

Bitkilendirilmiş Cephelerin Çevresel ve Ekolojik Etkileri

Serpil Çerci

Konu Başlık No:

ÖZET

Enerji krizi ve iklim değişiklikleri sorunları karşısında, mimarlar binalarda enerji gereksinimi arayışlarında yeni yaklaşımlar geliştirmeye başlamıştır. Bu yaklaşımlardan birisi, çatı ve cephelerin yeşillendirilmesidir ve son yıllarda önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Cephe yeşillendirme, sıcak iklimlerde yaz dönemlerinde bina yüzeyinde soğutma potansiyeli sağlayabilir ve cephede ısınmayı önleyerek binadaki iç iklim üzerinde de bir etkili olabilir. Bu makale, cephe yeşillendirme sistemlerinin performansını inceleyerek, bina ve kentsel sıcaklık etkisi üzerine odaklanmıştır. Kentsel ısınma adaları, sel, biyolojik çeşitlilik kaybını önleme, ısı yalıtım vb. açılardan yüksek potansiyele sahip olan cephe yeşillendirme sistemlerinin dezavantajları yanısıra, bazı özellikleri ve üstünlükleri (mikroklimayı artırma, sıcaklığın azaltılması, hava neminin artması gibi) ortaya konmuştur. Ayrıca, cephelerin kentlerin en büyük yüzeylerini temsil etmesi nedeniyle gelecekte bazı sorunlara karşı tasarımcılar için uygulanabilir teknolojilerin, kentsel planlama süreçlerine entegrasyonuna katkı sağlamasının yolları araştırılmıştır. Özellikle yeşil alanların giderek azaldığı ve yüksek sıcaklığa sahip olan kentlerde sıcaklık yükseklerinin düşürülmesi gibi fiziksel özelliklerin bina yeşillenmesi ile iyileştirilmesi konusunda bazı öneriler getirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER

Bitkilendirilmiş Cephe, İklim Değişikliği, Dikey Bahçelerin Ekolojik ve Ekonomik Etkileri

ABSTRACT

Faced with the energy crisis and climate change issues, architects have begun to develop new approaches to the energy needs of buildings. One of these approaches is the greening of the roofs and facades and has begun to take an important place in the last decade. Facade greening can provide cooling potential on the surface of the building during summer in hot climates and can also be effective on the internal climate of the building by preventing warming on the facade. This paper focuses on the effect of building and urban temperature, examining the performance of facade greening systems. Urban warming islands, floods, prevention of loss of biodiversity, heat insulation and so on. some features and advantages (such as increasing microclimate, decreasing temperature, increasing air humidity) have been revealed, as well as some disadvantages of facade greening systems with high potential from the openings. Moreover, because facades represent the greatest surface of cities, the ways in which future technologies can be applied to designers to integrate them into urban planning processes have been researched. Some proposals have been made to improve the physical characteristics of buildings such as lowering the temperature elevations, especially in some cities where green areas are gradually diminishing and having high temperatures, by building greening.

KEY WORDS

Planted Facade, Climate Change, Ecological and Economic Effects of Vertical Gardens

1.GİRİŞ - BITKILENDİRİLMİŞ CEPHELER

Bugün, dünya nüfusunun çoğunluğu kentlerde yaşamakta ve bu eğilim her geçen gün artmaktadır. Birleşmiş Milletlerin son raporuna göre, kentlerde yaşayan nüfusun 2050 yılına kadar % 67 oranında artması beklenmektedir. Bu durum, küresel ölçekte sera gazı emisyonlarının artması enerji kaynaklarının tüketilmesi, kentsel ısınma adası oluşumu gibi çeşitli çevresel sorunları ortaya koymaktadır [Beşir, 2018]. Örneğin, binaların ısıtılması ve soğutulması için gereken enerji miktarındaki artış, hava sıcaklıklarında yükselmeye yol açması nedeniyle, kentsel alanlar giderek daha sağlıksız hale gelmektedir [Abdullahi, 2016].

