

MEVCUT BİR YAPIDA YILLIK ENERJİ İHTİYACINI AZALTMAYA YÖNELİK PASİF RETROFİT UYGULAMALARI VE SİMULASYONU : İZMİR ÖRNEĞİ

Araş. Gör. Ahunur AŞIKOĞLU

ÖZET

İçinde bulunduğumuz yüzyılda, yapılı çevrede enerjiye duyulan ihtiyaç hızla artmakta; bu sebeple pek çok bilim dalında enerjiyi etkin kullanmaya yönelik çözümler geliştirilmektedir. Mimaride enerji etkin binalar üretmek için aktif ve pasif sistem çözümleri kullanılmaktadır.[1]

Mevcut bir binada retrofit yapmak, enerji etkin strüktür yapmanın yollarından biridir [2]. Bu çalışmada mevcut binaların enerji etkin iyileştirilmesine yönelik uygulanan pasif bina çözümlerinin mevcut bir binaya uygulanması durumunda oluşan enerji kazancı incelenmiştir. Bu çalışmada; mevcut binalar üzerinde pasif sistem retrofitu yapılarak enerji etkin yaklaşıma dair farklı çözümler üretmek amaçlanmıştır. Bu sebeple seçilen İzmir ilinde bulunan tek katlı 98m² alana sahip bir konut yapısı, öncelikle bölgesel iklim verileri de dikkate alınarak DB dynamic simulation software programı kullanılarak modellenmiştir [3]. Simülasyonun gerçeğe en yakın sonuçları verebilmesi için kalibre edilmiş ve mevcut halinin yıllık ısıtma/soğutma/havalandırma enerji tüketimi hesaplanmıştır. 2. Olarak ise, adım adım retrofit iyileştirme senaryoları oluşturulmuş ve bu senaryolar üzerinden ortaya çıkan sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışma Öğr.Gör.Dr. Zeynep Durmuş Arsan'ın İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde yürütücülüğünü yaptığı "İAR 5084- Introduction to Building Energy Simulation" dersi kapsamında hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pasif retrofit, enerji verimliliği, enerji tüketimi

GİRİŞ

Gelecek nesillerin devamını konforlu bir şekilde sağlayabilmek için mevcut kaynakları etkin ve verimli kullanacak çözümler üretmek gerekmektedir. Bu çözümlerin önemli bir kısmını, dünya üzerinde tüketilen hammaddenin 3 milyar tonunun % 40'lık bir oranını oluşturan inşaat sektöründe uygulamak mümkündür [4]. Bu amaçla mimarlık alanında hem çevreyi en az etkileyecek, hem de yenilenebilir kaynaklardan en büyük oranda faydalanılabilecek çözümler geliştirilmiştir.

Gelecek nesiller için bugünkü çevre şartlarının korunduğu ve iyileştirildiği, az enerji tüketen yapıların tasarlandığı, sürdürülebilir bir yaşam ortamı sağlamak durumundayız.[5] Sürdürülebilir ve sağlıklı binaların başlıca işlevlerinden biri; iç çevrede ısı (termal) konfor koşullarının sağlanmasıdır. Günümüzde çözüm bekleyen en önemli sorunlardan biri olan enerji sorunu ele alındığında, binalarda ısı konforunun minimum yapma ısıtma enerjisi kullanarak sağlanması dolayısıyla, iç ve dış ortamı birbirinden ayıran ve ısı kontrolünde büyük bir rol oynayan bina cephelerinin enerji etkin tasarlanması ve yapılandırılması gerekli olmaktadır. [6] Binalarda tüketilen enerjinin büyük bir kısmı; kullanıcıların iklimsel konforunu sağlamak üzere mekanların ısıtılması, soğutulması ve havalandırılması için harcanmaktadır. [7] Bu çalışmada İzmir ilinde bulunan tek katlı bir konut yapısının; DB simülasyon programı kullanılarak mevcut ısıtma/soğutma/havalandırma enerji tüketimi hesaplanmıştır. İkinci adım olarak da; DB simülasyon programı kullanılarak yapı kabuğuna yönelik havalandırma, yalıtıma, ısıtmaya, soğutmaya yönelik pasif sistem çözümleri kullanılarak adım adım iyileştirmeler yapılmıştır. Son olarak bu müdahaleler sonucunda elde edilen enerji kazancı ortaya konmuş, oluşturulabilecek iyileştirme kurguları değerlendirilmiştir. Bu çalışmada; mevcut binalar üzerinde pasif sistem retrofiti yapılarak enerji etkin yaklaşıma dair yapılacak çalışmalara ışık tutmak amaçlanmıştır.

