

BITKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEMİ TASARIMI İÇİN BİR KONTROL LİSTESİ ÖNERİSİ

Elzem Özdemir ¹

M. Cem Altun ²

Konu Başlık No: 3. Çatı ve Cephe Sistemlerinde Süreçle

ÖZET

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin, çevresel kirliliği ve kentsel ısı adası etkisini azaltmak, yağmur suyu akış şiddetini hafifletmek ve yoğun yapılaşma sonucu yeşil alanların giderek azalmasının yarattığı sakıncaları ortadan kaldırmak gibi çevresel ölçekte sağladığı yararların yanı sıra, bina ölçeğinde de ısı performans, ses ile ilgili performans vb. konularda olumlu özellikler taşıması nedeni ile kullanımı yurtdışında olduğu gibi yurtiçinde de artmaktadır. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerine özgü bileşenlerin, farklı malzemeler ve/veya farklı katman kombinasyonları ile oluşturulması sayesinde farklı özelliklere sahip sistemlerin geliştirilmesi olanaklıdır.

Bu çalışmada, bitkilendirilmiş çatıların çevresel şartlar ile uyumlu bir şekilde tasarlanıp, uygulanıp ve etkin bir şekilde var olabilmesi için tasarım sürecinde dikkat edilmesi gereken ölçütler ele alınmıştır. Bitkilendirilmiş çatı sistemleri tasarımı konusunda farklı kaynaklarda var olan tasarım ölçütleri analiz edilerek, derlenmiş ve çatı sistemlerinden genelde beklenen özellikler ile bütünlenerek, tasarım sürecinde kullanılacak bir kontrol listesi oluşturulmuştur. Oluşturulan kontrol listesinin, tasarımda kullanılabilirliği bir tasarım çalışması örneği kapsamında ortaya koyularak, sunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER

Bitkilendirilmiş Çatı Sistemi, Tasarım, Kontrol Listesi

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Yüksek Lisans Programı, Tel: 0 537 284 17 83, e-posta: elzemozdemir@gmail.com

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Taşkışla 34437, Tel: 0212 2931300, Faks: 0212 2514895, e-posta: mcemaltun@gmail.com

1. Giriş

Çatıların bitkilendirilmesi fikri binlerce yıl öncesine dayanmaktadır, [1]. 4000 yıldan bu yana insanlar, dönemin getirdiği malzeme ve teknik bilgileri kullanarak, ziguratlar gibi kutsal mekânların kotlandırılmış yüzeylerine “bahçeler” uyguladıkları gibi basit binaların çatılarını da bitkilendirmişlerdir, [2]. Bitkilendirilmiş çatı, İskandinavya, Kanada, İzlanda gibi kuzey bölgelerde de ısı direnç özelliğinden dolayı soğuktan korunmak için tarih boyunca tercih edilmiştir, [2]. 20. yüzyılın başında Modernizm akımının önemli temsilcileri Frank Lloyd Wright ve Le Corbusier, tasarlamış oldukları bazı binalarının düz çatılarını, kullanıcılar tarafından yararlanılan yüzeyler olarak öngörmüşlerdir, [3]. 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra ise düz çatıların yüzeylerinin bitkilendirilerek “çatı bahçesi” ne dönüştürülmesi söz konusu olmuştur. 20. yüzyılın son on yılından itibaren, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin, bina ölçeğinde ısı performans, ses ile ilgili performans vb. konulardaki olumlu özelliklerine ek olarak çevresel kirliliği ve kentsel ısı adası etkisini azaltmak, yağmur suyu akış şiddetini hafifletmek ve yoğun yapılaşma sonucu yeşil alanların giderek azalmasının yarattığı sakıncaları ortadan kaldırmak gibi ekolojik ve sosyal önemi de ön plana çıkmıştır, [2].

Bitkilendirilmiş çatı sisteminin, beklenen tüm işlevleri yerine getirip, etkin bir şekilde var olabilmesi için, çevresel etmenler ile uyumlu bir şekilde tasarlanması ve uygulanması önem taşımaktadır. Bitkilendirilmiş çatı sisteminin tasarımındaki çevresel etmenler, gereksinimler, olanaklar ve kısıtlamalar gibi girdilerin sayısal çokluğu ve karmaşıklığı ile yine “çözüm” olarak tanımlanabilecek çıktıların sayısal çokluğu göz önünde tutulduğunda, tasarım sürecinde metodik ve sistematik yaklaşımların yarar sağlayacağı açıktır. Bu bağlamda çalışmada, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin genel özellikleri ele alınmış, tasarım sürecine yönelik bazı var olan çalışmalar analiz edilmiş ve bu verilerden yola çıkılarak, tasarım sürecinde kullanılmak üzere bir kontrol listesi oluşturulmuştur.

2. Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri:

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin farklı tipleri ile olumlu ve olumsuz yönlerinden söz etmek olanaklıdır.

2.1. Bitkilendirilmiş Çatı Sistemi Tipleri:

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin, farklı ölçütler ile sınıflandırılmış, farklı tipleri tanımlanabilir:

- Kullanım Özelliğine Göre: Bitkilerin kullanıcılar tarafından “görüldüğü” veya “görülmediği” tipler ve bitkilendirilmiş yüzeyin kullanıcılar tarafından sirkülasyon amacıyla “kullanıldığı” veya “kullanılmadığı” tipler, [4].
- Bitkilerin Türüne Göre : Ağaçlar, çalılar, bodur bitkiler veya çim ve karma tipler [5].
- Bakım Seviyesine Göre: Bitkilerin gereksinimlerine göre intensiv (yoğun), ekstensiv (seyrek) ve semi ekstensiv (yarı seyrek) tipler, [6].
- Eğimine Göre: Düz çatılar (az eğimli<%5 eğim) ve eğimli çatılar, [2].
- Bitki Taşıyıcı Malzeme Cinsine Göre: “inorganik” ve “organik” tipler, [1] .

