



ARCGIS ONLINE İLE WEB-TABANLI AĞAÇ BİLGİ SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ: TURGUT ÖZAL BULVARI - MALATYA ÖRNEĞİ

Merve KIRTEKE¹, Hakan OGUZ^{1,*}

¹Department of Landscape Architecture, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Kahramanmaraş

*Sorumlu yazar: hakanoguz@ksu.edu.tr

Merve KIRTEKE: <https://orcid.org/0000-0003-3295-6827>

Hakan OGUZ: <https://orcid.org/0000-0002-0855-2032>

Please cite this article as: Kirteke, M. & Oguz, H. (2022) ArcGIS Online ile web-tabanlı ağaç bilgi sisteminin geliştirilmesi: Turgut Özal Bulvarı-Malatya örneği, *Turkish Journal of Forest Science*, 6(1), 286-309.

ESER BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş 6 Mart 2022 / Received 6 March 2022

Düzeltilmelerin gelişi 20 Nisan 2022 / Received in revised form 20 April 2022

Kabul 21 Nisan 2022 / Accepted 21 April 2022

Yayımlanma 30 Nisan 2022 / Published online 30 April 2022

ÖZET: Peyzaj mimarlığı çalışmalarının önem kazandığı günümüzde yerel yönetimler ile kurumlar peyzaj bakımı ve yönetimi konusunda sorunlar yaşamaktadır. Bu sorunlara yerinde ve zamanında müdahale edilmesi peyzaj bakımı açısından önemlidir. Bu noktadan hareketle, bu çalışma ile Malatya Yeşilyurt ve Battalgazi ilçeleri arasında yer alan Turgut Özal bulvarındaki ağaç, ağaççık ve çalı türleri için bir Web-Tabanlı Ağaç Bilgi Sistemi oluşturulması amaçlanmıştır. Bu bilgi sisteminin oluşturulmasındaki ilk ve en önemli aşama ise döküm çalışmasıdır. Çalışmada, her bir bitki için yersel ölçüm ve gözlem çalışmaları yapılarak elde edilen veriler ESRI ArcGIS ortamında sayısallaştırılmış ve ArcGIS Online kullanılarak internet ortamında paylaşımına açılarak kent bulvarlarına ait bir web-tabanlı bilgi sistemi oluşturulmuştur. Ayrıca her bir bitki için öznitelik tablosu da oluşturularak her birine (ayrı seri numarası verilerek veri tabanına yüklenmiştir. Bitkiler için hazırlanan öznitelik tablosu içinde; bitki koordinatları, bitki yüksekliği, gövde çapı, tepe çapı, Latince adı, Türkçe adı, potansiyel yararları ve zararları, karbon tutma kapasitesi ve fotoğrafı yer almaktadır. Bu çalışma sonucunda, Turgut Özal Bulvarı web-tabanlı ağaç bilgi sistemine sahip, aynı zamanda yol ağaçlarının karbon tutma kapasitesini belirleme yönteminin kullanılabilirliği ve uygulanabilirliğini ortaya koyan, Türkiye'deki ilk ve tek kent bulvarı olmuştur. Turgut Özal Bulvarında 117 adet *Cupressus leylandii*, 84 adet *Platanus acerifolia* (Londra çınarı), 74 adet *Platanus orientalis* (Doğu çınarı), 72 adet *Rosa spp.* (gül), 71 adet *Robinia pseudoacacia* (Yalancı akasya), 59 adet *Laurus nobilis* (defne), 43 adet *Aesculus hippocastanum* (Beyaz çiçekli at ketsanesi), 30 adet *Acer platanoides* (Akçaağaç), 2 adet *Thuja orientalis* (Doğu mazısı) olmak üzere 568 ağaç, ağaççık ve çalı türleri bulunmaktadır. Tüm bitkilerin toplam 8020 kg yıllık karbon tuttuğu hesaplanmış ve ağaç başına ortalama en yüksek karbon tutma kapasitesi olan bitki türünün 6450 kg ile *Cupressus leylandii* olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Karbon depolama, Ağaç Envanteri, Yol ağaçları

DEVELOPMENT OF A WEB-BASED TREE INFORMATION SYSTEM WITH ARCGIS ONLINE: A CASE STUDY OF TURGUT ÖZAL BOULEVARD - MALATYA

ABSTRACT: Today, where landscape architecture works have gained importance, local administrations and institutions have problems about landscape maintenance and management. Timely and on-site response to these problems is important for landscape maintenance. Thus, this study aimed to establish a Web-Based Tree Information System for the trees, small trees and shrubs species in Turgut Özal boulevard between Yesilyurt and Battalgazi districts of Malatya. The first and the most important step in this information system is the inventory study. For each plant in this boulevard, terrestrial measurement and observation studies have been made and the data obtained have been digitized in ESRI ArcGIS environment and a web-based information system has been created for urban boulevards by sharing it with ArcGIS Online. In addition to that, an attribute table for each plant was created and inserted into the database by giving each tree an identification number (ID No). Each attribute table includes tree coordinates, tree height, dbh, crown diameter, scientific name, Turkish name, potential benefits, potential hazards, and carbon storage capacity. As a result, Turgut Ozal Boulevard is the first and the only boulevard that has a web-based information system, and demonstrated the applicability of carbon storage capacity of road plants. According to the results, in total 568 trees were inventoried in Turgut Ozal Boulevard; 117 of which are *Cupressus leylandii*, 84 of which are *Platanus acerifolia*, 74 of which are *Platanus orientalis*, 72 of which are *Rosa spp.*, 71 of which are *Robinia pseudoacacia*, 59 of which are *Laurus nobilis*, 43 of which are *Aesculus hippocastanum*, 30 of which are *Acer Platanoides*, and 2 of which are *Thuja orientalis*. At the end of study, it was determined that all plants in the study area stored 8020 kg of carbon annually and *Cupressus leylandii* was found to have the highest carbon storage capacity among all other species with 6450 kg.

Keywords: Carbon Storage, Tree Inventory, Road Trees

GİRİŞ

Bilginin en önemli katkılarından birisi, merkezi ve yerel yönetimlere getirdiği ülkemizde giderek artan bir öneme sahip olan Coğrafi Bilgi Sistemleridir (CBS). Çağımızda ise 40 yıllık bir bilgi birikimi ve uydu teknolojilerinin katkısı ile coğrafi bilgi sistemleri artık gündelik yaşamımıza girmiş bulunmaktadır. CBS, araştırma, planlama ve karar organları için gereksinim duyulan bilgilerin coğrafi esaslara göre toplanması, depolanması, sorgulanması, analizi, sunulması ve değişimi fonksiyonları için bir araya gelen coğrafi veri tabanı, yazılım, donanım, personel, standartlar ve yöntemler bütünüdür.

Ülkeler farkında olmadan Coğrafi bilginin toplanması için her yıl milyarlarca dolar bütçe ayırmaktadırlar. Mesela Amerika’da her yıl coğrafi verilerin elde edilmesi için 4 milyar dolar harcanmaktadır. Diğer gelişmiş ülkelerde de verinin üretilmesi, toplanması, belgelenmesi ve kullanıma sunulması için yüksek miktarlarda bütçeler ayrılmaktadır. Bu konuda yapılan son çalışmalarda Dünya genelinde CBS teknolojileri üzerine devlet ve özel sektör tarafından yapılan yatırımlar 3,3 milyar Amerikan Doları’ndan 8,5 milyar dolara kadar artmaktadır. Ve bu miktar her yıl yaklaşık %30’luk bir artış göstermektedir. Avustralya’da Price Su Yönetimi Ekonomik Çalışmalar ve Stratejiler Birimi’nin (Economic Studies and Strategies Unit of Price Waterhouse) yaptığı bir araştırmaya göre; Avustralya’da 1989-1994 yılları arasında coğrafi

veri için 1 milyar dolarlık bir mevduat yapılmıştır. Bu mevduatın ülke ekonomisine geri dönüşü ise 4,5 milyar dolar olarak görülmüştür. Aynı çalışma yapılan yatırım sonucunda ilgili veri kullanıcılarının bu dönemde toplam 5 milyar dolar tasarruf ettiklerini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışma ile veri sağlama amaçlı mevcut bir altyapı kullanıcılara alternatif yöntemlerin yanında çok daha düşük maliyetli veri elde etme imkânı sağlamaktadır. Dünyadaki tüm yönetimler coğrafi bilginin ülkelerinin gelişimi için önemli bir altyapı sahip olduğunu fark etmişlerdir. Eğer bu altyapı kurulmamış olsaydı ve kullanıcılar kendi verilerini kendi yöntemleri ile elde etmeye çalışsalar, daha fazla maliyete sebep olacaktı. Ülkeler coğrafi veriyi üretmede ve tüketmede birinci sıradadırlar (Gupta, 2000).

Günümüzde kaçınılmaz bir ihtiyaç olan harita yapma ve harita kullanan yerel yönetimler, belediyeler için önemli olan kent bilgi sistemleridir. Bunun en büyük nedeni yerel yönetimlerin daha kaliteli, hızlı ve güncel hizmet verme isteğidir.

Gelişmiş devletler e-belediyecilik çalışmalarını kent bilgi sistemi ile beraber yürüterek, kent içinde sabit ya da hareketli bilgi ofisleri ile faaliyetlerini daha geniş topluluklara ulaştırabilmektedir. Çağımızda artık kent bilgi sistemi ile oluşturulmuş haritalar, akıllı kentlere dönüşmektedir. Bu yüzden en önemli görevi konuma bağlı bilgiyi derleyen, sorgulayan ve analiz eden kent bilgi sistemini üstlenmektedir. Ayrıca kent bilgi sistemi kurduğu ortak veri platformu ile birçok kamu ve özel kurumun sahip olduğu konumsal bilgiyi tek bir sistem altına toplamaktadır. Bunun neticesinde kente dair bilgiye, güncel ve çabuk bir şekilde ulaşım sağlanabilmektedir.

