

Makale

Tuğba İNAN
Tahsin BAŞARAN

Abstract:

Facade system design have a quite significant impact on efficient use of energy in buildings having a high percentage of total energy consumption. The facade system of building plays an active role in ensuring the appropriate physical environmental conditions in the building against the external climatic conditions. Depending on the significant impacts of facade systems on energy performance of buildings, double skin facade systems, which is still quite new in our country, have a wide range of applications, especially in America and northern Europe. These systems usually consist of two glass facade and these facades are separated from each other by an air gap having a dimension between 20 cm and 200 cm. In this study, the studies in literature related to the double-skin facade systems on last decade are examined and their advantages and disadvantages are investigated via tables and graphics. In results from the study that natural ventilation is in the top of the advantages of double skin facade with a percentage of 95 %. Other advantages are highlighted according to the percentages, respectively, due to the high proportion of transparency increasing the interaction between the user and the environment, supporting heat and sound insulation, reducing heat transmission and solar heat gain coefficient, increasing thermal comfort and allowing solar control elements between the two facade space and protecting these elements from external environment conditions. Commonly accepted disadvantages is overheating problem between air space of two facades with a percentage of 72 %. Other disadvantages are highlighted according to the percentages, respectively, problems related with a decrease in the amount of daylight entering the building, the high investment costs, additional maintenance and repair costs, fire and acoustic problems.

Key Words:

Double Skin Facades (DSF), Advantages of DSF, Disadvantages of DSF.

Çift Cidarlı Cepheleer: Avantajları ve Dezavantajları

ÖZET

Toplam enerji tüketiminde yüksek bir yüzdeye sahip olan binalarda cephe sistemlerinin tasarımı, enerjinin verimli kullanılmasında oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Yapının cephe sistemi, mimari kayguların dışında, dış çevrenin iklim koşullarına karşı uygun fiziki ortam koşullarının bina içinde sağlanmasında aktif rol oynar. Cephe sistemlerinin bina enerji performansı üzerindeki önemli etkilerine bağlı olarak, ülkemiz için henüz yeni olan, özellikle Amerika ve Kuzey Avrupa'da geniş uygulama alanı bulan çift cidarlı cephe sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler çoğunlukla iki cam cepheden oluşmakta ve cepheler 20 ile 200 cm arasında değişen bir hava boşluğu ile birbirinden ayrılmaktadır. Bu çalışmada, literatürde çift cidarlı cephe sistemleri ile ilgili son on yılda yapılmış olan çalışmalar incelenmiş ve bu sistemlerin vurgulanan olumlu ve olumsuz yönleri tablo ve grafikler yardımıyla irdelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, çift cidarlı cephe sistemleri ile ilgili avantajların başında %95 oranla bu sistemlerin doğal havalandırmaya imkan sağlaması gelmektedir. Diğer vurgulanan avantajlar ise yüzdelere göre sırasıyla, şeffaflık oranının yüksek olması sayesinde kullanıcı ile çevre arasındaki etkileşimi artırması, ısı ve ses yalıtımını desteklemesi, ısı iletimi ve güneş ısı kazanç katsayısını düşürmesi, ısı konforu artırması ve iki cephe arasındaki boşluğa güneş kırıcı elemanların yerleşimine olanak sağlaması ile bu elemanları dış ortamın olumsuz koşullarından korumasıdır. Hemfikir olunan dezavantajların başında %72 oranla iki cephe arasında kalan hava boşluğundaki aşırı ısınma problemi gelmektedir. Diğer vurgulanan önemli dezavantajlar ise binaya giren gün ışığı miktarının azalması ile ilgili problemler, yüksek yatırım maliyetleri, ek bakım onarım maliyetleri, yangın ve akustiğe ilişkin problemler olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çift Cidarlı Cepheleer (ÇCC), ÇCC'lerin Avantajları, ÇCC'nin Dezavantajları.

1. GİRİŞ

Dünya üzerinde giderek artmakta olan enerji ihtiyacına rağmen yenilenemeyen enerji kaynakları yeryüzünde hızla azalmaktadır. Özellikle 1970 enerji krizinden bu yana dünya çapında sürdürülebilirlik, enerji etkinlik gibi kavramlara bu nedenle giderek artan bir eğilim bulun-

maktadır. Türkiye’de yaklaşık olarak toplam enerjinin %20’si ulaşım, %43’ü endüstri ve %37’si binalarda kullanılmaktadır [1]. Bina endüstrisi enerji tüketiminde önemli bir paya sahiptir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de binalarda toplam enerjinin büyük bir kısmı ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gereksinimleri için kullanılmaktadır. Bu nedenle binaların enerji etkin olarak tasarlanması önem kazanmaktadır.

