

Botanik Bahçeleri ve Arboretumlarda Ahşap Kullanımı

 **Hande AKARCA^{1*}**,  **Ayşegül TANRIVERDİ KAYA²**

¹Düzce Üniversitesi Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

²Düzce Üniversitesi Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü

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

ÖZET

Bu çalışmada, yapı çevrenin inşasında geleneksel olarak önemli bir rol oynamış, teknolojiye yenilikler ve tasarım yöntemlerindeki gelişmelerin etkisiyle yaşamımızdaki yerini güçlendirerek koruyan ahşabın botanik bahçeleri ve arboretumlardaki kullanım alanlarına odaklanılmıştır. Ahşap, sahip olduğu eşsiz özellikler nedeniyle hem yapı yapma hem de eşya üretme konusunda insanlığın en eski çağlardan bu yana en verimli kaynaklarından biri olmuştur. Sürdürülebilirlik çerçevesinden bakıldığında da ahşabın, yaşam döngü değerlendirmesi ve karbon ayak izi bakımından en çevreci yapı malzemesi olduğu anlaşılmaktadır. Akılcı ormancılık politikaları ve planlı üretim/kullanım dengesi kurulması ile ahşabın yenilenebilir bir doğal kaynak olarak daha pek çok alanda yaşamımıza katkı ve sağlık getireceği beklenebilir. Bu özellikleri nedeniyle, özellikle gelişmiş Batı ülkelerinde ve son zamanlarda Çin ve diğer Uzak Doğu ülkelerinde, hem masif ahşap, hem de teknolojik yöntemlerle üretilen diğer çeşitli endüstriyel ahşap ürünlerinin kullanımında artış gözlemlenmektedir. Botanik bahçeleri ve arboretumlar farklı bitki türleri ve ağaçların bilimsel yaklaşımlarla bir arada korunup sergilendiği doğal yaşam alanlarıdır. Yaklaşık yedi yüz yıllık bir geçmişe sahip botanik bahçelerinin günümüzde salt koruma ve sergileme amaçlı bahçeler olmaktan öte araştırma, geliştirme, eğitim ve aynı zamanda kamusal bir mekân olarak insanları bir araya getirerek doğayla buluşturma ve farkındalık yaratma misyonları da bulunmaktadır. Böylesine çok amaçlı ve işlevli doğal alanlarda yapılaşma ve planlama kaçınılmaz olmaktadır. Doğal alanlar içinde inşa edilen mimari yapılar ve kullanılan peyzaj elemanları ile diğer sanatsal objelerin de bu doğal ortamla uyum içinde olması, görsel uyum ve ahengi desteklemesi beklenmektedir. Bu nedenle yapıların formu, ölçüsü, tasarım özellikleri ve malzemelerinin bu çerçevede bir kaygı ile seçilmiş olması önemlidir. Ahşap bu alanlarda kullanılan en gözde malzeme olma özelliğini sürdürmektedir. Bu amaçla bu çalışmada literatür bağlamında ahşabın kullanılma potansiyeli örneklerle tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Botanik bahçeleri, yapısal ahşap, sürdürülebilirlik

Using Timber in Botanic Gardens and Arboreta

ABSTRACT

This study focuses on the use of wood in botanical gardens and arboreta, which has traditionally played an important role in the construction of the built environment and has strengthened its place in our lives with the effect of innovations in technology and developments in design methods. Due to its unique properties, wood has been one of the most productive resources since the earliest ages of mankind in both building and producing goods. From a sustainability perspective, it is understood that wood is the most environmentally friendly building material in terms of life cycle assessment and carbon footprint. With rational forestry policies and planned production/utilisation balance, it can be expected that wood, as a renewable natural resource, will bring contribution and health to our lives in many more areas. Due to these properties, there is an increase in the use of both solid wood and various other industrial wood products produced by technological methods, especially in developed Western countries and recently in China and other Far Eastern countries. Botanical gardens and arboreta are natural habitats where different plant species and trees are preserved and exhibited together with scientific approaches. Botanical gardens, which have a history of approximately seven hundred years, are not only gardens for conservation and exhibition purposes, but also have the missions of research, development, education, and at the same time, as a public space, bringing people together with nature and raising awareness. In such multi-purpose and multi-functional natural areas, construction and planning are inevitable.

Architectural structures, landscape elements and other artistic objects built in natural areas are expected to be in harmony with this natural environment and to support visual harmony. For this reason, it is important that the form, size, design features and materials of the buildings are selected with a concern in this framework. Timber as a construction material, continues to be the most favourite material used in these areas. For this purpose, in this study, the potential of using wood in the context of literature is discussed with examples.

Keywords: Botanical gardens, constructional timber, sustainability

1. Giriş

Günümüzde elde edilmişinden geri dönüştürülmesine kadar geçen yaşam döngüsü içinde ahşap kadar verimli bir şekilde kullanılabilen çok az malzeme bulunmaktadır. Yaşamları boyunca bünyesinde karbondioksit depolayan ağaçlar, ömürlerini tamamladıklarında ve kesilerek ahşap malzemeye dönüştüklerinde de bu karbon dioksiti depolamaya devam ederler. Bu nedenle günümüzde özellikle enerji ve inşaat sektörlerinde “sıfır karbon salınımı” ve “Net Sıfır” gibi küresel hedeflere ulaşmanın yolları aranmaktadır (UN, 2023). Bu süreçte orman ürünleri kullanımının yeniden artırılması için araştırmalar yapılmaktadır (EESC, 2023). Pek çok ülkede ahşap malzemenin kullanımını yaygınlaştırma ve bu kullanımı destekleyebilecek planlı üretimleri yapma yolunda yeni adımlar atılmaktadır.

Bugün, sanayi devrimi ve ardından yaşanan dijital devrim sonrasında deneyimlediğimiz endüstri 5.0 ile nesnelerin interneti, yapay zekâ ve robotik uygulamalar yaşamımızın her anına girmektedir (Yücebakan, 2020). Bu gelişme pek çok alanda üretimleri etkilemekte ve fabrikasyon üretimlerde insan gücüne artık daha az ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, düşünce üretme ve yeni kurgular yaratma alanında daha fazla insan varlığına gereksinim duyulacak bir yaşama doğru hızla ilerliyoruz (Güdek, 2023). Bu süreçte insanların iş yerlerinde geçirdikleri zaman azalırken özellikle gelişmiş ülkelerde kendilerine ayırabildikleri zamanlar artmaktadır. Bu artan zamanların doğaya dönerek, daha temiz çevrelerde, yer altı ve yer üstü kaynakların verimli kullanıldığı daha sürdürülebilir koşullar oluşturarak yaşanması fikri gün geçtikçe daha çok taraftar bulmakta, bu yönde çözümler üretilmektedir (Manzini ve Jégou, 2003).

Kentlerde doğanın en rahat deneyimlendiği yerler parklar, bahçeler ve kent yakınında bulunan ormanlar ve doğal çevre sayılabilir. Pek çok ülkede kentleşmenin boyutu bu alanlara çok da yer bırakmayacak şekilde yoğun yapılaşma baskısı yaratmaktadır. Bununla birlikte özellikle gelişmiş ülkelerde refah seviyesi arttıkça, halkın ihtiyaçlarına paralel olarak kentle bağlantılı doğal alanların da geliştirilmeye çalışıldığı bir gerçektir. Refah seviyesinin korunması, sürdürülebilirlik, enerji verimliliği ve karbon salınımını sıfırlama hedefleriyle de örtüşen bu geliştirme çalışmaları, kentlerdeki yeşil alanların, çatı bahçeleri, düşey bahçeler, kat bahçeleri vb. pek çok çözümü önermektedir. Bu açıdan bakıldığında, kentlerde doğal ortamların kamusal ölçekte, bilinçli ve bilimsel bir şekilde sergilendiği alanların başında botanik bahçeleri ve arboretumlar gelmektedir.

Botanik bahçeleri, üniversiteler, enstitüler veya yerel yönetimler tarafından kurulan, bitki koleksiyonlarına sahip, eğitim-öğretim ve bilimsel çalışmaların yapıldığı kültür park veya bahçelerdir (Tanrıverdi, 1987). Günümüzde botanik bahçeleri, bilimsel amaçlı yapılan düzenleme ve sergilemelerin yanı sıra, ziyaretçilerin keyifle vakit geçirebilecekleri, bitkileri doğal ortamlarında gözlemleyebilecekleri ve aynı zamanda rekreasyon amaçlı da vakit geçirebilecekleri bir nitelik kazanmıştır (Müminoğlu ve ark., 2018). Farklı coğrafyalardan, farklı yaşam ortamlarına sahip bitkilerin bilimsel esaslarla bir arada düzenlendiği botanik

bahçeleri günümüzde pek çok gelişmiş kentte karşımıza çıkmaktadır. Özellikle büyük kentlerde, yaşamlarını doğadan uzak, betonlaşmış mekânlarda geçirmek zorunda kalan insanlar, botanik bahçeleri aracılığıyla doğal yaşam alanlarını deneyimleyebilmekte ve aynı zamanda farklı coğrafyalara ait bitki türleri ile karşılaşarak bilgi sahibi olmaktadır. Bu karşılaşmalar, uzun vadede bireyler üzerinde doğal hayatın korunması ve sürdürülmesi farkındalığı yaratma konusunda katkı sağlamaktadır (Müminoğlu ve ark., 2018).

Çağdaş botanik bahçelerinden bitkilerin korunması ve sergilenmesi yanı sıra beklenen farklı işlevleri karşılayabilmek için yapıları alanlara da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yapılar, bilimsel araştırmalar, ziyaretçi ihtiyaçları, eğitim ve eğlence için gerekli olan mekânların yanı sıra yol, köprü ve çit gibi diğer altyapı ihtiyaçlarını da karşılamaktadır. Oluşturulan bu yapıları mekânlarda çocuklar veya yetişkinlerden oluşan ziyaretçilere doğa sevgisi aşılacak, sergilenen türlerle ilgili merak uyandırmak, doğa koruma felsefesini ziyaretçilere geçirebilmek bir botanik bahçesi ile ulaşılmak istenen hedeflerdir (Çolak ve ark., 2019). Bu bağlamda botanik bahçelerinde bu tür faaliyetleri yürütebilmek için açık, yarı açık ve kapalı mekân ve yapıları ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yapılar, müzeler, seralar, sergi alanları ve hizmet binaları olarak sıralanabilir. Yapıların boyutları, formu, renkleri ve imalatında kullanılan malzemelerin içinde bulunduğu doğal ortamla uyumlu olması, botanik bahçelerinin bütünsel algısında büyük katkı sağlamaktadır (Köylü ve Yılmaz, 2021). Pamay (1971), mimari elemanların doğa ile kaynaştırılmasının, bir arada kullanılmasının gerektiğini, böylece estetik ve işlevsel açılardan yüksek nitelikte mekânlar elde etmenin mümkün olabileceğini belirtmektedir.

Bu bağlamda örneklere bakıldığında botanik bahçelerinde ahşabın doğal taş gibi en çok kullanılan yapı malzemelerinden birisi olduğu görülmektedir. Çok eski çağlardan beri doğal kaynağı, hafif oluşu, kolay işlenebilirliği, estetik renk ve doku alternatifleri ve daha birçok özelliği nedeniyle en temel yapı malzemelerinden birisi olarak kullanılan ahşap, özellikle son yıllarda imalat teknolojisinde elde edilen gelişmelerle istenen form, boyut ve dayanımlarda strüktürlerin elde edilmesine imkân verebilmektedir.

Bu çalışma, farklı ülkelerdeki botanik bahçelerinde kullanılan ahşap imatları geçmişten günümüze literatür bağlamında incelemek için ahşabın kullanım potansiyelini, malzeme çeşitliliği ve özelliklerini ortaya koyan örnekler üzerinden belirli başlıklar altında tartışmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Kavramsal Çerçeve

Kent içindeki dokunun peyzaj mekânları ve mimari mekânlar olarak iki başlıkta görülmesi gerektiğini belirten Pamay (1971), mimari mekânı oluşturan elemanları şu şekilde sıralamıştır:

- Yollar, kademeli yollar ve merdivenler
- Köprü, geçit ve kapılar
- Duvar, teras ve şevler ile sınır çitleri
- Havuzlar, göl, gölet, çeşme ve diğerleri
- Pergola, kameriye, kemer ve tüneller
- Çocuk bahçesi elemanları, oturma elemanları
- Büst, heykel, anıt ve diğer plastik objeler

- Rekreasyon tesisleri, seyir terasları oturma elemanları
- Danışma, ofis, sıhhi tesisler ve güvenlik yapıları

Bu sıralamaya paralel olarak bu çalışmada botanik bahçelerinde ahşap malzemenin kullanım alanları, yapısal ahşap uygulamaları, peyzaj elemanları, sanatsal objeler ve kent mobilyaları başlıkları altında incelenmiştir. Yapısal ahşap uygulamaları altında farklı işlevlerdeki binaların taşıyıcı sistemlerinde ve bina kabuklarında, köprü ve geçitlerde, çit ve bölme duvarlarda, baraka, pergola, sundurma ve çeşitli üst örtülerde ahşabın kullanımı örnekler üzerinden ele alınmıştır. Yer döşemeleri, sınır elemanları gibi taşıyıcı işlevi olmayan ahşap malzeme kullanımları ise peyzaj elemanları başlığı altında değerlendirilmiştir. Botanik bahçelerinde kullanılan sanat objelerinin bir kısmının da, malzemenin doğallığı ve kolay şekil verilebilmesi nedeniyle çeşitli formlarda ahşap malzemelerin kullanılarak üretildiği gözlemlenmiştir. Bu özel imalatlar dışında alışlagelmiş oturma elemanları, sıra ve banklar başlığı altında toplanmıştır. Çalışmada dünyanın farklı ülkelerinde ve Türkiye'deki örnekler yer almaktadır. Makalenin sınırlı çerçevesi nedeniyle karakteristik özellikler taşıyan örnekler üzerinden derleme yapılmış, bu nedenle kayda değer diğer pek çok örneğe çalışmada yer verilememiştir.

2.2. Tarihsel Sürec

Botanik bahçelerinin ilk örneklerinin, bitkilerin bir arada toplanarak sergilendiği 14. Yüzyıl uygulamalarına dek uzandığı bilinmektedir (Ekim, 2023; Var ve Karaşah, 2010). Günümüzdeki anlamında bilimsel çalışmaların yürütüldüğü botanik bahçeleri ise 16. Yüzyılda Avrupa ve Çin'de kurgulanmaya başlamıştır. Gezginler ve Avrupalı araştırmacılar tarafından Osmanlı topraklarındaki bitkilerin toplanması ve bilimsel araştırmalar için incelenmesi de aynı döneme rastlamaktadır (Günergün, 2019). Topraklarımızda çağdaş anlamda botanik bahçelerinin kurulması ve geliştirilmesi ise Cumhuriyet dönemi içinde gerçekleşmiştir (Ata, 2019, Günergün, 2019). Botanik bahçesi kurma çalışmaları özellikle üniversiteler ve kimi yerlerde kurumlar ve kişiler tarafından yürütülmüş ve Anadolu'daki zengin bitki örtüsünün yanı sıra farklı coğrafyalardan getirilen bitkiler de korunup, çoğaltılmış ve sergilenme imkânına kavuşmuştur.

İlk bahçelerde mimari yapı olarak sadece seralar inşa edilmiş ve bitki üretimi üzerinde durulmuştur. Üniversitelere ait botanik bahçelerinde eğitim yapıları da seralara eşlik etmiştir. Sera inşaatında geleneksel yapımlarına paralel olarak taş temel ve ahşap üst örtü malzemesinin yanı sıra dökme ve dövme demir taşıyıcılar ve doğramalar da kullanılmıştır. Dönemin inşaat teknikleri ve seralarda yetiştirilen bitki cinsleri çerçevesinde genellikle küçük ve orta büyüklükte seraların inşa edildiği ve bunların tıbbi bitkilerin yetiştirilmesi ve bitki çoğaltma için kullanıldıkları bilinmektedir (Cambridge, 2023). Büyük ölçekli seraların yaygınlaşmasında, kıtalar arası seyahatlerin artması, egzotik bitkilere olan merak ve inşaat teknolojisinde yaşanan gelişmelerin etkili olduğu söylenebilir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde Avrupa, Amerika, Uzak Doğu ve ülkemizde tarihi özellikleri ve içerikleri ile öne çıkan botanik bahçelerinin tarihsel geçmişi ile inşa edilmiş olan mimari öğelerin gelişimi ve ahşabın bu gelişme içindeki yeri örnekler üzerinden ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Botanik bahçeleri içinde seralar, ziyaretçi merkezleri, araştırma ve kütüphane yapıları, ofis ve çok amaçlı etkinlik binaları başta olmak üzere pek çok farklı yapı bulunmaktadır. Botanik bahçelerinde yer alan seraların genişlemeye başladığı ilk dönem, 18. ve 19. yüzyıllarda özellikle dökme demir ve cam malzemenin bir arada kullanılmaya başladığı, sanayi devriminin geleneksel yapım sistemini kökten değiştirdiği bir dönemle çakışmaktadır. Popüler botanik bahçeleri içinde farklı bölgelere ait bitkilerin belli bir sıcaklıkta tutulması ve yıl boyu canlılıklarını koruyabilmelerini sağlamak için sera yapıları inşa edilmeye başlanmıştır. Bu alandaki ilk örneklerden olan Londra Kew Garden'da inşa edilmiş olan Palmiye Evi (The Palm House) 1848 yılında tamamlanmıştır. Bu büyük sera, boyutları ve dövme demir strüktürü nedeniyle kendi alanında öncü bir yapıdır (Kew, 2023). Bu özellikleriyle, başka seralar için örnek teşkil eden referans bir bina olarak kabul görmüştür. Bugün benzer formlar farklı malzeme ve teknolojilerle yinelenmektedir. Kew Gardens aynı zamanda özel iklimlendirilme yapılabilen Ilıman Ev (Temperate House) serasını da içinde barındırır. Ayrıca pek çok açık tematik bahçelere de sahiptir. Bu donanım ile Kew Gardens farklı iklimlere ait bitki çeşitlerinin 18. Yüzyıldan bu yana bir arada görülebildiği en eski ve en büyük botanik bahçelerinden birisidir (Şekil 1).



Şekil 1. 19. Yüzyılda Kew Garden the Palm House

Bu tip yapılarda günümüzde hafif çelik malzeme ve cam ile yapılan uygulamalar çoğunlukta olsa da katmanlı (lamine) ahşap teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak ahşap konstrüksiyonlu sera yapıları da yapılmaya başlanmıştır. 20. Yüzyıldan başlayarak gelişen teknolojisi ile katmanlı ahşap strüktürler, kolay şekil verilebilen esnek yapıları ile geniş ve yüksek iç hacimlerin yaratılmasını mümkün kılarken, ahşabın dokusundaki doğallığı da mekâna taşımaktadır. Bu özellikleri ile 21. yüzyıl ve sonrası için sürdürülebilir bir malzeme olarak ahşabın, yapılarda çeliğin yerini alabilecek bir alternatif olabileceği düşünülebilir. Katmanlı ahşap kirişlerin dijital modelleme, parametrik tasarım ve yüksek teknolojinin desteği ile inşası, tıpkı dökme demir ve cam malzemenin iki yüzyıl öncesinde başardığı şekilde mekân estetiğini de oluşturan bir strüktür ortaya koymaktadır. Aynı şekilde botanik bahçelerinde sıkça kullanılan pergola ve sundurmaların çok eski dönemlerden bu yana ahşap malzeme kullanılarak yapılmakta olduğu bilinmektedir. Bugün kentsel tasarımda

bireylerin bir araya gelerek sosyalleşebildiği kamusal alanı oluşturma gayreti ile özellikle açık ve yarı açık kamusal mekânın inşasında ve üst örtülerde ahşapın kullanım çeşitliliğini ortaya koyabilmektedir.

3.1. Yapısal ahşap uygulamaları

Cambridge Üniversitesi Botanik Bahçesi'nde ilk sera 1855 tarihinde yapılmış, 1888 tarihinde çam kerestesi kullanılarak yeniden inşa edilmiştir (Anonim, 2023). Bugün hala kullanımda olan yapılar ise 1934 yılında Tik ağacından (*Tectona grandis* L.f.) imal edilmiş ve birleşim noktaları demir aksamla desteklenmiştir (Şekil 2). Yapıldığı dönemin tüm özelliklerini taşıyan serada ince camlar, ahşap doğramalar ve demir gergi ve köşebentlerin birleşim detaylardaki ustalık ve özenli işçilik bugün de görülebilmektedir (Cambridge, 2023).



Şekil 2. Cambridge Üniversitesi Botanik Bahçesi ahşap sera (Cambridge, 2023).

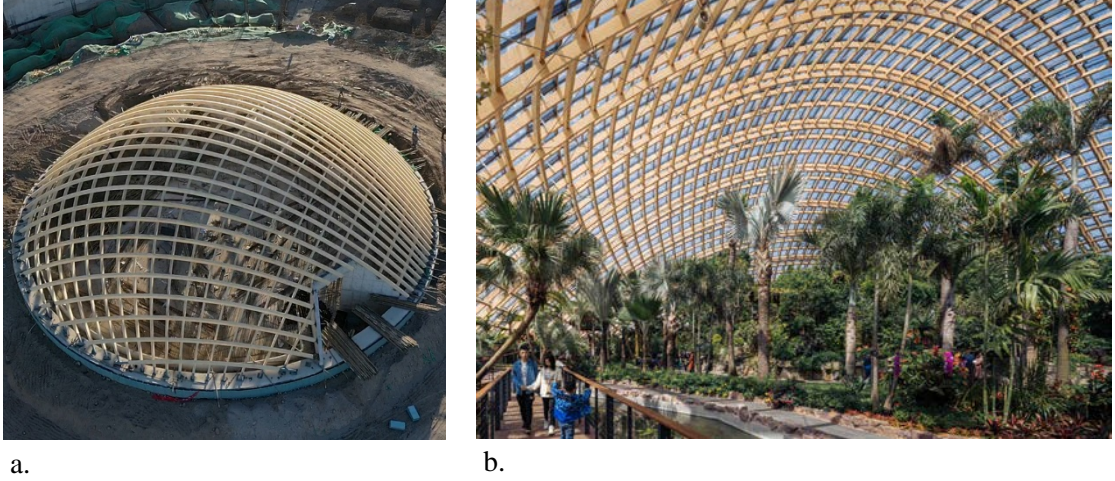
İrlanda Glasnevin Botanik Bahçesi'nde Alpler'e ait bitkilerin yer aldığı The Alpin House-2 taş temel ve yarım taş duvar üzerine ahşap iskelet ile inşa edilmiş küçük bir seradır. Yapı gibi içindeki sekiler de ahşap malzemeden üretilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. İrlanda Glasnevin Botanik Bahçesi'nde ahşap sera. (Botanicgardens.ie, 2023)

Taiyuan Botanik Bahçesi ahşap, çelik kablo ve cam ile inşa edilmiş, parametrik tasarım ürünü sera yapılarına ev sahipliği yapmaktadır. Yapının kompleks ihtiyaç programı, tasarımında iklim, enerji ve cam cephe uzmanları ile parametrik tasarım ofislerinin bir arada çalışmasını gerekli kılmıştır. Sonuçta yükseklikleri 11-30 metre, çapları 43-90 metre genişliğinde üç sera için,

toplam 2381 tutkallı ahşap kiriş ve yüzlerce metre çelik halat kullanılmıştır (DMAA, 2023) (Şekil 4b). Bilgisayar teknolojisi tasarımda ve prefabrike lamine ahşap kirişlerin imalatında yoğun olarak kullanılmış, Avrupa’da üretilen kirişler gemilerle Çin’e getirilerek montaj şantiyede gerçekleştirilmiştir (Şekil 4a).



Şekil 4. Çin, Taiyuan Botanik Bahçesi seraları (a. Mule, 2023 ve b. Structure Craft, 2023).

Aynı ekip tarafından Taiyuan Botanik Bahçesi içinde bir de Çay Evi tasarlanmış ve yapı 2020 yılında tamamlanmıştır. Mimarisi geleneksel Çin tapınaklarından ilham alan bu yapıda üst üste yerleştirilmiş lamine kirişlerle oluşturulan çatı konstrüksiyonu, ince çelik dikmeler tarafından taşınmaktadır (Structure Craft, 2023b). Yapı tek katlıdır ve tüm cephesi camla kaplıdır (Şekil 5). Bu kombinasyon heykelsi çatıyı öne çıkarmakta adeta havada asılıymış hissi vermektedir (DMAA, 2023b).



Şekil 5. Restoran yapısı ahşap çatı konstrüksiyonu, Taiyuan Botanik Bahçesi Structure Craft, 2023b).

Kengo Kuma Ofisi tarafından tasarlanan proje, Arnavutluk’taki Butrint Milli Parkı ziyaretçi merkezi yarışmasında birinci olarak uygulanmaya başlamıştır (Şekil 6). Yapı, yerel halk ile arkeolojik alan ziyaretçileri arasında yeni bağlar oluşturma ve alanın her noktadan algılanması hedefine, geniş ve farklı kotlarda birbirini takip eden çatı strüktürleri ile oluşturulan yarı açık ve görsel geçirgen kapalı mekânlarla ulaşmaktadır. Sökülüp takılır özelliğe sahip geri dönüştürülebilir ahşap elemanlar, giriş kapısı, yürüyüş yolları, pergola ve ziyaretçi merkezi çatısı gibi strüktürleri kesintisiz bir şekilde bir araya getirebilmektedir (KKA, 2023b).



Şekil 6. Butrint Milli Parkı ziyaretçi merkezi projesi için önerilen sökülüp takılabilir ahşap strüktüre ait maket ve 3Boyut görselleri (KCAA, 2023b)

3.2. Köprüler, Merdivenler ve Seyir Terasları

Köprü ve geçitlerde de benzer şekilde ahşap malzemenin geniş bir kullanım alanı bulunduğunu söyleyebiliriz. Çok sayıda köprünün inşası için emprenye edilmiş masif ahşap malzemenin dış mekan etkilerine tamamen açık şekilde kullanılmış olduğu görülmektedir. Botanik bahçelerinde yeşil doku ile en iyi uyumu yine doğadan bir malzeme olan ahşabın sağlıyor olması tesadüf değildir. Bahçe tasarımında renk uyumunun önemine dikkat çekilirken, kullanılan renk paletlerinin doğal bitki örtüsü ile uyumlu renkleri ve aynı zamanda dokuya sahip olan malzeme olarak ahşap öne çıkmaktadır (Köylü ve Yılmaz, 2021).

Cornel Botanic Bahçesinde yer alan oldukça sade bir tasarıma sahip ahşap köprü ise, su içine yerleştirilmiş taşıyıcılar üzerinde, doğa ile ilişkiyi en yüksek derecede gerçekleştirebilecek şekilde tasarlanmıştır (Cornell Botanik, 2023) (Şekil 7).



Şekil 7. ABD, Cornel Botanic Bahçesi (Cornell Botanik, 2023)

Su ile yakın temasta bulunma duygusu, Tsukuba Botanik Bahçesi'nde sulak alan üzerinde yer alan yürüme yolunun tasarımını öne çıkmaktadır (Anonim, 2023a). Korkuluksuz olarak tasarlanmış yürüme platformları adeta su üzerinde yürüme hissi vermektedir (Anonim, 2023a). Aynı etki Missouri Botanik Bahçesi içinde yer alan Japon Bahçesi zigzag yol için de geçerlidir. Su ile suya yerleştirilmiş bitki tarhları arasında, ahşap dikmelerle cemine bağlanan ve geniş ahşap levhalarla inşa edilen bu yol botanik bahçesinin simgelerinden birisi haline gelmiştir (Missouribotanicalgarden, 2023) (Şekil 7).



a.



b.

Şekil 8. a. Japonya, Tsukuba Botanik Bahçesi (Anonim, 2023a) ve b. ABD, Missouri Botanik Bahçesi'nde Japon Bahçesi (Missouribotanicalgarden, 2023)

Cambridge Botanik Bahçesi'nde engelli erişimine uygun tasarlanmış yükseltilmiş yürüme yolları düşük eğimli rampalara dönüşerek farklı kotlardaki alanlara rahatça ulaşımı sağlamaktadır (Cambridge, 2023). Kew Garden'da su üzerinden de geçen geniş yürüme yolu gibi Atatürk Kent Ormanı'nda vadiyi geçen köprüye bağlanan ahşap yürüyüş yolu, doğal bitki örtüsünü yoğun insan trafiğinden korurken, ziyaretçilerin ahşap platform ve korkuluklarla doğadan kopmadan çevreyi deneyimlemelerine imkân vermektedir (Şekil 9).



a. Kew Gardens



b. Cambridge Botanik Bahçesi



c. Atatürk Kent Ormanı

Şekil 9. Yükseltilmiş ahşap yürüme yolları (Kewgarden, 2023; Cambridge, 2023; Kaya, 2023)

Ahşap merdiven ve seyir teraslarının en iyi örneklerinden birisi de İstanbul'daki Atatürk Kent Ormanı içinde bulunmaktadır. Yeni hizmete açılan merdivenler masif ahşap kullanılarak inşa edilmiştir (İBB, 2023). Merdiven sahanlıkları genişleyerek seyir teraslarını oluşturur ve böylece merdiven salt iki kotu birleştiren bir yapı elemanı olmanın ötesine geçerek, botanik bahçelerinde en çok hedeflenen insanın dikkatini doğaya vermesi, doğa ile yakınlaşması duygusunu besleyen bir mekâna dönüşmüş olur (Şekil 10).



Şekil 10. Atatürk Kent Ormanı ahşap merdiven ve seyir terasları (İBB, 2023)

3.3. Peyzaj Elemanları

Yer döşemeleri, bitki tarhı sınır elemanları gibi daha küçük ölçekli ve taşıyıcılık işlevi nispeten daha az olan ahşap malzemenin kullanımı peyzaj elemanları başlığı altında değerlendirilmiştir. Çit ve bölme duvarlarında da farklı tasarımlarda ahşap malzeme kullanımına yönelim olduğu görülmektedir. Kendi kendisini taşıyabilme özelliği ahşabı çok özel bir yapı malzemesi konumuna getirmektedir. Kâgir malzemenin üst üste yığılması veya harç yardımıyla örülmesi; betonarme çitler için çimento, kireç, agrega ve demire ihtiyaç duyulmasına karşın ahşap ile tek bir malzemenin farklı yönlerde konumlandırılarak kullanımı ile bir çit inşa etmek mümkündür.

Diğer pek çok bahçenin sınırlarının farklı kombinasyonlarda doğal ahşap veya alternatif çit bitkileriyle oluşturulması gibi botanik bahçelerinde de bu yönde çözümlerle karşılaşmak mümkündür. Birbirinden farklı tasarımlarla sınırlayıcı çitler, dış hava koşullarına uygun yapıda ve emprenyeli ahşap malzemelerden üretilmektedir. Bakım gerektirmekle birlikte, tamirlerin noktasal olarak yapılmasına imkân veren yapısıyla ahşap çit elemanları, botanik bahçeleri için sürdürülebilir ve aynı zamanda estetik bir alternatif oluşturmaktadır. Ahşap elemanlar halat, gergi teli ve benzeri elemanlarla birlikte kullanılabilir gibi, tek başına kullanılarak da peyzaj düzenlemelerinde yerini almaktadır. Düzce Üniversitesi Botanik Bahçesi ve Atatürk Kent Ormanı bu elemanlar bakımından oldukça zengin tasarım çözümlerini bir arada bulundurmaktadır (Şekil 11 a-b).



Şekil 11. Peyzaj sınır elemanları ve çitler (Resim a. İBB, 2023)

Yine Atatürk Kent Ormanı'nda masif ahşap blokların yan yana dizilmesi ile güçlü bir taşıyıcı duvar elde edilmiş ve yol kotundan yüksek yeşil doku güvenle kurgulanabilmiştir (Şekil 12 a). Benzer şekilde İrlanda, Kilmacurragh Botanik bahçesinde masif ahşap blokların daha küçük ölçekte, çiçek tarhı çerçevesi olarak kullanıldığı görülmektedir (Şekil 12 b).



Şekil 12. Peyzaj sınır elemanları (Resim a. İBB, 2023; b. Botanicgardens.ie, 2023)

3.4. Oturma Elemanları

Ahşap, insanoğlunun barınma ve günlük yaşamında ihtiyacı olan eşyaları üretmek için kullandığı taş ve toprak ile birlikte ilk malzemelerdendir. Çevremizde gördüğümüz pek çok kamusal mekânda kent mobilyaları hala ahşaptan yapılmaya devam etmektedir. Hem kullanım ve üretimde, hem tamir ve değişimde sağladığı kolaylığın yanı sıra ahşap oturma elemanları, alıştığımız, aşına olduğumuz kamusal eşyalarımızdır. Bir parkta ahşap bankta oturmanın keyfi kolektif hafızamızda yer etmiştir. Bu nedenle kimi zaman, bu yakınlık duygusunu sürdürmek için oldukça klasik tasarımlar kullanılmaya devam edilmektedir. İrlanda, Kilmacurragh Botanik Bahçesi'nde oldukça sade ve doğa içinde bir parça haline gelmiş bank ve Londra'da Kew Gardens içinde kullanılmış klasik bahçe kanepesi, görmeye alışık olduğumuz, gündelik yaşama dair sıcak ortamları bize sunar (Şekil 12 a ve b). Wisconsin Green Bay Botanik Bahçesi'nde ahşap tonoz konstrüksiyonlu oturma alanı ise yol üzerinde konumlandığı noktada sohbet ve dinlenmeye bir arada imkân verebilmekte, aynı zamanda hasır tonoz ile güneşten korunmayı da sağlamaktadır (Anonim, 2023b) (Şekil 13 c).



Şekil 13. Ahşap oturma elemanları: (a. Botanicgardens.ie, 2023; b. AA, 2023; c. Anonim, 2023b).

Geleneksel çözümlerin yanında kimi zaman da doğanın verdiği ilhamlarla yeni oturma elemanları ve banklar tasarlanmaktadır (Studios, 2023). Amerika Birleşik Devletleri, Oregon

Eyaleti’nde bulunan Portland Leach Botanik Bahçesi için özel tasarlanan heykelsi banklar, su ve ormandan esinlenerek üretilmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. Oregon Portland Leach Botanik Bahçesi için tasarlanan banklar (Studios, 2023)

Düzce Üniversitesi Botanik Bahçesi’nde betonarme olarak yapılmış banklarda ahşap kaplama kullanımıyla doğal görünüm ve kullanım rahatlığı hedeflenmiştir (Şekil 15 a). Atatürk Kent Ormanı’nda mevcut ağaçlar arasında ve farklı zemin kotlarından yararlanarak kademeli olarak yerleştirilen ahşap oturma elemanları tamamen yere özgü bir seyir ortamı yaratmış başarılı bir örnek oluşturmaktadır. Yerleşim, yönelim ve doğallığıyla hem yamaçtaki ağaçlar altında hem de çevrelediği çayırda bütünleşen bir tasarıma sahiptir (Şekil 15 b).



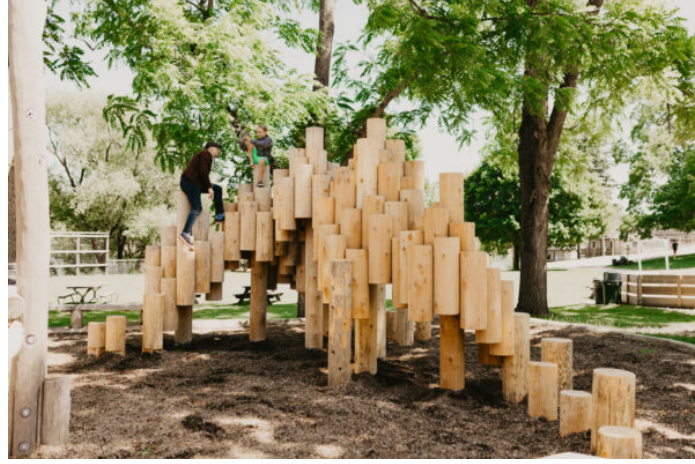
a.

b.

Şekil 15. Düzce Üniversitesi (a) ve Atatürk Kent Ormanı (b) oturma elemanları (İBB, 2023)

3.5. Oyun Alanları

Ahşap dağ anlamına gelen “Moku-Yama”, Earthscape ve Kengo Kuma Mimarlık Ofisi’nin ortaklığında Kanada’nın Ontario kentinde kurgulanmış bir oyun modülüdür (KKA, 2023a). Hayal gücü ve merak duygusunu tetikleyen modül, serbest boyutlu Alaska sarı sediri parçalarının bir araya getirilmesiyle üst tarafta tırmanılacak dağları alt tarafta ise içine girilebilen mağaraları çağrıştıran mekanlar oluşturmaktadır (Şekil 16). Yapısal özellikleri sayesinde bu modül ile, çocuklar ve yetişkinlerin birlikte kullanabilecekleri, güvenli ve sürdürülebilir bir peyzaj elemanı elde edilmiş olur. Bu bakımdan Ahşap dağ modülü, istenen boyut ve formda sosyal etkileşim istenen noktalarda başarıyla yeniden inşa edilebilir niteliktedir.



Şekil 16. Ontario’da uygulanmış olan “Ahşap Dağ” oyun modülü (KKAA, 2023a)

Meşe (*Quercus* L. spp.) Ağacı Çemberi, 200 yıllık bir meşe ağacının çevresini saran 4 metrelik yükseltilmiş bir yürüyüş yoludur. Duncan & Grove işbirliğiyle tasarlanmış olan yapı, 'Bitkiler Büyüme için Neye İhtiyaç Duyar' temasının bir parçası olarak Kew Gardens Çocuk Bahçesi merkezinde yer alır (Şekil 17). Yürüyüş yolu melez çamdan yapılmıştır, taşıyıcı direkler ise akasya (*Acacia* Mill. spp.) ağacından elde edilmiştir. Direkler, ağacın köklerine zarar vermeyecek şekilde çelik pabuçlar yardımıyla toprağa sabitlenmiştir (Duncan & Grove, 2023).



Şekil 17. Çocuklar için oyun platformu, Kew Garden (Duncan and Grove, 2023)

3.6. Sanat Objeleri

Botanik bahçelerinde kullanılan sanat objelerin bir kısmının malzemenin doğallığı ve kolay şekil verilebilmesi nedeniyle ahşap malzemeyle üretildiği gözlemlenmiştir. Ahşap sanat objelerinin son yıllarda özellikle atık ağaç ürünlerinin yeniden kullanımı ile elde edilmiş olması sanatın ahşapla buluşmasında sürdürülebilirlik kavramına da dikkat çekmektedir. Sanat objesi ile daha görülebilir olan, ete kemiğe bürünen toplumsal mesajlar, sözlerden çok daha etkileyici olabilmektedir.

Bugün, Coastal Maine Botanik Bahçelerinin misyonu, bahçecilik, eğitim ve araştırma yoluyla insanlar, bitkiler ve doğa arasındaki anlamlı bağlantılara ilham vermek olarak açıklanmaktadır. Bu kapsamda botanik bahçesinde, Danimarkalı sanatçı Thomas Dambo tarafından tasarlanan Tohumların Koruyucuları (Guardians of the Seeds) adlı bir yerleştirme çalışması düzenlenmiştir (Maingardens, 2023). Heykeller, botanik bahçesi sınırları içindeki ormanlık alanda geri dönüştürülmüş ahşap malzemelerle hazırlanmış ve tohumları koruma ve daha çok ağaç dikme;

tüketimi azaltma ve yeniden kullanımı özendirme; ağaçların hikâyelerini öğrenip dünyaya yayma konularında ziyaretçilerin dikkatini çekmek üzere tasarlanmış ve ormanın farklı noktalarına yerleştirilmişlerdir (Şekil 18). Böylece hem her yaştan ziyaretçinin botanik bahçesine gelerek, heykelleri bulma merakıyla orman yürüyüşüne çıkması, hem de sürdürülebilirlik konusuna dikkat çekilmesi sergi aracılığıyla başarılmıştır.



Şekil 18. Thomas Dambo tasarımı “Tohumların Koruyucuları” heykelleri (Maingardens, 2023)

Sanatçı Don Narcomey tarafından tasarlanan “masalcının koltuğu” isimli heykel ise çok sert ve dayanıklı yalancı portakal (bois d’arc wood, *Maclura pomifera* (Raf.) C.K.Schneid.) ağacından yapılmıştır (Myriadgardens, 2023). Özgün formuyla heykel, Oklohama Myriad Botanik Bahçesi içindeki çocuk bahçesinin masal saatlerinde çocukların hayal dünyalarını zenginleştirmektedir (Şekil 19).



Şekil 19. “Masalcının Koltuğu” heykeli (Myriadgardens, 2023)

Botanik bahçeleri bu tür geri kazanılmış parçalarla üretilmiş sanat objelerine ev sahipliği yapmanın yanı sıra, yeni tasarımlara da ilham vermektedir. Silindirik ahşap konstrüksiyon, Japonya'nın en seçkin çağdaş mimarlarından birisi olan Kengo Kuma ve Avustralyalı sanatçı Geoff Nees tarafından, 2020 NGV Sanat ve Mimarlık Trienali için tasarlanmıştır (Ubm-development, 2023). Melbourne Victoria Ulusal Galerisi'nde sergilenen eserin amacı, aynı salonda sergilenmekte olan Koreli sanatçı Lee Ufan'ın tablosuyla bağlantı kurmak ve ahşap örgü

dokusu ve dairesel formu ile sanat eseri için bir çerçeve oluşturarak duyuşal bir mekân deneyimi yaratmaktadır (Şekil 20).



Şekil 20. Melburn’de sergilenen sökülüp takılabilir ahşap strüktür (KKAA, 2020)

Bu eser için Melbourne Kraliyet Botanik Bahçelerinden Kuma ve Nees tarafından toplanmış ağaç parçalarından elde edilmiş ahşap elemanlarla oluşturulan bu yapı, hem farklı ahşap türlerini hem de boşluklardan sızan ışığın deneyimini, adeta ormanda gezme hissi ile içinde ve çevresinde bulunanlara aktarabilmektedir. Strüktürün tonoz benzeri formu ve sökülüp takılma özellikleri sayesinde güçlü bir sürdürülebilir mekân oluşturulmuştur (KKAA, 2020). Pavyonun yapımında herhangi bir yapıştırıcı veya vida kullanılmamış, 3 boyutlu bir bulmaca gibi birbirine geçmeli olarak inşa edilmiştir (Ubm-development, 2023). Böylesi bir pavyon tasarımı, çeşitli işlevleri karşılamak üzere farklı boyut ve ölçeklerde geçici veya kalıcı mekânların oluşturulması için botanik bahçelerinde de rahatlıkla kullanılabilir.

4. Sonuç ve Öneriler

Botanik bahçelerinde ahşap, hem mimari öğelerde yapısal olarak hem de peyzaj tasarımı içinde destekleyici elemanlar olarak geniş kullanım alanına sahip bir malzemedir. Tamamen doğal, kolay şekillendirilen, çeşitli işlevlerde kullanılabilen ve yeniden kullanıma imkân veren ahşap, bu açılardan diğer yapısal malzemelere göre oldukça avantajlıdır. Bitkilerin doğal ortamında sergilendikleri botanik bahçelerinde de bu özelliklerinin yanı sıra, doğal renkleri ve dokusu nedeniyle ahşap malzemelerin kullanımının oldukça yaygın olduğu görülmektedir. Dış hava koşullarına ve yapısal ihtiyaçlara uygun özelliklerdeki ağaçlardan, teknolojik gelişmelerin de verdiği destekle geniş bir yelpazede ahşap yapı malzemesi üretimi ve kullanımı mümkün olabilmektedir.

Ahşabın yaşam döngüsü içindeki sonsuz yeniden kullanımı, teknolojik imkânların da desteği ile uçsuz bucaksız tasarımlara imkân vermesi, doğal ve kaynaklarının planlı bir şekilde sürdürülebilir olması onu her alanda olduğu gibi botanik bahçelerinde de öne çıkan bir malzeme haline getirmiştir. Küresel ısınma, karbon salınımındaki artış ve doğaya dönüş eğilimlerinin etkisi ile pek çok ülke, ahşap malzemenin kullanımını artırarak yaygınlaştırmak için kentlerini ahşapla planlamakta; planlı ve sürdürülebilir kereste üretim çalışmaları yürütmektedir.

Çağımızda insanların fiziksel gücünü kullandığı fabrikalardan uzaklaşarak özellikle büyük kentlerde hizmet ve bilişim alanlarında çalışmaya başlaması ile kendilerine daha çok zaman ayırma imkânına kavuşmuş olsa da sürekli kapalı alanlarda veya atık gazlarla kirletilmiş dış ortamlarda bu vakti geçirmektedir. Büyük kentlerde gittikçe daha çok yaygınlaşan botanik

bahçeleri artık kentliler için bir ihtiyaca dönüşmüş durumdadır. Sürdürülebilir bir yaşam için insanın doğaya ihtiyacı vardır. Doğanın sürdürülebilmesi ve yaşamın devamlılığı için insanların doğayı tanıması ve sevmesi gelecek nesillerin varlığının bir garantisi niteliğindedir. Botanik bahçeleri ve doğal parklar, doğal yaşamın korunması, bitki çeşitliliğinin teşvik edilmesi ve çevresel farkındalığın artırılmasına hizmet ederler. Bu bahçelerin yapımında kullanılan malzemeler, ahşap malzemeler gibi doğal estetiği ve çevresel sürdürülebilirliği destekler nitelikte olmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışmaya verdiği destek için Mimar Özlem Bayrak'a teşekkür ederiz.

5. Kaynaklar

- Ata, C. (2019). *Arboretumlara Genel Bakış*. Şu eserde: Aksoy, N., Aslan, S. ve Güneş Özkan, N. (edlr.). *Ulusal Botanik Bahçeleri, Arboretumlar, Herbaryumlar ve Botanik Müzeleri Çalıştayı Bildiri Özet Kitabı*, s. 14, 18-21 Nisan 2019, Düzce.
- Çolak, A.H., Kırca, S. ve Özalp, G. (2019). *Arboretum ve Botanik Bahçelerinde Müzeler, Sergiler ile Eğitim Alanları*. Şu eserde: Aksoy, N., Aslan, S. ve Güneş Özkan, N. (edlr.). *Ulusal Botanik Bahçeleri, Arboretumlar, Herbaryumlar ve Botanik Müzeleri Çalıştayı Bildiri Özet Kitabı*, s. 13, 18-21 Nisan 2019, Düzce.
- Güdek, B. (2023). Endüstriyel dönüşüm ve endüstri 5.0. *Ömer Halisdemir Üniv. İkt. İdari Bil. Fak. Derg.* 16(4): 1129–1142.
- Günergün, F.B. (2019). *Türkiye’de Botanik Tarihi Üzerine Düşünceler*. Şu eserde: Aksoy, N., Aslan, S. ve Güneş Özkan, N. (edlr.). *Ulusal Botanik Bahçeleri, Arboretumlar, Herbaryumlar ve Botanik Müzeleri Çalıştayı Bildiri Özet Kitabı*, s. 6, 18-21 Nisan 2019, Düzce.
- Karaşah, B. ve Var, M. (2016). Botanik Bahçelerinde Ziyaretçi Tercihlerinin Belirlenmesi Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Örneği, *Kastamonu Üniv. Orman Fak. Derg.* 16(1): 120-130.
- Köylü, P. ve Yılmaz, O. (2021). *Peyzaj Tasarımı Temel Kavramlar ve Tasarım İlkeleri*. İstanbul: YEM Yayın.
- Manzini, E. ve Jégou, F. (2003). *Sustainable Everyday Scenarios of Urban Life*. UNEP – United Nations Environment Programme. Edizioni Ambiente srl.
- Müminoğlu, Y. Tahta, B.T. ve Aslan, B. G. (2018). Kentsel Yaşama Bilimsel, Görsel, Rekreatif Katkıları; *Botanik Bahçeleri, Muş Alparslan Üniv. Fen Bil. Derg.* 6(1): 519-528. DOI: 10.18586/msufbd.415842.
- Pamay, B. (1971) *Park-Bahçe ve Peyzaj Mimarisi*, İstanbul Üniversitesi Yayını.
- Tanrıverdi, F. (1987). *Peyzaj Mimarlığı Bahçe Sanatının Temel İlkeleri ve Uygulama Metodları*. Atatürk Üniv. Yayınları, No: 643.
- Var, M. ve Karaşah, B. (2010) *Botanik Bahçelerinin Kullanıcılara Sağladığı Eğitsel ve Rekreatif İmkânlar: Türkiye ve Dünya’dan Örnekler*. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı 4: 1467-1477, 20-22 Mayıs 2010, Artvin.
- Yücebakan, B. (2020). Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a Geçiş Sürecine Genel Bakış. *Pearson J. Soc. Sci. Human.* 5(9): 241-250. DOI: 10.46872/pj.181.

İnternet Kaynakları

- Anonim, (2023). "<https://agardenthroughtime.files.wordpress.com/2013/05/cubg-timeline.pdf>", Erişim Tarihi: 18.11.2023.
- Anonim, (2023a). "<https://www.japan-experience.com/all-about-japan/tsukuba/parks-gardens/tsukuba-botanical-garden>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.
- Anonim, (2023b). "<https://www.midwestliving.com/travel/around-region/top-midwest-arboretums-and-botanical-gardens/>", Erişim Tarihi: 18.11.2023.
- Botanicgardens.ie, (2023) "<https://www.botanicgardens.ie/>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.
- Cambridge, (2023). "<https://www.botanic.cam.ac.uk/visit-us/access/>", Erişim Tarihi: 19.11.2023.
- Cornell Botanik (2023) "<https://cornellbotanicgardens.org/explore/experiences/>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.
- DMAA, (2023a). "<https://and.dmaa.at/long-span-timber-gridshells>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.
- DMAA, (2023b). "<https://www.dmaa.at/work/taiyuan-botanical-garden>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.
- Duncan & Grove, (2023). "<https://duncanandgrove.com/ bespoke-playgrounds/kew-gardens-playground-oak-tree-circle/>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.
- Ekim, T. (2023) Botanik Bahçeleri ve Önemi. "<https://www.zdergisi.istanbul/makale/botanik-bahceleri-ve-onemi-26>", Erişim Tarihi: 10.11.2023.
- EESC, (2023). "<https://www.eesc.europa.eu/en/news-media/news/timber-construction-can-help-reduce-co2-emissions>", Erişim Tarihi: 10.09.2023.
- Haarkon (2023). "<https://www.haarkon.co.uk/explore-blog/cambridge-university-botanic-garden>", Erişim Tarihi: 18.11.2023.
- İBB, (2023). "<https://yesil.istanbul/project-detail ataturk-kent-ormani-1>", Erişim Tarihi: 10.11.2023.
- Kew, (2023). "<https://www.kew.org/about-us/history-of-kew>", 10.09.2023.
- KKAA, (2020). "<https://kkaa.co.jp/en/project/botanical-pavilion/>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.
- KKAA, (2023a). "<https://kkaa.co.jp/project/moku-yama/>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.
- KKAA, (2023b). "<https://kkaa.co.jp/en/project/butrint-national-park-visitor-center/>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.
- Maingardens, (2023a). "<https://www.mainegardens.org/events-exhibits/giant-trolls/>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.
- Missouribotanicalgarden, (2023). "<https://www.missouribotanicalgarden.org>", Erişim Tarihi: 10.11.2023.
- Mule, (2023). "<https://www.mule.studio/projects/taiyuan-garden-domes.html>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.
- 5.1. Myriadgardens, (2023). "<https://myriadgardens.org/visit-us/art/>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.**
- Structure Craft, (2023a). "<https://structurecraft.com/projects/taiyuan-domes>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.

Structure Craft, (2023b). "<https://structurecraft.com/projects/taiyuan-botanical-garden-restaurant>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.

Studios, (2023) "<https://studios.com/leach-botanical-garden.html>", Erişim Tarihi: 16.11.2023.

Ubm-development, (2023b). "<https://www.ubm-development.com/magazin/en/botanical-pavilion-kengo-kuma/>", Erişim Tarihi: 13.11.2023.

UN, (2023). "<https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>", Erişim Tarihi: 16.11.2023