Doğal alanlarını kaybeden kentlerin yeniden yaşam değerine sahip olması ve geleceğe hazırlamak için, doğayı, özellikle bitkileri geri getirmenin yolları aranmaktadır [Samar, 2012]. Artan enerji krizi ve iklim değişiklikleri sorunları karşısında tasarımcılar, kentsel alanlarda enerji gereksinimi arayışına yeni yaklaşımlar geliştirmeye başlamıştır. Bu yaklaşımlardan çatı ve cephe yeşillendirmesi, son yıllarda önemli bir yer tutmuştur [Elgizawy, 2016]. Kentlerdeki mevcut alan yetersizliği nedeniyle, günümüzde artık uygulanabilir olmayan yeşil alanlar, cephe yapılandırılmalarında ilginç bir seçenek olarak önemli bir yer tutmuştur [Sheweka, 2012].

"Bitkilendirilmiş cephe" veya "dikey bahçe" olarak da adlandırılan yeşil cepheler, bitkilerin sistemli ve organize bir bakım ile bina veya duvarların dikey yüzeyleri üzerinde yetiştirildiği bir sistemdir [Farid, 2016]. 100 yıldır tartışılmakta olan bu sistemler ile ilgili teknik problemler günümüzde giderek azalma göstermiştir.

Tarihi geçmişine göz attığımızda, bitkilendirilmiş cephelerin yeni bir teknoloji olmadığı, ancak mevcut kentsel tasarımın bir bileşeni olarak birçok yarar sağlayabileceği anlaşılmaktadır. 19. yüzyılda birçok Avrupa ve bazı Kuzey Amerika şehirlerinde odunsu tırmanıcı bitkilerin sıklıkla cephelerde örtü olarak kullanıldığı; pek çok Alman kentinde teşvik programları ile iyileştirilen cephelerde tırmanıcıların yetiştirilmesi ve korunması konusunda evsahibi / kiracı girişimlerinin desteklendiği görülmektedir [Şekil. 1]. 1980' lerden günümüze kadar yapılan araştırmalarda, bitkilerin cepheler üzerindeki tozu hafifletme yeteneği, yalıtım ve buharlaşmanın verdiği soğutma etkileri, kuşlar, örümcekler ve böcekler dahil kentsel yaban hayatı için bir yaşam alanı oluşturduğu, dolayısı ile, yeşil cephelerin, kentsel iklim ve binaların ekolojik ayak izini artırma potansiyelinin yüksek olduğu saptanmıştır [Köhler, 2008].

Bu nedenlerle, bitkilendirilmiş cepheler tüm dünyada ve birçok kentsel alanda yaygın hale gelmiştir. Avrupa'da çok sayıda cephenin yenilenme aşamasında, yapıların fiziksel özelliklerini yeşillendirme ile arttırmanın, maksimum sosyo-ekonomik etkinin ortaya çıkması ve kentin doğasını geri getirmenin çok anlamlı ve etkili olacağı düşünülmektedir [Scharf, 2015]. [Şekil. 2, 3, 4].



Şekil 1. Orta Avrupa'da uzun zamandır var olan geleneksel balkon yeşilliği [Köhler, 2008]

Yapılan araştırmalarda, tropik veya kurak iklimlerin tüm yapılanmalarında cephenin bitkilendirilmesi ile yüzey sıcaklığının düşürülmesinden büyük ölçüde yararlandı ve bunun sonucunda klima yüklerinde azalma olduğu sonucuna varılmıştır [Fuller, 2015]. Singapur Ulusal Üniversitesi tarafından yapılan araştırmaya göre, bir binanın sıcaklığı 1° C azaltıldığında, tüketilen elektrik miktarının da % 5 oranında azalabileceği; buna bağlı olarak dikey yeşillendirme sistemi ile, binadaki sıcaklığın gündüz 2° C, gece 0,4° C düşürülebileceği ortaya konmuştur [Othman 2016].

