



Kentsel Yol Ağaçlandırmalarının Sağladığı Faydaların Belirlenmesi: Antalya Atatürk Bulvarı Örneği^A

Ceren SELİM^{1*}, Selin ATABEY¹

Öz: Teknolojideki gelişmelere ve nüfus artışına paralel olarak, plansız ve sağlıklı gelişen kentlerimizde doğaya olan özlem giderek artmaktadır. Bu kapsamda, kentsel yeşil alanlar ve bu alanların en önemli ve baskın elemanları olan ağaçlar, insan ile doğa arasındaki bozulan ilişkinin dengelenmesinde ve kentsel yaşam koşullarının iyileştirilmesinde önemli yere sahiptir. Kent ağaçlandırmalarında kullanılacak türlerin belirlenmesinde kent ekosistemine sağlanan ekolojik, işlevsel, estetik, ekonomik, sosyo-kültürel, rekreasyonel birçok faydanın göz önünde bulundurularak teknik ve rasyonel bir şekilde planlanması, tasarımı ve yönetilmesi gerekmektedir. Kent ağaçlarının sağladığı faydaların bilimsel araştırmalarla belirlenmesi ve envanter çalışmasının yapılması, verilerin kent bilgi sistemlerine entegre edebilmesini sağlayarak geleceğe yönelik sürdürülebilir planlama-tasarım, yönetim, organizasyonuna imkan sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, Antalya ili Konyaaltı ilçesinde yer alan Atatürk Bulvarı ağaçlarının kente sağladığı faydaların, işlevlerin belirlenmesi ve bir envanter oluşturulmasıdır. Çalışma kapsamında 6,3 km uzunluğundaki Atatürk Bulvarı orta refüjünde var olan 388 ağacın tür teşhisleri yapılmış, türlerin doğal ve egzotik olma durumları ve türlere ait ölçümler ve gözlemler (ağaç yaşı, ağaç boyu, tepe tacı genişliği, ağaç formu, dalsız gövde yüksekliği, ağaç kusurları, ağaç sağlığı durumu, taç örtüsünün kayıp durumu, ağacın alt ve üst yapılarla ilişkisi, sağladığı işlevsel

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Selim, C., Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya, Türkiye, cerenselim@akdeniz.edu.tr, [OrcID 0000-0001-7694-2449](https://orcid.org/0000-0001-7694-2449)

² Atabey, S., Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya, Türkiye, atabeyselin@gmail.com, [OrcID 0000-0001-8723-5643](https://orcid.org/0000-0001-8723-5643)

özellikler, bakım ve korumaya yönelik tedbirler gibi) alınmıştır. Elde edilen veriler i-Tree Eco yazılımına aktarılarak tür ve ağaç bazında toplam biyokütle değerleri, karbon depolama değerleri hesaplanmıştır. Atatürk Bulvarı orta refüjünde 9 türe ait 388 ağaçta yapılan envanter çalışmasına göre; türlerin %29,6'sını *Liquidambar orientalis*, %26,5'i *Phoenix dactylifera*, %14,1'i ise *Ficus retusa* 'Nitida' olduğu belirlenmiştir. Doğal ve egzotik türlerin bir arada kullanıldığı belirlenmiş olup türlerin yaklaşık %45'inin doğal, %55'inin egzotik türlerden oluştuğu belirlenmiştir. i-Tree Eco yazılımıyla bulvarda yer alan ağaçlar yaklaşık 65.325 m²'lik yaprak alanına sahip olduğu, toplamda 48,5 ton/yıl karbon depolaması sağladığı tahmin edilmiştir. Karbon tutumu açısından türler sıralandığında *Robinia pseudoacacia* ilk sırada yer almakta olup, onu *Ficus retusa* 'Nitida' ve *Liquidambar orientalis*'in takip ettiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karbon depolama, kentsel ağaçlandırma, kent ağaçları, kentsel biyoçeşitlilik.

Determination of The Benefits of Urban Road Plantings: A Case Study of Atatürk Boulevard (Antalya)

Abstract: In parallel with the developments in technology and population growth, the longing for nature in our unplanned and unhealthy developing cities is increasing. In this context, urban green areas and trees which are the most important and dominant elements of these areas are important for balancing the relationship between human and nature and for improving urban living conditions. The aim of this study is to determine the benefits and functions and the creation of an inventory of urban trees which were in Atatürk Boulevard in Konyaaltı district of Antalya province. Within the scope of the study, 388 trees in the central refuge of 6.3 km length of Atatürk Boulevard were identified. Species were grouped as being natural and exotic. Observations and measurements (species and age of tree, tree height, crown crown width, tree form, unbranched body height, tree defects, tree health status, loss of crown cover etc.) were taken. The obtained data werewere transferred to i-Tree Eco software and total biomass values, carbon storage values were calculated on the basis of species and trees. According to the inventory study in Atatürk Boulevard central refuge, 388 trees was belonging to 9 species; 29.6% of the species were identified as *Liquidambar orientalis*, 26.5% as *Phoenix dactylifera*, and 14.1% as *Ficus retusa* "Nitida". It has been determined that native and exotic species were used together and 45% of the species is native and 55% is composed of exotic species. It was estimated by i-Tree Eco software that the trees in the boulevard had a leaf area of approximately 65,325 m², providing a total of 48.5 tons/year of carbon storage. when species are listed in terms of carbon storage *Robinia pseudoacacia* takes the first place, followed by *Ficus retusa* "Nitida" and *Liquidambar orientalis*.

Keywords: Urban biodiversity, carbon storage, urban trees, urban afforestation.

Giriş

Sanayi devrimi ile endüstrileşme ve kontrolsüz büyümenin etkisi altına giren dünya şehirleri hızlı ve plansız kentleşme sorunuyla yüz yüze gelmiştir. Çevre faktörü göz ardı edilerek gerçekleştirilen endüstrileşme ve kentleşme süreci çevre sorunlarının ortaya çıkmasının yanı sıra çarpık kentleşmeyi beraberinde getirmiştir. Endüstri devrimi ile dünya nüfusunun kentlerde yoğunlaşması kentleri beton yığını haline getirmiş, kentleri doğadan uzaklaştırmıştır. Bu durum kent içerisinde yaşayan bireylerin yaşam kalitesini doğrudan etkileyen kentin temel elemanlarından biri olan kentsel yeşil alanların önemini ortaya çıkarmıştır (Ender ve Uslu, 2016).