2.2 Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Sağladığı Yararlar ve Getirdiği Olumsuzluklar:

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin çevresel ölçekte ve bina ölçeğinde getirdiği yararlarının yanı sıra kullanıcının sosyal, psikolojik ve estetik doyumundan da söz etmek olanaklıdır. Ancak sistemin olumlu yönlerinin yanında neden olduğu olumsuzluklar da bulunmaktadır, [7],[2],[6],[8].

2.2.1. Çevre Ölçeğinde Yararlar:

- Yağış suyunu tutma, depolama ve süzme özelliği
- CO₂ gibi birçok gaz halindeki zararlı maddeyi bünyelerine alarak doğal filtre görevini üstlenme
- Bitkilerin O₂ üreterek çevreye katkıda bulunması
- Dış ortamın bağıl nem oranı yükseltme ve yakın çevrenin sıcaklığını belirli oranda düşürme
- Bitkisel örtü ve toprağın güneş ışınımı yansıtma oranının düşük olması ve sıcaklığın artmaması
- Bitkisel örtü ve toprağın ses yansıtma oranının daha düşük olması ve çevre gürültüsünü azaltması
- Bitkisel örtünün havadaki toz parçacıklarının bir kısmını bünyesine alarak çevreye katkı sağlaması
- Bitki ve küçük hayvanlar için yeni bir yaşama ortamı sağlaması ve doğal dengenin korunması

2.2.2. Bina Ölçeğinde Yararlar:

- Bitki örtüsü ve toprak ses yalıtımı sağlar.

- Toprak ısı depolayarak, su yalıtımı ve esas taşıyıcıdaki sıcaklık farkını ve ısı genleşmeyi azaltır.
- Su yalıtımını UV ışınlarına ve diğer etkenlere karşı korur.
- Su yalıtımı ve diğer katmanları, mekanik etkilere karşı korur.
- Belirli şartlarda ısı yalıtımına katkıda bulunur.
- Çatı bileşenlerini koruyarak çatı ömrünü uzatır.
- Çatı alanının kullanımı sağlar.
- Yangına karşı dayanım sağlar.
- Bitki örtüsü ve toprak, yapıyı güneş ışınlarından korur, yapı içinde ısı artışını önler, binanın serin kalmasını ve binayı serinletmek için harcanması gereken enerjinin tasarruf edilmesini sağlar.

2.2.3. Kullanıcının Sosyal – Psikolojik – Estetik Doymu:

- Kullanıcıların yararlanacağı rekreasyon alanları yaratarak, estetik ve görsel doyum sağlar.
- Sosyal ve kültürel etkinliklere olanak verir.

2.2.4. Getirdiği Olumsuzluklar: [1], [2], [4]

- Bitkilendirilmiş çatıların diğer çatılara göre ilk yatırım maliyeti yüksektir.
- Yüksek bakım ve onarım maliyeti (bitkilendirilmiş çatı tipine göre değişmektedir)
- İklimsel ve hava koşullarına bağlı kısıtlamalar
- Karmaşık drenaj sistemlerinin yapım zorluğu
- Getirdiği ek yapı yükleri (toprak, donatılar, insanlar, teknik sistemler, kiriş ve kolon boyutları...)
- Deprem Yükü
- Kullanıcının olumsuz görüşü (uçan ve yer değiştiren canlılardan dolayı oluşan habitat alanını istememesi)

3. Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri Tasarım Süreci İle İlgili Var Olan Yaklaşımlar

Bitkilendirilmiş çatı sisteminde, “yapma” bir bina ögesi ile bir “doğa” parçasının bütünleştirilerek belirli işlevleri yerine getirmesi beklenmektedir. Bu işlevler, çatı sistemlerinden genelde beklenen özelliklerinin yanı sıra, bitki ve bitki taşıyıcı malzemenin yerine getirmesi beklenen olumlu özelliklerini de kapsamaktadır. Bunların ötesinde bitkilendirilmiş çatı sisteminin oluşturulmasında, “yapma” bina ögesi ile “doğa” parçasının karşılıklı etkileşim içinde olması gerektiği için göz önünde tutulması gereken, çevresel etmenler, gereksinimler, olanaklar ve kısıtlamalar gibi tasarım girdilerinin sayısı diğer çatı sistemlerine göre daha fazla ve çözüm geliştirme süreçleri daha karmaşıktır. Buna bağlı olarak bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin tasarım sürecine yönelik öneriler içeren bazı metodik ve sistematik yaklaşımları ortaya koyulmuştur. Bitkilendirilmiş çatı sistemleri tasarım süreci ile ilgili bir kaynak taraması yapılarak, görece farklı bakış açıları olan dört yaklaşım analiz edilmiştir. Yaklaşım I, [2], Yaklaşım II, [4], Yaklaşım III, [5] ve Yaklaşım IV, [6] farklı konulara verdikleri ağırlıklar göz önünde tutularak aşağıda kısaca tanımlanmıştır.

3.1. Yaklaşım I, [2]

Yaklaşım I’ de planlama ve tasarım sürecinin alt süreçleri; kentsel ölçekteki kararların alınacağı, *planlama süreci* ve yine kentsel ölçek ile bina ölçeği kesişiminde *mimarlığın peyzaj ile bütünlenmesi* ve *tasarım süreci* olarak tanımlanmaktadır. Bu süreçlerde mühendislik alanlarındaki tasarımcılar ile mimarların etkileşim içinde ve uyumlu çalışmalarının önemi de belirtilmektedir. Yaklaşım I’ de tasarım sürecinde göz önünde bulundurulması önerilen noktalar aşağıda sıralanmıştır:

Su uzaklaştırma ilkeleri, minimum eğim gereksinimi, çatı drenaj yerleri, su yalıtımı ilkeleri, drenaj tipi ve ilkeleri, bitkilendirilecek yüzeylerin konumu, bitki tipleri ve gereksinimleri, bitki taşıyıcı malzeme tipi ve miktarı, bitkilerin oluşturacağı yükler, bitki taşıyıcı malzemenin oluşturacağı yükler, rüzgar yükü, “olağan” sabit ve hareketli yükler, mimari bileşenler ile bütünleme, mekanik ve elektrik alt sistemleri ile bütünleme, ilgili standart ve yönetmelikler.

