

KENTSEL ALANLARDA İKLİME UYUMLU PEYZAJ TASARIM YAKLAŞIMLARI VE STRATEJİLER

Habibe ACAR¹, Aysel YAVUZ²

^{1,2} Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Trabzon

Öz

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de nüfusun büyük çoğunluğunun kent merkezlerinde yaşıyor olması kentsel alanlar üzerinde yoğun bir insan baskısına sebep olmaktadır. İnsanların yaşamsal ihtiyaçlarının (barınma, iş, eğitim, sağlık, sosyal yaşam vb.) gereği olarak ortaya çıkan bu baskılar kentsel alanlarda yapı yoğunluğunun artmasına, arazi formunun değişmesine ve iklimin değişmesine neden olmaktadır. İklimin değişmesi hem açık mekanların hem de kapalı mekanların tasarımında yeni stratejilerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu stratejilerle oluşturulacak planlama ve tasarım kararları ve çözümleri bugün olduğu kadar gelecekte de bu değişimlerin etkilerinin öngörüldüğü senaryolarla ilişkilendirilmelidir.

Bu bakış açısıyla "Geleceğin iklim senaryolarına hazırlıklı, sürdürülebilir, dirençli, kentsel peyzajlar oluşturmak için hangi parametreler önemlidir?", "Başarılı uygulama örnekleri hangi yönleri ile öne çıkmaktadır?" soruları araştırmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır. Araştırma, "Kentlerimizi geleceğin iklim senaryolarına hazırlamak için peyzaj tasarımı stratejileri neler olmalıdır?" sorusuna odaklanmaktadır. Bu kapsamda iklim değişiminin hangi parametreleri etkilediği ve etkilerin kentsel peyzaj alanlarına yansımaları kuramsal olarak literatür bilgileri ile açıklanmıştır. Bu bilgiler ışığında kentsel alanlarda yapılacak peyzaj tasarımı uygulamalarında düşünülmesi gereken tasarım stratejileri ve çözüm önerileri ortaya konulmuştur. Sonuçta teorik ve pratik çerçevede yapılan değerlendirmelerle iklim senaryolarına hazırlıklı kentsel peyzaj uygulamaları ile ilgili öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dirençli kent, iklim değişimi, peyzaj tasarımı, kentsel peyzaj

CLIMATE ADAPTABLE LANDSCAPE DESIGN APPROACHES AND STRATEGIES IN URBAN AREAS

Abstract

The fact that most of the population lives in urban centres in Turkey, as in the world, leads to an intensive human pressure on urban areas. These pressures, which arise as a requirement of people's vital needs (shelter, job, education, health, social life, etc.), cause increases in the density of buildings in urban areas and changes in landform and climate. Climate change necessitates the development of new strategies in the design of both indoor and outdoor spaces. Planning and design decisions and solutions to be developed with these strategies should be associated with the scenarios where the effects of these changes are foreseen in the future as well as today.

From this point of view, the starting point of this research is "Which parameters are important for creating sustainable and resilient urban landscapes ready for future climate scenarios?" and "Which aspects of successful examples stand out?". The research focuses on the question "What should be the landscape design strategies to prepare our cities for future climate scenarios?". In this context, the parameters that climate change affects and the reflections of the effects on urban landscape areas are explained theoretically with the existing literature information. In the light of this information, the design strategies and solution proposals that should be considered in landscape design applications in urban areas are explained. In conclusion, suggestions have been developed for climate adaptable urban landscape applications based on theoretical and practical evaluations.

Keywords: Resilient city, climate change, landscape design, urban landscape

1. Giriş

Dünyada nüfusun büyük çoğunluğunun yaşadığı şehirler, küresel ısınmanın temel nedenini oluşturan sera gazı emisyonlarının ana kaynağını oluşturdukları için iklim eylemlerinde kritik öneme sahiptir (Pee ve Pan 2022). 13 Eylül 2022'de Cenevre'de yayınlanan "United in Science" raporu, sera gazı konsantrasyonlarının rekor seviyelere yükselmeye devam ettiğini ve iklim değişikliğinin şehirlerdeki etkilerini göstermektedir. Kentsel İklim Değişikliği Araştırma Ağı tarafından yapılan analizden alınan iklim değişikliğinin şehirlerdeki

etkilerini vurgulayan rapor ayrıca küresel sıcaklıklara, iklim tahminlerine ve devrilme noktalarına, aşırı hava etkilerine ve erken uyarı sistemine odaklanmaktadır (URL1 2022).

Günümüzde birçok şehir, küresel ısınmanın yıkıcı etkilerini sıcak hava dalgalarından kasırgalara ve sellere kadar doğrudan yaşamaktadır. Sıfır emisyonu doğru yolculuk, iklim şoklarının yanı sıra şehirlerin karşılaşması gereken enerji şoklarını atlatmak için esnek kentleşmeyi gerektirmektedir (Pee ve Pan 2022). Küresel nüfusun %55'ine veya 4.2 milyar insana ev sahipliği yapan şehirler, insan kaynaklı

emisyonların %70'ine kadar sorumludur. Şehirler aynı zamanda diğer önemli risklerin yanı sıra artan şiddetli yağış, hızlanan deniz seviyesi yükselmesi, kıyı seli ve aşırı sıcak gibi iklim değişikliğinin etkilerine karşı da oldukça savunmasız durumdadır. Bu etkiler sosyoekonomik zorlukları ve eşitsizlikleri daha da kötüleştirmektedir. Küresel olarak, 2050'li yıllara gelindiğinde, 970'ten fazla şehirde yaşayan 1.6 milyardan fazla insanın, düzenli olarak en az 35°C'ye (95°F) ulaşan 3 aylık ortalama sıcaklıklara maruz kalacağı beklenmektedir (URL1 2022).

İklimlerin değişmesinin temel nedeni küresel ısınma olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel ısınma atmosferde sera gazı adı verilen gazların miktarının artmasıyla gerçekleşmektedir. Sera gazlarının, en bilineni karbondioksit (CO₂), daha az bilinenleri ise metan (CH₄), diazot monoksit (N₂O), ozon (O₃), hidroflorokarbonlar (HFC), perflorokarbonlar (PFC), kükürtheksaflorid (SF₆) ve su buharıdır (H₂O). Sera gazları güneşten gelen ışınların dünyaya ulaşmasını engellemekte, buna karşın güneş ışınlarıyla ısınan yüzeylerden karasal ışıma ile atmosfere yayılan kızılötesi ışığın atmosferi geçerek uzaya yayılmasını engellemektedir. Kızılötesi ışınların sıcaklıkları arttırma özelliği olduğundan atmosferin alt tabakaları ile yeryüzündeki sıcaklıklar artmaktadır. Bu olay bir bakıma bitki yetiştirmede kullanılan seralara benzediği için, sera etkisi olarak adlandırılmaktadır. Bu olayın etkisi ile son yüzyılda dünyanın ortalama sıcaklığı 0.74 C° kadar artmıştır (Tolunay 2011).

