Kontrol Listesi (Multi Konfor Binalar,2009)

VAZİYET PLANI	X	Kanal kullanımı (Kısa boylu ve hava akış hızı 3 m/s olacak)	
Kompakt bina tipolojisi		Ses yalıtımı	
Güneye yönelmiş ana cephe		Yangın-Akustik güvenliği	
Güneye bakan geniş pencereler		Merkezi havalandırmaya destek olacak ısı eşanjörü termal zarfa yakın (Bodrumda veya sıcak yapı kabuğunda) konumlandırılmış.	
Pasif güneş enerjisini kullanmak için doğru yapısal ve bitkisel gölgeleme elemanı seçimi		Merkez ve destek birimin yalıtımı (Isı geri kazanım oranı \geq %75- Havasızdırmazlık (Devirdaim havası < %3-Elektrik gerekliliği < 0,4 Wh/m ³)	
MİMARİ TASARIM	X	Kullanıcı Kullanımı	
Kompakt form (Gereksiz girinti-çıkıntı olmadan basit)		Davlumbaz seçimi (Metalden yapılmış yağ filtresi-hava değiştirici sistemi)	
Güneye bakan pencereler büyük		İsteğe bağlı toprak altı ısı eşanjörü	
Doğu-batı-kuzeye bakan pencereler küçük		Soğuk boru kanallarını evden hem uzak hem yaz için eve bağlı şekilde planlama	
Kışın gölgelemeden kaçınım (Parapet-sundurma-balkon-çatı çıkıntısı-bölmeler vb.)		Bina çıkıntıları için açıklıklar planlanmalı	
Derli toplu tesisat yerleşimi		SIHHİ TESİSAT-ELEKTRİK AKSAMI İÇİN DETAYLANDIRMA	X
Havalandırma boşluğu		Sıcak su için yapı kabuğunda kısa ve iyi izole edilmiş borular	
Bodrum katı havasızdırmaz ve ısı köprüsü olmayacak şekilde ayırma		Soğuk su için yoğunlaşmayı engelleyici izole edilmiş kısa borular	
Binanın enerji dengesi (PHPP programı ile hesaplanmış)		Su tasarrufunu sağlayan teçhizatlı çamaşır-bulaşık makinesi, musluklar	
Maliyet hesabı		Enerji tasarrufu yapan armatürler ve elektrikli ev aletleri	
Finansal destekler		Hava sızdırmaz yapı kabuğuna nüfus etmeyen sıhhi ve elektrik tesisatı	
Yapı yetkilileri ile görüşme		Çatı kanadı havalandırmaları, bir hat üzerindeki kısa atık su boruları ve tavan delikleri yalıtılmalı	
Mimarlar ile görüşme ve sözleşme		DENETİM VE KALİTE KONTROL	X
PLAN ONAYI-GENEL UYGULAMA PLANI	X	Isı köprüsüz tasarım kontrolü	
Yalıtım ve yalıtım kalınlığı (İdeal u değeri min 0,15 W/m ² K yalıtımlı yapı kabuğu)		Havasızdırmazlık kontrolü (Tüm borulardaki bağlantı detaylarının güvenilirliği için dolgu, sıva ve bantla kontrolü-yapı kabuğuna müdahil olan elektrik aksamı ve kablo ile kablo kanalı arasını dolgu ile kapatılması-elektrik prizlerinin sıva ile aynı hizada montesi- iç mekanda sıvanın kaba döşemeden kaba tavana kadar uygulanması)	
Isı köprüsüz kabuk		Pencere kontrolü (Bağlantı yerlerinin özel yapıştırıcı bantlarla ya da sıva rayı ile kapatılması)	
Hava sızdırmaz kabuk		Bloower door testi (İç mekan işleri bitirilmeden fakat elektrik işleri bitirildikten sonra hava sızıntıları tespitinden sonra uygulanması)	
Pencere (Cam tipi- ısı yalıtımlı çerçeve-cam alanı- camın güneş enerjisi geçirgenliği seçimi)		Havalandırma sistemi kontrolü (Filtre değişimi için kolay erişilebilirlik-normal çalışma esnasında hava akışlarının dengelenmesi-elektrik güç tüketiminin ölçülmesi)	
PHPP ile hesaplanmış enerji talebi		Tüm ısıtma, kanalizasyon ve elektrik sistemlerinin kalite kontrolü	
Bina strüktür tipolojisi seçimi (Yığma-Çelik-Ahşap-Hafif)			
Kat-yerleşim planı tasarımı			
Enerji projesi (Havalandırma-sıcak su ısıtma)			
Tesisat boşluğu			
Yapı kabuğunun dışında soğuk içinde sıcak hatlar			
Kısa Borular (Sıcak su-soğuk su atık su)			
HAVALANDIRMA-ISITMA SİSTEMİ İÇİN DETAYLANDIRMA	X		
Hava çıkışları (Hava akımının kısa devresini önler-hava atıkları göz önünde bulundurulmalıdır)			



