

DIKEY BAHÇE UYGULAMALARININ YAŞANABİLİR ÇEVREYE SUNDUĞU KATKILAR

Ferhat KALAY¹, Esin SARIMAN ÖZEN^{2*}

¹Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
ferhatkalay@gmail.com ORCID: 0000-0002-2742-4378

^{2*}Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye,
esin.sariman@msgsu.edu.tr ORCID: 0000-0003-0553-117X

Özet

İnsanlık tarihi boyunca mimarlık alanlarında sürekli gelişmeler yaşanmış, mimarlık ile daima iç içe olan bahçe tasarımları; tarımsal amaçlarla kullanılmanın ötesinde, bitkilerin coğrafi şartların oluşturduğu iklimsel koşullardan korunması ve estetik amaçlarla kullanıldığı görülmektedir. Mezopotamya’da Babil’in Asma Bahçeleri ile başlayan dikey bahçe uygulamalarına Viking mimarisi ve Roma Dönemi mimarisinde de rastlanmaktadır. Günümüzde teknolojik gelişmelerle birlikte, mimarinin yapıtaşı olan malzemelerin çeşitli biçimlerde üretiminin ve şehirleşmenin hızla artarak insanların doğadan uzaklaştığı görülmektedir. Şehirleşmenin artmasıyla birlikte insanlar çok katlı ve doğal havalandırmanın olmadığı mekanlarda yaşamını sürdürmekte ve şehirlerde oluşan kentsel ısı adası etkisinin artmasıyla birlikte bir takım sağlık sorunları yaşamaya başlamışlardır. Mimarlar doğayı yaşadıkları mekanlara taşıyarak dikey bahçe sistemleri geliştirmiş ve şehirleşmeyle birlikte oluşan sorunlara çözüm üretmeye çalışmışlardır. Bu çalışmayla dikey bahçe sistemlerinin mimari/iç mimari tasarımlarda tasarım ögesi bağlamında mekana etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Makale kapsamında tasarımları son zamanlarda tüm dünyada etkili olmuş ve mimari tasarım ögesi haline gelmiş olan tasarımcı Patrick Blanc tarafından tasarlanan dikey bahçe sistemleri ve bu sistemlerin yaşanabilir çevreye sunduğu katkılar ortaya konacaktır. Yöntem olarak ise, bitkilendirilen yapı yüzeylerine yönelik örnek uygulamaların görsel materyallerle desteklenerek incelenmesi sağlanmıştır. Çalışmanın sonucunda makale kapsamında ele alınan Patrick Blanc’a ait örnekler doğrultusunda dikey bahçelerin yaşanabilir çevreye sunduğu katkılara ve dikey bahçe uygulamalarında oluşabilecek dezavantajlara değinilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dikey bahçe, Sürdürülebilirlik, Yaşanabilir çevre, Patric Blanc.

CONTRIBUTIONS OF VERTICAL GARDENING APPLICATIONS TO THE LIVABLE ENVIRONMENT

Abstract

Throughout the history of humanity, there have been continuous developments in the fields of architecture, and garden designs, which are always intertwined with architecture, are used for aesthetic purposes and to protect plants from climatic conditions created by geographical conditions, beyond being used for agricultural purposes. Vertical garden practices, which started with the Hanging Gardens of Babylon in Mesopotamia, are also found in Vikings and Roman architecture. Today, with the technological developments, the increase in the production of materials, which are the building blocks of architecture, in various forms and the rapid increase in urbanization, it is seen that people are moving away from nature. With the increase in urbanization, people continue to live in multi-storey places where there is no natural ventilation, and with the increase of the urban heat island effect in cities, they have started to experience some health problems. Architects have developed vertical garden systems by bringing nature to the places where they live and have tried to find solutions to the problems that have arisen with urbanization. With this study, it is aimed to determine the effects of vertical garden systems on the space in the context of design elements in architectural / interior architectural designs. Within the scope of the article, vertical garden systems designed by designer Patrick Blanc, whose designs have been influential all over the world and have become an architectural design element, and the contributions of these systems to the livable environment will be examined. Sample applications for planted building surfaces were examined by supporting them with visual materials as a method. In the conclusion of the study, the contributions of vertical gardens to the livable environment and the disadvantages that may occur in vertical garden applications are mentioned in line with the examples of Patrick Blanc discussed within the scope of the article

Keywords: Vertical garden, Sustainability, Livable environment, Patric Blanc.

1. GİRİŞ

Sanayi Devrimi'nin hemen ardından yaşanan teknolojik ve sosyolojik gelişmelerle birlikte, insanların yeni bir yaşam formuna geçerek doğadan uzaklaştığı ve yeni şehir modellerinin ortaya çıktığı görülmektedir. Şehirleşmenin hızla artış göstermesi, nüfus ve göç ivmelenmeleri, yenilenemez olarak tanımlanan geleneksel enerji kaynaklarının kontrolsüzce kullanılması dünya genelinde ciddi çevresel problemlere yol açmış; bu durum tüm şehirlerde kentsel hava sıcaklıklarının artışı beraberinde getirmiştir. Yaşanan bu olumsuzluklar sebebiyle artan çevre ve insan sağlığı bilinci sürdürülebilirlik kavramının konuşulur olmasını sağlamış ve bu kavram ışığında sürdürülebilir yaşam alanlarının tasarlanarak yaşanan sorunlara çözüm olması hedeflenmiştir. Sürdürülebilir mekan tasarımları ekolojik olmaları, ekonomiye ve enerji verimliliğine katkı sağlıyor olmaları bakımından önemlidir. Bunun yanı sıra kültürel anlamda da bir aktarım nesnesi ve aracı olabilen, dayanıklı, kolay bakım, yeniden üretim/kullanım ve geri dönüşüm olanağı sağlayabilen ürün ve mekan tasarımları ile de sağlıklı çevre tasarımına faydalı olmaları amaçlanmaktadır.

Dikey bahçe uygulamaları sürdürülebilir mekan düzenlemelerinden biridir ve dikey bahçelerin farklı kültürlerde gerek estetik, gerekse coğrafi şartlardan korunmak için kullanıldığı görülmüştür. Bitki biyolojisine göre gelişim; hem yeryüzünün içine doğru, hem de fotosentez yaparak doğal ışık kaynağı olan gökyüzüne doğru dikey olarak gelişmektedir. Bitkilerin kendiliğinden ortaya çıkarttığı bu durum; dikey eksenle insan eliyle bitkileri düzenleyerek yaşama imkanı sağlayan bir sistem içinde ele alınmış ve bu sistem dikey bahçe olarak adlandırılmıştır. Dikey bahçeler ancak 20. yüzyılın başlarında modern mimari çalışmaların bir parçası olmuştur. Patrick Blanc'ın yaratmış olduğu dikey bahçe sistemi yıllar boyunca tüm dünyada tasarlayıp, uyguladığı dikey bahçelerin tasarım özelliklerinin anlaşılması ve doğayı başarılı bir şekilde yüksek estetik kalitede özgün dikey bahçe tasarımları ile yansıtırması bakımından araştırılmaya değer bir konu olmuştur. Blanc tasarlamış olduğu dikey bahçe sistemleri ile istenilen ölçeklerde doğadan bir parça yaratmayı başarmış, bu sistemi tüm mekanlara uygulanabilir hale getirmiş ve geliştirmiştir. Çalışmanın yöntem ve hedefleri doğrultusunda, farklı işleve sahip mekanlarda bulunan Patrick Blanc tarafından tasarlanmış olan dikey bahçe tasarımları hakkında literatür taraması yapılarak erişilen bilgilere yer verilecek ve dikey bahçelerin yaşanabilir çevreye katkıları çalışma kapsamında ele alınacaktır. Bu çalışma, dikey bahçe uygulamalarıyla ilgili ileride gerçekleştirilecek daha kapsamlı bir bilimsel çalışmaya zemin hazırlaması bakımından önemli görülmektedir.