Tipik bir binada enerji kayıplarının önemli bir kısmı dış yapı kabuğu aracılığıyla olmaktadır. Bu doğrultuda enerji kayıplarını en aza indirmeyi ve kullanılan enerjiden en üst düzeyde faydalanmayı hedefleyen yeni yapı kabuğu sistem arayışı üzerine yapılan araştırmalar giderek önem kazanmıştır. Çift cidarlı cephe sistemleri ile ilgili araştırmalar ve uygulamalar küresel ölçekte yaygınlaşmıştır [2].

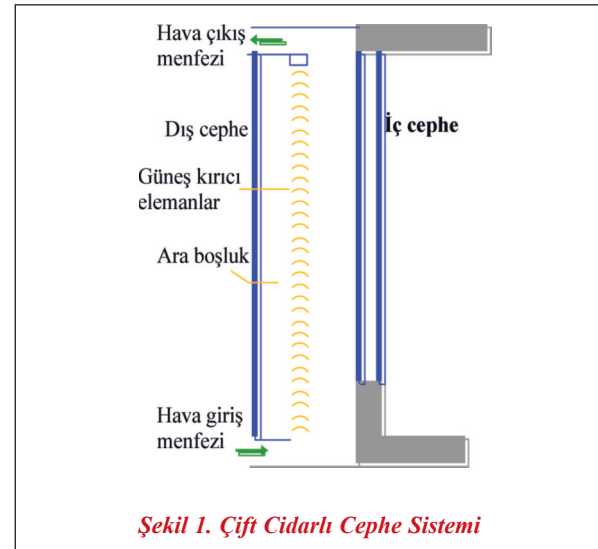
Çift cidarlı cephe sistemleri, değişen iklimsel koşullara karşı en az enerji kullanabilme ve iç/dış ortam koşulları arasında denge kurma özelliğine sahiptir [3]. Bu nedenle binalarda mimari tasarım sürecinden itibaren enerji korunumunu sağlayan etkin cephe sistemleri ile beraber binaların enerji performansını arttırmak bir zorunluluk haline gelmektedir. Binaların enerji etkinliğine olumlu katkı sağlama iddiasında olan ve küresel ölçekte yaygın olarak araştırılan ve uygulanan çift cidarlı cephe sistemlerinin ülkemiz koşulları içinde araştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, enerji etkin yapı kabuğu olarak adlandırılan çift cidarlı cephe sistemlerinin genel yapısı incelenerek, literatürde son on yılda yapılmış olan çalışmalar doğrultusunda, bu sistemlerin avantaj ve dezavantajları tablo ve grafikler yardımıyla sunulacaktır.

2. ÇİFT CİDARLI CEPHELER

Çift cidarlı cephe sistemleri literatürde çeşitli isimlerle anılmaktadır. Bunlardan en sık rastlanan ifadeler “çift cidarlı cepheler”, “çift cam cepheler”, “aktif cepheler”, “enerji etkin cepheler”, “havalandırılmış çift cidarlı cepheler” ve “havalandırılmalı cepheler”dir. Çift cidarlı cephe sistemleri binanın

birincil yani ana cephesinin önüne ikincil bir cam cephenin entegre edilmesi ile oluşur ve genellikle bir dış cam cephe ve cam veya kısmen cam malzemeden oluşan bir iç cam cepheden oluşur. Dış cam genellikle tek saydam bir camdan oluşur. İç cam ise genellikle çift camdır ve low-e veya güneş kontrollü camlardan oluşur (Şekil 1). Bu yapı kabukları birbirinden boyutları 20 cm ile 2 m’den daha fazla olabilen bir hava kanalı olarak adlandırabileceğimiz bir boşluk ile ayrılır. Bu boşluk literatürde “hava koridoru” ve hava kanalı gibi isimlerle anılmaktadır. Bu hava boşluğu bina yüksekliği boyunca devam edebileceği gibi kat yüksekliği boyunca da devam edebilir. Güneş ışınları çok fazla geldiğinde özellikle yaz döneminde hava kanalında aşırı ısınmayı önlemek için bu iki cephe arasında kalan boşluğun havalandırılması çok iyi yapılmalıdır.