2. BİTKİLENDİRİLMİŞ CEPHELERİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Bina cephelerinde bitki örtüsünün kullanımı estetik, sosyal, ekolojik ve çevresel olarak birçok avantaj sunmaktadır [Abdollahi, 2016]. İnşaat ve bakım için yüksek maliyet, sulama ve besin arz sistemi zorunluluğu gibi bazı dezavantajları yanısıra, büyük kentlerin çeşitli olumsuz yönlerinin çözümüne katkı sağlayan bitkilendirilmiş cephelerin çevresel etkileri şu şekilde özetlenebilir:

- Kentsel ısı adası etkisini azaltma (binanın aşırı ısınmasını önleme ile kent içi radyasyon ve sıcaklığı azaltma, hava nemini artırma)
- Hava kalitesinin iyileştirilmesi (karbon dioksit depolama, bazı kirletici maddeleri azaltma)
- Enerji verimliliğini iyileştirme
- Gürültü kirliliğini azaltma
- Su tutma ile taşkın riskini önleme
- Biyolojik çeşitliliğin kaybını önleme [Scharf, 2015] gibi çevresel ve ekolojik etkileri ile kentleri önemli ölçüde etkileyen iklim değişikliğinin olumsuz yönlerini koruyucu etkiye sahiptir [int.1].



Şekil 2. Madrid' teki Caixa Forumu [Mir M, A., 2011]

Şekil 3. Portland' da Amerikan Mimarlık Enstitüsü [int.2]

Şekil 4. Anhem'de bir bahçe [int.2].

