

Yeşil Çatıların Sürdürülebilir Kentler ve Biyoçeşitlilik Üzerine Etkileri

Deniz KARAELMAS¹

H. Burçin HENDEN ŞOLT²

¹Dr. Öğr. Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Ün., Çaycuma Gıda ve Tarım MYO, deniz.karaelmas@beun.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8928-7575

²Doç. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Ün., Alaplı MYO, burcindhenden@hotmail.com, ORCID: 0000-0003-1570-5356

Özet: Küresel ölçekte demografik yoğunlaşmanın kentlerde olduğu bilinen bir gerçektir. Bu durum iklim değişikliği, su ve hava kalitesinde düşme, kentsel ısı adası, enerji tasarrufu gerekliliği, kentsel biyoçeşitlilikte azalma gibi sorunları doğurmaktadır. Kentlerdeki yeşil alanlarda azalmalar görülmektedir. Çağdaş kentsel tasarım ve peyzaj uygulamalarında kullanılan yeşil çatılar iklim değişikliğinin olumsuz etkileri ile mücadelede kullanılan yöntemlerdendir. Bu çalışma sürdürülebilir kentsel yaşamın sağlanabilmesi için yeşil çatıların biyoçeşitlilik üzerine etkisini vurgulamayı amaçlamaktadır. Bu nedenle öncelikle yeşil çatı olgusu farklı boyutlarıyla ele alınmış, sürdürülebilirlik kavramının irdelenmesi yoluyla ilişki irdelenmiştir. Önde gelen kentsel ekolojik sorunlardan biri olan biyoçeşitliliğin azalmasının önüne geçebilmek için yeşil çatıların kullanılması giderek daha sık kullanılmaktadır. Sürdürülebilir kentler yaratılabilir ve yaşam kalitesini artırmak için yeşil çatılar gibi yaklaşımların tasarım süreçlerine dahil edilmesi sadece estetik değil, fonksiyonel faydalar da sağlamaktadır. Yeşil çatılar sürdürülebilirliğin ekonomik, ekolojik ve toplumsal boyutların her birine ayrı katkı sağlayabilmektedir. Kentlerde yeşil çatıların kurulmasının ana nedenlerinden biri yeni yaşam alanlarının yaratılması ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesidir. Tüm bu yönleriyle yeşil çatılar geleceğin kentlerinin daha sürdürülebilir ve yaşanabilir olmasının anahtarlarından biridir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kent Planlama, Peyzaj Planlama, Kentsel Biyoçeşitlilik, Yeşil Çatı

Impacts of Green Roofs on Sustainable Cities and Biodiversity

Abstract: It is a known fact that the global demographic density is in cities. This situation leads to problems such as climate change, decline in water and air quality, urban heat island, the need for energy saving, and reduction in urban biodiversity. Green areas in cities are decreasing. Green roofs are one of the contemporary urban design and landscape applications. It is one of the methods used to combat the negative effects of climate change. This study aims to emphasize the impact of green roofs on biodiversity in order to ensure sustainable urban life. For this reason, firstly, the green roof phenomenon is discussed with its different dimensions and the relationship is examined through the examination of the concept of sustainability. The use of green roofs is increasingly being used to prevent the decline of biodiversity, which is one of the leading urban ecological problems. In order to create sustainable cities and improve the quality of life, the inclusion of approaches such as green roofs in design processes provides not only aesthetic but also functional benefits. Green roofs can contribute to each of the economic, ecological and social dimensions of sustainability. One of the main reasons for installing green roofs in cities is to create new living spaces and support biodiversity. With all these aspects, green roofs are one of the keys to making the cities of the future more sustainable and livable.

Key Words: Sustainable Urban Planning, Landscape Planning, Urban Biodiversity, Green Roof

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun büyük çoğunluğunun kentsel alanlarda yaşadığı bilinmektedir. İklim değişikliği ve yoğun yapılaşmanın; aşırı enerji ve su tüketimi, yeşil alanların hızla azalması, kötü hava kalitesi, kentsel ısı adası etkisi gibi bir dizi çevresel sorunun yanı sıra biyoçeşitliliği de olumsuz etkileyebildiği bilim insanları tarafından ele alınan bir konudur. Coffman ve Waite(2011) yapılı çevrede yeşillendirmeyi artırmanın teşvik edilmesi gerekliliğini vurgulamaktadır. Çözüm olarak ele alınan uygulamalardan biri yeşil çatılardır. Kentleşmiş alanlardaki geçirimsiz yüzeylerin neredeyse yarısı bina çatıdır. Bitkilendirilmiş ya da ekolojik çatı olarak da anılan yeşil çatılar geçirimsiz yüzeylerin toplam alanını azaltmanın umut verici bir yolu olarak ortaya çıkmıştır. Başka bir deyişle yeşil

kentsel alanların arttırılmasına alternatif bir yaklaşımdır (Shao vd., 2021).