Şekil 1. Çift Cidarlı Cephe Sistemi

3. ÇİFT CİDARLI CEPHELERİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Çift cidarlı cephe sistemleri üzerine yapılan çalışmalarda araştırmacıların bu sistemlerle ilgili belirttiği çeşitli avantajlar ve dezavantajlar bulunmaktadır. Bu sistemlerin çalışma prensiplerini anlamak ve mimari tasarımın başlangıç evresinde problem odaklı çözümler üretebilmek için bu sistemlerin avantajlarının ve literatürdeki araştırmalar sonucunda karşılaşılan dezavantajlarının bilinmesi gerekmektedir.

Makale

3.1. Avantajlar

Çalışmada son on yılda literatürde yapılmış olan araştırmalar doğrultusunda, çift cidarlı cephe sistemlerinin avantajları Tablo 1 ile 2'de ve Şekil 2'de açık bir dille kapsamlı bir şekilde aktarılmıştır.

Yapılan literatür çalışmasının sonucunda çift cidarlı cephe sistemlerinin en çok vurgulanan başlıca avan-

tajları sırasıyla; doğal havalandırmaya imkan sağlaması, şeffaflık oranı yüksek olan cephe sayesinde bina ile çevre etkileşiminin artmasına olanak sağlaması, yapının ısı yalıtımını desteklemesi, aşırı gürültülü bölgelerde ses yalıtımına katkı sağlaması, ısı iletim katsayısı ve güneş ısı kazanç katsayısını düşürmesi, iç mekanın ısı konforunu arttırması, enerji tasarrufu sağlaması, güneş kırıcı elemanların hava

Tablo 1. Çift Cidarlı Cephelerin Avantajları (2001-2008)

Avantajlar	Oester vd., (2001) [4]	Li, (2001) [5]	Hendriksen vd., (2001) [6]	Zöllner vd., (2002) [7]	Saelens vd., (2003) [8]	Jäger (2003) [9]	Loncour vd., (2005) [10]	Yılmaz ve Çetintaş., (2005) [11]	Safer, vd., (2005) [12]	Ding vd. (2005) [13]	Faggembau (2006) [14]	Poizanis (2006) [15]	Bestfacade (WP5), 2007 [16]	Gratia and Herde, (2007) [17]	Haase vd. (2007) [18]	Asdrubali ve Baldinelli., (2007) [19]	Gavan vd. (2007) [20]	Hfseggen vd. (2008) [21]
Şeffaflık	-	√	√	√	√	-	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Isı yalıtımı	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Ses yalıtımı	√	√	√	-	-	√	√	√	-	√	√	√	√	√	√	√	√	-
Güneş kırıcı elemanları koruma	√	-	√	-	√	√	-	-	√	√	√	√	√	√	√	-	√	√
Gece havalandırması	√	-	√	-	-	-	√	-	-	-	√	√	√	√	-	√	-	-
Doğal havalandırma	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Yüksek rüzgar hızlarında indirgeme	√	-	√	√	-	√	√	-	√	-	-	√	√	√	-	√	-	-
Isıl konfor	√	√	√	-	-	-	-	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	√
Düşük U-katsayısı ve g-katsayısı)	-	-	√	√	√	√	-	√	√	-	√	√	√	√	√	√	√	√
Enerji kazanımı	-	√	√	-	√	-	√	-	√	-	-	√	√	√	√	√	√	-
Uygun maliyet	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	-	-	-	-

Tablo 2. Çift Cidarlı Cephe Sisteminin Avantajları (2009-2012)