Kent içerisinde farklı işlev ve büyüklüklere sahip olan yeşil alanlar ekolojik, ekonomik, fiziksel, estetik ve toplumsal birçok yönden kent içerisinde yaşayan bireylerin hayat standartlarına olumlu yönden katkılar sağlamaktadır (Türkoğlu ve Koramaz, 2012). Kent estetiğini etkileyen bu alanlar rekreasyon faaliyetlerinin yerine getirilmesini etkilemektedir (Aydemir, 2004). Kent içerisinde yaşayan, çalışan bireylerin yoğun iş tempolarından dolayı sürekli kapalı mekanlar içerisinde kalmaları sağlık sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Ancak yeşil alanlar bu sağlık sorunlarına karşı fırsatlar sunmaktadır.

İlk peyzaj mimarı ünvanının sahibi Central Park'ın mimarları Frederick Law Olmsted, insan sağlığının yeşil alanlar ile doğrudan ilgisi olduğunu belirtmiştir. Wentworth (2016) insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen birçok fiziksel ve psikolojik hastalığın yeşil alanların az olduğu kentsel bölgelerde daha sık görüldüğünü bildirmiştir. Kent içerisinde bulunan yeşil alanlar kentlerde yaşayan bireylerin fiziksel ve psikolojik açıdan kendilerini daha iyi hissetmelerine yardımcı olmaktadır. Kent içerisinde bulunan yeşil alanlar özellikle bireylerin stres, gerginlik ve acıdan uzaklaşmasına katkı sağlamakta olduğu kanıtlanmış olup kentlilerin birkaç dakikalığına ağaçların, çiçeklerin ve suyun olduğu bir manzaraya bakmaları içerisinde buldukları gerginlik, heyecan, ağrı ve acının azalabildiği kanıtlanmıştır (Ekici, 2012).

Kentsel yeşil alanların kente sağladığı bir diğer katkı ise birçok farklı tip kirliliğe maruz kalan kentsel alanlarda hava kirliliğini ve gürültüyü azaltarak, iklimin ılımanlaştırılması, kentsel ısı adasının ortadan kaldırılması ve çevre kalitesini arttırmasıdır (Wentworth, 2016; Aydemir, 2004). Kentsel yeşil doku kentin oksijen ihtiyacını karşılar, havadaki serbest karbondioksiti özümseyerek daha stabil kompleks bileşikler halinde sabitlemekte ve uzun süre depolanmasını sağlamaktadır. Yeşil dokunun bu şekilde bünyesinde karbon depolaması küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerinin arttığı günümüz dünyasında önemli bir strateji haline gelmiştir (Tuğluer ve Gül, 2018; Gül vd., 2009).

Kentsel yeşil alanların önemli bileşenlerinden biri olan kent içi yol ağaçlandırmaları fiziksel ve görsel işlevleri bakımından kentsel tasarımın olmazsa olmaz elemanları olarak kabul edilmekte olup beklenen etkileri yaratmaları için kent ekosistemine uygun tür seçimi başta olmak üzere uygun planlama, tasarım, bakım, onarım ve yönetim ilkeleri doğrultusunda kent planlama ile birlikte düşünülmesi gereken bitkisel uygulamalardır (Aslanboğa, 1986). Kent merkezlerinde karbondioksit salınımının azaltılması, karbon depolama, kentsel yaşam kalitesinin arttırılması, görsel, estetik, ekolojik iyileşmenin sağlanması kent ağaçlarının önemli işlevleri arasındadır (Gül vd., 2009). Bu kapsamda kent ağaçlarının yapısal özellikleri ve çevreye sağladığı faydaları,

alanın ve ağaçların fiziksel özelliklerine ait envanter verileri ile ilgili kente ait iklim, kirlilik gibi kent ekosistemini tanımlayan veriler yardımıyla belirleyerek ölçmek amacıyla Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilen bir model olan UFORE (Urban Forest Effects), bu envanter bilgisini kullanarak ağaçların karbon depolamalarını, hava filtreleme oranları ve sıcaklık değişimlerini hesaplamayı sağlamaktadır (Tuğluer ve Gül, 2018). Amerika Birleşik Devletleri'nde 50'den fazla şehirde kullanılan bu model, kent ağaçlarına ait yapısal özelliklerin ölçülerek bir sistem üzerine kayıt edilmesiyle ve her ağaç hakkında bilgi edinilmesini sağlar (USDA Forest Service, 2014; Saunders vd., 2011). UFORE modeli ile kent ağaçlarının karbon tutma kapasiteleri, biyokütleleri, yaprak yüzey alanları, ağaçların oksijen üretimi, yüzey akışı engelleme kapasitesi, doğal ve egzotik tür kompozisyonları, ağaçların temizlediği hava kirliliği ve uçucu organik bileşik miktarları, türlere göre polen alerjisi değerlendirmesi ve hastalık zararlı potansiyelleri hesaplanmaktadır.

Antalya ili Konyaaltı ilçesi Atatürk Bulvarı'nda gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı, ülkemizdeki kent ağaçlarının yapısal özelliklerini ve çevreye sağladığı katkıların belirlenmesi ve ölçülmesi amacıyla ABD şehirleri için kullanılan i-Tree Eco yazılımının Antalya ili koşullarında kullanımının sağlanarak oluşturulan model kapsamında kent ağaçlarının çevresel etkileri bilimsel olarak ortaya konulması, böylelikle kentin planlama ve yönetiminde kullanılabilecek daha etkin verilerin sağlanmasıdır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Alanı

Çalışma Antalya ili Konyaaltı ilçesi Atatürk Bulvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında kentin önemli bulvarlarından biri olan Atatürk Bulvarı orta refüjünde yer alan yol ağaçları ele alınmıştır. 6276 m uzunluğa sahip bulvarın konumu, ağaç sayısı ve ulaşım açıldığı tarih itibari ile kullanılan modelin uygulanabilmesi için uygun şartlara sahip olmasından dolayı Atatürk Bulvarı çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Antalya ve Atatürk Bulvarı (Konyaaltı) uydu görüntüsü ve Atatürk Bulvarı genel görünüşleri