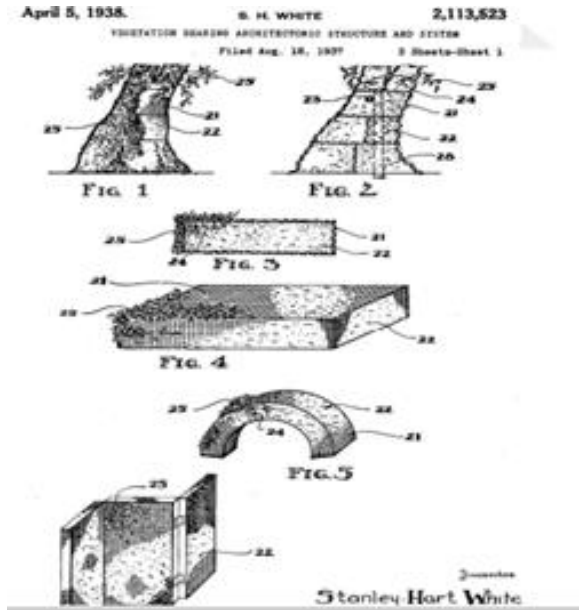
2. DİKEY BAHÇELERİN GELİŞİM SÜRECİ VE UYGULAMA YÖNTEMLERİ

En temel ihtiyaç olan barınma ihtiyacı için insanoğlu ilk olarak ağaç gövdeleri ve yer yüzü oluşumlarını sığınak olarak kullanmış; daha sonraları bu sığınakları kendine barınak oluşturmak için örnek almış ve geliştirerek kendi inşa ettiği mekanları ortaya çıkarmıştır. Bu mekanlar günümüzde barınma ihtiyacı için “konut”; konut ile bağlantılı şekilde peyzaj ve yetiştiriciliğin yapıldığı alan ise “bahçe” olarak adlandırılmaktadır. Bahçe ilk etapta ufuk çizgisi ile sınırlanmış ve üzerine çeşitli bitkiler ekilmiş kara parçası olarak ortaya çıkmaktadır. Dünyanın farklı coğrafyalarında yaşayan insanlar, bahçelerini buldukları yerin coğrafi ve farklı iklim özelliklerine ve yaşam tarzlarına göre biçimlendirmiş, yaşam koşullarının yanı sıra tarihsel süreç boyunca insanların oluşturduğu kültürler de bahçelerinin şekillenmesinde büyük etken olmuştur. Bahçe kavramı tarihsel süreçte yerleşik düzene geçilmesinden itibaren mimari tasarımlar, kültürel etkileşimler, teknik ve teknolojik gelişmeler ile gelişmiş; insanların içinde bulunduğu kültüre ait unsurlar bahçeyi şekillendirmiştir. Mimarlık ile iç içe olan bahçe tasarımları tarımsal amaçlarla ve farklı toplumlarda kültürlerin de etkisiyle gelişim göstermiştir. Bununla beraber antik çağlardan beri dikeylik bir bahçenin düzeninde temel bir unsur olmuştur (Lanbertini & Leenhardt, 2008). Bitkilerin topraktan veya büyümek için tutundukları kaya veya çatlaklardan oluşan birikintilere kök salarak büyümeye başladıklarında dikey yönde geliştikleri gözlenmektedir. Mezopotamya'da Babil'in Asma Bahçeleri hem mimarlığın gelişimi hem de bitkilerin tarımcılığın ötesinde estetik amaçlar doğrultusunda düzenlendiği önemli bir örnek olarak öne çıkmaktadır. Viking ve Roma Dönemi mimarisinde karşılaşılan örneklerde ise, dikey bahçelerin artık mimari yapı öğelerinde kullanıldığı görülmektedir. Viking'lerin duvar ve çatılarını çim ile kapladıkları hatta Roma döneminde esnafların balkonlarında yetiştirdikleri sarmaşıklar ile Roma mozolelerini süsledikleri görülmüştür (Kalay, 2019). Bu durumun en güzel örneğine Pompei şehrinde rastlanmıştır. Hindistan'dan İspanya'ya ve hatta Meksika'dan Rusya'ya kadar 16, 17 ve 18. yüzyıllarda, dikey bahçe örneklerine rastlandığı (İpekçi & Yüksel, 2012) yapılan literatür araştırmalarında ortaya çıkmaktadır.



Şekil 1. Babil'in Asma Bahçeleri ve Roma Dönemi Bahçelerinden Hadrian Villası bahçe örneği (Cartwright, 2018, Hadrians Villa, 2018)

Zaman içinde gelişen teknolojiyle birlikte mimarlar tarafından yeni bakış açıları ve inşa yöntemleriyle birlikte inşa malzemelerinin üretimlerinde çeşitlilikler ortaya çıkmıştır. Amerikalı Profesör Stanley Hart White da dikey bahçe ve tuğla tasarımları alanında çalışmalar yapmıştır. 1938 yılında Illinois Üniversitesi'nde peyzaj mimarlığı profesörü olan Stanley Hart White, istenilen herhangi bir yüksekliğe kadar modüler bitki birimlerini tuğla gibi örüp dikey bahçe peyzajı oluşturma fikrini ortaya atarak “botanik tuğla” kavramı ile dikey bahçelere öncülük yapmıştır (Morollo, 2018).



Şekil 2. Prof. Stanley Hart White'in botanik tuğla çizimleri (Hindle, 1938)

White'in bu çalışmaları modern mimaride dikey bahçe fikrinin başlangıcı olarak kabul edilebilir (Hindle, 1938). Ancak modern mimari ile dikey bahçe ilişkisini günümüz bakış açısı ve detayları ile tasarlayıp uygulayan Patrick Blanc olmuştur. Yaptığı botanik çalışmaların yanı sıra yarattığı tasarım odaklı çalışmalar ile birlikte, dikey bahçeler iç mekan ve dış mekanda kullanılacak şekilde gelişmeye başlamıştır. 1960 yıllarının sonunda dikey bahçeleri tropikal akvaryumlar için filtre olarak tasarlayan Patrick Blanc, dikey bahçeleri bilimsel olarak tanımlayıp geliştirerek doğa ile mimarlığı modern anlamda birleştirmiştir.

Dikey bahçelerde kullanılan temel yapı elemanları genel olarak blok, ızgara, çerçeve, oluk, gabiyon, gözenek, hücre ve kum havuzundan oluşmaktadır. Dikey bahçelerin diğer yapısal elemanları ise; metal çerçeveler ve tel sepetler, PVC yüzey otomatik sulama ve gübreleme sistemi, keçe katmanları (geotekstil ürünleri), dış mekanlarda dekoratif amaçlı, iç mekanlarda bitki besleme amaçlı aydınlatma sistemleri, iç mekanlarda yeterli nem oluşturmak için sisleme sistemi, duvardan akan suyun toplandığı ve drenajın sağlandığı kanal ve otomatik sistemlerin toplandığı sistem odası olarak sıralanabilir (Tarım Dikey Bahçeler, 2016).