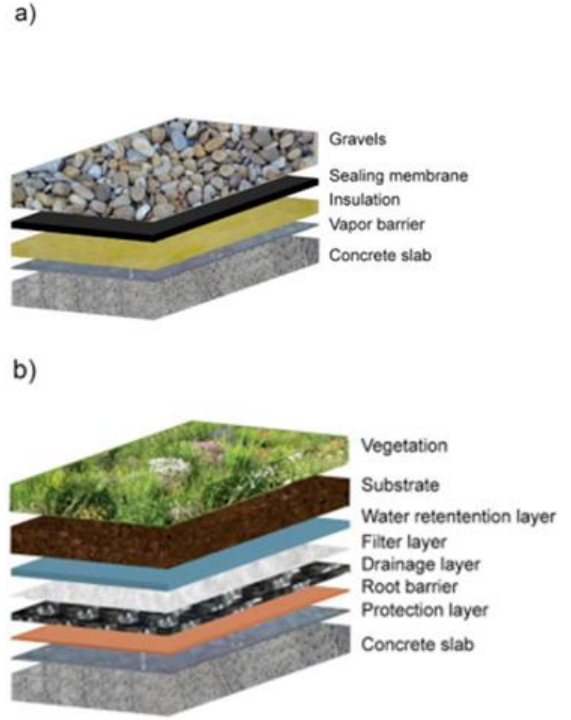
Yeşil çatı sistemleri, çatılara yerleştirilen canlı bitki örtüsüdür. Binanın çatısına bitki dikmek eski bir tekniktir. En ünlü antik yeşil çatılar, M.Ö. 500 civarında inşa edilen Babil'in Asma Bahçeleridir. Son yıllarda iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini giderebilmek adına; geçmişin uygulamalarının teknolojiyle birleşimi sonucunda modern yeşil çatı konseptleri uygulanabilmektedir (Vijayaraghavan, 2016). Yeşil çatılar kentsel ısı adasının azaltılmasına, binanın termal ve çevresel performansının arttırılmasına olumlu katkıda bulunabilir. Bu nedenle sürdürülebilir şehirler yaratmaya yönelik bir girişim olarak da kabul edilebilir (Fabián vd., 2021).

Günümüzde enerji tasarrufu çok önemli bir konudur. Yeşil çatılar bina yalıtımı ve şehirlerdeki kentsel ısı adası etkisinin azaltılması gibi çevresel faydalar sağlayabilmektedir. Yeşil çatıların çatı sıcaklığının düzenlenmesine yardımcı olduğu ve binaların iç ortam sıcaklığını olumlu yönde etkilediği bilinmektedir (Yıldırım, 2023). Avrupa ve Kuzey Amerika'daki bazı kentler biyoçeşitlilik ve yeşil çatılar üzerine araştırma çalışmaları ve hükümet politikaları geliştirmektedir (Hui ve Chan, 2011). Yeşil çatılar kentsel alanlarda ekosistem hizmetleri sağlayabildiğinden (Oberndorfer vd., 2007), dünyadaki birçok ülke bu konuda araştırma, proje ve çalışmalar geliştirmektedir.

Bu çalışma sürdürülebilir kentsel yaşamın sağlanabilmesi bakımından yeşil çatıların biyoçeşitlilik üzerine rolünü vurgulamayı amaçlamaktadır. Şehirlerde yeşil çatıların kurulumu, sürdürülebilir kentsel gelişim için vazgeçilmez olan sağlıklı bir mavi-yeşil altyapı ağının geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır (Miller vd., 2022; Koscikova ve Krivtsov, 2023). Bu nedenle makalede kentsel yaşamın getirdiği sorunların tartışılmasının ardından; yeşil çatıların işlev ve faydaları irdelenmektedir. Francis ve Jensen'e göre (2017) yeşil çatılar ekosisteme hizmet olarak algılanabilmektedir. Çevresel, ekonomik ve sosyal yararlar sağlayarak sürdürülebilir kentsel gelişmeye olumlu etki edebilmektedirler. Bu bağlamda dolaylı anlatımla yeşil çatılar kentsel gelişme stratejilerinden biri olarak ele alınabilecek niteliktedir. Sürdürülebilir kentleşmeye giden yolda kullanılacak yöntemlerden sayılan yeşil çatılar sadece bir uygulama olmanın ötesinde; kentlilerin yaşam kalitesini artıracak nitelik taşımaktadır. Bu nedenle yeşil çatıların kentsel biyoçeşitliliğe olan etkilerinin incelenmesi kentlerin geleceğine olumlu aktarımlar yapabilecektir.

