

A New Dimension in Energy Saving: Passive House

Enerji Tasarrufunda Yeni Bir Boyut: Pasif Ev

Veysel Yılmaz^{1*+}

¹ Turhal Vocational School of Applied Technology and Business Administration, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Turkey

*Corresponding author: veysel.yilmaz@gop.edu.tr

+Speaker: veysel.yilmaz@gop.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral

Abstract – Energy demand in the 21st century is increasing continually. This increase in energy demand is one of the factors affecting the increase in universal problems. Energy is produced using both renewable and non-renewable resources. Therefore, energy consumption is an important factor in ensuring the continuation of energy resources. Most of the consumption demand in the world's total energy consumption is made for heating and cooling buildings. Approximately 40% percent of energy resources are used for heating and cooling of buildings. Switching to a sustainable energy system and saving energy is also very important for the future of the world. Many buildings must be redesigned structurally to increase energy efficiency and to decrease CO₂ emissions. Using technology, a new energy saving method has been developed with this change in the construction of buildings. Advanced construction techniques that are developed, under development or will be developed in the future, can decrease energy consumption by employing material technologies and other techniques that can maintain the heat levels of buildings in a better way. Therefore, in terms of energy efficiency and sustainability, application of passive house designs is a good way for saving energy. The basic idea of the passive house is constructing a well insulated airtight structure with mechanical ventilation. In this study, the passive house, which can be called a wholly new aspect of energy saving that can support the transition to a sustainable and low carbon future, has been evaluated in the context of the energy usage.

Keywords – Energy saving, Energy efficiency, Passive house, CO₂ emissions

Özet – 21. yüzyılda enerji talebi giderek artmaktadır. Enerji talebinin bu artışı çevresel problemlerin artmasına etki eden faktörlerden biridir. Enerji üretiminde kullanılan kaynaklar yenilenebilir ve yenilemeyen enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu nedenle enerji kaynaklarının devamının sağlanmasında enerji tüketimi önemli bir unsurdur. Dünyada toplam enerji tüketiminde talebin büyük kısmı binaların ısıtılmasında ve soğutulmasında kullanılmaktadır. Binaların ısıtılmasında ve soğutulmasında kullanılan birincil enerji kaynaklarının payı ise yaklaşık % 40'lardadır. Sürdürülebilir bir enerji sistemine geçilmesi ve enerjinin tasarrufu dünyanın geleceği için de çok önemlidir. Enerji verimliliğini artırmak ve CO₂ emisyonlarını azaltmak için binaların yapısı yeniden tasarlanmaktadır. Teknoloji kullanılarak binaların inşasındaki bu değişiklik ile yeni bir enerji tasarruf metodu geliştirilmiştir. Gelişmiş, geliştirilmiş ve geliştirilecek olan inşaat teknikleri, malzeme teknolojisi ile binaların iç sıcaklıklarını daha rahat bir şekilde muhafaza edebilen tekniklerin kullanılmasıyla beraber binalar için kullanılan enerji tüketimi azaltılabilir. Bundan dolayı enerji verimliliği ve sürdürülebilirliği açısından evlerde kullanılan enerjiden de tasarruf edebilmenin yolu pasif ev mimari tasarımını gerçekleştirmektir. Pasif evin temel fikri mekanik havalandırma ile iyi yalıtılmış hava geçirmez bir yapıdır. Bu çalışmada sürdürülebilir, düşük karbonlu bir geleceğe geçişin desteklenmesine yardımcı olan, enerjiden tasarrufun yeni bir boyutu olarak adlandırılacak pasif ev, enerji kullanım boyutuyla değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler – Enerji tasarrufu, Enerji verimliliği, Pasif ev, CO₂ emisyonu

I. GİRİŞ

Toplam enerji tüketimi tüm dünyada giderek artmaktadır. Dünyada toplam enerji tüketiminde talebin büyük kısmı evler için kullanılmakta ve evler için kullanılan bu enerji talebinin büyük bir kısmı da ısıtma ve soğutma amaçlarına yönelik olarak tüketilmektedir. Evlerde diğer enerji kullanım alanları ise sıcak su temini, aydınlatma, pişirme ve ev aletlerinin kullanımıyla alakalıdır [1]. Bugün, binalar hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde kullanılan küresel enerjinin yüzde 40'ından ve küresel sera gazı emisyonlarının üçte biri