Şehirlerde gözlenen yüksek yüzey sıcaklıklarının nedenlerinden biri kentsel yüzeylerin çoğuna uygulanan malzemelerin düşük albedosunun güneş radyasyonunun emilimini arttırmasıdır. Oluşan yüksek hava sıcaklıkları, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olan dış mekan termal konfor koşullarını kötüleştirmekle kalmamakta, aynı zamanda soğutma için enerji tüketimini arttırır ve sıcak iklim koşullarında elektrik talebinde artışlara

neden olmaktadır (Croce ve Vettorato 2021). Atmosferdeki sera gazlarının artmasının bir diğer nedeni ise enerji üretiminde kullanılan fosil yakıtlardır. Diğer faktörler, endüstri tesisleri, ormansızlaşma, tarım, konutlar ve atıklar şeklinde sıralanabilir. Bu nedenle sadece fosil yakıt kullanımından kaynaklanan karbon salımını tamamen durdurarak, "sıfır karbon" hedefine ulaşmak da küresel ısınmayı azaltmak için yeterli değildir. Bunun yanında ormansızlaşmadan, pirinç üretimi gibi tarımsal uygulamalardan, hayvancılıktan ya da atıklardan kaynaklanan sera gazı salımlarını da azaltmak gerekmektedir. Ayrıca atmosferdeki sera gazı miktarlarının kısa sürede düşmesi mümkün olmadığından düşünülen girişimler yapılsa bile dünya bir süre daha ısınmaya devam edecektir. Dolayısıyla, sanayi, inşaat, ekonomi, ulaştırma, tarım, turizm, ormancılık ve diğer bütün sektörlerin iklim değişikliğini azaltma ve iklim değişikliğine uyum için çalışmalar yapması gerektiği görülmektedir (Tolunay 2011). Bu bağlamda kentsel sistemlerin kırılabilirliğinin derecesini ve bir kentsel sistemin meydana gelen hem ani hem de yavaş değişikliklere uyum sağlayıp sağlayamayacağını tanımlamak için kentsel çalışmalarda "dirençli şehir" kavramı öne çıkmıştır (Eraydın ve Özatağan 2021).

Dirençli kentleşme, şehirlerin küresel ısınma nedeniyle iklim şoklarını ve yeşil enerjiye geçişten kaynaklanan enerji şoklarını emme, toparlanma ve geleceğe hazır olma yeteneklerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Birçok şehir, yükselen deniz seviyelerine karşı kırılabilirliği azaltmak, yükselen sıcaklıklara uyum sağlamak ve hava kirliliğini kontrol etmek için altyapılara yatırım yapmaktadır (Pee ve Pan 2022). Geline nokta da ayrıca kamu desteği, iklim değişikliğinin artan etkilerini ele almak için gereken iklim adaptasyon politikalarının politik ve sosyal kabulünü teşvik etmek için kritik önem arz etmektedir. Topluluk düzeyinde iletişim ve katılım eksikliği, iklim planlamasına yönelik kamu desteğini

olumsuz yönde etkilemektedir. İletişim, ilk katılım biçimi olarak, ilgi yaratmak, bilgi sağlamak ve iklim değişikliği hakkında fikir ve bilgi alışverişini teşvik etmek için gereklidir. Sanat ve beşeri bilimlerdeki yaratıcı uygulamalar, topluma yeni temsil biçimleri ve duygusal deneyimler sunarak farkındalık oluşturabilirler. Ayrıca, peyzaj mimarları, planlamacılar ve sanatçılar, iklim değişikliği iletişimini yerel peyzaj ve yer temelli deneyimlere dayandırarak halkın katılımına ve konunun canlı tutulmasına katkıda bulunabilirler (Aragón ve ark. 2019).

1.1. İklim değişikliği ve peyzaj mimarlığı

İklim değişikliği dünyanın karşı karşıya kaldığı en büyük çevre sorunlarından biri olarak yaşamları tehdit etmektedir. İklim değişikliği ile mücadele ve uyum kapsamında bir başlangıç noktası olarak; İklim değişikliği nedir?, Nasıl ve neden oldu?, Süreç nasıl başladı? ve Süreç yönetimi nasıl olmalıdır? soruları önem kazanmaktadır. Doğal dengenin insan kaynaklı faaliyetlerden dolayı bozulmasının başlangıcı, sanayi devrimi ve bunun beraberinde getirdiği kentleşme olgusu ile ortaya çıkmıştır. Süreç başlangıçta ekonomik verimlilik arayışı ile ortaya çıkmıştır. Geldiğimiz noktada ise dünya nüfusunun kentlerde yaşayan oranlarına bakıldığında; 1980 yılında, dünya çapında 1,731 milyar insan, yani dünya nüfusunun %39'unun şehirlerde yaşadığı, 2015 yılında bu sayının 3,968 milyara (%54) yükseldiği görülmüştür. Bundan sora, dünya nüfusunun kentsel payının 2050 yılına kadar 6,419 milyara (% 66) yükseleceği tahmin edilmektedir (URL 2 2016).

İklim değişikliği tüm karasal ve sucul ekosistemleri, tüm yaşam alanlarını ve kentlerimizi etkilemekte ve önemli risklerle karşı karşıya bırakmaktadır. Dolayısıyla iklim değişikliği ve kentler arasında karşılıklı bir ilişki olduğunu söylemek mümkündür. Çobanyılmaz ve Yüksel (2014)

kentlerin bir yandan sahip oldukları faaliyetler nedeni ile doğal çevre ve iklim değişikliği üzerinde ciddi etkilere sahip olduğunu öte yandan iklim değişikliği sonucunda meydana gelmesi beklenen olayların kentleri meydana getiren sistemlerin varlığını tehdit ettiğini belirtmiştir.

İklim değişikliğinin etkileri ile; sıcaklıklar artmakta, denizlerdeki su seviyesi yükselmekte, okyanus asitlenmekte, su döngüsünde değişiklikler meydana gelmekte, ekstrem koşullar oluşmakta ve termal konfor koşulları olumsuz etkilenmektedir (URL 3 2009). Günümüzde birçok şehir, küresel ısınmanın bu yıkıcı etkilerini sıcak hava dalgalarından kasırgalara ve sellere kadar doğrudan yaşamaktadır. Mart ve Nisan 2019'da Mozambik'i vuran siklonlarda toplam 700 kişi hayatını kaybetmiş, Dünya Meteoroloji Örgütü bugüne kadar aynı mevsimde aynı ülkeyi iki kere vuran bu kadar yoğun siklonların kaydedilmediğini belirtmiştir (URL 4 2019) 16 Temmuz 2021'de Hollanda'nın Brommelen kasabasında yaşanan sel felaketi de bu olaylara örnektir (URL 5 2022).