Seçilen Bina Hakkında

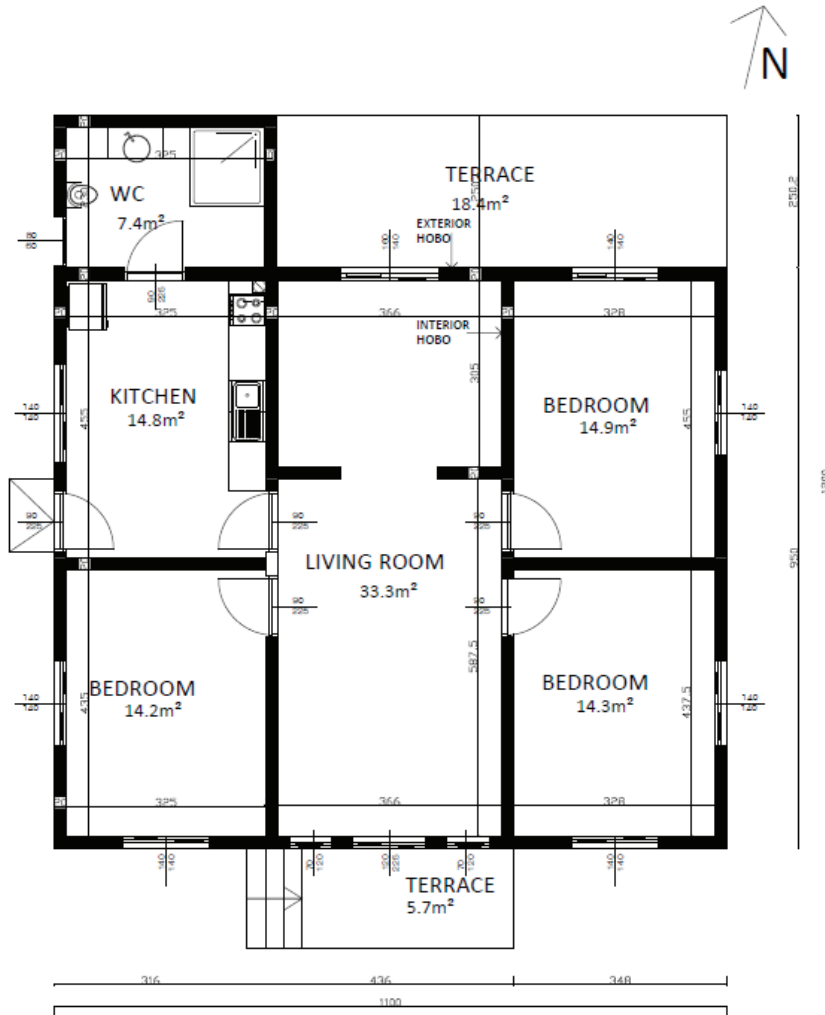
Konumu

Mevcut enerji tüketimi ve retrofit sonrası enerji tüketimi karşılaştırması için simülasyonu yapılan yapı Türkiye'nin batısında ılıman iklim kuşağında bulunan İzmir ilinde konumlanmaktadır. Yapının enlemi 38°28'20", boylamı 27°05'48" 'dır ve doğu-batı

doğrultusunda uzanmaktadır. Kuzeyle 12° açı yapmaktadır. Yapının deniz seviyesinden yüksekliği 12m.dir. Tek katlı 98m² olan mevcut yapı 1960'lı yıllarda inşa edilmiş olup, günümüzde yılın belirli periyotlarında kullanılmaktadır. Yapının doğusunda 3 katlı betonarme bir yapı, batısında tek katlı yığma bir yapı, kuzeyinde narenciye bahçesi güneyinde ise taşıt yolu bulunmaktadır.

Fiziksel özellikleri

98m² kullanım alanına sahip tek yatlı yapıya ana giriş kuzey cephesinden yapılmaktadır. Giriş aynı zamanda salon olarak kullanılan mekana doğrudan ulaşım sağlamaktadır. Yapıda 3 yatak odası, 1 salon, 1 mutfak ve 1 wc bulunmaktadır. Yapıya aynı zamanda batı cephesinde bulunan mutfağa açılan kapıdan da giriş mevcuttur. 1960'lı yıllarda yapılan yapıda, dönemin o bölgede yaygın kullanılan malzemelerinden olan dolu tuğla kullanılmıştır.



Şekil 1: Seçilen binanın planı

Mevcut yapının yapı bileşenlerinin malzemeleri ve kalınlıkları doğrultusunda Design Builder programı kullanılarak U değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 2 : Seçilen binanın güney cephesinden fotoğraflar