Envanter formunun oluşturulması ve arazi çalışması

Arazi çalışmalarına başlamadan önce verilerin sistematik bir şekilde toplanmasını sağlamak adına bir envanter bilgi formu oluşturulmuştur. Formun oluşturulmasında Gül vd. (2015), Tuğluer (2015), Tuğluer ve Gül (2018), USDA Forest Service (2014) kaynaklarından yararlanılmıştır. Her bir ağacın tür teşhisinin ardından metre ve lazermetre yardımıyla ilgili ölçümler yapılmış olup arazi çalışmaları Ekim 2018-Şubat 2019 arasında yürütülmüştür. Envanter bilgi formunda, her bir ağaca ait kayıt tarihi, ağaç kodu, ağacın latince ve türkçe adı, koordinatları, ağacın alt üst yapılarla ilişkisi, yaşı, ağaç boyu (m), dalsız gövde yüksekliği (m), gövde göğüs çapı (m), tepe taç genişliği (m), gövde sayısı, taç ölüm durumu yüzdesi, tacın maruz kaldığı ışık derecesi, taç örtüsünün kayıp yüzdesi, ağaç formu, ağaç için ayrılan toprak alan boyutları, sağladığı işlevsel özellikleri, ağaç sağlığı durumu, ağaç kusurları, bakım ve korumaya yönelik tedbirlere ait veriler yer almıştır. Envanter çalışması kapsamında ağaçlardan ölçülen tüm değerler veri tabanına uygun Microsoft Access dosyasına işlenmiş ve bu dosya i-Tree eco yazılımına aktarılmıştır. Ağaç yaprak biyokütlesi ve yüzeyinin hesaplanmasında Nowak (1996) tarafından geliştirilen model kullanılmıştır. Araştırma kapsamında envanter çalışması gerçekleştirilen ağaçların tür, cins ve familya bilgileri (Santamour, 2002) tarafından belirlenmiş 10-20-30 kuralına göre değerlendirilmiştir. Santamour (2000)'a göre peyzaj mimarlığının görev sahası içine giren bitkisel tasarımlarda geniş bir bitki türü skalası kullanılması, hastalık ve zararlılar ve diğer faktörler sebebiyle muhtemel yıkımlardan kaçınmak açısından oldukça önemlidir. Bitkisel tasarımlarda, uygulamanın yapılacağı bölgede hem ağaç türleri hem de biyolojik çeşitliliği eşit olarak dağıtacak şekilde planlanması gerektiği önerilmektedir. Bu bağlamda yakın geçmişte "Bir alan ağaçlandırılırken kullanılacak her bir ağaç türü, toplam tür sayısının max %10'unu oluşturmalıdır." kuralı ortaya çıkmıştır (Santamour, 2002). Santamour (2002) tarafından ortaya atılan bu kural; şehir planlama ve belediye birimleri çalıştıkları bölgelerde ağaçlandırma çalışmalarında aşağıdaki maddelerin rehberliğinde dikim ve planlama yapması önerilmektedir. Kural kapsamında;

-“Kullanılacak her bir ağaç türü, toplam tür sayısının max %10'unu oluşturmalıdır”

-“Kullanılacak her bir ağaç cinsi, toplam cins sayısının max %20'sini oluşturmalıdır”

-“Kullanılacak her bir ağaç familyası, toplam familya sayısının max %30'unu oluşturmalıdır” şeklinde sıralanmıştır. Bu kapsamda %10 kuralı, olası bir yabancı ülke kaynaklı hastalık ve zararlı salgınından en az zararlı çıkmak için düşünülmüş basit bir mantıktır. "Salgına yakalanmış veya etkilenmiş türü söktüğünüzde geriye sağlıklı bir %90 kalacaktır" cümlesi fikrin temelini oluşturmaktadır. Ayrıca herkes tarafından ve kentsel ağaçlandırmalarda bir tehdit olarak asla unutulmaması gereken nokta, bitkilerde kayıplara yol açan birçok yerel zararlıların mevcut olduğudur. Bu hastalık ve zararlılardan bir kısmı ölümcül olmakla beraber, ölümcül olmayanlar da ağaçların optimal büyümelerini engelleyici birer unsur olarak tanımlanmaktadır (Santamour, 2002).

Bulgular ve Tartışma

Tür/Cins/Familya Çeşitliliği

Atatürk Bulvarı'nda yer alan 388 ağaç için envanter çalışması yapılmıştır. Bulvar boyunca yer alan ağaçlar tür bazında değerlendirildiğinde; en fazla *Liquidambar orientalis* (Anadolu Sığıla Ağacı) 115 adet (%29,64), *Phoenix dactylifera* (Hurma) 103 adet (%26,55) ağaç olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Bu türleri *Ficus retusa* 'Nitida' 55 adet (%14,18), *Robinia pseudoacacia* 54 adet (%13,92), *Washingtonia filifera* 50 adet (%12,89), *Pinus pinea* 4 adet (%1,03), *Cupressus sempervirens var. horizontalis* (%0,77) ve *Citrus aurantium* 3'er adet (%0,77) ve *Chorisia speciosa* 1 adet (%0,26) olmak üzere toplamda 9 türe ait 388 adet ağaç araştırma kapsamında çalışılmıştır.

Atatürk Bulvarı'nda yer alan ağaçlar cins bilgilerine göre değerlendirildiğinde *Liquidambar* cinsine ait 115 adet (%29,64), *Phoenix* cinsine ait 103 adet (%26,55), *Ficus* cinsine ait 55 adet (%14,18), *Robinia* cinsine ait 54 adet (%13,92), *Washingtonia* cinsine ait 50 adet (%12,89), *Pinus* cinsine ait 4 adet (%1,03), *Cupressus* (%0,77) ve *Citrus* (%0,77) cinslerine ait 3'er adet ve *Chorisia* cinsine ait 1 adet (%0,26) olmak üzere toplamda 9 cinsi içermektedir (Çizelge 1).

