

BİTKİLENDİRİLMİŞ DUVAR SİSTEMLERİNİN BİNALARIN ISIL PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Effects Of Vegetated Walls Systems On Thermal Performance Of Buildings

Serpil ÇERÇİ

ÖZET

Çevre dostu malzemelerin ve yenilikçi yapı teknolojilerinin kullanıldığı bitkilendirilmiş duvarlar, estetik ve çevresel faydalarına ek olarak, yüksek yoğunluklu kentsel alanlarda ve ısı adalarında önemli termal etkilere sahiptir. Kışın ısı iletimini arttırmak, yazın ise azaltmak için bitkilendirilmiş cephe sistemlerinin kullanılması, modern mimaride giderek daha yaygın hale gelmektedir. Ancak, çalışmalar bitkilerin cephe performansına olan etkisinden daha çok mimari tasarıma yönelik sorunları çözmeye eğilimli olmuştur. Yapılan araştırmalara göre, yaz aylarında bu tür duvarların sıcak iklimler için binaların yıllık enerji ihtiyacını %37'ye kadar azaltması sebebiyle kayda değer termal faydaları olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada, bina cephelerine uygulanan dikey bitkilendirme sistemleri, bu sistemlerin termal performanslarını gösteren araştırmalar ve deneysel testler hakkında bilgiler verilmiştir. Bu testlerde, bitki örtüsü olan ve bitki örtüsü olmayan cephelerin karşılaştırılması için, farklı örnekler üzerinde sıcaklık yüzdelerinin düşüşü değerlendirilmektedir. Araştırmaların sonuçlarına göre, bitkilendirilmiş sistemlerin kullanıldığı cephelerde sıcaklık düşüşü, bu sistemin kullanılmadığı örneklerden daha yüksektir. Bu nedenle, sıcak iklimlerde, bina yüzeyinde ısınmayı önleyici bir soğutma potansiyeli sağlayabileceği ve binalarda enerji verimliliğini arttırabileceği ortaya konmaktadır. Ayrıca, iklimsel değişikliklere karşı mimarlar ve şehir plancıları için uygun teknolojilerin kentsel tasarım süreçlerine katkı sağlayabilmesi amacıyla bazı öneriler getirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitkilendirilmiş duvar, Binaların ısı performans, Enerji tasarrufu, Kentsel ısı adası

ABSTRACT

In addition to its aesthetic and environmental benefits, vegetated walls, using environmentally friendly materials and innovative building technologies, have significant thermal effects on high density urban areas and heat islands. The use of vegetated facade systems is becoming more common in modern architecture to increase the heat conduction in winter and to decrease it in summer, However, studies have tended to solve problems related to architectural design rather than the effect of plants on facade performance. According to researches, it has emphasized that in summer months such walls have remarkable thermal benefits due to the fact that the annual energy need of buildings decreases in hot climates by up to 37%. In this study, vertical vegetated systems applied to building facades, researches showing the thermal performance of these systems and experimental tests are given. In these tests, the decreases of heat percentages on different examples have been evaluated for comparison of vegetated and non-vegetated facades. According to the results of studies, the heat drop on the facades where vegetated systems are used is higher than the ones where this system is not used. Therefore, it has been revealed that in hot climates, it could provide a cooling potential to prevent heating on the buildings surface and increase the energy efficiency of buildings. In addition, some suggestions have been made in order to enable appropriate technologies for architects and city planners to contribute to urban design processes against climatic ch

Key Words: Vegetated wall, Thermal performance of buildings, Energy saving, Urban heat islan

1. GİRİŞ

Bina ve inşaat sektörleri, küresel enerji tüketiminin % 36' sından ve toplam CO₂ emisyonlarının yaklaşık % 40' ından sorumludur. Dünyada enerji talebinin giderek artması sonucu, bu oran her yıl yaklaşık % 3 kadar artmaya devam etmektedir. Avrupa Birliği (AB) tarafından oluşturulan, binalardaki; enerji performansının iyileştirilmesini teşvik eden direktifleri, ısıtma ve iklimlendirme sistemleri için denetim planlarının hazırlanmasına dair bazı kuralları bulunmaktadır.