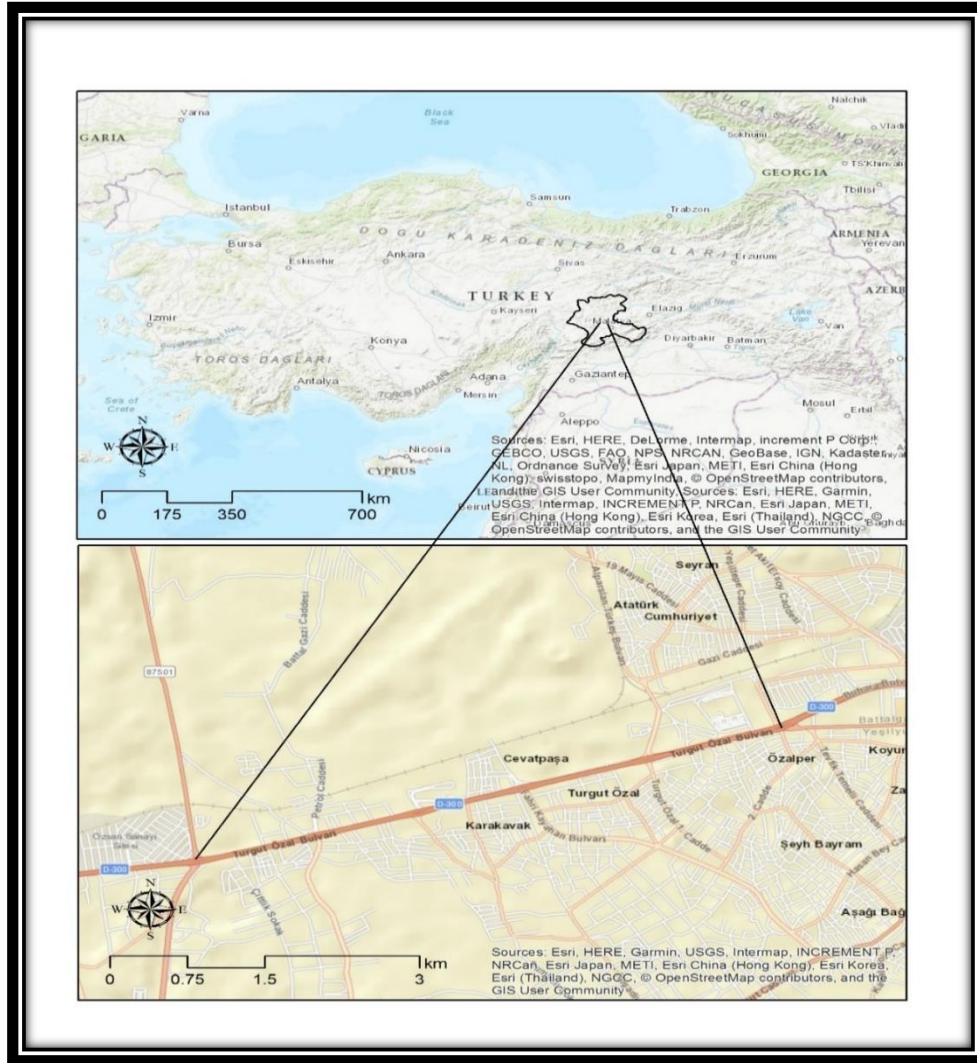
Atmosfer, okyanuslar ve karasal biyosfer ortamlar, Dünyanın karbondioksit (CO₂) ihtiyacı için depo veya rezerv alanları olarak bilinmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda önemli bir yere sahip olan ormanlar (CO₂) tutumu konusunda önem teşkil etmektedir. Fotosentez yapan canlılar başında ormanlar ve diğer yeşil alanlar atmosferdeki serbest CO₂'i özümleyerek, daha basit kompleks bileşikler hâlinde sabitlemekte ve uzun süre depolanabilmesine katkıda bulunmaktadırlar. Bu sebepten dolayı birçok gelişmiş ülkede küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda en önemli eylem stratejilerinden birisi CO₂'in orman ekosistemlerinde depolanmasıdır. Bu planlama karbon depolama olarak tanımlanmaktadır. Kentteki CO₂ salınımını düşürmek ve karbon depolama amacıyla kentteki ağaçlar ve kentteki ormanlık alanlar önemli bir yere sahiptir (Gül, vd., 2009).

Çalışmanın gerçekleşmesi için etkin bir envanter çalışması gerekmekte olup öngörülen zaman içerisinde tamamlanabilmesi için Malatya kentinin en önemli Bulvarı olan Turgut Özal Bulvarı seçilmiştir. Bu çalışmada Malatya kentinde yer alan Turgut Özal Bulvarındaki bitkileri kapsayan Web-Tabanlı Ağaç Bilgi Sistemi oluşturulmuştur. Web-tabanlı ağaç bilgi sistemi ile ilgili çalışmalar son yıllarda popülerliğini arttırmıştır (Oguz & Kisakurek 2016a, Oguz & Kisakurek 201b, Oguz et al. 2017, Oguz & Isbir 2017, Oguz et al. 2018, Oguz & Cayraz 2019, Oguz et al. 2020, Abdullah et al. 2021).

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın ana materyalini araştırma alanı olan Malatya, Doğu Anadolu Bölgesi'nin, doğuda Elazığ ve Diyarbakır, güneyde Adıyaman, batıda Kahramanmaraş, kuzeyde Sivas ve Erzincan illeri ile çevrilidir. İl topraklarının yüz ölçümü 12.313,1 km² olup 37°53'17.2"

39°09'05.5" Kuzey enlemleri 37°15'39.3" 39° 08' 19.3" Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Çalışma alanının konumu Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanının konumu

Yöntem

Bu çalışmada veriler ArcGIS Online kullanılarak internet ortamına aktararak paylaşımı mümkün hâle gelecektir. Turgut Özal Bulvarı üzerindeki mevcut ağaçlarda uygulanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın amacı ve kapsamına bağlı olarak izlenen aşamalar şunlardır; Konuyla ilgili yerli ve yabancı kaynaklar taranmış ve ilgili bilgiler güncellenmiştir. Kaynak arşiv dosyası oluşturulmuştur.

- Çalışma alanının belirlenmesi, Envanter formunun oluşturulması
- Arazi çalışmaları
- Envanter verilerinin CBS ortamına aktarılması ve karbon depolama değerlerinin belirlenmesi ve yorumlanması
- Sentez ve çıktılar
- Malatya kent ölçeğinde tez konusuna uygun örnek çalışma alanı belirlenmiştir. Bu alanlar ile ilgili mevcut bilgiler ve altlık paftalar (alanın konumu ve boyutlar, mevcut imar planları, Google uydu görüntüleri ve diğer belgeler) elde edilmiştir.

- Arazi ve envanter çalışması: Bu aşamada örnek alandaki, ağaçların envanteri çıkarılmıştır. Aşağıdaki Çizelge 1.'de ağaç envanter formu verilmiştir. Ağaç envanter formu, Gezer ve Gül (2009) tarafından oluşturulan formata uygun şekilde doldurulmuştur. Kent ağaçları bilgi sistemi modelinde ise TUBİTAK 110Y301 numaralı projede kullanılan ağaç envanter formu kullanılmıştır.
- Arazi çalışmalarından elde edilen veriler, bilgisayar ortamında değerlendirme durumuna getirilmiştir. Alan ve ağaç verileri ArcGIS ortamında depolanmış ve sorgulanması yapılmıştır. Buna göre örnek alandaki bitki sayısı (adet) ve yüzdesi (%), bitki tür yüzdesi (%), boy (m), tepe çapı (m), yaş (yıl), göğüs çapı (cm) vb. yüzde değerleri, veriler elde edilmiştir. Bundan sonraki aşamada U.S. Department of Energy, Energy Information Administration tarafından geliştirilmiş yöntem kullanılarak ağaç karbon tutma değerleri belirlenmiştir.
- Alansal veriler formülle değerlendirilmiş bu formül sayesinde Malatya Turgut Özal Bulvarındaki kent ağaçlarının karbon değeri belirlenmiştir.

Çalışma Alanı

Turgut Özal viyadüğünden başlayıp istasyon kavşağına kadar uzanan ve 5,95 km uzunluğunda olan bir akstır. Bulvarda refüj genişliği sabit olmayıp 4-6 m arasında değişim göstermektedir. Yol genişliği ise ortalama 30 m'dir. Caddeye cephe alan parsellerde 20 kat yapılaşma (60,50 m yapı yüksekliği) hakkı vardır. Turgut Özal Bulvarı ana arterdir. Ayrıca Ankara-Kayseri yol çıkışıdır. Bulvar, 2 şeritli geliş ve 2 şeritli gidişten oluşmaktadır. Şekil.2.'de Turgut Özal Bulvarı uydu görüntüsü Şekil' 2 de verilmiştir (URL 1).

Turgut Özal Bulvarının çalışma alanı olarak seçilmesinin nedeni Malatya kentinin Ankara, İstanbul gibi önemli kentlere çıkış kapısı olarak tanımlanması, diğer Bulvarlar ve açık yeşil alanlar ile ilişkilendirildiğinde kentin eski zamanlardan beri önemli yol güzergâhı olmasıdır. Malatya, Basra'dan gelip Sivas ve Tokat'tan Samsun'a kadar giden ve Malatya'dan ayrılarak Darende, Gürün üzerinden Kayseri'ye ve buradan da batıya doğru uzanan yolların birleştiği mekânda yer almaktadır. Mezopotamya ile Anadolu arasındaki ticaret ve kültür alışverişinin bu yol aracılığıyla yapılması çalışma alanını uygun konum haline getirmiştir.



