

Kent ağaçlarının çevresel etkileri ve değerinin belirlenmesinde UFORE modelinin kullanımı ve Isparta örneğinde irdelenmesi

Mahmut Tuğluer^{a,*}, Atila Gül^b

Özet: Günümüzde, kent ağaçlandırmalarının planlanması ve yönetimi giderek önem kazanmakta, aynı zamanda ağaçlar, kent insanına ve kent ekosistemine sağladığı parasal ve parasal olmayan hizmet ve katkılarının kullanılması, paylaşılması ve değerlendirilmesi ile de ön plana çıkmaktadır. Bu çalışma UFORE modeli (Kent Ormanı Etkileri Modeli) i-Tree Eco uluslararası sürümünün Isparta kenti Süleyman Demirel Bulvarı'ndaki ağaç envanter verileri kullanılarak test edilmesi amacıyla yapılmıştır. Arazi çalışmaları ile elde edilen envanter verileri kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemi ve i-Tree Eco ortamında sonuçlar elde edilmiştir. Türkiye'de ilk defa uygulanan UFORE yönteminin bazı sınırlamalarına rağmen uygulanabileceği ve kent ağaçlarının ekosistem hizmetlerinin belirlenmesinde özellikle yersel ağaç envanterinin detaylı olarak yapılmasının da önemli olduğu ortaya konulmuştur. Bu örnek Türkiye koşullarında kent ağaçlarının faydalarını belirlemeye yönelik bir yöntemin varlığını desteklemesi bakımından önem taşımaktadır. Bu yöntem sayesinde günümüzün en önemli sorunlarından olan karbon salımının kontrol edilmesi ve kent ağaçlarının kent ekosistemine sağladığı hizmet ve katkıların daha bilimsel bir şekilde ortaya konulmasını mümkün kılacaktır.

Anahtar kelimeler: Isparta, i-Tree Eco, Karbon depolama, Kent ağaçları, UFORE

The use of UFORE model for determination of environmental effects and value of urban trees; case study of Isparta city

Abstract: Nowadays, planning and managing of urban trees have been becoming increasingly important. At the same time, urban trees have been coming to the fore with using, sharing and evaluating of monetary and non-monetary services and contributions. This work has been conducted in order to test the UFORE (Urban Forest Effects) model, which can be used in countries outside USA, by using the tree inventory data of Süleyman Demirel Boulevard in Isparta. Results have been obtained with the aid of Geographic Information System and i-Tree Eco with the tree inventory data which had been obtained with fieldwork. The UFORE method, which is applied for the first time in Turkey, is applicable although it has some limitations. Thus, now, it is possible to benefit from the urban trees in Turkey conditions. UFORE method have revealed to ecological and economic value of every tree and importance of inventory work with numerical data. This method can be served as an example to the next study. Through this method, today's most important issue which is reduction of carbon emissions and contribution of urban trees to urban ecosystem can be revealed in a scientific way.

Keywords: Isparta, i-Tree Eco, Carbon storage, Urban trees, UFORE

1. Giriş

Son yıllarda yoğunlaşan insan ve doğa ilişkileri, doğal kaynakların aşırı ve bilinçsizce tüketilmesi, çevre sorunları, çarpık kentleşme gibi etmenleri de beraberinde getirmiştir. Bunun sonucunda doğrudan ve dolaylı olarak doğal ve kültürel mekânlarımızın olumsuz bir şekilde etkilendiği de herkes tarafından kabul edilmektedir. Küresel ısınma ve olası etkilerinin de insanlığın geleceğini ve yaşamını tehdit eden önemli unsurlardan biri olduğu görüşü geniş kitlelerce kabul edilmektedir. "KÜRESEL İSINMA", insan faaliyetleri sonucunda atmosfere verilen sera gazları (başta karbon dioksit olmak üzere di azot monoksit, metan, su buharı, kloroflorokarbon gibi) miktarının giderek artması ve sera etkisi meydana getirmesi sonucu yeryüzüne yakın atmosfer tabakaları ve katı, yeryüzü sıcaklığının yapay

olarak artması olarak tanımlanmaktadır. Yeryüzünde özellikle karbondioksitin yaklaşık %97'si doğal yolla yayılmaktadır. İnsan faaliyetleri sonucunda ise yaklaşık %3 oranında atmosferdeki sera gazlarına katkı sağlamaktadır. Toplam emisyonunda insan etkisi küçük bir yüzdeye sahip olmasına rağmen uzmanlar, insan ürünü sera gazlarının doğal dengeleri bozabilecek bir konumda olduğunu ileri sürmektedir. Nitekim bilimsel veriler de bunu kanıtlamaktadır. Özellikle son 20-30 yıl içinde insanların çok yönlü faaliyetleri sonucu sera gazlarının atmosferdeki konsantrasyonlarında sürekli bir artış meydana geldiği kabul gören bir yaklaşımdır. Bu artışın, doğal dengelerin veya ekosistemlerin giderek bozulmasına neden olduğu görüşü de geniş kitlelerce kabul edilmektedir (Gül vd., 2009).

Dünya ölçeğinde ciddi bir sorun haline gelen küresel ısınma, dünyayı tehdit eden ancak, endişelenmeyi

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye

^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Isparta, Türkiye

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): mahmutugluer@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.10.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 07.09.2018



Citation (Atıf): 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.
DOI: [10.18182/tjf.341054](https://doi.org/10.18182/tjf.341054)

gerektirmeyecek kadar uzak ya da belirsiz bir gelişme olarak algılanabilir. Ancak yavaş ve sinsi gelişen bu sorunun gelecekte dünyayı çok yönlü olumsuz etkileyebileceği ve hatta yeryüzünden insan neslinin bile yok olmasına yol açabileceği belirtilmektedir (UNFCCC, 2005).

Yerkürenin CO₂ için depo veya rezerv alanları olarak; atmosfer, okyanuslar ve karasal biyosfer ortamları olduğu bilinmektedir. Karasal biyosferin önemli bir kısmını teşkil eden orman kaynakları, küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda da önemli bir rol üstlenmektedir. Fotosentez yapan ormanlar ve diğer yeşil alanlar atmosferdeki serbest CO₂'i özümleyerek, daha stabil kompleks bileşikler halinde sabitlemekte ve uzun süre depolanabilmesine katkıda bulunmaktadırlar. Bu amaçla gelişmiş ülkelerde küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda en önemli eylem stratejilerinden birisi CO₂'in orman ekosistemi bünyesinde (bitki, ölü örtü ve toprakta) depolanmasıdır. Bu strateji genelde karbon depolama olarak tanımlanmaktadır. Kent merkezlerinde CO₂ salımının azaltılması ve karbon depolama amacıyla kent ağaçları ve kent ormanları önemli bir işleve sahiptir (Gül vd., 2009).

Kent merkezlerinde insanların yaşam kalitesini artırmak, kenti görsel estetik ve ekolojik açıdan iyileştirmek, salınan karbondioksit miktarını azaltmak ve karbon depolamak amacıyla kent ağaçlarının çok önemli bir işleve sahip olduğu kabul görmektedir. Peyzaj Mimarlığı disiplini açısından önemlilik arz eden açık ve yeşil alanlar, kent ısı adası etkisini azaltma, karbon tutma ve depolama gibi kent ekosisteminin iyileştirilmesi ve geliştirilmesinde büyük rol üstlenmektedir. Bu bağlamda Peyzaj Mimarlığı çalışmalarında kentsel yeşil alanların kent ekosistemine sağlayacağı hizmet ve katkılara bilimsel araştırmalarla belirlenmesi, ilgili paydaşlara duyurulması ve kullanılması bir ihtiyaç haline gelmiştir. Kent ekosistemi üzerinde elde edilecek veriler, yeşil alanların (özellikle ağaçların) kent planlamasına, tasarımına ve yönetimine çok yönlü bir şekilde yansıtılması ve entegrasyonuna imkan sunabileceği gibi bu konuda bilinçli farkındalığın oluşturulmasında da yardımcı olabilecektir.

Kent ağaçları ve ormanlarının yapısal özelliklerini ve çevreye sağladığı işlevleri; standart alan özellikleri, ilgili

kentin iklim ve kirlilik verileri yardımıyla belirlemek ve ölçmek amacıyla ABD'de UFORE yazılım modeli geliştirilmiştir. Bu yazılım, kent ağaçlarına ilişkin envanter verileri yardımıyla bu ağaçların karbon depolama miktarını, hava filtreleme oranını ve sıcaklık değişimlerini hesaplamada kullanılmaktadır.