3.2. Yaklaşım II, [4]

Yaklaşım II’ de, tasarımında göz önünde tutulacak noktalar, çevresel koşullar, yapım süreci ile etkileşim ve bakım süreci ile etkileşim bağlamında ele alınmıştır.

Çevresel koşullar bağlamında tasarım girdileri; bahçenin işlevi, iklimsel ve mikroiklimsel (güneş, rüzgar, sıcaklık, nem) koşullar, bina kotları, yükseklik, ilgili standart ve yönetmelikler, güvenlik sınırlamaları, taşıyıcı sistem özellikleri olarak tanımlanmıştır. Yapım süreci ile ilgili tasarımda ele alınacak girdiler; drenaj bileşeninin, filtre bileşeninin, bitki taşıyıcı bileşeninin, sulama sisteminin uygulanmasındaki teknikler ve bitki dikimi olarak sıralanmıştır. Bakım süreci ile ilgili tasarımda ele alınacak girdiler; sulama, gübreleme, budama vb. olarak tanımlanmıştır. Bunların yanı sıra tasarım elemanları olarak; bitki tipleri (kök tipi, boyut, ağırlık, meyveler ve düşen yapraklar), bitki gereksinimleri (bitki taşıyıcı malzeme, sulama, drenaj), diğer çatı bileşenleri ile ilgili özellikler (kaplama, donatılar, aydınlatma, su elemanları, vb.) sıralanmıştır.

3.3. Yaklaşım III, [5]

Yaklaşım III' de, tasarım sürecinde üzerinde durulması gereken konular; çevre ile ilgili gereksinimler, yapım süreci ve teknik malzemelerle ilgili gereksinimler ve bakım ile ilgili gereksinimler olarak 3 ana başlık halinde incelenmiştir.

Çevre ile ilgili gereksinimler başlığı altında; kentsel, ekolojik, ekonomik ölçekte işlevsellik ve etkileri tanımlanmıştır. Yapım süreci ve teknik malzemelerle ilgili gereksinimler başlığı altında ise; planlama gereksinimleri, kullanılabilirlik, çatı eğimi, çatı tasarımı ve bitkilendirmeye elverişliliği, nem geçişi, tasarım yükleri, parçalanmalara karşı korunum, drenaj sistemi, sulama sistemi, malzemelerin birbiriyle olan uyumu, çevresel uyumluluk, zararlı emisyonun olmaması, kök tutuculuk ve kökün delme etkisine karşı korunum, su yalıtımının mekanik, kimyasal hasarlara karşı korunması, çap küçülmelerine ve kireçlenmeye karşı drenaj sisteminin korunması, rüzgar yükü ve etkilerine karşı korunum, yangına karşı korunum, yaya sirkülasyonuna açık döşeme yüzeylerinde ve çatıda kullanılacak mobilyalara karşı alınacak önlemler üzerinde durulmuş ve alt başlıklar halinde detaylı incelenmiştir. Bakım ile ilgili gereksinimler konulu başlıkta ise; bitki tabakası (malzeme grupları ve tipleri), kök, bitkiler ve bitki ekimi, bakım bilgisi ve bakım servisleri konuları hakkında bilgi verilmiştir.

3.4. Yaklaşım IV, [6]

Yaklaşım IV' de, tasarım sürecinde öncelikle, bitkilendirilmiş çatı ilkeleri ve politikaları başlığı altında; çevresel (bitki çeşitliliği ve yabancı yaşama katkısı, su yönetimi, yağmur suyu akış özellikleri ve kalitesi, hava kirliliği ve karbon emilimi, kentsel ısı adasına etkileri, ses kirliliği vb.), ekonomik (çatı ömrünü arttırması, bina soğutması ve enerji tasarrufuna olan katkısı, bitkilendirilmiş çatı değerlendirilmesi ve kentsel ilişkileri vb.) ve nitelik-estetik yararları hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra bitkilendirilmiş çatı yapım süreci ile ilgili; strüktürel gereksinimler (çatı eğimi, rüzgar basıncı ve kaldırma kuvveti, sulama, yangın riski vb.), yapım sürecinde gerekli bileşenler ve katmanlaşma (su yalıtımı, kök tutucu katman, drenaj katmanı, filtre örtü, bitki taşıyıcı katman, bitki taşıyıcı katman derinliği, bitki taşıyıcı katman uygulaması vb.) ve alternatif yapım yöntemleri (alman sistemi, ingiliz sistemi, modüler sistem vb.) konuları hakkında bilgi verilmiştir. Son olarak bitkilendirme genel başlığı altında toplayabileceğimiz; bitkilendirme yöntemleri (tohum ve kazma ile direk uygulama, hazır bitki ekimi, bitkilendirilmiş örtü katmanlarının serilmesi, spontane-gelişi güzel bitkilenme vb.), bitkilendirme seçenekleri (bitki taşıyıcı katman ve derinliği), bitkilendirme ölçütleri (kuraklık, rüzgar, kar vb.) ve bakım (gübreleme, kesme-biçme, bitki koruması, drenaj, ot yolma vb.) konuları detaylı şekilde anlatılmıştır.

4. Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri Tasarım Sürecinde Kullanılabilecek Bir Kontrol Listesinin Oluşturulması

Yukarıda tanımlanan, bitkilendirilmiş çatı sistemleri tasarım süreci ile ilgili Yaklaşım I, Yaklaşım II, Yaklaşım III ve Yaklaşım IV' ün ortak noktaları olmakla birlikte, farklı tasarım süreçleri tanımladıkları ve farklı tasarım ölçütlerini öne çıkardıkları belirlenmiştir. Bunun dışında söz konusu yaklaşımlar çatının bütünsel tasarımı yerine, "bitkilendirme" ile ilgili bileşenlerin tasarımına ağırlık vermektedir. Bu yaklaşımlardan yola çıkılarak, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin, öngörülen yaşam dönemi boyunca, kendilerinden beklenen tüm özellikleri karşılayabilecek biçimde, tasarım sürecinde söz konusu olabilecek tüm çevresel etmenler, gereksinimler, olanaklar ve kısıtlamaların göz önünde tutulmasına olanak veren bir kontrol listesi geliştirilmiştir. Kontrol listesinin geliştirilmesinde, tasarım ölçütlerinin karşılanmasında söz konusu olabilecek malzeme, sistem ve bileşenler de analiz edilmiştir, [7], [9]. Kontrol listesinin, bütünsel olarak çatı sistemlerinden beklenen özellikleri kapsayacak

biçimde oluşturulabilmesi için, ilgili tasarım ölçütleri, yapı elemanları ile ilgili gereksinimleri içeren bir araştırma çalışmasından derlenmiştir, [10].

Oluşturulan kontrol listesi, planlama ve tasarım sürecinin farklı alt süreçlerinde, tasarımcıya göz önünde tutulması gereken ölçütleri “hatırlatma” işlevini üstlenecek niteliktedir. Kontrol listesi, gerek çevre ve bina ölçeğini gerekse yapı elemanı ölçeğini kapsamakla birlikte, ağırlık olarak yapı elemanı ölçeğindedir. Kontrol listesindeki tasarım ölçütleri; “işlevsellik”, “görsel etki”, “yapılabilirlik”, “maliyet” ve “ilgili yasa-yönetmelik-standart” başlıkları altında toplanmıştır. Yapı elemanları ile ilgili işlevsellik, olası değerlendirme aşamasındaki yöntem göz önünde tutularak, “performans” ifadeleri biçiminde tanımlanmıştır. Diğer tasarım ölçütleri ise beklenen “özellikler” olarak belirtilmiştir.

Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri Tasarım Süreci İçin Bir Kontrol Listesi

A - Bina ve Çevre Ölçeği İle İlgili Beklenen Özellikler:

A1 Çevresel Etki

A1a Yeşille Etkileşime Olanak Verme: Rekreasyon alanlarının yaratılması, kentsel yeşil alanlar ile birleştirilmesi.

A1b Sosyal Etkileşime Olanak Verme: Toplanma ve aktivite alanlarının yaratılması, psikolojik doyumun sağlanması.

A1c Kullanıcı Sirkülasyonuna Olanak Verme: Peyzajın düzeninin kullanıcı sirkülasyonuna olanak vermesi ve/veya kullanıcı sirkülasyonunu yönlendirmesi.

A1d İklimsel Olumsuzlukların Azaltılması: Kent ısı adalarının azaltılması, yapma çevre yüzeylerinde yağış akış şiddetinin azaltılması.

B - Yapı Elemanı Ölçeğinde İşlevsellik - Performans Gereksinimleri:

B1 Taşıyıcılık İle İlgili Performans

B1a Kendi Ağırlığını ve Diğer Sistem Bileşenlerini Taşımaya: Kendi yükü ve üzerine gelecek sistem bileşenlerinin (mekanik bileşenler, yalıtımlar, drenaj-filtre katmanları, bitki taşıyıcı malzeme, bitkiler vb.) oluşturduğu yüklerin taşınması.

B1b Deprem Yüküne Dayanımı Olmalı: Genelde deprem kaynaklı oluşacak yüklerin yanı sıra, “bitkilendirme” nedeni ile oluşacak ek yüklerin taşınması.

B1c Darbe Etkisine Dayanımı Olmalı: Mekanik ve insan kaynaklı yüklere dayanım.

B1d Rüzgar Yüküne Dayanımı Olmalı: Rüzgarın dinamik yüküne (basınç ve emme) ve yüzey oluşturan bitkilerden kaynaklanan ek yüklere yapının ve bitkilerin dayanımı.

B1e Kar Yüküne Dayanımı Olmalı: Oluşması varsayılan yüklere dayanım.

B1f Hareketli Yüklere Dayanımı Olmalı: Kullanıcılar, donatılar vb. kaynaklı dinamik yüklere dayanım.

B1g Su Basıncına Dayanımı Olmalı: Özellikle toprak altında bulunan öğelerde zemin suyu basıncına dayanım.

B1h Toprak Basıncına Dayanımı Olmalı: Özellikle toprak altında bulunan öğelerde toprak basıncına dayanım.

B2 Su İle İlgili Performans

B2a Yağış Suyu Geçirimsizliği Olmalı: Sistemin tam olarak yağış suyu geçirimsizliğinin sağlanması.

B2b Zemin Suyu Geçirimsizliği Olmalı: Özellikle toprak altında bulunan öğelerde zemin sularına karşı geçirimsizliğinin sağlanması.

B2c Yağış Sularını Uzaklaştırma Özelliği Olmalı: Su geçirimsizliğinin desteklenmesi amacı ile yağış sularının güvenli ve hızlı biçimde uzaklaştırılması.

B2d Su Depolama Özelliği Olmalı: Yağışsız dönemde, bitkilere su sağlanması amacı ile su depolanması.

B3 Isıl Performans

B3a Isı Geçişini Az Olmalı: Malzeme ve sistemlerin gerekli düzeyde ısı direnç oluşturması.

B3b Isı Depolama Özelliği Olmalı: Malzeme ve sistemlerin gerekli düzeyde ısı depolayıp, ortamlar arası ısı geçişinin faz gecikmesi ve genlik düşüşü ile oluşmasını sağlamak.

B3c Yüksek ve Düşük Sıcaklığa Dayanımı Olmalı: Malzeme ve sistemlerin iklim elemanlarına bağlı olarak olağan şartlarda oluşabilecek yüksek ve düşük sıcaklıklara dayanıklı olması.

