T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KENT AĞAÇLARININ ÇEVRESEL ETKİLERİ VE DEĞERİNİN BELİRLENMESİNDE UFORE MODELİNİN KULLANIMI VE ISPARTA ÖRNEĞİNDE İRDELENMESİ

Mahmut TUĞLUER

Danışman
Prof. Dr. Atila GÜL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2015

© 2015 [Mahmut TUĞLUER]

TEZ ONAYI

Mahmut TUĞLUER tarafından hazırlanan **"Kent Ağaçlarının Çevresel Etkileri ve Değerinin Belirlenmesinde UFORE Modelinin Kullanımı ve Isparta Örneğinde İrdelenmesi"** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman Prof. Dr. Atila GÜL .....
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi Prof. Dr. Hakan DOYGUN .....
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Jüri Üyesi Doç. Dr. Yılmaz ÇATAL .....
Süleyman Demirel Üniversitesi

Enstitü Müdür V. Doç. Dr. Yasin TUNCER .....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Mahmut TUĞLUER

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER i
ÖZET iii
ABSTRACT iv
TEŞEKKÜR v
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ix
1. GİRİŞ 1
1.1. Kent Ağaçları 4
1.2. Kent Ağaçlarının Ekosisteme Etkileri 7
1.2.1. Ağaçların görsel ve estetik yönden etkileri 7
1.2.2. Ağaçların psikolojik ve rekreasyonel etkileri 9
1.2.3. Ağaçların kentsel ortama ve kent insanına sağladığı ekolojik hizmet ve katkıları 10
1.3. UFORE Modeli 14
1.3.1. Modelin hesapladığı parametreler 14
1.3.2. UFORE modelinin kullanım amacı 15
1.3.3. UFORE modelini oluşturan modüller 15
1.3.4. Veri tabanı yapısı 17
1.3.5. UFORE modelinin uluslararası sürümü 17
1.3.6. Uluslararası değişkenler 19
2. KAYNAK ÖZETLERİ 21
3. MATERYAL VE YÖNTEM 27
3.1. Materyal 27
3.1.1. Çalışma alanı 27
3.1.2. Isparta kenti bulvarları 35
3.2. Yöntem 41
3.2.1. Çalışma alanının belirlenmesi 41
3.2.2. Envanter formunun oluşturulması ve arazi çalışmaları 41
3.2.3. Envanter verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında sayısallaştırılması 44
3.2.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında veri setlerinin oluşturulması 48
3.2.5. i-Tree Eco programında veri tabanının oluşturulması 63
3.2.6. Sentez ve Çıktılar 71

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 75
4.1. Çalışma Alanının Envanteri ve Veri Setleri Analizi 75
4.2. Envanter Verilerinin i-Tree Eco Programında Analizi 82
4.3. Tartışma 90
4.3.1. Türkiye'de UFORE modelinin kullanımı ve irdelenmesi 90
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 98
KAYNAKLAR 102
EKLER 108
EK A. i-Tree Eco Versiyonunda Isparta Süleyman Demirel Bulvarı'na Ait Veri Tabanının Oluşturduğu Sonuç Raporu 109
ÖZGEÇMİŞ 110

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KENT AĞAÇLARININ ÇEVRESEL ETKİLERİ VE DEĞERİNİN BELİRLENMESİNDE UFORE MODELİNİN KULLANIMI VE ISPARTA ÖRNEĞİNDE İRDELENMESİ

Mahmut TUĞLUER

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Atila GÜL

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) i-Tree Eco uluslararası versiyonunun Isparta kenti Süleyman Demirel Bulvarı'ndaki ağaç envanter verileri kullanılarak test edilmesi amacıyla yapılmıştır. Arazi çalışmaları ile elde edilen envanter verileri kullanılarak CBS ve i-Tree Eco ortamında sonuçlar elde edilmiştir.

Türkiye'de ilk defa uygulanan bu metodun bazı sınırlamaları olsa dahi kullanılabilirliği ortaya konmuştur. UFORE metodu, her bir ağacın ekolojik ve ekonomik değerinin yanı sıra envanter çalışmasının önemini de sayısal verilerle ortaya koymuştur. Bu örnek Türkiye koşullarında kent ağaçlarının faydalarını belirlemeye yönelik bir metodun varlığını desteklemesi bakımından önem taşımaktadır.