Araştırma kapsamında çalışılan ağaçlar Familya açısından ele alındığında ise; Altingiaceae (% 29,64) familyasına ait 115 ağaç, Arecaceae (% 39,43) familyasına ait 153 ağaç, Moraceae (% 14,18) familyasına ait 55 ağaç, Leguminaceae (% 13,92) familyasına ait 54 ağaç, Pinaceae (% 1,03) familyasına ait 4 ağaç, Cupressaceae (% 0,77) familyasına ait 3 ağaç, Rutaceae (% 0,77) familyasına ait 3 ağaç ve Bombacaceae (% 0,26) familyasına ait 1 ağaç olmak üzere toplamda 8 familyaya ait türlerin alanda yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Atatürk Bulvarı'nda Bulunan Ağaç Türlerinin Tür, Cins, Familya Bilgileri ve Yüzdeler Dağılımı

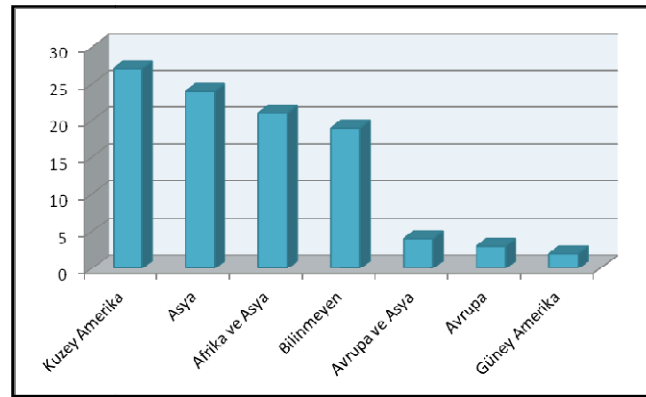
Familya		Cins		Tür		
Familya ismi	% (Yüzde)	Cins İsmi	% (Yüzde)	Tür ismi	Adet	% (Yüzde)
Altingiaceae	29,64	<i>Liquidambar</i>	29,64	<i>Liquidambar orientalis</i>	115	29,64
Arecaceae	39,43	<i>Phoenix</i>	26,55	<i>Phoenix dactylifera</i>	103	26,55
Moraceae	14,18	<i>Ficus</i>	14,18	<i>Ficus retusa</i> 'Nitida'	55	14,18
Leguminaceae	13,92	<i>Robinia</i>	13,92	<i>Robinia pseudoacacia</i>	54	13,92
Arecaceae	12,89	<i>Washingtonia</i>	12,89	<i>Washingtonia filifera</i>	50	12,89
Pinaceae	1,03	<i>Pinus</i>	1,03	<i>Pinus pinea</i>	4	1,03
Cupressaceae	0,77	<i>Cupressus</i>	0,77	<i>Cupressus sempervirens var. horizontalis</i>	3	0,77
Rutaceae	0,77	<i>Citrus</i>	0,77	<i>Citrus aurantium</i>	3	0,77
Bombacaceae	0,26	<i>Chorisia</i>	0,26	<i>Chorisia speciosa</i>	1	0,26
TOPLAM	8	100	9	9	338	100

Envanter çalışması kapsamında elde edilen Tür-Cins-Familya verileri Santamour (2002) tarafından tanımlanmış tür, cins ve familya çeşitliliğindeki 10-20-30 kuralı açısından incelenmiştir. Çizelge 1'de belirtildiği gibi; Alandaki ağaçlar Familya bazında değerlendirildiğinde %30 sınırını aşan bir familyaya rastlanmıştır. Bu

familya %39,43 ile Arecaceae familyasıdır. Alandaki ağaçları Cins bazında incelediğimizde %20 sınırını aşan 2 cinse rastlanmaktadır. Bunlar %29,64 ile *Liquidambar* ve %26,55 ile *Phoenix* cinsleridir. Alandaki ağaçları Tür bazında incelediğimizde %10 sınırını aşan 5 bitki türüne rastlanmaktadır. Bu türler %29,64 ile *Liquidambar orientalis* %26,55 ile *Phoenix dactylifera*, %14,18 ile *Ficus retusa* 'Nitida', %13,92 ile *Robinia pseudoacacia*, %12,89 ile *Washingtonia filifera* olduğu tespit edilmiştir.

Çalışılan Alanındaki Türlerin Anavatanı (Orijin)

Atatürk Bulvarı'nda yapılan envanter çalışmasının sonucunda veriler UFORE modelinin i-Tree Eco yazılımı aracılığıyla analiz edilmiştir. Yapılan analiz kapsamında alanda bulunan türlerin anavatanı Şekil 2'de belirtildiği oranlarda dağılıma sahiptir. Bulvarda yer alan ağaçların %27'sinin anavatanının Kuzey Amerika, %24'ünün anavatanının Asya, %21'ünün anavatanının Afrika ve Asya, %4'ünün anavatanının Avrupa ve Asya, %2'sinin anavatanının Avrupa, %2'sinin anavatanının Güney Amerika olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2: Atatürk Bulvarı'nda Bulunan Ağaçların Anavatanları Grafikselleştirilmesi

Ağaç ölçümlerine ait bulgular

Atatürk Bulvarı'nda yapılan envanter çalışması sonucunda ağaçların tür bazında boy ortalamaları incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda; en yüksek boy ortalamasına sahip türlerin sırasıyla *Pinus pinea* (21,48 m), *Cupressus sempervirens var. horizontalis* (18,59 m), *Liquidambar orientalis* (17,02 m) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Ağaç taç genişliklerine göre değerlendirildiğinde; en geniş taç genişliğine sahip türlerin sırasıyla *Robinia pseudoacacia* (29,96m), *Chorisia speciosa* (14,25m), *Pinus pinea*(9,8m) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Ağaçlar dalsız gövde yükseklikleri açısından yapılan ölçümlerin sonucunda; dalsız gövde yüksekliği en fazla olan türler sırasıyla *Washingtonia filifera* (7,97 m), *Phoenix dactylifera* (5,2 m), *Cupressus sempervirens var. horizontalis* (4,08 m) olduğu görülmüştür (Çizelge 2).

Envanter çalışması sonucunda Atatürk Bulvarı'nda bulunan ağaçların gövde göğüs çapları ölçülmüştür. Yapılan ölçüm tür bazında incelendiğinde; en geniş gövde göğüs çapına sahip olan tür *Phoenix dactylifera* (0,64m), *Pinus pinea* (0,54m), *Chorisia speciosa* (0,52m) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Ağaçların taç ölüm durumu yüzdeleri açısından ise bakıldığında *Chorisia speciosa*, *Citrus aurantium*, *Cupressus*

sempervirens var. horizontalis, *Ficus Retusa 'Nitida'* ve *Robinia pseudoacacia* türlerinin %11-25 aralığında olduğundan taç ölüm durumları orta düzeydedir (Çizelge 2).