B4 Optik Özellikleri İle İlgili Performans

B4a Güneş Işınlarnı Soğurma Özelliği Olmalı: Malzeme ve sistemin ışın soğurma özelliği olmalı.

B4b Güneş Işınlarnı Yansıtma Özelliği Olmalı: Malzeme ve sistemin ışın yansıtma özelliği olmalı.

B5 Nem İle İlgili Performans:

B5a Yoğuşma Olmamalı: Nemin soğuk ortam-yüzey ile karşılaşması sonucu yoğuşma oluşmamalı.

B6 Hareketler İle İlgili Performans

B6a Strüktürel Hareketlere Dayanım: Alt sistem birleşim bölgelerinde, taşıyıcı sistem ve malzeme cinsinden kaynaklanan hareketler.

B6b Isıl Genleşmeye Dayanım: Malzeme ve sistemlerin ısıl genleşme özelliklerine bağlı olarak, sıcaklık farklarından oluşan hareketler.

B6c Nem/Don İle İlgili Genleşmeye Dayanım: Sıcaklık değişimi ile oluşan malzeme-sistem bünyesindeki suyun hacim değiştirmesinden kaynaklanan hareketler.

B7 Ses İle İlgili Performans

B7a Darbe Sesini Engellemeli: Çatının üzerinde kullanıcı, yağış, vb. kaynaklı darbe sesi.

B7b Hava Kaynaklı Sesi Engellemeli: Uçak, karayolu trafiği gürültüsü vb. hava kaynaklı ses.

B8 Çevresel Etki İle İlgili Performans

B8a Zararlı Emisyonu Olmamalı: Malzeme ve sistemlerin, havanın doğal yapısındaki bileşimi değiştiren katı, sıvı ve gaz formlarda bulunabilen maddelerin emisyonu.

B8b Geri Dönüştürülebilir Olmalı: Malzeme ve sistemlerin, ömürlerini tamamladıktan sonra, çevreye olumsuz etkisi olmadan, geri dönüştürülerek tekrardan kullanılabilir olması.

B8c Düşük Üretim Enerjisi Olmalı: Malzeme ve sistemlerin, ilk üretim enerjisinin yüksek olmaması.

B9 Yangın İle İlgili Performans

B9a Alev Almama Özelliği Olmalı: Malzeme ve sistemin yangında alev almama özelliği.

B9b Yangında Taşıyıcılığı Sürdüremeli: Sistem, yangında belirli bir süre “taşıyıcılığını” sürdürmeli.

B9c Yangında Zararlı Gaz Emisyonu Meydana Gelmemeli: Malzeme ve sistemin yangında zararlı gaz emisyonunun olmaması.

B9d Yangın Geçirimsizliği Olmalı: Sistem, yangın geçirimsiz olmalı.

B9e Duman Geçirimsizliği Olmalı: Sistem, yangın kaynaklı duman geçirimsiz olmalı.

B10 Dayanıklılık İle İlgili Performans

B10a Uzun Ömürlü Olmalı: Malzeme ve sistemin öngörülen süre boyunca beklenen özelliklere sahip olması.

B10b Kimyasallara Karşı Dayanımı Olmalı: Malzeme ve sistemin doğal ve yapay kimyasallara karşı belirli düzeyde dayanımı olmalı.

B10c Biyolojik Etkilere Dayanımı Olmalı: Malzeme ve sistem, hayvan (zararlı böcek, kuşlar vb.) ve bitki (kökler vb.) kaynaklı etkilere belirli düzeyde dayanıklı olmalı.

B10d Mekanik Aşınmaya Dayanımı Olmalı: Malzeme ve sistem, sürtünme, yürüme vb. mekanik aşınmaya belirli düzeyde dayanıklı olmalı.

B10e Güneş Işınlarnı (UV vb.) Karşı Dayanımı Olmalı: Malzeme ve sistem belirli dalga boyundaki güneş ışınlarına dayanıklı olmalı.

B10f Hasar Oluşturan Çevresel Etmenlere Dayanımı Olmalı: Malzeme ve sistem, rüzgar, tuzlu su vb. etkilere dayanıklı olmalı. Drenaj sistemi, toprak daneleri, kireç vb. etkilere dayanımı performansı yitirmemeli.

B11 Hijyen İle İlgili Performans

B11a Bakteri ve Küf Oluşumuna Olanak Vermemeli: Bakteri ve küf oluşumuna olanak tanınamalıdır.

B11b Temizlenebilirlik Özelliği Olmalı: Yapısal bileşenler kolay temizlenebilir olmalı. Bitki sistemi kolay temizlenebilir olmalı (ayrık otları, zararlı otları vb.).

B12 Hava, Toz, Uçan Şeyler Geçirimsizliği İle İlgili Performans

Sistemin istenmeyen hava geçişine karşı geçirimsizliği olmalı.

B13 Bakım İle İlgili Performans

B13a Yapısal Bileşenlerin Bakım ve Onarımı Kolaylıkla Yapılabilmeli: Bina ömrü ile ilişkili olarak tüm malzeme ve sistemler bakım ve onarım amacı ile kolay ulaşılabilir ve değiştirilebilir olmalı.

B13b Bitkilerin Bakımı Kolaylıkla Yapılabilmeli: Bitkilerin bakımı (sulama, gübreleme, budama vb) kolaylıkla yapılabilmeli.

B14 Diğer Yapı Elemanları ve Sistemler İle Bütünlenebilirlik ve Performans Sürekliliği

Yapı elemanı, bileşen, malzeme ölçeklerinde karşılıklı olarak bütünlenebilir olmalı, performans sürekliliği sağlanmalı.

B15 Uyum İle İlgili Performans

B15a Malzemelerin ve Sistemlerin Birbiriyle Uyumluluğu Olmalı: Malzeme ve sistemler karşılıklı uyum (boyutsal, kimyasal, birleşim vb.) içinde olmalı.