Bu metot sayesinde günümüzün en önemli sorunlarından olan karbon salınımının kontrol edilmesi ve kent ağaçlarının kent ekosistemine sağladığı hizmet ve katkıların daha bilimsel bir şekilde ortaya konulması mümkün olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Isparta, i-Tree Eco, karbon depolama, kent ağaçları, UFORE

2015, 110 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE USE OF UFORE MODEL FOR DETERMINATION OF ENVIROMENTAL EFFECTS AND VALUE OF URBAN TREES; CASE STUDY OF ISPARTA CITY

Mahmut TUĞLUER

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Landscape Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Atila GÜL

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 datas of Süleyman Demirel Boulevard in Isparta. Results have been obtained with the aid of GIS and i-Tree Eco with the tree inventory datas which had been obtained with fieldwork.

It is proved that the ufore method, which is applied for the first time in Turkey, is applicapable 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 datas.

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

2015, 110 pages

TEŞEKKÜR

Bu çalışma için beni yönlendiren, çalışmamın her aşamasında karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan, tanıdığım günden beri her zaman desteklerini esirgemeyen değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Atila GÜL'e (Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü) teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Bursiyer olarak görev yaptığım TÜBİTAK 110Y301 No'lu proje aracılığı ile elde ettiğim veriler ve sağladığı maddi destekten dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

3730-YL1-13 No'lu Proje ile Yüksek Lisans tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Çalışmam esnasında teknik anlamda yardımlarını esirgemeyen i-Tree destek sorumlusu Sayın Al ZELAYA'ya teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmam sırasında manevi açıdan desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Selçuk GÜNDEM, Ömer Faruk UZUN ve Akın ARKAN'a teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde maddi ve manevi destekleri ile sürekli yanımda olan, beni yetiştiren, bugünlere getiren babam Fahri TUĞLUER'e ve annem Saadet TUĞLUER'e, hayatım boyunca en yakın arkadaşım olan ve her konuda desteğini esirgemeyen ablam Elif TUĞLUER'e, ayrıca çalışmam süresince motivasyon kaynağım olan pek sevimli yeğenim Nisan'a sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Mahmut TUĞLUER
ISPARTA, 2015

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Isparta kenti genel görünümü ve Türkiye'deki konumu 27
Şekil 3.2. Isparta kenti imar planı 29
Şekil 3.3. Isparta kentine ait iklim bilgileri de verilmiştir. 30
Şekil 3.4. Süleyman Demirel Bulvarı'na ait görüntüler 35
Şekil 3.5. Adnan Menderes Bulvarı'na ait görüntüler 36
Şekil 3.6. Alparslan Türkeş Bulvarı'na ait görüntüler 37
Şekil 3.7. Atatürk Bulvarına ait görüntüler..... 38
Şekil 3.8. Isparta kenti uydu görüntüsünde bulvarların görünümü 39
Şekil 3.9. Isparta kenti imar planında bulvarların görünümü 40
Şekil 3.10. Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında open attribute table sekmesinin açılması 46
Şekil 3.11. Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında selection komutunun açılması ve analizi..... 47
Şekil 3.12. Trigonometrik esaslara göre çalışan boy ölçerin boy hesaplaması 52
Şekil 3.13. Cetvel kullanılarak boy hesaplaması 52
Şekil 3.14. Ağaçlarda çap ölçüm uygulama şekilleri 56
Şekil 3.15. Ağaç taçlarının ışığa maruz kalma durumu örnekleri .. 58
Şekil 3.16. Sırasıyla taç örtüsü kayıp yüzdeleri 58
Şekil 3.17. i-Tree Eco programında Isparta kentine ait veri tabanının oluşturulması 67
Şekil 3.18. i-Tree Eco programı veri girişi..... 68
Şekil 3.19. i-Tree Eco programına import yöntemiyle verilerin entegresi..... 69
Şekil 3.20. Verilerin Amerika Birleşik Devletleri i-Tree servisine gönderimi 70
Şekil 3.21. Hava kalitesi raporlarının i-Tree formatında örnek teşkil eden görünümü..... 71
Şekil 4.1. UFORE modelinin uygulandığı bölgeler..... 90