Avantajlar	Haase vd., (2009) [22]	Tanaka vd., (2009) [23]	Chou vd., (2009) [24]	Chan vd., (2009) [25]	Guardo vd., (2009) [26]	Haase ve Amato, (2009) [27]	Gavan vd., (2010) [28]	Serra vd., (2010) [29]	Zhou ve Chen, (2010) [30]	Azarbayani ve Anderson, (2010) [31]	Jiru vd., (2011) [32]	Annex 44, (2011) [33]	Mingotti vd., (2011) [34]	Zhang ve Altan, (2011) [35]	Shameri vd., (2011) [36]	He vd., (2012) [37]	Chow., (2012) [38]	Zhou ve Xue, (2012) [39]
Şeffaflık	√	-	-	-	√	-	-	√	√	√	-	√	-	√	√	-	√	√
Isı yalıtımı	√	-	-	√	√	-	√	-	√	-	-	√	√	√	√	√	√	-
Ses yalıtımı	√	-	-	√	√	-	√	-	√	-	-	√	√	√	√	-	√	√
Güneş kırıcı elemanları koruma	√	-	-	-	-	-	-	√	√	-	√	√	-	-	-	-	-	-
Gece havalandırması	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-
Doğal havalandırma	√	√	-	√	√	-	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Yüksek rüzgar hızlarında indirgeme	-	-	-	-	√	-	-	√	-	√	-	√	-	-	-	-	-	√
Isıl konfor	√	-	-	-	√	-	-	√	√	√	-	√	√	√	√	√	√	√
Düşük U-katsayısı ve g-katsayısı)	√	√	√	√	√	√	-	√	√	-	√	√	√	√	√	√	√	-
Enerji kazanımı	√	-	√	√	-	√	-	√	-	√	√	√	√	-	√	-	-	√
Uygun maliyet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-

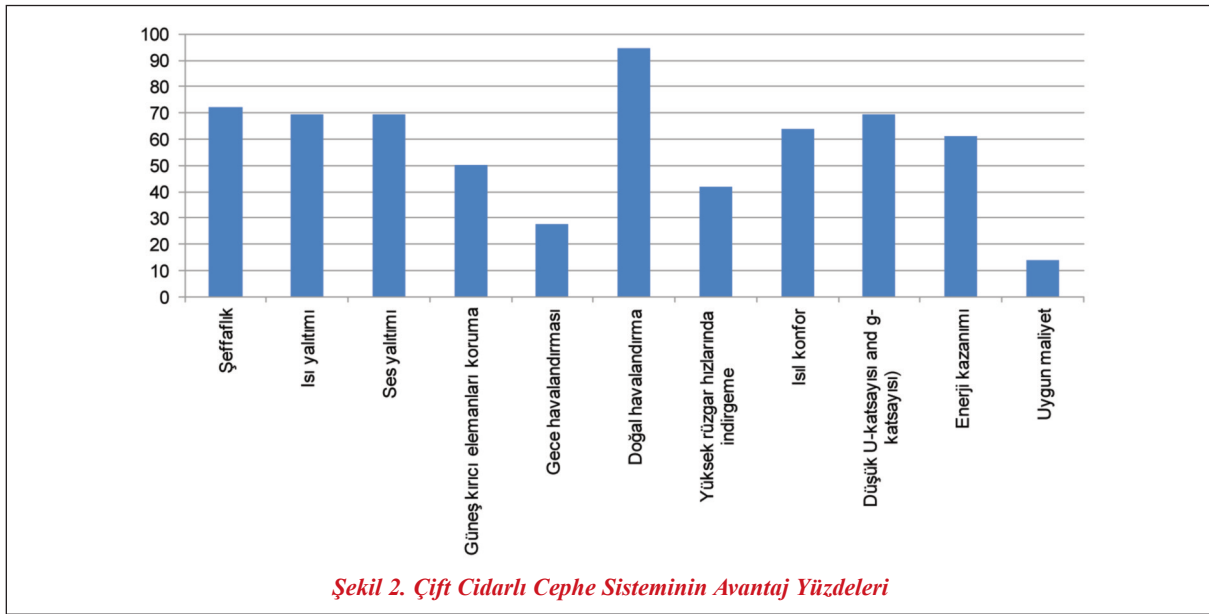
kanalında tasarlanmasına olanak sağlayarak, güneş kırıcı elemanları rüzgar ve olumsuz hava koşullarından koruması, yapıyı yüksek rüzgar hızlarından ve hava koşullarına karşı koruma sağlaması, ve gece havalandırması yaparak yazın gün içerisinde yapı kütlelerinin depoladığı ısı enerjisinin azaltılmasını sağlaması olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).

3.2. Dezavantajlar

Çift cidarlı cephe sistemlerinin dezavantajlarının bilincinde olmak enerji performansının etkinliği

bakımından büyük öneme sahiptir. Bu dezavantajlardan haberdar olmak mimari tasarım evresinde bu sistemleri etkileyen tasarım parametrelerinin algılanmasını ve problem odaklı çözümlerin üretilmesini kolaylaştıracaktır. Son on yılda literatürde yapılmış olan araştırmalar doğrultusunda, çift cidarlı cephe sistemlerinin dezavantajları Tablo 3 ile 4’de ve Şekil 3’de kapsamlı bir şekilde aktarılmıştır.