B15b Bitkilerde Çevreyle Uyum Olmalı: Güneş, yağış, sıcaklıkla uyum ve bitki-toprak arasındaki ilişki uyumlu olmalı.

B16 Kullanıcı Güvenliği İle İlgili Performans

Malzeme ve sistem seçimi-kuruluşu kullanıcı güvenliği açısından gereken düzeyde olmalı.

C – Görsellik İle İlgili Özellikler:

Anlamsal biçim, plastik biçim, ölçek, oran, doku, ışık, gölge, renk bağlamında, bileşenler arası etkileşim ve “çevreler” ile etkileşim.

D – Yapılabilirlik İle İlgili Özellikler:

Sistemin var olan veya geliştirilebilir malzeme ve teknolojiler ile inşa edilebilmesi.

E – Maliyet İle İlgili Özellikler:

Sistem, tüm özellik ve performansları istenilen düzeyde karşılarken, malzeme maliyeti, yapım maliyeti, taşıma maliyeti, depolama maliyeti, işletme maliyeti, bakım ve onarım maliyeti, geri dönüştürme, yok etme maliyeti alt düzeyde olmalıdır.

F – İlgili Yasalara, Yönetmeliklere ve Standartlara vb. Uygunluk:

F1 Çevre Etkisi ile ilgili Yönergelere Uygunluk: LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) vb.

F2 Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri ile ilgili Direktiflere ve Standartlara Uygunluk: FLL (Forschungsgesellschaft –Landschaftsentwicklung - Landschaftsbau), ASTM WK25385 (Guide for green roof systems) vb.

F3 İlgili Yönetmeliklere Uygunluk: İstanbul İmar Yönetmeliği vb.

F3 İlgili Standartlara Uygunluk: TSE (Türk Standartları Enstitüsü), ISO (International Organization for Standardization) ASTM (American Society For Testing and Materials), DIN (Deutsches Institut Für Normung) gibi kullanılan malzeme ve sistemler ile ilgili ulusal ve uluslararası standartlar.

5. Kontrol Listesinin Bir Tasarım Çalışmasında Kullanılarak Uygulanması

Uygulamada bildiri yazarlarından Elzem Özdemir’in Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi 2007-2008 Bahar dönemi Mimari Proje 3 - Haydar Karabey grubunda yapmış olduğu projesi tekrar ele alınarak sert peyzajın olduğu çatı strüktüründe bitkilendirilmiş çatı uygulaması yapılmıştır.

Projenin Uygulanacağı yer: Kocaeli / Karamürsel – Sahil Şeridi ve Balık Adası Bölgesi

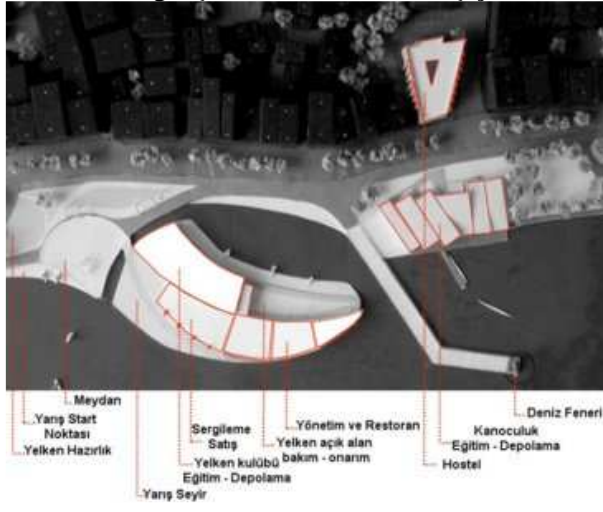
Proje Konusu: Yelken Limanı, Su Sporları Kompleksi ve Hostel

Tasarım İlkesinin Uygulanacağı Yer: Balık Adası – Yelken Kulübü ve Restoran Yapılarının Çatısı

5.1. Proje Arsası Hakkında Bilgi

İzmit körfezinin güneyinde yer alan Karamürsel ilçesi, iklim ve rüzgarın su sporlarının yapılmasına uygun olması sebebiyle son yıllarda su sporları açısından ilçenin gelişimi hızlanmıştır. Bu tasarımı; yelken ile ilgili şampiyonaların yapılacağı, ilçeye kısa süreli konaklamaya gelen turistlerin ve

sporcuların barınma ihtiyaçlarını karşılayan ve çevre halkına da rekreasyon alanı yaratacak bir su sporları kompleksidir. Bildiri kapsamındaki sahildeki yeşil ve sert peyzajdan oluşan alanın, adanın üstünde yer alan binaların çatılarında da devam ettirilmesi ön görülmüştür (Şekil 1a,b). Kontrol listesi kullanılarak geliştirilen bitkilendirilmiş çatı kesit detayı Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 1a: Balık Adası



Şekil 1b: Yeşil ve sert peyzajın adanın üstünde yer alan binaların çatılarında da devam ettirilmesi.

5.2. Oluşturulan Kontrol Listesine Göre Tasarım Aşamaları:

A1a, A1b, A1c, A1d: Yapılan uygulamada yelken kulüp binasının üzeri kullanılmayan ve nadir sulama ve bakım gerektiren extensive bitkilendirilmiş çatı olarak düşünülmüştür. Seyir terası ise üzerinde yürünebilir çatı olduğundan burada yapılacak uygulama daha sınırlı, üzerine basılmaya dayanıklı bitkiler seçilerek, daha fazla bakım ve sulama gerektirebilecek bitkilendirilmiş çatı olarak düşünülmektedir. (semi-intensive). Rekreasyon alanı yaratılması düşünülerek, yelkencilik sporu ile insanların kaynaştırılması ve sosyal etkinliklerin ve eğlencelerin yapılacağı toplanma alanlarının yaratılması amaçlanmıştır. Sahil boyunca devam eden yeşil bandın burada düğüm noktası oluşturacak şekilde yayılarak ve yükselerek 3. boyuta çıkması ön görülmüştür. Aynı zamanda çatıların da mekansal alanlar olarak kullanılabilirliği sağlanmıştır. Yapılan bu çalışma ile bölgedeki önemin, potansiyelin ve dolayısıyla arsa değerinin de artması hedeflenmiştir.