Şekil 2. Turgut Özal Bulvarı

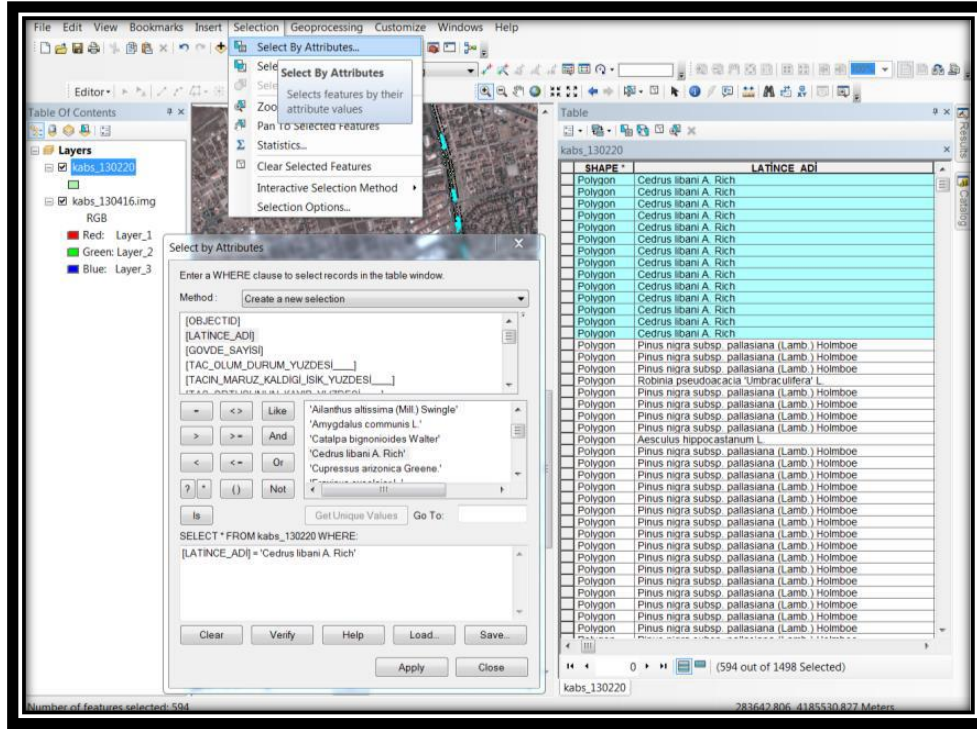
Envanter Çalışması

Envanter çalışmaları çalışmanın en yorucu, zaman alıcı ve maliyeti yüksek olan aşamasıdır. Bu nedenle bu tür çalışmaların uzman ve deneyimli kişiler tarafından yapılması ve sonuçları bakımından Ağaç envanteri bilgi formunda, kayıt tarihi, ağacın bulunduğu güvenilir ve uygulanabilir bir hassasiyet ile gerçekleşmesi gerekmektedir. Arazi çalışmalarına başlanılmadan önce arazi çalışmalarında verilerin bir sistem dâhilinde not edilmeleri ve eksik veri toplanmaması için ilk olarak ölçülecek değişkenlere ilişkin veri toplama, konumu, ağaç sıra numarası (ID), bitki türlerinin Latince ve Türkçe cins ve tür isimleri, koordinatları, bitki boyu, dalsız gövde yüksekliği, gövde göğüs çapı, tepe taç genişliği, potansiyel faydaları, potansiyel zararları gibi çok detaylı veriler yer almaktadır (Çizelge 1). Elde edilen ağaç envanteri bilgi formları verileri, ArcMap ortamında hazırlanan ağaç veri tabanı tablosuna kaydedilmiştir.

Çizelge 1. Ağaç Bilgi Formu

Ağaç Bilgi Formu	Kaydeden
Kayıt Tarihi: /.../...	Fotoğraf
Ağaç sıra No:	
Latince adı:	
Türkçe Adı:	
Koordinatlar:	
Ağaç Boyu (m):	
Göğüs çapı (1.30 m)	
Tepe taç genişliği (m)	
Potansiyel faydaları	
Potansiyel zararları	
Karbon tutumu	

Ağaç bilgi formundaki bilgiler doğrultusunda elde edilen bilgilerin CBS ortamına aktarılması gerekmektedir. Bunun için ArcMap ortamında personal database dosyası oluşturulmuştur. Personal database dosyası herhangi bir veri sınırlaması olmadan verilerin güvenli bir şekilde işlenmesi ve depolanması sağlanamamaktadır. Bu dosya içerisinde veri girişinin sağlanabilmesi için “shape file” dosyası oluşturulmuş ve bu dosya içerisine veriler polygon



Şekil 4. Ağaç seçme tablosu? Fonksiyonu? Yâda ekranı...

Arazi çalışmaları ile elde edilen veriler ArcGIS ortamına aktarılması ve toplanan ağaç bilgi formlarındaki verilerin ArcMap programında işlenebilmesi için ağaca ait vektör tabanlı veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanı tablosu ağaç bilgilerini içerecek şekilde ArcMap programında netleştirilmiştir. Her bir ağaç için farklı numaralara sahip olması amacıyla ID sistemi oluşturulmuştur.

Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Veri Setlerinin Oluşturulması

Ağaç Boyu (m): Her bir ağacın toprak seviyesi ile en üst noktası arasındaki mesafenin metre olarak ölçülen değeridir.

Çizelge 2. Ağaç boyu aralık değerleri

Ağaç boyu aralık değerleri (m)	Ağaç boy Sınıfı
> 4,27-5,25	Uzun boylu ağaç
>3,4-4,27	Orta boy ağaç
>0,3-3,4	Küçük ağaç

Boy ölçme sırasında “Total Station” aleti de kullanılarak bitki boyları cm hassasiyetinde ölçülebilmektedir. Bu amaçla özellikle geniş Bulvar ve yoğun ağaç topluluğunun olduğu alanlarda bu aletlerin kullanılmıştır. Total Station ile boy ölçme yönteminde bitkinin dip ve uç kısmını göreceğ bir noktadan bitki uç kısmı ve dip kısmına rasat işlemi yapılmıştır. Böylece iki nokta arasındaki yükseklik farkı elde edilmiştir.

Ağaç tepe taç Genişliği (m): Her bir ağaç türünün tepe taç genişliğinin metre cinsinden değeridir. Ağaçların tepe tacı çoğunlukla düzensiz tepe şekli göstermelerine rağmen tepe çapı, daire şeklinde düşünülerek onun aşağıya doğru iz düşümü şeklinde ölçülmesi ile belirlenmiştir (Krajicek vd. 1961; Strub vd. 1975; Cailliez, 1980; Nance vd. 1987) (Çizelge.3).

Çizelge 3. Ağaç tepe taç genişliği değerleri

Ağaç tepe taç genişliği değerleri (m)

> 1,36-2

>0,97-1,36

>0,1-0,97

Ağaç Gövde Göğüs Çapı (dBH=1,30m): Her bir ağacın gövde göğüs çapının ölçülmesi ve gövde göğüs çapının aralıklarına göre ağaç türlerinin yüzde değerinin belirlenmesidir. Canlı birey olan ağaçların göğüs çapları zamana bağlı olarak gelişmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Bitki gövde göğüs çapı (dBH) değerleri

Gövde Göğüs çapı (DBH) değerleri

>16-28 cm

>11-16 cm

>1-11 cm

Göğüs çapı ile ağacın değişik özellikleri arasında da alometrik bir ilişki vardır. Bu yüzden göğüs yüksekliğindeki çap kullanılarak ağacın değişik özellikleri kolaylıkla tahmin edilen regresyon denklemleri kurulabilmektedir. Bunun için mm taksimatlı olarak çapı veren şerit çap ölçer kullanılmıştır.

Karbon Tutma ve Depolama

Atmosferdeki sera gazlarının yoğunluğunu azaltmak ve küresel ısınmanın önüne geçebilmek için bilim adamları tarafından önemli çalışmalar yapılmış ve yapılmaya da devam etmektedir. Gerek çevre dostu alternatif enerji kaynakları üzerinde yapılan çalışmalar, gerekse sera gazı emisyonları ve bu emisyonların kirlilik tehditlerinin azaltılmasına yönelik araştırmalar bu çalışmaların esasını oluşturmaktadır. Özellikle atmosferde biriken CO₂'nin farklı karbon bileşikleri halinde atmosfere yayılmadan tutulması ve yayılmış olan karbonun karasal sistemlerde, okyanuslarda ve jeolojik formasyonlarda depolanması üzerine olan bu araştırmalar tüm dünyada karbon tutulması (carbon sequestration) olarak isimlendirilmektedir (Başaran, 2004).