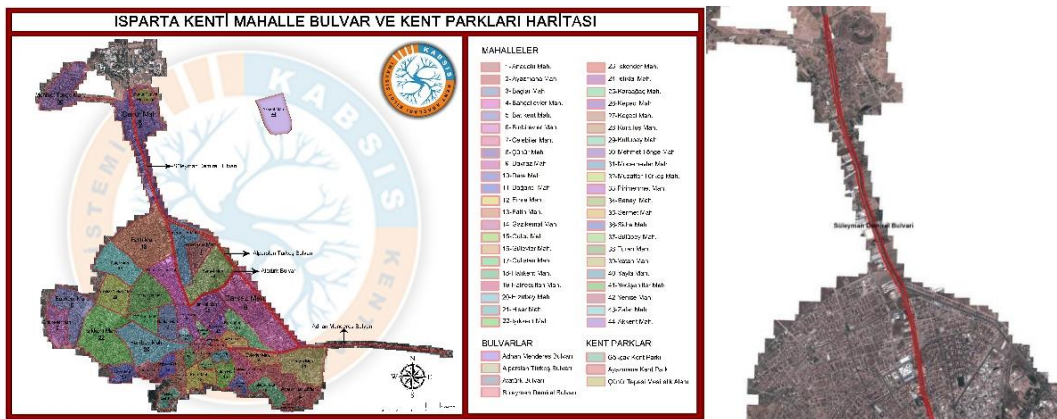
Bu çalışmanın temel amacı, ülkemizdeki kent ağaçlarının yapısal özelliklerini ve çevreye sağladığı işlevlerini belirlemek ve ölçmek için UFORE modelinin Amerika Birleşik Devletleri dışındaki ülkelerde kullanılabilir i-Tree Eco sürümünün ülkemiz koşullarında (Isparta örneğinde) kullanılması ve test edilmesidir. Bu model sayesinde kentlerdeki ağaç ve ormanların çevresel etkileri bilimsel olarak ortaya konulabilecek, kentin planlama ve yönetiminde kullanılacak daha etkin veriler sağlanabilecektir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışma, Isparta kentinin en önemli bulvarı olan "Süleyman Demirel Bulvarı" (SDB) üzerinde mevcut yol ağaçlarında yapılan detaylı envanter çalışması ile gerçekleştirilmiştir. Bu bulvarın çalışma alanı olarak seçilmesinin nedeni, Isparta Kenti'nin Ankara, İzmir, İstanbul gibi önemli kentlere ulaşımın sağlandığı ana aks üzerinde olması ve diğer bulvarlara göre fazla sayıda ağaç bulundurmasıdır. Ayrıca bulvarın konumu, yeşil alan miktarı, ağaç sayısı ve ağaç tesis tarihi itibarıyla UFORE modelinin uygulanabilmesi için uygun şartlara sahiptir.

Süleyman Demirel Bulvarı, Çünür Kavşağı'ndan başlayıp Isparta Belediye Binası'nın önüne kadar devam eden ve 6.12 km uzunluğunda olan oldukça önemli bir akstır (Şekil 1). Bulvarda refüj genişliği sabit olmayıp 6 metreden 9 metreye kadar değişiklik arz eden bir yapı sergilemektedir. Yol genişliği ise ortalama 30 metredir. Yaya yolu (tretuvar) ise tüm bulvar boyunca bulunmayıp belirli bölgelerde genişliği 75 cm ile 3 metre arasında değişebilmektedir.



Şekil 1. Isparta kenti mahalle, bulvarlar ve kent parkları haritası ve Süleyman Demirel Bulvarı'nın genel görünümü

2.2.2. UFORE Modeli i-Tree Eco programında veri tabanının oluşturulması

UFORE, kent ağaçları ve ormanlarının yapısal özelliklerini ve fonksiyonlarını belirlemek amacıyla geliştirilmiş bir bilgisayar yazılım modelidir. Bu amaçla standart alan özellikleri, kentin iklimsel değerleri ve kirlilik verileri dikkate alınmak suretiyle model, bir takım verileri tahmini olarak hesaplayabilmektedir. Bu modele ait program i-Tree olarak adlandırılmaktadır.

Bu model kent ağaçlarının yapısının sistem üzerine kayıt edilmesiyle her ağaç hakkında bilgi edinilmesini sağlar. Sisteme girilecek bilgiler yerel kurumlar ile işbirliği içerisinde belirlenmiş ve standart hale getirilmiştir. Bu nedenle UFORE modeli, ABD koşullarında kullanılacak veriler ve parametreler standart hale getirilmesinden dolayı eyaletlerinin hepsinde kullanılabilir. Ancak bu modelin sadece i-Tree Eco sürümü diğer ülkeler için geliştirilmiş bir programdır.

i-Tree Eco sürümünün çerçevesi: ABD dışındaki ülkelerde daha iyi tahminler yapılabilmesi için çeşitli veriler ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veriler temin edilemezse bu model cevap vermemektedir. i-Tree Eco uluslararası koşullarda kullanabilecek 6 bileşeni vardır;

- Ağaç veya orman yapısı: Ağaçlara ait temel bilgilerin tahmin edilmesi (örneğin yaprak yüzeyi, yaprak biyokütlesi, yapısal değer, vb).
- Karbon tutma ve depolama: Ağaçların yıllık karbon depolama (biyokütle tabanlı) ve büyüme oranlarının tahmin edilmesi.
- Hava kirliliğini kaldırma: İklim verileri, kirlilik konsantrasyon verileri, alan faktörleri ve yaprak yüzeyi üzerine kurulan saatlik kirlilik kaldırma değerinin tahmin edilmesi.
- Biyojenez uçucu organik bileşimi emisyonu: Alan faktörleri, iklim verileri, yaprak biyokütle üzerine kurulmuş yıllık emisyonun tahmin edilmesi.
- Bina enerji kullanım etkileri: Amerika Birleşik Devletleri'nin Eyaletleri ve iklim zonları için oturmaya elverişli binalardan mesafe ve yönleri üzerine kurulmuş olan bina enerji kullanımı üzerinde ağaç etkilerinin tahmin edilmesi.
- Maddi değeri: Ağacın strüktürel olarak maddi değeri, ağacın bulunduğu konum ve çevresinin yıllık tükettiği enerji miktarının telafi ettiği maddi boyutun ortalaması olarak belirtmektedir. Bu değer uluslararası versiyonda ABD koşullarına göre hesaplanmaktadır.

i-Tree Eco modeli bir veri tabanı olarak çalışmaktadır. Kullanıcılar modelin istediği verileri bu veri tabanına entegre ederek sonuçlara ulaşabilmektedir. Bu nedenle, çalışma yapılan alana ait verilerin eksikliği ya da i-Tree Eco modelinin uluslararası koşullara göre tamamlanamamış uygulamalarından dolayı modelin bazı bileşenlerini hesaplayamamakta veya ABD koşullarına göre hesaplamaktadır. Bu çalışmada karbon tutma ve biyokütle tahminleri yapılabilmektedir. Ağacın strüktürel maddi değeri modelin kendi parametrelerine göre kısmen hesaplanabilmiştir. Hava kirliliğini kaldırma, biyojenez uçucu organik bileşimi emisyonu, bina enerji kullanım etkileri gibi bileşenler çalışma alanında elde edilemeyen

bazı verilerden dolayı hesaplanamamıştır. Modelin kısıtlamaları ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

i-Tree Eco sürümünün kullanımında bazı sınırlamalar veya sorunlar;

- ABD'nde geliştirilen Kent Ormanı Etkileri (UFORE) modeli kapsamında uluslararası şehirler için oluşturulan i-Tree Eco sürümünün kullanımında çalışma yapılacak ülkelerde yerel bazı verilerin tamamının veya bir kısmının temin edilmemesi halinde (örneğin, biyokütle formülleri, büyüme oranları, maddi değeri, hava kirliliği gibi) model iyi sonuç vermeyecektir. Çünkü bu model yerel ve uluslararası alanda verilere dayalı tahminler üretebilmektedir.
- Bina enerji kullanım etkileri için i-Tree Eco sürümü uluslararası şehirler için tespit edilememektedir. Bu modelde ABD'nin yerel bina tipleri, enerji kullanımı ve hava koşullarına bağlı olarak değerlendirme yapılması, diğer ülke şehirlerinde yerel özelliklerin farklı olmasından dolayı yanlış sonuçlar verebilecektir. Bu nedenle enerji etkilerinin belirlenmesinde tavsiye edilmemektedir.
- Hava kirliliği verileri ve biyojenez uçucu organik bileşimi emisyonu çalışma alanına ait bazı hava kirlilik verilerinin eksikliğinden dolayı hesaplanamamıştır. Modelin bu bileşende çalışabilmesi için SO₂, PM₁₀, CO, NO, NO₂, O₃ gibi bileşenleri günlük olarak çalışma süresi boyunca istemektedir. Bu bileşenlerin tamamının veya bir kısmının bulunmadığı bölgeler için bu model hesaplama yapamamaktadır.
- Ağaçların strüktürel olarak maddi değeri, bir ağacın bulunduğu ortama göre (kent, sanayi, kırsal vb.) yıllık tüketilen enerjiyi telafi ettiği parasal değeri ifade etmektedir. Bu değer i-tree Eco veri tabanında bulunan bölgesel katsayılara göre hesaplanabilmektedir. Bu hesaplama yönteminin dezavantajı, parametrelerin ABD verilerine göre düzenlenmiş olmasıdır. Sonuçlar programa istenilen verilerin girişi yapıldıktan sonra ABD'deki merkez tarafından gönderilmektedir. Kullanıcılar bu parametrelere ulaşamamaktadır. Modelde strüktürel ağaç değeri ağacın depoladığı karbon miktarının son yıllardaki verilere göre karbonun ton başına parasal değeriyle ilişkilendirilmesiyle hesaplanmaktadır.
- Bu sürüm ücretsiz olmasına rağmen özellikle analizlerin yapılması mümkün olamamaktadır. Bunun için ABD'de bulunan UFORE merkezi i-Tree Eco servisine veriler yollanmış ve süreç tamamlandıktan sonra veri tabanı rapor edilerek işlenmiş olarak ulaştırılmış ve bu süreç 2-6 ay arasında sürmüştür. Bu nedenle bu programın ücretsiz olarak kullanılmasına rağmen analiz sürecinin merkez tarafından yapılması en önemli dezavantajı olarak kabul edilebilmektedir.