Türlerin yaprak alanları, karbon depolama miktarları, oksijen üretimi, yüzey akışı engelleme kapasitesi UFORE modelinin i-Tree Eco yazılımı aracılığı ile analiz edilmiş olup Atatürk Bulvarında yer alan 388 ağacın sahip olduğu toplam yaprak alanı 65235,32m² olarak hesaplanmıştır. *Phoenix dactylifera* türünün toplam yaprak alanı 20193,81m², *Liquidambar orientalis* türünün toplam yaprak alanı 9145,89 m², *Robinia pseudoacacia* türünün toplam yaprak alanı 12990,4 m², *Ficus retusa 'Nitida'* türünün toplam yaprak alanı 11088,38 m², *Washingtonia filifera* türünün toplam yaprak alanı 8984,02 m², *Pinus pinea* türünün toplam yaprak alanı 1375,93 m², *Chorisia speciosa* türünün yaprak alanı 809,37 m², *Cupressus sempervirens var. horizontalis* türünün toplam yaprak alanı 485,32 m² ve *Citrus aurantium* türünün toplam yaprak alanı 161,87 m² olarak tayin edilmiştir (Çizelge 2).

Atatürk Bulvarında yer alan 388 ağacın yıllık ortalama 48,5 ton karbon depoladığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda bu değerim %31,5 gibi bir bölümünün *Robinia pseudoacacia* ve *Ficus retusa 'Nitida'* türlerinin karşıladığı sonucu elde edilmiştir. *Robinia pseudoacacia* ve *Ficus retusa 'Nitida'* türlerinin bireyleri yıllık 14 ton, *Liquidambar orientalis* türünün bireyleri yıllık 6 ton, *Phoenix dactylifera* türünün bireyleri yıllık 5 ton, *Washingtonia filifera* türünün bireyleri yıllık 3 ton, *Pinus pinea* türünün bireyleri yıllık 2,5 ton *Chorisia speciosa* türünün bireyleri yıllık 800 kg, *Cupressus sempervirens var. horizontalis* türünün bireyleri yıllık 300 kg ve *Citrus aurantium* türünün bireyleri yıllık 100 kilogram karbon depolamaktadır (Çizelge 2).

Çalışma alanındaki 388 adet ağacın yıllık 114,2302 m³ yüzeysel su akışını engellediği tespit edilmiştir. En fazla engelleme yapan türlerin yıllık 33,98 m³ ile *Phoenix dactylifera*, 22,65 m³ ile *Robinia pseudoacacia*, 18,4 m³ ile *Ficus retusa 'Nitida'* olduğu tayin edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Atatürk Bulvarı'nda bulunan ağaçların tür bazında ortalama boy, ortalama taç genişliği, ortalama dalsız gövde yüksekliği, ortalama gövde göğüs çapı, taç ölüm durumu, yaprak alanı, karbon depolama miktarı (ton/yıl), oksijen üretim miktarı (kg/yıl), yüzey akışını engelleme kapasiteleri (m³)

Türler	Ort. Boy	Ort. Taç Genişliği	Ort. Dalsız Gövde Yüksekliği	Ort. Gövde Göğüs Çapı	Taç Ölüm Durumu (%)	Yaprak Alanı (%)	Yaprak Alanı (m ²)	Karbon depolama (Ton/Yıl)	Oksijen Üretimi (kg/yıl)	Yüzey Akışını Engelleme Kapasitesi (m ³)
<i>Chorisia speciosa</i>	16,54	14,25	3,57	0,52	17	1,3	809,37	0,8	29,97	1,98
<i>Citrus aurantium</i>	4,11	4,51	1,23	0,11	17	0,2	161,87	0,1	10,03	0,56
<i>Cupressus sempervirens var. horizontalis</i>	18,59	4,44	4,08	0,31	17	0,7	485,62	0,3	23,22	1,41
<i>Ficus retusa 'Nitida'</i>	9,34	7,5	1,89	0,3	14,91	17	11088,38	14	694,32	18,4
<i>Liquidambar orientalis</i>	17,02	6,51	1,84	0,18	8,9	14	9145,89	6	283,21	15,57
<i>Phoenix dactylifera</i>	11,97	7,01	5,2	0,64	9,08	31	20193,81	5	36,67	33,98
<i>Pinus pinea</i>	21,48	9,8	2,91	0,54	8,5	2,1	1375,93	2,5	47,12	2,54
<i>Robinia pseudoacacia</i>	14,14	29,96	2,34	0,28	11,02	20	12990,4	14	556,39	22,65
<i>Washingtonia filifera</i>	12,77	5,07	7,97	0,45	10,88	13,7	8984,02	3	26,05	14,72

Ağaçların Üst ve Alt Yapılarla İlişkisi

Envanter çalışma kapsamında Atatürk Bulvarında değerlendirilen 388 ağacın %84,54'ünün alt üst yapılarla ilişkisi bulunmamaktadır. *Chorisia speciosa*, *Citrus aurantium*, *Cupressus sempervirens var. horizontalis* ve *Pinus pinea* türlerine ait ağaçların alt-üst yapılarla ilişkisi bulunmamaktadır. *Ficus retusa* "Nitida" türüne ait bireylerin %54,55'inin alt-üst yapılarla bir ilişkisinin olmadığı, %40'ının çitlere oldukça yakın konumlanmış olduğu, %5,45'inin ise tabelalara yakın konumlanmış oldukları belirlenmiştir. *Liquidambar orientalis* türüne ait bireylerin %90,43'ünün alt-üst yapılarla bir ilişkisinin olmadığı, %9,57'sinin tabelalara yakın konumlanmış oldukları belirlenmiştir. *Phoenix dactylifera* türüne ait bireylerin %83,50'sinin alt-üst yapılarla bir ilişkisinin olmadığı, %7,77'sinin tabelalara yakın, %8,74'ünün ise çitlere yakın konumlandırıldığı belirlenmiştir. *Robinia pseudoacacia* türüne ait bireylerin ise %90,74'ünün herhangi bir alt-üst yapıyla ilişkisinin bulunmadığı, %9,26'sının ise tabelalara yakın konumlanmış oldukları tespit edilmiştir. Son olarak *Washingtonia filifera* türüne ait bireylerin %96'sının alt-üst yapılarla bir ilişkisinin olmadığı, %4'ünün ise tabelalara yakın konumlanmış oldukları belirlenmiştir.