Dikey bahçeler türlerine göre Yeşil Cepheler ve Yaşayan Duvarlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Yeşil cepheler; farklı bitki örtüsü ya da tırmanıcı bitkilerle oluşturulmuş dikey bahçe sisteminin bir türüdür. Bu sistemin özelliği çitler ve sütunlar gibi mevcut duvarlar ya da binalara bağımsız bir yapı olarak monte edilebilmesidir. Yeşil cephe sistemi; saksılı çiçekler ve bitkilendirilmiş duvarlar olarak iki farklı tipte oluşturulabilir. Bu sistemdeki bitkiler ya modüler bir kafes paneli ya da kablo ve tel-halat ağ sistemini sarıp tırmanarak yeşil cepheleri meydana getirmektedir. Ayrıca yeşil cephelerin, duvara temaslı-temassız ve toprakta-saksıda yetişen olmak üzere farklı üretim şekilleri bulunmaktadır (Kiasif & Selçuk, 2018).

Yaşayan duvarlar; biyolojik duvarlar ya da dikey bahçeler olarak adlandırılmaktadır. Yaşayan duvar sistemleri bitkilendirilmiş paneller, dikey modüller ya da bitki örtülerinin birleştirilmiş şeklidir. Bu paneller plastik, polyester, sentetik kumaş, kil, metal ve betondan yapılabilmekte ve büyük bir çeşitlilikte ve yoğunluktaki bitki türlerini desteklemektedir. Bitki örtüsündeki çeşitlilik ve yoğunluktan dolayı yaşayan duvarlar yeşil cephelere göre daha fazla korunmaya ihtiyaç duymaktadır. Yaşayan duvarların bakımında otomatik sulama ve beslenme sistemi kullanılmaktadır. Bitkisel duvarlar Patrick Balanc'ın geliştirdiği dikey bahçe ve yaşayan duvarların geldiği en son noktadır. Bu sistemde bitkinin gelişme ortamını fiziksel olarak desteklemek için sentetik kumaş ve ceplerden oluşan iki katman bulunur. Kullanılan bu tekstil, duvarları oluşacak nem yoğunluğuna karşı korumak için su geçirmez astarla desteklenmiştir. Bitkilere ulaşacak besinler aşağıdan yukarı doğru hareket eden sulama sistemiyle bitkilere eşit olarak dağıtılmaktadır (Tarım Dikey Bahçeler, 2016).

Uygulama tekniklerine göre ise dikey bahçeleri dört ana grupta incelemek mümkündür. Bunlar;

- a) Panel Sistemler
 - Topraklı Panel Sistem,
 - Hidroponik Panel Sistem
 - Aeroponik Panel Sistem ve
 - Keçe Sistemler
- b) Metal Çit Sistemler
- c) Modüler Sistemler ve
- d) Asma Sistemler olmak üzere yapılan literatür ve uygulama araştırmalarında karşılaşılan sistemlerdir (Tarım Dikey Bahçeler, 2016).

Patrick Blanc'in tasarladığı yoğun ve farklı bitki türlerinden oluşan dikey bahçe sistemlerinde ihtiyaca göre belirlenen uygulama teknikleri kullanılarak bu yeşil yüzeyde yer alacak bitki örtüsünün nem, su ve besin gibi ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde planlanmaktadır.

2.1. Dikey Bahçelerin Yaşanabilir Çevreye Katkıları

Dikey bahçeler, bitkilerin yaşaması için ihtiyacı olan tüm gereksinimlerinin karşılandığı, sistemsel altyapıların doğru kurgulandığı ve uygulandığı her mekanda varlıklarını sürdürebilmektedirler. Canlı bitkiler ile tasarlanan dikey bahçelerin insan üzerinde ruhsal ve zihinsel yararlar sağlamak gibi olumlu etkileri bulunmaktadır. Modern mimari ile tüm mekanlara taşınan dikey bahçe sistemleri farklı yapım teknikleriyle ele alınmakta ve yapılan literatür taramasında dikey bahçelerin başlıca uygulama biçimleri; yeşil cepheler, bitkilendirilmiş duvarlar ve yaşayan duvar sistemleri (Erdoğan, 2014) olarak tanımlanmaktadır.

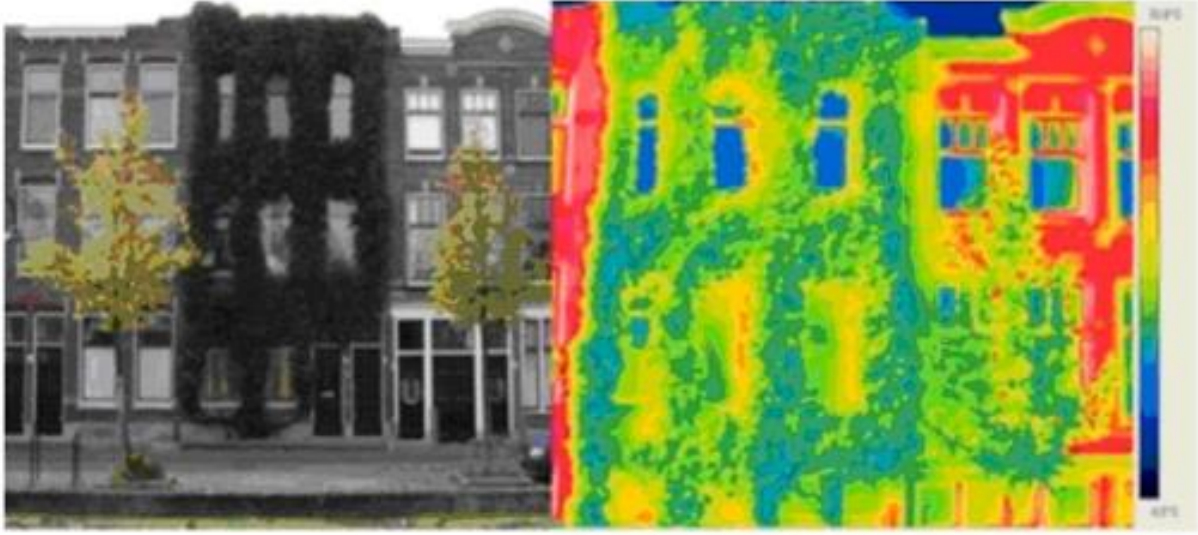
Bu kazanımlar aşağıda ele alınan altı alt başlık altında incelenmiştir.

2.1.1. Enerji tüketimini azaltması ve enerji verimliliğini artırması

Küresel ısınmanın etkilerinin giderek arttığı ve doğal kaynakların hızla tüketildiği günümüzde; çevreci enerji kaynaklarının kullanımı çok önemli bir hal almıştır. Doğanın insanlara sunduğu sürdürülebilir kaynakların kullanılması gerekliliği ve önemi dünyaca kabul edilmiştir. İç mekanlarda kullanılan dikey bahçeleri yaşatmak için doğrudan güneşi veya yapay aydınlatmaya ihtiyaç vardır. Bitkilerin ışık ihtiyacını karşılamak için mekanlar gün ışığından faydalanacak şekilde tasarlanmalıdır. Gün ışığından faydalanılamayan iç mekanlarda bitkilerin canlı kalabilmesi için gerekli olan gün ışığı yapay aydınlatma ile sağlanır. İç mekanlarda kullanılan dikey bahçeleri yaşatmak için doğrudan güneşi veya yapay aydınlatmaya ihtiyaç vardır. Bitkilerin ışık ihtiyacını karşılamak için mekanlar gün ışığından faydalanacak şekilde tasarlanmalıdır. Gün ışığından faydalanılamayan iç mekanlarda bitkilerin canlı kalabilmesi için gerekli olan gün ışığı yapay aydınlatma ile

sağlanır. Kabuk tasarımlarında dikey bahçelerin kullanılması yoluyla pasif iklimlendirme oluşturulmaktadır. Bitkilerle kaplı olan cephelerde bitkiler tarafından güneş ışıkları emilmekte ve bu durum binanın ısıtılması ve soğutulması için kullanılan enerjide tasarruf sağlamaktadır.