kadar sorumludur. Evlerdeki enerji tüketimi mercek altına alındığında genel enerji tüketiminin yaklaşık %80'i iklimlendirme için harcanmaktadır. Gelişmiş, geliştirilmiş ve geliştirilecek olan inşaat teknikleri, malzeme teknolojisi ile evlerin iç sıcaklıklarını daha rahat bir şekilde muhafaza edebilen tekniklerin gelişmesiyle beraber evler için kullanılan enerji tüketimi azaltılabilir. Bu konuda duyarlı ısı depolaması, latent ısı depolama ve termal ısı depolama malzemeleri gibi veya yalıtım uygulamaları enerji kullanımını azaltır. Ayrıca binalarda ve evlerde kullanılan

verimi yüksek ev aletlerinin ve aydınlatma sistemlerinin tercih edilmesi de aynı derecede enerji kullanımını etkilemektedir. Bu uygulamaların yanı sıra ısı enerjisinin depolanması ve evlerde kullanılması da evler için enerji tüketimini azaltacaktır. Isının depolanması, enerji verimliliğinde ve enerjinin sürdürülebilirliğinde çok büyük önem taşıyan bir konudur [2] Bundan dolayı enerji verimliliği ve sürdürülebilirliği açısından evlerde kullanılan enerjiden de tasarruf edebilmenin yolu modern ev veya pasif ev mimari tasarımını gerçekleştirmektir.

İklim değişikliğinde mücadelede yenilenebilir enerjinin yanında enerji tasarrufu da çok önemli bir konudur. Önümüzdeki yıllarda enerji tasarrufunun geniş çaplı uygulanmasıyla küresel ısınmanın neden olduğu iklim değişikliğindeki sıcaklık artışı 2 veya 1,5 derece daha düşürmek mümkün olacaktır [3].

Son yıllarda evlerin inşasında ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği geliştirmek adına kısmi termal kayıpları, yazın aşırı ısınmayı azaltmayı amaçlayan inşaat teknik ve malzemeleri kullanılır hale gelmiştir. Geliştirilmiş yapı ve malzeme teknolojisi, konforlu iç ortam sıcaklığını korumak için gereken enerji tüketimini büyük oranda azaltmaktadır. Bu enerji tüketiminin başka bir söylemle enerji tasarrufunun konseptini de oluşturan pasif evdir.

II. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmada temel amaç ve birçok alt amaçtan bahsedilebilir. Temel amaç, pasif evin enerji tasarruf boyutunun tanıtımının yapılmasıdır. Aynı zamanda mevcut enerji kaynaklarının çoğunun fosil yakıtlardan oluşması ve yenilenemez olmasının, iklim değişikliğinin ve enerji ithal eden ülkeler açısından cari açıkların oluşmasındaki dışsalıkların önüne geçilmesinde, insan sağlığına katkı sağlanması, çevrenin kirletilmemesi, kıt kaynakların tüketilmesinin yavaşlaması gibi pozitif durumların artırılmasında enerjiden tasarruf çok önemli hale geldiğinin kavranmasına yardımcı olmaktadır.

Alt amaçlar ise şu şekilde söylenilebilir. İlk olarak; düşük karbonlu bir geleceğe geçişin desteklenmesine yardımcı olacak olan enerji verimli ev kavramının uygulanabilirliğinin doğru yolda ilerlemesini sağlamak.

İkinci olarak; geleneksel evin yıllık ısıtma maliyeti ile pasif evin ısıtma maliyeti karşılaştırıldığında enerji tasarrufu sağlayan pasif evin ne kadar tasarruf ettiği ve ısıtmadaki bu tasarrufun yıllık enerji azaltılması yoluyla yatırımında harcanan fazla maliyeti ne kadar sürede amorti ettiğinin ortaya konularak rasyonel bir geri kazanımın ortaya çıkarılmasını sağlamak. Böylece üretilen yenilenen ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının tüketiminin önüne geçilerek çevrenin korunmasına katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

III. PASİF EVİN GELİŞİMİ

Pasif ev yapı tekniklerinin kullanılmasını iklim koşullarına tepki olarak geliştirilmiştir. Geçmişteki ve günümüzdeki evlerin çoğu iklimle kayıtsız bir şekilde dizayn edilen yapılandırmaya sahipti. 1980'li yıllarda enerjiye duyarlı ev fikrinin ortaya çıkmasıyla beraber evlerdeki alanların soğutulması, ısıtılması ve aydınlatılması evlerin tasarımını

etkilemiştir. Böylece ev tasarımları daha ekonomik ve ekolojik bir hal almıştır [4].