Karbon tutma formülü sadece yol kenarlarında, bahçelerde ve parklarda dikilen bireysel ağaçlardaki karbon tutma oranının hesaplanması için geliştirilmiştir. Bu yöntem; bir ya da daha çok dönümlük arazilerde, yüksek sayıda ve birbirine yakın mesafelerde dikilmiş ağaçlandırma projeleri gibi alanlardaki hesaplamalarda kullanılmamaktadır. Bu metodu kullanmak için, türleri, ekim yılını ve ağaçların dikildiklerindeki yaşlarının bilinmesi gerekmektedir. Bu metodun amacı, ağacın yaşı dikildiği andan itibaren hesaplanmaktadır. Dolayısıyla, standart ölçülerdeki ağaçların yaşı dikildiği an “0” baz alınarak hesaplanmaktadır. Örnek alandaki ağaçların karbon tutma değerlerini hesaplamak için aşağıdaki form kullanılmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5 .Ağaç Bilgi Formu

A.			B.	C.	D.	E.	F.	G.
Tür özellikleri (Çizelge 4)			Ağacın Yaşı	0 yaşında dikilen ağaçların sayısı	Hayatta kalma oranı (Çizelge 5)	Hayatta kalan ağaç sayısı (CxD)	Yıllık tutum oranı (Çizelge 5)	Tutulan Karbon (ExF)
Bitki adı	Ağaç tipi (H-C)	Büyüme oranı (Y,O,H)						
Toplam tutulan karbon miktarı								
Toplam eşdeğer olan karbondioksit miktarı x 3,67								
Ton olarak eşdeğer karbondioksit miktarı /2000								

Çizelge 6. Kentlerde Yaygın Olarak Kullanılan Bitki Türleri Ve Büyüme Oranları (Büyüme Oranı: S: Yavaş M: Orta F: Hızlı. Ağaç Türleri: H: Geniş Yapraklı Ağaçlar C: Koniferler)

Species	Type	Growth Rate	Species	Type	Growth Rate
Ailanthus, <i>Ailanthus altissima</i>	H	F	Maple, bigleaf, <i>Acer macrophyllum</i>	H	S
Alder, European, <i>Alnus glutinosa</i>	H	F	Maple, Norway, <i>Acer platanoides</i>	H	M
Ash, green, <i>Fraxinus pennsylvanica</i>	H	F	Maple, red, <i>Acer rubrum</i>	H	M
Ash, mountain, American, <i>Sorbus americana</i>	H	M	Maple, silver, <i>Acer saccharinum</i>	H	M
Ash, white, <i>Fraxinus americana</i>	H	F	Maple, sugar, <i>Acer saccharum</i>	H	S
Aspen, bigtooth, <i>Populus grandidentata</i>	H	M	Mulberry, red, <i>Morus rubra</i>	H	F
Aspen, quaking, <i>Populus tremuloides</i>	H	F	Oak, black, <i>Quercus velutina</i>	H	M
Baldcypress, <i>Taxodium distichum</i>	C	F	Oak, blue, <i>Quercus douglasii</i>	H	M
Basswood, American, <i>Tilia americana</i>	H	F	Oak, bur, <i>Quercus macrocarpa</i>	H	S
Beech, American, <i>Fagus grandifolia</i>	H	S	Oak, California black, <i>Quercus kelloggii</i>	H	S
Birch, paper (white), <i>Betula papyrifera</i>	H	M	Oak, California White, <i>Quercus lobata</i>	H	M
Birch, river, <i>Betula nigra</i>	H	M	Oak, canyon live, <i>Quercus chrysolepis</i>	H	S
Birch, yellow, <i>Betula alleghaniensis</i>	H	S	Oak, chestnut, <i>Quercus prinus</i>	H	S
Boxelder, <i>Acer negundo</i>	H	F	Oak, Chinkapin, <i>Quercus muehlenbergii</i>	H	M
Buckeye, Ohio, <i>Aesculus glabra</i>	H	S	Oak, Laurel, <i>Quercus laurifolia</i>	H	F
Catalpa, northern, <i>Catalpa speciosa</i>	H	F	Oak, live, <i>Quercus virginiana</i>	H	F
Cedar-red, eastern, <i>Juniperus virginiana</i>	C	M	Oak, northern red, <i>Quercus rubra</i>	H	F
Cedar-white, northern, <i>Thuja occidentalis</i>	C	M	Oak, overcup, <i>Quercus lyrata</i>	H	S
Cherry, black, <i>Prunus serotina</i>	H	F	Oak, pin, <i>Quercus palustris</i>	H	F
Cherry, pin, <i>Prunus pennsylvanica</i>	H	M	Oak, scarlet, <i>Quercus coccinea</i>	H	F
Cottonwood, eastern, <i>Populus deltoides</i>	H	M	Oak, swamp white, <i>Quercus bicolor</i>	H	M
Crabapple, <i>Malus</i> spp.	H	M	Oak, water, <i>Quercus nigra</i>	H	M
Cucumbertree, <i>Magnolia acuminata</i>	H	F	Oak, white, <i>Quercus alba</i>	H	S
Dogwood, flowering, <i>Cornus florida</i>	H	S	Oak, willow, <i>Quercus phellos</i>	H	M
Elm, American, <i>Ulmus americana</i>	H	F	Pecan, <i>Carya illinoensis</i>	H	S
Elm, Chinese, <i>Ulmus parvifolia</i>	H	M	Pine, European black, <i>Pinus nigra</i>	C	S
Elm, rock, <i>Ulmus thomasi</i>	H	S	Pine, jack, <i>Pinus banksiana</i>	C	F
Elm, September, <i>Ulmus serotina</i>	H	F	Pine, loblolly, <i>Pinus taeda</i>	C	F
Elm, Siberian, <i>Ulmus pumila</i>	H	F	Pine, longleaf, <i>Pinus palustris</i>	C	F
Elm, slippery, <i>Ulmus rubra</i>	H	M	Pine, ponderosa, <i>Pinus ponderosa</i>	C	F
Fir, balsam, <i>Abies balsamea</i>	C	S	Pine, red, <i>Pinus resinosa</i>	C	F
Fir, Douglas, <i>Pseudotsuga menziesii</i>	C	F	Pine, Scotch, <i>Pinus sylvestris</i>	C	S
Ginkgo, <i>Ginkgo biloba</i>	H	S	Pine, shortleaf, <i>Pinus echinata</i>	C	F
Hackberry, <i>Celtis occidentalis</i>	H	F	Pine, slash, <i>Pinus elliotii</i>	C	F
Hawthorne, <i>Crataegus</i> spp.	H	M	Pine, Virginia, <i>Pinus virginiana</i>	C	M
Hemlock, eastern, <i>Tsuga canadensis</i>	C	M	Pine, white eastern, <i>Pinus strobus</i>	C	F
Hickory, bitternut, <i>Carya cordiformis</i>	H	S	Poplar, yellow, <i>Liriodendron tulipifera</i>	H	F
Hickory, mockernut, <i>Carya tomentosa</i>	H	M	Redbud, eastern, <i>Cercis canadensis</i>	H	M
Hickory, shagbark, <i>Carya ovata</i>	H	S	Sassafras, <i>Sassafras albidum</i>	H	M
Hickory, shellbark, <i>Carya laciniosa</i>	H	S	Spruce, black, <i>Picea mariana</i>	C	S
Hickory, pignut, <i>Carya glabra</i>	H	M	Spruce, blue, <i>Picea pungens</i>	C	M
Holly, American, <i>Ilex opaca</i>	H	S	Spruce, Norway, <i>Picea abies</i>	C	M
Honeylocust, <i>Gleditsia triacanthos</i>	H	F	Spruce, red, <i>Picea rubens</i>	C	S
Hophornbeam, eastern, <i>Ostrya virginiana</i>	H	S	Spruce, white, <i>Picea glauca</i>	C	M
Horsechestnut, common, <i>Aesculus hippocastanum</i>	H	F	Sugarberry, <i>Celtis laevigata</i>	H	F
Kentucky coffeetree, <i>Gymnocladus dioica</i>	C	F	Sweetgum, <i>Liquidambar styraciflua</i>	H	F
Linden, little-leaf, <i>Tilia cordata</i>	H	F	Sycamore, <i>Platanus occidentalis</i>	H	F
Locust, black, <i>Robinia pseudoacacia</i>	H	F	Tamarack, <i>Larix laricina</i>	C	F
London plane tree <i>Platanus_X_acerifolia</i>	H	F	Walnut, black, <i>Juglans nigra</i>	H	F
Magnolia, southern, <i>Magnolia grandifolia</i>	H	M	Willow, black, <i>Salix nigra</i>	H	F

Type: H = Hardwood, C = Conifer Growth Rate: S = Slow, M = Moderate, F = Fast

Çizelge 7. Kentlerde Yaygın Olarak Kullanılan Ağaçlar İçin Hayatta Kalma Ve Yıllık Karbon Tutumları

Tree Age (yrs)	Survival Factors by Growth Rate			Annual Sequestration Rates by Tree Type and Growth Rate (lbs. carbon/tree/year)					
				Hardwood			Conifer		
	Slow	Moderate	Fast	Slow	Moderate	Fast	Slow	Moderate	Fast
0	0.873	0.873	0.873	1.3	1.9	2.7	0.7	1.0	1.4
1	0.798	0.798	0.798	1.6	2.7	4.0	0.9	1.5	2.2
2	0.736	0.736	0.736	2.0	3.5	5.4	1.1	2.0	3.1
3	0.706	0.706	0.706	2.4	4.3	6.9	1.4	2.5	4.1
4	0.678	0.678	0.678	2.8	5.2	8.5	1.6	3.1	5.2
5	0.658	0.658	0.658	3.2	6.1	10.1	1.9	3.7	6.4
6	0.639	0.639	0.644	3.7	7.1	11.8	2.2	4.4	7.6
7	0.621	0.621	0.630	4.1	8.1	13.6	2.5	5.1	8.9
8	0.603	0.603	0.616	4.6	9.1	15.5	2.8	5.8	10.2
9	0.585	0.589	0.602	5.0	10.2	17.4	3.1	6.6	11.7
10	0.568	0.576	0.589	5.5	11.2	19.3	3.5	7.4	13.2
11	0.552	0.564	0.576	6.0	12.3	21.3	3.8	8.2	14.7
12	0.536	0.551	0.563	6.5	13.5	23.3	4.2	9.1	16.3
13	0.524	0.539	0.551	7.0	14.6	25.4	4.6	9.9	17.9
14	0.512	0.527	0.539	7.5	15.8	27.5	4.9	10.8	19.6
15	0.501	0.516	0.527	8.1	16.9	29.7	5.3	11.8	21.4
16	0.490	0.504	0.516	8.6	18.1	31.9	5.7	12.7	23.2
17	0.479	0.493	0.505	9.1	19.4	34.1	6.1	13.7	25.0
18	0.469	0.483	0.495	9.7	20.6	36.3	6.6	14.7	26.9
19	0.459	0.472	0.484	10.2	21.9	38.6	7.0	15.7	28.8
20	0.448	0.462	0.474	10.8	23.2	41.0	7.4	16.7	30.8
21	0.439	0.452	0.464	11.4	24.4	43.3	7.9	17.8	32.8
22	0.429	0.442	0.454	12.0	25.8	45.7	8.3	18.9	34.9
23	0.419	0.433	0.445	12.5	27.1	48.1	8.8	20.0	37.0
24	0.410	0.424	0.435	13.1	28.4	50.6	9.2	21.1	39.1
25	0.401	0.415	0.426	13.7	29.8	53.1	9.7	22.2	41.3
26	0.392	0.406	0.417	14.3	31.2	55.6	10.2	23.4	43.5
27	0.384	0.398	0.409	15.0	32.5	58.1	10.7	24.6	45.7
28	0.375	0.389	0.400	15.6	33.9	60.7	11.2	25.8	48.0
29	0.367	0.381	0.392	16.2	35.3	63.3	11.7	27.0	50.3
30	0.359	0.373	0.383	16.8	36.8	65.9	12.2	28.2	52.7
31	0.352	0.365	0.375	17.5	38.2	68.5	12.7	29.5	55.1
32	0.344	0.358	0.367	18.1	39.7	71.2	13.3	30.7	57.5
33	0.337	0.350	0.360	18.7	41.1	73.8	13.8	32.0	59.9
34	0.330	0.343	0.349	19.4	42.6	76.5	14.3	33.3	62.4
35	0.323	0.336	0.339	20.0	44.1	79.3	14.9	34.7	64.9