İnternette (<http://www.itreetools.org/>) ücretsiz indirilen bu sürüm kullanılarak Isparta Süleyman Demirel Bulvarı'nda uygulanmak suretiyle kullanılabilirliği ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu modelin uygulanmasında model bileşenlerinden sadece yaprak biyokütle ve karbon tutma değerleri hesaplanabilmiştir.

Envanter çalışmalarında elde edilen verilerin yıllık ve ortalama karbon tutma değerleri alınması için ücretsiz olarak sunulan i-Tree Eco programında veri tabanı oluşturulması ve analizi gerekmektedir. Bu işlem aşağıdaki aşamalarla gerçekleştirilmiştir;

a) Öncelikle yeni proje oluşturma bölümüne çalışma alanına ait bilgilerin girilmesiyle Şekil 2'deki gibi o bölgenin projesi yani veri tabanı oluşturulmuştur.

b) Oluşturulan veri tabanı üzerinden "enter or edit data" seçeneğiyle arazide elde edilen envanter verilerinin i-Tree Eco programına entegre işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3).

Şekil 2. i-Tree Eco programında Isparta kentine ait veri tabanının oluşturulması

c) Modelin çalışabilmesi için gerekli olan tüm bilgilerin veri girişi gerekmekte, bu işlem elle ya da "import" yoluyla çoklu olarak yapılabilmektedir. Gerekli olan veriler aşağıdaki gibidir;

- Tree ID: Her bir ağacın kod numarası
- Date: Envanter çalışmasının yapıldığı tarih
- Crew: Envanter çalışması yapan kişi bilgisi
- Tree Address: Ağacın bulunduğu bölgenin kısa adresi
- Stat: Ağacın mevcut durumu
- Species: Tür adı (I-tree eco programı içerisinde türler İngilizce Latince ve programa özgü kısaltmaları ile mevcut bulunmaktadır.)
- Field Landuse: Ağacın dikili olduğu bölgenin mevcut durumu (Kentiçi, konut, kent dışı vb.)
- DBHHT: Ağacın gövde çapının ölçüm noktasının yerden yüksekliği
- DBH: Ağacın gövde çapı boyutu
- TOTHT: Ağaç boyu
- Live Top: Canlı taç örtüsünün boyu
- Crown Base: Tacın en alt kısmının tabana olan yüksekliği
- Crown Width: Taç genişliği
- Percent Crown Missing: Yüzde taç kaybı
- Crown dienback: Taç örtüsünün ölüm durumu
- CLE: Ağacın ışık alma derecesi
- Tree Site: Ağacın yol ağacı olup olmadığının durumu

d) Çoklu veri girişi yapılabilmesi için programın veri tabanına uygun Microsoft Access dosyası oluşturulmuş ve hatasız veri girişi yapılmış ve daha sonra "import" edilmek suretiyle program içerisine aktarılmıştır (Şekil 4).

Tree ID	Field Landuse	Species	HeightsCrownBase	TreeHeightLiveTop	TreeHeightTotal	CrownW/dBHS	CrownW/dBEW
1	U	CELU	1.5	6	6	4	4
2	U	CELU	1.5	6	6	3	3
3	U	CELU	1.5	5	5	3	3
4	U	CELU	1.5	5	5	3	3
5	U	CELU	1.5	5	5	3	3
6	U	CELU	1.5	5	5	3	3
7	U	CELU	1.5	5	5	3	3
8	U	CELU	1.5	3	3	2	2
9	U	CELU	1.5	4	4	3	3
10	U	CELU	3	5	5	3	3
11	U	CELU	2	6	6	4	4
12	U	CELU	3	7	7	4	4
13	U	CELU	3	8	8	4	4
14	U	CELU	3	5	5	4	4
15	U	PIPA3	3	8	8	8	8
16	U	PIPA3	3	6	6	7	7
17	U	PIPA3	3	6	6	6	6
18	U	PIPA3	3	10	10	8	8
19	U	PIPA3	3	8	8	9	9
20	U	PIPA3	3	7	7	6	6

Şekil 3. i-Tree Eco programı veri girişi

Şekil 4. i-Tree Eco programına import yöntemiyle verilerin entegrasyonu

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bulgular

3.1.1. Çalışma alanındaki ağaçların envanteri ve analizi

Arazide yapılan envanter çalışmalarında Süleyman Demirel Bulvarı'nda 24 türe ait toplam 1498 ağaç tespit edilmiş ve sayısallaştırılmıştır. Bulvarda en fazla Toros sediri (*Cedrus libani* L.) (594 adet) ve Anadolu karaçamının (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) (306 adet) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Ağaçların yaş itibarı ile %31.64'ü 6-10, %29.71'i ise 21-40 yaş aralığında yer almaktadır (Çizelge 3). Bulvarda yer alan ağaçların genel görünümü ile ilgili olarak ağaç boyları; 3-6.9 m (%58.08) ve 7-19.9 m (%40.39) arasında değişmektedir (Çizelge 4). Ağaçların %41.12'si 3-4.9 m, %17.62'si ise 5-6.9 m tepe taç genişliğine sahiptir (Çizelge 5). Ağaçların dalsız gövde yükseklikleri %38.58'i 2-3 m arasında, %36.92'si ise 1-2 m arasında değişmektedir (Çizelge 6). Ağaçların gövde göğüs çapı olarak %48.66'sı 15-30 cm, %22.96'sı ise 30-45 cm arasında yer almaktadır (Çizelge 7). Ağaç formu olarak %64.29'u piramit form ve %33.51'i ise yuvarlak formudur (Çizelge 8). Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların taç örtüsünün kayıp yüzdesi olarak %38.25'inde taç kaybı olmazken %32.84'ünde %10, %17.96'sında ise %20'lik taç kaybı mevcuttur (Çizelge 9). Ağaçlar işlevsellik bakımından genel anlamda gölgeleme (%47.93) ve trafik sirkülasyonunu yönlendirme amaçlı (%45.19) olarak kullanıldığı görülmüştür (Çizelge 10).

Ağaçların %82.64'ü sağlıklı olduğu görülmüş ancak bazı ağaçlarda kovuk oluşumu (%11.75) ve büyüme bozuklukları (%3.54) gibi sorunlar mevcuttur (Çizelge 11). Ağaçların %82.24'ünde kusur olmazken, %11.48'inin ise tepe kesiği gibi bazı kusurlar mevcuttur (Çizelge 12). Ağaçların %39.25'inde destekleme ve gövde sarma, %32.84'ünde ise budama gibi bakım ve koruma tedbirleri gerekmektedir (Çizelge 13). Ağaçların oluşturduğu taç genişlikleri yaklaşık 34227 m² alanı kaplamakta ve toplam alanın yaklaşık %11.3'ünü oluşturmaktadır (Çizelge 14).

Süleyman Demirel Bulvarında envanteri yapılan 1498 adet ağacın ArcGIS ortamında Nowak, (1996)'ya göre oluşturulan model ile hesaplanması sonucu toplam yaprak yüzey alanının 212432.6247 m² ve yaprak biyokütle değerinin ise 14802 kg olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 15). Ayrıca çalışma alanındaki ağaçlar CBS ortamında 3 boyutlu olarak görselleştirilmiş olup, Şekil 5'te verilmiştir.

Çizelge 2. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaç türlerinin dağılımı

Ağaç türleri ve dağılımı	Adet	Yüzde (%)
<i>Acer negundo</i>	10	0.67
<i>Acer platanoides</i>	5	0.33
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1	0.07
<i>Ailanthus altissima</i>	23	1.54
<i>Catalpa bignonioides</i>	4	0.27
<i>Cedrus libani</i>	594	39.65
<i>Cupressus arizonica</i>	37	2.47
<i>Fraxinus excelsior</i>	158	10.55
<i>Koelreuteria paniculata</i>	5	0.33
<i>Ligustrum japonicum</i>	14	0.93
<i>Malus domestica</i>	1	0.07
<i>Morus alba</i>	4	0.27
<i>Morus alba pendula</i>	2	0.13
<i>Pinus nigra</i> Arnold. subsp. <i>pallasiana</i>	306	20.43
<i>Platanus orientalis</i>	97	6.48
<i>Prunus armeniaca</i>	1	0.07
<i>Prunus avium</i>	5	0.33
<i>Prunus cerasus</i>	2	0.13
<i>Prunus dulcis</i>	1	0.07
<i>Prunus persica</i>	1	0.07
<i>Robinia pseudoacacia</i>	13	0.87
<i>Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'</i>	139	9.28
<i>Thuja occidentalis</i>	26	1.74
<i>Tilia tomentosa</i>	49	3.27
TOPLAM	1498	100.00

Çizelge 3. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç yaşı ve dağılımı

Ağaç yaşı	Adet	Yüzde (%)
<5 yaş	1	0.07
6-10 yaş	474	31.64
11-20 yaş	232	15.49
21-40 yaş	445	29.71
41- 80 yaş	346	23.10
81-100 yaş	0	0.00
101-120 yaş	0	0.00
121-200 yaş	0	0.00
201-500 yaş	0	0.00
500< yaş	0	0.00
Toplam	1498	100.00

Çizelge 4. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç boyu ve dağılımı

Ağaç boyu	Adet	Yüzde (%)
<3 m Küçük ağaç	23	1.54
3 – 6.9 m Orta boy ağaç	870	58.08
7 – 19.9 m Boylu ağaç	605	40.39
20 – 50 m Uzun boylu ağaç	0	0.00
50 m< Dev ağaç	0	0.00
Toplam	1498	100.00