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Kent ağaçları envanter bilgi formu 42
Çizelge 3.2. Anahtar Bilgi Formu 43
Çizelge 3.3. Ağaç yaş değer aralıkları 50
Çizelge 3.4. Ağaç boyu aralık değerleri 50
Çizelge 3.5. Ağaç tepe taç genişliği aralık değerleri 53
Çizelge 3.6. Ağaç dalsız gövde yüksekliği aralık değerleri 54
Çizelge 3.7. Ağaç gövde göğüs çapı aralıkları değerleri 54
Çizelge 3.8. Ağaç formları 56
Çizelge 3.9. Ağaçların Taç Ölüm Durumu Değerleri..... 57
Çizelge 3.10. Ağaç tacının işığa maruz kalma derecesi durumu ... 58
Çizelge 3.11. Ağaç taç örtüsünün kayıp durumu..... 58
Çizelge 3.12. Ağaçların Sağladığı Işlevsel Özellikler 59
Çizelge 3.13. Ağaç sağlık durumu 59
Çizelge 3.14. Ağaç kusur durumu..... 60
Çizelge 3.15. Ağaç bakım ve koruma durumu 60
Çizelge 4.1. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç türleri dağılımı..... 76
Çizelge 4.2. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç yaşı dağılımı..... 77
Çizelge 4.3. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç boyu dağılımı 77
Çizelge 4.4. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç tepe taç genişliği dağılımı..... 77
Çizelge 4.5. Süleyman Demirel Bulvarı alandaki ağaç taç kaplama yüzdesi dağılımı 78
Çizelge 4.6. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç dalsız gövde yüksekliği dağılımı..... 78
Çizelge 4.7. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç gövde göğüs çapı dağılımı..... 78
Çizelge 4.8. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç formu dağılımı..... 79
Çizelge 4.9. Süleyman Demirel Bulvarı taç ölüm yüzde değerleri dağılımı..... 79
Çizelge 4.10. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç taç örtüsünün kayıp yüzdesi dağılımı 79
Çizelge 4.11. Süleyman Demirel Bulvarı ağaçların sağladığı işlevsel özellikler dağılımı 80
Çizelge 4.12. Süleyman Demirel Bulvarı ağaçların sağlık durumu dağılımı..... 80
Çizelge 4.13. Süleyman Demirel Bulvarı ağaçların kusur durumu dağılımı..... 81
Çizelge 4.14. Süleyman Demirel Bulvarı ağaçların bakım ve koruma durumu dağılımı..... 81
Çizelge 4.15. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların yaprak yüzeyi alanı ve yaprak biyokütle değeri..... 82
Çizelge 4.16. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların ömür süresi boyunca karbon depolama miktarı (kg) kapasitesi . 84
Çizelge 4.17. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların yıllık karbon depolama miktarı (kg) 85

Çizelge 4.18. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların tepe taç kaplama alanı (m^2) 86
Çizelge 4.19. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların yaprak yüzey alanı (m^2)..... 87
Çizelge 4.20. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların yaprak biyokütle (biomass) değeri (kg)..... 88
Çizelge 4.21. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların strüktürel maddi değeri ($) 89
Çizelge 4.22. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve i-Tree Eco ortamında hesaplanan biyokütle değerleri karşılaştırılması ... 94
Çizelge A.1 i-Tree Eco Versiyonunda Isparta Süleyman Demirel Bulvarı'na Ait Veri Tabanının Oluşturduğu Sonuç Raporu 109

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
EPA	US Environmental Protection Agency
GIS	Geographic Information System
UFORE	Urban Forest Effects

1. GİRİŞ

Günümüzde nüfus artışına paralel olarak, plansız ve sağlıksız gelişen kentlerimizde doğaya ve yeşile olan özlem giderek artmaktadır. Bu kapsamda, kentlerin betonlaşmış yapı kitleleri arasında ortaya çıkan açık-yeşil alanlar ve onların baskın elemanı olan ağaçlar, insan ile doğa arasındaki bozulan ilişkinin dengelenmesinde ve kentsel yaşam koşullarının iyileştirilmesinde önemli bir konuma sahiptir. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde açık ve yeşil alanların nitelik ve nicelikleri, medeniyetin ve yaşam kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Gül, 2002).