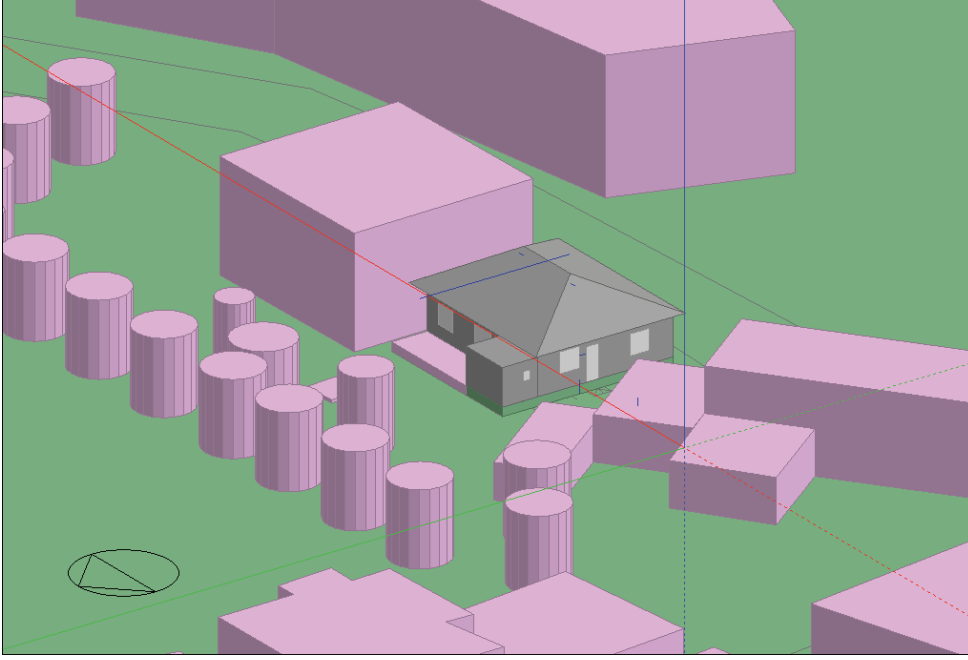
METADOLOJİ

Mevcut yapının enerji etkin iyileştirmesi için pasif retrofit yapılması amaçlanmıştır. Bu amaçla izlenen yöntem şu şekilde sıralanabilir,

- HOBO cihazlarının yapının dış ve iç hava sıcaklıklarını ölçmek için binaya yerleştirilmesi ve sonuçların alınması, iklim verisinin hazırlanması,
- Mevcut yapının Design Builder kullanılarak modellenmesi,
- Modellenen yapının simülasyonunun, maksimum hata toleransının altında kalacak şekilde ısıtıp soğutulmayan ara dönem için kalibrasyon yapılması,
- Kalibrasyon sonrası yapının mevcut halinin simülasyonunun alınması ve mevcut enerji tüketiminin saptanması
- Oluşturulan pasif retrofit senaryoları ile adım adım iyileştirme yapılması
- Sonuçların karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi.

Amaçlanan araştırma yöntemi doğrultusunda; ilk olarak yapının salon olarak kullanılan mekanın iç ve dış duvarlarına 20.04.2016-27.04.2016 tarihleri arasında, HOBO veri kaydedici cihazı yerleştirilmiş ve 7 gün boyunca saatlik iç/dış sıcaklık değerlerine ulaşılmıştır. Yapı ve yakın çevresi, bölgesel iklim verileri kullanılarak modellenmiştir. İlk simülasyon sonucunda çıkan sıcaklık değerleri MBE <10%, RMSE<30 olacak şekilde kalibre edilmiştir. Saatlik veriler kullanılırken; MBE $\pm 10\%$, CV(RMSE) $\pm 30\%$ ya da aylık veriler kullanılırken %5-%15 olduğunda kalibre edilmiş sayılmaktadır. [8]. Bu doğrultuda çevredeki ağaçların geçirgenlikleri ve boyları değiştirilmiş, yansıtıcılığı olduğu bilinen havuza malzeme atanmış,

yapıdaki malzeme kalınlıkları gerçeğe en yakın hale getirilmiştir. İlk denemede MBE değeri %6.571, RMSE değeri %7.46 bulunmuştur. Yapılan değişikliklerle birlikte ikinci denemede MBE değeri %5.789, RMSE değeri %6.89 bulunmuştur.



Şekil 3: Seçilen binanın DB modeli

Kalibrasyon tamamlandıktan sonra binanın mevcut halinin simülasyonu alınmış ve şekilde gösterilen tüketim değerlerine ulaşılmıştır.

	Material	Width(cm)	Conductivity(W/mk)	Specific Heat (J/kgK)	Density (kg/m ³)
Exterior Wall	Cement plaster	2	0.82	840	1680
	Full brick	19	0.85	840	1500
	Cement plaster	2	0.82	840	1680
U value (W/m ² k)			2.261		
InteriorWall	Cement plaster	2	0.82	840	1680
	Full brick	19	0.85	840	1500
	Cement plaster	2	0.82	840	1680
U value (W/m ² k)			2.261		
Roof	Clay tile	2.5	1	800	2000
	Asphalt ins. role	0.5			
	Plywood panels	0.5	0.09	1880	460
U value (W/m ² k)			3.002		
Ceiling	Natural wood	3	0.19	2390	700
	Plaster	2	0.80	840	1600
U value (W/m ² k)			2.149		
Ground floor	Marble	3	2.9	840	2750
	Floor screed	3	1.13	1000	2000
	Cast concrete	10	1.13	1000	2000
	Rock	80	3.5	1000	2800
U value (W/m ² k)			1.575		
Windows	Clear glass				
	Air gap				
	Clear glass				
U value (W/m ² k)			1.960		
Doors	Wood	3.5	0.19	2390	700
U value (W/m ² k)			2.823		

Şekil 4 : Mevcut binanın malzeme özellikleri

Binayı enerji etkin yenilemek amacıyla seçilen pasif retrofit iyileştirmelerle, PassivHaus Enstitüsünde belirtilen U değerlere ulaşmak amaçlanmıştır.