Çizelge 5. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç tepe taç genişliği ve dağılımı

Ağaç tepe taç genişliği	Adet	Yüzde (%)
<1m	4	0.27
1-2.9m	243	16.22
3-4.9m	616	41.12
5-6.9m	264	17.62
7-8.9m	225	15.02
9-10.9m	122	8.14
11-12.9m	16	1.07
13-15m	7	0.47
15m<	1	0.07
Toplam	1498	100.00

Çizelge 6. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç dalsız gövde yüksekliği ve dağılımı

Ağaç dalsız gövde yüksekliği	Adet	Yüzde (%)
<0.50 m	34	2.27
0.50-1m	37	2.47
1.1-2m	553	36.92
2.1-3m	578	38.58
3.1-4m	244	16.29
4.1-5m	39	2.60
5m<	13	0.87
Toplam	1498	100.00

Çizelge 7. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç gövde göğüs çapı (dbh=1.30cm) ve dağılımı

Ağaç gövde göğüs çapı (DBH=1.30cm)	Adet	Yüzde (%)
<5cm	0	0.00
5-10 cm	1	0.07
10.1-15 cm	217	14.49
15.1-30 cm	729	48.66
30.1-45 cm	344	22.96
45.1-60 cm	121	8.08
61-120cm	86	5.74
120 cm<	0	0.00
Toplam	1498	100.00

Çizelge 8. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç formu ve dağılımı

Ağaç formu	Adet	Yüzde (%)
1. Piramit	963	64.29
2. Sütun	0	0.00
3. Yuvarlak	502	33.51
4. Dağınık	30	2.00
5. Sarkık	2	0.13
6. Yayılcı	0	0.00
7. Konik	0	0.00
Toplam	1498	100.00

Çizelge 9. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç taç örtüsünün kayıp yüzdesi ve dağılımı

Ağaç taç örtüsünün kayıp yüzdesi	Adet	Yüzde (%)
1-%0 Taç kaybı	588	39.25
2-%10 Taç kaybı	492	32.84
3-%20 Taç kaybı	269	17.96
4-%25 Taç kaybı	97	6.48
5-%30 Taç kaybı	46	3.07
6-%40 Taç kaybı	6	0.40
Toplam	1498	100.00

Çizelge 10. Süleyman Demirel Bulvarı ağaçların sağladığı işlevsel özellikler ve dağılımı

Ağaçların sağladığı işlevsel özellikler	Adet	Toplam ağaç adedine göre (%)
1- Ses İzolasyonu	103	6.88
2- Güzel çiçekleri ve kokusu	50	3.34
3- Sınırlayıcı	0	0.00
4- Gölge	718	47.93
5- Yaprak Özellikler	36	2.40
6-Rüzgarı Önleme	0	0.00
7- Sonbahar Renklenmesi	260	17.36
8-Trafik ve Sirkülasyonu yönlendirme	677	45.19
9-Fon oluşturma	0	0.00
10- Vurgu etkisi	0	0.00
11-Kamüfle -kapatma etkisi	0	0.00
12- Anıt özelliği	20	1.34
13-Meyve özelliği	65	4.34

Çizelge 11. Süleyman Demirel Bulvarı ağaçların sağlık durumu ve dağılımı

Ağaçların sağlık durumu	Adet	Yüzde (%)
0- Sağlıklı	1238	82.64
1-Patolojik sorunlar	16	1.07
2-Yaralama ve niteliği	1	0.07
3- Kovuk oluşumu ve niteliği	176	11.75
4- Büyüme bozuklukları	53	3.54
5- Klimatik zararlar	13	0.87
6-Baskı etkisi ve boğulma	1	0.07
Toplam	1498	100.00

Çizelge 12. Süleyman Demirel Bulvarı ağaçların kusur durumu ve dağılımı

Ağaçların kusur durumu	Adet	Yüzde (%)
0-Kusuru yok	1232	82.24
1-Çatalanma	51	3.40
2-Gövde eğriliği	4	0.27
3-Dengesiz tepe	16	1.07
4-Kök sürgünü verme	23	1.54
5-Tepe kesik	172	11.48

Çizelge 13. Süleyman Demirel Bulvarı ağaçların bakım ve koruma durumu ve dağılımı

Ağaçların bakım ve koruma durumu	Adet	Yüzde (%)
0-Yok	588	39.25
1-Budama	492	32.84
2-Gergileme	269	17.96
3-Herikleme	97	6.48
4-Temizleme	46	3.07
5-Kök yayılış alanını genişletme	6	0.40
6-Kesim	0	0.00
7- Gövde Sarma	588	39.25
8- İlaçlama	492	32.84
9-Gübreleme	269	17.96
10-Toprak işleme ve takviyesi	97	6.48
11-Izgara yerleştirme	46	3.07
12-Anıt ağaç olarak tescil ettirme	6	0.40
13-Taşıma	0	0.00
14-Destekleme	588	39.25
15-Diğer	492	32.84

Çizelge 14. Süleyman Demirel Bulvarı alandaki ağaç taç kaplama yüzdesi ve dağılımı

Alandaki ağaç taç kaplama yüzdesi	Alan (m ²)	Yüzde (%)
TA= Toplam alan (m ²)	302028	
TATA=Toplam ağaç taç genişliği alanı ($\sum r^2$) (m ²)	34227	
TYAM= Toplam yeşil alan miktarı	43200	
Alandaki Toplam Ağaç Taçı yoğunluğu Yüzdesi		11.3
Alandaki Toplam Yeşil Alan Yoğunluğu Yüzdesi		14.3
Yeşil Alanlardaki Toplam Ağaç Taç Kaplama Yüzdesi		79.2

Çizelge 15. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların yaprak yüzeyi alanı ve yaprak biyokütle değeri

Ağaç türleri ve dağılımı	Adet	Yaprak yüzey alanı (m ²)	Yaprak biyokütle değeri (kg)	Yaprak biyokütle değeri yüzdesi (%)
<i>Acer negundo</i>	10	1993.5	139.22	0.94
<i>Acer platanoides</i>	5	63.4	4.43	0.03
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1	14.2	0.86	0.01
<i>Ailanthus altissima</i>	23	3366.5	248.29	1.68
<i>Catalpa bignonioides</i>	4	434.9	24.65	0.17
<i>Cedrus libani</i>	594	71806.1	5467.47	36.94
<i>Cupressus arizonica</i>	37	8777.0	653.18	4.41
<i>Fraxinus excelsior</i>	158	7142.5	489.35	3.31
<i>Koelreuteria paniculata</i>	5	134.3	7.17	0.05
<i>Ligustrum japonica</i>	14	81.9	5.27	0.04
<i>Malus domestica</i>	1	84.3	4.25	0.03
<i>Morus alba</i>	4	434.3	31.03	0.21
<i>Morus alba</i>	2	193.2	18.46	0.12
<i>Pinus nigra</i> Arnold. subsp. <i>pallasiana</i>	306	83113.7	4660.94	31.49
<i>Platanus orientalis</i>	97	24225.8	2052.43	13.87
<i>Prunus armeniaca</i>	1	17.4	0.98	0.01
<i>Prunus avium</i>	5	43.7	2.78	0.02
<i>Prunus cerasus</i>	2	70.9	5.10	0.03
<i>Prunus dulcis</i>	1	246.4	18.36	0.12
<i>Prunus persica</i>	1	17.4	0.98	0.01
<i>Robinia pseudoacacia</i>	13	1894.6	97.1	0.66
<i>Robinia pseudoacacia "Umbraculifera"</i>	139	6395.7	759.67	5.13
<i>Thuja occidentalis</i>	26	1174.0	65.98	0.45
<i>Tilia tomentosa</i>	49	707.2	44.76	0.30
Toplam	1498	212432.6	14802.69	100.00



a - Plan görünümü



b - Bulvar başlangıcındaki ağaçların 3 boyutlu olarak görünümü



c - Bulvardaki ağaçların yoğun olduğu bölgenin 3 boyutlu olarak görünümü

Şekil 5. Süleyman Demirel Bulvarının bütüncül ve parçacıl 3 boyutlu modelleme görseli

3.1.2. Envanter verilerinin İ-Tree Eco programı kullanılarak elde edilen bulgular

Süleyman Demirel Bulvarında toplam 1498 adet ağacın envanter verileri kullanılarak i-Tree Eco sürümü vasıtasıyla yaprak biyokütle (Çizelge 16) ve karbon depolama değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre Süleyman Demirel Bulvarında bulunan ağaçların yaşam süreleri boyunca toplam 197566 kg karbon tuttuğu belirlenmiştir. Karbon tutma miktarı en fazla olan ağaç türü ağaç başına ortalama 564 kg ile *Platanus orientalis* olduğu görülmüştür (Çizelge 17). Ağaçların yıllık karbon depolama miktarları da hesaplanmış, tüm ağaçların yılda toplam 21839 kg karbon depoladığı saptanmıştır. Tür bazında incelendiğinde 45.8 kg ile yine *Platanus orientalis*'in ortalama en fazla yıllık karbon tutan ağaç olduğu belirlenmiştir (Çizelge 18). Ağaçların taç kaplama yüzey alanları hesaplanmış ve ortalama en fazla ağaç başına taç kaplayan tür 58.70 m² ile *Platanus orientalis* olduğu görülmüştür.