Çizelge 7 Devamı

Tree Age (yrs)	Survival Factors by Growth Rate			Annual Sequestration Rates by Tree Type and Growth Rate (lbs. carbon/tree/year)					
				Hardwood			Conifer		
	Slow	Moderate	Fast	Slow	Moderate	Fast	Slow	Moderate	Fast
0	0.873	0.873	0.873	1.3	1.9	2.7	0.7	1.0	1.4
1	0.798	0.798	0.798	1.6	2.7	4.0	0.9	1.5	2.2
2	0.736	0.736	0.736	2.0	3.5	5.4	1.1	2.0	3.1
3	0.706	0.706	0.706	2.4	4.3	6.9	1.4	2.5	4.1
4	0.678	0.678	0.678	2.8	5.2	8.5	1.6	3.1	5.2
5	0.658	0.658	0.658	3.2	6.1	10.1	1.9	3.7	6.4
6	0.639	0.639	0.644	3.7	7.1	11.8	2.2	4.4	7.6
7	0.621	0.621	0.630	4.1	8.1	13.6	2.5	5.1	8.9
8	0.603	0.603	0.616	4.6	9.1	15.5	2.8	5.8	10.2
9	0.585	0.589	0.602	5.0	10.2	17.4	3.1	6.6	11.7
10	0.568	0.576	0.589	5.5	11.2	19.3	3.5	7.4	13.2
11	0.552	0.564	0.576	6.0	12.3	21.3	3.8	8.2	14.7
12	0.536	0.551	0.563	6.5	13.5	23.3	4.2	9.1	16.3
13	0.524	0.539	0.551	7.0	14.6	25.4	4.6	9.9	17.9
14	0.512	0.527	0.539	7.5	15.8	27.5	4.9	10.8	19.6
15	0.501	0.516	0.527	8.1	16.9	29.7	5.3	11.8	21.4
16	0.490	0.504	0.516	8.6	18.1	31.9	5.7	12.7	23.2
17	0.479	0.493	0.505	9.1	19.4	34.1	6.1	13.7	25.0
18	0.469	0.483	0.495	9.7	20.6	36.3	6.6	14.7	26.9
19	0.459	0.472	0.484	10.2	21.9	38.6	7.0	15.7	28.8
20	0.448	0.462	0.474	10.8	23.2	41.0	7.4	16.7	30.8
21	0.439	0.452	0.464	11.4	24.4	43.3	7.9	17.8	32.8
22	0.429	0.442	0.454	12.0	25.8	45.7	8.3	18.9	34.9
23	0.419	0.433	0.445	12.5	27.1	48.1	8.8	20.0	37.0
24	0.410	0.424	0.435	13.1	28.4	50.6	9.2	21.1	39.1
25	0.401	0.415	0.426	13.7	29.8	53.1	9.7	22.2	41.3
26	0.392	0.406	0.417	14.3	31.2	55.6	10.2	23.4	43.5
27	0.384	0.398	0.409	15.0	32.5	58.1	10.7	24.6	45.7
28	0.375	0.389	0.400	15.6	33.9	60.7	11.2	25.8	48.0
29	0.367	0.381	0.392	16.2	35.3	63.3	11.7	27.0	50.3
30	0.359	0.373	0.383	16.8	36.8	65.9	12.2	28.2	52.7
31	0.352	0.365	0.375	17.5	38.2	68.5	12.7	29.5	55.1
32	0.344	0.358	0.367	18.1	39.7	71.2	13.3	30.7	57.5
33	0.337	0.350	0.360	18.7	41.1	73.8	13.8	32.0	59.9
34	0.330	0.343	0.349	19.4	42.6	76.5	14.3	33.3	62.4
35	0.323	0.336	0.339	20.0	44.1	79.3	14.9	34.7	64.9

Çizelge 7 Devamı

Tree Age (yrs)	Survival Factors by Growth Rate			Annual Sequestration Rates by Tree Type and Growth Rate (lbs. carbon/tree/year)					
				Hardwood			Conifer		
	Sow	Moderate	Fast	Sow	Moderate	Fast	Sow	Moderate	Fast
36	0.316	0.329	0.329	20.7	45.6	82.0	15.5	36.0	67.5
37	0.310	0.322	0.320	21.4	47.1	84.8	16.0	37.3	70.1
38	0.303	0.315	0.310	22.0	48.6	87.6	16.6	38.7	72.7
39	0.297	0.308	0.301	22.7	50.2	90.4	17.2	40.1	75.3
40	0.291	0.302	0.293	23.4	51.7	93.2	17.7	41.5	78.0
41	0.285	0.296	0.284	24.1	53.3	96.1	18.3	42.9	80.7
42	0.279	0.289	0.276	24.8	54.8	99.0	18.9	44.3	83.4
43	0.273	0.283	0.268	25.4	56.4	101.9	19.5	45.8	86.2
44	0.267	0.277	0.260	26.1	58.0	104.8	20.1	47.2	89.0
45	0.261	0.269	0.253	26.8	59.6	107.7	20.7	48.7	91.8
46	0.256	0.261	0.245	27.6	61.2	110.7	21.3	50.2	94.7
47	0.251	0.254	0.238	28.3	62.8	113.6	22.0	51.7	97.5
48	0.245	0.247	0.231	29.0	64.5	116.6	22.6	53.2	100.4
49	0.240	0.239	0.225	29.7	66.1	119.6	23.2	54.8	103.4
50	0.235	0.232	0.218	30.4	67.8	122.7	23.9	56.3	106.3
51	0.230	0.226	0.212	31.1	69.4	125.7	24.5	57.9	109.3
52	0.225	0.219	0.206	31.9	71.1	128.8	25.2	59.4	112.3
53	0.221	0.213	0.199	32.6	72.8	131.8	25.8	61.0	115.4
54	0.216	0.207	0.193	33.4	74.5	134.9	26.5	62.6	118.4
55	0.211	0.201	0.188	34.1	76.2	138.0	27.2	64.2	121.5
56	0.207	0.195	0.182	34.8	77.9	141.2	27.8	65.9	124.6
57	0.203	0.189	0.177	35.6	79.6	144.3	28.5	67.5	127.8
58	0.198	0.184	0.171	36.3	81.3	147.5	29.2	69.2	130.9
59	0.194	0.178	0.166	37.1	83.0	150.6	29.9	70.8	134.1

Turgut Özal Bulvarındaki bitkilerin yaşı 10 olarak belirlenmiştir. Her tür ve yaş kategorisi için, bitki türü (H: Geniş Yapraklı Ağaçlar, C: Koniferler) ve büyüme oranı (S= yavaş, M=ortalama, F= hızlı; gibi) belirlenmiştir. Kentlerde yaygın olarak kullanılan bitkiler için hayatta kalma ve yıllık karbon tutum oranları Çizelge.7’de belirlenmiştir. Karbon tutma değerini hesaplama formuna (Çizelge.5)’teki bilgiler girilmiş ve Turgut Özal Bulvarındaki bitkilerin karbon tutma değeri belirlenmiştir.

BULGULAR

Turgut Özal Bulvarında kullanılan ağaçların içinde en fazla *Cupressus leylandii* (% 20,60), *Platanus orientalis* (% 13,03), *Platanus acerifolia* (% 14,79), gibi türler yer almaktadır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Turgut Özal Bulvarı ağaç türleri ve yüzdeler dağılımı

Ağaç Türleri ve Dağılımı	Adet	Yüzde (%)
<i>Cupressus leylandii</i>	117	20,60
<i>Platanus acerifolia</i>	84	14,79
<i>Platanus orientalis</i>	74	13,03
<i>Rosa spp.</i>	72	12,68
<i>Robinia pseudoacacia</i>	71	12,50
<i>Laurus nobilis</i>	59	10,39
<i>Aesculus hippocastanum</i>	43	7,57
<i>Acer platanoides</i>	30	5,28
<i>Thuja orientalis</i>	2	0,35
TOPLAM	568	100

Malatya kent ölçeğinde, yol-bulvar ve refüj ağaçlandırmaları, açık ve yeşil alanlar içinde önemli bir konuma sahiptir. Ancak yapılan uygulamalarının estetik ve işlevsel özellikleri açısından yetersiz olduğu genelde Kentsel Peyzaj Planlama İlkeleri ve şehir İçi Yol ve Meydan Ağaçlandırma Standartlarına (TSE, 1990) uygun olmadığı belirlenmiştir.