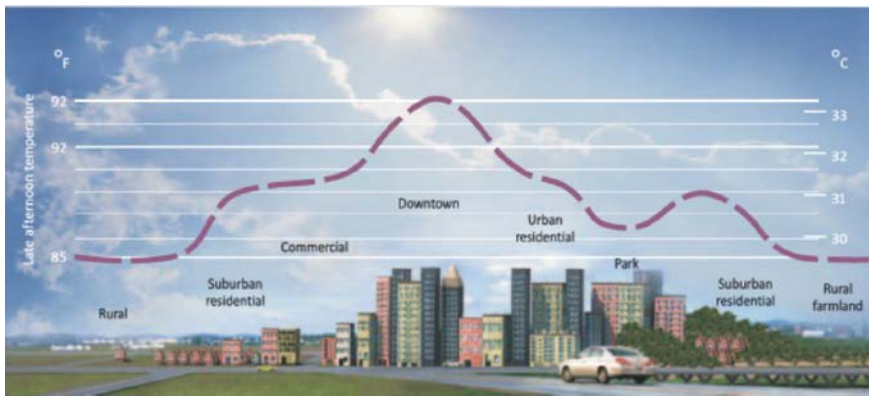
Örneğin, 'Enerji Direktifi'ne göre, AB ülkelerindeki ;

."tüm yeni binalar, 31 Aralık 2020' ye kadar sıfır enerjili binalar olmalıdır",

."yeni binalarda ve mevcut binaların büyük tadilatlarında (ısıtma - soğutma sistemleri, çatılar, duvarlar vb.) elemanların değiştirilmesi ya da güçlendirilmesi için uygun maliyetli minimum enerji ile performans gerekliliklerini sağlamalıdır" vb. birçok politika ilkeleri ve yönergelerin uygulanması zorunlu tutulmaktadır [intr.1]. 2015 yılındaki Paris Anlaşması'nda belirtildiği gibi küresel düzeyde, bina sektörünün m² başına enerji yoğunluğunun iklimsel hedeflerine ulaşma yolunda ilerlemesi için 2030 yılına kadar ortalama olarak (2015'e kıyasla) % 30 oranında iyileştirilmesi gerekmektedir [intr.1] [intr.2].

Bu doğrultuda sürdürülebilir binalara doğru bazı ilerlemeler kaydedilmekte ise de, dünya genelindeki gelişmeler, halen büyüyen yapı sektörüne ve artan enerji hizmetleri talebine ayak uyduramamaktadır. Son dönemdeki araştırmalar, hızlı yapılaşmaya bağlı olarak yeşil alanların da, hızla yok olmaya devam etmesi ve kent sıcaklıklarının artması ile iklimsel tehditleri tetikleme potansiyeli taşımakta olduğunu ortaya koymaktadır [1]. 'Kentsel ısınma adası' (UHI) olarak bilinen ısınma olgusu, dış mekan konfor koşullarını ve kirletici madde konsantrasyonunu olumsuz yönde etkilemekte; hava kalitesinin düşmesi, ayrıca iklimlendirme için enerji talebine bağlı olarak çevresel etkiyi arttırmaktadır [2] [Şekil 1]. Ayrıca, kentsel ısı adasına yol açan binaların ısıtılması ve soğutulması için kullanılan enerji miktarında da gözle görülür bir artış görülmektedir.

Kentlerde bu sorunu çözmek için bina çatılarına veya cephelerine uygulanan bitkilendirme uygulamaları UHI etkisinin hafifletilmesi ve binaların enerji verimliliğini sağlayan en uygun sürdürülebilir çözümlerden biri olarak kabul edilir. Tropikal iklim ülkelerinde gün boyunca aşırı ısının üstesinden gelmek için, yapı kabuğunun veya cephenin türü ve cinsi, bir yapının sıcaklığını ve miktarını düzenlemede yaşamsal bir rol oynamaktadır. Özellikle, bu tür iklimlerin yaz dönemlerinde bina yüzeyinde soğutma potansiyeli sağlaması ve cephede ısınmayı önleyerek binadaki iç iklim üzerinde etkili olabilmesi açısından uygun çözümler olarak görülmektedirler. Bu alandaki araştırma ve geliştirme çalışmaları, çevresel, sosyal ve ekonomik faydaların yanı sıra, estetik gelişmeleri belirleyici olması nedeni ile son on yılda, bina tasarımlarındaki varlığını arttırmakta ve birçok kentsel ekosistem hizmeti sunmaktadır [3] [4] [5] [6].



Şekil 1. Kentsel ısı adaları [7].

Bu çalışmada, bina cephelerine uygulanan dikey bitkilendirme sistemleri, bu sistemlerin termal performanslarını gösteren araştırmalar ve deneysel testler hakkında bilgiler verilmiş; böylece daha sağlıklı bir ortam elde etmek için bu yönlerdeki çalışmalara veri tabanı oluşturulması amaçlanmıştır.