Kentsel mekânlar, canlı bir organizma olarak kabul edildiğinde, cadde, bulvar ve refüjler (genel ifadeyle yollar) kentsel yaşamı kolaylaştıran ve çeşitli etkinliklere imkân sağlayan can damarlarıdır (Gül, 2002). Planlı gelişen kentlerde yollar kentin iskeletidir ve kentlerin gelişim yönünü belirler. Özellikle kent girişleri kentlerin prestij alanlarıdır. Kente ilk kez gelen kişi, kentle ilgili ilk izlenimlerini burada edinmesi nedeniyle yol ağaçları bu konuda önemli bir rol oynar (Aslanboğa, 1997).

Son yıllarda yoğunlaşan insan ve doğa ilişkileri, doğal kaynakların aşırı ve bilinçsizce tüketilmesi, çevre sorunları, çarpık kentleşme gibi etmenleri de beraberinde getirmiş, sonucunda ne yazık ki doğrudan ve dolaylı olarak dünyamızı ve yaşam alanlarımızı olumsuz yönde etkilediğimiz konusu herkes tarafından kabul edilen bir olgu haline gelmiştir. Küresel ısınma ve olası etkilerinin de insanlığın geleceğini ve yaşamını tehdit eden önemli unsurlardan biri olduğu görüşü geniş kitlelerce kabul edilmektedir. "KÜRESEL ISINMA", 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 emisyonda insan etkisi küçük bir yüzdeye sahip olmasına rağmen uzmanlar, insan ürünü sera gazlarının doğal dengeleri bozabilecek bir konumda olduğunu ileri sürülmektedir. Nitekim bilimsel verilerde bunu kanıtlamaktadır. Özellikle 20-30 yıl içinde çok yönlü insan 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 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 CO_2 için depo veya rezerv alanları; atmosfer, okyanuslar ve karasal biyosfer ortamlar olduğu bilinmektedir. Karasal biyosferin önemli bir kısmını ormanlar teşkil etmekte ve küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda önemli bir rolü bulunmaktadır. Fotosentez yapan canlılar olarak ormanlar ve diğer yeşil alanlar atmosferdeki serbest CO_2'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 CO_2'in orman ekosistemi bünyesinde

(bitki, ölü örtü ve toprakta) depolanmasıdır. Bu strateji genelde karbon depolama olarak tanımlanmaktadır. Kent merkezlerinde CO_2 salınımını azaltmak ve karbon depolama amacıyla kent ağaçları ve kent ormanları önemli bir konuma sahiptir (Gül, vd., 2009).

Kent merkezlerinde insanların yaşam kalitesini artırmak, kenti estetik görsel ve ekolojik açıdan iyileştirmek, salınan karbondioksit miktarını azaltmak ve karbon depolamak amacıyla kent ağaçları çok önemli bir işleve sahiptir.

Peyzaj Mimarlığı disiplini açısından önemlilik arz eden açık ve yeşil alanlar, kent ısı adası etkisini azaltma, karbon tutuma ve depolama gibi kent ekosisteminin iyileştirilmesi ve geliştirilmesinde büyük rol üstlenmektedir. Bu bağlamda Peyzaj Mimarlığı çalışmalarında kentsel yeşil alanların kent ekosistemine sağlayacağı hizmet ve katkıların 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 farkındalığın ve bilinçliliğin artırılmasına da yardımcı olabilecektir.

Kent ağaçları ve ormanlarının yapısal özelliklerini ve çevreye sağladığı işlevlerini belirlemek ve ölçmek amacıyla Amerika Birleşik Devletlerinde bilgisayar yazılımlı UFORE (Urban Forest Effects) modeli geliştirilmiştir. Standart alan özellikleri, kentin iklimsel değerleri ve kirlilik verileri dikkate alınmak suretiyle bu modelde kullanılan formüller sayesinde tahmini olarak hesaplanabilmektedir.

Bütün bu etkileri kontrol etme noktasında ağaçlar hakkında envanter bilgilerinin bulunması gerekmektedir. UFORE modeli de

her ağaç için envanter bilgilerini kullanarak karbon depolamalarını, hava filtreleme oranları ve sıcaklık değişimlerini hesaplamayı sağlayan bir modeldir.