2. YEŞİL ÇATI KAVRAMI

Çatıda yapılan yeşil uygulamaların tamamını kapsayan kavram "bitkilendirilmiş çatı"dır. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerini ayırıcı özellikleriyle tanımlayan ve sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılabilen terimler eko-çatı (ecorooft), yaşayan çatı (living roof), çatı bahçesi (roof garden) ve yeşil çatı (green roof) olarak sıralanabilir (Coffman, 2007). Yeşil çatılar, kent merkezlerinin iklim değişikliğine yanıt vermesine ve kentsel çevre kalitesini iyileştirmesine yardımcı olmak için kullanılacak önemli bir teknoloji ve planlama aracıdır. Yaşayan çatılar veya çatı bahçeleri olarak da adlandırılan yeşil çatılar, özel olarak tasarlanmış bir alt tabakada büyüyen bitki örtüsüne sahip çatılar ve podyumlardır (Kosareo ve Ries, 2007).



Şekil 1. Geleneksel çatı(a) ve Yeşil Çatı(b) da Katmanlar (Brachet vd., 2019)

Yeşil çatı, düz veya eğimli bir çatı üzerinde bitki örtüsünün büyümesi için koşullar sağlayan farklı destekleyici katmanların birleşimidir. Yeşil çatılar 8 katmanlı (Şekil 1) 1)beton levha, 2)koruma katmanı, 3)kök bariyeri, 4)drenaj katmanı , 5)filtre katmanı, 6)su tutma sistem, 7)bir alt tabaka ve 8)bir bitki örtüsü katmanından oluşmaktadır (Raji vd., 2015; Brachet vd., 2019).

Yeşil çatılar, kentsel alanlardaki yeşil alan eksikliği sorununu çözmek için sıklıkla değerli bir çözüm olarak gösterilmektedir. Verimli bir şekilde tasarlanmış ve entegre edilmiş yeşil çatılar modern şehirlerdeki kaybolan yeşil alanların ve yaşam alanlarının yerini alacak geçerli alternatiflerdir. Bu yönleriyle doğayla iç içe yaşam davranışlarını desteklemektedirler (Bates vd., 2013). Kentsel sürdürülebilirliğin önemli unsurlarından biri olan ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanmasında politika üretkenler ve karar alıcıların elinde pek çok araç bulunmaktadır. Yeşil çatı uygulamaları kentlerin ekolojik anlamda sürdürülebilirliğinin sağlanmasında bu şekilde kullanılacak araçların başında gelmektedir (Aras, 2019).