Bu noktada kentsel sistemlerin ve onların şekillendirdiği kentsel mekanların iklim değişikliğine uyum sağlaması ve planlama, yönetim, politika vb. kararların bu değişikliğin kent üzerindeki etkileri göz önünde bulundurularak verilmesi gerekmektedir. Başka bir ifade ile yaşanan bu ve benzeri olaylar bizlere iklim değişikliğiyle ilgili görüşleri derinleştirmek, dirençliliğin ötesine geçmek ve şehirlerin sosyal, kültürel, ekonomik ve mekansal yönlerini de dirençlilik çerçevesine peyzaj mimarlığı disiplini içerisine dahil etmek gerektiğini göstermektedir. Bu bakış açısıyla Uluslararası Peyzaj Mimarları Federasyonu (IFLA-International Federation of Landscape Architects) Birleşmiş Milletler'in (BM) İklim Değişikliği girişimlerini desteklemek için 2019'da İklim ve Biyoçeşitlilik Acil Durumu ilan etmiştir. Bu karar, IFLA'nın tüm operasyonlarını ve IFLA'nın çalışma gruplarının

çalışmalarını etkilemiştir. Örneğin, IFLA'nın iklim değişikliği çalışma grubu, Sürdürülebilir Gelişim Hedefleri Rehberindeki 13. başlık olan "iklim eylemi"nin teşvik edilmesinde ve bunu IFLA üyesi derneklerin ve bölgelerin alabileceği olumlu eylemlere ilişkin yönlendirmelerle takip edilmesinde etkili olmuştur (IFLA Europe 2022).

Amerika Peyzaj Mimarlığı Topluluğu (ASLA- American Society of Landscape Architects) 2021 yılında İskoçya'nın Glasgow kentinde toplanan BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) 26. Taraflar Konferansı'nda (COP26) IFLA İklim Eylemi Taahhüdü'nün imzacısı olmuştur. Bu Taahhüt, 77 ülkede 70.000 peyzaj mimarı tarafından desteklenmektedir. ASLA İklim Eylem Planı, IFLA İklim Eylemi Taahhüdü'nün üç hedefi ve altı girişimine dayanmaktadır. ASLA, bu eylem planı ile dünya çapındaki diğer peyzaj mimarlarıyla uyum sağlamayı ve olumlu değişim yaratmak için kolektif kapasiteyi güçlendirmeyi hedeflemektedir (ASLA 2022). Ülkemizde de TMMOB Peyzaj Mimarları Odası ile T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı arasında Peyzaj Tabanlı Şehircilik Araştırma ve Geliştirme Raporu hazırlanması konusunda "Peyzaj Tabanlı Şehircilik Rehberi" hazırlanmasına yönelik iş birliği protokolü imzalanmıştır (URL 6 2022). Uluslararası ölçekteki ortak kararlar ve işbirliklerinin yanında ulusal ölçekteki hedeflere ilişkin düzenlemeler ve yerel yönetimlerin bu hedefleri destekleyen ve hizmet ürettikleri kentlerin değerleri ile ilgili stratejileri ile geleceğe yönelik projeksiyonlar geliştirilmelidir. Bu kapsamda yerel yönetimler eylem planları oluşturmakta ve yerel çözümler üretmektedirler.

Bunların yanında toplum düzeyinde katılımı sağlamak ve bilinç oluşturmak amaçlı faaliyetler de konunun önemine, canlı tutulmasına katkı sağlamaktadır. Kamusal yaşam ve iklim değişikliği enstalasyonları buna örnek olarak verilebilir. İzleyicinin duyularını yükselterek bir tepki

uyandırmak için tasarlanan kamusal sanat enstalasyonları, farklı izleyiciler için fiziksel, duygusal ve entelektüel olarak erişilebilir deneyimler yaratabilir. Mekana özgü kamusal sanat gibi, peyzaj enstalasyonları da bir yerin fiziksel nitelikleriyle derinden bağlantılıdır, bir yere doğrudan yanıt verir ve bir yerin yorumlanmasını sağlar. Bu nedenle, peyzajın geçici unsurlarıyla etkileşime girebilir, dinamik alan ilişkilerini ortaya çıkarabilir ve ekolojik ve kentleşme süreçlerini okunabilir hale getirebilirler. Bu noktada peyzaj enstalasyonları, bilimsel bilginin bir çevirisi olarak temsile odaklanan iklim değişikliğine dikkat çeken sanat eserleri arasında yer almaktadır (Aragón ve ark. 2019).

1.2. İklim değişikliği ve peyzaj tasarımı

Tarihsel süreç içinde de bakıldığında antik çağlardan beri şehirler, savaşlar ve çevresel felaketlerden dolayı her zaman tehlike altında olmuştur. Bu açıdan günümüzde de sıklıkla konuştuğumuz dirençlilik kavramı, örneğin 2. yüzyıldaki Roma medeniyetinde olduğu gibi, mimarlık tarihinde de kök salmıştır. Roma döneminde karşımıza çıkan dirençli mimarlık, dönemin siyasi erklerinin gücünü göstermek üzere yapıların da uzun ömürlü ve dirençli bir biçimde inşa edilmesine dayanmaktaydı. Romalı Vitruvius, temel mimari özellikleri belirttiği ve iklimsel düşünme geleneğini tartışan MÖ 1. yüzyıla ait 'Mimarlık Üzerine On Kitap' adlı kitabıyla, çeşitli iklimsel etkilere göre kentlerin ve tek tek binaların yerleşimini, tasarım kuralları ve ilkelerini anlatmıştır. Vitruvius, iyi bir mimarın ödün verilmemesi gereken üç kriterini; kullanılabilirlik, sağlamlık ve güzellik olarak ifade etmektedir. Başka bir ifadeyle bir yapı ya da uygulamalar dış şoklara karşı dirençli, estetik açıdan hoş ve işlevsel olmalıdır.

Kentsel alanlardaki peyzaj tasarım uygulamaları iklim değişikliğinin etkilerine bağlı olarak olumlu ya da olumsuz etkilere neden olmaktadır. Kentsel



peyzaj alanları, insan konforunu, hava kalitesini ve enerji tüketimini etkilemektedir. Kentsel iklim, arazi kullanımı, yapı geometrisi ve yapı malzemeleri gibi faktörlere bağlıdır. Bu nedenle kentsel iklim, büyük ölçüde, yerel iklimin insan tarafından değiştirilmesinin bir sonucudur. Dolayısıyla kentsel peyzajın yarattığı sıcaklık, rüzgar ve nemdeki hızlı değişimler, insanların konfor ve sağlığını, enerji tüketimini ve hava kalitesini etkilemektedir (Eliasson 2000).