2. BİNA CEPHELERİNE UYGULANAN DİKEY BİTKİLENDİRME SİSTEMLERİ

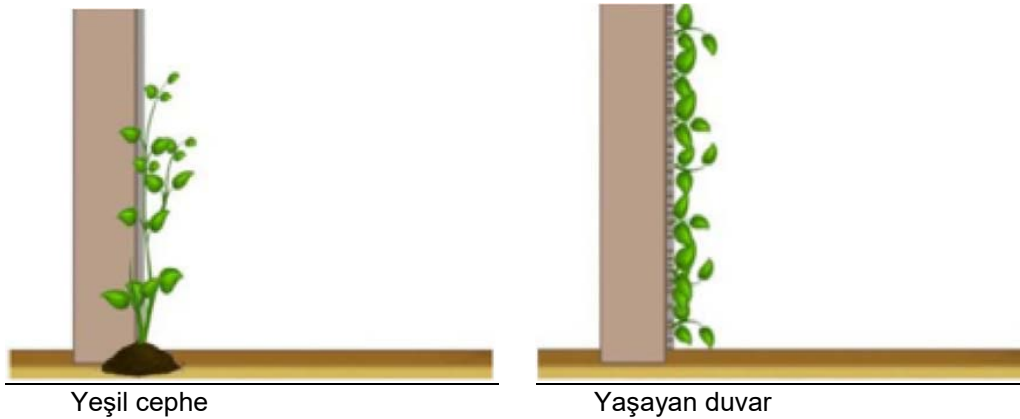
Kentsel ısınmaya bir çözüm olarak bitkilendirme sistemlerinin temel amacı, bitkinin bina duvarında büyütülmesi olup, yeşil dikey tabaka, dikey bahçe, yeşil duvar, dikey peyzaj ve biyo duvarlar olarak da adlandırılmaktadır [8, 9]. Cephe bitkilendirme sistemleri, binanın iç ve dış kısımları arasındaki yalıtımı artırarak ve doğrudan güneş ışığına maruz kalan bina yüzeyinde gölgeleme elemanı gibi kullanılarak yazın aşırı ısınma etkisini azaltır ve buharlaşmayı teşvik eder. Kışın ise, ısı yalıtımı görevi yaparak iç mekanda ısınma etkisini artırır. Dolayısı ile, sıcak mevsimde, binanın ısınmasını arttıran güneş ısısı kazancının azaltılması ile kentsel ısınma hafifletilebilir [2].

Bu sistemlerin kullanımı, hem binalar hem de, kentsel alanlar için enerji tasarrufu ve ekolojik gelişmeler ile ilgili önemli fırsatlar sunmaktadır. Özellikle yoğun nüfuslu bölgelerde kentlerin enerji ve çevre odaklı sorunlarını çözmek için dikkat çekici bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Yeşil çatılara kıyasla, yeşil duvarlar çok daha fazla yüzey alanı kapladığından, bulunduğu çevreye oldukça faydalı iyileştirmeler sağlar. Yüksek binalarda, bitkilendirilmiş duvarların yüzey alanı ile yeşil çatılar arasındaki fark yaklaşık 20 katına kadar ulaşabilir [10].

Bitkilendirilmiş duvarlar, 'yeşil cephe' ve 'yaşayan duvar' adı verilen iki farklı sistemden oluşur.

- Yeşil cepheler ; Bu sistemde, bitkiler toprakta zemine köklenir, cephede tırmanarak büyür ve bina yüzeyini kapsar.

- Yaşayan duvarlar, yapısal bir duvar veya çerçeveye tutturulmuş, bol miktarda bitkilerin önceden yerleştirildiği bitki kasalarından oluşur [9] [11] [Şekil 2].



Şekil 2. Bitkilendirilmiş duvarlar sistemleri [9, 11].

'Yeşil cephe'lere kıyasla, 'yaşayan duvar'lar, çeşitli bitkilerin bakımı için sulama sistemi, alt tabaka için destek elemanları vb. temel malzemelere gerek duyarlar. Bu nedenle, yaşayan duvar sistemlerinin bakım maliyetleri yüksektir. Ancak, genellikle ekili bitkilerin aktarılabilmek özellikleri nedeniyle yeşil cephelere kıyasla daha iyi performans gösterirler. Ayrıca, bitkiler ile ilgili beklenmedik sorunların olması durumunda, önceden ekilmiş bitkileri yenilemek oldukça kolaydır [11].