Pasif evin ortaya çıkışı Almanya'da olmuştur. Şimdiye kadar Avrupa, Güney ve Kuzey Amerika, Afrika ve Asya'da pasif evler inşa edilmiştir [5]. Pasif ev kelimesi Almanca kökenli olup "Passivehausen" kelimesinin karşılığıdır. Pasif bina standardı 1991 yılında geliştirilmiş ve önde gelen uluslararası enerji standartları arasında yer almaktadır. Pasif evlerin sertifikalandırma işlemlerini Almanya'nın Darmstadt şehrinde faaliyet gösteren Pasif Ev Enstitüsü (PHI) yapmaktadır [6]. Bu Pasif Ev Enstitüsü (PHI) Dr. Wolfgang Feist başkanlığında bağımsız bir araştırma kuruluşu olarak görevini sürdürmektedir. Enstitüde inşaat konseptlerinin araştırılması, geliştirilmesi özellikle enerji verimli binalardaki yapı bileşenlerinin geliştirilmesi, bina yapımındaki planlama araçları ve kalite güvencesi konularına liderlik yapmaktadır. Aynı zamanda ilk pasif ev ofis binası, pasif ev fabrikası, pasif ev okulları, spor salonları, kapalı havuz salonları ve ilk pasif ev binalarının da dahil olduğu birçok ilke imza atarak binaların fizibilitesi ile ilgili danışmanlık ve rehberlik yapmaktan sorumludur. İlk pasif ev Almanya'nın Darmstadt-Kranichstein şehrinde kurulmuştur. Bu pasif ev fikrinin ortaya çıkması 1980'li yılların ortasında olmuştur. Ortaya çıkmasında İsveç ve Danimarka'da düşük enerji kullanan evlerin olması ve yasal olarak bir standart oluşturulmak istenmesi etkili olmuştur (<http://passivehouse.com>, 2018). 1990'lı yılların sonundan itibaren pasif evlerin performansı fizikçilerin de popüler araştırma alanları arasında yer almaktadır [7].

A. Pasif Evin Tanımı ve Özellikleri

Pasif evin birden fazla tanımı yapılabilir ancak tanımlamalarda ortak noktalar olarak ısıtma ve soğutmada ayrı bir sisteme sahip olmaması, konforlu olması, diğer evlere göre az miktarda enerji kullanması göze çarpmaktadır. Bu tanımlar şu şekildedir.

Pasif evler, ayrı bir ısıtma ve klima sistemine ihtiyaç duyulmaksızın yüksek düzeyde konfor sağlayabilen yapılardır. Başka bir deyişle konforlu iç hava koşulunu aktif ısıtma ve soğutma sistemi kullanmadan sağlayan binalardır. [8].

Pasif ev, "yapısında ve içerisinde ikamet edenlerin konforunu az miktarda enerji ile ısıtma ve soğutma yaparak sağlayan günümüz standart binalarına oranla, ısıtma ve soğutmada yaklaşık %90'lara varan oranda tasarruf sağlayan özel yapılardır" [9].

Pasif ev enstitüsüne göre "her yerde uygulanabilen, güvenilir, gerçek bir inşaat konsepti, enerji açısından verimli, konforlu ve uygun fiyatlı bir yapı standardıdır." Pasif evler aslında daha az enerji harcayan bir binadan başka bir şey değildir [10].

Pasif evin kullanıcılarına sunduğu 8 özellik çekici olmasını sağlar. Bunlar [5];

Konforlu olması: Evin içinde ısının dağıtımında eşit derecede sıcak yüzeylere sahip olunması ve sürekli olarak temiz, hoş ve sıcak bir iç mekân havasının olmasıdır.

Sürdürülebilir olması: CO² emisyonlarını azaltarak iklimin değişiminin azaltılmasında sınırlı olan enerji kaynaklarının korunmasına yardımcı olur. Pasif evlerde kalan enerji talebi tamamen yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

Verimli olması: Çok az ısıtma enerjisi gerektirmesidir.

Yenilikçi olması: Mimarlar, mühendisler, inşaat malzemesi üreten firmalar ve inşaat sektörü için yeni perspektifler sunmasıdır.

Test edilmiş ve Güvenilir olması: Bilimsel olarak izlenerek test edilmiş ve ikna edici sonuçların elde edilmesidir.

Komplike olmaması: sakinlerinden çok şey istemeyen bir yapıda olmasıdır.

Farklı ve belirgin olması: Bir bina düzenlemesi olmaması, ikna edici, herkese ve gelişime açık olmasıdır.