İklim koşulları ile birlikte kentsel yüzeyler de kentsel alanlardaki yaşam kalitesini ve çevresel koşulları önemli ölçüde etkilemektedir. Doğal, geçirgen yüzeylerin azlığı, kentsel alanlardaki önemli hava sıcaklığı artışına ve kentsel ısı adası etkisinin artmasına neden olmaktadır (Croce ve Vettorato 2021). Geçirimsiz yüzeyler ve iklim değişikliğinin neden olduğu yağışlardaki artış, kentsel havza ekosistemleri için önemli zorluklar oluşturmaktadır. Bu koşullar, sel olaylarının sık sık ortaya çıkması ve yüzey akışının hızlı bir şekilde artması da dahil olmak üzere kentsel hidrolojik süreci önemli ölçüde değiştirmektedir (Zhao, ve Huang 2022). Buna karşın ormanlık alanlar yağışların yüzeyel akış hızlarını azaltarak ya da engelleyerek olumsuz koşulları azaltmaya yardımcı olmaktadır. Nehirler ve göller gibi su kütleleri, akışı depolamak için depolama taşıyıcıları görevi görmektedirler. Buna karşın geçirimsiz yüzeyler ise suyun toprağa sızmasını önlemektedir (Zhao ve Huang 2022). Yine zeminde kullanılan beton, asfalt, taş gibi materyaller ortamın daha çok ısınmasına neden olur. Bu malzemelerin albedosu düşük olduğundan hatta koyu renkli olduklarında güneş ışınlarını daha da fazla absorbe ettiklerinden ısınmaya neden olarak karasal ışınım ile çevrelerini de ısıtırlar. Kentlerdeki ısı artışının (kentsel ısı adası) nedeni budur. Karasal ışınım ile atmosfere yayılan ışınlar da uzun dalga boyunda oldukları için sera gazları tarafından dünyaya doğru yansıtılmakta ve küresel ısınma

arttırılmış olmaktadır (Tolunay 2011). İnsan sağlığını tehdit eden kentsel ısı adası etkisi ve hava kirliliği gibi çevresel sorunlar, küresel iklim değişikliği ile daha fazla hissedilecektir (Jin ve ark. 2021). Birçok çalışma, kentsel gelişim ve iklim değişikliği arasındaki bağlantıyı ve kentsel alanların karşılaştığı sıcak hava dalgaları ve sel gibi benzersiz iklim risklerini doğrulamıştır (Croce ve Vettorato 2021).

İklim değişikliğinin şehirlerimiz üzerindeki bu olumsuz etkileri hissedildikçe farkındalık oluşmaya başlamıştır. Artan farkındalık, artan kentleşme ile birleştiğinde, "Kentsel Tasarım"ın gelişen sosyal ve çevresel zorlukları hafifletmek için doğal kapasitesine dikkat çekmiştir. Birleşmiş Milletler "2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi", ekonomik ilerlemeyi dengelemeyi ve çevreyi korumayı amaçlayan bir dizi önlem içermektedir. Herkes için daha sürdürülebilir bir gelecek için bu plan 17 hedef ve 169 hedeften oluşmaktadır ve kentsel açık alanın sürdürülebilir ve esnek yönetiminin aciliyetini desteklemektedir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (SKH) 11 "Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar"ın temel amacı, "şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, esnek ve sürdürülebilir kılmaktır". Bu SKH'ne ulaşmak ve kentsel esnekliği artırmak için bir strateji, yeşil altyapının bir bileşeni olarak açık alanların (parklar, konut meydanları ve plazalar) uygun tasarımını ve inşasını teşvik etmektir. Nitelikli ve beklentileri karşılayan bir tasarım, biyolojik çeşitliliği destekleyen bir kentsel ortam, yağmur suyu yönetimiyle kentsel hidrolojik sistemin geliştirilmesi ve sosyal etkileşim için fırsatlar sağlayarak insan sağlığına destek gibi bir dizi fayda içermektedir (Wang ve Foley 2021).

Tüm bu yaklaşımlar bizi doğa temelli çözümlere yönlendirmektedir. Bu durumda gelecekte kentlerde yaşayan insan nüfusunun artmaya devam edeceği düşünüldüğünde bizler de tasarım stratejilerimizle iklim değişiminin etkilerinin farkında olarak çözüm üretmek durumundayız. Peyzaj mimarlığı disiplini,

iklim değişikliğine bağlı bu etkileri iklime uygun peyzaj, kentsel planlama ve tasarım yoluyla iyileştirmek için çözüm üretme potansiyeline sahiptir. Binaların oryantasyonunun, yüzey malzemelerinin bileşiminin, renginin ve bitki örtüsünün, türlerinin ve konumlarının kentsel ısı adaları ve mikro iklimler üzerinde büyük etkileri olduğu açıktır. Bu müdahaleler dış mekan iklim koşullarını iyileştirebilir ve açık havada daha uzun süre kalmayı kolaylaştırabilir. Ayrıca daha iyi bir iç mekan iklimine de katkıda bulunabilirler ve böylece ısıtma veya soğutma için klimaların daha az kullanımına katkıda bulunabilirler (Lenzholzer ve Brown 2013).

Bu kapsamda yapılan çalışmalardan biri 2017 yılında tamamlanan Kokkedal projesidir. Proje, 60 hektarlık bir alanda iklim adaptasyonu ve su yönetimleri için kapsamlı çözümler içermektedir (URL 7 2022). Diğer bir proje olan Godsbanearaelet, Danimarka'da yüzey suyu yönetimi konusunda şehrin yapılı çevresi ile entegre olan ilk bölgelerinden biridir. Projenin bu öncü bölümü, Danimarka'da 2011 yılında iklim değişikliği nedeniyle büyük hasara yol açan şiddetli yağışların hemen ardından başlatılmıştır. Peyzaj tasarım projesi 2014 yılında tamamlanmıştır. Bugün Godsbanearaelet, yoğun yağışların havzalarda ve kanallarda toplandığı ve şehri su basmasını önlemek için şiddetli yağışların yağmur suyu sistemine daha yavaş ulaştığı, karbon nötr bir kentsel bölgedir. Yağmur suyu yönetimi, ana planın tüm yönlerine dahil edilmiştir. Bölgedeki binalarda yeşil çatılar suyun depolanmasına yardımcı olurken, spor tesisleri ve çimler belirli kotlara yerleştirilerek suyu depolayacak havuzlar oluşturulmuştur (Şekil 1) (URL 8 2022).

Bu bakış açısıyla; "Geleceğin iklim senaryolarına hazırlıklı, sürdürülebilir, dirençli, kentsel peyzajlar oluşturmak için hangi parametreler önemlidir?", "Başarılı uygulama örnekleri hangi yönleri ile öne

çıkılmaktadır?" soruları araştırmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır. Araştırma, "Kentlerimizi geleceğin iklim senaryolarına hazırlamak için peyzaj tasarımı stratejileri neler olmalıdır?" sorusuna odaklanmaktadır.



Şekil 1. Godsbanearaelet projesinden görünüm (URL 9 2022).