2.1. Bitkilendirilmiş Cephelerin Termal Performansı

Bir binanın yapı kabuğu bakımından enerji performansı, kabuğun yapısal özellikleri nedeniyle ısıtma ve soğutma olarak tanımlanabilir. Enerji performansı için çok önemli bir konu olan enerji kaybı tamamen bina yaşı ve türüne, iklimine, bina kabuğunun malzemesine, konut davranışlarına ve coğrafi bölgelere bağlıdır. Dolayısı ile, bina kabuğunun enerji tüketimi üzerindeki etkisi yadsınamaz. Yapı sektöründe kullanılan enerji miktarı, alan ısıtma ve soğutma için küresel enerji tüketiminin üçte birine karşılık gelmektedir. Binaların dışında yer alan tüm duvar ve çatılarda ısı kaybı oluşması nedeni ile soğuk iklimlerde enerji tüketimi % 50' ye yaklaşan bir artış eğilimindedir. Soğuk veya sıcak iklimli bölgelerde, binalara yalıtım (toplam ısı transferi katsayısı, u-değerleri hesabı ile) yapılarak enerji

tüketimi önemli ölçüde azaltılabilir. Bu tür mevcut kuralları kullanarak (belirli ülkelerde), soğuk ve sıcak günlerde ısıtma ve soğutma için fazla enerji tüketiminin olmadığı ; binalarda oturanlara konforlu iç ortam koşulları sağlandığı görülmektedir.

Bu bağlamda, yapı kabuğunda yalıtım tabakasını azaltarak veya ek olarak kullanılabilir düşük maliyetli, enerji tasarruflu, çevre dostu bitkilendirme sistemlerinin takviyesi ile söz konusu olumsuz etkileri en aza indirmek çağdaş bir yaklaşım olarak görülmektedir. Bitkilendirilmiş cephe, sıcak iklimlerde çok önemli olan bina yüzeyinde ısınmayı önleyici bir soğutma potansiyeli ile iç ortam iklimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Kentsel ısı adası (UHI) etkilerinde önemli bir azalma sağlanarak bina enerji verimliliği artırılabilir. Yaz aylarının kış ayına göre uzun sürdüğü sıcak iklimlerde, ısınma iklimine kentsel adaptasyonu kolaylaştırmak için, iç mekan bina sıcaklıklarını düşürmek (soğutmak) ve binanın enerji tüketimini azaltmak bir tasarım özelliği olarak kabul edilmektedir [6].

Ancak, soğutma için enerji gereksinimi her geçen gün artmakta ise de, en büyük tüketim, konut ısıtılmasına aittir. Böylece, binaya yönelik enerji gereksinimini azaltmak için temel konu, 'ısıtma' olarak kabul edilir. Bu nedenle, hem soğutma talebini artıracak, hem de ısıtma talebini en aza indirecek potansiyel çözümler arasında bitkilendirilmiş cephe, en uygun önlemlerden birisi olarak görülmektedir. Bu bağlamda, son yıllarda, pek çok araştırmacı tarafından binalardaki potansiyel enerji tasarrufu, hem deneysel, hem de sayısal olarak incelenmiştir.

2.2. Bitkilendirilmiş Cephelerin Termal Performansı İle İlgili Deneysel Araştırmalar

İlgili literatürün gözden geçirilmesi yoluyla hazırlanan bu makalenin amacı, bitkilendirilmiş sistemlerin binanın cephesindeki ısı performansını ve enerji tasarrufu üzerindeki etkilerini ve bu sistemlerin kullanımında sistematik yaklaşımları tesbit etmektir. Bu alanda (kıyaslanabilirliklerinin iyileştirilmesi ve sistemlerin uygulanabilirliğine ilişkin göstergeler elde etmek için) mevcut bilgileri bir araya getirmek amacıyla son yıllarda yapılan araştırmalar analiz edilmiştir.

Bitkilendirilmiş cephelerin termal performansı için daha iyi bir tahmini çerçeve geliştirmek için bilimsel literatür gözden geçirildiğinde;

-Araştırmalar daha çok bu tür cephelerin tasarımına yönelik sorunları çözmeye eğilimli olmuş; bitki morfolojisi ve fizyolojisinin cephe performansına olan etkisi yeterince incelenmemiştir.