Finansman için uygun olması: Çevre dostu olması nedeniyle birçok ülkede sübvans edilmesidir.

Pasif binaların temel tasarım özellikleri [6];

- ✓ Üst seviyede yalıtımlı olması,
- ✓ Yüksek performans ve yalıtıma sahip pencerelerin kapı sistemlerinin olması. Bu binaların güney cepheleri üçlü veya ikili camlar ile güneş enerjisini toplayarak anında veya ileride kullanılmak üzere saklar.
- ✓ Binanın dış kabuğunun hava sızdırmaz olması
- ✓ Yenilenebilir enerji sistemi ile uyumlu bir yapı olması.

B.Pasif Ev Konsepti

Pasif ev konsepti çeşitli iklim koşulları için enerji verimliliği açısından rasyonel bir çözüm sunarak, sıfır enerji binalarına doğru daha kullanışlı bir araç olarak [7] ve aynı zamanda artan enerji ve çevre sorunlarını çözmenin umut verici bir yolu olarak görülebilir [11].

Yeni yapılan evlerin performansını iyileştirmek amacıyla çok sayıda enerji verimliliği ev standartları ve derecelendirme sistemleri geliştirilmiştir. Bu gelişmeler, enerji maliyetlerini düşürmek, CO₂ emisyonlarını azaltmak, sağlıklı ve oturulabilecek mekânlar oluşturmak, konforu artırmak da dahil olmak üzere birkaç unsura sahiptir. Uluslararası Pasif Ev Standardı, bu unsurlardan her birine hitap eden ve yavaş yavaş yaygın kabul gören gönüllü bir alternatiftir. Özellikle Avrupa'da, yurtdışında inşa edilen sertifikalı pasif evler performans ölçümü yapılarak belgelendirilmektedir [12] (Truong & Garvie, 2017, s. 215).

Artık enerji verimli pasif evlerin tasarımı ve yapımı dünyanın önde gelen konseptleri arasında yerini almıştır. 2015 yılından itibaren Avrupa'da yaklaşık 25.000 pasif ev sertifikalandırılmıştır. Pasif evlerin büyük çoğunluğu Almanya'da, Almanca konuşulan ülkelerde (Avusturya gibi) ve İskandinav ülkelerinde bulunmaktadır. Yani orta Avrupa da geliştirilen bir konsepttir. Bu ülkelere bakıldığında soğuk iklim ülkeleri olması gerçeği pasif ev konseptinin sıcak iklimlerde uygulanmaması şüphesinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Ancak özellikle Akdeniz ülkeleri ve alt-tropikal iklimde yer alan ülkeler pasif binaların kendilerine uyarlanması için araştırma geliştirme faaliyetlerine önemli derecede sayılabilecek bir talepte bulunmaktadır. Pasif evler iç mekânlarında termal konforu sağlayarak ısıtma, soğutma, havalandırma ve klima amaçlarına yönelik olarak çok az enerjiye ihtiyaç duyarlar. Bu durum ise esas itibarıyla yüksek düzeyde ısı yalıtımı ve hava geçirmezlik vasıtasıyla verimli tasarımlara dayanmaktadır. Bu yönüyle pasif evler tipik modern evlerle karşılaştırılırsa ısıtma, soğutma ve enerjiye duyulan gereksinimde belirgin bir şekilde tasarrufa izin veren evlerdir [7].

Pasif binaların diğer tipik binalara nazaran farkları ve özellikleri genel olarak şu şekilde değerlendirilebilir. Pasif binalar ısıtma ve soğutma için 15 kWh / m²'den daha az enerjiye ihtiyaç duyarlar. En yüksek ısıtma ve soğutma için