Son on yılda yapılmış olan çalışmaların incelenmesi sonunda çift cidarlı cephe sistemlerinin en çok vur-



Şekil 2. Çift Cidarlı Cephe Sisteminin Avantaj Yüzdeleri

Tablo 3. Çift Cidarlı Cephelerin Dezavantajları (2001-2008)

Dezavantajlar	Oester vd., (2001) [4]	Li, (2001) [5]	Hendriksen vd., (2001) [6]	Zöllner vd., (2002) [7]	Saelens vd., (2003) [8]	Jager (2003) [9]	Loncour vd., (2005) [10]	Yılmaz ve Çetintaş., (2005) [11]	Safer, vd., (2005) [12]	Ding vd. (2005) [13]	Faggembaui (2006) [14]	Poizanis (2006) [15]	Bestfacade (Wp5), 2007 [16]	Gratia ve Herde, (2007) [17]	Haase vd. (2007) [18]	Asdrubali ve Baldinelli., (2007) [19]	Gavan vd. (2007) [20]	Hessegen vd. (2008) [21]
Aşırı ısınma problemleri	√	-	-	√	√	√	√	-	√	√	√	√	√	√	-	√	√	√
Güneş ışığı problemleri	√	-	√	-	-	-	√	-	-	-	-	√	√	-	√	-	√	√
Ses yalıtım problemleri	√	√	√	-	-	√	-	-	-	-	-	√	√	√	-	-	-	-
Yüksek yapı maliyetleri	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	√	√	√	-	√	-	√
Ek bakım onarım maliyetleri	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	√	√	-	-	√	-	√
Yangın problemleri	√	-	√	-	-	√	√	-	-	-	√	√	√	-	-	√	-	-
Kullanıcı mekanını azaltması	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	√	√	√	-	√	√	-	-
Hava kanalındaki akış hızında artış	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	-	√	√	-	-	-	-	-
Binanın ağırlığında artış	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	√	√	-	-	-	-	-

Makale

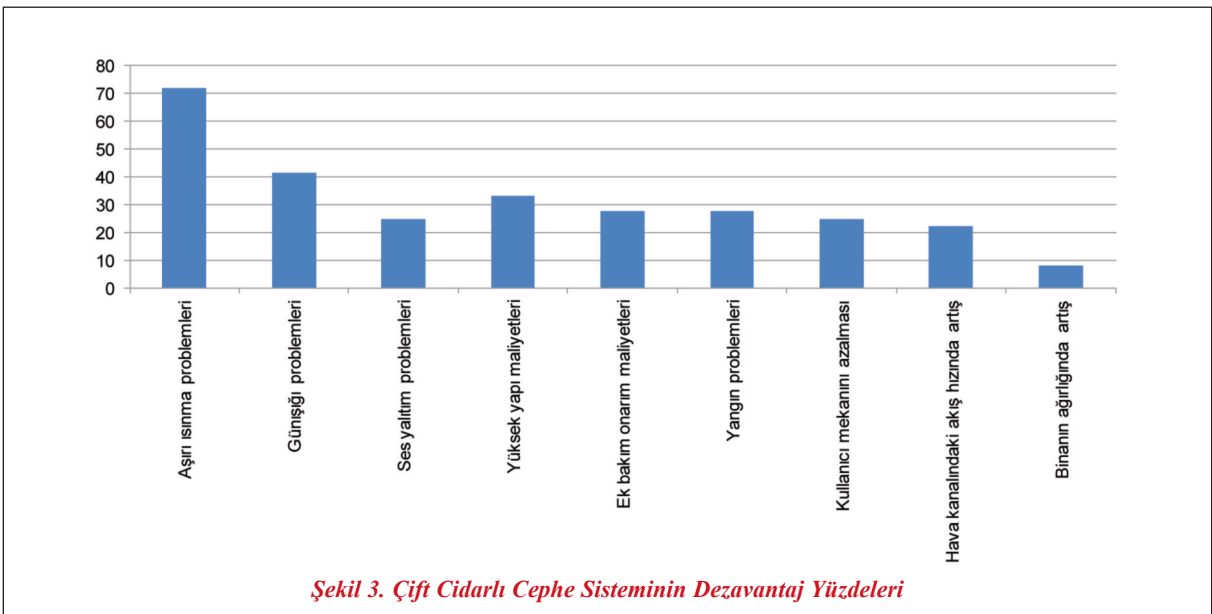
Tablo 4. Çift Cidarlı Cephelelerin Dezavantajları (2009-2012)