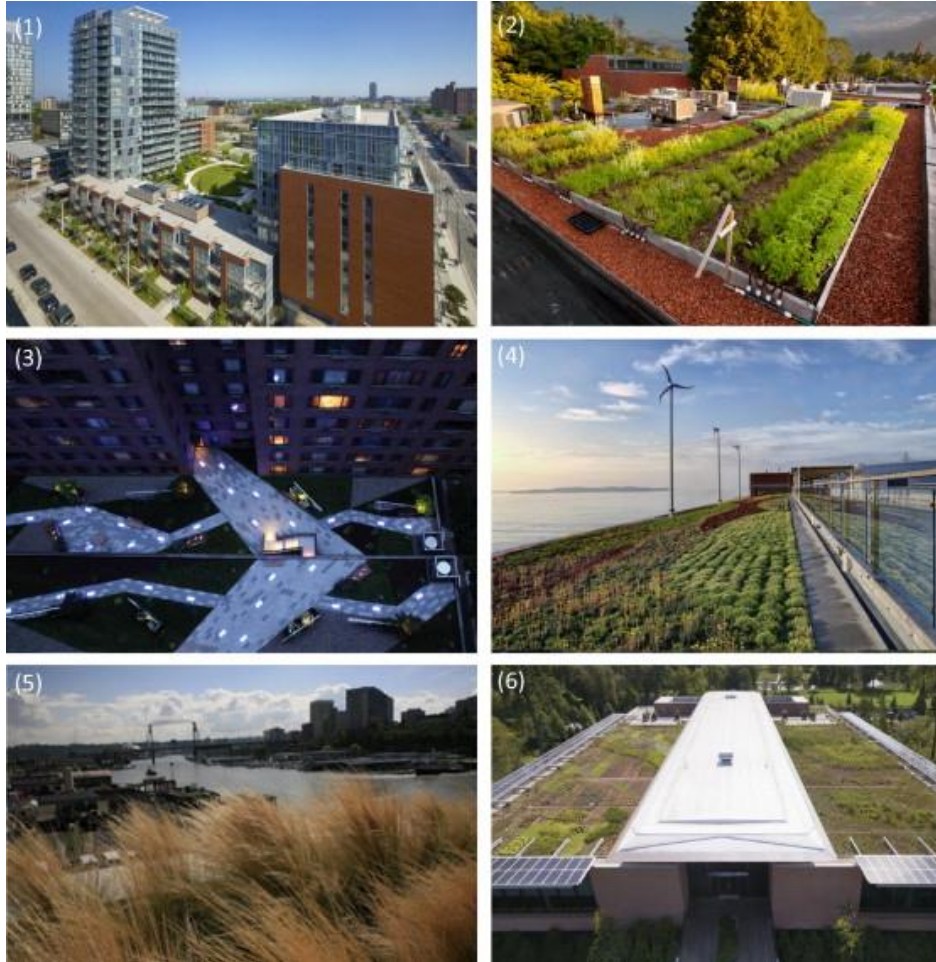
2.1. Geçmişten Bugüne Yeşil Çatılar

Günümüzde gelişmiş kentlerde sıkça rastladığımız çatı bahçeleri, aslında geçmişten gelen ve bugünkü kent koşullarında yeni işlevler kazanan bir mekânsal biçimdir. Farklı ülkelerde yüzyıllardır çeşitli tipte yeşil çatıların kullanılmıştır. Bu durum farklı iklim koşullarında ve bina özelliklerinde doğrulanmış

faidaları olduğunu göstermektedir (Williams vd., 2010; Peri vd., 2012). Yapılan araştırmalarda, çatı bahçesi olgusu yaklaşık M.Ö. 6000 yıllarında yapılan Babil'in Asma Bahçeleri' ne kadar uzandığını göstermektedir (Oberndorfer vd., 2007; Barış vd., 2012). Yeşil çatılar ayrıca eski Mezopotamya'nın zigguratlarında da kullanılmıştır (Berardi vd., 2014). Roma mimarisi de çatı bahçelerini benimsemiştir. Örneğin Gizemler Villası böyle bir entegrasyonu temsil etmektedir. Estetik değeri ve çatı ömrünü iyileştirirken insan faaliyetlerini artıran bir alan örneği sunmaktadır (Köhler vd., 2002). O günkü yapım amaçları sadece doğaya özlem ve tanrının gökyüzündeki katına yaklaşmak ve ona yakın olma felsefesine dayalı olsa da, bugün kentlerin gelişmesinin yarattığı ekolojik sorunların çözümünde oldukça önemli bir yere sahiptir (Barış vd., 2012).

Yaşanabilir alanlar sağlayan yeşil çatılar ilk örneklerini Avrupa'da 1927 yılında Stuttgart ve Frankfurt'ta; Amerika ise Rockefeller merkezinde vermiştir. 1952 yılında Le Corbusier Unité

d'habitation'unu tasarladıktan sonra yeşil çatılar mimarlar tarafından tasarımlarına daha sık dahil edilmiştir (Werthmann, 2007; Aras, 2019). Yeşil çatı uygulamaları Avrupa'da olduğu gibi ABD'de de artış eğilimindedir. Dünyada kaynakların azalması, enerji kaynaklarının pahalı oluşu, bozulan kanalizasyon sistemleri gibi problemler, Avrupa'da yeşil çatı kavramını ve uygulamalarını öne çıkarmıştır. Kuzey Amerika'da da yeşil çatılara ilgi artmaktadır. Sadece Almanya'da 2001 yılı itibariyle yaklaşık on üç buçuk milyon metre kare yeşil çatılı alan oluşturulmuştur (Dawson, 2002; Aras, 2019). Almanya, yeşil çatı uygulamalarını mevzuat ve diğer düzenlemeler ile teşvik etmektedir. Avrupa dışında yeşil çatı uygulamalarında ön planda yer alan ülkelerden biri Japonya'dır. Japonya kentsel ısı adasını azaltmak ve sürdürülebilir binaları teşvik etmek için yeşil çatıları birincil teknoloji olarak göstermektedir. Yeşil çatılara yönelik son dönemdeki ilgi, dünya çapında düzenlenen özel konferanslar, dernekler ve yarışmalarla ortaya konmaktadır (Berardi., 2014) (Şekil 2).



Şekil 2. Yeşil Çatı Görünümleri konut (1,2); ticari (3,4); kurumsal (5,6) (Berardi vd., 2014)

Yeşil çatılar, farklı ülkelerdeki yerel mimaride de sunulmuştur. Örneğin, Kuzey Avrupa ülkelerinden

Norveç'te ısı yalıtımını artırmak için yeşil çatılar kullanmıştır. Modern çağda yüzyıllarca nadir

kullanılan yeşil çatılar, yirminci yüzyılda İsviçreli mimar Le Corbusier tarafından yeniden keşfedilerek modern mimarinin beş noktasına dâhil edilmiştir. Aynı dönemde Amerikalı mimarlar, binalarla doğayı bütünleştirmenin bir yöntemi olarak yeşil çatıları önermişlerdir (Berardi vd., 2014). Almanya'da yeşil çatıların yayıldığı yıllarda Fransa ve İsviçre'de de popülerlik kazanmıştır. Kuzey Amerika'da özellikle Portland bölgesinde, yeşil çatıların çeşitli uygulamaları ortaya çıkmıştır.