-Tırmanıcı bitkilerin ve bitkilendirilmiş tasarım bileşenlerinin (destek yapıları, yetiştirme ortamları, bitki kapları ve sulama sistemleri) yapı kabuğunun termal performansı üzerindeki etkisini ele alan çalışmalar yetersiz düzeyde kalmıştır.

-Modelleme çalışmalarının varsayımları her zaman tanımlanmamış veya doğrulanmamış iken, az sayıda deneysel çalışma yapılmıştır ve ölçülen mikro-iklim parametreleri hakkında yeterli bilginin sağlanamadığı görülmüştür.

Bunlara ilaveten;

-Mimarlık ve mühendislik disiplinlerinin hâkim olduğu ; ancak bitki biyolojisi, ekoloji, bahçecilik ve toprak bilimlerini içermesi gereken disiplinler arası girdilerden yoksun olan bir literatür ile karşılaşmıştır [12].

Bu bilgiler ışığında, bitki morfolojisi ve fizyolojisinin cephe performansına olan etkisini ölçen ve 2014-2017 yılları arasında yapılan çalışmaların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Safikhani ve arkadaşlarının 2014 yılında, sıcak ve nemli iklimlerde, bitkilendirilmiş dikey sistemlerin ısı performansını incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada; iç ortam sıcaklığını ve nem düzeyini ölçmek için deneysel bir prosedür kullanılmıştır. Bu ölçümler 'bitkili yüzey' ve 'duvar yüzeyi' arasındaki boşluk için de yapılmıştır.

Deney için küçük ölçekli oda şeklinde üç kutu kullanılmıştır.

-birinci kutuda 'yaşayan duvar sistemi',

-ikinci kutuda 'yeşil cephe sistemi' kullanılmış,

-üçüncü kutuda ise, karşılaştırma yapmak amacıyla herhangi bitkilendirme işlemi yapılmamıştır.

Her iki dikey bitkilendirme sisteminde bitki olarak, “blue trumpet vine” bitkisi kullanılmıştır. Veriler 2013 yılının nisan ayında, üç güneşli gün boyunca kaydedilmiştir. Sonuçların analizinden, ‘yaşayan duvar ve yeşil cephenin’ iç mekan sıcaklığını, sırasıyla 4.0 ° C ve 3.0 ° C' ye ; ve yine bu iki cephe ile duvar yüzeyleri arasındaki boşluk sıcaklıklarını ise sırasıyla 8.0 ° C ve 6.5 ° C düşürdüğünü göstermiştir [8].

Olivieri ve arkadaşları 2014 yılında, Akdeniz iklim bölgesinde yer alan bitkilendirilmiş bir cephe üzerinde deneysel bir çalışma yürütmüş; yaz koşullarında yalıtılmış bir cephenin termal enerji performansı üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu amaçla,

-birisi ‘bitki tabakası içeren’ güney cephesi,

-diğeri ‘bitki tabakası içermeyen’ cephe olmak üzere, aynı boyuttaki iki deneysel modelden ve bitkiyi muhafaza eden kasanın kompozisyonuna bağlı olarak elde edilen termal veriler karşılaştırılmış ve analiz edilmiştir.

Sonuçlar, muhafaza kasesinin yüksek termal direnci ve bitki örtüsü etkisinin, özellikle günün daha sıcak saatlerinde çok olumlu olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, ‘bitkili cepheler pasif bir soğutma stratejisi olarak kullanılabilir, soğutma için enerji tüketimini azaltır ve kullanıcıların konfor koşullarını iyileştirir’ sonuçlarına varılmıştır [14].

Vox ve arkadaşlarının 2016 yılında, Bari Üniversitesi'nde bitkilendirilmiş dikey sistemler üzerinde yaptıkları bir çalışmaya göre, deneysel bir test için delikli tuğladan yapılmış üç dikey duvar prototipi tasarlanmıştır. Bu duvarlardan;

-birincisi ‘alaca renkli pandorea jasminoides’ bitkisi ile kaplanmış,

-ikincisi, ‘rhyncospermum jasminoides’ bitkisi ile kaplanmış,

-üçüncüsü, “kontrol duvarı” amacıyla, herhangi bitki ile kaplanmamış ve karşılaştırma yapmak için kullanılmıştır.

Bu duvarlarda, veri kaydedici ve sensörlerden oluşan bir sistem vasıtası ile, aşağıdaki parametreler ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Bunlar;

-duvara düşen güneş radyasyonu,

-güneş radyasyonu altındaki duvar yüzeyinin sıcaklığı,

-duvarın diğer tarafındaki yüzey sıcaklığı,

-dış hava sıcaklığı ve rüzgar hızı olarak değerlendirilmiştir.