Dezavantajlar	Haase vd., (2009) [22]	Tanaka vd., (2009) [23]	Chou vd., (2009) [24]	Chan vd., (2009) [25]	Guardo vd., (2009) [26]	Haase ve Amato, (2009) [27]	Gavan vd., (2010) [28]	Serra vd., (2010) [29]	Zhou ve Chen, (2010) [30]	Azarbayjani ve Anderson, (2010) [31]	Jiru vd., (2011) [32]	Annex 44, (2011) [33]	Mingotti vd., (2011) [34]	Zhang ve Altan, (2011) [35]	Shameri vd., (2011) [36]	He vd., (2012) [37]	Chow., (2012) [38]	Zhou ve Xue, (2012) [39]
Aşırı ısınma problemleri	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	-	✓	-
Güneşliği problemleri	✓	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	✓	-	-
Ses yalıtım problemleri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-
Yüksek yapı maliyetleri	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-
Ek bakım onarım maliyetleri	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	-
Yangın problemleri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-
Kullanıcı mekanını azaltması	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
Hava kanalındaki akış hızında artış	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	-
Binanın ağırlığında artış	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

gülenen başlıca dezavantajları sırasıyla; çift cidarlı cephe arasındaki hava kanalında aşırı ısınma problemlerinin oluşabilmesi, yapının dış cam cephelerinden geçip binaya giren gün ışığı miktarını azaltması, yüksek yatırım maliyetlerinin olması, yapıda ekstra bakım, onarım, işletme ve temizlik maliyetlerine neden olması, yangın dayanımı bakımından olumsuzluklar oluşturabilmesi, akustik sorunlara neden olabilmesi, kullanıcı mekanını azaltması olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).

SONUÇ

Bu çalışmada çift cidarlı cephe sistemlerinin son on yıldaki literatürde önemle vurgulanan avantajları ve dezavantajları sunulmuştur. Yapılan çalışma sonucunda araştırmacıların %95 gibi büyük bir yüzdeyle hemfikir olduğu en büyük avantaj, bu sistemlerin doğal havalandırmaya olanak sağlaması olmuştur. Diğer önemli avantajları ise yüzde sıralarına göre, şeffaflık oranının yüksek olması sayesinde kullanıcı ile çevre arasındaki etkileşimi arttırması, ısı ve ses yalıtımını desteklemesi, ısı iletimi ve güneş ısı



kazanç katsayısını düşürmesi, ısı konforu arttırması ve iki cephe arasındaki boşluğa güneş kırıcı elemanların yerleşimine olanak sağlaması ile bu elemanları dış ortamın olumsuz koşullarından korumasıdır. Bu sistemlerin en çok vurgulanan dezavantajlarının başında %72 oranla hava kanalındaki aşırı ısınma problemleri gelmektedir. Bu sorun tasarım aşamasında dikkate alınması gereken önemli bir dezavantajdır. Diğer başlıca dezavantajlar günışığı problemleri, yüksek ilk yatırım maliyetleri, yapıda oluşan ekstra bakım, onarım maliyetleri, ses yalıtım maliyetleridir. Tasarım aşamasında bu dezavantajları çözmek için çözümlerin irdelenmesi gerekmektedir.

Küresel ölçekte yaygın bir araştırma ve uygulama alanı bulan, enerji etkin bir çözüm olma iddiasında olan çift cidarlı cephe sistemleri, ülkemiz için henüz yeni bir konudur. Bu sistemlerin uygulama alanı bulamamasının temel nedenlerinden birisi, dünya ile kıyaslandığında çift cidarlı cephe sistemleri ile ilgili ülkemizde araştırma sayılarının az sayıda olmasıdır. Bu sistemler sadece soğuk iklimlerde değil sıcak iklime sahip bölgelerde de yani her iklim koşulunda kullanılabilir. Önemli olan bu sistemlerin avantaj ve dezavantajlarını özümseyip, bu doğrultuda problem odaklı çözümler üretebilmektir.