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : URAL YERTUTAN, Cansu
 Uyuğu : Türkiye
 Doğum tarihi ve yeri : 19.05.1989, Ankara, Türkiye
 Telefon : 0 (553) 076 82 76
 e-mail : mim.ural.cansu@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Mimarlık Bölümü	Devam Ediyor
Lisans	Yaşar Üniversitesi/Mimarlık Bölümü	2012
Lise	Yavuz Sultan Selim Anadolu Lisesi	2007

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014-Halen	Aucu Mimarlık	Yönetici Mimar
2013-2014	Önen Architecten	Mimar

Yabancı Dil

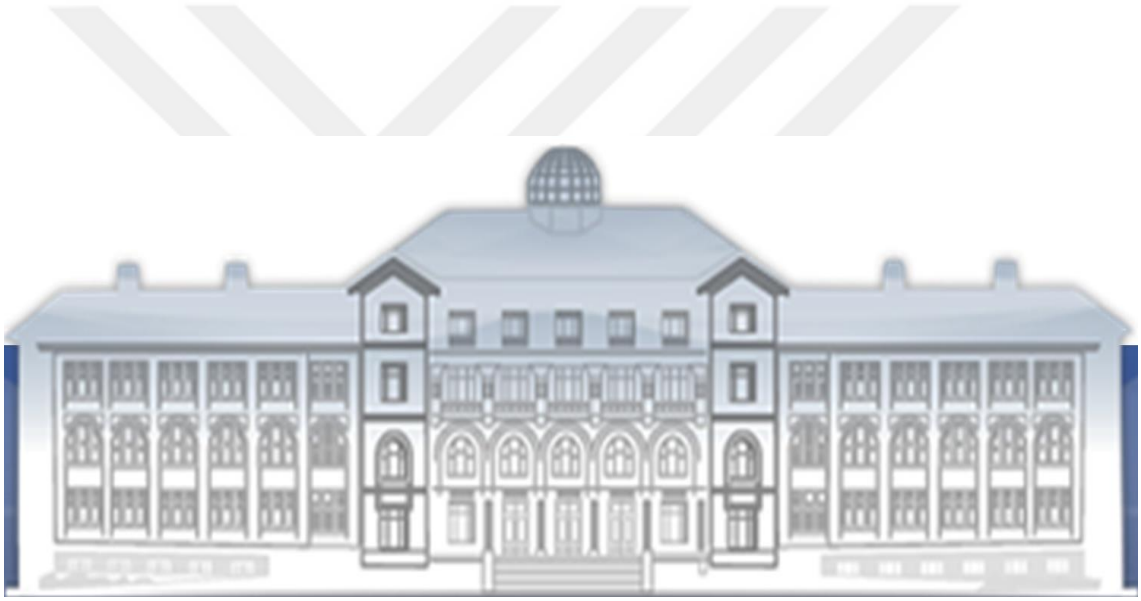
Türkçe, İngilizce

Yayınlar

Ural Yertutan, C. ve Arslan Selçuk, S. (2018). *Implementation of The Passive House Standards In Turkey*. ICOCEE 3. International Conference on Civil and Environmental Engineering Conference Proceeding Book, Çeşme, 160-174.

Hobiler

Kitap okumak, gitar çalmak, spor yapmak, takım oyunları oynamak, takı tasarımı yapmak, bahçeyle uğraşmak, seyahat etmek, kişisel gelişim ve Neuro Linguistic Programming ile ilgilenmek.



GAZİ GELECEKTİR...