Kent içi yol ağaçlandırma çalışmalarında bitkisel tasarım projeleri de yapılmamaktadır. Diğer bir ifade ile kentsel ölçekteki mekânlarla ilişkilendirilmeden herhangi bir planlama ve tasarım çerçevesinde yapılmamaktadır. Genel olarak alt ve üst yapı çalışmaları yapılmadan veya bitirilmeden ağaçlar günübirlik kararlarla dikilmekte ve bu nedenle ilerleyen yıllarda ağaçların yapısı bozulmaktadır. Özellikle ağaçların, mekânla ilişkilendirilmeden ve amaçlar belirlenmeden kullanıldığı görülmektedir. Sonuçta, estetik değerden uzak ve istenilen özellikleri yerine getirmeyen bir tablo ile karşılaşmaktadır. Uygulamadaki çalışmalar da buna paralel pek çok hatayı veya olumsuzlukları beraberinde getirmektedir. Ağaçların aralık ve mesafeleri, ağaçların ilerdeki (olgun çağda) ulaşacakları kök ve tepe taç boyutlarına, tür seçimine, ışık ihtiyacına, yol genişliklerine ve kullanım amacına göre belirlenmelidir (Bozkuş, 1994; Ürgenç,1998, Gezer ve Gül, 2009).

Çalışma alanında ağaçların aralık mesafelerinin gelişigüzel belirlendiği görülmektedir. Ürgenç(1998)'e göre yol ağaçlarının mesafeleri 6-15m arasında değişebilmektedir. Kent

yollarındaki toprak genellikle yol yapım tekniği gereği sıkıştırılmış, organik madde bakımından fakir stabilize malzemesinden meydana geldiğinden fidan dikilecek yerlerde en az 1 m³ toprak iyi nitelikli bitkisel toprakla değiştirilmesi gereklidir (TSE, 1990).

Yapılan yol ağaçlandırmalarında bakım çalışmalarının da yeterli düzeyde tekniğine uygun yapılamadığı görülmektedir. Ağaçların böcek ve mantar saldırılarına karşı mücadele gibi yol ağacı yaşam koşullarının iyileştirilmesine yönelik bakım ve onarım çalışmaları etkin ve sürekli bir biçimde gerçekleştirilemediği ve dikildiği toprak yüzeyinin havalandırılması, üstten gübreleme, yaraların iyileştirilmesi, oyukların doldurulması, ağaç gövdelerinin desteklenmesi gibi sorunlar görülmektedir.

Turgut Özal Bulvarı üzerinde yer alan yol bitkilerin karbon tutumu miktarları açısından değerlendirildiğinde bitki başına en fazla karbon tutan bitki türleri; *Cupressus Leylandii*, *Platanus orientalis* ve *Robinia pseudoacacia* şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 9).

Çizelge 9. Turgut Özal Bulvarı yol ağaçlarının karbon tutma değerleri

A. Tür özellikleri		B. Ağacı Yaşı	C. 0 yaşında dikilen ağaçların sayısı	D. Hayatta kalma oranı	E. Hayatta kalan ağaç sayısı (Cx D)	F. Yıllık tutum oranı	G. Tutulan Karbon (Ex F)	
Bitki adı	Ağaç tipi (H-C)	Büyüme oranı (Y,O,H)						
<i>Acer platanoides</i>	H	M	10	30	0.576	17.28	11.2	193.54
<i>Platanus orientalis</i>	H	F	10	74	0.589	43.59	19.3	841.29
<i>Robinia pseudoacacia</i>	H	F	10	71	0.589	41.82	19.3	807.13
<i>Cupressus leylandii</i>	C	F	10	117	0.589	68.91	13.2	909.61
<i>Aesculus hippocastanum</i>	H	S	10	43	0.568	24.42	5.5	134.31
<i>Thuja orientalis</i>	C	S	10	2	0.568	1.14	3.5	3.99
<i>Platanus acerifolia</i>	H	M	10	84	0.576	48.38	11.2	541.86
<i>Laurus nobilis</i>	H	F	10	59	0.589	34.75	19.3	670.68
<i>Ligustrum japonicum</i>	H	S	10	16	0.568	9.09	5.5	50.00
<i>Rosa spp.</i>	H	F	10	72	0.589	42.41	19.3	818.51
Toplam tutulan karbon miktarı							4367.92	
Toplam eşdeğer olan karbondioksit miktarı x 3,67							16030.27	
Ton olarak eşdeğer karbondioksit miktarı /2000							8.02	

Sütun A: Tür Özellikleri: Her ağaç türü ayrı ayrı listelenmiştir. Her tür ve yaş kategorisi için, bitki türü (H: Geniş Yapraklı Ağaçlar, C: Koniferler) ve büyüme oranı (S= yavaş, M=ortalama, F= hızlı; gibi) belirlenmiştir.

Sütun B: Ağacın yaşı: Ağacın envanter yapıldığı yıldaki tahmini yaşı girilmiştir.

Sütun C: 0 Yaşındaki Dikili Ağaçların Sayısı: Bu tür ve yaş kategorisindeki, bu projenin bir parçası olarak dikilmiş ağaçların toplam sayısı girilmektedir. Eğer bu ağaçlar dikildiklerinde standart boyutlarda (0 yaşında) değillerse, ölüm oranındaki farklılığı yansıtmak için dikili ağaçların sayısının ayarlanması gerekmektedir. Bu metot, standart boyutlara ulaşacak olan ağaçların sayısının tahminen belirlenmesi ve tutum oranının bu sayıya göre hesaplanması gerekmektedir. Bu sayı da, dikilen etkin ağaç sayısı olarak bilinmektedir.

Sütun D: Hayatta Kalma Oranları: Hayatta kalan ağaçların sayısını belirlemek için en ideal yöntem dikilen ağaçların sayısının yapılmasıdır.

Sütun E: Hayatta Kalan Ağaç Sayısı: Hayatta kalan ağaçların sayısını bulmak için, en başta dikilen ağaçların sayısı (Sütun C), hayatta kalma oranıyla (Sütun D) çarpılmaktadır.

Sütun F: Yıllık Tutum Oranı: Söz konusu olan raporlama yıldaki ağaçların türlerine ve yaşlarına göre yıllık tutum oranı girilmektedir.

Sütun G: Tutulan Karbon: Hayatta kalan ağaçların sayısını (Sütun E) yıllık tutum oranlarıyla (sütun F) çarparak sonucu G sütununa girilmiştir. Her yaş ve tür kategorisi için yıllık karbon tutum oranlarını toplanmış ve toplamı tablonun sağ alt köşesine yazılmıştır.

Not 1: Karbon tutumlarının yerine veya ona ek olarak karbondioksit miktarlarını belirlemek için sütun G deki toplamı 3,67 ile çarpılmıştır. Pound yerine (1 pound: 0,45 kg) Ton olarak hesaplamak için ise 2000'e bölünmüştür.

Çizelge 10. Turgut Özal Bulvarı yol ağaçlarının ağaç başına tuttıkları yıllık karbon miktarı

Bitki adı	Ağaç başına tutulan karbon miktarı (Ton)
<i>Acer platanoides</i>	6,45
<i>Platanus orientalis</i>	11,36
<i>Robinia pseudoacacia</i>	11,37
<i>Cupressus leylandii</i>	7,77
<i>Aesculus hippocastanum</i>	3,12
<i>Thuja orientalis</i>	1,99
<i>Platanus acerifolia</i>	6,45
<i>Laurus nobilis</i>	11,36
<i>Ligustrum japonicum</i>	3,12
<i>Rosa spp.</i>	11,36

Verilerin ArcGIS Online'a Aktarılması

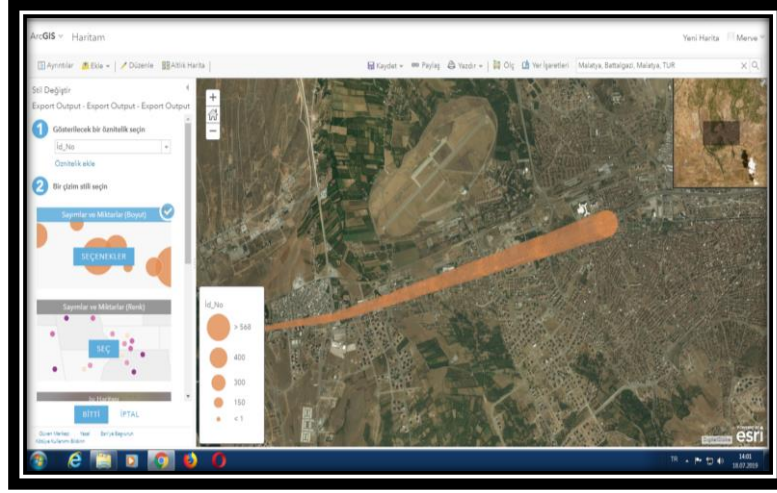
Turgut Özal Bulvarında toplam 568 adet bitkinin envanteri yapılmıştır. Bitki türleri bazında incelendiğinde en fazla *Cupressus leylandii* 117 adet, *Platanus acerifolia* 84 adet şeklinde sıralanmıştır.

Arazide ölçüm ve bitkilerin bilgileri belirlendikten sonra Excel dosyası oluşturulmuştur. Bu Excel dosyasında bitkilerin ID numaraları, Latince adı, Türkçe adı, X,Y koordinatları, bitkilerin potansiyel faydaları ve potansiyel zararları ve fotoğrafların görüntülenebileceği (Şekil 5) internet ortamında bağlantı sağlanacağı adresler yazılmıştır. Bu veri kaydedildikten sonra ArcGIS programına aktarılmıştır.