Tüm ağaçların toplam tacının kapladığı alan 34258 m² olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanındaki ağaçların yaprak yüzey alanları hesapları sonucunda toplam yaprak yüzey

alanının 210944 m² olduğu belirlenmiştir. En fazla yaprak yüzey alanına sahip ağaç türü ise ağaç başına ortalama 384.1 m² ile *Platanus orientalis*'tir. Ağaçların biyokütle değerleri i-Tree programı aracılığıyla envanter verilerine göre hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda çalışma alanındaki ağaçların toplam biyokütlesinin 23,461 kg olduğu saptanmıştır. Tür bazında ortalama en fazla biyokütleyle sahip ağaç türünün 41.6 kg ile *Cupressus arizonica* olduğu belirlenmiştir (Çizelge 16).

i-Tree Eco sürümü ile yapılan hesaplamalarda yaprak biyokütlesi ve yaprak yüzey alanı değerleri, Nowak (1996) tarafından geliştirilen model ile yapılan hesaplamalara (Çizelge 15) göre farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların sebebi yöntemlerde ağaç büyüme katsayılarının farklı olmasından dolayıdır. Ağaçlar bireysel bazda alındığında her iki hesaplamada da sonuçların birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Ancak, genel toplamda çok daha fazla fark olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, ağaçların strüktürel olarak maddi değerinin toplam 3290276\$ olduğu belirlenmiş, ağaç başına ortalama strüktürel değeri en fazla olan ağaç 4255\$ ile *Platanus orientalis* olduğu görülmüştür. (Çizelge19).

Çizelge 16. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların yaprak biyokütle değeri (kg)

Ağaç türleri ve dağılımı	Adet	Yaprak biyokütle değeri (kg)	Yaprak biyokütle değeri yüzdesi (%)	Ağaç başına ortalama yaprak biyokütle değeri (kg)
<i>Acer negundo</i>	10	222.4	0.95	22.2
<i>Acer platanoides</i>	5	5.1	0.02	1.0
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1	1.5	0.01	1.5
<i>Ailanthus altissima</i>	23	288.4	1.23	12.5
<i>Catalpa bignonioides</i>	4	17.3	0.07	4.3
<i>Cedrus libani</i>	594	12521.2	53.37	21.1
<i>Cupressus arizonica</i>	37	1540.9	6.57	41.6
<i>Fraxinus excelsior</i>	158	948.5	4.04	6.0
<i>Koelreuteria paniculata</i>	5	10.8	0.05	2.2
<i>Ligustrum japonicum</i>	14	7.6	0.03	0.5
<i>Malus domestica</i>	1	9.1	0.04	9.1
<i>Morus alba</i>	4	50.7	0.22	12.7
<i>Morus alba pendula</i>	2	2.2	0.01	1.1
<i>Pinus nigra</i> Arnold. subsp. <i>pallasiana</i>	306	5324.6	22.70	17.4
<i>Platanus orientalis</i>	97	1711.3	7.29	17.6
<i>Prunus armeniaca</i>	1	1.5	0.01	1.5
<i>Prunus avium</i>	5	3.8	0.02	0.8
<i>Prunus cerasus</i>	2	6.3	0.03	3.2
<i>Prunus dulcis</i>	1	28.5	0.12	28.5
<i>Prunus persica</i>	1	1.5	0.01	1.5
<i>Robinia pseudoacacia</i>	13	102.4	0.44	7.9
<i>Robinia pseudoacacia</i> 'Umbraculifera'	139	407.5	1.74	2.9
<i>Thuja occidentalis</i>	26	200.4	0.85	7.7
<i>Tilia tomentosa</i>	49	47	0.20	1.0
Toplam	1498	23461	100.00	

Çizelge 17. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların ömür süresi boyunca karbon depolama miktarı (kg) kapasitesi

Ağaç türleri ve dağılımı	Adet	Karbon depolama miktarı (kg)	Karbon depolama yüzdesi (%)	Ağaç başına ortalama karbon tutma miktarı (kg)
<i>Acer negundo</i>	10	3765.5	1.91	376.6
<i>Acer platanoides</i>	5	75.3	0.04	15.1
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1	51.1	0.03	51.1
<i>Ailanthus altissima</i>	23	5113.7	2.59	222.3
<i>Catalpa bignonioides</i>	4	996.8	0.50	249.2
<i>Cedrus libani</i>	594	44199.0	22.37	74.4
<i>Cupressus arizonica</i>	37	6630.3	3.36	179.2
<i>Fraxinus excelsior</i>	158	6227.2	3.15	39.4
<i>Koelreuteria paniculata</i>	5	208.9	0.11	41.8
<i>Ligustrum japonicum</i>	14	178.0	0.09	12.7
<i>Malus domestica</i>	1	114.7	0.06	114.7
<i>Morus alba</i>	4	472.6	0.24	118.2
<i>Morus alba pendula</i>	2	129.4	0.07	64.7
<i>Pinus nigra</i> Arnold. subsp. <i>pallasiana</i>	306	50932.8	25.78	166.4
<i>Platanus orientalis</i>	97	54703.7	27.69	564.0
<i>Prunus armeniaca</i>	1	39.8	0.02	39.8
<i>Prunus avium</i>	5	99.1	0.05	19.8
<i>Prunus cerasus</i>	2	95.1	0.05	47.6
<i>Prunus dulcis</i>	1	434.6	0.22	434.6
<i>Prunus persica</i>	1	39.8	0.02	39.8
<i>Robinia pseudoacacia</i>	13	2584.8	1.31	198.8
<i>Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'</i>	139	19099.0	9.67	137.4
<i>Thuja occidentalis</i>	26	688.2	0.35	26.5
<i>Tilia tomentosa</i>	49	686.5	0.35	14.0
Toplam	1498	197566	100.00	

Çizelge 18. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların yıllık karbon depolama miktarı (kg)

Ağaç türleri ve dağılımı	Adet	Yıllık karbon tutma miktarı (kg)	Yıllık karbon tutma yüzdesi (%)	Ağaç başına ortalama yıllık karbon tutma miktarı (kg)
<i>Acer negundo</i>	10	365.2	1.67	36.5
<i>Acer platanoides</i>	5	42.3	0.19	8.5
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1	14.3	0.07	14.3
<i>Ailanthus altissima</i>	23	631.8	2.89	27.5
<i>Catalpa bignonioides</i>	4	114.0	0.52	28.5
<i>Cedrus libani</i>	594	5831.4	26.70	9.8
<i>Cupressus arizonica</i>	37	580.0	2.66	15.7
<i>Fraxinus excelsior</i>	158	1568.1	7.18	9.9
<i>Koelreuteria paniculata</i>	5	66.4	0.30	13.3
<i>Ligustrum japonicum</i>	14	107.7	0.49	7.7
<i>Malus domestica</i>	1	22.6	0.10	22.6
<i>Morus alba</i>	4	83.5	0.38	20.9
<i>Morus alba pendula</i>	2	32.6	0.15	16.3
<i>Pinus nigra</i> Arnold. subsp. <i>pallasiana</i>	306	4529.1	20.74	14.8
<i>Platanus orientalis</i>	97	4442.0	20.34	45.8
<i>Prunus armeniaca</i>	1	15.8	0.07	15.8
<i>Prunus avium</i>	5	53.0	0.24	10.6
<i>Prunus cerasus</i>	2	29.5	0.14	14.8
<i>Prunus dulcis</i>	1	46.5	0.21	46.5
<i>Prunus persica</i>	1	15.8	0.07	15.8
<i>Robinia pseudoacacia</i>	13	284.4	1.30	21.9
<i>Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'</i>	139	2502.7	11.46	18.0
<i>Thuja occidentalis</i>	26	134.3	0.61	5.2
<i>Tilia tomentosa</i>	49	326.2	1.49	6.7
Toplam	1498	21839	100.00	

Çizelge 19. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların strüktürel maddi değeri (\$)

Ağaç türleri ve dağılımı	Adet	Ağaçların strüktürel değeri (\$)	Ağaçların strüktürel değeri yüzdesi (%)	Ağaç başına otalama strüktürel değeri (\$)
<i>Acer negundo</i>	10	15451	0.47	1545
<i>Acer platanoides</i>	5	3620	0.11	724
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1	1043	0.03	1043
<i>Ailanthus altissima</i>	23	32494	0.99	1413
<i>Catalpa bignonioides</i>	4	7077	0.22	1769
<i>Cedrus libani</i>	594	1112971	33.83	1874
<i>Cupressus arizonica</i>	37	108712	3.30	2938
<i>Fraxinus excelsior</i>	158	151983	4.62	962
<i>Koelreuteria paniculata</i>	5	4937	0.15	987
<i>Ligustrum japonicum</i>	14	10150	0.31	725
<i>Malus domestica</i>	1	1536	0.05	1536
<i>Morus alba</i>	4	6026	0.18	1507
<i>Morus alba pendula</i>	2	2376	0.07	1188
<i>Pinus nigra</i> Arnold. subsp. <i>pallasiana</i>	306	1154044	35.07	3771
<i>Platanus orientalis</i>	97	412689	12.54	4255
<i>Prunus armeniaca</i>	1	918	0.03	918
<i>Prunus avium</i>	5	3818	0.12	764
<i>Prunus cerasus</i>	2	1913	0.06	957
<i>Prunus dulcis</i>	1	3041	0.09	3041
<i>Prunus persica</i>	1	918	0.03	918
<i>Robinia pseudoacacia</i>	13	19012	0.58	1462
<i>Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'</i>	139	169796	5.16	1222
<i>Thuja occidentalis</i>	26	26255	0.80	1010
<i>Tilia tomentosa</i>	49	39496	1.20	806
Toplam	1498	3290276	100.00	