PassivHaus Enstitüsü'ne göre;

Binanın dış kabuğundaki tüm opak yapı bileşenleri çok iyi yalıtılmış olmalıdır. Tüm dış yüzeylerde (çatı, zemin döşemesi, dış duvarlar) U değeri en fazla $0.15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ olmalıdır. Pencere çerçeveleri iyi yalıtılmış olmalı ve low-e camlar kullanılarak argon veya kripton dolgulu tasarlanmalıdır. Pencere ve kapılar için en fazla U değeri $0.80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ olmalıdır.[9]

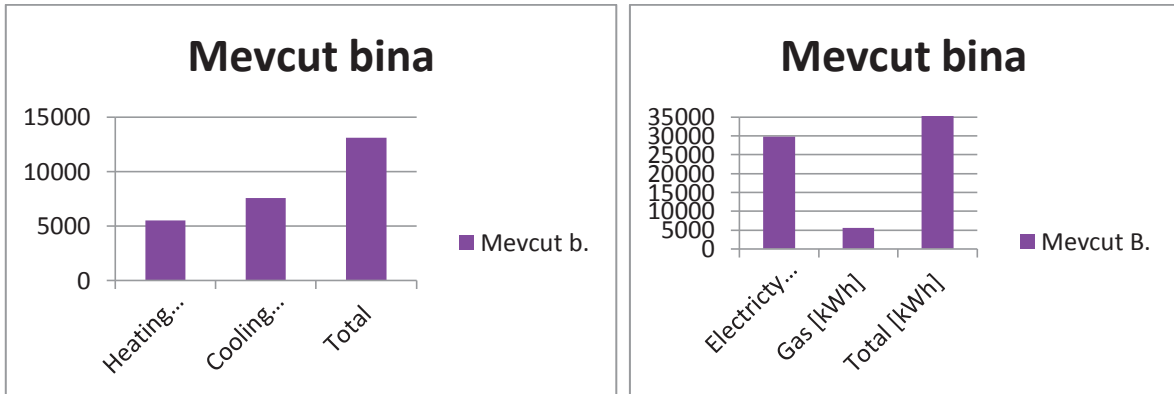
Bu amaçla, çeşitli senaryolar oluşturulmuş ve her bir senaryo için yıllık ısıtma/soğutma/havalandırma için gerekli enerji tüketimi saptanmıştır. Oluşturulan senaryolar,

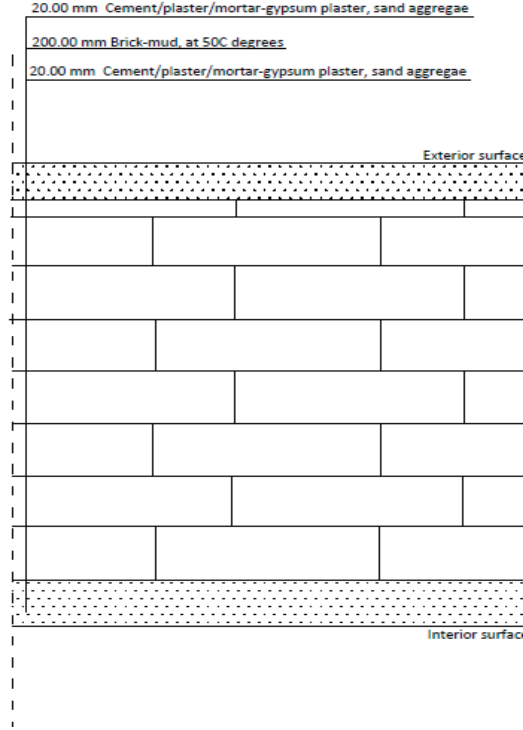
- S1, yapının mevcut halinin simülasyonunu almak,
- S2; yapının dış duvarlarını $U < 0.15 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ olacak şekilde iyileştirmek,
- S3; yapının pencerelerini $U < 0.85 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, kapılarını $U < 0.80$ olacak şekilde iyileştirmek,
- S4; zemin döşemesi ve çatısını $U < 0.15 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ olacak şekilde iyileştirmek,
- S5; S2-S3-S4 senaryolarının hepsini aynı anda binaya uygulayıp, enerji tüketimini saptamak.

S1

Senaryoların ilk adımı olan S1 de, mevcut yapının Design Builder'da modellenmesi yapılmış ve yıllık enerji tüketimi saptanmıştır.

Grafik 1: S1 için enerji tüketimleri





Şekil 5 : Mevcut binanın dış duvar kesiti

S1 için sonuçlar:

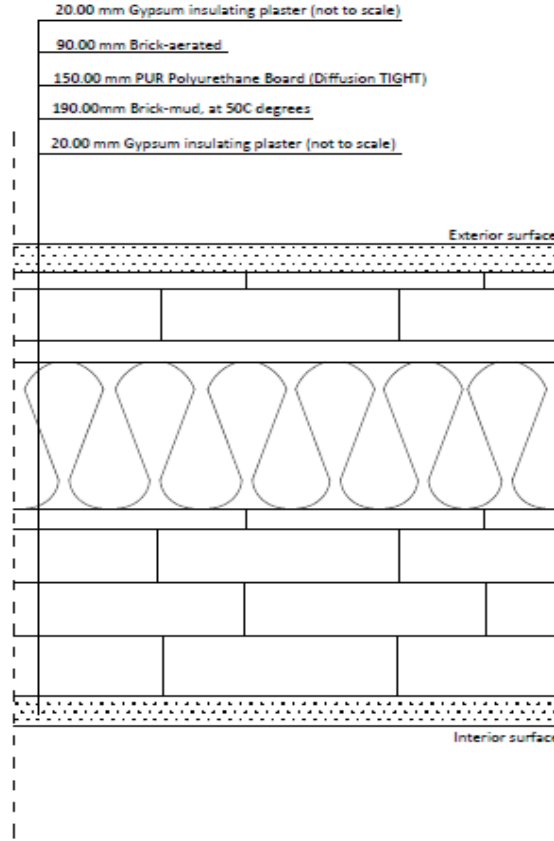
Electricity kWh	Gas kWh	Room Electricity kWh	Lighting kWh	Heating (Gas) kWh	Cooling (Electricity) kWh	DHW (Electricity) kWh
29844.47	5540.912	8781.382	12684.74	5540.912	7584.171	794.1782