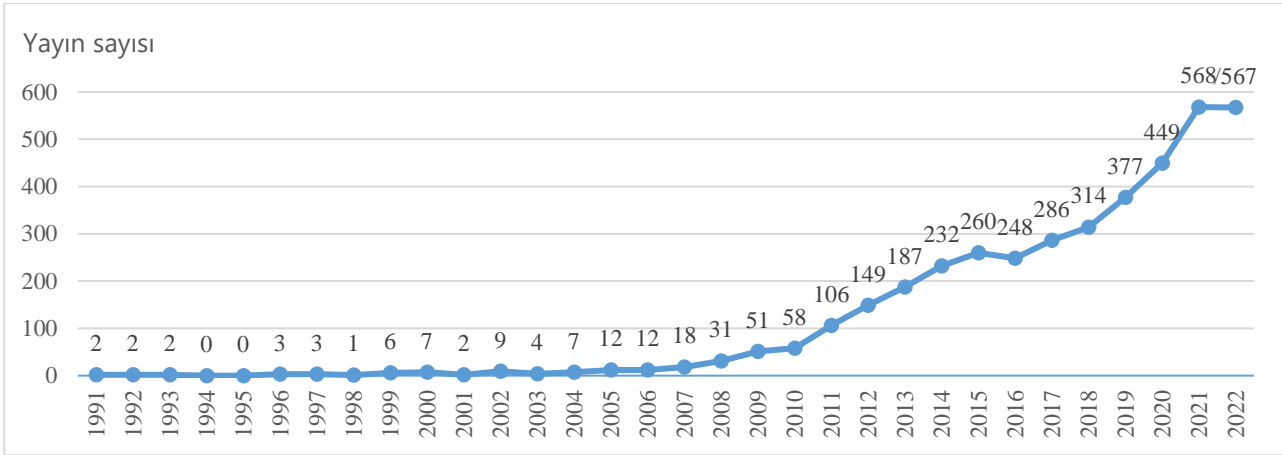
2. Materyal ve Yöntem

Tüm dünyayı ilgilendiren ve gündeminde olan iklim değişikliği konusuna yönelik hedefler ve aksiyonlar, uluslararası, ulusal, yerel ve bölgesel yönetim birimleri tarafından tanımlanmaktadır. Önemli olan bu kararların uygulamaya ne ölçüde aktarılabilmesinin de değerlendirilmesidir. Bu aktarım için yasal düzenlemelerle birlikte, halkın bilinçlendirilmesi, konuyu içselleştirmesi, sahiplenmesi de son derece önemlidir. Bir diğer önemli konu ise bu bakış açısı için peyzaj tasarım proje ve uygulamalarında hangi somut çözümlerle iklim değişikliğine hazırlıklı seçenekler geliştirebileceğimizdir. Bu açıdan araştırmanın ana materyali kent düzeyinde ve peyzaj tasarım projeleri düzeyinde uygulama örneklerini içermektedir. Proje örnekleri uluslararası düzeyde, farklı kategorilerde ASLA'dan ödül almış projelerden seçilmiştir. Seçilen projeler, yıl, tasarımcı/firma, ödül kategorisi

bilgilerinin yanında iklim değişikliği ile ilgili konulardaki tasarım yaklaşımları ve stratejileri açısından ele alınmıştır. Bunun yanında Web of Science (WOS) veri tabanında "peyzaj tasarımı ve iklim değişikimi" anahtar kelimesiyle, iklim değişikimi sorununu ele alan, değişikimin etkilerini, bizi bekleyen senaryoları ve buna yönelik çözümlere odaklanan araştırmalara ilişkin bir literatür taraması da yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Konu ile ilgili araştırmalara ilişkin bulgular



Şekil 2. WOS veri tabanında "peyzaj tasarımı ve iklim değişikimi" anahtar kelimesi ile ilgili yapılan araştırma sayılarının yıllara göre dağılımı

Bu çalışmalarda iklim değişikliği ile ilişkilendirilen kavramlar ve araştırmaların genel olarak; Sürdürülebilir tasarım, Doğa temelli yaklaşımlar, Termal konfor, Habitat restorasyonu, Düşük karbonlu peyzajlar, Ekosistem hizmetleri, Akıllı kentler, Dayanıklı, dirençli kentler, Yenilenebilir enerji teknolojileri, Yeşil altyapı, Peyzaj görselleştirmeleri, Enerji etkin tasarımlar, Su etkin tasarımlar, Biyofilik tasarım, Geri dönüşüm ve atık yönetimi konuları ile ele alındığı görülmektedir.

3.2. İklim değişikliğine uyum senaryoları ve çözümleri ile kent örnekleri

Web of Science (WOS) veri tabanında "peyzaj tasarımı ve iklim değişikimi" anahtar kelimesiyle tarama yapıldığında çıkan araştırmalardan makale, derleme makale ve erken erişim türündeki çalışmalar incelenmiştir (URL 10 2023). Buna göre 1991 yılından günümüze değin, 2023 yılı dahil edilmeden toplam 3973 araştırmanın yapıldığı görülmektedir. Yıllar içindeki sayılara bakıldığında her geçen yıl araştırma sayısı artmıştır. 1991 yılında bu kriterlere göre yalnızca 2 araştırma yapılmışken 2022 yılında 567 araştırma yapılmıştır (Şekil 2).

3.2.1. Singapur'un dirençlilik yolculuğu

Singapur, Malay yarımadasının güneyinde yer alan bir şehir devletidir. Ada, tropikal iklime özgü sıcak hava ve yoğun yağışlar olan bir coğrafyada bir zamanlar gecekondü mahallelerinde yaşayan bir sanayi topluluğuyken, 1965 yılında bağımsızlığını kazanmasının ardından dünyanın küresel şehirlerinden birine dönüşmüştür. Yerleşim bölgesi eksikliği ve göçmen nüfusun artması nedeniyle Singapur, yeni yerleşim bölgeleri oluşturmak zorunda kalmıştır. Marina Koyu olarak adlandırılan alanın yeni şehir merkezi olma yolculuğu böyle başlamıştır (Lfarakh 2021). İklim değişikliği sorunları

kentte yeşil alanları arttırarak çözülmeye çalışılırken, kentleşme ve yaşlı nüfusundaki artış kentte büyük bir kırılmalığa neden olmuştur. Bunun sonucunda oluşan demografik değişime uyum sağlamak için sürdürülebilir ve entegre bir kentsel planlama yaklaşımı geliştirilmiştir.

Güneydoğu Asya metropolleri arasında en yeşil şehir olarak kabul edilen Singapur'da bitki örtüsü adanın toplam toprak yüzeyinin %40'ını kaplamaktadır. Singapur bu yaklaşımla doğal unsurları kentin yapılı çevresine entegre etmeyi başarmış ve şehirde yeşil değil "bahçede şehir" olma vizyonuna sahip bir kent olmuştur (Acar ve Acar 2020). Bu anlayış Singapur'da ulusal kimliğin şekillenmesinde önemli olmuş ve bağımsızlık sonrası dönemde kentsel ekosistem hizmetleri kavramı Singapur'un yeşil alan kentsel planlamasının merkezinde yer almıştır (Friess, 2017). Günümüzde Singapur'da kent içinde nitelikli yeşil alan uygulamaları konusunda pek çok örnek görmek mümkündür. Bunları; cadde ve sokaklardaki uygulamalar, kentteki Bay Koyu Bahçeleri olarak adlandırılan Marina Bay Sands bölgesi ve yakın çevresindeki doğa temelli sistemler, kampüs/hastane/okular gibi kamusal alanlardaki çözümler, yeşil binalar ve dikey duvarlar, gökyüzü bahçeleri ve çatı bahçelerindeki çözümler, restorasyon alanları, Changi Havaalanı, yatayda ve dikeydeki bitkilendirme uygulamaları örnekleri olarak genel başlıklar altında sıralamak mümkündür (Acar ve Acar 2020).