Güneş ışığına maruz kalan ‘kontrol duvar yüzeyi’nin günlük sıcaklıklarının, (rhyncospermum jasminoides ve renkli pandorea jasminoides ile kaplı) diğer iki dikey duvarda kaydedilen sıcaklıklara kıyasla yaklaşık 4 ° C daha yüksek olduğu ; dolayısı ile, güneş ışığına bağlı ısı kazanımını azaltmak için bitkilendirilmiş dikey duvarların uygulanması sonucu, dış yüzey sıcaklığının 4 ° C' ye kadar azaldığı bulgulanmıştır. Deneysel test, hem ‘pandorea jasminoides’in hem de rhyncospermum jasminoides’ bitkilerinin Akdeniz bölgesindeki cepheler için uygun olduğunu göstermiştir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, bu iklim bölgesindeki binaların termal performansının tam bir resmini elde etmek amacıyla, yılın tüm mevsimleri için veri eksikliğine ilişkin literatürdeki boşluğu doldurmayı mümkün kılmaktadır. Deneysel testin (Güney İtalya’da) yaz ayında yapılmış olması ve elde edilen sonuçların, sadece ılık dönemi ilgilendirmesi nedeni ile, araştırmanın sonbahar, kış ve ilkbaharda da devam edeceği belirtilmiştir [2].

Coma ve arkadaşlarının 2017 yılında, birlikte yaptıkları çalışmanın temel amacı, deneysel bir test ile ev benzeri hücre kabinlerde hem soğutma, hem de ısıtma dönemlerinde uygulanan iki farklı dikey bitkilendirme sisteminin ısı performansını gerçek ölçekte karşılaştırmak olmuştur.

-ilk hücreye, yaprak dökmeyen türlerden yapılmış bir cephe duvarı tasarlanmış,

-ikincisine ise, yaprak döken sarmaşık bitkileri kullanan çift cidarlı bir cephe yerleştirilmiş,

-üçüncü hücrenin ise, herhangi bir bitki olmadan, referans olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

Bu kabinlerin performansını test etmek için iki farklı tipte deney yapılmıştır.



- birinci deney, istenen konfor koşullarını korumak için ısıtma veya soğutma sağlayan iç ortam sıcaklığının kontrol edilmesinden oluşmuştur.
- ikinci deney, inşaat sisteminin ısı tepkisini incelemek için, ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemi bağlantısının kesilerek, hücrelerin serbest koşullar altında test edilmesinden oluşmuştur.

İlk sonuçlar, referans hücre ile karşılaştırıldığında, soğutma mevsimi boyunca, bitkili duvar için % 58,9 ; çift cidarlı yeşil cephe için % 33,8 oranında yüksek bir enerji tasarrufu potansiyeli olduğunu göstermiştir. Öte yandan, ısıtma periyotları için yaprak dökmeyen sistemler kullanıldığında fazladan enerji tüketimi gözlenmiştir [13].

Beşir ve Cüce'nin 2017 yılında, birlikte yaptığı bir çalışmada, elde edilen bazı karakteristik bulgular aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- bina cephesine, yoğun, yarı-yoğun ve az yoğun olarak yapılan bitkilendirme uygulamalarına göre yıllık enerji talebinin 23,6, 12,3 ve 8,2 kW s / m² olduğu ; dolayısı ile, yüzeyde kullanılan bitki yoğunluğuna göre yıllık enerji talebinin de etkileneceği,
- binaların ısıtma gereksiniminin, bitkilendirilmiş yüzeyler aracılığıyla %10-30 oranında azaltılabileceği,
- cepheye uygulanan bitkilendirmenin yüzdesi ise, % 13 ile % 54 arasında artarken, dış yüzey sıcaklığının 3,7-11,3 °C aralığında azalabileceği gözlemlenmiştir.

Benzer deneysel çalışmalar, çatılar için de yapılmaktadır. Örneğin, bu çalışmalardan birinde,

- dört yeşil çatı tipinin, dört farklı iklimde ve üç kentsel yoğunluk altında iç-dış sıcaklık ve soğutma talebine etkisi üzerine yapılan parametrik bir çalışmada ENVI ve Energy Plus ile ortak simülasyon yaklaşımının kullanıldığı,
- dikey yeşil sistemlerin, güneşli bir günde, duvarlardan geçen en yüksek soğutma yükünü % 28 oranında azalttığı,
- ayrıca gelen güneş ışınlarının yaklaşık % 70' inin bitkilendirilmiş yüzeyler tarafından emiliminin sağlandığı tesbit edilmiştir.