2.2. Yeşil Çatıların İşlevleri ve Faydaları

Yeşil çatı sistemleri, kentsel peyzaj üzerindeki estetik etkisinin yanı sıra, çevrenin korunması ve yaşam kalitesi açısından da ek faydalar sağlayabilmektedir. Geleneksel çatı kaplama sistemlerine alternatif olarak, kitlesel kentleşmenin ve insan gelişiminin etkisini azaltan ve daha sürdürülebilir yapıları çevrelerin elde edilmesine yardımcı olan çok sayıda fayda sunarlar (Collier vd., 2013). Çatı katmanlarının sayısını artırarak ısı yalıtımı, kanalizasyon sistemlerinin yükünü azaltmak ve kentsel taşkınları engellemek, binaların ve mahallelerin güzelliğini arttırmak ve dinlenme ve eğlence için bir yer yaratmak, biyolojik çeşitliliği ve hayvan yaşam alanlarını iyileştirmek ve yiyecek üretmek sayılabilir. (Nohorli ve Rafieyan, 2021).

Yeşil çatılar; yağmur suyu yönetimi, binaların enerji tüketiminin azaltılması, su ve hava kalitesinin iyileştirilmesi, gürültü kirliliğinin azaltılması, çatı ömrünün uzatılması, ısı adası etkisinin azaltılması, biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi ve kentsel ortamlarda yeşil alanın artırılması (Oberndorfer vd., 2007; Teemusk ve Mander, 2009; Vijayaraghavan, 2016; Patnaik vd., 2018; Shao vd., 2021) gibi daha belirgin çevresel avantajların yanı sıra çok sayıda ekonomik ve sosyal fayda da sunmaktadır.

Yeşil çatılar inşaat sektöründe enerji tasarrufu açısından cazip bir seçenektir. Binaların termal performansının iyileştirilmesi yoluyla binanın enerji talebi azaltılmaktadır. Yeşil çatıların doğal dış ve iç ortamlar arasında inşa edilmiş bir sınır olduğu göz önüne alındığında, genellikle kentsel alanlarda karayolu, demiryolu ve hava trafiğinden kaynaklanan gürültü kirliliğini azaltmaktadırlar (Vijayaraghavan, 2016). Yeşil çatı hidrolojik döngüsü, hem yağmur suyu yönetimi hem de buharlaşma-terlemenin soğutma etkileri açısından başarılıdır (Koscikova ve Krivtsov, 2023).

3. KENTSEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKTE YEŞİL ÇATILARIN YERİ VE ÖNEMİ

Küresel ölçekte nüfusun kentsel alanlarda yığılması çevresel sorunların tetikleyicisi olmuştur. Bu durum sürdürülebilirlik olgusunu ön plana çıkarmaktadır. Toplumsal, ekonomik ve ekolojik faktörler

sürdürülebilirlik adına oldukça önemlidir. Sürdürülebilir kentler oluşturabilmenin temelinde enerji tasarrufu anlamında etkin, çevre koruma bakımından etkili ve kentlileri bir araya toplayabilecek kamusal alanlar oluşturabilmek adına üretken bir planlama stratejisi yatmaktadır.

Çağımızın önemli sorunlarından biri iklim değişikliğidir. Yoğun kentsel alanlar, kentsel ısı adası, kaynakların tükenmesi, hava ve su kirliliği gibi çevresel sorunların kaynağı olmuştur. Bu nedenle kentlerin planlanmasında sürdürülebilir yaklaşım tercih olmaktan çıkmış; neredeyse zorunluluk haline gelmiştir. Kentsel sürdürülebilirlik için ele alınan uygulamalardan biri de yeşil çatılardır. Joshi ve Teller'a göre (2021) yeşil çatıların kentsel alanlara entegre edilmesi son derece önemlidir. Başka bir deyişle yeşil çatılar geleneksel çatıların sürdürülebilir hale getirilme alternatifleridir. Yaşanabilir kentler yaratma çabasında önemli rol oynayabilecek yeşil çatılar sayesinde sera gazı emisyonları ve sellerin etkisi azalabilecektir. Yağmur sularının toplanması ve kullanılabilmesi projeleri bakımından da yeşil çatılar önemlidir. Sadece bu niteliğiyle bile yeşil çatılar kentsel sürdürülebilirliğe olumlu etkiler yapabilecek güçtedir.