Ağaçların Sağladığı İşlevsel Özellikler

Çalışma kapsamında ağaçların sağladığı işlevsel özellikleri değerlendirilmiştir. *Chorisia speciosa* türüne ait bireylerin güzel çiçekleri ve kokusu, vurgu etkisi, anıt özelliği ve gövde özellikleri bulunduğu sonucu ortaya çıkmıştır. *Citrus aurantium* türünün bireylerinde güzel çiçekleri ve kokusu, trafik ve sirkülasyon yönlendirme ve meyve özellikleri ile öne çıkmaktadır. *Cupressus sempervirens var. horizontalis* türünün bireylerinde sınırlayıcı, yaprak özellikleri, trafik ve sirkülasyonu yönlendirme, fon oluşturma, kamüfle-kapatma etkisi, anıt özelliği ve meyve özellikli olduğu bilgisi ortaya çıkmıştır. *Ficus retusa* 'Nitida' türünün bireylerinde, sınırlayıcı, rüzgarı önleme, trafik ve sirkülasyonu yönlendirme ve meyve özellikli olması ile öne çıkmaktadır. *Liquidambar orientalis* türünün bireylerinde sınırlayıcı, rüzgarı önleme, trafik ve sirkülasyonu yönlendirme ve meyve özellikleri bulunduğu tespit edilmiştir. *Phoenix dactylifera* türünün bireylerinde sınırlayıcı, trafik ve sirkülasyonu yönlendirme ve meyve özellikli olduğu ortaya çıkmıştır. *Pinus pinea* türünün bireylerinde sınırlayıcı, yaprak özellikleri, trafik ve sirkülasyonu yönlendirme ve meyve özellikleri bulunmaktadır. *Robinia pseudoacacia* türünün bireylerinde güzel çiçekleri ve kokusu, sınırlayıcı, yaprak özellikleri, rüzgarı önleme, trafik ve sirkülasyonu yönlendirme ve meyve özellikleri bulunmaktadır. *Washingtonia filifera* türünün bireylerinde sınırlayıcı, Trafik ve sirkülasyonu yönlendirme ve meyve özellikleri bulunmaktadır.

Ağaç Kusurları

Yapılan çalışmalar sonucunda Atatürk Bulvarı'nda değerlendirilen ağaçlardan, *Washingtonia filifera*, *Pinus pinea*, *Chorisia speciosa*, *Citrus aurantium* ve *Cupressus sempervirens var. horizontalis* türlerinin ağaçlarında herhangi bir kusura rastlanılmamıştır. *Ficus retusa* 'Nitida' türünün bireylerinin %23,53'ünün kusuru yoktur. %29,41'inde gövde eğriliği, %22,06'sında dengesiz tepe, %23,53'ünde gövde sürgünü verme, %1,47'sinde kök sürgünü verme kusurları tespit edilmiştir. *Liquidambar orientalis* türünün bireylerinin %64,75'sinin kusuru yok,

%10,66'sında gövde eğriliği ve %24,59'unda gövde sürgünü verme kusurları vardır. *Phoenix dactylifera* türünün bireylerinin %12,71'inin kusuru yoktur. %87,29'unda kök sürgünü verme kusurları tespit edilmiştir. *Robinia pseudoacacia* türünün bireylerinin %92,59'unun kusuru yoktur. %7,41'inde gövde eğriliği kusuru vardır.

Ağaç Sağlık Durumları

Atatürk Bulvarı envanter çalışması sonucunda *Chorisia speciosa*, *Citrus aurantium*, *Pinus pinea* ve *Phoenix dactylifera* türlerinin bireylerinde sağlıklı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis* türünün bireylerinin %66,67'si sağlıklı, %33,33'ünde is patolojik sorunlar olduğu belirlenmiştir. *Ficus retusa* 'Nitida' türünün bireylerinin %16,67'si sağlıklıdır. Geriye kalan %83,23 oranındaki bireylerin %29,17'sinde entomolojik sorunlar, %22,22'sinde kovuk oluşumu, %8,33'ünün yaralı olduğu, %13,89'unda büyüme bozukluğu olduğu, %8,33'ünde kök ile ilgili sorunlar olduğu, %1,39'unda ise baskı etkisi ve boğulmadan dolayı sağlık sorunlar olduğu ortaya çıkmıştır. *Liquidambar orientalis* türünün bireylerinden %63,41'inin sağlıklı olduğu gözlemlenmiştir. Geriye kalan %36,59 oranındaki bireylerin %4,88'inde kovuk oluşumu, %2,44'ünün yaralı olduğu, %29,27'sinde ise büyüme bozukluğu olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. *Phoenix dactylifera* türünün bireylerinin %0,97'si sağlıklı, %99,03'ünde ise kök ile ilgili olduğu sorunlar olduğu tespit edilmiştir. *Robinia pseudoacacia* türünün bireylerinin %89,09'u sağlıklı, %3,64'ü yaralı %7,27'sinde ise büyüme bozukluğu olduğu tespit edilmiştir.

Ağaç Bakım ve Korumaya Yönelik Tedbirler

Yapılan arazi çalışmaları sonucunda *Chorisia speciosa*, *Citrus aurantium*, *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*, *Pinus pinea* ve *Washingtonia filifera* türlerinin bireylerine ait herhangi bir bakım ve korumaya yönelik tedbire gerek olmadığı tespit edilmiştir. *Liquidambar orientalis* türünün bireylerinin %45,14'ünde bakım ve korumaya yönelik tedbire gerek olmadığı tespit edilmiş olup, geriye kalan %54,86 oranındaki bireylerin %17,14'ünde budama, %20'sinde gergileme, %17,14'ünde temizleme, %0,57'sinde ise gövde sarma bakımlarına ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. *Ficus retusa* 'Nitida' türüne ait bireylerin %10,43'ünde bakım ve korumaya yönelik tedbire gerek olmadığı tespit edilmiş olup, %23,48'inde budama, %16,52'sinde gergileme, %25,22'sinde temizleme, %6,96'sında kök yayılış alanını genişletme, %17,39'unda ise ilaçlama yapılması gerekmekte olduğu belirlenmiştir. *Phoenix dactylifera* türünün bireylerinin %35,64'ünde budama, %5,85'inde herekleme, %50,53'ünde temizleme, %2,13'ünde kök yayılış alanını genişletme, %3,72'sinde ilaçlama uygulamasına ihtiyaç duydukları belirlenmiş olup, %2,13'ünde ise herhangi bir bakım ve korumaya yönelik herhangi bir tedbire gerek olmadığı belirlenmiştir. *Robinia pseudoacacia* türünün bireylerinin %7,41'inde gergileme, %1,85'inde gövde sarmaya ihtiyaç duyduğu tespit edilmiş olup, %90,74'ünde ise herhangi bir bakım ve korumaya yönelik herhangi bir tedbire gerek olmadığı belirlenmiştir.