KAYNAKLAR

- [1] Yılmaz, Z., Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 91, s.7-15, 2006.
- [2] Alibaba, H. Z., Ozdeniz, M. B., "Thermal Comfort of Multiple-Skin facades in Warm-Climate Offices", Scientific Research and Essays, Vol. 6, No: 19, pp. 4065-4078, 2011.
- [3] Widdington, M. and Harris J., Intelligent Skins, Reed Educational and Professional Publishing, 2002.
- [4] Oesterle, E. Lieb, R. Lutz, M. Heusler. W., "Double-Skin Façades-integrated Planning", Munich, Prestel Verlag, 2001.
- [5] Shang-Shiou, Li., "A Protocol to Determine The Performance of South Facing Double Glass Façade System", Faculty of The Virginia Polytechnic Institute and State University, Architecture Department, Master Thesis, 2001.
- [6] Hendriksen, O.J., Sørense, H., Svensson, A., Aaqvis, P., "Double Skin Facades – Fashion or a Step Towards Sustainable Buildings, 2001.
- [7] Zöllner, A., Winter, E.R.F., Viskanta, R. "Experimental Studies of Combined Heat Transfer in Turbulent Mixed Convection Fluid Flows in Double Skin facades", International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol. 45, p. 4401-4408.
- [8] Saelens, D., Roels, S., and Hens, H., "Strategies to Improve The Energy Performance of Multiple-Skin Facades", Building and Environment, Vol. 43, No: 4, p. 638-650.
- [9] Jager, W., "Double Skin Facades-Sustainable Concepts", Presentation of Hydro for Syd Bygg, Malmö, Sweden, 2003.
- [10] Loncour, X., Deneyer, A., Blasco, M., Flament, G., and Wouters, P., "Ventilated Double Skin Façades", Belgian Building Research Institute (BBRI). Contributed Report 03, 2005.
- [11] Yılmaz, Z., Çetintaş, F. "Double Skin Façade's Effects on Heat Losses of Office Buildings in Istanbul", Energy and Buildings, Vol. 37, p. 691-697, 2005.
- [12] Safer, N., Woloszyn, M., Roux, J.J., "Tree-Dimensional Simulation With a CFD Tool of The Airflow Phenomena in Single Floor Double-Skin Façade Equipped With a Venetian Blind", Solar Energy Vol. 79, p. 193-203, 2005.
- [13] Ding, W., Hasemi, Y., Yamada, T., "Natural Ventilation Performance of a Double-Skin Façade With a Solar Chimney", Energy and Buildings, Vol. 37, p. 411-418, 2005.
- [14] Faggembauu, D., "Heat Transfer and Fluid-Dynamics in Double and Single Skin Facades", Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Doctoral Thesis, 2006.
- [15] Poirazis, H., "Double Skin Façades", International Energy Agency (IEA) Solar Heating and Cooling (SHC) Task 34/IEA Energy Conservation in Buildings and Community Systems, ECBCS Annex 43, 2006.
- [16] Bestfacade, "Best Practice for Double Skin Façades", WP5 Best Practice Guidelines, 2007.
- [17] Gratia, E., De Herde, A. "Guidelines For Improving Natural Daytime Ventilation in an Office Building With a Double-Skin Façade", Solar Energy Vol. 81, p. 435-448, 2007.
- [18] Haase, M., Wong, F., Amato, A., "Double-Skin Facades for Hong Kong. Surveying & Built Environment", Vol. 18, No: 2, p.17-32, 2007.
- [19] Asdrubali, F., Baldinelli, G. "A New Double Skin Façade With Integrated Movable Shading Systems: Numerical Analysis and Evaluation of