Bu çalışmanın temel amacı, ülkemizdeki kent ağaçlarının yapısal özelliklerini ve çevreye sağladığı işlevlerini belirlemek ve ölçmek için Amerika Birleşik Devletleri dışındaki ülkelerde kullanılabilecek i-Tree Eco versiyonunun 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 kullanılabilecek daha etkin veriler sağlanabilecektir.

Bu çalışma ile elde edilecek çıktılar;

- UFORE modeli i-Tree Eco versiyonunun içeriğini Türkçe olarak tanımlamak,
- Isparta kenti Süleyman Demirel Bulvarı örneğinde mevcut ağaçların envanterinin çıkarılması, CBS ortamında veri setlerinin oluşturulması ve analizi,
- Çalışma alanındaki envanter verilerinin i-Tree Eco versiyonuna entegrasyonu ve yorumlanması,
- i-Tree Eco versiyonunun Türkiye koşullarına uygulanabilirliğinin yorumlanması olarak öngörülmüştür.

1.1. Kent Ağaçları

Ağaç kelimesi genel olarak "Tomurcuk, dal, sürgün, yaprak, üreme organlarından oluşan bağımsız bir taca, bir gövde ve kök sistemi ile en az 3 m boya ve en az 10 cm göğüs çapına sahip olan, normalde toprak yüzeyinden en az 1 m yüksekliğe kadar tek gövdeli olan

uzun ömürlü odunsu bitkiler" şeklinde tanımlanmaktadır (Gül, 2006).

Bu tanıma göre ağaçları boylarına göre;

- Kısa boylu ağaçlar; 3 m ile 7 m arasında tek gövde üzerinde taçlanmış ağaçlar,
- Boylu ağaçlar; 7m ile 20 m arasında olan ağaçlar.
- Uzun boylu ağaçlar; 20-50 m arasında boy yapan ağaçlar,
- Çok uzun boylu ağaçlar; (Dev Ağaçlar) 50 m den fazla olan ağaçlar şeklinde gruplandırmak mümkündür.

Öte yandan, ağaçlar büyüme şekline göre monopodial ve simpodial olarak da adlandırılabilir (Yaltırık ve Efe, 2000). Bunlar;

Monopodial ağaçlar: Boy büyümesi üst tomurcuk faaliyeti ile sağlanan ağaçlara monopodial ağaçlar denir. Gymnospermae taksasının çoğu monopodial'dır. Örneğin, göknarlar (*Abies spp*., doğu ladini (*Picea orientalis (L.) Link*.), çamlar (*Pinus spp*.), Toros sediri (*Cedrus libani A. Rich*), kavaklar (*Populus spp*.), kayınlar (*Fagus spp*.), meşeler (Quercus spp.) ve akçaağaçlar (*Acer spp*.) vb monopodialdir.

Simpodial ağaçlar: Boy büyümesini uç tomurcuğa en yakın olan tomurcukla gerçekleşen ağaçlara da simpodial ağaç denir. Örneğin; karaağaçlar (*Ulmus spp.*), huşlar (*Betula spp.),* ıhlamurlar (*Tilia spp*.) ve gürgenler (*Carpinus spp*.) vb. simpodialdir.

Ağaçlar, genel olarak doğal kara ekosistemlerinin ve özellikle orman ekosistemlerinin egemen (baskın) elemanlarıdır. Ağaçlar, yalnızca topraktan su ve mineral maddeleri, havadan da karbondioksiti almak, organik madde üretmek, havaya oksijen vermek, canlılara besin, barınak ve üreme olanakları sağlamak vb

yaşamsal işlevleri yerine getirmekle kalmamakta, aynı zamanda çevrelerindeki canlı ve cansız tüm varlıklarla karşılıklı olarak birebir ilişki ve etkileşimde bulunarak ekosistemine büyük katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle, ağaçlar içinde bulundukları her ekosistem için vazgeçilmez elemanlar olarak kabul edilmektedir (Gezer ve Gül, 2009).

Kent ağaçları kentin yapısal sisteminin en önemli bileşenlerinden birisi olarak kabul edilmektedir (Schmid, 1975; Bernatzky, 1978; Grey and Deneke, 1986; Miller, 1997).