ID No	Latince Adı	Türkçe Adı	E	Y	Alan (m ²)	Yükseklik (m)	Yaprak Yapı (cm)	Yaprak Geni (cm)	Yaprak Uzun (cm)	Potansiyel Faydaları	Potansiyel Zararları	Notlar	Fotoğraf	Link
1	CUPRESSUS LEYLANDII	Yedigöller	40.8211	30.8211	1.00	1.50	1.00			Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir.	Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir.			
2	CUPRESSUS LEYLANDII	Yedigöller	40.8211	30.8211	1.00	1.50	1.00			Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir.	Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir.			
3	CUPRESSUS LEYLANDII	Yedigöller	40.8211	30.8211	1.00	1.50	1.00			Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir.	Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir.			
4	CUPRESSUS LEYLANDII	Yedigöller	40.8211	30.8211	1.00	1.50	1.00			Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir.	Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir.			
5	CUPRESSUS LEYLANDII	Yedigöller	40.8211	30.8211	1.00	1.50	1.00			Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir.	Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir. Bitki 117 adet olarak tespit edilmiştir.			

Şekil 5. Oluşturulan bitki envanteri

Oluşturulan veriler ArcGIS online programına aktarılarak erişimi sağlanmıştır. Bu çalışmada oluşturulan veri tabanı üzerinden CBS sorgulamaları yapılabilir ve farklı araştırmalarda, farklı sorgulamalar geliştirilerek istenen amaçlar için kullanılabilir. Ayrıca bu kent modelleri farklı uygulamalar aracılığıyla web ortamında aktarılarak son kullanıcıların aktif olarak faydalanmasına sunulmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. Web-Tabanlı Ağaç Bilgi Sistemi

Refüjlerde toplam 568 adet ağaç vardır. Turgut Özal Bulvarında 117 adet *Cupressus leylandii*, 84 adet *Platanus acerifolia* (Londra Çınarı), 74 adet *Platanus orientalis* (Doğu çınarı), 72 adet *Rosa spp.* (gül), 71 adet *Robinia pseudoacacia* (Yalancı akasya), 59 adet *Laurus nobilis* (defne), 43 adet *Aesculus hippocastanum* (Beyaz çiçekli at ketsanesi), 30 adet *Acer platanoides* (Akça ağaç), 2 adet *Thuja orientalis* (Doğu Mazısı) bulunmaktadır.

Turgut Özal Bulvarındaki ağaçların % 20,95'i 3 m 'den küçük boylu ağaç, % 50,88'i 3-4,50 m orta boylu ağaç, ağaçların % 28,16' sının 4,50-6 m uzun boylu ağaçlardır (Çizelge 11).

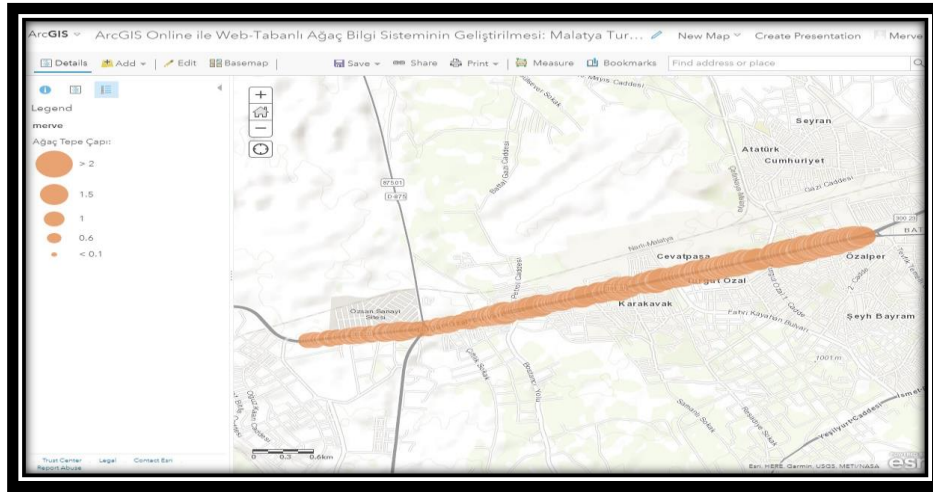
Çizelge 11. Turgut Özal Bulvarındaki ağaç boy yüzdeleri ve dağılımı

Ağaç boyu ve dağılımı	Adet	(%)Yüzde
<3 m'den küçük bitki	119	%20,95
3-4,50 m orta boy bitki	289	%50,88
4,50-5 m olan uzun boylu bitki	160	%28,16

Bulvardaki ağaçların %47'si 1 m'den küçük tepe taç genişliğine sahip, %53' ü ise 1 m'den büyük tepe taç genişliğine sahiptir (Şekil 7 ve Çizelge 12). Bulvardaki ağaçların gövde göğüs çapı olarak %68'i 5-12 cm %32'si ise 12-20 cm arasında yer almaktadır (Şekil 8 ve Çizelge 13).

Çizelge 12. Turgut Özal Bulvarı tepe çapı genişliği dağılımı

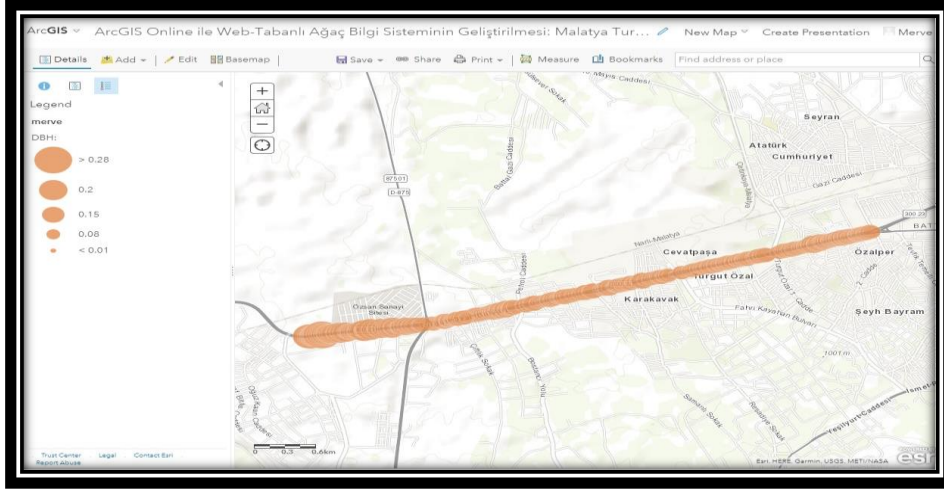
Ağaç tepe Genişliği	Adet	Yüzde(%)
1m <	268	%47
1m >	300	%53
Toplam	568	%100



Şekil 7. Ağaç tepe tacı gösterimi

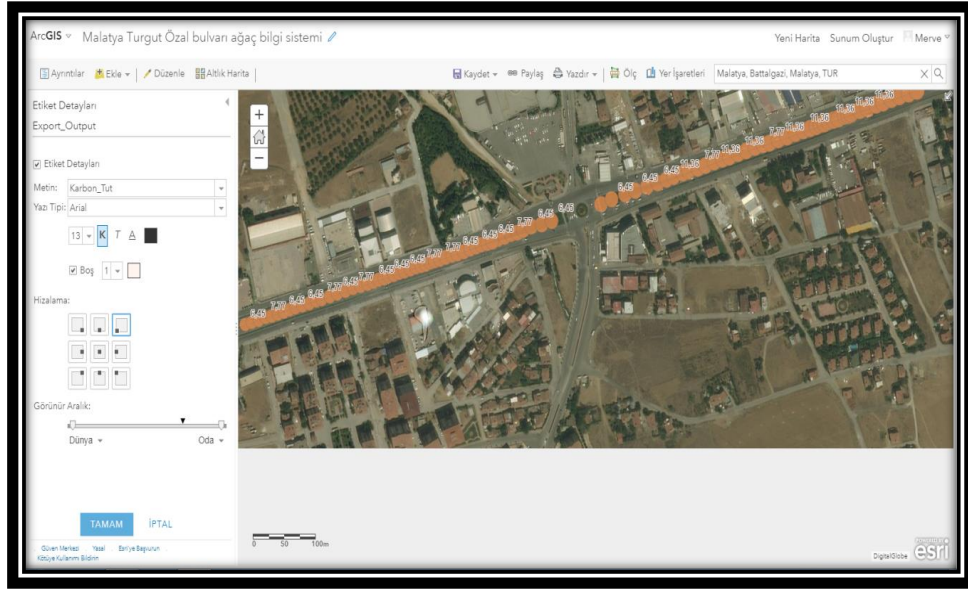
Çizelge 13. Turgut Özal Bulvarı ağaç gövde çapı (DBH) dağılımı

Ağaç gövde çapı (DBH)	Adet	Yüzde (%)
5-12 cm	386	% 68
12-20 cm	182	% 32
Toplam	568	% 100