S2

S2 adımında yapının dış duvarlarında yüksek yalıtımlı iyileştirme yapılmış, PassivHaus standartlarına uygun U değerlerine ulaşılmıştır. Bu müdahaleler sonucunda dış duvarların U değeri $0.149 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak hesaplanmıştır. Dış duvarlarda dıştan içe; 2 cm. sıva (k: 0.82 W/Mk, c: 840 J/kgK, p: 1680 kg/m³), 9 cm. dolu tuğla (k: 0.85 W/Mk, c: 840 J/kgK, p: 1500 kg/m³), 15 cm. Poliüretan levha, 19 cm. dolu tuğla (k: 0.85 W/Mk, c: 840 J/kgK, p: 1500 kg/m³), 2 cm. sıva kullanılarak modellenmiştir. Bu iyileştirme sonucunda dış duvarların U değeri $0.149 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak hesaplanmıştır.

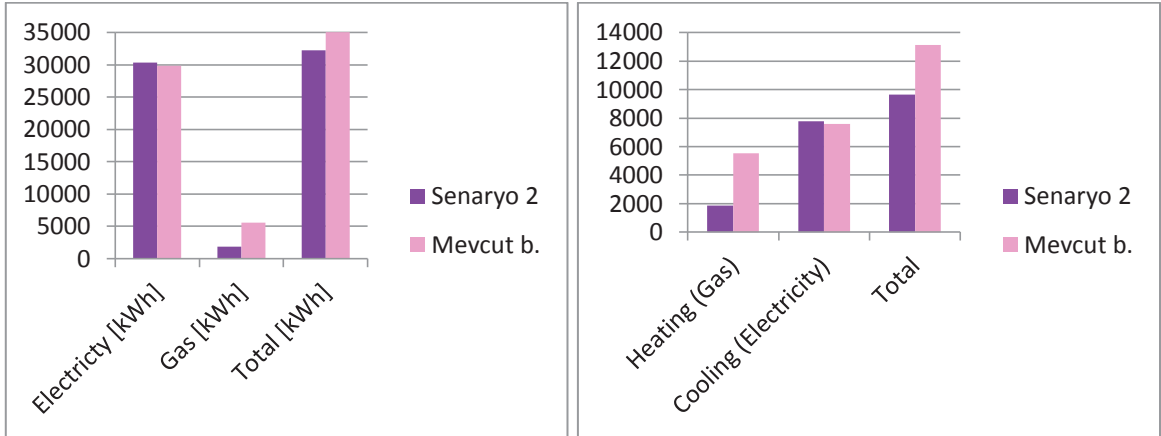
S2 için sonuçlar:

Electricity kWh	Gas kWh	Room Electricity kWh	Lighting kWh	Heating (Gas) kWh	Cooling (Electricity) kWh	DHW (Electricity) kWh
30342.72	1867.187	8895.844	12850.08	1867.187	7792.263	804.5301