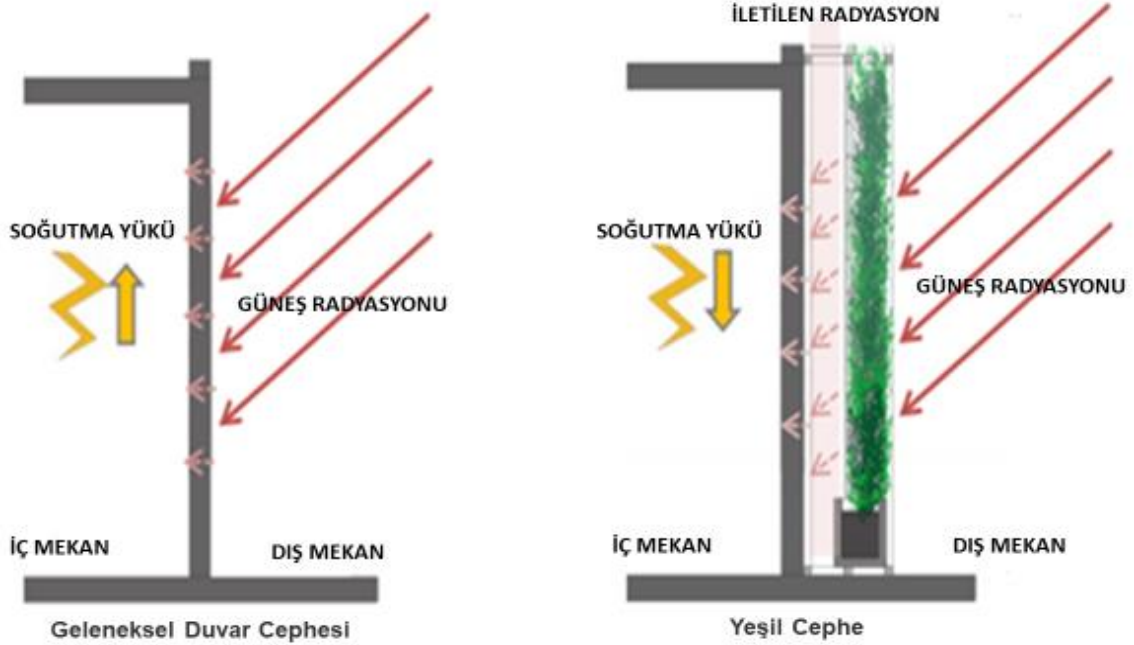
Bitkilendirilmiş Cephe Tipolojileri

Bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin doğru bir şekilde anlaşılması ve binalarda etkili bir şekilde kullanılması için, öncelikle, türleri, özellikleri, uygulama alanları ve potansiyel yararları ile birlikte açıkça tanımlanması; daha sonra, binalarda bu sistemlerin kullanımı, enerji tasarrufu, termal etkisi ve mimari özellikleri gibi çeşitli yönlerden incelenmesi esastır [Beşir, 2018].

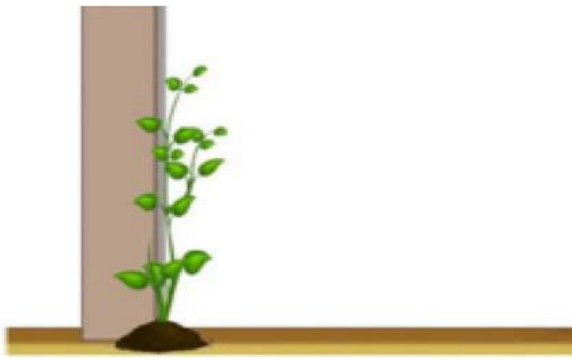
Feng ve Hewage (2014)' e göre, bitkilendirilmiş cepheler;

- yeşil cepheler ve
- yaşayan duvarlar olarak sınıflandırılır [Şekil 6, 7].

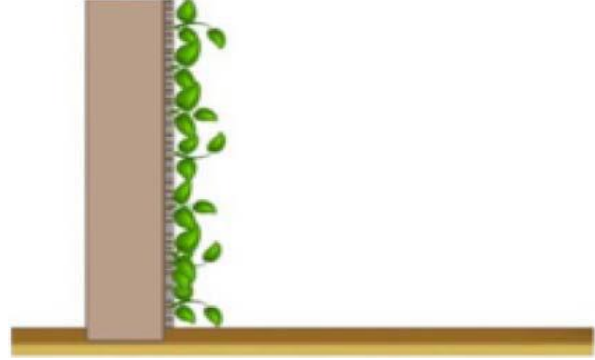
Yaşayan duvarda, yapısal bir duvara veya çerçeveye tutturulmuş önceden bitkilendirilmiş levhalar bulunur. Yeşil cephede, bitkiler cephenin farklı seviyelerindeki toprak zemin üzerinde veya ekme kutuları içerisinde köklenebilirler ve cepheye tırmanarak yükselirler [Abdullahi, 2016]. Yeşil cephe, insana ve çevreye yarar sağlayan bina zarfı/kabuğu olarak kullanılabilir. Tırmanan bitkiler, uygulaması en basit ve ucuz olduğundan yaygın olarak kullanılır. Diğer türler ise, tasarımın ihtiyaçlarına göre daha çok işlevli ve karmaşık bir sistem gerektirirler. Canlı ve tırmanan bitkileri destekleyen sistemler; kafes sistemi, planter kutusu sistemi ve keçe katmanı sistemi olarak bilinir [Farid, 2016].



Şekil 5. Geleneksel duvar cephesi ile yeşil cephe arasındaki fark [Abdullahi, 2016].