Yapılarda iç-dış mekan arasında ısı geçişlerin önlenmesi için ısı izolasyonu gerekmektedir. Kabuk tasarımlarında kullanılan dikey bahçeler sayesinde güneş ışınları bitkiler tarafından emilmektedir. Aynı zamanda dikey bahçe sistemlerinin de bu ısı izolasyonuna katkısı vardır; kullanılan alt yapı sistemlerinin oluşturduğu katmanlar ve bitki katmanı Şekil 3'te de görüldüğü gibi ısı geçirimini minimuma indirmektedir. Dikey bahçe sistemlerinde kullanılan malzeme ve bitkiler ısıyı absorbe etmektedir. Dolayısıyla yapı kabuğunda kullanılan dikey bahçeler, kullanıldıkları yüzeylerde doğrudan ısı izolasyonu sağlamaktadır. Yapı kabuğunda tasarlanan dikey bahçeler, sistem kesitlerine doğrudan etki eder. Mimari tasarım projesi ile en baştan planlanan dikey bahçelerin yapı struktürü ile birlikte hareket edecek şekilde detay çözümleri yapılabilmektedir. Dikey bahçe sayesinde kabuk yüzeyinde oluşacak olan ısı, emilim ve ısı geçişleri minimuma indirgenmektedir. Yapılan ısı görüntüleme çalışmalarıyla dikey bahçe veya bitki kaplı kabuk yüzeyinin, dikey bahçe olmayan yüzeye oranla daha soğuk olduğu tespit edilmiştir (Elinç, Kanter & Oğuz, 2013).

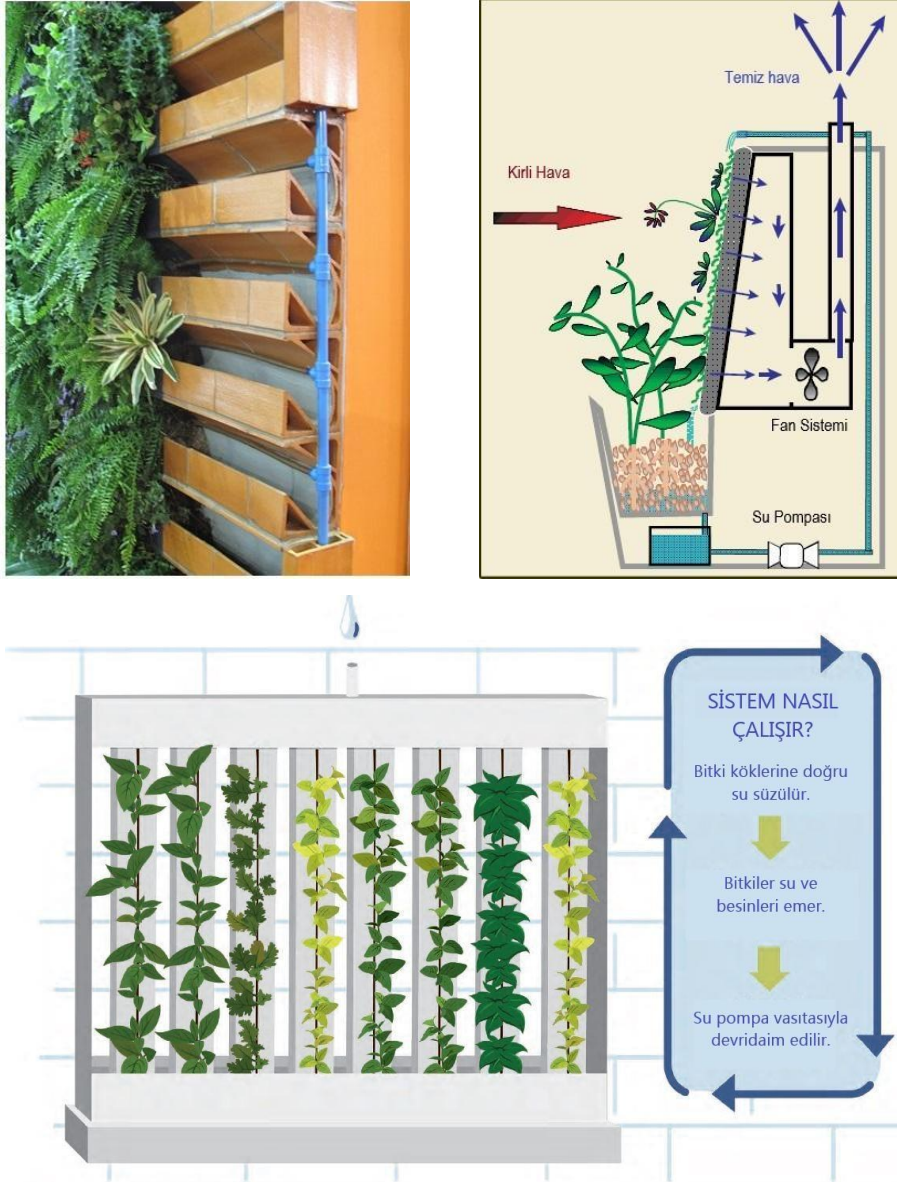


Şekil 4. Bitki kaplı bir yapı kabuğu termal kamera görüntüsü (Mathew, 2014)

Şehirlerde insan eliyle yapılmış ve havaya kontrolsüz egzoz gazı salınımı yapan birçok unsur vardır. Havaya salınan bu gazlar sera etkisi yaratarak, yer yüzeyine yakın bölgelerde ısının artmasına neden olur. Artan ısı şehrin üstünü kaplar ve ısı adası oluşur. Isı adaları, gece ile gündüz arasındaki doğal ısı farkını 10°C'ye kadar çıkarır. Bu durum iklimlendirme için gerekli olan enerji sarfiyatını, maliyetini ve aynı zamanda havaya salınan sera gazlarını arttırır. Böylelikle havaya salınan sera gazları ile ısı adasının olumsuz etkisi artarak devam eder. Kabuk tasarımlarında dikey bahçelerin kullanımıyla ve bitkilerin yardımıyla ısı adası etkisi önemli ölçüde düşürülür (Tekin & Oğuz, 2011). Yapı kabuklarında kullanılan dikey bahçeler binaların oluşturduğu ısı ve karbon emisyonunu düşürerek, kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasına da katkı sağlar. Yaşayan duvar ile duvarlardaki ısı akışı %50 azalmıştır (Grant, 2015).

2.1.2. Su tüketimini azaltması

Işık kaynağının yanı sıra dikey bahçelerin yaşaması için önemli diğer bir unsur ise sudur. Sulama ile birlikte bitkilerin ihtiyacı olan gübre ve mineral ihtiyacı da karşılanmaktadır. Patric Blanc'a göre uzun ömürlü yeşil duvarlar için su döngüsünün düzenli olması esastır; aksi takdirde bitkiler buldukları yüzeyde kökleri vasıtasıyla su arayışına çıkarlar ve bu da buldukları duvar yüzeylerinde tahribata yol açar (Tüfekçioğlu, 2010). Dikey bahçe sistemlerinde genellikle bitkilerin su ihtiyacı damla sulama yöntemi ile sağlanmakta ve aşırı su tüketiminin de önüne geçilmektedir. Sulama sistemi dikey bahçe alt yapısı için oluşturulan paneller içinde yer almaktadır.