3.2.2. Vancouver'un, sosyo-ekolojik dirençlilik girişimi; Yeşil şehircilik

Vancouver, okyanus iklimi nedeniyle Kanada'nın en sıcak şehirlerinden biridir. Üretime ve nakliyyeye dayanan bir sanayi şehirden dünyanın en yaşanabilir ve sürdürülebilir şehirlerinden birine dönüşmüştür (Lfarakh 2021). 2012'de Belediye Meclisi tarafından kabul edilen İklim Değişikliğine

Uyum Stratejisi kapsamında, artan iklim şokları ve stresleri karşısında yaşanabilir ve müreffeh bir şehir için öncelikli eylem ve destekleyici eylemler 9 başlıkta tanımlanmıştır (Climate Change Adaptation Strategy 2018). İklim değişikliği risklerini azaltırken kentliler için yaşanabilir bir kentsel alan oluşturmak için; güneş panelleri, yeşil çatılar, yenilikçi enerji verimli araçlar, doğal havalandırma ve gün ışığı, gölgeleme, soğutma ve güneş koruyucu perdeler, su tutma ve depolama, yağmur suyu toplama sistemi, suyu emmenin ve erozyonu yavaşlatmanın doğal yolları ve gıda üretim konularına odaklanılmıştır. Vancouver'ın yeşil alan stratejileri, emlak değerlerinin artmasına katkıda bulunarak kenti en yaşanabilir şehirden en pahalı şehre dönüştürmüştür. Kentte, iklim değişikliği sorunlarını hafifletmenin ve yaşanabilir bir şehir inşa etmenin bir yolu olarak kentsel tasarıma sürdürülebilir girişimler dahil edilmiştir (Lfarakh 2021).

3.3. İklim değişikliğine uyum senaryoları ve çözümleri ile peyzaj tasarım proje örnekleri

3.3.1. 10,000 Suns: Highway to park project

Proje alanı yakın zamana kadar Providence şehrini ikiye bölen ve şimdi kaldırılmış olan bir otoyol tarafından işgal edilen brownfield alanıdır. Bir tarla sahasında yaz aylarında 10.000'den fazla ayçiçeği tohumunun ekildiği ve beslendiği ve yaz boyu süren bir botanik performans alanı olarak tasarlanmıştır. Bu boş arazi, her yaz biyolojik olarak çeşitli aktivitelere fırsat sunarken aynı zamanda sanatsal olarak aktive edilmiş kamusal bir alana dönüşmüştür. Alan biyolojik çeşitliliği desteklemekte, toprak zemin dokusu ile geçirimli bir yüzey oluşturmakta ve karbon tutma kapasitesinin artmasını desteklemektedir. Projede kullanılan ayçiçeği bitkisi, arıları ve kuşları aktif olarak çeken bir tozlayıcı, besin kaynağı olma ve toksinleri yerden emme yeteneğine sahip bir

fitoremediatör olma özelliğinden dolayı tercih edilmiştir (Şekil 3). Providence, Rhode Island'da Design Under Sky tarafından yapılan proje 2022 yılı ASLA genel tasarım kategorisinde onur ödülü almıştır (URL 11 2022).



Şekil 3. 10,000 SUNS: Highway to Park Projesi (URL 11 2022).

3.3.2. Domino Park

Domino Park, Brooklyn sahilinde bir zamanlar dünyanın en büyük ve en verimli şeker rafinerisi olarak kullanılan alanda Amerika Birleşik Devletleri'nde tüketilen şekerin %98'ini üreten eski Domino Şeker Rafinerisi üzerine inşa edilmiştir. 2004 yılında kapanan rafineri, aynı zamanda Brooklyn'in bir zamanlar hareketli Doğu Nehri kıyısındaki son büyük aktif endüstriyel alanıdır. Proje alanında 80 metre yüksekliğindeki vinçler, bir zamanlar şekeri boşaltan bir vinç platformu, şurup tankları, konveyörler, bir vinç köprüsü ve ham şeker deposundan 21 sütun restore edilmiştir. Yükseltilmiş yürüyüş platformu orijinal fabrika kompleksinden farklı olan podyum deneyimini ortaya koyarken eserlerin yakından görünümünü, yukarıdan Manhattan silüetinin manzarasını izleme fırsatı da sunmaktadır (Şekil 4) (URL 12 2022).

Projenin başlangıcından kısa bir süre önce yaşanan Sandy Kasırgası, proje kararlarında etkili olmuştur. Özellikle New York şehrinde esneklik ile ilgili tartışmalardan büyük ölçüde etkilenmiştir. İlk kararlardan biri, binaları gerekli mesafenin ötesine

getirmek ve platformu sel sonrası öngörülen yüksekliklerin üzerine çıkarmak olmuştur. Parkın %43'ünde, yaklaşık 175 yeni ağaç plantasyonu ile sürdürülebilir bir bitki paleti önerilmiştir. Yağmur suyu akışını azaltan, emici bir sünger görevi gören, dayanıklı yöreye özgü bir bitki örtüsü düşünülmüştür. Park, sahilleri herkes için daha esnek, çevresel olarak sağlıklı, erişilebilir ve adil hale getirmek için teşvike dayalı bir derecelendirme sistemi olan WEDG (Waterfront Edge Design Guidelines) kapsamında sertifikalandırılan ilk projelerden birisidir. Ayrıca park alanındaki bitki materyali ve kalıntıları kompostlanmakta ve bitki yataklarına geri dağıtılmaktadır. James Corner Field Operations firması tarafından Brooklyn, New York'da yapılan proje 2022 yılında ASLA genel tasarım kategorisinde onur ödülü almıştır (URL 12 2022).



Şekil 4. Domino Park (URL 12 2022).