Şekil 6. Yeşil cephe [Beşir, 2018]



Şekil 7. Yaşayan duvar [Beşir, 2018]

Kendinden tırmanan ve odunsu bitkiler herhangi bir ek destek olmadan cephe yüzeyine doğrudan tutunabilir ve cephe boyunca büyüyebilir. Yeşil duvarların ana unsurları, bitki, bitkileri destekleyen ve cepheye bağlayan yapılar ve tasarıma bağlı sulama sistemidir [Farid, 2016]. Dikey yeşil bir cephe oluşturmak için, bitki belirli özelliklere sahip olmalıdır. Duvar veya bitkiyi tutan kutular sistemli olarak toprak ve su ile doldurulmalıdır. Genellikle bitkilendirilmiş cephe için kullanılan bitkiler, asma, tırmanıcı veya kökleri dışarda olan bitkilerdir. Destek yapı, bitkinin yapıya veya basamağa tırmandırması için kullanılır [Othman, 2016].

Ilıman iklimlerde bulunan binalarda yeşil duvarlar için oldukça büyük çeşitlilikte bitki türü (örneğin orta Avrupa'da, 30 ile 50 adet uygun odunsu tırmanıcı türü) kullanılabilir. Buna karşılık, tropik bölgelerde yeşil cepheler için 300 ile 500 adet kullanılacak bitki türü, büyük ölçüde biyolojik çeşitliliğin kaybını önlemeye yardımcı olur [Köhler, 2008] [int. 3].

- **Kentsel Isı Adası Etkisini Azaltma ve Enerji Tasarrufu**

Beton, tuğla, cam ve geçirimsiz geniş alanlar ile döşenmiş patika ve yollar, kentsel alanlarda ısınmaya katkıda bulunur ve kırsal alanlardan daha sıcak hale gelir. Bu durum 'Kentsel Isı Adası Etkisi' olarak adlandırılır. Isı adası etkisini oluşturan en önemli neden, kentsel gelişmeye bağlı olarak nüfus yoğunluğunun giderek artmasına karşın bitki örtüsü ve suyun önemli ölçüde azalmasıdır. Örneğin, bina inşa etmek için bitki örtüsüne sahip alanların yerini, beton ve asfalt malzeme almakta, böylece gündüz emilen ve muhafaza edilen ısı, daha sonra gece saatinde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, gün boyunca araç, klima, fabrika gibi yerlerden çıkan ısının da eklenmesi ve onları emmek (absorbe etmek) için yeterli bitki örtüsünün olmaması, kentlerdeki sıcaklıkların artmasının bir başka nedeni olmaktadır. Isı adaları, yaz aylarında zirve yapan enerji talebini, klima giderlerini, hava kirliliğini ve sera gazı emisyonlarını, ısı ile ilgili hastalık ve ölüm oranını ve su kalitesini artırarak toplulukları etkileyebilir [Samar, 2012] [int. 4].

Bu soruna olası bir çözüm, bitkilerin buharlaşma ısısı yoluyla atmosferdeki sıcaklığı düşürmesidir [Samar, 2012]. Yeşil cepheler, yüzeye uygulanan herhangi bir kaplama malzemesinde olduğu gibi güneşi kısmen gölgeleyerek ısı dirençte iyileştirme sağlar. Bu tür uygulamalar güneş radyasyonunu emerek, yaprak buhar soğurumu (yaprakların yakaladığı yağmur suyunun buharlaşması ve bitki kökleri tarafından alınan suyun terlemesi) ve soğutma etkisiyle kendi mikro iklimini yaratır [Fuller, 2015].

Büyük miktarlarda güneş ışını ve buhar soğurumu yoluyla, ısı artışı engelleyen latent ısıya (yoğuşmanın gizli, algılanmayan ısısı) dönüştürebilir. Buna ek olarak, tamamen yeşilliklerle kaplı bir cephe, yaz aylarında yoğun güneş radyasyonundan korunur, yeşillik miktarına ve türüne bağlı olarak alınan güneş ışını % 40 ile % 80 arasında yansıtılabilir veya emebilir. Cephe malzeme yüzeyi üzerinde yükselen sıcak hava, üstten gelen temiz hava ile yer değiştirir ve ısı adası etkisini azaltır. Bu nedenle, cephe yüzeyindeki sıcaklık, çevredeki alanlardan daha düşük olma eğilimindedir. Özetle, bitki örtüsü, radyasyonun içeriye değil dışa aktarımını engelleyen bir bariyer gibi potansiyel yalıtım aracı haline gelir [Samar, 2015]. Sıcak iklimlerde yaz aylarında bina yüzeyinde oldukça gerekli ve önemli görülen soğutmayı sağlayarak binanın iç mekan konforu ve iklimi üzerinde de etkili olabilir. Dolayısı ile, yeşil cephelerin daha az ısı çekmesi ve kaybetmesi aynı zamanda buharlaşmaya da neden olması, kentin ikliminin daha soğuk olmasına yardımcı olur ve kentsel 'ısı adası' etkisinin azaltılmasına katkıda bulunur [int. 5].