Liu ve Baskaran tarafından yapılan bir başka araştırmada ise,

- yeşil çatıların, 22 aylık gözlem süresi boyunca ısı kazancını ve ısı kaybını % 95 ve % 26 oranında azaltabildiği ortaya konmuştur [11].

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Kışın ısı iletimini artırmak; yazın ise, azaltmak için dikey bitkilendirilmiş sistemlerin kullanılması, modern mimaride giderek daha yaygın hale gelmektedir. Ancak, çalışmalar daha çok bitkilendirilmiş cephenin tasarımına yönelik sorunları çözmeye eğilimli olmuş; bitkilerin cephe performansına olan etkisi oldukça az sayıda araştırılmıştır.

Yukarıda özetlenerek verilen bitki morfolojisi ve fizyolojisinin cephe performansına olan etkisini ölçen deneysel çalışmalarda temel olarak ; karşılaştırma yapmak amacı ile "bitkilendirme olan ve bitkilendirme olmayan" örnekler üzerinde sıcaklık azaltma yüzdelerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Araştırmanın sonuçları, bitkilendirilmiş sistemlerin olduğu örnekte sıcaklık düşüşünün, bu sistemin kullanılmadığı örnekte daha yüksek olduğunu kanıtlamıştır. Ayrıca, bu çalışmada dikey bitkilendirilmiş sistemlerin mikroiklimsel etkileri konusunda bazı bilgiler elde edilmişse de, bu sistemlere odaklanan tamamlayıcı çalışmaların hala eksik olduğu tesbit edilmiştir [14],[15].

Bu bilgilerin ışığında;

- bitkilendirilmiş cephe parametrelerinin ölçülmesini standartlaştırmak için farklı iklim bölgelerini içine alan çok sayıda deneysel çalışmalara ve önerilere gereksinim duyulmaktadır.
- bunun için geleceğe yönelik araştırmalar için bir çerçeve olarak, standartlaştırılmış yöntemlerin benimsenmesi ve yüzeye tırmanan bitki parametreleri ile bina enerji dengelerinin etkileşiminin ele alınacağı araştırmalar için disiplinler arası çalışmalara gerek vardır.

Aksi durumda, bu eksiklikler giderilmeden uygulanan bitkilendirilmiş cephe performansının iklim değişikliğine uyum faydaları ve gerçekçi olmayan beklentilerinin devam edeceği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, binaya bağlı enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltmayı hedefleyen bazı deneysel bulguların sonuçları açıkça göstermektedir ki, yeşil çatılar ve cepheler, bina kaynaklı enerji tüketimini ve sera gazını azaltmak için önemsenmesi gereken çözümlerdir. Son yıllarda, ABD, Kanada, Avustralya, Singapur ve Japonya gibi bazı ülkeler, mevcut binaların maliyet etkin ve enerji açısından verimli şekilde güçlendirilmesi ve yeşil sistemler ile yeni inşa edilen uygulamalar için yeni standartlar getirmiştir. Bu tür gelişmeler iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadelede ümit verici tedbirler olarak olarak görülebilir.