Makale

- Energy Performance”, *Energy, Climate and Indoor Comfort in Mediterranean Countries, Proceedings, Genova, Italy, 5-7 September, 2007.*
- [20] Gavan, V., Woloszyn, M., Roux, J. J., Muresan, C., Safer, N., “An Investigation Into The Effect of Ventilated Double-Skin Facade With Venetian Blinds: Global Simulation and Assessment of Energy Performance”, *Proceedings: Building Simulation, 2007.*
- [21] Høseggen, R., Wachenfeldt, B. J., Hanssen, S. O. “Building Simulation as an Assisting Tool in Decision Making Case Study: With or Without a Double-Skin Facade?”, *Energy and Buildings, Vol. 40, p. 821-827, 2008.*
- [22] Haase, M., Marques da Silva F., Amato, A., “A. Simulation of Ventilated Facades in Hot and Humid Climates”, *Energy and Buildings Vol. 41, p. 361-373, 2009.*
- [23] Tanaka, H., Okumiya, M., Tanaka, H., Yoon, G. Y., Watanabe, K. “Thermal characteristics of a Double-Glazed External Wall System With Roll Screen in Cooling Season”, *Building and Environment Vol. 44, p. 1509-1516, 2009.*
- [24] Chou, S. K., Chua, K. J., Ho, J. C. “A Study on The Effects of Double Skin Facades on The Energy Management in Buildings”, *Energy Conservation and Management, Vol. 50, p. 2275-2281, 2009.*
- [25] Chan, A. L. S., Chow, T. T., Fong, K. F., Lin, Z., “Investigation on Energy Performance of Double Skin Facade in Hong Kong”, *Energy and Buildings, Vol 41 p. 1135-42, 2009.*
- [26] Guardo, A., Coussirat, M., Egusquiza, E., Alavedra, P., Castilla, R., “A CFD Approach to Evaluate The Influence of Construction and Operation Parameters on The Performance of Active Transparent Facades in Mediterranean Climates”, *Energy and Buildings, Vol 41, p. 534-542, 2009.*
- [27] Haase, M., Alex Amato, A., “A study of The Effectiveness of Different Control Strategies in Double Skin Facades in Warm and Humid Climates”, *Journal of Building Performance Simulation., Vol. 2, No:3, p. 179-187, 2009.*
- [28] Gavan, V., Woloszyn, M., Kuznik, F., Roux, J. J., “Experimenatal Study of a Mechanically Ventilated Double-Skin Facade With Venetian Sun-Shading Device: A Full-Scale Investigation in Controlled Environment”, *Solar Energy Vol. 84, p. 183-195, 2010.*
- [29] Serra, V., Zanghirella, F., Perino, M., “Experimental Evaluation of a Climate Facade: Energy Efficiency and Thermal Comfort Performance”, *Energy and Buildings, Vol. 42, p. 50-62, 2010.*
- [30] Zhou, J., Chen, Y., “A Review on Applying Ventilated Double-Sskin Facade to Buildings in Hot-Summer and Cold-Winter Zone in China”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 14, p.1321-1328, 2010.*
- [31] Azarbayjani, M., Anderson, J., “Beyond Arrows: CFD Modeling of a New, Naturally Ventilated, Double Skin Faacde Configuration in a Chicago High-Rise Office Building”, *Simbuild, Fourth National Conference of IBPSA-USA New York City, New York, August 11-13, 2010.*
- [32] Jiru, T. E., Tao, Y. X., Haghghat, F., “Airflow and Heat Transfer in Double Skin Facades”, *Energy and Buildings, Vol. 43, p. 2760-2766, 2011.*
- [33] Annex 44 Integrating Environmentally Responsive Elements in Buildings, 2011.
- [34] Mingotti, N., Chenvidyakarn, T., Woods, A. W., “The Fluid Mechanics of The Natural Ventilation of a Narrow-Cavity Double-Skin Facade”, *Building and Environment, Vol. 46, p. 807-823, 2011.*
- [35] Zhang, Y., Altan, H., “A Comparison of The Occupant Comfort in a Conventional High-Rise Office Block and a Contemporary Environmentally -Concerned Building”, *Building and Environment Vol. 46 p. 535-545, 2011.*
- [36] Shameri, M. A., Alghoul, K., Sopian, M., Fauzi, M., Zaina, O. E., “Perspectives of Double Skin Facade Systems in Buildings and Energy Saving”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews Vol.15, p. 1468-1475, 2011.*
- [37] He, Y., Chen, M., Wang, X. “A Brief Discussion and Analysis on Methods of High Performance Architecture Facades Design”, *Advanced Materials Research Vols. 368-373, p 3757-3760, 2012.*
- [38] Chow, C. L., “Full-Scale Burning Tests on Double-Skin Facade Fires”, *Fire and Materials. Published Online in Wiley Online Library (Wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002 / fam. 1127, 2012.*
- [39] Zhou, C. and Xue, N. (2012) The Study of Vent Form of Double-Skin Facade Based on CFD, *Advanced Materials Research Vols. 374-377, p. 440-444, 2012.*