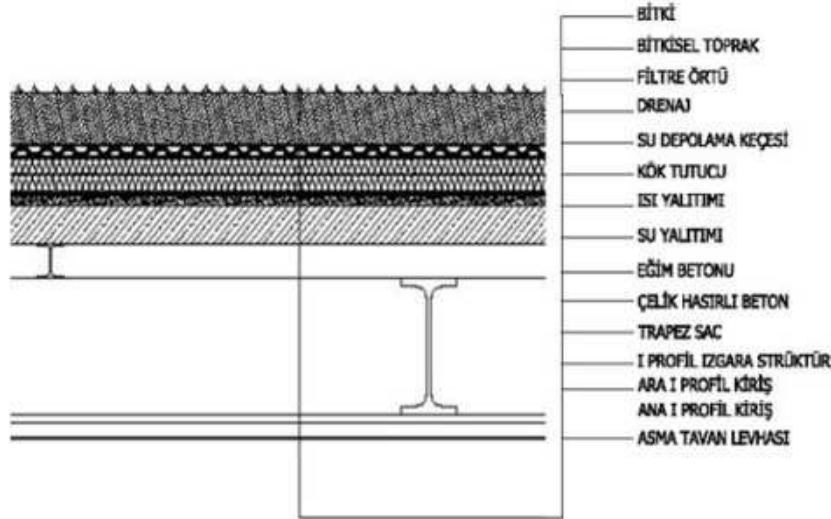
B1a, B1b, B1c, B1d, B1e, B1f, B1g, B1h: Çelik strüktürle yapı inşa edilmiş olup kolon ve kiriş boyutları hesaplanmıştır. Özellikle zeminin dolgu zemin olmasından ötürü deprem yükü üzerinde durulmuş, yaşanabilecek kayma ve parçalanmalara karşı dayanım sağlanmıştır. Çatının kullanılabilirliği ve geniş skaladaki ziyaret profilinden ötürü mekanik ve insan kaynaklı hasarlara karşı malzeme seçiminde ve yapımında önlem alınmıştır. Rüzgara (özellikle sert poyraz) açık bölge olmasından dolayı statik yükü düşünülerek uzun gövdeli bitkiler kullanılmamıştır. Kar yükü 1m tutacak şekilde, altında toprak ve bitki ağırlıkları düşünülerek hesaplanmıştır. Ayrıca uygulama yapılacak alana gelmesi düşünülen tasarım yükleri de strüktür taşıyıcılığı için hesaplanmıştır. Yapılan çatı uygulaması geniş bir yüzey oluşturduğundan maksimum su tutma kapasitesi ile toprak karışımı ve getirdiği yük ile bitki olgunluk ağırlıkları da (6-10cm) belirlenmiştir.

B5, B6a, B6b, B6c, B6d: Tasarlanan çatıdaki eğim; bitkilendirilmiş çatı uygulamasını karşılayabilecek uygunlukta insan sirkülasyonuna göre tasarlanmıştır; burada seyir terasına çıkılan 1. Bölgedeki çatı eğimi; %12 olduğundan erozyon engelleyici ızgaralı sistemler tercih edilmiş ve kısmi bitkilendirilmiş çatı uygulaması yapılmıştır. Restoran kısmının başladığı 2. Bölümden itibaren çatı eğimi %4 olacak şekilde düşünülmüş insan sirkülasyonuna açık, dayanıklı ve bakım gerektiren bitkilendirilmiş çatı uygulamasına karar verilmiştir. Strüktürel hareketlere karşı eğimin fazla olduğu bölgelerde birtakım bağlayıcı, birleştirici elemanlar kullanılmaktadır. Tasarımda mutfak ve ıslak hacimler bulunduğu iç ortamın nem üretimi fazla olmakta ve soğuk bölgeye doğru nem geçişi yaşanmakta ancak karşılaşılan geçirimsiz yüzeylerden ötürü yoğunlaşmaktadır. Katmanlaşmada bu faktöre karşı önlem alınarak uygun malzeme seçilmiş ve sıralama yapılmıştır. Aynı şekilde bitki köklerinin çatıya ve

biyeşenlerine zarar vermesini önlemek ve toprak parçacıklarının drenajdaki delikleri tıkanmasını önlemek için toprak altında geotekstil filtre örtü ile kök tutucu plastik esaslı katman kullanılacaktır.

B11 (B11a, B11b), B12, B13 (B13a, B13b, B13c): 3 türde çatı eğimi ve 2 farklı kullanım alanı olduğundan gübreleme; fazla bakım ve sulama gerektiren, insanların bulunacağı seyir terası üzerinde yapılacak, küf ve bakteri oluşumuna olanak tanınmayacaktır. Kullanıma açık olmayan çatıda ise bakım gerektirmeyen, uzun süreler boyunca su tutma kapasitesine sahip, etli “sedum” cinsi bitkiler seçilecektir.