Şekil 5. İç hava kalitesini sağlamaya yönelik diyagram ve sistemin çalışma prensibini gösteren görseller (Adoro Arçitettura, 2021, Green Wall Ceramic, 2021 ve Pinterest, 2021) (Görseldeki veriler yazar tarafından Türkçeleştirilmiştir.)

Dikey bahçeler sıvı haldeki suyu kullanarak, suyu buhara dönüştürür ve böylelikle havayı serinletir. Bitkiler, kapladıkları yüzey alanı çok dar olsa bile yüzlercesinin bir arada kullanımıyla adeta bir orman etkisi yaratılabilmektedirler (Yıldız, 2018). Yapı kabuklarında uygulanan dikey bahçeler damla sulama sistemlerinin yanında yağmur sularıyla da ihtiyaçları olan suya ulaşabilmektedir. Yağmur suları; mimari yapılaşmanın yoğun olduğu alanlarda drenaj sistemleri tarafından ormanlar gibi bitki örtüsü ile kaplı alanlarda ise mevcut toprak yüzey ve bitki kökleri tarafından emilmektedir. Aynı durum dikey bahçe ile kaplı yüzeylerde de geçerli olmaktadır. Yağmur suyu dikey bahçeler tarafından emilmekte ve buharlaştırılmaktadır (Tekin & Oğuz, 2011). Dikey bahçeler yapı kabuğunda kullanıldığında, yağmur suyunun yapı kabuğuna olan şiddetli etkisini sönmölemek ve su emilimi olmayan yüzeylerde suyun aniden birikmesi sonucu taşkınlar oluşabilmektedir. Bu gibi durumlarda suyu hızlı bir şekilde tahliye etmek gerekmektedir. Bu durum çok katlı ve modern cam binalarda büyük bir sorundur ancak dikey bahçe kullanılan yapı kabuğunda yağmurun etkisi yavaşlatılır ve bitkiler tarafından emilen ve buharlaştırılan yağmur suyu, su taşkınlarına engel olur (Tekin & Oğuz, 2011). Aynı zamanda dikey bahçeler buldukları yapının atık sularını damla sulama sistemi için kullanabilirler. Atık suların dikey bahçelerin sulama sistemlerinde kullanımı için mimari yapı ile birlikte sulama sisteminin entegre edilmesi gerekmektedir. Böylelikle temiz su kullanımı azaltılmış ve temiz su kaynakları korunmuş olacaktır.

Bitki türleriyle içinde barındırdığı hayvanlara yaşam alanı oluşturmaktadır. Dolayısıyla dikey bahçeler bu özellikleri bakımından da sürdürülebilirlik kavramıyla ilişkilidir.

2.1.3. Akustik konfor sağlama ve gürültü kirliliğini azaltması

İç ve dış mekanlarda gürültü kaynakları birbirlerinden farklılık göstermektedir. İç mekanlardaki gürültü kaynakları hem iç mekan hem de dış mekan kaynaklı olabilmektedir. Dış mekan kaynaklı gürültü, mekanları oluşturan yapı kabuğundan geçerek iç mekana etki eder. İç mekanlardaki gürültüyü yok etmek ve azaltmak iç mekanda konforu sağlamaktadır. İç ve dış mekan kaynaklı gürültü sorununu engellemenin en etkili yollarından biri de uygulanacak pasif tasarım gereği yapı kabuğunda dikey bahçelerin kullanımını yaygınlaştırmaktır. Dikey bahçelerin uygulama prensibi gereği kullanılan bitki ve toprak doku katmanları ile kullanılan keçe, hava boşluğu, sulama kanalları gibi altyapı sistemleri ses frekanslarının emilmesini ya da yansıtılmasını sağlar böylelikle binanın ses yalıtımı özelliğini de artırır (Tekin & Oğuz, 2011) Dikey bahçeler uygulandıkları mekanlarda ses yalıtımı özelliğiyle pahalı yalıtım panellerine olan ihtiyacı gereksiz hale getirmektedir (Tüfekçioğlu, 2010). Selüloz, bitki hücrelerinde bulunan karbonhidrat yapılı organik bir moleküldür. Ses yalıtımının ana malzemesini oluşturan, akustik sünger malzemelerin birçoğu günümüzde selülozdan imal edilmektedir (McCallum, 2019). Bitkilerden elde edilen selüloz ile yapılan ses yalıtım malzemeleri, aslında bitkilerin biyolojik yapıları sayesinde doğal ses izolatörleri olduklarını göstermektedir. Bitkiler ve ağaçlar çevre seslerini emerek, kırarak ve yansıtarak doğal ses izolasyonu sağlarlar ve bu sayede kentlerde özellikle trafik kaynaklı gürültü kirliliğinin giderilmesinde büyük katkıda bulunurlar. Aynı mantık çerçevesinde iç mekanlarda da kabuğa uygulanan dikey bahçeler sayesinde gürültü kirliliğini azaltmak mümkündür (Yıldız, 2018).

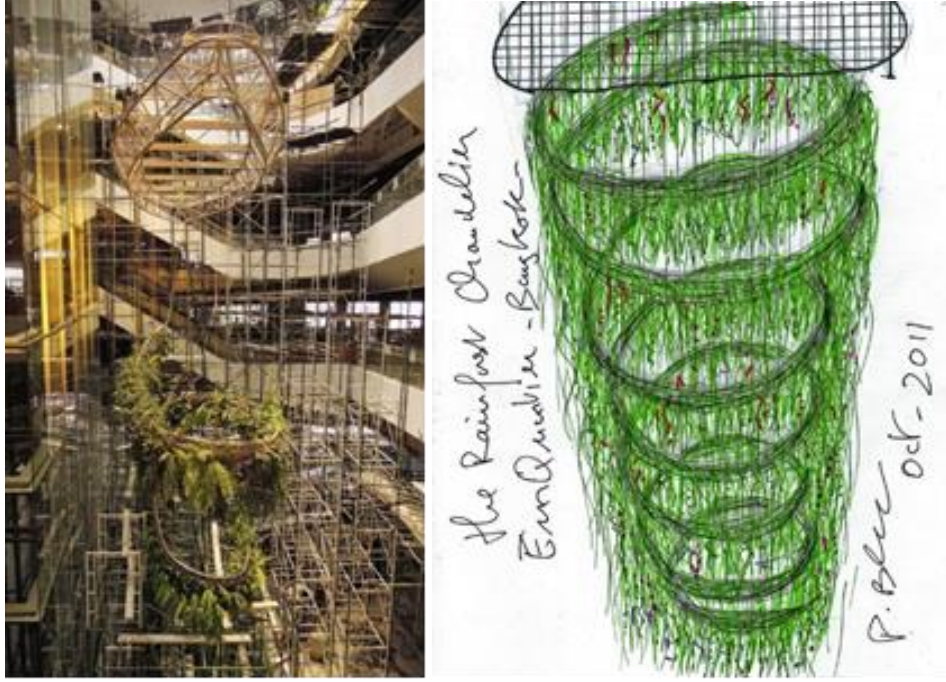


Şekil 6. Hotel Icon Lobi restoran iç mekan görselleri (Patrick Blanc Tasarımı) (Hotel Icon, 2021)

2.1.4. İç-Dış hava kalitesini artırması

Oksijen insanlar ve diğer tüm canlılar için yer yüzünde yaşam kaynağının temelini oluşturmaktadır. İnsanların yaşadığı mekanlarda temiz havanın önemi 1970'lerin sonlarında Amerika'da ortaya çıkan hasta bina sendromu ile gündeme gelmiştir (Wolverton, Johnson, & Bounds, 1989). Gelişen modern mimari ile birlikte dışa kapalı kendi ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerini içeren çok katlı binalarda yaşayan insanlarda sağlık sorunlarının ortaya çıkmasıyla birlikte, iç mekanda bulunan havanın kalitesi önemli bir çalışma alanı olmuştur. Yapılan araştırmalarda iç mekan kaplamaları ve kullanılan mobilyaları oluşturan malzemelerden çıkan gazların hastalıklara yol açtığı gözlemlenmiştir. Hava kalitesini arttırmak amacıyla iç mekanlarda bitkilerin kullanılmasıyla birlikte, bitkilerin havadaki zararlı gazları kökleri aracılığıyla emerek yok ettiği keşfedilmiştir. Karbon filtreli fanlarla birlikte bitkilerin iç mekanda kullanımının bu mekanların hava kalitesine doğrudan etki ettiği kanıtlanmıştır (Wolverton, Johnson, & Bounds, 1989). Ayrıca dikey bahçeler; kullandıkları iç mekanlarda, buldukları konum ile iç mekandaki hava hareketini etkilerler. Havanın akış hızının yavaşlaması ile iç mekandaki hava soğumaktadır. Böylelikle iç mekanda havayı ısıtıp soğutmak için harcanan enerji sarfiyatının azaltılmasına katkı sağlamış olurlar. Bu doğrultuda, iç mekanlarda birçok bitkiyi barındıran dikey bahçe sistemlerinin uygulanması buldukları mekanlara önemli bir temiz hava kaynağı oluşturarak büyük katkı sağlayabilir. Dikey bahçe sistemlerinde, uygulama yapılacak olan yüzey alanı ve kullanılacak olan bitkilerin yoğunluğu bulunduğu ortamın hava kalitesine doğrudan etki etmektedir (Yıldız, 2018). Artan dikey bahçe yüzey alanı ile birlikte bitki yoğunluğunun da artması iç mekandaki hava kalitesinin de doğru orantıda

artmasını sağlamaktadır. 20 metrekarelik bir dikey bahçe barındırdığı bitkiler sayesinde, orta boylu bir ağaç kadar havadan karbondioksiti temizleyerek oksijen üretmektedir (Yıldız, 2018). Bitkilerin hem iç mekan hem de dış mekanlardaki havaya olan katkıları yalnız zehirli gazları yok etmek ve havaya oksijen sağlamak değildir. Bunun ötesinde havadaki elektronik pusuyu (electrosmog) azaltma ve aynı zamanda yapraklarıyla yaptıkları terleme sonucunda havanın nem oranını artırıp ısıyı düşürerek havayı soğutma etkileri de vardır (Helzel & Batıgün, 2012).



Şekil 7. Patrick Blanc tasarımı Rain Forest Chandelier'in 2011 senesine ait ilk eskizi -yapım aşamasına ve tamamlandıktan sonraki haline ait görseller- (EmQuartier. 2021)

2.1.5. Biyolojik Çeşitliliği Desteklemesi

Biyolojik çeşitlilik; bir bölgedeki genlerin, türlerin, ekosistemlerin ve ekolojik olayların oluşturduğu bütüne denmektedir. Doğadan uzak bir şekilde yaşayan insan, her türlü mekanda dikey bahçe sistemlerini uygulayarak bitkisel bir ekolojik sistem ortaya çıkarır. Şehirlerde yapı kabuklarında ve iç mekanlarda uygulanan dikey bahçeler bitkilerin yanında hem böcek hem de böcekler ile beslenen diğer canlı hayvan türleri için yaşam alanları oluşturmaktadır. Dikey bahçelerde kullanılan bitki türleri ve bitki sayısının fazla olması biyolojik

çeşitlilik için önemlidir. Patrik Blanc, tasarladığı dikey bahçelerde birbiriyle etkileşim içinde yaşayabilen ortalama 500 tür kullanmakta ve bu sayının 4.000'e çıkartabileceğini belirtmektedir (Blanc, 2018). Dikey bahçelerde kullanılan bitki türlerinin sayıca çok olması oluşacak olan hastalıklara karşı dayanıklılığı artırmaktadır (Tüfekçioğlu, 2010). Dikey bahçe tasarımlarında kullanılan bitkiler kendi ekolojik sistemlerini yaratarak biyolojik çeşitliliğe katkı sağlar. Yapı kabuklarında tasarlanan dikey bahçeler, şehirlerde doğal bir atmosfer yaratır ve bitkiler ile yaşayabilen diğer canlı türleri için önemli bir yaşam ortamı oluşturur.



Şekil 8. Patrick Blanc Evi çalışma odası, yükseltilmiş döşeme altında oluşturulan akvaryum tasarımı ve kütüphaneye tırmanmış kertenkeleler (Patrick Blanc's House, 2020)

2.1.6. Estetik konforu artırması

İnsan eliyle bir bahçe tasarımı yapılırken, fikir ve düşünceler ile birlikte doğada var olan oluşumlar, doğal malzemeler ve insanın eylemleri tasarımı oluşturan en önemli etkenler olur (Turner, 2005). Dikey bahçe tasarımlarında ise insanların görsel olarak etkilenebilmesi için kullanılan ana malzemenin yani bitkilerin estetik özellikleri ve bu özelliklerin, bilinçli bir şekilde kullanılması önemlidir. Tasarımda mimari kullanım, yapısal değerlere, estetik kullanım ise görsel olarak kusursuz güzelliğe odaklanır. Dikey bahçe tasarımında kullanılan bitkilerin boyutları, ölçükleri, biçimleri, renkleri, dokuları ve birbirleriyle olan uyumları estetik olarak doğrudan etkileyen unsurlardır. Bu fiziksel özellikler ve ortaya çıkan dikey bahçe tasarımının estetiği kalitesine doğrudan etki ederler (Elinç & Elinç, 2010). Bu özellikler bitkileri bir araya getirerek tasarım

yaparken, nasıl bir tasarım ortaya çıkarmak istendiği konusunda tasarımcıya yardımcı olur. Her bitkinin yapısının farklı olması sebebiyle dikey bahçe tasarımında kullanılan bitkiler estetik değeri doğrudan etkiler. Dikey bahçe tasarımının en önemli ismi olan, Patric Blanc'ın farklı bitki türlerini bir arada kullanarak yarattığı dikey bahçeler başarılı birer peyzaj projesinden öte birer “eko sanatsal” uygulama olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 9. Sofitel Dubai The Palm Resort Otel and spa iç mekan görünüşü (Patrick Blanc Tasarımı)
(Sofitel Palm Jumeirah, 2020)



Şekil 10. Skyteam Lounge yeşil duvar tasarımı, Heathrow Havaalanı Londra (Patrick Blanc Tasarımı)
(Sky Team Lounge Heathrow, 2020)

Dikey bahçe sistemlerini oluşturmak için kullanılan altyapı malzemeleri geri dönüşüm ürünlerden imal edilebilmektedir. Sistemi oluşturan elemanlar olan plastik saksılar, plastik izolasyon malzemeleri ve metal profiller geri dönüştürülmüş malzemelerden karşılanabilmektedir. Dikey bahçelerde yer alan bitkilerin yaşam kaynaklarında herhangi bir kesinti olmadığı sürece dikey bahçe yaşar. Yapılan dikey bahçe yatırımı uzun ömürlüdür. Bitki türleriyle içinde barındırdığı hayvanlara yaşam alanı oluşturmaktadır. Dolayısıyla dikey bahçelerin yukarıda değinilen tüm özellikler açısından sürdürülebilirlik kavramıyla ilişkili olduğu görülmektedir.