3.2. Tartışma

3.2.1. Çalışma alanındaki ağaç envanter verilerinin irdelenmesi

Bu çalışmada sonucunda Süleyman Demirel Bulvarı'ndaki ağaç envanteri çalışmalarının bulgularına göre,

- Süleyman Demirel Bulvarı'nda kullanılan ve tesis edilen ağaçların kentsel peyzaj planlama/tasarım ilkeleri ve Türk Standardları Enstitüsü (TSE) şehir içi yol ve meydan ağaçlandırma tekniğine göre bazı eksiklerin ve yanlışların olduğu tespit edilmiştir.
- Alandaki mevcut ağaçlar tüm çalışma alanının %11.3'ünü oluşturmaktadır. Sert zemin dışındaki yeşil alan miktarı 43200 m²'dir. Bu oran yeterli olarak görülmediğinden yeşil alan miktarının artırılması gerekmektedir. Yeşil alan üzerinde bulunan ağaçların kapladığı alan yüzdesi %79.2'dir. Yeşil alan miktarının bulvarlarda ve kent merkezlerinde artırılması gerekmektedir. Bu sayede yeşil alan miktarına orantılı olarak da ağaç sayısı ve taç kaplama alanının da artacağı düşünülmektedir.
- Bulvar üzerinde kullanılan ağaç türlerinin % 65'i iğne yapraklı türlerden oluşmuştur. Bu ağaçlar genellikle refüjlerde tesis edilmiş olup çoğunlukla Toros sediri ve Anadolu karaçamı türleri kullanılmıştır. Refüj genişliği dikkate alınmadan kullanılan türlerin araç yoluna sarktığı ve araç trafiğini aksattığı da gözlenmiştir. Yaya yolu (tretuvar) üzerinde ve kenarında yol boyunca ağaç tesis edilmediği sadece bazı alanlarda ağaçlandırma yapıldığı görülmüştür.
- Ağaç türlerinin rastgele ve amaçsızca kullanımı nedeniyle ağaçların ölçü, form, renk, doku gibi peyzaj tasarım öğeleri yanı sıra, uyum, kontrast, dizi, ritim, tekrar, denge, proporsiyon, gibi tasarım ilkeleri dikkate alınmamıştır. Bu durumda ağaçlar görsel ve işlevsel yönden başarısız bir

görünüm sergilemekte, mekâna bir kimlik ve bütüncül kitle etkisi kazandıramamıştır. Örneğin aynı kaldırım üzerinde form, renk, ölçü ve doku yönünden birbirinden farklı olan ağaç türleri (mavi servi, dişbudak, Anadolu karaçamı, Toros sediri, top akasya vb.) sadece bireysel olarak dikkate alınmış ve art arda karışık dikilmişlerdir. Özellikle birbirleriyle uyum ve bütünlük içerisinde görsel bir kompozisyon oluşturma açısından, uygunluk, dizi ve birlik ilkeleri dikkate alınmamıştır. Ağaç türlerinin ulaşacakları taç genişlikleri dikkate alınmadan aralık ve mesafeler gelişigüzel uygulanmıştır. Küçük ve Gül (2005)'ün yapmış olduğu çalışmaya göre; kent içi yol ve caddelerde ağaçların dikim aralıkları, ağaçların taç gelişimi ve yüksekliği, komşu yapıların ışık ihtiyacı, yolun genişliği, yol mekanı içerisinde bulunan ağaçlardan beklenen fayda, ağaçların istenen boy ve biçime ulaşacakları süreler dikkate alınmalıdır. Bu amaçla genel olarak küçük tepe çaplı ağaçlar için 3-6 m, orta ağaçlar için 6-8 m ve büyük ağaçlar için ise 8-10 m olması gerekmektedir.

- Alanda karşılaşılan en önemli sorunlardan yaya yolu üzerinde yer alan ağaçlara ayrılan toprak yüzeyinin genişlik ve derinlik yönünden yetersiz olmasıdır. Nitekim bulvardaki ağaçların yaklaşık % 15'inin kök yayılış alanının genişletilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Yol ağaçlarının kök yayılma alanı üzerinde korunması gereken toprak yüzeyi, en az 1x1 m boyutlarda olması gerekirken (Ürgenç, 1990), kaldırım üzerindeki yol ağaçları için 30x30 cm veya daha az bir toprak yüzeyi bırakılmıştır. Bu durum ağaçların sağlıklı büyümesi için gerekli olan yeterli drenaj, havalandırma ve besin ihtiyacını yeterince karşılanmaması sonucu ağaçların sağlıksız ve doğal formlarının bozulmasına yol açabilmektedir. Sonuçta ağaçlardan beklenen görsel ve işlevsel hizmet ve katkılar yeterince sağlanamamaktadır. Ayrıca kaldırım üzerindeki ağaçlar için ayrılan toprak yüzeyi üzerinde herhangi bir ızgara veya örtü malzemesi de kullanılmamıştır. Bununla

birlikte ağaç dipleri birçok noktada yabancı otlarla kaplanmış veya çöp alanı haline gelmiştir.

- Kent içinde kaldırım üzerinde kullanılan ağaçlar, dendrolojik özellikleri, çevre ilişkisi ve ağaçların ulaşabileceği boy ve taç genişlikleri dikkate alınmadan kullanılmıştır. Örneğin kaldırım üzerinde kullanılan ağaçların (özellikle doğu çınarı, dişbudaklar, mavi servi, Anadolu karaçamı gibi türler) elektrik tellerinin (8-10 m yükseklikteki) tam altına dikilmelerinden dolayı tellere zarar vermemesi için ağaçların tepesi kesilmiş, ortası boş olan v formu ağaç görünümlerinin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Aslında elektrik direkleri ve telleri görsel açıdan kirlilik oluşturmaktadır. Bununla birlikte elektrik tellerinin altına dikilen ağaçların normal büyümelerine engel teşkil etmektedir. Bu durum ağaçların doğal formlarını görsel açıdan olumsuz etkilemiştir. Bazı kaynaklara göre yol ağacı olarak seçilecek türler, uzun müddet yapraklı kalmalı, ilkbaharda güzel çiçeklenmeli, sonbahar yaprak renklenmesi güzel olmalı, bakım masrafları az olmalı, gevrek yapıya sahip olmamalı ve iyi gelişim göstermelidir. İğne yapraklı türler yavaş büyüdüğü ve yerden itibaren dallandıkları için yaya yollarının (tretuvar) ortasına dikilmeleri uygun olmamaktadır (Pamay, 1979; Gülez, 1989; Ürgenç, 1998).
- Ağaçlarda yapılan hatalı ve amaca uygun olmayan budamalar da ağacın doğal formunu ve görsel değerlerini ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca budanan dallar herhangi bir koruyucu madde ile macunlanmamaktadır. Ağaçların tekniğine göre ve uzman kişiler tarafından yapılması sağlanmalıdır. Özellikle, piramit formda gelişme gösteren Toros sedirlerinin alt dallarının budanması sonucu estetik görünümü olumsuz etkilenmiştir.
- Ağaçlarda yapılan bakım çalışmaları da yeterli ve etkin bir şekilde yapılamadığı görülmüştür. Ağaçların dikildiği toprak yüzeyinin havalandırılması, üstten gübreleme, yaraların iyileştirilmesi, oyukların doldurulması, ağaç gövdelerinin desteklenmesi, böcek ve mantar saldırılarına karşı mücadele gibi yol ağacı yaşam koşullarının iyileştirilmesine yönelik bakım ve onarım çalışmalarının etkin ve sürekli bir biçimde gerçekleştirilemediği görülmüştür.
- Yasa ve yönetmeliklerden kaynaklanan zorunluluktan dolayı belediyeler, kent içindeki ağaçların tekniğine uygun tesisi, korunması ve yönetiminde daha etkin bir konumda olmalıdır. Konu ile ilgili teknik elemanların nitelik ve nicelik olarak yetersiz olması önemli bir eksikliklerdir. Özellikle belediyelerde kent ağaçlarının tesisi, korunması ve bakım çalışmalarından sorumlu olabilecek peyzaj mimarı ve orman mühendisinin çalıştırılması gerekmektedir. Kent ağaçlarının sağlayacağı hizmet ve katkılardan yararlanılabilmesi için ağaçlardan sorumlu ve yetkili birimin tesis, bakımı ve korunması için gerekli yatırım ve finans temini konusunda da istekli olmalıdır. Ağaçlandırma çalışması yapılan alanlarda, bitkisel tasarımın uygun kriterlerde olmaması, alana uygun ağaç türlerinin kullanılmaması ve yetersiz bakım çalışmaları sonradan ekstra bakım maliyetleri oluşturmaktadır. Bu durum bakım maliyetinin ağaçların ekosisteme olan katkılarını karşılamadığı düşüncesine neden olmaktadır. Ancak araştırmalara göre (McPherson ve Simpson, 1995), tekniğine uygun yönetilen kent ağaçlarının her yıl yapılacak 1 birim bakım masrafına karşılık 3 katı kadar yarar sağlayacağı da ifade edilmektedir.

3.2.2. i-Tree Eco programı ile elde edilen sonuçların irdelenmesi

Bu çalışma elde edilen envanter verilerine ABD dışındaki ülkelerde uygulanan UFORE modelinin i-Tree Eco sürümü kullanılarak bulgular elde edilmeye çalışılmıştır. Ancak bu programın da tam olarak kullanılabilmesi için istenen verilerin eksiksiz temin edilmesi gerekmektedir. Bu veriler temin edilemezse bu model ile iyi tahmin yapılamamaktadır. UFORE modeli dünya üzerinde başta ABD, Kanada ve Avustralya olmak üzere yaklaşık olarak 50 bölgede uygulanmıştır.