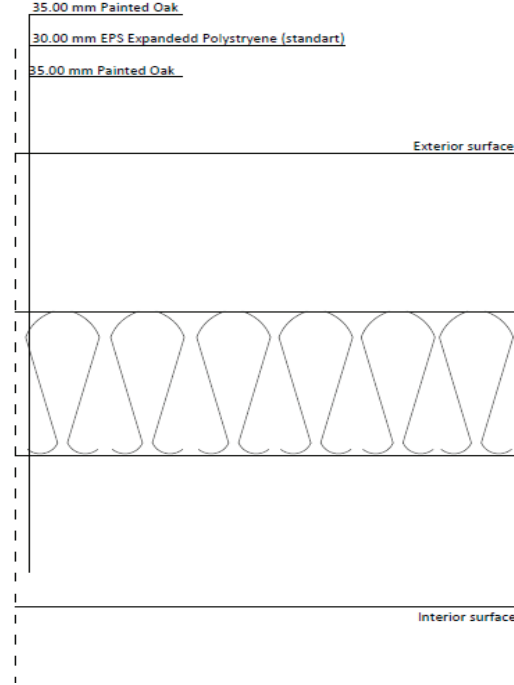
Şekil 6: S2'ye göre dış duvar kesiti

Grafik 2: S2 için enerji tüketimi



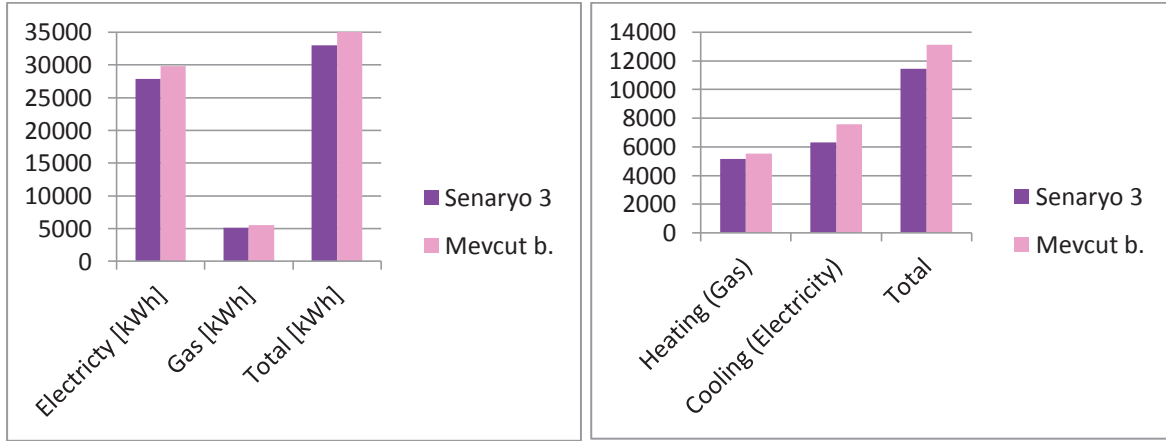
S3

S3 senaryosunda yapıdaki kapı pencere elemanlarını PassivHaus standartlarında belirtilen değerlere ulaştırmak amacıyla iyileştirmeler yapılmıştır. Pencereleler 3 camlı ve Argon dolgu lu tasarlanmıştır. Kapılarda 3.5 cm. ahşap, 3cm. EPS, 3,5 cm. ahşap kullanılmıştır. Bunun sonucunda; pencerelelerde 0.827 W/m²K, kapılarda 0.776 W/m²K U değerine ulaşılmıştır.



Şekil 7: S3 için kapı kesiti

Grafik 3: S3 için enerji tüketimi

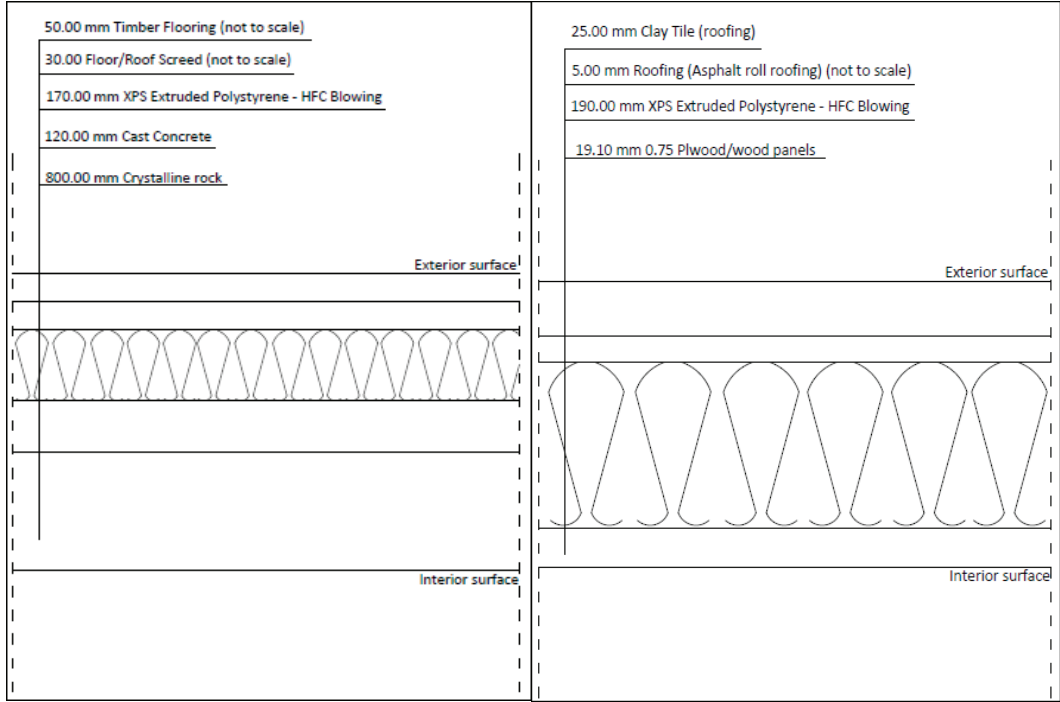


S3 için sonuçlar:

Electricity kWh	Gas kWh	Room Electricity kWh	Lighting kWh	Heating (Gas) kWh	Cooling (Electricity) kWh	DHW (Electricity) kWh
27872.24	5151.416	8509.086	12291.41	5151.416	6302.192	769.5521