Yapıların sürdürülebilirliğini derecelendirip, değerlendiren sertifikasyon sistemleri dikey bahçelerin yaşanabilir çevreye sağlamakta olduğu tüm katkıların ispatı niteliğindedir. Şehirleşmeyle ve yapılaşmayla birlikte ortaya çıkan bina ve konut alanları, %40 CO2 emisyonundan, %12 su kullanımından, %65 ve %71 enerji kullanımından sorumludur. Çevre dostu yeşil bina kavramı ile tasarlanmış yapılar sürdürülebilirliği sağlarken çevreye duyarlı yapı sistemleri gelişme göstermektedir. Bir yapının çevre dostu olabilmesi için uluslararası geçerli sertifikalar ile belirlenen bazı kriterleri yerine getirmiş ve derecelendirilmiş olması gerekmektedir. Dünya genelinde en yaygın kullanılan sertifikasyonlar; REE BREEAM (Yapı Araştırma Kurulumu Çevresel

Değerlendirme Yöntemi), ED LEED (Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik), DGNB (Alman Sürdürülebilir Yapı Konseyi)'dir. Türkiyede ise ÇEDBİK (Türkiye Yeşil Bina Konseyi) sertifikasyonlarda etkili olan başlıklardan dikey bahçe kullanımı ile sağlanan olumlu koşullarla birlikte sertifika alınması için puanaj sağlamaktadır (Ekren, 2017). ABD Çevre Dostu Binalar Konseyi (USGBC) tarafından, LEED sertifikasyonu ile yeşil bina programı yürütülmektedir. Bu sertifikanın elde edilebilmesi için; tasarım ögesi olarak iç mekanlarda dahil bütün bina kabuğuna dikey bahçelerin uygulanmış olması LEED sertifikasının kazanılmasında binaya büyük katkı sağlanmaktadır. San Francisco'da bulunan bir eğitim yapısı kabuğunda kullanılan dikey bahçe tasarımı, yapının LEED sertifikası alımında önemli katkı sağlamıştır.

Şekil 18 ve 19'da Patrick Blanc tasarımı olan ve San Francisco'da bulunan Drew School'da yapı kabuğunda uygulanmış olan bu dikey bahçe binanın ön cephesinde yer almaktadır. Bu yüzey birçok araştırma konusunda öğrencilere yardımcı olurken; eğitimde sağlamakta olduğu katkısının yanı sıra, dikey bahçenin doğadaki kuşları kendine çektiği ve kuşlar aracılığıyla taşınan domates tohumları sayesinde bu yüzeyde domates bitkisinin yetiştiği görülmüştür. İnsan eliyle yapılmış olan bu dikey bahçenin oluşturduğu sistemin sürdürülebilirliğe katkısı olmuş ve okul binasının altın LEED sertifikası almasında etkili olmuştur (Morrison, 2018).



Şekil 11. Patrick Blanc Tasarımı Bir Okul Binası ve Cephe Çizimi Drew School, San Francisco (Drew School, 2020.)

3. SONUÇ

Günümüzde hızla ilerleyen teknolojik gelişmeler ve şehirleşmeyle birlikte betonlaşmanın artmasıyla her geçen gün daha da uzaklaşılan doğadan, dikey bahçe sistemlerinin mimari tasarımlarda daha yaygın bir şekilde uygulanır olmasıyla doğaya bir parça yakınlaşma imkanı olabilmektedir. Her türlü işleve sahip iç mekanlarda ve yapı kabuklarında tüm yüzeylerde uygulanabilen dikey bahçe sistemleriyle, bitkilerle kaplı doğal ve canlı yüzeyler oluşturularak, yaşanılan alanlara doğa taşınabilmiştir. Dikey bahçe sistemlerinin hem iç mekanlarda hem de yapı kabuklarında uygulanabilirliğinin çevreye duyarlı yapılar inşa edilebilmesinde ve bu konuda verilen uluslararası çevreye duyarlı yapı sertifikalarının kazanımında avantaj sağladığı görülmüştür. Patrick

Blanc bir botanikçi olarak; en temelde doğadaki bitkilerin kendi buldukları ekosistem içinde nasıl bir ortamda yaşadıklarını, birbirleriyle olan etkileşimleri içinde bu yaşamı nasıl sürdürdüklerini inceleyerek ve aynı zamanda farklı türde bitkilerin birbirleriyle yaşayabilme yeteneklerini gözlemleyerek edindiği bilgiler ile dikey bahçe düzenlemeleri yapmaya başlamış ve bu tasarımlarının oluşumunu çeşitli projelerde yönlendirmiştir. Tasarımlarında sayısız türde ve adette bitki kullanmıştır. Bitkilere insan eliyle yapay bir müdahalede bulunmayıp, bir şekle veya biçime sokmaya çalışmamıştır. Yapay bir şekil veya biçim oluşturacak herhangi bir müdahaleye girişmemiş bitkilerin sahip olduğu doğal fiziksel özelliklerinden yararlanarak kompozisyonlar oluşturmuş ve dikey bahçe tasarımlarını yapmıştır.

Bu dikey bahçe tasarımlarının farklı sistem detaylarına ve farklı iklimsel özelliklere sahip olduğu görülmüş, aynı zamanda bu tasarımların tasarım yaklaşımları açısından birbirini taklit ve tekrar etmeyen, benzersiz tasarımlar olduğu gözlemlenmiştir. Yeşil duvar tasarımlarının kullanıldığı mekanlarda, enerji ve su tüketimi, ısı izolasyonu, gürültü kirliliği, hava kalitesi, biyoçeşitlilik, estetik kazanımlar ve tüm bunların ispatı sayılabilecek yeşil bina sertifikasyonu sistemleri bazında da ciddi iyileştirmeler sağlayarak çevresel ve mekansal sürdürülebilirliğe sağlamış olduğu katkılar ortaya konmuştur. Mekanın kullanıcılarına sağladığı yaşam konforunun sürekliliği açısından sürdürülebilirliğe katkı sağlayan tüm bu kategorilere yönelik müdahalenin erken tasarım aşamalarında gerçekleşmesi oldukça önem taşımaktadır.