Şekil 8. Ağaç gövde çapı (dbh) gösterimi

Teknolojinin gelişmesiyle CBS donanımlarında ve yazılımlarında büyük ilerlemeler olmaktadır. Ülkemizde de Coğrafi Bilgi Sistemlerinin gelişmesiyle kamu kurumları, özel sektör ve sivil kuruluşlar bu alanda çalışmalar yapmakta ve ilerlemeleri takip etmektedirler. Böylelikle grafik veriler ile sözel verilerin tümünün bir arada kullanılabilmesi ve güncellenmesi, denetimin sağlanması ve gelir artışı sağlamaktadır. Verilerin toplanması, işlenmesi, saklanması, tekrar yenilenmesi, analiz ve dağıtımları bir bütünlük içerisinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin işletilmesi ile sağlanmaktadır. Bu tarz sistemlerin kullanılabilirliği verilerin güncel tutulmasına, kalitesine, erişilebilirliğine ve bilgi üretmesinden ziyade kullanıcının gereksinimine göre tasarlanmış sistemin büyüklüğüne bağlıdır. Çalışmanın en önemli aşaması olan envanter çalışmasıdır. Bu proje kapsamında Turgut Özal Bulvarındaki yol ağaçlarının envanteri çıkarılmıştır. Envanter çalışmaları sırasında yapılan ölçüm metotları ileride yapılabilecek çalışmalara bir altlık sunmuş ve örnek teşkil etmiştir. Envanter çalışmaları sonrası alanın uydu görüntüleri ile bilgisayar ortamında alandaki her bir ağaç gerçek koordinatlarına göre sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırma işlemi ArcMap programında yapılmıştır. Sayısallaştırma işleminin yapılmasının sebebi her bir ağacın bilgisayar ortamında envanter bilgilerinin gösterimini sağlamak, ileride oluşabilecek değişiklikleri (ağaçların alandan kaldırılması, ölümü, büyüme değişiklikleri vb.) yeniden düzenleyebilmek bu sayede çalışmayı güncel tutabilmek ve alandaki ağaçların bilgilerine ulaşımı kolayca sağlayabilmektir. Sayısal hesaplamalar sonucunda Malatya Turgut Özal Bulvarı'ndaki tüm ağaçların yaşam süresi boyunca 8020 kg yıllık karbon tuttuğu hesaplanmıştır. Çalışma alanındaki ağaçlar arasında en yüksek karbon tutma kapasitesi olan ağacın ortalama bitki başına 6450 kg ile *Cupressus leylandii* olduğu belirlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Karbon tutum değerlerinin gösterimi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüm aşamalar sonucunda Türkiye’de ilk defa uygulanan bu metodun bazı sınırlamalar olsa dahi kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Bu sayede artık Türkiye şartlarında kent ağaçlarının büyük ölçüde faydasından yararlanılabileceği bir metodun kullanılması söz konusudur.

Bu çalışmanın sonucu bizlere ağaçların, kent ekosistemi ve ekosfer açısından karbon tutma konusunda en ekonomik materyallerden biri olduğu sağlanmıştır. İleride yapılacak hem kent içi hem de kent dışı ağaçlandırma çalışmalarındaki ağaç seçiminde yöreye uygun olması şartı akabinde karbon tutma kapasitesinin de bir etken olacağı kaçınılmaz bir gerçektir. Tüm bu söz konusu faktörler göz önünde bulundurularak kent ağaçlarının ekolojik ve ekonomik faydaları konusunda ilgili birimler tarafından ArcGIS ONLİNE metodunun yaygınlaştırılması, ilerleyen zamanlarda Türkiye koşullarına özgü verilerin oluşturulması, ülke genelinde envanter havuzu oluşturulması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması sağlanacaktır.

Malatya kent içindeki yol ve orta refüjlerde, büyük çoğunlukta ibreli ağaç türleri kullanılmış, diğer bitkisel materyallere fazla yer verilmemiştir. Bu alanlarda kullanılan bitkisel materyallerin estetik ve işlevsel olarak kullanılmadıkları gözlemlenmektedir. Özellikle kaldırım veya çok dar olan orta refüjün tam ortasına yatay dallanma gösteren ibreli ağaç türlerinin dikilmesi, ağaçların çok sık aralıklarla dikilmesi ve seçilen türlerin özelliklerine dikkat edilmeden seçilmesi kent yaşamı için sıkıntılar oluşturmaktadır. Ayrıca iğne yapraklı türler hava kirliliğine ve egzoz gazlarına karşı hassastırlar ve aşırı zarar görmektedirler. Özellikle orta refüjlerde çam türlerinin altına tekrar aynı tür fidanlarının dikilmesi monotonluk oluşturmakta ve estetik ve dekoratif anlayıştan uzak olan uygulamalar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Araştırma alanında kullanılan ve trafikten kaynaklanan karbondioksit gazına dayanıklı olmayan ibreli ağaç türleri trafiğin etkisinden uzak bölgelere taşınmalıdır. Bununla birlikte, orta refüje çalılardan oluşan ve far ışıklarının etkisini azaltacak bitkisel düzenleme yapılmalıdır. Bu şekilde bir bitkisel düzenleme kaza anında araçların yoldan çıkıp karşı şeride

geçmesine engel olabilecek, sürücü güvenliğini artıracaktır. Özellikle Bulvarın yerleşimlere yakın olduğu kısımlarda bitkisel düzenlemelerle gürültü perdeleri oluşturulmalıdır.

Sonuç olarak, bitki örtüsündeki azalma ve bunu takriben karbon yutaklarındaki azalmaları bağlantılı olarak görmek konusunda çevreciler arasında giderek artan bir eğilim söz konusudur. Karbondioksit oranındaki artışlar; araç kirliliğinin de sebebiyle kentsel bitki örtüleri arasında en çok karşılaşılan sorunlardandır. Şehirler karbondioksit emisyonunun temel kaynaklarıdır. Bu araştırmada da bahsedildiği üzere; kentsel yol ağaçlar CO² tutumunda ve otomobillerin ürettiği karbonların etkisini azaltmak konusunda büyük katkılar sağlamaktadır. Fosil yakıtların kullanımını azaltmak ve yol kenarlarında tutulan karbon miktarını maksimuma çıkartmak için bitki örtülerinin genişletilmesi oldukça önemlidir.

Ülkemizdeki her bir kent için detaylı ağaç envanteri yapılarak ağaç bilgi sistemi oluşturulması ve online olarak paylaşımına açılması büyük fayda sağlayacaktır. Her kent için CBS ortamında depolanacak ve güncellenebilecek ağaç bilgi sistemi verileri ile daha sağlıklı bilgiler ve çıktılar elde edilecektir.

YAZAR KATKILARI

Merve Kırteke: Envanter çalışması, veri organizasyonu, makalenin yazılması. **Hakan Oğuz:** Veri organizasyonu ve analizi, veri tabanı tasarımı, web tabanlı ağaç bilgi sisteminin oluşturulması, makalenin düzenlenmesi ve gözden geçirilmesi.

KAYNAKLAR

- Abdullah, M. H. A., Oguz, H. & Tonguc, F. (2021) Designing a web application for Necip Fazıl Kısakurek Park, Kahramanmaraş, Turkey. Turkish Journal of Forest Science, 5(2), 620-633
- Başaran, M., (2004). Türkiye'nin Organik Karbon Stoğu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Anabilim Dalı, 8 ,3/4, 31-36.
- Bozkuş, H. F., (1994). Kent Ağaçlarında Başlıca Tesis ve Bakım Sorunları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B Cilt 44 Sayı:1-2, İstanbul, s: 83-100.
- Cailliez, F., 1980.Forest Volume Estimation and Yield Prediction, Volume 1 (VolumeEstimation). FAO Forestry Paper 22(1), Rome.
- Gezer, A. & A. Gül, (2009). Kent Ormancılığı, Kavramsal-Teknik ve Kültürel Boyutu (Urban Forestry- Conceptual-Technical and Cultural Dimensions). Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, 86, 245s, Isparta.
- Gupta R., 2000. SWOT Analysis of Geographic Information: The Case of India, Current Science, Vol. 79, No. 4, pp. 489-498.
- Krajicek, J. E, Brinkman, K. A., & Gringrich, S. F., (1961). Crown Competition A Measure of Density. Forest Science, 7(1), 35- 42.
- Nance, W.L., Grissom, J.E., Smith, W.R., 1987. A New Competition Index Based on Weighted and Constrained Area Potentially Available. (Editörler, Ek, A.R.,Shifley, S.R., Burk, T.E.). Forest Growth Modelling and Prediction.USDAForestServiceGenetically Technical Report NC-120, 134–142, Portland.
- Oguz, H., Buyukturkmen, B., Kocahal, Y. E., & Gitmis, E. (2018) Web-Based Tree Information System for Urban Parks: A Case Study of Alija Izetbegovic Park,

- Kahramanmaraş-Turkey, In Proc: The International Congress of Science, Education and Technology Research, Odessa, Ukraine.
- Oguz, H., & Cayraz, O. (2019) Web-Based Urban Park Information System: A Case Study of Mothers Park, Gaziantep-Turkey, 1st International Applied Sciences Congress, 20-22 December, Malatya.
- Oguz H., & Isbir R. (2017) Developing a Web-Based Tree Information System: A Case Study of Cakmakci Sait Park – Kahramanmaraş / Turkey. In Proc: The 3rd International Congress on Environmental Research and Technology (ICERAT), Belgrade, Serbia, p 21.
- Oguz, H., Kırteke, M. & Kırteke, M. (2017) Web-Based GIS of the Hacı Hasan Efendi Park, In Proc: International Advanced Researches and Engineering Congress, Osmaniye, Turkey.
- Oguz, H. & Kisakurek, S. (2016a) Developing a Web-Based Tree Information System: A Case Study of Kılavuzlu Park – Kahramanmaraş, 4th International Geography Symposium Kemer, Antalya, TURKEY p 165.
- Oguz, H. & Kisakurek, S. (2016b) UrbanParks - A Web-Based GIS Application: A Case Study of 12 Subat Park – Kahramanmaraş, In Proc: 1st International Symposium of Forest Engineering and Technologies, (FETEC), Bursa, Turkey, p 65.
- Oguz, H., Uzun, A. & Kisakurek, S. (2020) Web-Based Tree Information System: A Case Study of Kahramanmaraş, Turkey. Turkish Journal of Forest Science, 4(1), 160-171.
- Strub, M.R., Vasey, R.B., Burkhart, H.E., 1975. Comparison of Diameter Growth and Crown Competition Factor in Loblolly Pine Plantations. Forest Science, 21(4),427-431.
- Ürgenç, S., 1998. Genel Plantasyon Ve Ağaçlandırma Tekniği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No 3997 , Fakülte Yayın No 444, ISBN 975-404-443-0,664s, İstanbul.
- TSE, (1990). TSE 8146/Mart 1990. Şehir içi Yol ve Meydan Ağaçlandırma Standardı.