Ülkemizde de, özellikle yeşil alanların giderek azaldığı kentlerimize getireceği termal yararları yanısıra, fiziksel özelliklerini de bitkilendirilmiş yüzeyler ile arttırmanın, kentin doğasını geri getirme ve iyileştirilmesi konusunda da yararlar sağlayacağı şüphesizdir. Farklı iklim bölgelerine uygun en iyi termal performanslı üretebilecek dikey yeşil sistemlerin pasif bir tasarım yaklaşımına referans olması açısından bu çalışmaların yaygınlaştırılması teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] ŞİMŞEK, Ç. K VE ŞENGEZER, B., İstanbul Metropolitan Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi, Megaron, Cilt Vol. 7 - Sayı No. 2, ss.116, 2012.
- [2] VOX, G., BLANCO, I., et al., "Communication Vertical Green Systems For Buildings, Climate Control, Department of Agricultural and Environmental Science (DISAAT)", University of Bari, 165/A – 70126, Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development - Technical Unit Energy Efficiency, 301 – 00123 170/6, Rome, Italy, 2016.
- [3] ABDULLAHİ, M.,S., ALİBABA, H, Z., "Facade Greening: A Way to Attain Sustainable Built Environment", Department of Architecture, Eastern Mediterranean University (E.M.U.), Gizmagusa, North Cyprus via Mersin 10, Turkey, ,Review Article, International Journal of Environmental Monitoring and Analysis, Volume 4, Issue 1, February, , pp: 12-20, 2016.
- [4] COMA, J., PEREZ, P., GRACIA, A., BURÉS, S., "Vertical Greenery Systems For Energy Savings In Buildings: A Comparative Study Between Green Walls And Green Facade", in Building and Environment 111 · November, DOI: 10.1016/j.buildenv.11.014, 2016.
- [5] SARI, A., A., "Thermal Performance Of Vertical Greening System On The Building Façade", AIP Conference Proceedings 1887, 020054, A review Mechanics & Industry 18, 104, AFM, EDP Sciences DOI: 10.1051/meca/2016015 www.mechanics-industry.org, Mechanics & Industry, 2016.
- [6] SHEWEKA S. M., A, MOHAMED N. M., "Green Facades as a New Sustainable Approach Towards Climate Change" Cairo, Egypt. Energy Procedia 18, 507 – 520, 1876-6102 © Published by Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.egypro.2012.05.062 (pp. 507-519), 2012.
- [7] SQUIER M, DAVIDSON Cl. "Heat Flux And Seasonal Thermal Performance Of An Extensive Green Roof", Build Environment,107:235-44, 2016.
- [8] SAFIKHANI T, ABDULLAH A., et., al., "A Review Of Energy Characteristic Of Vertical Greenery Systems". Renew Sustain Energy Rev., 40:450–62, 2014.
- [9] MANSO M, CASTRO-GOMES J. Green "Wall Systems: A Review Of Their Characteristics, Renew Sustain Energy" Rev; 41:863-71, 2015.
- [10] PÉREZ, G., COMA, J., MARTORELL, I., CABEZA L., F., "Vertical Greenery Systems (VGS) For Energy Saving In Buildings: A Review". Renew Sustain Energy Rev 2014;39:139–65, 2014.
- [11] BEŞİR, A., B, CÜCE E., "Green Roofs And Facades: A Comprehensive Review, Renewable And Sustainable Energy Reviews", DOI: 10.1016/j.rser. 2017.09.106, October 2017.



- [12] HUNTER, A., H., NICHOLAS S. G., et. al. “Quantifying The Thermal Performance Of Green Façades : A Critical Review”, Ecological Engineering, Volume 63, February, pp,102-113, DOI: 10.1016/j.ecoleng. 2013.12.02, Author links open overlay panel, 2014.
- [13] COMA, J., PEREZ G., GRACIA A., BUR, S., et. al., “Vertical Greenery Systems For Energy Savings In Buildings: A Comparative Study Between Green Walls And Green Facades” Building and Environment, 111, 228e237, Elsevier, 2017
- [14] OLIVIERI, L., and F., NEILA, J., “Experimental Study Of The Thermal-Energy Performance Of An Insulated Vegetal Façade Under Summer Conditions In A Continental Mediterranean Climate”, Article In Building And Environment 77:61–76 · July, DOI: 10.1016/j.buildenv. 2014.03.019, 2014.
- [15] JIM, C., Y., “Thermal Performance Of Climber Greenwalls: Effects of Solar Irradiance And Orientation”, Article in Applied Energy 154:631-643, January, 2015.
[intr.1] <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings>
[intr.2] <http://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>

ÖZGEÇMİŞ

Serpil ÇERÇİ

Lisans, Y. Lisans ve Doktora eğitimini 1980-1996 yılları arasında İstanbul Teknik Üniversitesi - Mimarlık bölümünde tamamlamıştır. 1980 - 1990 yılları arasında; İ.Ü. Çapa Dış hekimliği fakültesinde şantiye şefi ve çeşitli mimari proje bürolarında tasarımcı olarak görev yapmıştır. Halen ÇÜ. MMF Mimarlık Bölümü öğretim üyesi olup, çeşitli ulusal ve uluslararası düzeyde toplantılara katılmış ve bilimsel araştırmalar yapmıştır. Son yıllarda, görevli olarak gittiği İngiltere’de sürdürülebilir çalışmalarla ilgili çeşitli araştırma ve incelemelerde bulunmuş olup; bazı ulusal ve uluslararası bilimsel dergilerin hakem kurulu üyeliğine devam etmektedir.