Yeşil çatılar kentlerde çeşitli çevresel faydalar sağlayabilir ve aynı zamanda canlı organizmalar için habitat oluşturarak biyolojik çeşitliliğin artmasına yardımcı olmaktadır. Şu anda, birçok yeşil bina değerlendirme yöntemleri yeşil çatıları arzu edilen sürdürülebilir bir tasarım olarak kabul etmiştir (Hui ve Chan, 2011). Bitkisel yeşil çatıların kurulumu ve bakımı zor olsa da, kentleşmenin olumsuz çevresel etkilerini azaltmak için giderek daha popüler bir yöntem haline geliyorlar. Yeşil çatı geliştirme çalışmalarının çoğu, kuraklığa dayanıklı bir veya birkaç tür dikerek yeşil çatı performansını en üst düzeye çıkarmaya odaklanmıştır. Yeşil çatıları dinamik ekosistemler olarak kabul eden ve tür çeşitliliğini kullanan alternatif bir yaklaşım sunmaktadır (Cook-Patton ve Bauerle, 2012).

Farklı şehirler, yeni binalarda en azından kısmen bitkilendirilmiş çatıların uygulanması yasaını kabul etmiştir. Utrecht, 316 tanesini kurarak yeşil otobüs duraklarını uygulayan ilk şehir olmuştur. Hollanda'nın farklı şehirleri (Haarlem, Gouda, Apeldoorn, Woerden, Wageningen), Almanya'nın Leipzig ve İsveç'in Helsingborg ve Malmö'sü bu trendi takip etmektedir. Birleşik Krallık'ta Leicester, otobüs duraklarına 30 durakta yeşil çatı kurmuştur; Milton Keynes, Manchester, Newcastle, Cardiff, Oxford ve Brighton da bazı otobüs duraklarına yeşil çatılar yerleştirmiştir (Koscikova ve Krivtsov, 2023) (Şekil 3).



Şekil 3. Şehirler arası yeşil otobüs durakları: (a) Utrecht (b) Leicester (c) Manchester (d) Milton Keynes (Koscikova ve Krivtsov, 2023)

4.YEŞİL ÇATILARIN KENTSEL BİYOÇEŞİTLİLİĞİ DESTEKLEMEDEKİ ROLÜ

Sürdürülebilir kentlerin var olabileme koşullarından biri ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanabilmesidir. Bu bağlamda biyolojik çeşitlilik oldukça önemlidir. Biyolojik çeşitlilik kavramı, hayvan, bitki, mikroorganizma ve mantarları ve de aralarındaki ilişkileri kapsamaktadır(Uslu ve Shakouri, 2013).

Kentleşmenin olumsuz etkilerinden biri de çevre sorunlarıdır. Fenoglio ve arkadaşları (2020) plansız kentsel büyümenin çeşitli organizma gruplarının biyolojik çeşitliliğinin kaybına yol açtığını belirtmektedir. Bu sorunun çözümüne yönelik uygulamalardan biri de yeşil çatılardır.

Yeşil çatılar; binaların çatılarının hareketsiz yüzeylerinin bitki topluluklarını ve bunlarla ilişkili faunayı destekleyebilecek ekolojik nişlere dönüştürülmesini ifade eder (Brenneisen, 2006). Yeşil çatıların kentsel alanlarda sağladığı çevresel faydalar arasında binaların enerji verimliliğinin artırılması, yağmur suyunun tutulması, hava kirliliğinin ve ısı adası etkisinin azaltılması yer almaktadır (Oberndorfer vd., 2007). Bu nedenle yeşil çatılar, kentsel alanlarda potansiyel bir çözümdür. İklim değişikliği ve yeşil alan eksikliğiyle karşı karşıya olan şehirlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlamaktadır (Fabian vd., 2021). Bitkilendirilmiş çatılar olarak da adlandırılabilen yeşil çatıların kent ekosistemine sağlayabileceği toplumsal, ekonomik, psikolojik ve ekolojik faydalardan bazıları şu şekilde sıralanabilmektedir:

- ✓ Kentsel ısı adası etkisi, kentsel hava kirliliği, bina enerji tüketimi, yağmur suyu akışı ve gürültü kirliliğinin azaltılması,
- ✓ Çatı malzemelerinin ömrünün uzatılması,
- ✓ Kentsel doğa koşullarının iyileştirilmesi,
- ✓ Kentsel estetik ve konfor değerinin artırılması
- ✓ Binalardaki elektromanyetik radyasyonu önemli seviyede bertaraf edilmesi
- ✓ Ağaçlar ve bitkilere bakılarak streste azalma, psikolojiye pozitif etki sağlanması
- ✓ Kentsel tarım ve gıda üretimi için alan yaratılabilmesi (Berardi vd., 2014, Oberndorfer vd., 2007 , Karaosman, 2005).