Kent ağaçları ile ortak bir paydada bulunan kent ormanları da kent açısından önemli materyaller olarak bilinmektedir. Kent ormanı tanımı ise; yerleşim yerlerinin gelişim sürecinde, içinde ve çevresinde bilerek veya bilmeyerek arta kalan doğal orman veya yapay olarak tesis edilmiş peyzajın bir mozaiğidir (Schoeneman ve Ries, 1994; Örücü, 2014).

Kentsel açık ve yeşil alan sistemleri içinde yer alan kent ağaçları, sağladıkları çok yönlü katkı ve hizmetleri nedeniyle, kentsel alanların ekosisteminde ve yaşam kalitesinin yükseltilmesinde önemli rol üstlenmektedirler. Bu önem, doğal peyzajın canlı, dinamik ve uzun ömürlü bir obje olması, ölçü açısından zengin ve çeşitlilik göstermesi, diğer bitkisel elemanlardan (çalı, yer örtücüler ve otsu bitkiler) baskın, kalıcı ve anıtsal değerde olması, estetik ve işlevsel hizmet ve katkıları, vb. özellikleri ile açıklanabilmektedir. (Gezer ve Gül, 2009).

Ağaçlar, kullanıldıkları kentsel mekanlarda, doğal yetişme ortamlarından farklı ve yapay koşullarla karşılaşmaktadır. Öncelikli olarak kendine özgü kent iklimi, kent toprağı ve her şeyden önemlisi insan kaynaklı çevresel etkiler ve baskılar, ağaçları kent

ekosisteminde yetiştirmeyi önemli ölçüde zorlaştırabilmektedir. Ağaçlardan beklenen işlevleri ve amaçları yerine getirilebilmesi için tekniğine uygun akılcı planlama, tasarım ve uygulama çalışmalarının bütüncül bir şekilde yapılmasını gerektirmektedir (Gezer ve Gül, 2009).

Ağaçlar, kentsel mekanlarda tek tek, sıralar, küme/gruplar halinde veya tek türden saf ya da iki veya daha çok sayıda türden oluşan karışık orman karakterinde olabilmektedir. Kentsel alanda kullanılan ağaçlar, açık ve yeşil alan sistemleri içinde klasik bir orman tesisinde olduğu gibi ekonomik ürün elde etme amacı olarak değil, ağaçların görsel ve işlevsel hizmet ve katkılarına göre değerlendirilmektedir. Yani ağaçlar, sadece geometrik, sıravari, tekdüze bir ağaçlama tesisi yaratacak şekilde değil, istenilen amaçlar doğrultusunda, mekansal özellikler, mimari yapı ve diğer bitkilerle (çalı, yer örtücüler ve otsu bitkiler) uyumlu ve dengeli bir şekilde sanatsal ve teknik bileşimin (kompozisyon) yaratılması amaçlanmaktadır (Gül, 2006).

1.2. Kent Ağaçlarının Ekosisteme Etkileri

Ağaçlar, kentsel açık ve yeşil alan sistemleri açısından mimari ve görsel estetik, psikolojik ve rekreasyonel ile kentsel ortama ve kent insanına sağladığı ekolojik yararlar bakımından üç grup altında incelenebilmektedir (Gezer ve Gül, 2009).

1.2.1. Ağaçların görsel ve estetik yönden etkileri

Kent ağaçlarının tek (soliter) ve grup içinde kullanıldığında sahip olduğu ölçü, form, renk, doku, koku, ses, yoğunluğu, büyüme oranları, vb. özellikleri, mimari ve görsel estetik kullanımı

açısından hizmet ve katkılar sağlamaktadır. Bunların bazıları şu şekilde sıralanabilmektedir;

