

Havalimanlarında Sürdürülebilirlik: Singapur Changi Havalimanı

Sena DEMİRCİ¹, Tuba Gül DOĞAN^{2*}, Engin EROĞLU²

¹Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı
ORCID 0000-0001-9729-3302

²Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
ORCID 0000-0003-2114-2334

³Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
ORCID 0000-0002-1777-8375

***Sorumlu yazar:** tubaguldogan@duzce.edu.tr

ÖZET

Sürdürülebilirlik, giderek artan sosyo-ekonomik sorunlar nedeniyle uygulayıcılar ve akademisyenler arasında öncelikli bir alan haline gelmiştir. Sürdürülebilir binalarla ilgili çok fazla bilgi mevcut olmasına rağmen, yeşil havaalanlarına ve bunların şehirler üzerindeki etkilerine odaklanan örnekler sınırlıdır. Son zamanlarda, yeni yasaların getirdiği teşviklerle birlikte, birçok havalimanı işletmecisi sürdürülebilirlik programlarını benimseyerek bu konuda önemli adımlar atmaya başlamıştır. Bu makale sürdürülebilirliğin boyutlarını belirlemeyi ve seçilen Singapur Changi Havalimanındaki sürdürülebilir uygulamaları değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Singapur Havalimanı, sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda yeşilin tasarıma dönüşümünü muhteşem bir şekilde yansıtan örneklerden biridir. Singapur Havalimanı'nın sürdürülebilirlik anlayışıyla şekillenen etkileyici bahçelerini ve doğayla uyumlu çözümlerin sağladığı avantajları vurgulayarak, bu tasarımın ekolojik faydalarını ele alıyor. Singapur Havalimanı'nın başarısı, benzer çabalara teşvik sağlamak açısından diğer havalimanları ve kamu alanları için önemli bir örnektir. Bu araştırma, sürdürülebilirlik odaklı havalimanı tasarımlarının gelecekteki projeler için ilham kaynağı olabileceğini ve çevresel olarak duyarlı ve toplumsal olarak faydalı alanlar yaratmanın mümkün olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Yeşil havaalanı, Singapur Changi havalimanı

Sustainability in Airports: Singapore Changi Airport

ABSTRACT

Sustainability has become a priority area among practitioners and academics due to the increasingly prevalent socio-economic issues. While there is a wealth of information available on sustainable buildings, examples focusing on green airports and their impact on cities are limited. Recently, spurred by incentives introduced through new legislation, many airport operators have started taking significant steps by embracing sustainability programs. This article aims to identify the dimensions of sustainability and evaluate sustainable practices at the selected Singapore Changi Airport. The Singapore Airport serves as an excellent example that splendidly reflects the transformation of green design in line with the principles of sustainability. We explore the airport's impressive gardens shaped by a sustainability-driven approach and highlight the ecological benefits of nature-inspired solutions. The success of Singapore Airport serves as a significant example for other airports and public spaces, encouraging similar efforts. This research demonstrates that sustainability-focused airport designs can serve as a source of inspiration for future projects, showcasing the possibility of creating environmentally conscious and socially beneficial spaces.

Keywords: Sustainability, Green airport, Singapore Changi Airport

1. Giriş

Havaalanları, modern toplumların ulaşım ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir rol oynamaktadır. Hızlı ve güvenli yolculuk imkânı sunan bu tesisler, insanların farklı şehirlerarasında seyahat etmesini sağlamanın yanı sıra ticaret, turizm ve ekonomik büyüme açısından da kritik bir altyapıdır (Edwards, 2004). Ancak, bu hızlı büyüme ve yoğun kullanım, çevresel etkileri de beraberinde getirmektedir (Douglas ve Lawson, 2003; Morrell ve Lu, 2000).

Günümüzde çevresel sürdürülebilirlik, havaalanı işletmecileri ve tasarımcıları için giderek daha önemli hale gelmektedir. İklim değişikliği, doğal kaynakların tükenmesi, çevre kirliliği ve enerji verimliliği gibi sorunlar, sürdürülebilirlik konusunun gündemde olmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, havaalanlarındaki sürdürülebilir projeler ve uygulamalar, çevresel etkileri azaltmayı, enerji verimliliğini artırmayı, doğal kaynakları korumayı ve sosyal etkileri en aza indirmeyi amaçlamaktadır (Baxter ve ark., 2020; Becken ve Pant, 2019).

Sürdürülebilir projeler, havaalanları operasyonlarının her aşamasında uygulanabilir. Terminal binalarının tasarımında enerji verimliliği, atık yönetimi ve su tasarrufu önlemleri göz önünde bulundurulabilir (Lau ve ark., 2010; Perdamaian ve ark., 2013). Yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak karbon ayak izini azaltmak mümkün olabilir (Baxter ve ark., 2018a; Sumathi ve ark., 2017). Havaalanı araç filosunun elektrikli veya hibrit araçlardan oluşması sağlanabilir. Yeşil alanlar ve bahçeler oluşturularak doğal yaşamın korunması desteklenebilir. Sürdürülebilir malzemelerin kullanımı, geri dönüşüm programları ve çevresel eğitim faaliyetleri de havaalanlarının sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayabilir (Seo, 2021).