Kentsel alanlarda yeşil çatıların kurulmasının ana nedenlerinden biri yeni yaşam alanlarının yaratılması ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesidir. Gonsalves ve arkadaşları(2022) kentlerdeki böcekler ve diğer omurgasız biyolojik çeşitliliği de dâhil olmak üzere yerel biyolojik çeşitliliğin korunmasının kritik öneme sahip olduğunu vurgulamaktadır. Araştırmalar, yeşil çatıların çok yıllık otsu bitkiler, sulu meyveler, yerli türler, kır çiçeği türleri gibi çeşitli flora türlerini ve kuşlar, kelebekler ve eklembacaklılar gibi faunayı desteklediğini göstermektedir (Vasl vd., 2017; Joshi ve Teller, 2021).

5.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Dünya genelinde kentlerdeki yoğunlaşmanın getirdiği sorunlara üretilebilecek çözüm önerileri farklı boyutlarıyla ele alınmaktadır. Kentlerin sürdürülebilir geleceği için var olan biyoçeşitliliğin korunabilmesi hayati önem taşımaktadır. Başka bir deyişle; kentsel yaşam kalitesini artıracak güncel yaklaşımların aynı zamanda sürdürülebilir kentlere destek oluşturması gerekmektedir. Kentler, içinde yaşayan insan, hayvan, bitki ve mikroorganizmalarla bir bütündür. Bu oluşumun kendine has niteliklerinin gelecek kuşaklara taşınabilmesi çevresel sürdürülebilirlik bakımından ön planda tutulmalıdır.

Son yıllarda kentler iklim değişikliğinin yarattığı problemlerin hem nedeni hem de kurbanı olmaktadır. Yeşil çatı uygulamaları bahsedilen olumsuz etkileri azaltabilecek etkiler yaratabilmektedir. Yeşil çatılar sadece bitkilendirme yapılması boyutuna indirgenmemelidir. Çünkü yeşil çatıların kentsel sürdürülebilirlik adına fauna ve flora olumlu katkıları vardır. Bunun yanı sıra bitkilendirmenin çatılara taşınabilmesi kent genelinde farklı yeşil alan kullanımlarına ayrı yer açabilmektedir. Kentlilerin bir araya gelebileceği kentsel mekanların oluşumunun sosyokültürel gelişime etkisi yadsınamaz. Hava kalitesinin artması çevresel katkı sağlamanın yanı sıra halk sağlığı bakımından da olumludur. Ayrıca kentsel estetik ve kentsel tasarım bakımından da kentli ve kent ilişkisini güçlendirebilecek niteliktedir. Kentsel yeşil alanların yeşil çatılar dolayısıyla artması kent imajına da pozitif etki sağlayabilecektir. Yeşil çatılar dolayısıyla kentsel gelişimin çağdaş stratejilere yer verdiğinin algılanması kentlilerdeki olumlu tavrı da artıracak; katılım isteğine olumlu etki yaratabilecektir.

KAYNAKÇA

Aras, B. (2019). Kentsel sürdürülebilirlik kapsamında yeşil çatı uygulamaları. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(1), 469-504.

Barış, M., Shakouri, N., Zolnoun, S. (2012). Yeşil çatılar :Ankara Ankamall alışveriş merkezi yeşil çatı proje önerisi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 33-44.

Bates, A. J., Sadler, J. P., Mackay, R. (2013). Vegetation development over four years on two green roofs in the UK. *Urban forestry & urban greening*, 12(1), 98-108.

Berardi, U., GhaffarianHoseini, A., GhaffarianHoseini, A. (2014). State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. *Applied energy*, 115, 411-428.

Brachet, A., Schiopu, N., Clergeau, P. (2019). Biodiversity impact assessment of building's roofs based on Life Cycle Assessment methods. *Building and Environment*, 158, 133-144.

Brenneisen, S., (2006). Space for urban wildlife: designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban Habit*. 4, 27-36.

Coffman, R., Waite, T. (2011). Vegetated roofs as reconciled habitats: rapid assays beyond mere species counts, *Urban Habitats*, Volume 6, July.

Cofman, R. (2007). *Vegetated Roof Systems: Design, Productivity, Retention, Habitat and Sustainability In Green Roof And Ecoroof Technology*, PhD Thesis, The Ohio State University, Ohio, USA.

Collier, M.J., Nedovic-Budic, Z., Aerts, J., Connop, S., Foley, D., Foley, K., Newport, D., McQuaid, S., Slaev, A., Verburg, P., (2013). Transitioning to resilience and sustainability in urban communities. *Cities*, 32.

Cook-Patton, S. C., Bauerle, T. L. (2012). Potential benefits of plant diversity on vegetated roofs: A literature review. *Journal of environmental management*, 106, 85-92.

Dawson, D. (2002). *National Geographic News*. http://news.nationalgeographic.com/news/2002/11/115_021115_GreenRoofs.html, (29.05.2017).