- **Yapı Kabuğunun Rüzgar Hızını Etkileme ve Termal Performansı Artırma**

Dikey yeşillendirme bir binayı güneşin sıcaklığına karşı yaz aylarında koruduğu ve daha serin tuttuğu gibi kışın da, binayı rüzgardan korumakta ve (cephe boyunca konveksiyon yoluyla bitki örtüsü ile bina arasındaki hava cebi sayesinde) ısı kaybını azaltabilmektedir. Perini ve arkadaşları yeşil cephede oluşan hava boşluğunun, yapı kabuğunun rüzgar hızını etkileyebileceğini ve termal performansı artıran bir tampon oluşturacağını belirtmişlerdir [Samar, 2012].

Bitki örtüsü ile bir bina arasında, 5 cm'lik sabit bir hava cebi ile 2.9 W / m²K'lık bir ısı transfer katsayısı elde edilebilir. Cephe ve bitki örtüsü arasındaki yukarı doğru hava akımı yaz aylarında gerçekten rahatlatıcı bir etkiye sahip olabilir. İstenilen etkiye bağlı olarak yaz ve kış mevsimine göre yeşil veya yaprak döken bitki örtüsü ile güneş ışınları ve rüzgar kontrol edilebilir [Krusche, 1982].

- **Hava Kalitesinin İyileştirilmesi**

Bina cepheleri, gün ışığı, asit yağmuru gibi kalıcı çevresel etkiler altındadır. Binaları yok edebilen bu olumsuz etkiler, yaşayan duvar sistemleri olan yeşil cepheler ile ortadan kaldırılabilir. Ayrıca, duman ve oksijen üretimini azaltarak yerel hava kalitesini iyileştirmeye yardımcı olabilir. Kentsel ısı adasındaki kirlleticiler, sıcak havayla birlikte gökyüzüne kadar yükselerek ve yayılarak ve daha sonra kent merkezine geri dönerek hava kirliliği ve su kirliliği yaratabilmektedirler.

Dolayısı ile, havada ısıtılmış gazı absorbe edebilen, iç ve dış sıcaklıkları düşürebilen ve daha sağlıklı bir iç hava kalitesi ve daha güzel bir alan sağlayabilen yeşil duvarlar, havayı canlandırmada da yardımcı olmaktadır. Çeşitli bitki türleri fotosentez için havadan CO₂ gibi değişen miktarlarda farklı kirlilik

türlerini absorbe eder ve oksijen üretirler. Böylece çevresel estetiği yanısıra bitkilerin havadaki kirliliği emme kapasitesi artırılabilir. Kentsel alanlardaki bitkilendirilmiş cepheler, azot dioksit, kükürt dioksit ve ozon dahil olmak üzere havadaki partiküllerin vejetasyon filtrelemesiyle kirlilik seviyelerini azaltabilir. Lancaster Environment Center tarafından hazırlanan bir makale, çeşitli partiküllerin % 40 ve % 60 oranında azaltılabileceğini öne sürerek hava kalitesinin iyileştirilebileceğini öne sürmektedir [Fuller, 2015] [int. 6].