3.3.3. Kokkedal İklim Adaptasyonu

Kokkedal, Kopenhag'a yaklaşık 30 km uzaklıkta sosyal konutların hakim olduğu, Usseøed Deresi'nden düzenli olarak su baskınlarının yaşandığı bir yerleşim bölgesindedir. Taşkın riskini azaltmaya yönelik geleneksel önlemlere ek olarak, dere profilinin açılması ve genişletilmesi de dahil olmak üzere, sosyo-kültürel faaliyetlere uyum sağlamak üzere yeniden tasarlanmıştır (Sørup ve ark. 2019). Biyolojik çeşitlilik, rekreasyon ve peyzaj karakteri için faydalar sağlayan bu proje, doğayı

taklit ederek ve yağmur suyunu düşüğü yere yakın bir yerde yöneterek doğal su döngülerini eski haline getirmeyi hedeflemektedir (Landscape Institute Report 2021). Projenin amacı gelişmiş bir kentsel yaşamı teşvik edebilecek bir iklim adaptasyonu geliştirmek, parçalanmış kentsel alanları birbirine bağlamak, yeni, çekici buluşma noktaları yaratmak ve genel olarak kullanıcıları doğaya yakınlaştırmaktır (URL 7 2022). Sosyal uyumu güçlendirmek, daha fazla ticari büyüme sağlamak, günlük yaşamı çevresel, sosyal ve kültürel düzeyde iyileştirmek için geliştirilen (Landscape Institute Report 2021) projenin en önemli özelliklerinden biri daha büyük yağışları ciddi bir hasar meydana gelmeden yönetilebilir potansiyeline sahip olmasıdır. Ayrıca projede, yeşil istinat havzaları olarak işlev gören bir bahçe alanı ve spor sahası oluşturulmuş, büyük miktarda yağmur suyunun tutulabilmesi için çim kaplı bir toprak höyük ile çevrelenmiştir. Proje, bahçeler, aktivite alanları, egzersiz yolları, doğa oyun alanları ve eğitim amaçlı kullanılacak alanlardan oluşmaktadır (URL 7 2022). Proje, Kasım 2017'de, gelecekteki iklim adaptasyon projelerine ilham kaynağı olduğu için DANVA ve Realdania'nın İklim Ödülü'nü almıştır (Şekil 5) (URL 13 2022).



Şekil 5. Kokkedal İklim Adaptasyonu projesinden görünüm (URL 13 2022).

3.4. İklim değişikliği konusunda farkındalık oluşturmaya yönelik enstalasyon örnekleri

İklim değişikliği parçası olduğumuz dünyanın karşısındaki en önemli tehditlerden biridir. Bu tehlikeye dikkat çekmek isteyen bilim adamlarının yanı sıra sanat dünyası da önemli eserler kazandırmıştır. İklim değişikliği çözümlerinin bir parçası olarak kamusal sanat alanında öne çıkan bu uygulamalardan bir tanesi Jason de Caires Taylor imzalı, Londra'nın Thames Nehri'ndeki su seviyesinin yükselmesinin sonucu değişen günlük gelgit desenlerini görselleştiren ve konuya dikkat çeken dört at heykeli ve binicilerini içeren enstalasyon çalışmasıdır. Heykeller, insanların doğal güçleri kontrol etme arzusunu sembolize ederken, hareketli su içindeki konumları ise doğuştan gelen kırılma eğilimini vurgulamaktadır (URL 14 2022). Petrol kuyusu pompası ile heykellerin kafaları değiştirilmiş olan atlardan, iki takım elbiseli yaşlı binici, eski neslin iklim değişikliği gibi acil sorunları ele almada başarısız olma yollarını ve iki genç binici ise bu zorluklara daha aktif bir şekilde cevap verebilecek bir neslin umudunu ima etmektedir (URL 15 2021). Heykeller insanlara değişim fırsatı sunarak, bizlerin harekete geçmek için ne kadar az zamanımız olduğunu göstermektedir (Şekil 6) (URL 14 2022).

Bir diğer eser ise High Tide, Boston'un kıyı şeridi boyunca kara ve su arasındaki değişen sınıra dikkat çekmeyi amaçlayan soyutlanmış bir bataklık manzarasını yansıtan enstalasyon çalışmasıdır. Yüksek gelgit sırasında çimlerin su bastığı bir bataklıktan esinlenen enstalasyon, şehrin değişen kıyı şeridine dikkat çekmektedir (URL 16 2022). Sanatı, çevremizi anlamlandırmanın bir yolu olarak ifade eden Aragón tarafından yaratılan High Tide, sazları ve su üzerindeki ışığı uyandırmak için renkli pleksiglas lenslerle monte edilmiş 500 adet 6-8 fit yüksekliğinde fiberglas çubuktan oluşur (Şekil 6) (URL 17 2022).



Şekil 6. İklim değişikliğine dikkat çeken enstalasyon örnekleri a) Thames kıyılarında yükselen gelgit heykelinin enstalasyonu (URL 14 2022). b) High Tide (URL 17 2022).

4. Sonuçlar ve Öneriler

İncelenen çalışmalar ve uygulama projeleri değerlendirildiğinde iklim değişiminin ve etkilerinin peyzaj mimarlığı çalışmalarında ön planda tutulması gerektiği açıktır. Tolunay (2011), "İklim değişikliği ve peyzaj mimarlığı" başlıklı çalışmasında iklim değişikliği ile mücadele için yapılması gerekenleri; kentsel alanlarda tasarım kararlarında yeşil alan miktarının artırılması, donatıların ve yapısal malzemelerin üretiminde fosil yakıtların kullanımını azaltmak, doğru alan kullanım stratejileri üretmek, ekolojik tabanlı çözümler başlıkları altında ifade etmiştir.

Yapılan araştırmalarda, kentlerimizde iyi tasarlanmış ve iyi yönetilen bir açık alan sisteminin, iklim değişikliğine adaptasyon konusunda destek olacağı açıktır (Wang ve Foley 2021). Doğal peyzaj elemanları, kentsel yaşam kalitesi üzerindeki kayda değer etkileri ile kentsel ekosistemin önemli bileşenleridir. Özellikle araştırmacıların peyzaj elemanlarının iklimsel uygunluğunu ve sürdürülebilirliğini keşfetme ihtiyacı, küreselleşme ve iklim değişikliği nedeniyle önem arz etmektedir (Jin ve ark. 2021). Kentsel peyzaj unsurlarının iklimi etkilediği süreçleri ve mikro iklimin insanların termal konforunu nasıl etkilediğini anlamadan yapılan tasarımların durumu daha da kötüleştirilebileceği, hatta yanlışlıkla mikro iklim değişiklikleri de yaratabileceği anlaşılmıştır

(Lenzholzer ve Brown 2013). Bu nedenle yönetim politikaları iklim değişikliğine uyumun kurumsallaşmasını desteklemeli, bunun temel bir düşünce olarak yerleştirilmesini ve planlar arasına entegre edilmesini sağlamalıdır.

Tüm bu değerlendirmelerle insanları doğa ile buluşturan, doğa temelli yaklaşımların benimsenmesi gerektiği düşünüldüğünde önceliğimiz yere özgü düşünmek ve çözüm üretmektir. Kırsal ya da kentsel uygulama alanları, içinde bulunduğu kent, bölge ölçeğinden çalışma alanına doğru kademeli olarak değerlendirilmelidir. Çalışma alanları sorunları, potansiyeli, ortaya koyacağı değerleri ile birlikte ele alınmalı, ekolojik, sürdürülebilir, kullanıcıların ihtiyaçlarını ve beklentilerini karşılayacak şekilde tasarım seçenekleri oluşturulmalıdır.