Havaalanlarında sürdürülebilir projelerin uygulanmasının önemi oldukça büyük bir boyuta ulaşmıştır. Birincil olarak, çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynakları koruyarak ve çevre kirliliğini azaltarak gezegenimizin sürdürülebilirliğini sağlamak açısından kritiktir (Yang ve ark., 2020). Sürdürülebilir projeler, sera gazı emisyonlarını azaltarak iklim değişikliğiyle mücadelede etkili bir rol oynayabilir. Ayrıca enerji verimliliği önlemleri, havaalanlarının işletme maliyetlerini düşürebilir ve uzun vadede tasarruf sağlayabilir (Baxter ve ark., 2018b; Rehman ve ark., 2023; Seo, 2021; Sumathi ve ark., 2017).

Bu çalışmanın amacı, sürdürülebilirlik ilkesini benimseyen havaalanlarının önemini vurgulamak ve Singapur Changi Havalimanı'ndaki sürdürülebilir uygulamaları değerlendirmektir. Singapur Havalimanı, yeşil tasarımı ve çevresel duyarlılığı ile öne çıkan bir örnektir. Makalede, havaalanı içinde yer alan çeşitli alanlar ve projeler incelenerek, sürdürülebilirlik prensiplerinin nasıl uygulandığı ve elde edilen ekolojik faydalar üzerinde durulacaktır.

Sonuç olarak, bu araştırma, sürdürülebilir havaalanı tasarımlarının önemini vurgulayarak, diğer havaalanları ve kamu alanları için bir ilham kaynağı olabileceğini göstermektedir. Sürdürülebilirlik odaklı projelerin hayata geçirilmesiyle, çevresel olarak duyarlı ve toplumsal olarak faydalı alanlar yaratmanın mümkün olduğu kanıtlanmaktadır.

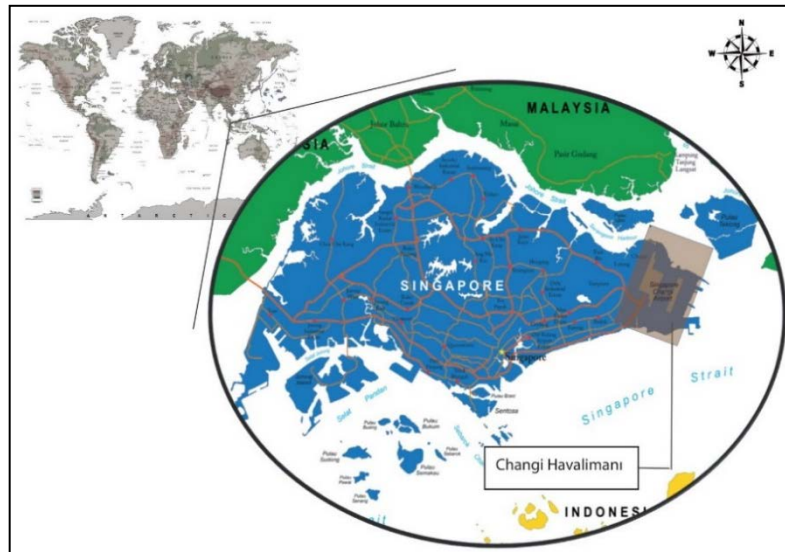
2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Singapur Changi Havalimanı'ndaki sürdürülebilir uygulamaları değerlendirmek için; Singapur Changi Havalimanı'nın resmi web sitesi, ulaşım birimlerinin raporları, bu konuda yapılmış akademik makaleler ve literatür incelenmiştir. Bu sayede Singapur Changi Havalimanı'nın sürdürülebilirlik politikası çerçevesinde

uygulamalarına ulaşılmış ve toplanan veriler doğrultusunda elde edilen bulgular derinlemesine incelenerek çıkarımlar yapılmıştır.

Araştırma alanı olan Singapur Changi Havalimanı; Singapur'un Changi bölgesinde bulunan uluslararası bir havalimanıdır. Kent merkezinin doğusunda ve buraya yaklaşık 20 km uzaklıktadır (Şekil 1). Singapur Changi Havalimanı, Asya'nın en yoğun havalimanlarından biridir ve yılda milyonlarca yolcuya hizmet vermektedir. Havalimanında modern ve kullanıcı dostu tasarımlara sahip dört ana terminal binası bulunmaktadır. Alışveriş merkezleri, restoranlar, oteller, spa ve sağlık merkezleri, transit yolcular için dinlenme alanları, sergi alanları gibi birçok kullanım alanı ve çeşitli olanaklar bulunmaktadır. Sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda düzenlenmiş yeşil alanları, eşsiz bahçeleri ve bitkisel tasarımlarıyla tanınan bu havalimanı ziyaretçilere doğayla iç içe zaman geçirebilecekleri, yürüyüş ve piknik yapabilecekleri birçok alan sunmaktadır (Changi Airport Group, 2023a). Müşteri memnuniyeti, hizmet kalitesi ve terminal tasarımı ile uluslararası havacılık sektöründe öne çıkarak birçok ödül almıştır ve dünyanın en iyi havalimanlarından biri olarak kabul edilmektedir.