Ayrıca, bitkilendirilmiş cephelerin sokak gürültüsünü 2,5 dB' den 3dB' e düşürdüğü ve sokağın her iki yanındaki cepheler arasındaki iç yankılamanın azalmasını sağladığı da ifade edilmektedir [Wong, 2010].

• Yaşam Döngüsü Yararları

Araştırmalarda, yeşillendirme sistemlerinin tüm iklim koşulları için uygun olduğu, yapı cephesiyle daha fazla entegrasyonun sürdürülebilirliği daha da geliştireceği önerilmektedir. Özellikle, sıcak iklim koşullarında yapıların yeşillendirmesi ile enerji tüketiminin sürdürülebilir bir çevreye katkı sağlayabileceği ortaya konmaktadır.

Yukarıdaki açıklamalardan, bitkilendirilmiş cepheler için ölçülebilir faydalar bulunduğunu, ancak sürdürülebilir olma konusunda kullanılan materyallerin analizi ve seçiminin kritik bir önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır [Fuller, 2015].

3. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Kentsel alanlardaki küresel sıcaklığın yükselişi ile ısı artışını azaltmak için geliştirilen ve dikey bahçe olarak da adlandırılan bitkilendirilmiş cepheler, giderek daha önemli hale gelmektedir. Kentlerin en büyük yüzeylerini temsil edebilecek olan yeşil cepheler, ısı yalıtımı, enerji üretimi vb. açısından yüksek potansiyele sahiptirler. Bu olumlu etki, yalnızca ısı yalıtımı vb. konularda değil, aynı zamanda kentsel çevrenin peyzajı üzerinde de etkindir. Bu nedenle, bu tür uygulamalar mimarinin sosyal sürdürülebilirliğini geliştirerek, fauna ve flora için yaşam ve etkinlik alanı sağlayarak binaların değerini arttırmaktadır.

Son yıllarda, planlama süreçlerinde, su tutma, ağırlık, ısı yalıtımı vb. özelliklerin geliştirilmesine odaklanan ve yeşil yüzeyleri teşvik eden bazı eğilimler gözlemlenebilir. Dünyada örneklerin hızla arttığı, ancak Türkiye'de çevresel sorunlara olan duyarlılığın ve ayrılan bütçenin azlığı nedeniyle, konu ile ilgili olarak yeterli miktarda çalışma yapılmadığı görülmektedir. Ayrıca, iklim değişikliklerine karşı alınabilecek yapısal önlemlerden biri olarak, dikey yeşil sistem kullanımının yaygınlaştırılması önemli görülmektedir.

Bu bilgiler ışığında geliştirilen öneriler aşağıdaki gibidir.

- Yeşil duvarlar ve çatılar inşa etmek, yeryüzünde bitki örtüsü yetiştirecek kadar geniş olmayan aşırı nüfusa sahip kentler için en iyi bir yoldur. Dolayısıyla, yeşil cepheler oluşturma uygulaması, kent sakinlerinin sağlıklarını (hem fiziksel, hem de zihinsel yollarla) ve yaşam kalitesini iyileştirmek için kentsel alanlarda yaygınlaştırılmalıdır.
- Özellikle sıcak iklimli bölgelerde, kentsel alanların daha düşük sıcaklığa yardımcı olabilecek yeşil duvarlar ve yeşil çatılar oluşturma konusu önemsenmelidir.
- Paydaşlar ve kamu yetkililerinin, bitkilendirilmiş cephelerin yüksek potansiyelini ve kentlere olan yararlarını fark etmesi ve yakın gelecekte her türlü inşaat projeleri için mimarlar ve inşaat müteahhitlerinin çok çeşitli güvenilir sistemler arasından seçim yapabilmesi için standartlar oluşturulmalıdır.
- Kentsel planlama süreçlerine entegrasyonunun öncülüğünde, cephe yeşillendirme teknolojileri ve sistemlerin özellikleri bilimsel olarak güvenli ve sağlıklı olarak belirlenmelidir.