B2, B3, B4, B7, B8, B9, B10, B14, B15, B16: Çatının üzerinde insan, yağış, trafik gibi hareketle oluşan sese karşı uygulama yapılacak alanda toprak derinliğinin 15cm değerinde semi extensive çatı sistemi olmasına karar verilmiştir. Bitki büyüme katmanı bitkilere ihtiyaç duydukları kadar suyu sağlarken aynı zamanda drenajın sağlanması için dane boyutlarını kapsayacak yeterli alanı içermektedir. Kullanılacak bitkisel toprak derinliğinin çok fazla olmamasından ötürü ayrıca ısı yalıtımının da kullanılması tercih edilmiştir. Su yalıtımında ise genellikle karakteristik esnekliğinden ötürü kırılabilirliği az olan tek katmanlı membran bitkilendirilmiş çatı uygulamalarında tercih edilmiş, ısıyla birlikte ek yerlerinden yapıştırıldığından potansiyel deliklerin oluşmasının önüne geçilmiştir. Bitki köklerinin su yalıtımına zarar vermesini, delmesini, çürütmesini önlemek için plastik esaslı kök tutucu malzeme serilmiştir. Yüzeysel drenaj; suyu tüm yeşil çatı sisteminde tutmak, emilmesini sağlamak, yönlendirmek, dağıtmak amacıyla 2 tabaka halinde uygulanmıştır. Birincil “sızdırma tabakası”; bitki dikim harcında depolanamayan fazla su miktarını bünyesine alarak süratle çatının yağmur iniş borusuna iletmekte, ikincil olarak drenaj panellerinin üzerine serilen jeotekstil filtre örtü de; drenaj panellerindeki deliklerin, kökler ve toprak parçaları tarafından tıkanmasını önlemektedir. Su depolama keçesi ise; daha çok nemin, nitrojenin tutulması ve yavaşça bitki köklerine bunun verilmesi işlevi görmektedir ve polipropilen lifli-dikişlidir.



Şekil 2. Kontrol listesi kullanılarak geliştirilen bitkilendirilmiş çatı kesit detayı.

C, D: Seçilen bitki türlerinin renkli, canlı, farklı olmasından ötürü uygulanan çatı alanları diğer malzemelerle uygulanmış çatı yüzeylerine göre monotonluktan uzak, eğlenceli, merak uyandıran, dinlendirici ve psikolojik açıdan mutluluk verici olmaktadır ve beklenen arzuyu karşılamaktadır.

E: Seçilen bitkiler; yayılan, yüzeyi kaplayan, kısa gövdeli veya gövdesiz bitkiler olduğundan güneşten gelen radyasyonu yüzeyi gölgeledikleri için azaltarak binanın özellikle yazın çok fazla ısınmasını engelleyerek serin kalmasını sağlamaktadır. Bu da binanın enerji tüketimini düşürmesine vesile olmaktadır.

6. SONUÇ

Bitkilendirilmiş çatı sistemi tasarımı için var olan dört yaklaşım analiz edilerek ve çatı sistemleri için genelde söz konusu olan gereksinimler derlenerek, tasarım sürecinde kullanılacak bir kontrol listesi oluşturulmuştur. Oluşturulan “kontrol listesi” örnek bir tasarım çalışmasında kullanılarak,

“kullanılabilirliği” analiz edilmiştir. Analiz çalışması sonucunda, oluşturulan “kontrol listesi” ile ilgili elde edilen bulgular aşağıda sıralanmıştır:

- Kontrol listesi, çatı sisteminin, bitkilendirme sistemi ile bütünsel olarak tasarlanmasına olanak vermektedir.
- Kontrol listesi, tasarım sürecinin farklı alt süreçlerinde, tasarımcıya göz önünde tutulması gereken ölçütleri “hatırlatma” işlevini üstlenecek niteliktedir.
- Kontrol listesi, az deneyime sahip tasarımcıların karmaşık tasarım problemlerinin çözümünde girdiler ile uyumlu sonuçlara ulaşmalarına yardımcı olabilecek niteliktedir.
- Kontrol listesi, tasarımcının, tasarım sürecinde gerçekleştirdiği eylemleri denetleme olanağı tanımakta ve geri/ileri gidişleri kolaylaştırmaktadır.
- Kontrol listesi, tasarımcının sistematik bir şekilde tasarım yapmasına olanak vererek, çevresel etmenler, gereksinimler, sınırlamalar, olanaklar gibi söz konusu olabilecek tüm girdilerin göz önünde tutulmasını sağlamaktadır.
- Kontrol listesi, daha kapsamlı bir araştırma çalışması ile geliştirilebilir ve bir tasarım sürecine dönüştürülerek, bitkilendirilmiş çatı sistemleri tasarımı için bir yaklaşım haline getirilebilir niteliktedir.

KAYNAKLAR

- [1] Snodgrass, E.C., Snodgrass, L.L., 2006. *Green Roof Plants – A Resource and Planting Guide*, Portland,Oregon: Timber Press Inc.
- [2] Weiler, S., Scholz-Barth, K., 2009. *Green Roof Systems – A Guide to the Planning, Design and Construction of Landscapes over Structure*, New Jersey: John Wiley & Sons.
- [3] Gollwitzer, G., Wirsing, W., 1962. *Dachgärten+Dachterassen*, München: Verlag Georg D.W. Callwey.
- [4] Osmundson, T., 1999. *Roof Gardens – History, Design and Construction*, New York: W.W. Norton & Company Inc.
- [5] FLL, 2008. *Richtlinie für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen*, Bonn: FLL Forschungsgesellschaft - Landschaftsentwicklung - Landschaftsbau e.V.
- [6] Dunnett, N., Kingsbury, N., 2008. *Planting Green Roofs and Living Walls*, Portland, Oregon: Timber Press Inc.
- [7] Altun, M.C., 1995. Bitkilendirilmiş Çatılarda Katmanlaşma, İstanbul: *1.İst-Ses-Su Yalıtımı Sempozyum ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, ss.: 132-136.
- [8] Earth Pledge, 2005. *Green Roofs - Ecological Design and Construction*, Atglen, PA: Schiffer Publishing Ltd.
- [9] Werthmann, C., 2007: *Green Roof- A Case Study*, New York: Princeton Architectural Press.
- [10] BRI, 1970. *On the Systematic Method for Selecting Building Materials, Fourth Report – Functional Requirement for Building Elements and Components in Dwellings*, Report No. 58, The Building Research Institute, Ministry of Construction, Japanese Government.