Avrupa bölgelerine bu modelin uygulanmasına yeni yeni başlanmış olup, Türkiye’de henüz bu güne kadar bu model ile ilgili çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışma Türkiye’de bir ilk olma özelliği taşımaktadır. Bu modelin ülke genelinde uygulanabilmesi için bu çalışma altlık ve örnek teşkil etmesi açısından önemlilik arz etmektedir.

Bu modelin uygulanmasında model bileşenlerinden yaprak biyokütle ve karbon tutma değerleri hesaplanabilmiş ve irdelenmiştir. Buna göre,

- Yaprak biyokütlesi açısından: i-Tree Eco sürümünde yapılmış hesaplamalar sonucunda gönderilen raporda çalışma alanındaki ağaçların toplam yaprak biyokütlesinin 23,461 kg olduğu görülmüştür. ArcGIS ortamında yapılan hesaplanan yaprak biyokütle değeri ise 14,802.69 kg olarak hesaplanmıştır. Ağaçlar bireysel bazda alındığında her iki hesaplamada da sonuçların birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Ancak, genel toplam hesaplarında çok daha fazla fark olduğu belirlenmiştir. Örneğin *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* türünün tek başına ArcGIS ortamında hesaplanan yöntemine göre 17.39 kg, i-Tree ortamında ise 15.22 kg biyokütlesinin olduğu görülmüştür. Bu değer tek ağaç oranında birbirlerine yakın olarak kabul edilebilmektedir. Ancak, toplam biyokütle miktarında ise aynı türün alan içerisinde 306 adet bulunması sebebi ile daha büyük farklılıklar oluşmaktadır. Bu farklılıkların nedeni, UFORE modelinde biyokütle hesaplanmasına ait bazı katsayıların Amerika Birleşik Devletleri’ne göre kullanılmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. CBS ortamında kullanılan hesaplamada yersel verilerin doğrultusunda tahminler yapılarak, daha sağlıklı bir sonuç elde edildiği düşünülmektedir.
- Yerel türler için gölgelendirme katsayıları i-Tree Eco katsayılarına paralel olarak Isparta koşullarında uygulanmış ve bu kat sayıların kullanılabilirliği uygun görülmüştür. Örneğin %10 güneş alan bir ağaç için 6, %100 güneş alan bir ağaç için 1 değeri verilmiştir. Bu aralıkta çalışma alanında bulunan ağaçların güneşlenme durumları belirlenmiştir.
- i-Tree Eco programının ağaçların büyüme oranlarına göre kendi oluşturduğu katsayı ile biyokütle değerleri hesaplanmıştır. Çünkü ülkemizde henüz ağaçların tür bazında büyüme oranlarının kat sayılarının belirlendiği detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle ileride yapılabilecek çalışmalarla ağaç türü bazında her bir ağacın büyüme oranları Türkiye koşullarına göre hesaplanması durumunda ülkemiz katsayıları kullanılarak daha hassas sonuçlar elde edilmesi mümkün olabilecektir.
- Karbon tutma değerleri açısından; i-Tree Eco sürümünde yapılan hesaplamalar sonucunda Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların ömürleri boyunca yaklaşık 200 ton

karbon depoladığı hesaplanmıştır. Çalışmaların kent ve ülke çapında yapıldığı düşünüldüğünde kent ağaçlarının karbon depolama konusunda öncü materyaller olduğu açıkça görülmektedir.

Nowak ve Crane (2002)'in yaptığı çalışmaya göre New York Kenti'ndeki ağaçların depoladığı her 1,2 milyon ton karbonun New York popülasyonunun ürettiği yaklaşık 10 gündeki karbon emisyonuna eşit olduğu tahmin edilmektedir. Bu çalışma kentte kişi başına düşen ağaç sayısının ve yeşil alan miktarının sadece rekreasyonel amaçlı olmadığını kent ekosisteminin iyileştirilmesi açısından ne denli önemli olduğunu vurgulamaktadır. Aynı çalışmaya göre Amerika Birleşik Devletlerinde New York şehrinde bulunan kent ağaçları ve kent ormanlarının UFORE metodunun uygulanması ile ağaçların ömürleri boyunca 700 milyon ton karbon depoladığı, yıllık karbon tutma miktarının ise 22,8 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Kentler büyüdükçe kent ağaçlarının önemi de o oranda artmaktadır.

Bu versiyon, Amerika Birleşik Devletleri tabanlı olduğu için her çeşit bitki türü ve ağaçlar sistemdeki bitki listesinde yer almayabilmektedir. Bu yüzden ülkemiz koşullarında doğal yetişen türler veya endemik bitki türlerinin bu sisteme dahil edilmesi sağlanmalıdır.

- Biyokütle ve karbon salımlarının hesaplamalarında kullanılacak ağırlık ve ölçüm birimleri kullanıcının ülkesine göre yeniden oluşturulmalıdır. Aksi takdirde sisteme girilen bilgiler hatalı olabilecektir. Alan verileri girilirken ülkeler arası olabilecek gösterim farklarına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde sistemde sorunlar oluşabilecektir. Türlerin listesinin bulunduğu veri tabanında eş anlamlı ya da aynı bitkiyi temsil eden profiller belirlenmeli, türler hakkında daha işlevsel bilgiler verilerek tespiti kolaylaştırılmalıdır. Bitkilerin tür, cins familya ve altfamilya bilgileri Latince olarak belli edilmelidir.
- Bu çalışmada hava kirlilik kaldırma değeri ve biyogenez uçucu organik bileşimi emisyonu Isparta kentindeki yerel istasyonlarda elde edilen parametrelerin yetersiz olması nedeniyle hesaplanamamıştır. Modelin bu iki bileşeni hesaplayabilmesi için hava kalitesine ait günlük havada bulunan SO₂, PM₁₀, CO, NO, NO₂, O₃ gibi bileşenlerin miktarlarına ihtiyaç duymaktadır. Hava kirlilik istasyon raporları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı internet sitesinde sınırlı düzeyde kamuya sunulmakta ve sunulan parametreler de i-Tree Eco programında kullanılabilmesi için yeterli veriyi kapsamamaktadır. Ülkemiz koşullarında büyük şehirlerde bu veriler temin edilebilmektedir. Ancak, bu çalışmanın yapıldığı Isparta İli'ne ait iki bileşen (SO₂, PM₁₀) temin edilebilmekte ve modelin hesaplama yapabilmesi için yetersiz kalmaktadır. Sonuçta bu program ile kent ağaçlarının hava kalitesi ve kirliliği üzerinde etkiyi tahmin edebilmek için yerel istasyon raporlarının elde edilmesinin kolaylaştırılması, detaylı ve güncel hava parametrelerinin elde edilmesi ve UFORE Modelinin formatına uygun sunulması gerekmektedir. Bu detaylı veriler elde edilmesi sonucu bu veriler Amerika Orman Hizmetlerinde i-Tree sorumluları tarafından kirlilik değerleri girişleri yapılarak sonuçlar elde edilebilecektir. Ayrıca veri girişleri sisteme manuel olarak yapıldığı için uzun sürebilmektedir.

- Modelin bir diğer çıktısı olan bina enerji kullanımı üzerinde ağaç etkilerinin tahmin edilmesi ülkemiz koşullarında mümkün olmamaktadır. Model tahmin yapabilmek için ağaç büyüklüğü, binaya uzaklığı, bina tipi, bina yönü, iklim bölgesi, yaprak türü ve alan üzerindeki ağaç örtüsü, ağaç gölgeleme faktörü, rüzgar kırıcı etkileri gibi verilere ihtiyaç duymaktadır. Bu sayede binaların etkisiyle salınan karbon miktarının ne kadarının ağaçlar tarafından tutulduğu tahmin edilebilmektedir. Bina enerji kullanımının bu modelde hesaplanabilmesi için ayrıca yerel bazda binaların enerji kullanım miktarlarının belirlenmiş olması gerekmektedir. Uluslararası koşullarda bina enerji kullanım tipleri bulunmadığından bu parametrenin hesaplanması uluslararası koşullarda mümkün olmamaktadır. Türkiye'de bina enerjilerinin hesaplandığı geniş çaplı bir çalışma bulunmamaktadır. Kentsel dönüşümler kapsamında ekolojik binalara da önem verilmesi ve bu binaların enerji üretim tüketim miktarlarının sayısal olarak hesaplanabilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, Türkiye'nin kendi bina enerji kullanım tiplerini belirlenmesi durumunda i-Tree Eco programına uygun veri girişi yapılarak bina enerji kullanımı üzerindeki etkisi tahmin edilebilecektir.
- Bir ağacın strüktürel değeri o ağacın bulunduğu ortam şartları ile ilişkilendirilerek (bina çevresi, kent merkezi, endüstri alanları vb.) depoladığı karbon miktarının yıllık olarak parasal karşılığını ifade etmektedir. Ağacın strüktürel değeri, depoladığı karbon miktarının ağacın bulunduğu konumdaki çevre koşulları da dikkate alınmak suretiyle son yıllardaki verilere göre karbonun ton başına parasal değeriyle ilişkilendirilmesiyle hesaplanmaktadır. Bu çalışmada ağaçların strüktürel olarak maddi değerleri kısmen hesaplanabilmiştir. Çünkü hesaplama parametreleri Türkiye koşullarına göre değildir. Özellikle i-Tree Eco sürümü ağacın tükettiği karbon miktarının maddi değerini çevre koşullarını da gözeterek hesaplamaktadır. Bu amaçla ağacın bulunduğu ortam ile ilgili ABD koşullarında kat sayılar oluşturulmuştur. Bu nedenle sonuçlar uluslararası koşullarda Amerika'nın değer tahmin sistemine dayanmaktadır. Henüz uluslararası tahmin parametreleri i-Tree Eco programına dahil edilmemiş, ilerleyen zamanlarda i-Tree Eco programında uluslararası koşullarda ağaçların strüktürel maddi değerlerinin daha hassas tahmini mümkün olabilecektir.
- i-Tree Eco modeli bir veri tabanı olarak çalışmaktadır. Kullanıcılar verileri sisteme entegre ettikten sonra ABD'nde yapılan veri analizi vasıtası ile sonuçlara ulaşabilmektedir. Bu nedenle kullanıcılar hesaplamalarda uygulanan parametrelere ulaşamamaktadır. Bu durum i-Tree Eco modeli için uluslararası koşulların geliştirilmesinde kullanıcıların katkısını düşürmektedir. Modelin çalışma prensipleri kullanıcılara tamamen açılması durumunda bütün bileşenler daha hassas tahminlerle hesaplanabilecektir.
- Sonuç olarak i-Tree Eco sürümünün hesaplayacağı parametreler için çalışma yapılacak alanla ilgili veriler tam anlamıyla sağlanabildiği takdirde daha hassas ve detaylı sonuçlar elde edilebilecektir. Bu nedenle Türkiye'de her parametreye uygun detaylı veriler elde edilmesi durumunda UFORE modelinin kullanımı daha kolaylaşabileceği düşünülmektedir. Elde edilemeyen veriler olması durumunda ise ABD katsayıları