Fabián, D., González, E., Domínguez, M. V. S., Salvo, A., & Fenoglio, M. S. (2021). Towards the design of biodiverse green roofs in Argentina: Assessing key elements for different functional groups of arthropods. *Urban For. Urban Green*. 61.

Fenoglio, M. S., Rossetti, M. R., Videla, M. (2020). Negative effects of urbanization on terrestrial arthropod communities: A meta-analysis. *Global Ecology and Biogeography*, 29(8), 1412-1429.

Francis, L. F. M., Jensen, M. B. (2017). Benefits of green roofs: a systematic review of the evidence for three ecosystem services. *Urban For Urban Green* 28: 167-176.

Hui, S. C. M., Chan, K. L. (2011). Biodiversity assessment of green roofs for green building. In *Invited paper for the Hainan China World Green Roof Conference*, Vol. 18, p. 21.

Hui, S. C., Chan, K. L. (2011). Biodiversity assessment of green roofs for green building design. In *Proceedings of Joint Symposium 2011 on Integrated Building Design in the New Era of Sustainability*

Joshi, M. Y., Teller, J. (2021). Urban integration of green roofs: Current challenges and perspectives. *Sustainability*, 13(22).

Karaosman, S. (2005). Çatı bahçelerinin Ekolojik Yönden Değerlendirilmesi, 2.Ulusal Çatı Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu

Kosareo, L., Ries, R. (2007). Comparative environmental life cycle assessment of green roofs. *Building and environment*, 42(7), 2606-2613.,

Koscikova, Z., Krivtsov, V. (2023). Environmental and Social Benefits of Extensive Green Roofs Applied on Bus Shelters in Edinburgh. *Land*, 12(10), 1831.

Köhler, M., Schmidt, M., Wilhelm Grimme, F., Laar, M., Lúcia de Assunção Paiva, V., Tavares, S. (2002). Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics—far beyond the aesthetics. *Environmental management and health*, 13(4), 382-391.

Miller, K., Krivtsov, V., Cohen, L. (2022). Inventory of Green Roofs Within Edinburgh, Scotland. In *CIGOS 2021, Emerging Technologies and Applications for Green Infrastructure: Proceedings of the 6th International Conference on Geotechnics, Civil Engineering and Structures*, p: 1345-1353.

Nohorli, A., Rafieyan, O. (2021). Prioritize and analyze barriers for rooftop greening in Tabriz, Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 23.

- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., Rowe, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. *BioScience*, 57(10), 823-833.
- Patnaik, B., Seshadri, S., Mathewos, E., & Gebreyesus, T. (2018). Impact of green roofs on urban living. *International Journal of Current Engineering and Technology*, 8(6), 4.
- Peri, G., Traverso, M., Finkbeiner, M., Rizzo, G. (2012). The cost of green roofs disposal in a life cycle perspective: Covering the gap. *Energy*, 48(1), 406-414.
- Raji, B., Tenpierik, M. J., Van Den Dobbelsteen, A. (2015). The impact of greening systems on building energy performance: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 610-623.
- Shao, H., Song, P., Mu, B., Tian, G., Chen, Q., He, R., & Kim, G. (2021). Assessing city-scale green roof development potential using Unmanned Aerial Vehicle (UAV) imagery. *Urban forestry & urban greening*, 57.
- Teemusk, A., Mander, Ü. (2009). Greenroof potential to reduce temperature fluctuations of a roof membrane: a case study from Estonia. *Building and Environment*, 44(3), 643-650.
- Uslu, A., Shakouri, N. (2013). Kentsel Peyzajda Yeşil Altyapı ve Biyolojik Çeşitliliği Destekleyecek Olanaklar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* (1), 46-50.
- Vijayaraghavan, K. (2016). Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and sustainable energy reviews*, 57, 740-752.
- Werthmann, C. (2007). *Green Roof – A Case Study: Michael Van Valkenburgh Associates' Design For The Headquarters of The American Society of Landscape Architects*, New York: Princeton Architectural Press.
- Williams, N. S., Rayner, J. P., & Raynor, K. J. (2010). Green roofs for a wide brown land: Opportunities and barriers for rooftop greening in Australia. *Urban forestry & urban greening*, 9(3), 245-251.
- Yıldırım, S. (2023). *Green Roofs, Vegetation Types, Impact On The Thermal Effectiveness: An Experimental Study In Nicosia, Cyprus*. Near East University Institute Of Graduate Studies Department Of Architecture.p:156.
- Gonsalves, S., Starry, O., Szallies, A., Brenneisen, S. (2022). The effect of urban green roof design on beetle biodiversity. *Urban Ecosystems*, 25(1), 205-219.
- Vasl, A., Shalom, H., Kadas, G. J., & Blaustein, L. (2017). Sedum Annual plant interactions on green roofs: Facilitation, competition and exclusion. *Ecological engineering*, 108, 318-329.