Ancak tüm uygulamalar gibi dikey bahçe uygulamalarının sağladığı katkılar kadar oluşturabileceği dezavantajlar açısından değerlendirildiğinde ise bakım sıklığı, yüksek maliyet ve sulama sistemleri sorunlarının yanı sıra bulunduğu yapıya getirdiği ekstra statik yük, drenaj sorunları ile ana kabuğun zarar görmesi gibi sistemsel sıkıntılar ile bitkilerde böceklenme ve bozulma gibi sorunlarla da karşılaşıldığı görülmektedir. Bu yüzeylerin bakım sıklığı kullanılan dikey bahçe tipine, iklim koşullarına ve bu yüzeyde kullanılan bitki türlerine göre değişkenlik göstermektedir. İç mekanların yanı sıra dış mekanlarda konumlanan dikey bahçelerin sert hava koşulları altında korunması ve kış aylarında sulama sistemlerinin oluşabilecek don durumundan etkilenmemesi için gerekli bakım çalışmaları yapılması gereklidir. Ancak bahsedilen tüm bu dezavantajlar yeterli zaman aralıklarında bakım sağlandığında ortadan kalkmakta (Ekren, 2017) ve dikey bahçeler fayda/zarar ilişkisi bağlamında ele alındığında yaşanabilir çevreye sağladıkları katkılarının ön plana çıktığı görülmektedir. Bu sistemlerin belirli periyodlarla bakımının yapılması buldukları mekanda uzun ömürlü olmalarını sağlayacak; makalede değinilen enerji verimliliği, akustik konforun sağlanması, su tüketiminin ve gürültü kirliliğini azalması, iç-dış hava kalitesini artmasını biyolojik çeşitliliği desteklemesi ve estetik konforu artırması gibi konularda yaşanabilir çevreye olumlu katkılarda bulunacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma MSGSU FBE İç Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programında Bölümü Öğretim Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Esin SARIMAN ÖZEN danışmanlığında Ferhat Kalay tarafından hazırlanan “Patrick Blanc’ın Dikey Bahçe Tasarımlarının Tasarım İlkeleri Doğrultusunda İrdelenmesi” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Adoro Arqitetura. (2021). 05 Dicas Para Seu Jardim Vertical Ficar Sempre Lindo. <https://adoroarquitetura.com.br/05-dicas-para-seu-jardim-vertical-ficar-sempre-lindo/>
- Blanc, P. (2018). “A Scientific and Artistic approach by Patric Blanc Vertical Garden” Erişim adresi (04.05.2019): <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/sites/default/files/styles/slideshow/public/16766-0.jpg?itok=v30mvLtY>
- Cartwright, M. (2018). Hanging Gardens of Babylon. World History Encyclopedia https://www.ancient.eu/Hanging_Gardens_of_Babylon/
- Drew School, (2020). Vertical Garden Patrick Blanc. <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/san-francisco/drew-school-san-francisco>
- Ekren, E. (2017). Dikey Bahçelerin Avantajları ve Riskleri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1), 51-57. Erişim adresi <https://dergipark.org.tr/en/pub/barofd/issue/27137/293124>
- Elinç, H.ve Elinç, Z. K. (2010). “Dikey Bahçelerde Kullanılan Süs Bitkilerinin Estetik Özellikleri” IV. Süs Bitkileri Kongresi Bildiriler (535-540), Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Mersin.

- Elinç, Z.ve Kanter,İ.& Oğuz,D. (2013). “Dikey bahçelerin Bina Cephelerinde Kullanıldığında Sağladığı Isı Tasarrufu: İzmir Alsancak'ta Bina Örneği”, Akıllı ve Yeşil Binalar Kongresi ve Sergisi, Gazi Üniversitesi Ankara, 182-188. Erişim adresi (04.05.2019): https://www.researchgate.net/publication/280622673_DiKEY_BAHCELERiN_BiNA_CEPHELE_RINDE_KULLANILDIGINDA_SAGLADIGI_ISI_TASARRUFU_IZMIR_ALSANCAK'TA_BI_R_BINA_ORNEGI
- EmQuartier, Bangkok. (2021). Vertical Garden Patrick Blanc. <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/bangkok/emquartier-bangkok#>
- Erdoğan, E. (2014). “Düşey Yeşil Sistemlerin Enerji Etkinliklerinin Değerlendirilmesi”, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Grant, G. (2015). “Yeşil Çatılar, Yaşayan Duvarlar”, Erişim adresi (04.05.2021): <https://www.ekoyapidergisi.org/1043-yesil-catilar-yasayan-duvarlar.html>
- Green Wall Ceramic, 2021.) <http://www.greenwallceramic.com.br/>
- Hadrians Villa. (2018). Colosseum Rome Tickets. <https://colosseumrometickets.com/hadrians-villa/>
- Helzel, M., & Batıgün, C. (2012). Paslanmaz Çelikten Yapılmış Yeşil Duvarlar.Euro Inox Bina Serisi, Cilt 17, 2-19.
- Hindle, R. L. (1938). “A Vertical Garden: Origins of the Vegetation – Bearing Architectonic Structure and System” University of Illinois at Urban- Champaign, 99-109.
- Hotel Icon, (2021). Dining At Hotel Icon, <https://www.hotel-icon.com/dining>
- İpekçi, C. A. ve Yüksel, E. (2012). “Bitkilendirilmiş Yapı Kabuğu Sistemleri”, 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Bursa, 12 – 13 Nisan 2012
- Kalay, F. (2019), “Patrick Blanc’in Dikey Bahçe Tasarımlarının Tasarım İlkeleri Doğrultusunda İrdelenmesi”, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kiasif, Ç.G.ve Selçuk, E., (2018). “Yeşillendirilmiş Konut Cephelerin Kentlerin Çevresel Kalkınmasına Etkisi”, YTÜ Mimarlık Fakültesi İstanbul I. Konut Kurultayı, 10-11 Mayıs 2018, İstanbul.
- Lanbertini, A., & Leenhardt, J. (2008). Bringing the City to Life Vertical Gardens. Londra: Thames & Hodson Ltd.
- Mathew J., ve Salot A. (2014). “Feasibility Study of Green Walls At the University of Illinois.” Erişim adresi (04.05.2019): https://compass2g.illinois.edu/bbcswebdav/pid-2701200-dt-content-rid28394944_1/courses/cee_398_120178_157612/GreenWalls_FinalReport%281%29.pdf
- McCallum, D. (2019, 01 05). Insulation,Truro,Nova Scotia,eco-friendly insulation,Enviro-Shield Installer. ENERGY CONSERVERS Erişim adresi (18.06.2020) <http://www.deenergyconservers.ca/sound-properties-acoustical.htm>
- Morrison, K. (2018). Softening Concrete and Metal with Native Plants. Flora California's Plants, People, Places.
- Morollo, M. K. (2018). 10 Ways to Create an Uplifting Vertical Garden. Dwell: Erişim adresi (04.05.2019): <https://www.dwell.com/article10-ways-to-create-an-uplifting-verticalgarden-310d2f5>
- Patrick Blanc's House, (2020). Vertical Garden Patrick Blanc. <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/paris/patrick-blancs-house?page=1>
- Pinterest, 2021. How does it work? <https://tr.pinterest.com/pin/264023596880985507/>
- Sky Team Lounge Heathrow, 2020. Vertical Garden Patrick Blanc, <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/london/sky-team-lounge-heathrow>
- Sofitel Palm Jumeirah, (2020). Vertical Garden Patrick Blanc, <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/dubai/sofitel-palm-jumeirah-dubai>
- Tarım Dikey Bahçeler, (2016). Tarım Dikey Bahçeler. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı: Erişim Adresi: 08.05.2020 http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Dikey%20Bahçeler.pdf
- Tekin, Ç.ve Oğuz, C. Z. (2011). “Yapı ile Yükselen Yeşil Duvarlar”, New World Sciences Academy 6, (4), 1241-1249 İstanbul Türkiye.
- Turner, T. (2005). Garden History Philosophy and Design 2000 BC -2000 AD. Newyork: Spon Press Tylor and Francis Group.

- Tüfekçioğlu, İ. (2010). Yerçekimine Meydan Okuyan Bahçeler. GEO, 39-40. Erişim Adresi (10.10.2021): https://www.researchgate.net/publication/340233475_Yercekimine_meydan_okuyan_bahceler
- Wolverton, B., Johnson, A., ve Bounds, K. (1989). Interior Landscape Plants for Indoor Air Pollution Abatement. Nasa John C. Stennis Space Centre Science and Technology Laboratory, 1-2.
- Yıldız, M. (2018, 12 26). Dikey Bahçe; Beton Yapıların Yeni Yeşil Yüzü. Ekoyapı Dergisi: Erişim adresi (04.05.2021): <https://www.ekoyapidergisi.org/dikey-bahce-beton-yapilarin-yeni-yesil-yuzu>