kullanılabilecek ama bu durumda da sonuçlar ülkemiz koşullarına göre gerçek değerleri yansıtmayacaktır.

4. Sonuç ve öneriler

Kent ağaçları hava kalitesini artırma, toprak erozyonunu azaltma, karbondioksit salımını azaltma, sera etkisini azaltma, gürültü düzeyini düşürme, rekreasyonel olanakları artırma vb. kent ekosistemine ve kent insanına sağladığı çok yönlü hizmet ve katkılarla yaşamsal değere sahiptir. Aynı zamanda ağaçların maddi ve maddi olmayan değerlerinin bilimsel olarak araştırılması, tespit edilmesi, yorumlanması, paylaşılması ve farkına varılması önemli yararlar sağlayacaktır. Günümüzde, özellikle kent yöneticileri, plancılar/tasarımcılar, karar vericiler ve kent insanı kent ağaçlarının ve kent ormanlarının hizmet ve katkılarını somut olarak öğrenmeyi talep etmektedir. Bu amaçla, kent ağaçları ve ormanlarının yapısal özelliklerini ve çevresel işlevlerini belirlemek ve ölçmek amacıyla Amerika'da geliştirilen bilgisayar yazılımı destekli UFORE modeli kullanılabilecek bir araçtır. Bu kapsamda Amerika dışındaki ülkelerde kullanılabilecek i-Tree Eco sürümü ilk defa ülkemizde, Isparta koşullarında kullanılmış ve test edilmiştir. Ancak modelin uygulanmasında bazı sınırlamaların ve zorlukların olduğu görülmüştür. Özellikle programın uygulanmasında verilerin temini, veri tabanının oluşturulması ve hesaplanması gibi konularda bazı sorunlar yaşanmıştır. i-Tree Eco sürümünün sağlıklı bir şekilde kullanılabilmesi için yapılması gerekenler şu şekilde özetlenebilir;

- Bu çalışma sonucunda i-Tree Eco sürümü bileşenlerinin hesaplanması için, çalışma alanına yönelik detaylı bir şekilde ağaç envanteri ve çevresel verilerin elde edilmesi gerekmektedir.
- UFORE Modelinin Türkiye koşullarında uygulanabilmesi için envanter çalışmaları UFORE modeline göre standart bir form oluşturulmalı ve bu formlar yoluyla elde edilmelidir. Her ağaç için yaprak çeşidi, gövde genişliği ve düzgünlüğü, taç yüzdesi, tepe çapı genişliği, sağlık durumu, salınan karbon miktarları vb. veriler elde edilmek suretiyle ortak bir envanter havuzu elde edilmelidir. Ancak bu şekilde bir çalışma ile model uygulanabilir hale gelebilecektir.
- UFORE modeli uluslararası sürümünün Türkiye koşullarında uygulanmasında bazı sınırlamalar bulunmaktadır. Hava kirliliğini kaldırma, biyojeniz uçucu organik bileşimi emisyonu, bina enerji kullanım etkileri ve maddi değer gibi çıktıların hesaplanabilmesi için tüm ülke ölçeğinde ihtiyaç duyulan bazı parametrelerin elde edilmesini gerektirmektedir. Örneğin, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın hava verileri istasyon raporlarında, modelde kullanılacak her il için gerekli ve detaylı parametreler bulunmamaktadır. Modelin tüm çıktıların elde edilebilmesi için ilgili kurum ve kuruluşların eksik olan parametreler ile ilgili tamamlayıcı çalışmalar yapılmalıdır.
- Bu versiyon, Amerika Birleşik Devletleri tabanlı olduğu için her bitki türü sistemin bitki veri tabanında bulunmamaktadır. Bu yüzden ülkemiz koşullarında doğal yetişen türler veya endemik bitki türlerinin bu sisteme dahil edilmesi sağlanmalıdır.

- Biyokütle ve karbon salımlarının hesaplamalarında kullanılacak ağırlık ve ölçüm birimleri kullanıcıya göre yeniden oluşturulmalıdır. Aksi takdirde sisteme girilen bilgiler hatalı olabilecektir. Alan verileri girilirken ülkeler arası gösterim farklarına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde sistemde sorunlar oluşabilecektir.

Bu çalışmanın sonucunda, kent ekosistemi ve ekosfer açısından ağaçların, karbon tutma konusunda en ekonomik materyallerden biri olduğu görülmüştür. İleride yapılacak kent içi ve kent dışı ağaçlandırma çalışmalarında tür seçimi yapılırken karbon tutma kapasitesinin de bir etken olacağı kaçınılmaz bir gerçektir.

Söz konusu tüm faktörler göz önünde bulundurularak ekolojik ve ekonomik faydaları konusunda kent ağaçlarında, ekosistem hizmetleri belirlenmesine yönelik yöntemlerin oluşturulması ve yaygınlaştırılması, ülkemize özgü ağaç türlerine göre katsayıların oluşturulması, kent ölçeğinde ağaç envanteri veri tabanının oluşturulması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması gerekmektedir.

Bu amaçla ülkemizdeki her bir kent için ağaç bilgi sisteminin oluşturulması ve online olarak paylaşımına açılması büyük yarar sağlayacaktır. Her kent için CBS ortamında depolanacak ve güncellenebilecek ağaç bilgi sistemi verileri ile kentsel ekosistem hizmet ve katkılarının hesaplanması ve yorumlanması suretiyle daha sağlıklı bilgilerin ve çıktıların elde edilmesi söz konusu olabilecektir.

Sonuçta, kentlerin yaşanabilir ve sağlıklı mekanlar haline gelmesi açısından, kent ağaçlarının ve ormanlarının ekosisteme olan etkisinin farkına varılabilmesi için bilimsel ve teknik boyutta çalışmalar yapılarak, bunların eyleme dönüştürülmesi gerekmektedir.

Açıklama

Bu çalışmada kullanılan ağaçların strüktürel bilgileri için TÜBİTAK 110Y301 numaralı projenin ağaç envanteri verilerinden yararlanılmıştır. Verilerin elde edilme aşamasındaki desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Gül, A., Topay, M., Özaltın, O., 2009. Küresel ısınma tehdidine karşı kent ormanlarının önemi. Uluslararası Davraz Kongresi, 24-27 Eylül 2009, Isparta, s.221-234.
- Gül, A., Çatal, Y., Çoban, H.O., Polat, E., Gülcü, S., Yılmaztürk, A., Topay, M., 2015. Kent ağaçları bilgi sistem modeli. TÜBİTAK 110Y301 Nolu Proje Sonuç Raporu, Isparta, 742s.
- Güleç, S., 1989. Park-bahçe ve peyzaj mimarisi. KTÜ Orman Fak. Ders Teksirleri Serisi, 29: 147-177
- Küçük, V., Gül, A., 2005. Isparta kentiçi yol ağaçlandırmaları üzerine bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(3): 111-118.
- McPherson, E.G., Simpson, J.R., 1995. Shade trees as a demand-side resource. Home Energy, 12(2): 11- 17.
- Nowak, D.J., 1996. Estimating leaf area and leaf biomass of open-grown deciduous. Urban Trees Forest Science, 42(4): 504-507.

- Nowak, D.J., Crane, D.E., 2002. Carbon Storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*, 116(3): 381-389.
- Pamay, B., 1979. Park-Bahçe ve Peyzaj Mimarisi. İ.Ü. Orm. Fak. Yayınları No: 1640/164, İstanbul.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), 2005. Kyoto protocol status of ratification. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- Ürgeç, S., 1990. Genel Plantasyon ve Ağaçlandırma Tekniğı (Arborikültür). Peyzaj Mimarlığı Bölümü Lisans Ders Kitabı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, Yayın No: 3997/444, 664s.