Singapur Changi Havalimanı, 2012 yılında beklenenden çok daha yüksek bir yolcu kapasitesine ulaşmasıyla birlikte genişletme çalışmalarına başlamıştır. Bu genişleme sürecinde, sürdürülebilirlik odaklı bir bölüm olan Jewel eklenmiştir. Jewel, Safdie Architects mimarlık ofisi tarafından tasarlanmış bir mimariye ve PWP Landscape Architecture peyzaj mimarlık firması tarafından tasarlanmış peyzaj alanlarına sahiptir. İnşaatına Aralık 2014'te başlanan ve Nisan 2019'da tamamlanan Jewel, kapalı bahçeler, cazibe merkezleri, perakende satış birimleri gibi özel alanları içermektedir (Changi Airport Group, 2023a). Bu ödüllü bölüm, havalimanına benzersiz bir atmosfer ve çekicilik katmıştır. Jewel, Singapur Havalimanı'nda enerji tasarrufu sağlayan "oculus" şeklindeki mimarisiyle, doğal alanlarıyla ve bu alanlarla uyumlu yapısal bölümleriyle ziyaretçilerine doğa temelli eşsiz deneyimler sunan bir tasarıma sahiptir. Havalimanı alanı içinde doğa ve işletme alanları mevcuttur. Bu alanın tasarımında "bahçedeki şehir" konseptinden yola çıkılmıştır. Su ve bitkiler ile sürdürülebilirlik amaçlanmıştır.



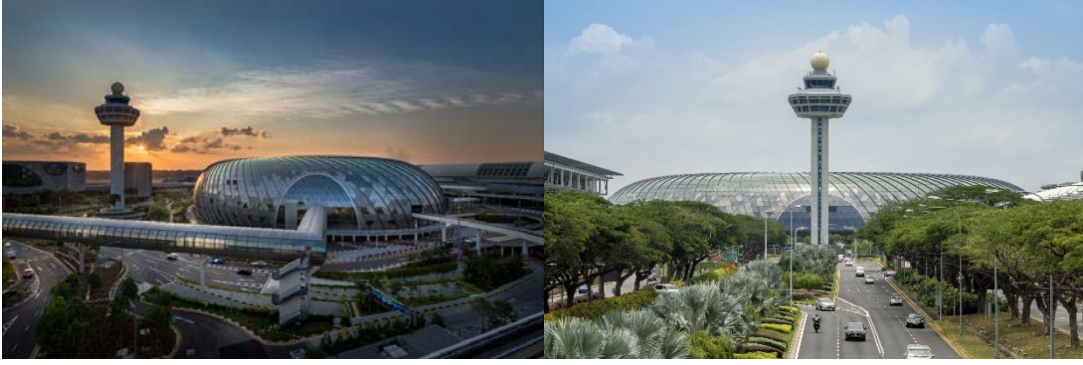
Şekil 1. Singapur Changi Havalimanı'nın konumu

3. Bulgular

Yaklaşık 50 yıl önce Singapur havacılık merkezinin geleceğini belirleyen cesur bir kararla Singapur'un ulusal havalimanı olan Paya Lebar hava limanı Changi'ye taşınmıştır. 1970'lerin ortasında Singapur için orijinal havalimanı master planı geliştirilerek yıllık toplam yolcu kapasitesinin sadece 30 milyon olması planlanmıştır. Ancak yöneticiler ülkenin boyutuna rağmen büyük bir hava merkezi potansiyeli olabileceğini öngörerek başlangıçta planlanandan çok daha fazlasını karşılayabilecek bir kapasitede Singapur'un doğu ucunda tasarlanmıştır. Singapur bu ileri görüşlü adımdan oldukça fayda elde etmiştir. 2004 yılında 30 milyon yolcuya hizmet vermiş ve altı yıl içinde bu sayı 40 milyona ulaşmıştır. Ve sadece iki yıl sonra 50 milyon yolcu kapasitesine ulaşmıştır. Bu dikkat çekici büyüme Singapur'un göz alıcı gelişimi ve kendini önemli bir küresel havacılık merkezi olarak konumlandırma başarısının bir kanıtıdır (Changi Airport Group, 2013).

Singapur Yeşil Planı 2030, Singapur hükümetinin sürdürülebilir kalkınma konusundaki taahhütlerini yerine getirmek için tasarlanmış bir stratejidir. Bu plan, çevre dostu uygulamaların yaygınlaştırılması, enerji verimliliğinin artırılması, atık yönetiminin iyileştirilmesi ve yeşil alanların korunması gibi hedefleri içermektedir (Singapore Green Plan, 2023). Singapur Changi Havalimanı ise bu yeşil planın bir parçası olarak, yeşil alanları artırmak ve çevresel sürdürülebilirliği destekleyen projeleri hayata geçirmek için özel bir inisiyatif olarak geliştirilmiştir.

Sktrax (2023) tarafından 12. kez dünyanın en iyi havalimanı seçilen Changi Havalimanı, 2030 yılına kadar karbon emisyon yoğunluğunu %20 oranında azaltmayı hedeflemektedir. Bu bilgi, havalimanının sürdürülebilirlik raporuna dayanmaktadır ve 2017 ve 2018 yıllarındaki seviyelerden bu azaltımı gerçekleştirmeyi planlamaktadır (Changi Airport Group, 2022). Changi Havalimanı (Şekil 2), enerji, su ve katı atık dönüşümü çalışmalarıyla Singapur Yeşil Politikası'na uyumlu bir şekilde sürdürülebilirlik konusunda liderlik sergilemektedir. Changi Havalimanı, ziyaretçilerine doğayla iç içe bir deneyim sunmak amacıyla çeşitli doğal alanları bünyesinde barındırmaktadır. Orman vadisi ve kelebek bahçesi gibi alanlar, ziyaretçilere doğal bir ortamda dolaşma ve keşfetme fırsatı sunmaktadır. Ayrıca, farklı temalarda tasarlanmış bahçeler, ziyaretçilerin farklı bitki türlerini gözlemlemesine ve doğanın güzelliklerini deneyimlemesine olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra, havalimanı yağmur suyu depolama sistemleriyle su kaynaklarını verimli bir şekilde kullanmayı hedeflemektedir. Böylece sürdürülebilir bir su yönetimi sağlanmaktadır. Tüm bu alanlar, sonradan eklenen Jewel bölümünde, Terminal 1, 2 ve 3 arasında konumlanmaktadır. Jewel, çeşitli eşsiz alanlara ev sahipliği yapmaktadır. Bu alanlar arasında Shiseido Orman Vadisi (Forest Valley), HSBC Rain Vortex, Giriş Bahçesi (Gateway Garden) ve Canopy Park gibi özel olarak tasarlanmış alanlar bulunmaktadır.



Şekil 2. Changi Havalimanı ek binası Jewel (Changi Airport Group, 2021a).

Shiseido Orman Vadisi, Singapur Changi Havalimanı'nda yer alan büyüleyici bir doğal alan ve bahçe kompleksidir. Bu vadi, 6 hektarlık bir alanı kapsayan ve çeşitli doğal ortamları temsil eden yeşil bir alan olarak tasarlanmıştır. Ziyaretçiler, Shiseido Orman Vadisi'nde dolaşırken çeşitli bitki türlerini, çiçekleri ve ağaçları keşfedebilmektedirler. Bu doğal ortam, ziyaretçilere dinlendirici bir atmosfer sunarak doğayla bağlantı kurmalarına ve stres atmalarına imkân sağlar. Aynı zamanda ziyaretçilerin doğal çevreyle etkileşimde bulunabilecekleri, meditasyon yapabilecekleri ve huzurlu bir atmosferin keyfini çıkarabilecekleri bir kaçış noktasıdır. Bu vadinin merkezinde yer alan şelale Rain Vortex olarak adlandırılmaktadır. Rain Vortex, Singapur Changi Havalimanı'nda bulunan, dünyanın en büyük iç mekân şelalesidir. Gece olduğunda şelale renkli ışıklarla aydınlatılarak görsel bir şölene dönüşmektedir. Yüksekliği yaklaşık 40 metreye ulaşan bu muhteşem şelale, Jewel Changi Terminali'nin merkezinde yer almaktadır (Şekil 3). Rain Vortex, çatısından düşen yağmur suyunu toplayan ve bu suyu bir dönüşüm sistemi aracılığıyla yönlendirerek bir şelale şeklinde sergileyen bir özellik taşımaktadır. Yağmur suyunun toplanması ve kullanılmasıyla sürdürülebilirlik konusuna katkıda bulunurken ekolojik bir yaklaşımı da benimsemektedir. Yağmur ormanında 200'den fazla egzotik bitki türü kullanılmıştır. Bu türler genellikle tropikal yağmur ormanları ikliminde yetişebilen türleri taklit ederek seçilmiştir (Changi Airport Group, 2023d).



Şekil 3. Rain Vortex ve Shiseido Orman Vadisi (Changi Airport Group, 2021a).

Jewel’ın bir diğer bölümü olan Giriş Bahçesi (Gateway Garden) 4 ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar Kuzey giriş bahçesi, Güney giriş bahçesi, Batı giriş bahçesi ve doğu giriş bahçesi olarak adlandırılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Giriş Bahçesi (Gateway Garden) Bölümleri (Changi Airport Group, 2023b; Safdie Architects, 2023).

Güney bölümü (South Gateway Garden), ikonik Changi Kontrol Kulesi’ne en yakın geçiş bahçesidir. Palmiye ağaçları etrafında oturma birimleri konumlanmıştır. ‘Düşünce tanesi’ adındaki sanat eserinde dev bir pirinç tanesi sergilenmektedir. Kuzey girişi 16 adet parlayan kristal bulutun yer aldığı geçiş bölümü olarak tasarlanmıştır. Batı giriş bahçesinde tavandan sarkan büyük ölçüde *Tillandsia* hava bitkileri ya da orkide türlerinden oluşan zarif çiçek topları yer almaktadır. Doğu girişinde ise eğrelti otlarından oluşan dikey bir bahçe bulunmaktadır. Egzotik bir eğrelti otu ve epifitik bitki çeşidinden yapılmış 17 eğrelti otu sütunu bu alanda sergilenmektedir (Jewel Changi Airport, 2023; Sholihyn, 2021) (Şekil 5).

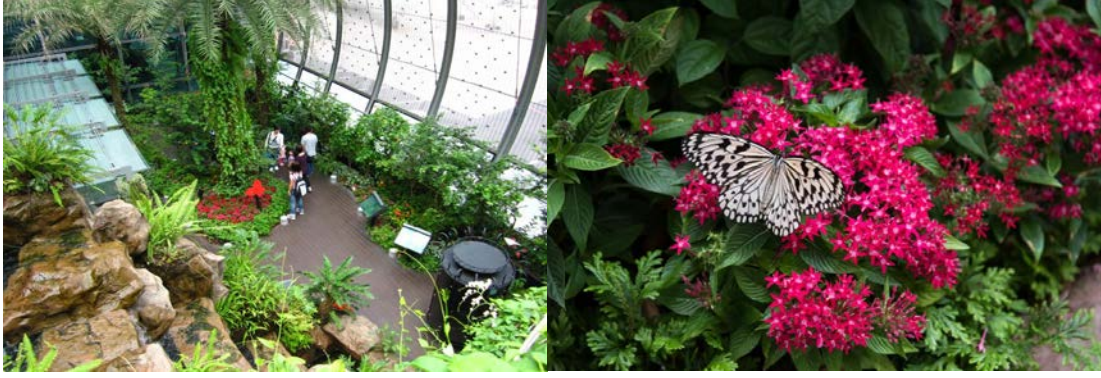


Şekil 5. Kuzey, Güney, Doğu, Batı giriş bahçeleri (Jewel Changi Airport, 2023; PWP Landscape Architecture, 2023; Q's Advertising, 2023).

Giriş bahçesi (Gateway Garden) ile bağlantısı bulunan Jewel'ın üst katında yer alan diğer bölüm Canopy Park olarak adlandırılan rekreasyon alanıdır. İçerisinde çit labirenti, kelebek bahçesi, orkide bahçesi gibi birçok alan yer almaktadır.

Singapur Changi havalimanının sunduğu benzersiz özelliklerden biri de Butterfly Garden yani kelebek bahçesidir. Butterfly Garden (Şekil 6), havalimanı içindeki 3. Terminalde yer almaktadır. Changi Havalimanı'ndaki kelebek bahçesi ziyaretçilere etkileyici ve göz alıcı bir deneyim yaşatmayı hedeflerken aynı zamanda doğal yaşamın çeşitliliğine ve ekosisteme katkıda bulunmayı amaçlar. Bahçede 100'den fazla kelebek türü ve çeşitli tropikal bitkiler bulunur, bu da biyoçeşitlilik açısından zengin bir ortam oluşturur. Bu tasarım, kelebeklerin doğal yaşam alanlarını desteklemek ve korumak için dikkatlice planlanmıştır. Ziyaretçiler, bu renkli ve büyüleyici bahçede kelebeklerin uçuşunu izlerken hem estetik bir deneyim yaşar hem de doğanın güzelliklerine tanık olurlar. Bu bahçe, kelebeklerin yaşam döngüsünü desteklemek ve sürdürmek amacıyla bitki seçimi konusunda titizlikle hazırlanmıştır. Alanda bulunan bitkiler, kelebeklerin beslenme ihtiyaçlarını karşılayacak nektar bitkilerini içerir, aynı zamanda onların enerji ihtiyaçlarını karşılamalarına yardımcı olur. Bahçede kelebekler için sağlıklı bir habitat oluşturulması amacıyla pestisit kullanımından kaçınılmaktadır (Changi Airport Group, 2021b, 2023a, 2023c).

Butterfly Garden, Changi Havalimanı'nın sürdürülebilirlik ve doğal çevre korumasına verdiği önemi de yansıtmaktadır. Kelebeklerin doğal yaşam alanlarını destekleyerek, doğa koruma bilincini artırmayı hedeflemektedir.



Şekil 6. Kelebek bahçesi (Butterfly Garden)(Changi Airport Group, 2021a).

Jewel Changi havalimanında doğanın yansıması olan bir diğer alan çeşitli su zambaklarıyla süslenmiş ‘Water Lily Garden’ olarak adlandırılan Su Zambakları Bahçesi’dir (Şekil 7). *Leptospermum madidum*, *Nymphaea* sp. gibi bitki türlerinin hakim olduğu bu bahçe, dingin su yüzeyleri ile dolu bir alanı kapsamaktadır. Bu su yüzeyleri, su zambaklarının büyümesi ve çiçeklenmesi için ideal bir ortam sağlamaktadır (Changi Airport Group, 2023d). Bu alanda da sürdürülebilirlik ve doğal çevrenin korunması teması vurgulanmaktadır. Su zambakları, doğal su kaynaklarının korunmasına katkıda bulunan bitkilerdir.



Şekil 7. Su Zambakları Bahçesi (Water Lily Garden)(Changi Airport Group, 2021a).

Orchid Garden (Orkide Bahçesi), Singapur Havalimanı'nda bulunan özel bir bahçedir (Şekil 8). Orchid Garden, renkli ve zarif orkide çiçekleriyle süslenmiş geniş bir alana sahiptir. Burada, farklı boyutlarda ve renklerde yüzlerce orkide bitkisi bulunmaktadır. Bahçede, orkide bitkilerinin yanı sıra, onları desteklemek ve güzelliğini tamamlamak için kullanılan dekoratif unsurlar da bulunur. Taş yollar, ahşap köprüler ve su özellikleri gibi unsurlar, Orchid Garden'ın atmosferini tamamlamaktadır. Burada ziyaretçiler yürüyüş yapmakta ve farklı orkide bitkilerini keşfetmektedir (Changi Airport Group, 2023d).



Şekil 8. Jewel Changi Havalimanı Orkide Bahçesi (Changi Airport Group, 2023d).

Jewel Singapur Changi havalimanında daha birçok özel bahçe bulunmaktadır. Büyülü bahçe (Enchanted Garden), çekici bitkisel tasarımının etkileyici ışık ve ses oyunları ile birleşimi sonunda kullanıcıları adeta büyülediği düşünüldüğünden bu adı almıştır (Şekil 9a). Bahçede yer alan hareket sensörleri, doğanın ve açan çiçeklerin seslerini tetiklerken dalgalı yollarda gömülü fiber optik ve LED aydınlatma sayesinde göz alıcı bir ışık yolu oluşturulmuştur. Jewel kompleksinde çalı türlerinden oluşturulmuş bir labirent bulunmaktadır. Çit labirenti (Hedge Maze) olarak adlandırılmış bu mekânda yüksek çalılar arasında gizlilik ve keşfetme hissiyle eğlenceli bir mekân sunulmaktadır (Şekil 9b). Bu keşfi başaran kullanıcıları labirentin merkezinde bir kule beklemektedir. Bu kulede ziyaretçiler labirentin karmaşık kıvrımlarının kuşbakışı görünümü ile ödüllendirilmektedir. Petal Garden (Şekil 9c) özel bir tasarım olan bir başka bahçedir. Bu bölümde çeşitli bitkilerle canlı bir atmosfer yaratılmıştır. *Rosa sp.*, *Tulipa sp.*, *Phalaenopsis sp.*, *Viola sp.*, *Bougainvillea sp.* bahçede bulunan türlerden bazılarıdır. Türler farklı renkler, şekiller ve boyutlarda düzenlenmiş özel yataklarda yer almaktadır. Havalimanı yolcularına dinlenme ve rahatlama imkânı sunmayı hedefleyen bu alan aynı zamanda doğanın huzur verici etkisini de deneyimlemelerini sağlamaktadır (Changi Airport Group, 2023d, 2023a).



Şekil 9. Jewel Singapur Changi Havalimanı Canopy Park'ta yer alan bölümler (a: Büyülü bahçe (Enchanted Garden), b: Çit labirenti (Hedge Maze), c: Petal Garden, d: Topiary Walk)(Changi Airport Group, 2019, 2021a, 2023d)

Bunlarla birlikte alanda daha birçok özel temada hazırlanmış bahçeler ve bölümler yer almaktadır. Özel bitki şekillendirme sanatı olan topiary sanatının hâkim olduğu, hayvan figürlerinin oluşturulduğu Topiary Walk (Şekil 9d), tropik bitkilerin ve doğal ortamların temsil edildiği bir keşif alanı olan Discovery Garden, göz kamaştırıcı ayçiçekleriyle tasarlanmış Sunflower Garden, kurak iklim bitkileri olan sukulent türlerinin sergilendiği Cactus Garden, sis ve buharla mistik bir atmosferin oluşturulduğu Foggy Bowls, ışıltılı kristal objelerle tasarlanmış Crystal Garden, yusufluk teması etrafında bitkiler ve süs havuzuyla desteklenen Arrival Garden, etnik kutlamaların temasına göre bitkilendirilen Piazza Garden, yağmur ormanlarındaki flora ve faunaya uygun olarak tasarlanan Tropical Rainforest Vivarium gibi daha birçok alan, Jewel'da ziyaretçilere doğayla bağlantı kurma fırsatı sunmaktadır. Bu benzersiz bahçeler, çeşitli bitki türlerinin zenginliklerini sergileyerek görsel bir şölen sunmakla kalmaz, aynı zamanda ziyaretçilerin dinlenme ve doğa ile etkileşim kurmasına imkân sağlar. Her bir alan kendi özel temalarıyla birlikte, ziyaretçilere unutulmaz bir deneyim sunarak doğanın güzelliklerini keşfetme fırsatı verir (Changi Airport Group, 2023d, 2023a).

4. Sonuç ve Öneriler

Singapur Havalimanı, peyzaj mimarlığının ve mimarının birbirini tamamlayıcı bir şekilde çalıştığı ve peyzaj mimarlığının küresel dünyada daha fazla hizmet verme potansiyeline sahip olduğunun kanıtı niteliğindedir. Jewel'deki Shiseido orman vadisi, Petal Garden, çit labirenti, kelebek bahçesi, orkide bahçesi vs. gibi yeşil alanlar, sürdürülebilir projelerin bir parçası olarak ekolojik açıdan birçok fayda sağlamaktadır.

Jewel Singapur Changi havalimanındaki bitkilerin seçimi ve yerleştirilmesi sürecinde, estetik görüntü, ışık seviyeleri, sıcaklık ve nem koşulları gibi çeşitli kriterler dikkate alınmıştır. Ağaçların nakledilmeden önce bakımı ve sağlıklarının korunması için özenle çalışılmış, hatta fidanlıkta gerçek boyutlu bir dilim yeniden oluşturularak ağaçların Singapur'un tropikal havasına uyum sağlaması sağlanmıştır. Jewel, çeşitli açılardan değerlendirildiğinde ekolojik faydaları ortaya çıkmaktadır. Öncelikle, biyoçeşitliliği teşvik etmektedir. Farklı bitki türlerinin kullanımı, çeşitli canlıların yaşam alanı ve besin kaynağı olarak hizmet etmektedir, böylece doğal yaşamın çeşitliliği ve dengesi desteklenmektedir. Ayrıca bahçelerdeki çiçeklerin polinasyonu, bitkilerin üremesi için önemli bir süreç olup, ekosistemdeki diğer bitki türlerinin ve hayvanların hayatta kalmasını sağlamaktadır. Bununla beraber karbondioksit emilimi açısından da önemli bir rol oynamaktadır. Bitkilerin fotosentez yaparak karbondioksiti emmeleri ve oksijen üretmeleri, hava kalitesini iyileştirir ve atmosferdeki sera gazı etkisini azaltmaya katkıda bulunur. Bahçenin görsel estetik ve stres azaltma açısından önemi de büyüktür. Doğanın renkleri, kokuları ve güzellikleriyle ziyaretçilere görsel bir şölen sunan Jewel, insanların stresini azaltmaya ve genel yaşam kalitesini artırmaya yardımcı olabilir.

Jewel'deki peyzaj mimarlığı çalışmalarını profesyonel ekipler yönetmekte olup, bitkilerin bakımı ve kontrolleri düzenli olarak gerçekleştirilmektedir. Çoğunlukla Jewel'in kendi fidanlığından temin edilen bitkiler, Jewel'deki mevsimsel renkleri yansıtacak şekilde periyodik olarak değiştirilmekte ve böylece çeşitlilik ve canlılık korunmaktadır.

Bugün Jewel, dünyanın dört bir yanından gelen binlerce bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Yaklaşık 120 bitki çeşidi arasında eğrelti, orkide, palmye, *Ficus* sp., antoryum, zeytin, nilüfer, lilyum, begonvil, gül, kasımpatı gibi çeşitli bitkiler bulunmaktadır. Jewel'deki en ağır ağaçlar, 100 yıllık İspanyol zeytin ağaçlarıdır. Bu yönüyle Jewel zengin bir biyoçeşitliliğe ev sahipliği yapmaktadır.

Tüm bu çalışmalar, Singapur Havalimanı'nın sürdürülebilirlik ilkesini benimsemesi ve yeşil tasarımıyla öne çıkmasıyla uyumlu bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Singapur Havalimanı, sürdürülebilirlik odaklı projelerin başarılı bir şekilde hayata geçirilebileceği bir örnek olup, diğer havaalanları ve kamu alanları için ilham kaynağı niteliğindedir.

Bu araştırma, sürdürülebilirlik prensiplerinin havaalanları ve benzeri alanlarda uygulanmasının önemini vurgulayarak, çevresel olarak duyarlı ve toplumsal olarak faydalı alanların yaratılabileceğini göstermektedir. Sürdürülebilir projelerin uygulanmasıyla, biyoçeşitlilik, karbondioksit emilimi, görsel estetik ve stres azaltma gibi önemli ekolojik faydalar elde edilebilir. Jewel'deki başarılı peyzaj mimarlığı ve bitki düzenlemeleri, gelecekteki projeler için ilham kaynağı olabilecek önemli bir örnektir.

5. Kaynaklar

- Baxter, G., Srisaeng, P., & Wild, G. (2018a). Sustainable airport waste management: The case of Kansai International Airport. *Recycling*, 3(1), 1–22.
- Baxter, G., Srisaeng, P., & Wild, G. (2018b). Sustainable airport energy management: the case of Kansai International Airport. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 8(3), 334–358.
- Baxter, G., Srisaeng, P., & Wild, G. (2020). The use of aviation biofuels as an airport environmental sustainability measure: The case of Oslo Gardermoen Airport. *MAD - Magazine of Aviation Development*, 8(1), 6–17.
- Becken, S. & Pant, P. (2019). *Airline initiatives to reduce climate impact*.
- Changi Airport Group. (2013). *Annual Report 2012/13*.
- Changi Airport Group. (2019). Your guide to Instagram-worthy photos at Jewel Changi Airport. Erişim Adresi: <https://nowboarding.changiairport.com/discover-changi/instagram-worthy-photos-at-jewel.html>. Erişim Tarihi: 20.05.2023.
- Changi Airport Group. (2021a). Gallery. Erişim Adresi: <https://gallery.changiairport.com/#anchorGallery>. Erişim Tarihi: 13.05.2023.
- Changi Airport Group. (2021b). Missed Changi Airport's gardens? Experience them from home through virtual tours. Erişim Adresi: <https://nowboarding.changiairport.com/discover-changi/changi-airport-gardens-virtual-tours.html>. Erişim Tarihi: 20.05.2023.
- Changi Airport Group. (2022). *CAG Sustainability Report 2021/22*.
- Changi Airport Group. (2023a). Changi Airport Group. Erişim Adresi: <https://www.changiairport.com/>. Erişim Tarihi: 13.05.2023.
- Changi Airport Group. (2023b). Master Planning. Erişim Adresi: <https://www.changiairport.com/corporate/our-expertise/engineering-the-future.html#anchorA2>. Erişim Tarihi: 20.05.2023.
- Changi Airport Group. (2023c). Butterfly Garden. Erişim Adresi: <https://www.changiairport.com/en/discover/attractions/butterfly-garden.html>. Erişim Tarihi: 20.05.2023.
- Changi Airport Group. (2023d). Attractions. Erişim Adresi: <https://www.changiairport.com/en/discover/attractions.html#/filter?tab=all>. Erişim Tarihi: 20.05.2023.
- Douglas, I. & Lawson, N. (2003). Airport construction: materials use and geomorphic change. *Journal of Air Transport Management*, 9(3), 177–185.
- Edwards, B. (2004). *The modern airport terminal: New approaches to airport architecture* (2. bs.). London, UK & New York, ABD: Taylor & Francis.
- Jewel Changi Airport. (2023). Jewel Floor Plan (Brochure). 20 Mayıs 2023 tarihinde [https://www.jewelchangiairport.com/content/dam/jca-project/Map/Jewel Floor Plan \(Brochure\).pdf](https://www.jewelchangiairport.com/content/dam/jca-project/Map/Jewel_Floor_Plan_(Brochure).pdf) adresinden erişildi.
- Lau, C. R., Stromgren, J. T., & Green, D. J. (2010). *ACRP Synthesis of Airport Practice 21: Airport Energy Efficiency and Cost Reduction*. Washington, D.C.: Transportation Research Board of the National Academies.
- Morrell, P., & Lu, C. H.-Y. (2000). Aircraft noise social cost and charge mechanisms - a

- case study of Amsterdam Airport Schiphol. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 5(4), 305–320.
- Perdamaian, L. G., Budiarto, R., & Ridwan, M. K. (2013). Scenarios to reduce electricity consumption and CO2 emission at terminal 3 Soekarno-Hatta International Airport. *Procedia Environmental Sciences*, 17, 576–585.
- PWP Landscape Architecture. (2023). Jewel Changi Airport. Erişim Adresi: <https://www.pwpla.com/projects/jewel-changi-airport>. Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2023.
- Q's Advertising. (2023). Crystal Cloud Installation 2019 – Jewel Changi Airport. Erişim Adresi: <https://qs.sg/portfolio/permanent-displays/jewel-crystal-cloud-2019-changi-airport-group/>. Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2023.
- Rehman, F. U., Islam, M. M., & Miao, Q. (2023). Environmental sustainability via green transportation: a case of the top 10 energy transition nations. *Transport Policy*, 137, 32–44.
- Safdie Architects, (2023). Jewel Changi Airport. Erişim Adresi: <https://www.safdiearchitects.com/projects/jewel-changi-airport>. Erişim Tarihi: 20.05.2023.
- Seo, D. (2021). Articulate design thinking for sustainable airport environment: a case study of Singapore Changi Airport T3. *Transportation Research Procedia*, 56, 136–142.
- Sholihyn, I. (2021). Free things to see and do in Jewel Changi Airport. *Changi Airport Group*. 20 Mayıs 2023 tarihinde <https://nowboarding.changiairport.com/discover-changi/free-things-to-see-and-do-in-jewel-changi-airport-.html> adresinden erişildi.
- Singapore Green Plan. (2023). The Singapore Green Plan 2030. Erişim Adresi: <https://www.greenplan.gov.sg/>. Erişim Tarihi: 13.06.2023.
- Skytrax. (2023). Singapore Changi Airport is named the World's Best Airport 2023. <https://skytraxratings.com/singapore-changi-airport-is-named-the-worlds-best-airport-2023>. Erişim Tarihi: 20.05.2023.
- Sumathi, N., Ramnarendran, P. S., Revanth, G. J. A., & Arasu, G. V. (2017). Sustainable methods used to reduce the energy consumption by various facilities in airport terminals. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS)*, 6(11), 41–44.
- Yang, J., Zeng, C., & Cheng, Y. (2020). Spatial influence of ecological networks on land use intensity. *Science of The Total Environment*, 17, 137151.