Sonuç

Kent içerisinde bulunan ağaçlar, kent ekosistemine ve kent içerisinde yaşayan insanlara önemli katkılar sağlamaktadır. Kent ağaçları, hava kalitesini artırma, erozyona bağlı toprak kaybını azaltma, karbondioksit oluşumunu azaltma, rekreasyonel faaliyetlere ışık tutarak kent içerisinde yaşayan insanların sosyal ilişkilerini artırma ve yaban hayatı için yaşama ortamı sağlamaktadır.

Antalya Konyaaltı Atatürk Bulvarı orta refüjünde gerçekleştirilen çalışmanın en önemli aşaması olan envanter çalışmasında her bir ağaç için ölçümler yapılmıştır. Bu verilerden ağaç boyu, dalsız gövde yüksekliği, gövde göğüs çapı, tepe taç genişliği, taç ölüm durumu yüzdesi, tacın maruz kaldığı ışık derecesi, taç örtüsünün kayıp yüzdeleri Amerika'da geliştirilen UFORE modelinin i-Tree Eco yazılımına aktarılarak her bir ağacın toplam, tür bazında ve bireysel olarak ekosisteme katığı değerler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Atatürk Bulvarı'nda bulunan 388 ağaç 9 tür, 9 cins ve 8 familyaya dahil olduğu tespit edilmiştir. Santamour (2002) tarafından tanımlanmış tür, cins ve familya çeşitliliğindeki 10-20-30 kuralı açısından incelendiğinde %10 sınırını aşan 5 bitki türüne rastlanılmıştır. Bu türler *Liquidambar orientalis* 115 adet (%29,64), *Phoenix dactylifera* 103 adet (%26,55), *Ficus retusa* 'Nitida' 55 adet (%14,18), *Robinia pseudoacacia* 54 adet (%13,92) ve *Washingtonia filifera* 50 adet (%12,89) olduğu tespit edilmiştir. %20 sınırını aşan 2 cinse rastlanılmıştır. Bunlar %29,64 ile *Liquidambar* ve %26,55 ile *Phoenix* cinsleridir. %30 kuralını aşan familyaya rastlanılmamıştır. Toplu tür kayıplarının önüne geçmek adına bundan sonra yapılacak dikimlerde bu oranları göz önünde bulundurarak, kuralı aşan tür ve cinse ait bitkileri tercih etmeden ağaçlandırma çalışmaları yapılması önerilmektedir. Kent içi ağaçlandırmalarında tek tür lülük çok tür lülük dengesi iyi kurulmalı yanlış seçimlerin önemli sonuçlar ortaya koyacağı bilincinde olunmalıdır. Böylece bakım maliyetlerini, ilaç kullanımlarını en aza indirmek mümkün olduğu önerilmiştir (Santamour 2002).

Çalışma alanında bulunan ağaçların boyları incelendiğinde en yüksek boya sahip olan türlerin *Pinus pinea* (21,48 m), *Cupressus sempervirens var. horizontalis* (18,59 m), *Liquidambar orientalis* (17,02 m) olduğu tespit edilmiştir. Ağaçların tepe tacı genişlikleri incelendiğinde en geniş taç yapısına sahip türlerin *Robinia pseudoacacia* (29,96m), *Chorisia speciosa* (14,25m), *Pinus pinea* (9,8m) olduğu tespit edilmiştir. Atatürk Bulvarı'nda bulunan ağaçların formlarına bakıldığında en fazla yuvarlak taç yapısına sahip 227 adet (%58,51), sütün taç yapısına sahip 153 (%39,43), 5 adet (%1,29) dağınık taç yapısına sahip ve 3 adet (%0,77) piramit taç yapısına sahip oldukları tespit edilmiştir. Çalışma alanında bulunan 388 ağacın dalsız gövde yüksekliğine bakıldığında en fazla dalsız gövde yüksekliğine sahip olan türün *Washingtonia filifera* (7,97 m), *Phoenix dactylifera* (5,2 m), *Cupressus sempervirens var. horizontalis* (4,08 m) olduğu görülmüştür. Çalışma alanındaki ağaçların gövde göğüs çapları incelendiğinde en geniş gövdeye sahip türlerin *Phoenix dactylifera* (0,64m), *Pinus pinea* (0,54m), *Chorisia speciosa* (0,52m) olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma alanı olan Atatürk Bulvarı'ndaki ağaçların taç ölüm durumları incelendiğinde *Chorisia speciosa*, *Citrus aurantium*, *Cupressus sempervirens var. horizontalis*, *Ficus retusa* 'Nitida' ve *Robinia pseudoacacia* türlerinin %11-25 aralığında olduğu taç ölüm durumlarının orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Envanter

çalışması sonucunda Atatürk Bulvarı'nda bulunan ağaçların %84,54 ünün alt-üst yapılarla herhangi bir ilişkisi olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca *Chorisia speciosa*, *Citrus aurantium*, *Cupressus sempervirens var. horizontalis* ve *Pinus pinea* türlerinin bireylerinin hiçbirinin alt-üst yapılarla ilişkisi yoktur. Atatürk Bulvarı'nda bulunanağaçların işlevsel özelliklerine bakıldığında en fazla işlevsel özelliğin trafik ve sirkülasyonu yönlendirme olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Çalışma alanı olan Atatürk Bulvarı'nda yapılan envanter çalışmaları sonucunda ağaç kusurlarına bakıldığında ağaçların %66,88'inde herhangi bir kusura rastlanılmamıştır. En fazla kusuru olan tür *Ficus retusa 'Nitida'* olup %29,41 gövde eğriliği içermektedir. Envanter sonuçlarına bakıldığında ağaç sağlığı durumu en kritik olan türün *Ficus retusa 'Nitida'* olduğu ve entomolojik sorunlar (%29,17) olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanında bulunan 388 ağacın bakım ve korumaya yönelik tedbirlerine bakıldığında *Chorisia speciosa*, *Citrus aurantium*, *Cupressus sempervirens var. horizontalis*, *Pinus pinea* ve *Washingtonia filifera* türlerinin bireylerine ait herhangi bir bakım ve korumaya yönelik tedbire gerek olmadığı tespit edilmiştir. Bakım ve korumaya yönelik en fazla durumun söz konusu olduğu tür *Ficus retusa 'Nitida'* dır.