- Ağaçlar yapay ve biçimsel (formal) özellikteki kentsel mekânlara doğal nitelik kazandırarak, görsel estetik değer yaratırlar.
- Ağaçlar, geniş ve yüksek taçlarıyla mekân oluştururlar, farklı mekânları ayırırlar ve sınırlarını belirler. Bu çatı örtüsüyle gölgeleme, barınak, duygusal ve fiziksel güven hissi sağlarlar.
- Mekânları çevirerek veya birbirinden ayırarak, harici boşluklar ve düşey bir etki yaratırlar. Mekâna üçüncü boyut kazandırırlar.
- Mimari yapıların bulunduğu yer ile yapılar arasında organik bağlantı kurarak, yapılar arasında geçişleri yumuşatır, yollar ve yapıların yapay geometrik desenine doğanın şekil ve renklerini katarak, yapısal çevrede renk, ölçü, doku ve form zıtlıkları (kontrastları) sağlarlar.
- Yaya ve araç trafiğini yönetir ve yönlendirirler.
- Arazinin değişen biçim ve yüksekliklerini estetik açıdan dengelerler.
- Gizlilik (mahremlik) perdeleme ve görülebilir bir engel oluştururlar.
- Çevreleyici hizmeti görerek derinlik kazandırırlar,
- Kentin önemli çevresel bileşenlerini tanımlar ve daha kolay algılamasını sağlarlar. Mimari yapılar, plastik öğeler, yer döşemeleri, su öğeleri ile form, doku, ölçü, renk ile zıtlık sağlarlar veya tamamlayıcı katkıda bulunurlar.
- Ağaçlar, mekândaki peyzaj özelliklerinin ön ve arka fonunu teşkil edebilirler ve yansıtılmak istenen manzaranın çerçevesini oluşturabilirler.
- İlginçlik oluşturmak veya dikkat çekmek amacıyla ağaç budama sanatı (topiary), küçük ağaç yetiştirme (bonsai) veya

oyma sanatı ile ağaçlar, canlı bir heykel parçası olarak estetik katkı ve ilgiyi sağlayabilirler.

- Ağaçlar, ses (müzik) ve ışık kombinasyonları ile görsel gösteri odağı olabilirler. Özellikle çizgisel ve soliter özelliğe sahip ağaçlar daha etkilidirler.
- Ağaçlar, kombine edilmiş arazilerin veya konutların ekonomik değerini artırabilmektedir (Anderson ve Cordell, 1988).

1.2.2. Ağaçların psikolojik ve rekreasyonel etkileri

Ağaçların sahip olduğu renk, ölçü, form, doku, yoğunluğu, büyüme oranları, koku, ses, çizgisel özellikleri, mevsimsel hatta gün içindeki değişimleri ve farklı hava koşulları karşısında ortaya koyduğu etkilerle, kent insanın farklı duyusal algılamalara yol açabilmekte ve bütünüyle kent insanına doğayı çağrıştırmaktadır. Ağaçların sahip olduğu yeşil renk insanlara rahatlık duygusu kazandırarak insan psikolojisini olumlu etkilemektedir.

Ağaçların altında ve arasında tesis edilen küçük oturma ve dinlenme yerleri, halkı gezinti ve dinlenmeye sevk etmektedir. Aktif ve pasif rekreasyonel etkinlikleri için uygun ortam sağlarlar.

Bazı ağaç türleri kent insanına geçmişi hatırlatır ve canlandırır. Bazen de bazı obje veya olayları çağrıştırabilmektedir. Örneğin, meşeler (*Quercus* spp.) ve kayınlar (*Fagus* spp.) yoğun ormanları hatırlatırken, ehrami kavak (*Populus nigra* "İtalica") uzun boylu gövde formuyla yapıların çevresinde sütunlar halindeki yapıları çağrıştırırlar. Geleneksel olarak su ögesi ile birlikte düşünülen salkım söğüt (*Salix babylonica* L.) ise açık renkli sarkık yaprakları ile hafif yağan yağmur görünümünü yansıtırlar.

1.2.3. Ağaçların kentsel ortama ve kent insanına sağladığı ekolojik hizmet ve katkıları

Ağaçlar, kent ortamına uygun mikroklima oluştururlar. Ağaçların ve yeşil alanların kent ekosistemi üzerine etkileri sürekli olarak bozulan iklimsel yapı kapsamında değerlendirilmekte ve genel olarak havanın serinletilmesi, nispi hava neminin artışı, temiz hava temini, havanın filtrelenmesi, gürültünün absorbsiyonu, oksijen üretimi, sera etkisinin azaltılması, enerji tasarrufu şeklinde özetlenebilmektedir (Bernatzky,1983; Barış, 2005).