Sonuç olarak, bir cephenin fiziksel performansı, uygulanan cephe yeşillendirilmesi ve onun işlevselliğinin optimize edilmesi de dahil olmak üzere, bir bütün olarak alınmalıdır. "Bu tür duvarların başarısı, çok yönlü bir araştırma, tasarım, eğitim, kurulum ve bakım programının sonucudur. Doğru

sistem için doğru ortamdaki doğru bitkilerin kullanılması ve teknolojinin arkasındaki bilim anlayışı, yeşil duvarların ömrünün anahtarıdır" [Fuller, 2015].

KAYNAKLAR

- [1]. Abdullahi, M. S., Alibaba, H. Z., (2016) "Facade Greening: A Way to Attain Sustainable Built Environment" International Journal of Environmental Monitoring and Analysis, Volume 4, Issue 1, February, pp. 12-20.
- [2]. Besir, A. B., Cuce, E., (2018) "Green Roofs And Facades: A Comprehensive Review", Renewable and Sustainable Energy Reviews 82(1):915-939, DOI: 10.1016/j.rser.2017.09.106, Elsevier, pp. 915-939.
- [3]. Elgizawy, E. M., (2016) "The Effect of Green Facades in Landscape Ecology" Procedia Environmental Sciences 34, Published by Elsevier Ltd, pp. 119 – 130
- [4]. Farid, F. H. M., et. al. (2016), "Green "Breathing Facades for Occupants' Improved Quality of Life", Procedia - Social and Behavioral Sciences 234, Published by Elsevier Ltd, pp. 173 – 184
- [5]. Fuller, D., (2015) "The NBS Guide To Façade Greening" (Part Three) NBS/RIBA Enterprises 12 November
- [6]. Feng H., Hewage K.N. (2014), Lifecycle Assessment Of Living Walls: Air Purification And Energy Performance, Journal of Cleaner Production, Elsevier, 69, 91-99, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.01.041.
- [7]. Köhler, M., (2008) "Urban Ecosystems, Green Facades - A View Back And Somevisions, Urban Ecosyst", DOI 10.1007/s11252-008-0063-x, Vol.11, pp. 423-436.
- [8]. Krusche, P., et. al (1982) "Ökologisches Bauen - Herausgegeben Vom Umweltbundesamt", Bauverlag GmbH, Wiesbaden & Berlin,
- [9]. Mir, M, A., (2011) "Green Façades and Building Structures", CIE5060, Delft Univ. of Technology, Delft.
- [10]. Othman, A. R., Sahidin N., (2016), "Vertical Greening Façade as Passive Approach in Sustainable Design" Procedia Environmental Sciences 222, Published by Elsevier Ltd., pp. 845 - 854.
- [11]. Scharf, B., (2015) "Green Walls For The City" <http://www.biotope-city.net/article/green-walls-city>
- [12]. Sheweka, S. M., Mohamed N. M., (2012) "Green Facades As a New Sustainable Approach Towards Climate Change" Cairo, Egypt. Energy Procedia 18, pp. 507 - 520
- [13]. Wong, N. H., et. al. (2010) "Acoustics Evaluation Of Vertical Greenery Systems For Building Walls; Building and Environment, 45: pp. 411-420
- [int.1]. <http://architek.com/products/green-facades> (02.02.2018)
- [int.2]. <http://www.nexitarchitecten.nl/project/standing-garden-arnhem> (05.02.2018)
- [int.3]. <https://www.researchgate.net/figure/Traditional-balcony-greenery> (05.02.2018)
- [int.4]. http://www.ssbx.org/images/projects/heat_island_big.gif (12.02.2018)
- [int.5]. <http://www.urbangreenbluegrids.com/measures/green-facades/> (02.02.2018)
- [int.6]. http://www.ssbx.org/images/projects/heat_island_big.gif (12.02.2018)