ise limiti maksimum 10 W / m² ile sınırlıdır. Bir binanın pasif bina olarak kabul edilmesi için konvansiyonel temel enerji tüketimi 120 kWh / m²'yi aşmamalıdır [7]. Pasif evi ısıtmak için harcanan enerji o kadar azdır ki kış ortasında 20 m²'lik bir oda için dört kişinin vücut ısısı yeterlidir. Tüketilen ısı çok düşüktür [5]. Pasif ev binaları tipik inşaat yapı stokuna nazaran ortalama %90'a varan oranda, yeni inşaat yapılarına nazaran ortalama %75'in üstünde ısıtma ve soğutma konusunda enerji tasarrufu sağlamaktadır. Pasif ev binalarında fuel oil yakıtı açısından yılda metre kare başına 1,5 litre daha az yakıt tüketilir. Bu oran tipik düşük enerjili binaların dahi çok çok altında bir rakamdır. Sıcak iklim bölgelerinde binaların ısıtılmasına harcanan enerjiden daha çok soğutulmasına enerji harcanmakta, soğutma için daha çok enerji harcandığından pasif bina yapılarında enerji tasarrufunun sıcak iklim bölgelerinde de benzer olduğu görülmüştür. Pasif binaların içi, ısı kaynaklarını ve ısı geri kazanımının verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar. Kışın en soğuk bölgelerinde ve günlerinde geleneksel ısıtma sistemlerini gereksiz hale getirir. Daha sıcak aylarda ve bölgelerde ortamı rahatça serin bir şekilde tutmak için stratejik gölgeleme gibi pasif soğutma tekniklerini kullanılır. Pasif ev binaları yüksek düzeyde konfor sunar. Özel iyi izolasyona sahip pencereler ve son derece iyi ve yüksek derecede yalıtım yapılmış dış yüzeyler, çatı ve döşeme levhasından oluşan bina kabuğu ile istenilen ısıyı binada tutar. Kışın evin ısısını korur yaz boyunca bu ısıyı saklar. Kısaca iç ortam sıcaklıklarını muhafaza etmede, aşırı dış ortam sıcaklıkları ve soğuklukları olsa dahi fark yok denecek kadar azdır. Pasif binalar ısıyı muhafaza ederken binadaki insanların vücut ısısı ve binaya giren güneş enerjisi gibi kaynakları kullanır. Pasif binalardaki havalandırma sistemleri başka hiçbir şeye ihtiyaç duymaksızın hava kalitesini sürekli temiz şekilde sağlar. Pasif bina uygulamaları her ülkeye, her bölgeye ve her iklime göre farklı şekillerde uyarlanan bir sistemdir [10]

C. Enerji Tasarrufu ve Pasif Ev

Artan enerji verimliliği ve enerji tasarrufu ulusal ve uluslararası ekonomik gelişmenin çağdaş öncelikleri arasındadır. Üretilen tüm enerjinin temel tüketicisi %40-45 seviyelerinde inşaat sektörüdür ve sonuç itibarıyla evlerdir [13].

Yeni ve mevcut binalarda enerji verimliliği standartlarına ulaşma ihtiyacı ile iç mekân konforunu ve işlevselliğini iyileştirmek bu konuda araştırma ve tasarım uygulamalarını tetiklemiştir.

İnşaat sektörü doğada var olan kaynakların önemli bir kısmını kullanarak ekolojik dengenin bozulmasına, insan sağlığını tehdit eden ortamların oluşmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle insan-doğa-çevre etkileşimi olumsuz etkilenerek ekolojik denge onarılamaz bir hal almaktadır [12]. Bu sektörün verdiği zararı azaltmanın en önemli anahtarlarından biri enerji kullanımının tasarrufla azaltılmasının sağlanması olacaktır. Bu nedenle artan enerji talebi ve çevre sorunlarını çözmenin yolu pasif ev konseptinin enerji tasarrufundaki rolü umut verici bir yol olarak görünmektedir. Kısaca enerji tasarrufu alanındaki projeleri uygulamak için en kritik faktörlerden biri pasif evlerin geliştirilmesidir.

D.Literatür Taraması

Chle ve Kaushik (2018) [15] yaptıkları çalışmada enerji verimliliği olan binaların sürdürülebilir gelişimi için dört

temel yönünün bulunduğunu belirtmişlerdir. İlk olarak inşaatın önce pasif ev tasarımını, ikinci olarak inşaat sırasında düşük enerjili yapı malzemelerinin kullanılmasını, üçüncü olarak enerji verimli ekipman kullanımı ve son olarak yenilenebilir enerji teknolojilerinin entegrasyonunun geliştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Truong ve Garvie (2017) [16] yaptıkları çalışmada Avustralya Canberra banliyösündeki üç yatak odalı, tek katlı müstakil bir evin burada bir pasif ev inşa etmek için enerji verimliliğini ve konforunu 12 aylık ölçümle sunmuşlardır. Burada enerji tasarruflu pasif ev standardının Avustralya bağlamında başarılı bir şekilde uygulanabileceğini ve yapılabileceğini gösterdiğini iddia etmektedirler.