Ağaçların yıllık ürettiği oksijen miktarı, tuttuğu karbon miktarı, depoladığı karbon miktarı ve her ağacın kapladığı yaprak alanı hesaplanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda i-Tree Eco programına aktarılan veriler sonucunda 388 ağacın toplam yaprak alanının 65235,32m² olduğu tayin edilmiştir. En fazla yaprak alanı kaplayan türün 20193,81m² ile *Phoenix dactylifera* türü olduğu sonucu ortaya konulmuştur. Çalışma alanında yapılan envanter çalışmaları sonucunda ağaçların yıllık ürettikleri oksijen miktarı 1707 kg olarak tayin edilmiştir. En fazla oksijen üreten türler *Ficus retusa 'Nitida'* 694,32 kg, *Robinia pseudoacacia* 556,39 kg ve *Liquidambar orientalis* 283,21 kg olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Çalışma alanındaki ağaçların karbon depolama miktarı yıllık toplam 48,5 ton olarak hesaplanmıştır. En fazla karbon depolayan türler *Robinia pseudoacacia* 14 ton ve *Ficus retusa 'Nitida'* 14 ton olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucunda Atatürk Bulvarı'nda bulunan 388 ağacın yıllık karbon tutma kapasitesi yıllık 640,17 kg olduğu ve en fazla karbon tutan türün *Ficus retusa 'Nitida'* türünün bireylerinin yıllık 260,37 kg olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Çalışma alanındaki 388 adet ağacın yıllık 114,2302 m³ yüzeysel su akışını engellediği tespit edilmiştir. En fazla engelleme yapan türlerin yıllık 33,98 m³ ile *Phoenix dactylifera*, 22,65 m³ ile *Robinia pseudoacacia*, 18,4 m³ ile *Ficus retusa 'Nitida'* olduğu tayin edilmiştir (Çizelge 2).

Bu araştırmanın sonucunda; elde edilen veriler dikkate alındığında kent içi yol ağaçlandırmalarında kullanılacak ağaç türlerinin belirlenmesinde karbon depolama, oksijen üretim miktarları ve yüzeysel su akışını engelleme özellikleri açısından avantaj oluşturan türlerin tercih edilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Tuğluer (2015) tarafından Isparta'da gerçekleştirilen çalışma Amerika tarafından geliştirilen UFORE modelinin i-Tree Eco yazılımı denemesi Türkiye'de bir ilk olarak öne çıkmaktadır. Model Antalya ili Konyaaltı ilçesi Atatürk Bulvarında gerçekleştirilen bu envanter çalışması kapsamında kullanılarak alana ait somut veriler sunması, her bir ağaca ve türe ait ekolojik değerini ortaya konması açısından avantajlar içermektedir. Bu durum günümüz dünyasının en önemli sorunu olan karbon salınımının azaltılmasında kent ağaçlarının ekosisteme kattığı faydaları göz önüne sermektedir. Buradan hareketle Amerika'da birçok kentte kullanılan modelin, ülkemiz kentlerinde uygulanarak ağaç bilgi sistemi çalışmalarının oluşturulmasına öncülük edebilecek nitelikte olduğu

düşünülmektedir. Kentlerin yaşanabilir ve sağlıklı mekanlar haline gelmesi açısından, kent ağaçlarının ve ormanlarının ekosisteme olan etkisinin farkına varılabilmesi için bilimsel ve teknik boyutta somut çalışmalar yapılması fayda sağlayacaktır. Bu çalışma ile ağaçların kent ekosistemine ve kent içerisinde yaşayan insanlara önemli katkılar sağladığı somutlaştırılmıştır.

Teşekkür

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında her hangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

- Aslanboğa, İ. 1986. Kentlerde Yol Ağaçlaması. *Tübitak Yayınları*, Ankara.
- Aslanboğa İ., 1997. Kentlerdeki yol ve meydan ağaçlarının işlevleri, Ağaçlamanın planlanması, uygulanması ve bakımlarıyla ilgili sorunlar. *İSFALT Yayınları*,3,10s, İstanbul.
- Aydemir, S. E. 2004. Kentsel alanların planlanması ve tasarım: *Kentsel açık ve yeşil alanlar-rekreasyon*, Ed. Aydemir, Ş., Akademi Kitabevi, Trabzon, s. 284–337.
- Ekici, Ö. Kılıç (2012). Yeşil terapi iyileştiren doğa. *Bilim ve Teknik*, 36–41.
- Ender, E.,Uslu, C., 2016. Mahalle Parklarının Etkin Hizmet Alanlarının Belirlenmesi – Bursa İli Nilüfer İlçesi Örneği. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1): 13-20.
- Gül, A., Topay, M., Özaltın, O., 2009. Küresel Isınma Tehdidine Karşı Kent Ormanlarının Önemi. Uluslararası Davraz Kongresi, 24-27 Eylül 2009, Isparta, 221-234.
- Nowak, D.J., 1996. Estimating leaf area and leaf biomass of open-grown deciduous. *Urban Trees Forest Science*, 42(4): 504–507.
- Saunders, S. M, Dade, E., Niel, K. V., 2011. An Urban Forest Effects (UFORE) model study of the integrated effects of vegetation on local air pollution in the Western Suburbs of Perth, WA. 19th International Congress on Modelling and Simulation, Perth, Australia.
- Tuğluer, M., Gül, A., 2018. Kent ağaçlarının çevresel etkileri ve değerinin belirlenmesinde UFORE modelinin kullanımı ve Isparta örneğinde irdelenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3): 293-307.
- Türkoğlu, H., Kısar Koramaz, E., 2012. Kentsel planlama (Ansiklopedik Sözlük): *Yaşam kalitesi ve kentsel yeşil alanlar*, Ed. Ersoy, M., Ninova Yayıncılık, İstanbul, s. 474–475.
- Wentworth, J. 2016. Green space and health. *Postnote*. Houses of Parliament, The Parliamentary Office of Science and Technology, London. UK. file:///C:/Users/CEREN/Downloads/POST-PN-0538.pdf