Seçenekler oluşturulurken, peyzaj tasarım sürecinin başlangıcından itibaren aşağıda belirtilen iklimle uyumlu tasarım çözümlerinin benimsenmesi elzemdir:

- Çalışma alanına ilişkin değerlendirmeler, arazi kullanımı,
- Kullanıcıya ilişkin değerlendirmeler,
- Projenin konsepti ve ortaya konan kavramlar,
- Ulaşım
- İnsanları alana çekecek ve orada zaman geçirmelerine imkan sağlayacak aktivite çeşitliliği,
- Alan kullanımındaki iklimsel konfor,
- Mevcut doğal ve kültürel değerlerin korunması, kullanımı, geliştirilmesi, geleceğe aktarılması,
- Biyolojik çeşitliliği destekleyecek çözümler
- Enerji (güneş, rüzgar) ve su yönetim sistemleri
- Detay çözümlerinde kullanılacak yapısal malzemeler ve donatılar,
- Bitki materyalinin seçimi,
- Atık yönetimi

• Gıda güvenliği

Bu noktada çalışma alanına ilişkin düzenli üretilen verilerin analizi ve sentezi son derece önemlidir. Disiplinlerarası yaklaşımlar, işbirliği ve uygulama politikaları gereklidir.

*Bu çalışma, 17-19 Kasım 2022 tarihinde gerçekleştirilen "İklim Değişikliği ve Peyzajlar" konulu Türkiye Peyzajları 4. Ulusal Konferansında sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- Acar C, Acar H (2020). Kentsel Mekanlarda Biyofilik Peyzaj Yaklaşımları ve Yeşil Altyapı: Singapur Örneği. PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi. 1, 33-45.
- ASLA (American Society of Landscape Architects), (2022). Climate Action Plan Executive Summary, Eraydin A, Özatağan G (2021). Pathways to a resilient future: A review of policy agendas and governance practices in shrinking cities, Cities, Volume 115, 103226, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103226>.
- Aragón C, Buxton J, Hamin Infield E (2019). The role of landscape installations in climate change communication. Landscape and Urban Planning, 189, pp11-14, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.03.014>.
- Jin C, Hu S, Huang L, Huang J, Jim CY, Qian S, Pang M, Lin D, Zhao L, Hu Y, Song K, Chen S, Liu J, Ignatieva M, Yang Y (2021). Landscape plants in major Chinese cities: Diverse origins and climatic congruence vis-à-vis climate change resilience, Urban Forestry & Urban Greening, Volume 64, 127292, <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127292>.
- Climate Change Adaptation Strategy (2018). Update and Action Plan. <https://vancouver.ca/files/cov/climate-change-adaptation-strategy.pdf>
- Çobanyılmaz P, Yüksel Ü (2014). Kentlerin İklim Değişikliğinden Zarar Görebilirliğinin Belirlenmesi: Ankara Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 17. 10.19113/sdufbed.15790.
- Friess DA (2017). Singapore as a long-term case study for tropical urban ecosystem services, Urban Ecosyst, 20: 277-291.
- IFLA Europe (2022). A Landscape Architecture Guide to the 17 Sustainable Development Goals <https://www.iflaeurope.eu/assets/docs/SDG%20FINAL.pdf>
- Eliasson I (2000). The use of climate knowledge in urban planning, Landscape and Urban Planning, Volume 48, Issues 1-2, Pages 31-44, [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00034-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00034-7).
- Wang J, Foley K (2021). Assessing the performance of urban open space for achieving sustainable and resilient cities: A pilot study of two urban parks in Dublin, Ireland, Urban Forestry & Urban Greening, Volume 62, 127180, <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127180>.
- Pee LG, Pan SL (2022). Climate-intelligent cities and resilient urbanisation: Challenges and opportunities for information research, International Journal of Information Management, Volume 63, 102446, <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102446>.
- Landscape Institute report (2021). Landscape for 2030: How landscape practice can respond to the climate crisis, LI Climate Change Case Studies. |
- Lfarakh R (2021). Dirençli bir şehre doğru (Dirençlilik ve kentsel sistemler arasındaki bağın araştırılması), T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Lenzholzer S, Brown RD (2013). Climate-responsive landscape architecture design education, Journal of Cleaner Production, 61, pp 89-99, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.038>.
- Croce S, Vettorato D (2021). Urban surface uses for climate resilient and sustainable cities: A catalogue of solutions. Sustainable Cities and Society, 75, 103313, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103313>.

- Sørup HJD, Fryd O, Liu L, Arnbjerg-Nielsen K, Jensen MB (2019). An SDG-based framework for assessing urban stormwater management systems. *Blue-green Systems*, 1(1), 102-118. <https://doi.org/10.2166/bgs.2019.922>
- Tolunay D (2011). İklim değişikliği ve peyzaj mimarlığı, *Peyzaj Life*, s.44-50.
- URL1 (2022). <https://www.resilient-cities.com/en/news/296-new-report-highlights-role-of-cities-in-climate-action> 12.11.2022.
- URL2 (2016). <https://www.urbanet.info/world-urban-population/>
- URL3 (2009). Ecological Impacts of Climate Change, The National Academy of Sciences report https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fnap.nationalacademies.org%2Fresourcelist%2F12491%2Ffull_presentation.ppt&wdOrigin=BROWSELINK
- URL4 (2019). <https://www.nato.int/docu/review/tr/articles/2019/12/10/gezegenin-guevenligi-iklim-degisikliginin-guevenlik-uezerindeki-etkileri/index.html>
- URL5 (2022). <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-59047608>
- URL6 (2022). https://www.peyzaj.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=9641
- URL7 (2022). <https://landezine.com/kokkedal-climate-adaption-by-schonherr/> erişim tarihi: 14.11.2022
- URL8 (2022). <https://landezine.com/godsbanearalet-a-pioneer-climate-adaption-project/> erişim tarihi: 14.11.2022
- URL9 (2022). <https://landezine.com/godsbanearalet-a-pioneer-climate-adaption-project-by-werk/>
- URL10 (2023). <https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/acc8ec19-8c45-4db1-bb2d-c81f986a09f6-7b35bf70/relevance/1>, Erişim tarihi: 22.03.2023
- URL11 (2022). <https://www.asla.org/2022awards/5891.html>
- URL12 (2022). <https://www.asla.org/2022awards/5909.html>
- URL13 (2022). <https://landezine.com/kokkedal-climate-adaption-by-schonherr>
- URL14 (2022). <https://www.underwatersculpture.com/projects/rising-tide-thames/>
- URL15 (2021). Louise Conner <https://www.ecodisciple.com/blog/sunken-sculpture-living-art/>
- URL16 (2022). Yükselen Gelgit - Sualtı Heykeli, Jason de Caires Taylor, <https://www.underwatersculpture.com/projects/rising-tide-thames/>
- URL17 (2022). <https://www.umass.edu/magazine/fall-2016/time-and-tide>
- Zhao X, Huang G (2022). Exploring the impact of landscape changes on runoff under climate change and urban development: Implications for landscape ecological engineering in the Yangmei River Basin, *Ecological Engineering*, Volume 184, 106794, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106794>