IV. SONUÇ

Enerji tüketimine karşı tutum ve davranışları değiştirmek kadar binaların enerji verimliliğini arttırarak enerjiden bu şekilde tasarruf sağlamakta önem taşıyan bir konudur. Bu konuda hükümetler enerji tasarrufunda net tasarrufla sonuçlanabilecek pek çok politika aracının olduğunu bilmektedirler. Bunlardan birisi ve en önemlisi de pasif ev teknolojisine geçiştir. Pasif evin önemi, düşük enerjili bina tasarımına eş değer bir standarda sahip olmasıdır. Düşük enerji kullanımındaki tasarımı enerji tasarrufu sağlayarak yalnızca enerji maliyetlerinin azaltılmasını sağlamakla kalmaz aynı zamanda müşterilerine yüksek kaliteli ortamlar ve kontrollü sıcaklıklar da sunar. Birçok ülkenin mevzuatında yer alan enerji verimliliğinin teşvik edilmesinde pasif evlerin faydaları göz önünde bulundurularak sunmuş olduğu fırsatlar değerlendirilmelidir.

Pasif ev konsepti tüm iklim şartlarının geçerli olduğu alanlarda hala deneniyor olsa da konut sektöründe soğutma ve ısıtmada gerekli olan enerji tasarrufunu sağlamak için en iyi potansiyeli içinde barındırmaktadır. Tüm iklimsel koşullara uygunluğu kanıtlandığında önemli miktarda enerji tasarrufu sağlayabilir ve böylece konut sektöründeki karbon ayak izi de azaltılmış olacaktır.

REFERENCES

- [1]. Allcott, H., & Greenstone, M. (2012). Is there an energy efficiency gap? *Journal of Economic Perspectives*, 26 (1), 3-28.
- [2]. Yılmazoğlu, M. Z. (2010). Isı Enerjisi Depolama Yöntemleri ve Binalarda Uygulanması. *Politeknik Dergisi*, 13 (1), 33-42.
- [3]. Uyerlinde, M., Londo, M., Sinke, W., Roosmalen, J. v., Eecen, P., Brink, R. v., et al. (2017). *Sustainable Energy Transition: A New Dimension in the Dutch Landscape*. Wageningen Universty Research.
- [4]. Gokarakonda S.j & Kumar A. (2016). Passive Ar, hitectural Design Index applied to vernacular and passive buildings, *International Journal of Environmental Studies*, Volume: 73, No: 4, 563-572.
- [5]. Passive House Institute (PHI) (International Passive House Association). (2014). Active for more comfort: The Passive House. Hessen, Darmstadt, Almanya.
- [6]. www.gnyapi.com.tr. (2018, 11 02). 11 02, 2018 tarihinde GN YAPI: www.gnyapi.com.tr/pasif-evler-nedir/ adresinden alındı
- [7]. Fokaidesa P. A., Christoforoua E., Milos i., Papadopoulosda A. (2016). Performance of a Passive House under subtropical climatic conditions, *Energy and Buildings*, 133, 14-31.
- [8]. Adamson, B. (1987). "Passive Climatization of Residential Houses in People's Republic of China"; *Lund University, Report BKL*. Feist W. (1988). "Forschungsprojekt Passive Hauser." Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt
- [9]. <http://sepev.org/pasif-ev-nedir/> 02.11.2018'de erişildi.
- [10]. https://passipedia.org/basics/what_is_a_passive_house 28.10.2018'de erişildi.

- [11]. Lu, Y., Zhang, X., Zhijia, H., Dong, W., & Yang, Z. (2018). Penalty-cost-based design optimization of renewable energy system for net zero energy buildings. *Energy Procedia*, 147, 7-14.
- [12]. Truong, H., & Garvie, A. M. (2017). Chifley Passive House: A Case Study in Energy Efficiency and Comfort. *Energy Procedia*, 121, 214-221.
- [13]. Filushina, K. E., Minaev, N. N., Gusakova, N. V., Dobrynya, O. I., Zharova, E. A., Merkuleva, Y. A., et al. (2016). Regional Programs on Energy Saving and Energy Efficiency: The National Construction Sector. *International Journal of Economics and Financial*, 6 (S5), 85-90.
- [14]. Dikmen, Ç. B. (2011). Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örnekleme. *Politeknik Dergisi*, 14 (2), 121-134.
- [15]. Chel Arvind ve Kaushik Geetanjali (2018). Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building, *Alexandria Engineering Journal*, 57, 655-669
- [16]. Truong, Harley ve Garvie, Andrew M. (2017). Chifley Passive House: A Case Study In Energy Efficiency And Comfort, *Energy Procedia*, 121. 214-221