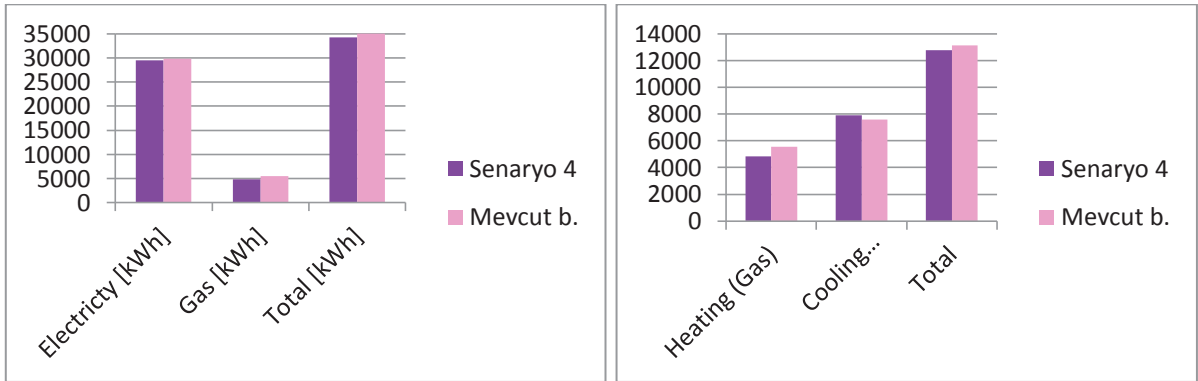
S4

S4 senaryosunda yapıdaki zemin döşemesinde ve çatıda PassivHaus standartlarında belirtilen değerlere ulaşmak amacıyla iyileştirmeler yapılmıştır.



Şekil 8: S4 için zemin döşemesi ve çatı kesiti

Grafik 4: S4 için enerji tüketimi



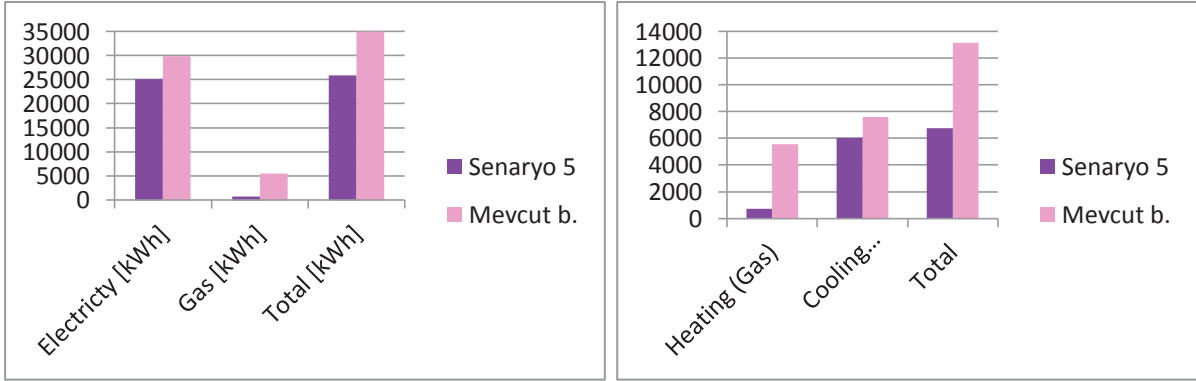
S4 için sonuçlar:

Electricity	Gas	Room Electricity	Lighting	Heating (Gas)	Cooling (Electricity)	DHW (Electricity)
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
29495.24	4837.691	8509.086	12291.41	4837.691	7925.28	769.5521

S5

Bu senaryoda S2-S3-S4 senaryoları aynı anda modele uygulanıp sonuçlar alınmıştır. Zemin döşemesinin alt katmanlarında bulunan taş katmanın, S4 te soğutma sonuçlarına olumsuz etki yaptığı saptanmış ve zemin iyileştirmesi dışında tüm alternatifler aynı anda denenmiştir.

Grafik 5: S5 için enerji tüketimi



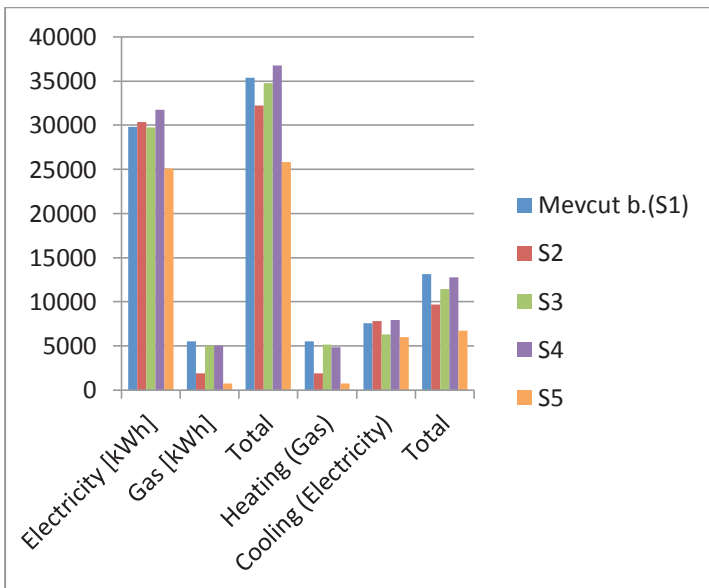
S5 için sonuçlar:

Electricity kWh	Gas kWh	Room Elec kWh	Lighting kWh	Heating (G kWh	Cooling (E kWh	DHW (Elec kWh
25093.94	718.4452	7521.765	10865.22	718.4452	6026.694	680.2599

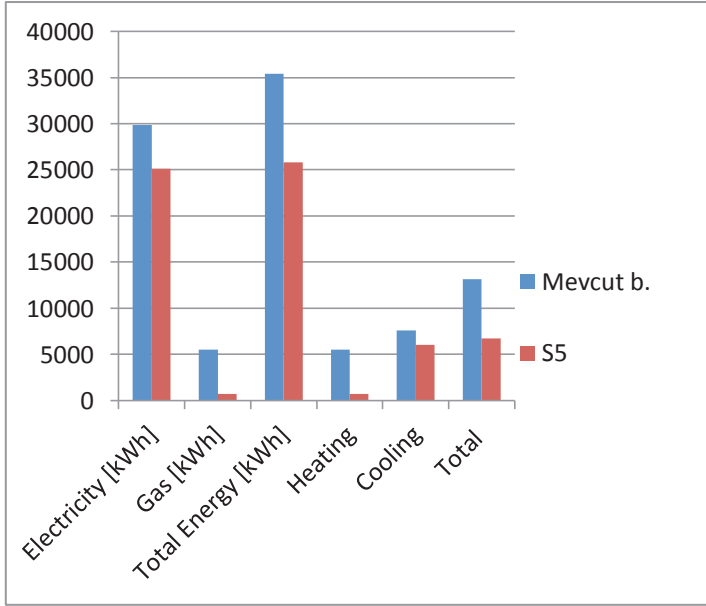
DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışmada, ılıman iklim kuşağında bulunan İzmir ilinde konumlanan bir konuta enerji etkin iyileştirme senaryoları yapılmıştır. Bu senaryolar PassivHaus Enstitüsünde belirtilen, PassivHaus standartlarına uygun U değerleri baz alınarak geliştirilmiştir. Bu senaryolar çerçevesinde binada oluşan, yıllık ısıtma soğutma enerji tüketimi ve yıllık elektrik gaz kullanımı saptanmıştır. Aşağıda bu değerlere ilişkin grafik/tablo bulunmaktadır.

Grafik 6: S1,S2,S3,S4,S5 'in enerji tüketimi



Grafik 7: S1 ve S5'in karşılaştırmalı enerji tüketimi



Bulunan değerler sonrasında, ısıtma ihtiyacı gibi soğutma ihtiyacının da olduğu bilinen İzmir ilinde, yapılan yüksek yalıtımın, doğal gece havalandırmasının sisteme dahil edilmediği takdirde soğutma masraflarını arttırdığı görülmektedir. Isıtma için harcanan enerji tüketiminin büyük oranda azaldığı görülmektedir. Tüm çözümlerin hepsinin aynı anda doğal havalandırma da eklenip simülasyonunun alındığı son senaryoda ise ısıtma için enerji tüketiminin büyük oranda azaldığı görülmektedir. İzmir ili gibi soğutma ihtiyacının ön planda olduğu illerde gece havalandırmasının kullanılması olumlu sonuçlar vermektedir. Isıtma için gerekli enerji ihtiyacının yüksek yalıtımla %93 oranında düşürüldüğü görülürken soğutma ihtiyacının %21 oranında azaldığı gözlemlenmektedir. (Bu oranlar S5 adımıyla döşeme yalıtımının sistemde kullanılmaması ile elde edilmiştir.) Bu durumda böyle bir çalışma kurgulandığında ek olarak pasif soğutma sistemlerinin de sisteme katılması gerektiği açık ortadadır. Ayrıca pasif retrofit yaparken, mevcut binanın yönelişi, malzemesi, strüktürü vb. oluşturulan senaryoları doğrudan etkilemektedir.

Ülkemizde mevcut yapıların pasif retrofit ile enerji etkin iyileştirmeleri sonucunda, tükenebilir kaynaklara olan ihtiyaç gözle görülür bir şekilde azalacakken, mevcut yapıların sürdürülebilirliği sağlanmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Aşıkoğlu A., Altın M. 2016. Passive System Techniques Used In Sustainable Buildings, IEE8E
- [2] Arsan Z., Sökmen N., 2010. Monitoring and Simulating a Private House for Building Performance Analysis
- [3] <http://designbuilder.co.uk/>
- [4] Reilly J.M, 1997, Selection of Green Building Materials, Environmental and Occupational Health Science, New York Medical College
- [5] Aşıkoğlu A. 2014. Sürdürülebilir Yapılarda Pasif Sistemlerin İrdelenmesi Ve Kullanılan Teknikler Açısından Karşılaştırılması, yüksek lisans tezi
- [6] Oral G., Mangan D. 2014. Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinde bir konut binasının enerji etkin iyileştirilmesi, Tesisat Mühendisliği
- [7] Schnieders, J. 2003. CEPHEUS- Measurement results from more than 100 dwellings units in passive house ECEEE 2003 Summer Study, St-Raphaël, France
- [8] Ashrae Guideline 2002. Measurement of Energy and Demand Savings
- [9] http://www.passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm