İstanbul Üniversitesi Yayın No: 5255
Edebiyat Fakültesi Yayın No: 3465
e-ISBN: 978-605-07-0714-4

1ST ISTANBUL INTERNATIONAL GEOGRAPHY CONGRESS PROCEEDINGS BOOK

June 20-22, 2019

1. İSTANBUL ULUSLARARASI COĞRAFYA KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI

20-22 Haziran, 2019

İSTANBUL UNIVERSITY PRESS



e-ISBN: 978-605-07-0714-4
DOI: 10.26650/PB/PS12.2019.002

Istanbul University Publication No: 5255
Faculty of Economics Publication No: 3465

This work is published online under the terms of Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0) https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

This work is copyrighted. Except for the Creative Commons version published online, the legal exceptions and the terms of the applicable license agreements shall be taken into account.

This publication has been peer reviewed.

PROCEEDING PAPER / KONGRE BİLDİRİSİ

1st ISTANBUL INTERNATIONAL GEOGRAPHY CONGRESS PROCEEDINGS BOOK
1. İSTANBUL ULUSLARARASI COĞRAFYA KONGRESİ BİLDİRİ KİTABI

İSTANBUL UNIVERSITY PRESS

DOI: 10.26650/PB/PS12.2019.002.068

Botanik Bahçelerinin Küresel Dağılış Özellikleri, Biyoçeşitlilik ve İklim Değişimi Bakımından Önemi

The Global Distribution Characteristics of Botanic Gardens and Their Importance for Biodiversity and Climate Change

Meral AVCI[1], Sedat AVCI[1]

[1]Istanbul Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye

ORCID: M.A. 0000-0003-4367-3021; S.A. 0000-0003-4371-5578

ÖZ

1990'lı yıllardan bu yana koruma konusundaki gayretlere rağmen biyoçeşitlilikteki kayıplar giderek artmaktadır. Günümüzde tüm ekosistemler üzerinde insanın belirgin şekilde etkili olması ve bu doğal ekosistemleri değişikliğe uğratması, Antroposen adı verilen yeni bir çağın tanımlanmasına yol açmıştır. Bu çağda hem insan etkisi hem de iklim değişimi süreçlerinin sonuçları, biyoçeşitliliğin korunması konusundaki çabaları daha da zorlaştırmaktadır. Bu çeşitliliğin korunmasında gelecekte botanik bahçelerinin işlevinin çok daha önemli olacağı açıktır. Botanik bahçeleri değişen iklim koşulları ve yeni yaşam ortamlarına uyum, göç olasılıkları, fenolojik değişimlerin gözlemlenmesi ve bu değişimlerin değerlendirilmesi yanında şehirlerdeki bitki çeşitliliğinin yönetilmesinde de anahtar bir rol üstleneceklerdir. *Botanic Garden Conservation International* (BGCI) verilerine göre Dünya genelinde 3500'ün üzerinde botanik bahçesi, arboretum, park ve/veya tohum bankası vardır. Botanik bahçeleri, bilinen tüm bitki türlerinin yaklaşık üçte birinin canlı örneklerinden oluşan koleksiyonlara sahiptir. Bu bahçelerin çoğunda herbaryumlar ve tohum bankaları da bulunmaktadır. Tohum bankaları bitkilerin neslinin tükenmesine karşı bir sigorta işlevi yerine getirmekte ve aynı zamanda bilimsel araştırmaları desteklemektedir. İklim değişikliği süreçleri dikkate alındığında da botanik bahçelerinin değeri ve sorumlulukları çok önemlidir. Bu çalışmanın amacı botanik bahçelerinin dünya üzerindeki dağılışını coğrafi özellikler açısından değerlendirmektir. Botanik bahçelerinin büyük ekosistemlere, megaçeşitlilik ülkelerine, sıcak noktalara, nüfusa, gelir düzeyine, şehirleşme oranına ve şehirlere göre durumunu açıklayabilmek için, ArcGIS 10.2 ortamında hazırlanan haritalara botanik bahçelerinin koordinatları işlenmiş ve dağılış haritaları oluşturulmuştur. Botanik bahçelerinin zamansal gelişimi yanında, bu bahçelerin günümüz küresel dağılışı, iklim değişimi bağlamında değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyom, megaçeşitlilik ülkeleri, bitki çeşitliliğinin korunması, sıcak noktalar.

ABSTRACT

Despite conservation efforts since the 1990s, biodiversity losses continue to accelerate. The apparent impact of humanity on ecosystems and the resulting changes due to human activities have led to a new era: the Anthropocene. In this era, biodiversity conservation efforts are even more challenging because of both human impact and the consequences of climate change processes. To preserve biodiversity, botanic gardens are becoming increasingly significant, playing a crucial role in investigations on the adaptation to changing climates and habitats, migration probabilities, observations of phenological changes, and the maintenance of plant diversity in urban areas. According to data from Botanic Garden Conservation International, there are more than 3,500 botanic gardens, arboretums, parks, and/or seed banks across the world. These gardens contain one third of the living samples of all known plant species. Most botanic gardens also have herbariums and seed banks. Seed banks act as insurance against plant extinction and support research. When climate change processes are taken into consideration, the value and responsibilities of botanic gardens become paramount. This study investigated the distribution of botanic gardens from a geographical perspective. To examine the relationship between botanic gardens and major ecosystems, mega-diverse countries, hot spots, population, gross domestic product, urbanization, and cities, ArcGIS 10.2 software was used to create maps. These maps indicate the coordinates of botanic gardens and were used to investigate the effects of their distribution on the aforementioned parameters. The temporal development of the botanic gardens and their current global distribution with respect to climate change were examined.

Keywords: biome, mega-diverse countries, conservation of plant diversity, hot spots.

Başvuru/Submitted: 01.04.2019 **Kabul/Accepted:** 08.05.2019

Sorumlu yazar/Corresponding author: Meral AVCI / mavci@istanbul.edu.tr

1. GİRİŞ

Günümüzde tüm ekosistemler üzerinde insanın belirgin şekilde etkili olması ve bu doğal ekosistemleri değişikliğe uğratması, *Antroposen* adı verilen yeni bir çağın tanımlanmasına yol açmıştır. Antroposen'de insanın etkisi nedeniyle bitkilerin ve hayvanların yaşam alanlarında ciddi bozulmalar, ortadan kalkmalar söz konusu olmakta ve nesli tehlike altında kabul edilen bitki ve hayvan türlerinden oluşan listelerdeki sayılar giderek artmaktadır. Doğal yaşam alanları dışında çok hızlı bir şekilde gelişerek taşındıkları yerdeki nadir ve endemik türleri tehdit eder hale gelen istilacı bitkiler ve iklim değişikliği ile ilgili sorunlar da konunun başka bir yönünü oluşturmaktadır. Antroposen'de hem insan etkisi hem de iklim değişimi süreçlerinin sonuçları, biyoçeşitliliğin korunması konusundaki çabalarımızı daha da zorlaştırmaktadır. Biyoçeşitliliğin kaybedilmesi küresel, bölgesel ve ulusal anlamda birçok yönü olan önemli ve acil bir sorundur. Yapılması gerekenler konusunda temel önceliklerin belirlenememesi, her geçen gün biyoçeşitlilikteki kaybolma ve/veya bozulmanın devamı anlamına gelmektedir (Heywood, 2011 ve Heywood, 2017).

Son yıllarda bitki çeşitliliğini korumak için gösterilen tüm gayretlere rağmen yapılan çalışmaların çeşitliliğin azalması yönündeki eğilimi durdurmadığı açıktır. Bugün bitki türlerinin sayısı 391.000 kadardır. Bu bitkilerin yaklaşık 369.400'ü çiçekli bitkilerden oluşmaktadır ve bunların 369.000'inin bilimsel tanımlaması yapılmıştır. IUCN Kırmızı Liste kriterlerine göre bu bitkilerin % 21'i de tehlike altındadır. Günümüzde hâlâ bilimsel olarak çok sayıda yeni bitki türü tanımlanmaktadır. Sadece 2015 yılı için bu sayı 2000'in üzerindedir. Geriye doğru bakıldığında da benzer durum görülmektedir. Uluslararası Bitki İsimleri İndeksine (*The International Plant Names Index*-IPNI), son 10 yılda neredeyse her yıl dünyanın çeşitli yerlerinden yaklaşık 2000 civarında yeni bitki kaydedilmiştir (RBG Kew, 2016).

Her ne kadar bitkilerin korunması konusu, yeryüzündeki faunanın korunması kadar önemli kabul edilmese de, insanların çeşitli amaçlar için (yiyecek, tıbbi bitki vb) kullanması yanında birçok bitki türü, doğal ekosistemlerde ve sağladıkları hizmetlerde önemli rol oynamaktadır. Gelecekte insan yararı düşünüldüğünde nadir ve endemik bitkilerin çok çeşitli yeni özelliklerinin ortaya çıkarılma olasılığı oldukça yüksektir. Yeryüzü bitkilerinin gelişim süreçlerini anlayabilmemiz bakımından son derece önemli olan tüm genom dizilimi tamamlanan bitki türlerinin sayısı, dünya bitkilerinin ‰ 1'den bile azdır (139 tane). İnsanların çeşitli şekillerde kullandığı veya hayvanların beslenmesi bakımından önemli olan bitki türlerinin sayısı 30.000'den fazladır. Bunların içinde sadece 5000'den fazla bitki türü insanlar tarafından yiyecek olarak kullanılmaktadır. Yine 18.000'e yakın bitki, tıbbi olarak değer taşımaktadır (RBG Kew, 2016).

Bitki çeşitliliğinin kaybedilmesinde yaşam alanlarının ortadan kaldırılması, bozulması ve parçalanması, bitkilerin aşırı kullanımı, istilacı türler ile günümüzün en önemli sorunlarından birisini oluşturan antropojenik iklim değişikliği belli başlı tehditler olarak belirtilebilir. Bu çeşitliliğin korunmasında botanik bahçelerinin işlevinin çok daha önemli olacağı açıktır. Botanik bahçeleri arasında çeşitli yetişme ortamlarına sahip türlerin bir arada bulunabildiği yerler olduğu gibi, belli tür/cinslere veya belli habitatlara sahip taksonlara ev sahipliği yapanlar da vardır.

Botanik bahçeleri, bilinen tüm bitki türlerinin yaklaşık üçte birinin canlı örneklerinden oluşan koleksiyonlara sahip olmalarının yanında bu alanlarda bulunan tohum bankaları da bitkilerin neslinin tükenmesine karşı bir sigorta işlevi yerine getiren ve bilimsel araştırmaları destekleyen bir kaynak durumundadır. Biyolojik çeşitliliğin korunması ve iklim değişikliği süreçleri dikkate alındığında botanik bahçelerinin değeri ve sorumlulukları çok önemlidir. Botanik bahçelerinden bazıları aynı zamanda zengin ve çok çeşitli kültürel mirasın da temsilcileridir (Heywood, 2018).

2. AMAÇ

Bu çalışmanın amacı bilim, eğitim, araştırma, geliştirme gibi çok çeşitli fonksiyonlara sahip olan botanik bahçelerinin dünya üzerindeki dağılışını coğrafi özellikler açısından değerlendirmektir. Botanik bahçelerinin dağılışları büyük ekosistemlere, megaçeşitlilik ülkelerine, sıcak noktalara, nüfusa, gelir düzeyine, şehirleşme oranına göre değerlendirilmiştir. Çalışmada ticari amaçla kurulan işletmeler kapsam dışında tutulmuştur. Botanik bahçelerinin günümüzdeki küresel dağılışı, özellikle endemiklerin *ex-situ* (yani doğal ortamlarının dışında-gurbette) korunması bakımından iklim değişimi bağlamında değerlendirilmiştir.

Çalışmada *Botanic Garden Conservation International* (BGCI) veri seti kullanılmıştır. BGCI, merkezi Londra'da *Kew Royal Botanic Garden*'da bulunan ve dünyanın farklı ülkelerinde yer alan kurum ve kuruluşların oluşturdukları büyük bir ağdır (BGCI, 2019a). BGCI'nin veri setinde Mayıs 2019 itibariyle 3573 kayıt bulunmaktadır. Çeşitli organizasyonlar tarafından gerçekleştirilen bu kayıtlarda botanik bahçeleri, arboretumlar, gen ve tohum bankaları ve/veya parklar yer almaktadır. Kayıtlardan 4'ü hatalı giriştir ve değerlendirme dışında

bırakılmıştır. Geri kalan 3569 kaydın 40'ı koordinatları tespit edilememesi nedeniyle haritalarda gösterilememiş, ancak değerlendirmelerde yer almıştır. Gen ve tohum bankalarının botanik bahçelerinin bünyesinde yer alması, arboretum ve parkların da sayıca az olması nedeniyle tamamı botanik bahçesi başlığı altında toplanmıştır.

3. BOTANİK BAHÇELERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

İnsanları çağlar boyunca dünyayı dolaşmak üzere teşvik eden en önemli unsurlar arasında değerli madenlerden altın yanında baharatlar ve ilaç olarak kullanılan bitkiler sayılabilir. Botanik bahçelerinin kökeni de insanların talep ettiği bu değerli unsurlardan birisi olan baharatlara dayanır. Baharatların değeri, tropikal bölgelerde birden fazla botanik bahçesinin kurulmasına, ilaç ihtiyacı ise Avrupa'daki en eski botanik bahçelerinin oluşumuna yol açmıştır. Mısır, Asur, Çin ve daha sonra Meksika'da günümüzdeki anlamda botanik bahçesi özelliğine sahip olmayan çeşitli bahçelerin varlığına dair bilgiler mevcuttur. Bu bahçeler çoğunlukla belirli bir ekonomik veya estetik değeri olan bitkilerin yetiştirilmesi için ayrılan alanlara karşılık gelmektedir (Hill, 1915).

Modern botanik bahçelerinin kökeni ise, tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliği üzerine yoğunlaşan tıbbi bitki bahçelerine kadar gider. Bu ilk bahçeler 16. yüzyılda İtalyan Rönesansı ile ortaya çıkmıştır. Bu dönem bahçelerinin işlevleri, tamamen şifalı bitkilerin akademik olarak çalışılmasından ibarettir. *L'Orto Botanico dell'Università di Pisa*, doğa bilimci, hekim ve botanikçi olan Luca Ghini (1490-1556) tarafından 1543'de Arno nehri kıyısına kurulan ilk bahçedir. Bu bahçe 1591'de bugünkü yerine taşınmıştır. Bu dönem İtalya'da kurulan bahçelerin diğerleri ise *Orto Botanico "Giardino dei Semplici"* (1545), *Orto Botanico dell'Università degli Studi di Padova* (1545) ve *Orto Botanico dell'Università* (1568)'dır. Yine Avrupa'nın batısında ortaya çıkan İspanya'daki *Jardí Botànic de la Universitat de València* (1567), Almanya'da *Botanischer Garten der Friedrich-Schiller-Universitaet* (1586), İsviçre'de *Botanischer Garten der Universität Basel* (1589), Hollanda'da *Hortus Botanicus Leiden* (1590), Fransa'da *Jardins des Plantes de l'Université* (1593) ve Danimarka'da *Botanical Garden, Natural History Museum of Denmark* (1600) bu dönemde kurulan bahçeler arasındadır.

17. yüzyılda şifalı bitkileri barındıran bahçeler, Avrupa'daki birçok üniversite ve eczacılıkla uğraşan kurum tarafından oluşturulmaya başlanmıştır. Bu dönemde İngiltere'de de *Oxford University Botanic Garden & Arboretum* (1621), *Royal Botanic Garden Edinburgh* (1670), *Chelsea Physic Garden* (1673) gibi bahçeler kurulmuştur (Hill, 1915). *University of Tokyo Botanical Gardens* (1684) ise 17. yüzyılda Avrupa'nın batısından çok uzakta bir botanik bahçesi olarak ortaya çıkmıştır. 17. yüzyılda kurulan yeni botanik bahçelerinin sayısı 25 civarındadır.

18. yüzyılda Avrupa'dan birçok ünlü keşif gezisi yapılmıştır. 1725 yılında Kont de Marsilli, denizlerin fiziksel özelliklerine ait bulgularını yayınlamış, deniz haritalarında izobatların yani eş derinlik eğrilerinin çizimi 1728 yılında gerçekleştirilmiştir. Denizlerle ilgili bilgilerin artmasıyla da seyahatler çoğalmıştır. Bu seyahatler özellikle Güney Amerika, Hindistan, Avustralya ve Pasifik Okyanusu'ndaki çeşitli bölgelerin ilhak edilmesini de kapsayan seyahatlerdir ve botanik koleksiyonlarına büyük ölçüde katkıda bulunmuştur. Bir yandan da Britanya İmparatorluğu genişledikçe, sömürge plantasyonları daha iyi verim elde etmek için tohumlara ve bahçecilik tavsiyelerine ihtiyaç duymuştur. 18. yüzyılda yeni kurulan botanik bahçelerinin sayısı 62'dir. Yeni dünyaya yayılmaya başlayan botanik bahçelerinin ilk örnekleri de bu dönemde, Kuzey Amerika batısında kurulan *Bartram's Garden* (1728) ve *Monticello* (1768) botanik bahçeleridir (BG, 2019; BGCI, 2019b).

18. yüzyılda Avrupa'da kurulan bahçelerden birisi olan *Royal Botanic Gardens, Kew*, 20. yüzyıla kadar bahçe sanatının önemli dönemlerini gösteren unsurlara sahip olan bir alandır. Britanya İmparatorluğu için bu bahçeler botanik biliminin merkezi olmuştur. Yüzyıllar boyunca zenginleştirilen botanik koleksiyonlara (korunmuş bitkiler, canlı bitkiler ve belgeler) ev sahipliği yapan Kew bahçeleri, 1759'da kurulmasından bu yana, bitki çeşitliliği ve ekonomik botanik çalışmalarına önemli ve kesintisiz bir katkı yapmıştır. 2003'de UNESCO Dünya Mirası listesine alınan bahçeler içinde 40'dan fazla yapı da geçmişe ait anıt yapılar olarak korunmaktadır (UNESCO, 2019). Bugün yeryüzünde yayılışı bilinen tohumlu bitki türlerinin yaklaşık % 10'unu elinde bulunduran Kew bahçelerinde, son yıllarda önemli koruma faaliyetleri de söz konusudur. 18. yüzyılda bu bahçelere taşınarak kültüre edilen bazı türler, ilerleyen yıllarda doğada yok olmuştur. Francis Masson gibi bitki koleksiyonerlerinden dünyanın her yanına ait bitkileri toplayan ve bunların canlı örneklerini de muhafaza eden Kew bahçelerinde, birçok türün korunduğu görülmektedir (Prance, 2010). Bu bitkilerin içinde Anadolu bitkileri de vardır. Yitik lale adı verilen *Tulipa sprengeri*'nin soğanları, Kew bahçelerine Amasya'dan götürülüp dikilmiştir. 1860'lı yıllarda Amasya'da yaşayan Alman botanikçi Mühlendorf'un yöreden topladığı ve Dammann & Cie. of Naples firmasının ithal ettiği lale soğanları Kew Kraliyet Botanik Bahçesinde üretilmiştir. Buradaki örnekler üzerinden 1894 yılında botanikçi J.G. Baker tarafından yeni bir tür olarak

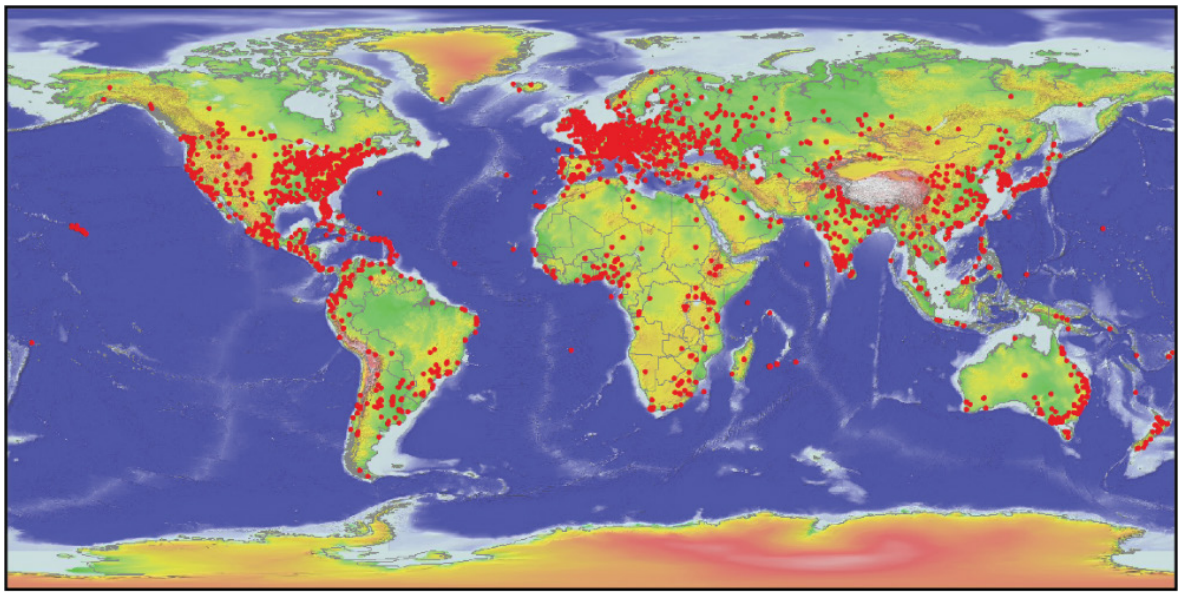
bilim dünyasına tanıtılmıştır. Doğal yayılış alanı Amasya olan endemik lale türümüz, bu doğal yayılış alanını 19. yüzyılda tamamen kaybetmiş ve doğada nesli tükenmiştir. Yakın yıllarda arazi çalışmaları gerçekleştiren botanikçilerin tüm çabalarına rağmen de bulunamamıştır (Ekim, 2013). 2015 yılında İstanbul'da Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi'nde İngiltere'den getirilen lale soğanları üretilmiş ve yitik lale yeniden Amasya'ya dikilmiştir.

Tarihsel olarak bakıldığında botanik bahçelerinde özellikle ekonomik değer taşıyan bitkilerin çok önemli olduğu görülür. Kuşkusuz bitkileri tanımak için de çok çeşitli nedenler mevcuttur (bilimsel merak, çeşitli koleksiyonların oluşturulma çabaları, bitkilerin tıbbi bitki olarak değerleri, baharat bitkilerinde olduğu gibi ticari değerleri, süs bitkileri olarak kullanım potansiyeli gibi). Avrupa'da Rönesans sonrası botanik bahçelerinin şifalı bitkilerin yetiştirilmesi konusundaki fonksiyonlarının öne çıktığı yani bir anlamda sağaltıcı veya iyileştirici bahçeler olarak kuruldukları görülür.

19. yüzyılda yeni kurulan bahçelerin sayısında belirgin bir artış söz konusu olmuştur. Bu yüzyılda dünyanın çeşitli ülkelerinde 249 yeni bahçe kurulmuştur. UNESCO Dünya Mirası geçici listesinde bulunan 19. yüzyıl bahçelerinden Endonezya'daki Bogor Botanik Bahçesi (*Bogor Botanic Gardens-Center for Plant Conservation*; *Buitenzorg* (1817), Güneydoğu Asya'daki en eski botanik bahçesidir. Bu yüzyılda güney yarım kürede de botanik bahçeleri kurulmaya başlamıştır. 20. yüzyılda botanik bahçelerinin sayısı hızla artmış, günümüzde ise sayıları 3500'ü geçmiştir (Şekil 1). Botanik bahçeleri, özellikle de tropikal sahalarda bulunanlar, bitki genetik kaynaklarının merkezleri haline gelmiş ve tarım, sanayi, ormancılık ve süs bitkisi olarak değer taşıyanlar türlerin dünyanın dört bir yanına yayılmasında önemli bir rol oynamıştır. Ticarete konu olan bitkilerin (çay, kahve, kauçuk vb gibi) piyasaya sürülmesi yoluyla, tropik ve subtropikal alanların birçoğunda tarımsal ekonomilerin kurulmasına yol açmıştır. Bazı ülkelerde, bir dizi botanik bahçesi günümüzde de görevlerinin önemli bir parçası olarak tarımsal, tıbbi veya diğer ekonomik açıdan önemli bitkilerin piyasaya sürülmesini sağlamaktadır.

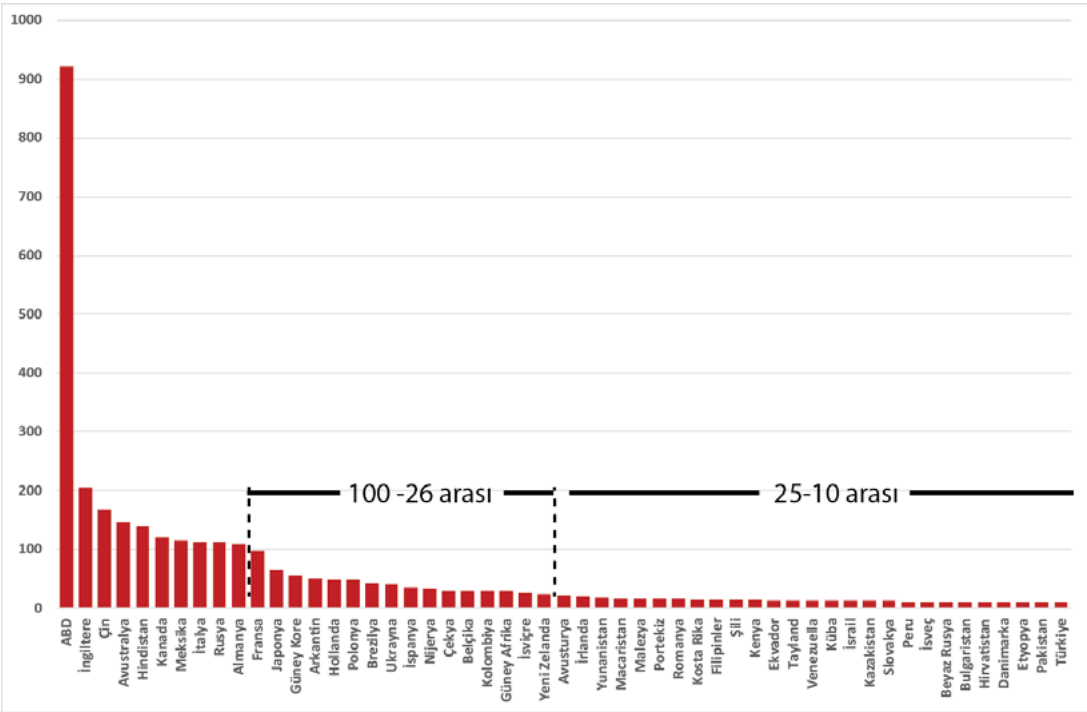
4. BOTANİK BAHÇELERİNİN KÜRESEL DAĞILIŞ ÖZELLİKLERİ

Botanik bahçeleri, bitkilerin korunması, araştırma ve geliştirme konularında önemli bir yere sahip kurumlardır ve aslında bu bahçelerin varlıklarının devamı bakımından uzun vadeli yönetim planlarıyla yönetilmeleri gerekir (Cannon ve Kua, 2017). İklim değişikleri ve arazi kullanımında ortaya çıkacak bazı değişiklikler botanik bahçelerini çeşitli şekillerde etkileyebilir. İklim değişikleri bağlamında düşünüldüğünde bahçelerin karşılaşacakları bazı zorluklar olabileceği gibi, bu değişikler bahçeler için yeni fırsatlar da yaratabilecektir. Bu zorlukların başında küresel ısınma ve artan kuraklıklar gelecek, bu nedenle bitkilerin yetişme koşullarında ortaya çıkacak değişikler, bazı botanik bahçelerinin varlığını ve/veya sahip oldukları canlı bitki koleksiyonlarını tehlikeye sokabilecektir. Bu yeni koşullarda bahçelere alınacak yeni bitki türleri konusunda daha önce belirlenen hedeflerde değişikler ortaya çıkabilecektir. Örneğin bazı türlerin bu değişikler nedeniyle bazı botanik bahçelerinde yetiştirilmesi mümkün olmazken, bu bahçelerde daha önce yetiştirilmesi mümkün olmayan yeni türler bahçelere dahil olabilecektir (Heywood, 2011). Bahçeleri küresel iklim değişikleri nedeniyle olası bazı fenolojik değişimler de beklemektedir. Birçok bitkinin tomurcuklanma, çiçeklenme, meyveye dönüşme gibi zamanlarında değişikler söz konusu olabilir. Bu durum hem tozlayıcıların hem de dağılışlarda etkili diğer süreçlerin değişimlerine yol açabilecektir. Tozlaşmayı sağlayan böcekler veya hayvan türleri ilgili değişimler, korunan bitki türleriyle ilgili koleksiyonlara türler arasındaki melezleşme süreçlerine etki ederek zarar verebilir. Bunun yanında bazı türler arasında melezleşmeler artabileceği gibi azalma da söz konusu olacabilecektir. Bir diğer sorun istilacı türlerin yaygınlaşmasıdır. Bu durumda botanik bahçelerine olan baskılar da artabilecektir. İklim değişikliği ile ilgili olarak bahçeleri bekleyen bu ve benzeri sorunlar yanında değişen koşulların yaratacağı bazı fırsatlar da olabilecektir. İklim değişikleri bazı botanik bahçelerinde yeni genetik kaynakların korunması veya yeni kültürlerin ortaya çıkarılabilmesi bakımından daha uygun ekolojik koşullar yaratabilir (Heywood, 2011).



Şekil 1: Günümüzde botanik bahçelerinin küresel dağılışı.

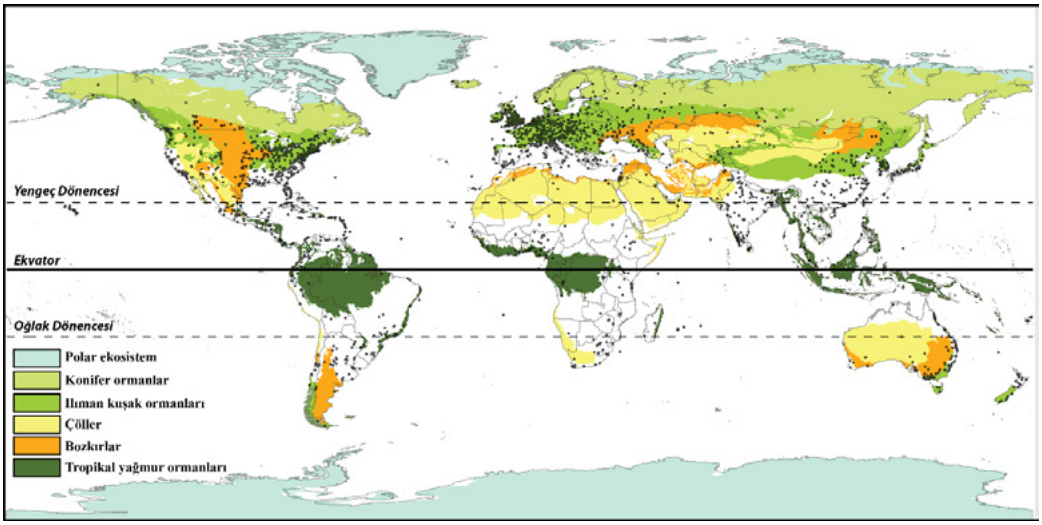
Botanik bahçelerinin sahip oldukları canlı bitki kaynakları son derece değerlidir. Giderek artan nüfusun beslenmesi anlamında botanik bahçeleri gelecekte ihtiyaç duyulacak geri dönüşler için kesinlikle büyük bir potansiyel sunmaktadır. Bu fonksiyonlar botanik bahçelerinin görevinin önemli ve kritik bir parçası olarak kabul edilmektedir. Bitki çeşitliliğini ve faydalarını büyütme, koruma ve iyileştirme konusundaki bu uzun vadeli potansiyeli nedeniyle, botanik bahçelerinin Antroposen'deki önemleri büyüktür (Cannon ve Kua, 2017). Günümüzde bu bahçelerin dağılışına bakıldığında küre üzerindeki çeşitli özelliklere göre eşitsiz bir dağılış dikkati çekmektedir. Bahçe sayısı en fazla olan ülkelerin başında Amerika Birleşik Devletleri gelmektedir. Burada 900'den fazla botanik bahçesi vardır. İngiltere, Çin, Avustralya, Hindistan, Kanada, Meksika, İtalya, Rusya ve Almanya 100'den fazla botanik bahçesine sahip olan diğer ülkelerdir (Şekil 2). Bitki çeşitliliği bakımından bulunduğu coğrafi konumda en dikkat çekici ve zengin ülkelerin başında gelen Türkiye ise az botanik bahçesine sahip olan ülkeler arasındadır.



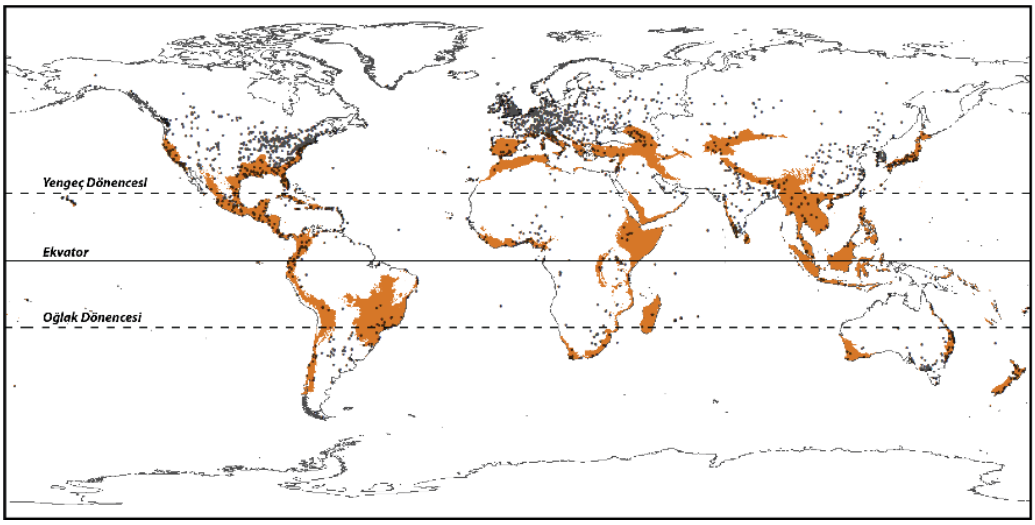
Şekil 2: Günümüzde ülkelere göre botanik bahçelerinin dağılışı (BGCI, 2019a'dan hazırlanmıştır).

Küre üzerinde botanik bahçelerinin kurulduğu yerler çoğunlukla orta enlem sahalarıdır (Şekil 3). Bu enlemlerde dikkat çekici bir yoğunlaşma söz konusudur. Orta enlemlerde özellikle orman alanlarının yayılış sahası, botanik bahçelerinin konumlandığı yerlerin başında gelmektedir. Dünyada floristik çeşitliliğin en fazla olduğu yağmur ormanları ekosistemlerinde ise botanik bahçelerinin son derece az olduğu görülmektedir. Doğu yarımkürenin tropikal çölleri de benzer şekilde bahçeler açısından fakir alanlardır. Botanik bahçelerinin sayısı yüksek enlemlerin konifer ormanlarında çok fazla değilse de özellikle Avrupa'da çok daha fazla bahçe kuzeye doğru bu ekosisteme sokulmuştur. Bu dağılış kalıbı özellikle iklim değişimine bağlı olarak ortaya çıkacak yeni koşullara uyum açısından önem taşımaktadır.

Yeryüzünde endemikler bakımından olağanüstü zengin olan alanlar *sıcak noktalar* (*hotspots*) olarak tanımlanır. Bir alanın sıcak nokta olarak nitelenebilmesinin esas belirleyicisi, endemik türlerdir. İkinci ölçüt ise o alanın ne ölçüde bozulma tehdidi ile karşı karşıya olduğu yani tehdit derecesidir. Bu alanlarda benimsenen sınır, 1500 endemik bitkidir. 2000'li yılların başında 25 olan sıcak nokta sayısı, bugün 36'ya çıkmıştır (Şekil 4). Sıcak noktalar en azından 150.000 civarında endemik bitkiye sahiptir. Madagaskar, Filipinler, Sunda adaları, Karayipler, Doğu Afrika ve Brezilya'nın Atlantik kıyısındaki orman alanları, Batı Gatlar, Sri Lanka ve Indo-Burma gibi sıcak nokta olarak tanımlanan bazı yerler ise diğerlerinden daha sıcaktır. Çünkü bu daha sıcak olan yerlerde endemizm oranı hem bitkilerde hem de hayvan türlerinde çok daha yüksektir (Myers, 2001). Belirtilen bu hassas sahalarda botanik bahçelerinin dağılışı, bahçelerin çeşitli işlevleri düşünüldüğünde büyük önem taşımaktadır. Çok daha sıcak olarak nitelenen Madagaskar, Afrika doğusundaki alan ile Sunda adalarında çok fazla botanik bahçesi yer almaz. Buna karşılık Orta ve Kuzey Amerika, Akdeniz havzasının özellikle kuzeyi botanik bahçelerinin yoğunlaştığı alanlardır.

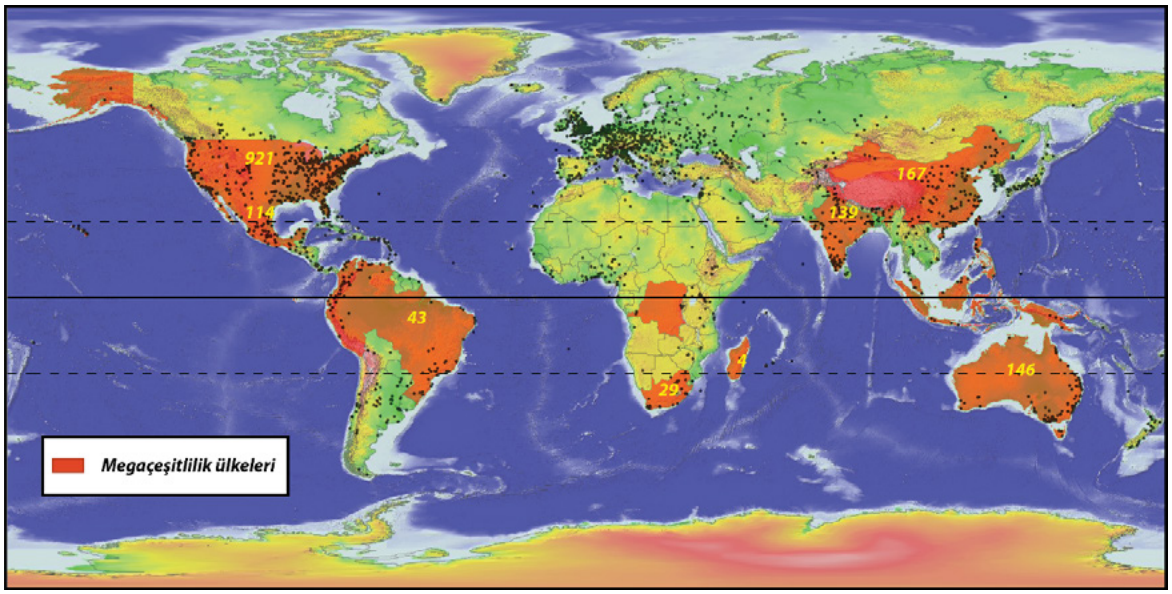


Şekil 3: Botanik bahçelerinin bazı ekosistemlere göre dağılışı.



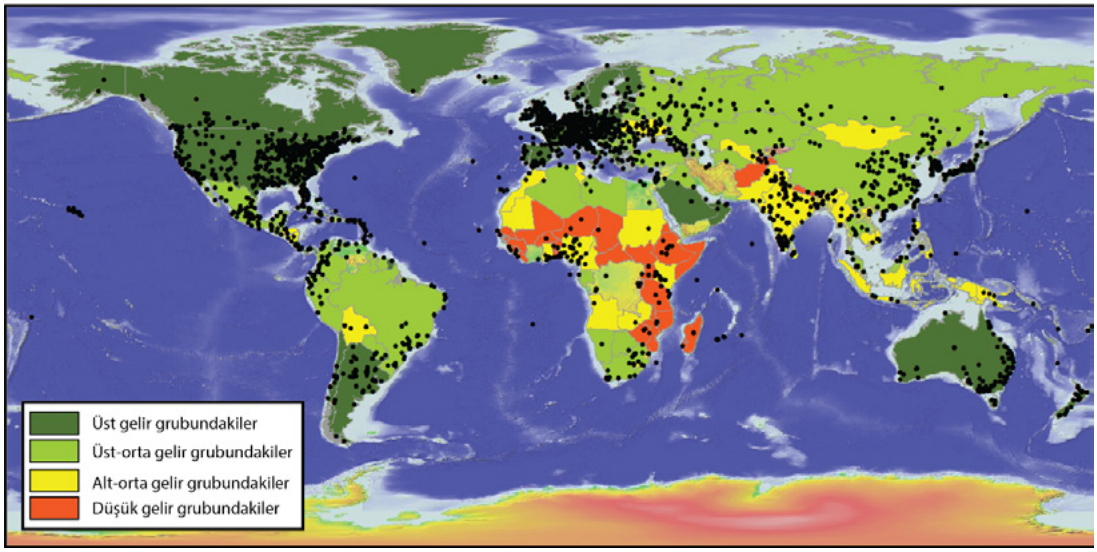
Şekil 4: Botanik bahçelerinin küresel dağılışı ve sıcak noktalar.

Megaçeşitlilik ülkeleri ise biyolojik kaynaklar bakımından en zengin ülkeleridir. Bir ülkenin megaçeşitlilik ülkesi olabilmesi için, öncelikle tür düzeyinde, sonra da cins ve familya düzeyinde endemiklere sahip olması gerekmektedir. Megaçeşitlilik ülkesi olarak belirlenebilmenin diğer iki koşulu ise dünyanın endemik bitkilerinden en azından 5000 tanesine sahip olmak ve ülkenin siyasi sınırları içinde denizel ekosistemlerin olmasıdır. Amerika Birleşik Devletleri, Meksika, Kolombiya, Venezuela, Ekvador, Peru, Brezilya, Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Güney Afrika, Hindistan, Madagaskar, Malezya, Endonezya, Çin, Filipinler, Papua Yeni Gine ve Avustralya olmak üzere 17 tane megaçeşitlilik ülkesi vardır. Küre üzerinde 200'e yakın devlet olduğu düşünüldüğünde sadece 17 ülke, küresel biyoçeşitliliğin çok büyük kısmına ev sahipliği yapmaktadır (Avcı, 2018). Bazı megaçeşitlilik ülkelerinde yüzlerce botanik bahçesi yer alırken bazılarında bu sayı 10'u bile bulmaz (Şekil 5). En fazla botanik bahçesi Amerika Birleşik Devletleri'ndedir. 900'den fazla bahçenin yer aldığı bu megaçeşitlilik ülkesini sırasıyla Çin (167), Avustralya (146), Hindistan (139) ve Meksika (43) izlemektedir. Diğer megaçeşitlilik ülkelerinin hepsinde bahçe sayısı 50'nin altındadır. Sadece 4 botanik bahçesinin bulunduğu Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Madagaskar ve Papua Yeni Gine, en az botanik bahçesine sahip olan megaçeşitlilik ülkeleridir.



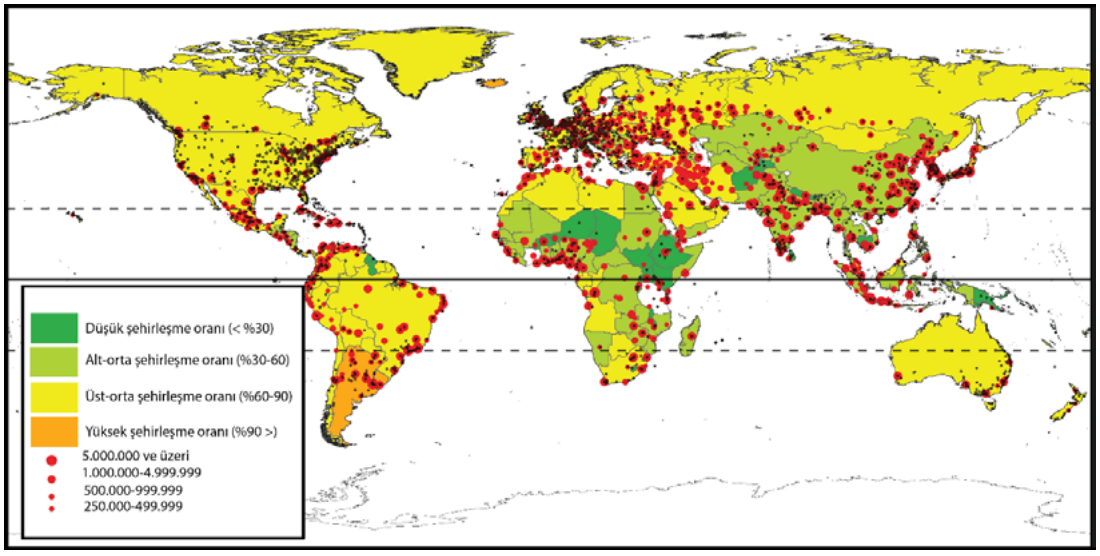
Şekil 5: Botanik bahçelerinin küresel dağılışı ve megaçeşitlilik ülkeleri.

Botanik bahçelerinin küre üzerindeki dağılışı ile ülkelerin gelişmişlik düzeyleri arasında bir ilişkili olup olmadığı da çalışmada araştırılmıştır. Ülkelerin gelişmişlik göstergelerinden biri kişi başına düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYİH) değeridir. Bu veri Dünya Bankası tarafından hesaplanmaktadır (World Bank, 2019). Dünya Bankası verilerine göre 2018 yılında GSYİH miktarı 1.025 $'ın altındakiler düşük gelir grubundaki ülkeleri, 1.026-3.995 $ arasındakiler alt orta gelir grubundaki ülkeleri, 3.996-12.375 $ arasındakiler üst orta gelir grubundaki ülkeleri ve 12.376 $ ve üzeri gelire sahip ülkeler de yüksek gelir grubundaki ülkeleri oluşturmaktadır. Bu kritere göre yapılacak değerlendirmede günümüzde yüksek gelir grubunda yer alan ülkelerde botanik bahçelerinin daha çok olduğu görülmektedir. Alt orta gelir grubu ile düşük gelir grubuna sahip ülkelerde botanik bahçelerinin önemli bir kısmı bu ülkelerin bağımsızlıklarını kazanmalarından önceki döneme aittir. Bu ülkelerde yeni kurulanların bir kısmının oluşturulmasında uluslarası kuruluşlar önemli destek sağlamışlardır (Şekil 6).



Şekil 6: Gelir grubuna göre ülkeler ve botanik bahçelerinin dağılışı.

Doğal bitki örtüsü ile insanın şekillendirdiği mekânlar sürekli rekabet halindedir. Bu mekânların başında şehirler gelmektedir. Şehirsel alanlar her geçen gün daha fazla nüfus barındıkları gibi, sayıca da artış göstermektedirler. Şehirlerin gelişmeleri genellikle doğal alanların aleyhine gerçekleşmektedir. Dünyadaki şehirlerin gelişimi ile sıcak noktalar arasındaki ilişkinin ele alındığı bir projede, 300.000'den fazla nüfusa sahip 422 şehir yerleşmesi olduğu, bunlardan 33'ünün sıcak alanlara doğru gelişme gösterdiği vurgulanmıştır (Weller, Hoch ve Huang, 2017). Bu durum, doğal alanların yerleşmeler tarafından hızla işgal edilmesi ile karakterize olan ve birçok bitki türünün ortadan kalkmasına yol açan bir sürecin geliştiğini göstermektedir (Poon, 2018). Birleşmiş Milletler verilerine göre, günümüzde Dünya nüfusunun yaklaşık % 60'ı şehirlerde yaşamaktadır. Karşılaştırma yapabilmek için, % 60'ın yarısı ile 2 katı sınır olarak kabul edilmiştir. Buna göre; nüfusun % 30'undan azı şehirlerde yaşayanlar "düşük şehirleşme oranına sahip olanlar", % 30-60 arasında kalanlar "alt-orta şehirleşme oranına sahip olanlar", % 60-90 arasındakiler "üst-orta şehirleşme oranına sahip olanlar" % 90'ın üzerinde olanlar da "yüksek şehirleşme oranına sahip olanlar" şeklinde tanımlanmıştır (Şekil 7). Genel olarak gelişmiş ülkelerde şehirlerde yaşayan nüfus daha fazladır. Özellikle araştırma merkezi olarak kurulmuş ve/veya gelişimini bu yönde sürdüren botanik bahçeleri dışında kalanların önemli bir kısmı gelişmiş ülkelerde yer almaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde şehirlerde yaşayan nüfusun toplam nüfustaki payı her zaman yüksek olmayabilir. Bu ülkelerin yerleşme düzeni de daha fazla nüfuslu az sayıda şehir, buna karşılık daha yoğun kırsal yerleşme şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Kurulan botanik bahçeleri de, daha çok büyük şehirlerde yer almaktadır.



Şekil 7: Ülkelerin şehirleşme düzeyleri ve 250.000'den fazla nüfuslu şehirlere göre botanik bahçelerinin dağılışı

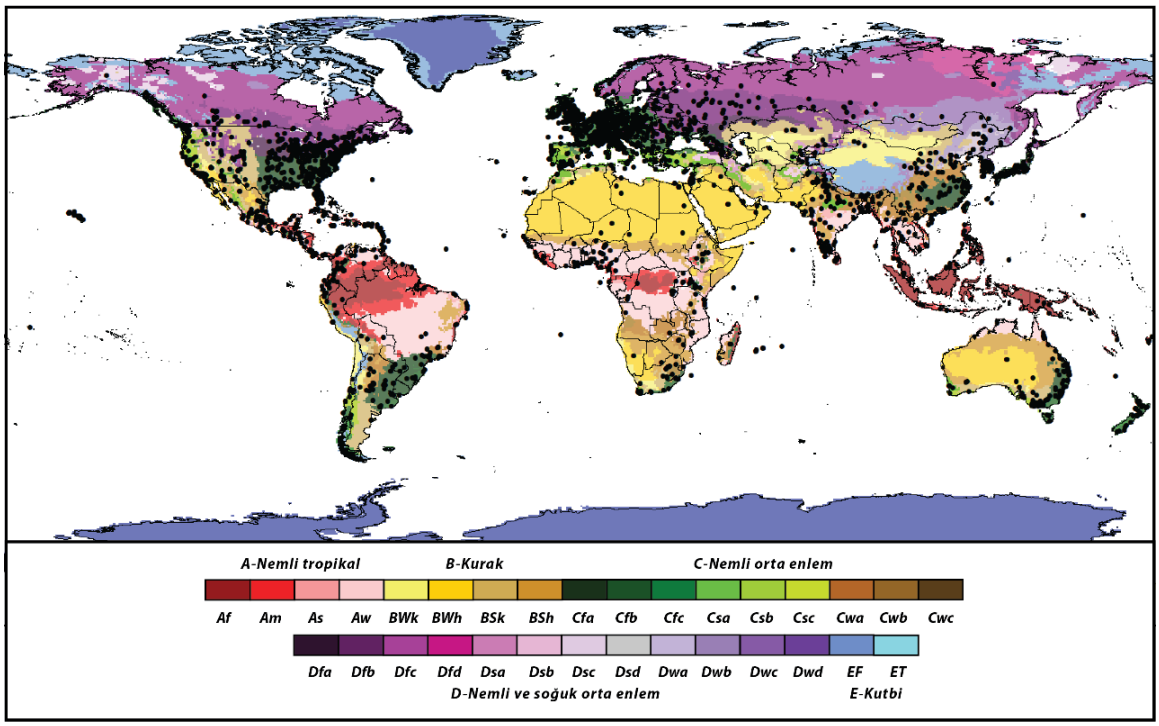
Botanik bahçelerinin bugünkü küresel dağılış kalıpları dikkate alındığında iklim değişikliklerinin bazı etkileri olacağı açıktır. Bu konuda bitkilerin bu değişikliklere nasıl tepki vereceğinin dikkate alınması gerekir. Yükselen sıcaklıklara ve değişen yağış rejimlerine bitkilerin nasıl tepki verebilecekleri konusunda yapılan modeller, artık büyük ekosistemler ölçeğinde ortaya çıkabilecek sonuçları daha belirgin bir şekilde göz önüne koymaktadır. Her ne kadar iklim değişikliği nedeniyle bitki türlerinin nesillerinin tükenmesi konusundaki kanıtlar çok fazla değilse de, bazı bitki topluluklarının ortaya çıkan bu değişikliklere yer değiştirme veya uyum konusunda yeterince hızlı tepki veremediği yakın gelecekte çok daha kesin olarak ortaya çıkacaktır. Kürenin bazı bölgelerinde iklim değişikliklerinden kaynaklanan yaşam ortamı bozulmalarına karşı bitkilerin daha dirençli olduklarını gösteren çalışmalar da vardır. Bu belirgin esnekliğin olası nedeni, iklim değişikliğine daha iyi dayanmalarını sağlayan özelliklere sahip bitki türlerinin daha yüksek bir oranda bu bölgelerde bulunmasıdır (Willis, 2017). İklim değişkenliğine karşı giderek artan tepkileriyle ekolojik açıdan hassas bölgelerin başında kuzeyde tundralar, konifer orman kuşağı, tropikal yağmur ormanları, ılıman kuşak bozkırları, Güney Amerika doğusundaki *Caatinga* yaprak döken ormanları, Avustralya'nın doğu bölgeleri ile dünyadaki dağlık alanlar gelmektedir (Seddon vd., 2016).

Bitki türlerinin iklim değişikliği ile başa çıkabilmesini sağlayan özelliklerinin belirlenmesi önemlidir. Bu iklimdeki değişimlerin farklı türler üzerinde nasıl etki edeceğini ve dolayısıyla bitki topluluklarının çeşitliliğini nasıl etkileyeceğini değerlendirebilmemizi sağlayacaktır. Son on yılda, bitki türlerinin yeryüzünün büyük ekosistemlerindeki iklim değişikliğine tolerans göstermesini sağlayan özelliklerin kanıtlarının neler olduğu ortaya konulmuş; iklim değişikliğine direnç gösteren bu biyomların ortak özellikleri olup olmadığı değerlendirilmiş ve sonuç olarak da gelecekte iklim değişikliği kapsamında "kazananlar" olduğu gibi "kaybedenler"in de olduğu ortaya çıkmıştır (Willis, 2017).

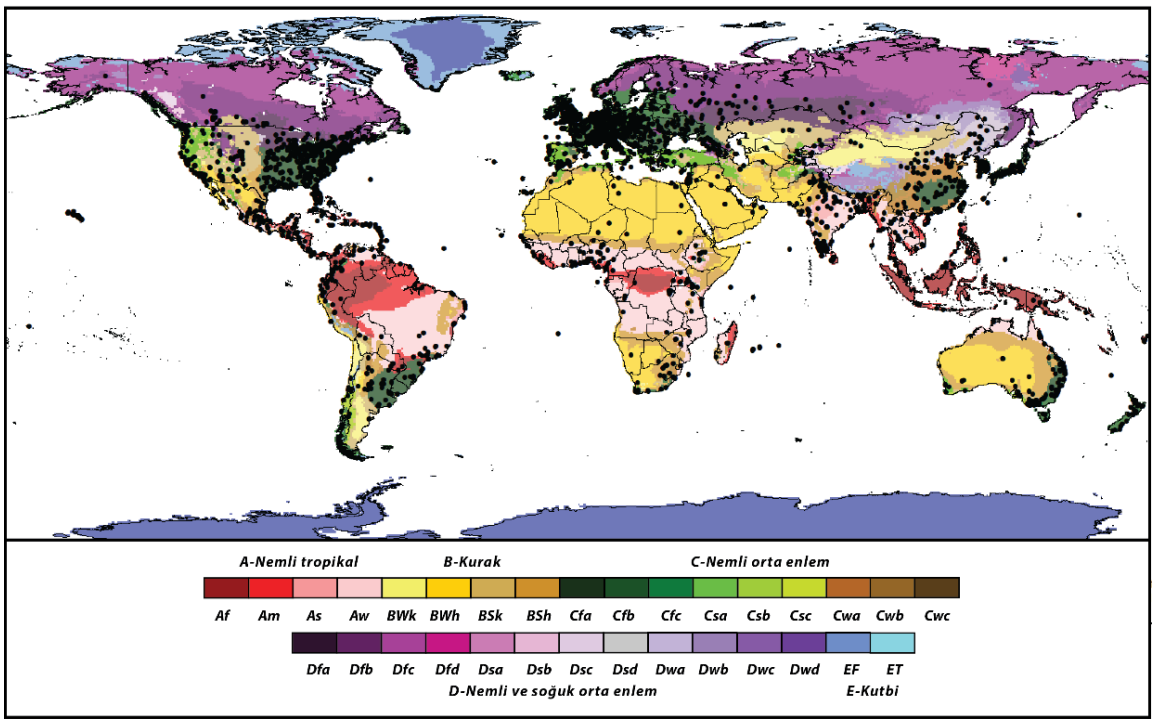
Yukarıda belirtilen özellikler dikkate alınarak botanik bahçelerinin küresel dağılışları iklim değişimi yönünden değerlendirilmiştir. İklim bölgelerinin belirlenmesinde Köppen-Geiger iklim sınıflandırması kullanılmıştır. Farklı *The Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) senaryoları dikkate alınarak 21. yüzyıldaki iklim bölgelerinin değişimlerinin tahminini içeren çalışmalar, iklim değişikliğinin özellikle B, C, D ve E iklimlerinin kuşaklar halinde sıralandığı kuzey yarımkürede 30-80 derece enlemleri arasında ortaya çıkabileceğini göstermektedir. Büyük iklim kuşakları içinde ayrılan alt iklim tiplerinde de değişimler olacağı öngörülmektedir. Büyük iklim kuşaklarından D iklim kuşağının alt tiplerinden Dfb, Dfc ve Dfd için bu değişimler en üst düzeydedir. Bu çalışmalarda tropikal bölgelerde de iklim değişikliğinin etkisi söz konusudur. Örneğin Af ve Am iklim tiplerinin kapsadığı alanların genişlediği görülmektedir. Projeksiyonlar yeryüzü karaları üzerinde ekvatoral iklim (A), kurak iklim (B), ılıman sıcak iklim (C), kar iklimi (D) ve kutup iklimi (E) arasındaki en büyük kaymaların % 2,6- 3,4 (% E-D), % 2,2-4,7 (D-C), 1,3-2,0 (C-B) ve % 2,1-3,2 (C-A) şeklinde olacağını göstermektedir (Rubel ve Kottek, 2010). B grubu olarak ifade edilen kurak bölgelerin (çoğunlukla BWh tipi) genişleyeceği ve Arktik iklimin (EF) hüküm sürdüğü bölgelerin, küresel ısınma ve bölgesel yağış değişiklikleriyle birlikte küçüleceği varsayılmaktadır (Chen ve Chen, 2013).

Günümüz iklim koşullarına göre çizilen haritada botanik bahçelerinin dağılışı belli iklim bölgelerinde yoğunlaşma göstermektedir (Şekil 8). Olası iklim değişimi süreci sonrasında 2100 yılındaki iklim bölgelerinin dağılışında yaşanacak alansal kaymalar çeşitli araştırmalar ile ortaya konulmaya çalışılmaktadır. IPCC'nin B2 senaryosu esas alınarak muhtemel iklimlerin dağılış haritası ile botanik bahçelerinin dağılışları karşılaştırılmıştır (Şekil 9). Yaşanacak değişimler bugün Dfb, Dfc ve Dfd iklim tipleri ve konifer ormanların yayılış kuşağında bulunan bahçelerin ekolojik koşullarında önemli değişimler olacağını düşündürmektedir. Aynı şekilde özellikle kurak bölgelerin, çoğunlukla da BWh tipi olarak ifade edilen sıcak kurak iklim tipinin yayılış alanlarının genişleyeceği varsayıldığında, günümüzde bu iklim tipinin etkisinde olmayan bazı botanik bahçeleri de daha sıcak ve kurak koşullara maruz kalacaktır. Daha önce de belirtildiği gibi yeni ekolojik koşulların bahçelerin sahip oldukları canlı bitki koleksiyonlarının yaşamlarını tehlikeye sokması mümkündür. Aynı şekilde yeni ekolojik koşulların, bahçelere alınacak yeni bitki türleri konusunda daha önce belirlenen hedeflerde bazı değişimler yapılması zorunluluğunu yaratması beklenilir.

İklim değişikliklerinin geleckte botanik bahçeleri için yaratacağı en önemli risklerin bir diğeri de istilacı bitkilerdir. Avrupa Konseyi'nin bahçecilik ve istilacı bitkilere ilişkin yapılması gerekenler ile ilgili davranış kuralları vardır (Heywood ve Brunel, 2011). İstilacı bitkilerin önemli bir kısmı, bahçecilikte kullanılmak üzere fidanlıklar ve botanik bahçeleri tarafından yayılmaktadır. Özellikle Avrupa'daki botanik bahçeleri çeşitli amaçlar için kullanılan onlarca istilacı türü barındırmaktadır. 18. yüzyılda Oxford Üniversitesi botanik bahçesinden tüm şehre yayılan istilacı bitki türlerine ait örnekler bilinmektedir. İklim değişikliğinin yaratacağı yeni ekolojik koşullar, bu türlerden bazılarının doğaya yayılma süreçlerini kolaylaştırabilir.



Şekil 8: Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre belli başlı iklim tiplerinin dağılışı ve botanik bahçelerinin dağılışı (iklim sınıflandırması altlığı olarak http://hanschen.org/koppen/#data adresindeki veri kullanılarak hazırlanmıştır).



Şekil 9: Köppen-Geiger iklim sınıflandırması 2100 yılı tahmini (B2 senaryosu ortalama sıcaklığın 2,6°C artacağı varsayımına dayanmaktadır) ve botanik bahçelerinin dağılışı (iklim sınıflandırması altlığı olarak http://hanschen.org/koppen/#data adresindeki veri kullanılarak hazırlanmıştır).

5. SONUÇ

Botanik bahçelerinin tarihsel gelişim süreçleri dikkate alındığında yeryüzünün bitki çeşitliliğinin korunması konusundaki rolleri giderek daha da güçlenmektedir. Artık günümüzde bahçeler bitki korumada önemli bir oyuncu olarak yer almaktadır. 1990'lı yıllarda 1400 olan bahçe sayısı günümüzde 3500'ü geçmiştir ve bunların çoğunda koruma faaliyetleri söz konusudur (Heywood, 2017). Botanik bahçeleri bitki çeşitliliğini ve faydalarını geliştirme, koruma ve iyileştirme konusunda bu uzun vadeli sorumlukları nedeniyle Antroposen'de bir dünya bahçesi oluşturmak için çok iyi hazırlanmış, donanımlı yerler olacaklardır. Tüm botanik bahçeleri için temel görev, bitki çeşitliliğinin incelenmesi, gösterilmesi ve korunmasıdır. Dünyadaki başka hiçbir kurum, farklı bitki türleri ve onların çeşitli özellikleri hakkında daha fazla bilgi sahibi değildir. Botanik bahçeleri, dünyadaki bitki çeşitliliğinin korunmasında ve bunların kullanılmasında merkezi bir rol oynamıştır. Dünyada bazı ülkelerde gerçekleştirilen ve ekosistem hizmetleri bakımından sonuçları ölçülen büyük projelerle erozyonu azaltmak ve "orman" veya "bozkırlar" oluşturmak için belirtilen kolay hedefler göz önüne alındığında büyük başarılar elde edilmiştir. Ancak bu uygulamalarda çoğu zaman sınırlı çeşitliliğe sahip egzotik türlere bağlı kalındığından o bölgelerdeki yerel çeşitliliğin olası değer ve faydalarının birçoğu kaybedilmiş olmaktadır (Cannon ve Kua, 2017).

Küresel ölçekte ele alındığında insan faaliyetlerinin, bitki türlerinin kompozisyonu üzerinde büyük etkileri olmuş ve adeta yeni biyomlar yaratılmıştır. Günümüzde doğal ekosistemlerin korunmasında temel zorluklardan birisi de, bu yeni ekosistemlerle nasıl başa çıkılacağıdır. Bu konuda en çok dikkat edilmesi gereken konuların başında bitki türlerinin başka alanlara taşınmasındaki olumsuz etkiler ve yeni türlerin işgali gelmektedir. İklim başta olmak üzere çevresel koşulları küre ölçeğinde değiştiren insan faaliyetleri, biyotanın gelişim süreçleri üzerinde de büyük etkiye sahiptir (Lugo, 2015). Bunun sonucunda, türlerin tarihsel biyocoğrafya sınırları içindeki hareketlerinin artık yeni koşullar altında ve farklı ekosistemlere doğru yayılma şeklinde olacağı görülmektedir. Ormanlar odun üretimi yanında çeşitli ekolojik hizmetler için de değeri tartışılamaz sistemlerdir. Ormanların iklim değişikliğini hafifletme rolü gibi önemli fonksiyonları düşünüldüğünde koruma çabaları da giderek artmaktadır. Antroposen koşullarının belirsizliği nedeniyle, sürdürülebilir ekosistem dinamikleri ve koruma eylemleri konusunda çalışanların kaçınılmaz bir şekilde bir araya gelmeleri gerektiği vurgusu artmaktadır (Lugo, 2015; Heywood, 2017; Heywood, 2019). Bu konudaki örnekler botanik bahçeleri ve koruma kurumları arasında bir işbirliğinin mümkün olduğunu ve botanik bahçelerinin tehdit altındaki türlerin yönetimi ve korunması için önemli bir kaynak olabileceğini göstermektedir (Volis, 2017).

Günümüzde şehirlerde etkisini giderek artan bir şekilde hissettiğimiz taşkın ve sel gibi iklim kaynaklı afetlerin çözümü için de botanik bahçelerinin uzmanlıklarına dikkat çekilmektedir. Çin'de 2013 yılında ortaya atılan "sünger şehirler" kavramı gibi gelecekte de şehir düzeyinde gerçekleşen bu büyük çevre koruma çabalarında, botanik bahçelerinin uzmanlıklarının kullanılarak yeşil altyapıların uygulanması önerilmektedir (Cannon ve Kua, 2017). Bugün özellikle gelişmiş ülkelerde üzerinde durulan "bitki körlüğü-*plant blindness*" adı verilen olgu, çevremizdeki bitkilere önem vermeme ve küçümseme eğiliminde olduğumuz anlamına gelmektedir (Balding ve Williams, 2016; Heywood, 2017). Bu durumun sadece yaşanılan doğal ortam için değil, insan sağlığı için de kötü sonuçları olabilecektir. Bitkileri kendi ortamlarında görememek veya farketmemek olarak tanımlanan bitki körlüğü, bazılarına göre ekonomik, kültürel, çevresel sürdürülebilirlik ve halk sağlığı üzerindeki etkileri bakımından bitkilerin değerinin düşmesine yol açmıştır (Krosnick vd., 2018). Botanik bahçeleri her yıl 250 milyondan fazla ziyaretçiyi çeken yerlerdir. Gıda ve tarım bitkileri başta olmak üzere bitkiler konusunda diğer kuruluşlarla işbirliği yaparak toplumu bilgilendirecek konumdadırlar ve gelecekte bu daha da önem kazanacaktır (Krishnan vd, 2019). Geçmişteki bazı acil veya özel durumlarda kazandıkları işlevlerini günümüzde yitirmiş olsalar da botanik bahçeleri, dünyadaki canlı bitki koleksiyonlarının birincil depolarıdır. Aynı zamanda tarımsal bakımdan yabani bitki çeşitliliğini belgeleme, koruma ve kullanılabilir hale getirme çabalarını geliştirmek için bahçeler çok önemli kurumlardır (Miller vd., 2015). Botanik bahçeleri bu tür bitkilerin önemini vurgulayarak, gelen ziyaretçilerin insanlığın bağlı olduğu gıda bitkileri ve tarım sistemleri hakkında eğitilmesinde de önemli bir rol oynayabilir.

Küresel Bitki Koruma Stratejisinin (*The Global Strategy for Plant Conservation*) 8. hedefi, tercihen menşei/kaynak ülkedeki ex-situ koleksiyonlarda tehdit altındaki bitki türlerinin en az % 75'e ulaşmasını ve 2020'de geri kazanma ve restorasyon programları için bu bitkilerin en az % 20'sinin kazanılmasını hedeflemektedir. Botanik bahçeleri, koleksiyonlarında bulunan bitki türlerinin üçte birinden fazlasıyla doğal türlerin ex-situ oluşumuna önemli bir katkıda bulunmaktadır. Bu koleksiyonlar hem canlı bitkiler hem de tohum bankası örneklerinden oluşmaktadır. Tohum bankacılığı, doğal bitki genetik çeşitliliği için etkili bir koruma şekli olarak düşünülmektedir. Tohum bankacılığı, nadir ve tehdit altındaki bitki türlerini korumak için giderek daha fazla kullanılmaktadır (O'Donnell ve Sharrock, 2017). Son yıllarda tohum bankası olan botanik bahçelerinin sayısında önemli bir artış olması bahçelerin koruma fonksiyonlarının öneminin de

giderek arttığını da göstermektedir. Bugün 74 farklı ülkedeki botanik bahçelerinde yaklaşık 350 dolayında tohum bankası vardır. Bu tohum bankaları 56.987 bitki taksonuna ait örneğe sahiptir. Bunların yaklaşık 9000'i ise nesli tükenme tehdidi altında olan bitkilerdir. Botanik bahçelerinin 16. yüzyıldan itibaren değişik ihtiyaç ve hedeflerin karşılanması amacıyla başlayan kuruluş, gelişim ve küre üzerindeki dağılış hikâyesi, günümüzde farklı boyutlar kazanmıştır. Doğal ortam üzerinde olumsuz etkileri artarak devam eden insanın geleceği için botanik bahçelerinin taşıdığı önemli görevlerini sürdüreceği açıktır.

KAYNAKÇA

Avcı, M. (2018). *Ekosistem Coğrafyası*, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi yayını, İstanbul.

BG. (2019). https://bartramsgarden.org/about/history/the-bartrams/. (erişim 01.09.2019).

BGCI (2019a). Mission and strategy, *Botanic Garden Conservation International*. <https://www.bgci.org/about-us/mission/>, 14/05/2019.

BGCI. (2019b). https://tools.bgci.org/garden.php?id=314. (erişim 01.09.2019).

Balding, M. ve Williams, K.J. (2016). Plant blindness and the implications for plant conservation. *Conservation Biology*, 30(6), 1192-1199.

Cannon, C.H. ve Kua, C.S. (2017). Botanic gardens should lead the way to create a "Garden Earth" in the Anthropocene. *Plant* Diversity, 39, 331-337.

Chen, D. ve H. W. Chen (2013). Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901–2010. *Environmental Development*, **6**, 69-79.

Ekim, T. (2013). NGBB'de bir kitabın hazırlanma serüveni- Türkiye bitkileri listesi (damarlı bitkiler). *Bağbahçe,* 45, 3-5.

Heywood, V.H. (2011). The role of botanic gardens as resource and introduction centres in the face of global change. *Biodiversity and Conservation*, 20 (2), 221–239.

Heywood, V.H. (2017). Plant conservation in the Anthropocene- Challenges and future prospects. *Plant Diversity*, 39, 314-330.

Heywood, V.H. (2018). The cultural heritage of Mediterranean botanic gardens. *Flora Mediterranea*, 28, 207-218.

Heywood, V.H. (2019). Conserving plants within and beyond protected areas-still problematic and future uncertain. *Plant Diversity*, 41, 36-49.

Heywood, V. ve Brunel, S. (2011). *Code of Conduct on Horticulture and Invasive Plants*. Nature and Environment, 162. Council of Europe Publishing, Wasselonne, France.

Hill, W.A. (1915). The history and functions of botanic gardens. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 2 (1/2), 185-240.

http://hanschen.org/koppen/#data, 17/08/2019.

Krishnan, S., Moreau, T., Kuehny, J., Novy, A., Greene, S.L. ve Khoury, C.K. (2019). Resetting the table for people and plants: Botanic gardens and research organizations collaborate to address food and agricultural plant blindness. *Plants, People, Planet*, 1, 157-163.

Krosnick, S.E., Baker, J.C. ve Moore, K.R. (2018). The pet plant project: Treating plant blindness by making plants personal. *The American Biology Teacher*, 80 (5), 339-345.

Lugo, A.E. (2015). Forestry in the Anthropocene. *Science*, 349 (6250), 771.

Miller, A.J., Novy, A., Glover, J., Kellogg, E.A., Maul, J.E., Raven, P. ve Wyse Jackson, P. (2015). Expanding the role of botanical gardens in the future of food. *Nature Plants*. doi: 10.1038/NPLANTS.2015.78.

Myers, N. (2001). Hotspots. *Encyclopedia of Biodiversity*, 3, 371-381. Academic Press.

Poon, L. (2018). "Mapping the 'conflict zones' between sprawl and biodiversity". *Atlas for the End of the World*. https://www.citylab.com/environment/2018/02/mapping-the-conflict-zones-between-sprawl-and-biodiversity/553301/

Prance, G.T. (2010). A brief history of conservation at the Royal Botanic Gardens, Kew. *Kew Bulletin*, 65, 501-508.

RBG Kew (2016). *The State of the World's Plants Report-2016*. Royal Botanic Gardens, Kew.

Rubel, F. ve Kottek, M. (2010). Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. *Meteorologische Zeitschrift*, 19 (2), 135-141.

Seddon, A.W.R., Fauria, M.M., Long, P.R., Benz, D. ve Willis, K.J. (2016). Sensitivity of global terrestrial ecosystems to climate variability. *Nature*, 531 (7593), 229-232.

UNESCO (2019). https://whc.unesco.org/en/list/1084/ (erişim 01.09.2019).

Volis, S. (2017). Conservation utility of botanic garden living collections: Setting a strategy and appropriate methodology. *Plant Diversity*, 39, 365-372.

Willis, K.J. (ed.) (2017). *State of the World's Plants 2017*. *Report*. Royal Botanic Gardens, Kew.

Weller, R.J., Hoch, C. ve Huang, C. (2017). "Hotspots Cities", *Atlas for the End of the World*. http://atlas-for-the-end-of-the-world.com/hotspot_cities_main.html, 16.06.2019

World Bank (2019). *The Word by Income and Region*. http://databank.worldbank.org/data/download/site-content/OGHIST.xls 17/08/2019, 17/08/2019.