Kent ağaçları, kent solunumunu dengeleyen bir iklim düzenleyicisidirler, özellikle kentin havasını temizlemesinde önemli katkılar sağlarlar. Keller (1979), ağaçlı bir kuşağın, havadaki kurşun oranının %85 düzeyinde azaltacağını belirtmektedir. Gürültü, toz ve dumanı belli bir ölçüde süzerek çevreye rutubetli ve temiz hava sağlarlar. Ağaçlar, söz konusu toz ve havadaki parçacıkları yapraklarındaki tüyler ve mumsu tabaka yardımıyla emerek, havanın durulaşmasına yardım ederler. Bayraktar (1980), bitkilerin çevredeki toz oranını %90'a kadar azaltacağını açıklamaktadır. Ağaçlar, bu işlevlerini kuşkusuz, yaprak büyüklüğüne, şekline, herdemyeşil olup olmadığına bağlı olarak yerine getirirler. Bernatzky (1983)'e göre, kentlerde mevcut hava kirliliği 100 olarak kabul edildiğinde, park ağaçları %85, yol ağaçları ise %70 dolayında hava kirliliğini azaltmaktadır. Çepel (2003), Barth'a dayanarak, Almanya'da 100 yaşında bir kayın ağacının, yaklaşık 800.000 yaprağı olduğunu ve bu ağacın 5 m3 havayı temizlediğini; bu tek ağacın kesilip ortadan kaldırılması halinde aynı işlevi yerine getirilebilmek için 2.700 fidanın dikilmesi gerektiğini bildirmektedir.

Ağaçlar, rüzgârdan, tozdan ve kuvvetli güneş ışınlarından korunmasının yanı sıra gürültüye karşı da bir siper görevi üstlenirler.

Ağaçlar, kuşlar ve yaban hayatı için çekici bir ortam oluşturarak, mekânın estetik değerini artırabilir ve güvenli bir barınma, beslenme ve üreme olanağı sağlarlar.

Ağaçlar, sera etkisi ile küresel ısınmayı artıran gazlardan karbondioksiti fotosentezle harcayarak, küresel ısınmayı azaltmaktadır. İyi gelişmiş 100 yaşındaki bir kayın ağacının, fotosentez için 40 milyon m^3 havayı yaprakları ile emerek, bu hava içindeki 1200 m^3 karbondioksiti, 6 ton karbon olarak bağladığı belirtilmektedir (Çepel, 1999).

Kent ortamındaki ağaçlar, CO_2'i iki yolla azaltabilmektedir. Birisi ağaçlar aktif olarak büyürken fotosentez süresince aldığı CO_2 oranı, solunum süresince gazın salıverme oranından daha fazla olmak suretiyle atmosferdeki CO_2'i oranını azaltmaktadır. Diğeri ise mevcut ağaç örtüsü, önemli bir CO_2 depolama alanı olarak hizmet verebilmektedir. Karbondioksitin depolanması, bitki büyüme mevsimi süresince yerüstü ve yer altındaki biyokütle içinde depolanan yıllık oranı olarak tanımlanmaktadır. Fotosentez süresince atmosferdeki CO_2, su ile birleşerek gözeneklerden yapraklara girmekte ve güneş ışınları sayesinde kimyasal reaksiyon içinde katalize edilerek selüloz, şeker ve başka materyallere dönüştürülmektedir. Bu materyallerin bazıları solunumla CO_2 geriye verilmekte veya ağaçlar tarafından er geç dökülen yaprakların yapımında kullanılmaktadır ancak bu materyallerin çoğu odunlaşma sürecinde kullanılmaktadır (Larcher, 1980).

Kent ağaçları kırsal ağaçlara göre daha hızlı büyüme eğilimi gösterdiklerinden dolayı ağaç başına daha fazla CO_2 tutabilmektedir (Jo ve McPherson, 1995). Chicago kentinde radyal gövde büyüme sürecinde yıllık CO_2 tutulmasına yönelik bir araştırmada küçük yaşlarda gövdede 16 kg/yr CO_2 tutulması olurken, büyük yaşlarda maksimum 360 kg/yr kadar olabilmektedir (Jo ve McPherson, 1995; Nowak, 1994). Hızlı büyüyen ağaçlar yavaş büyüyen ağaçlara nazaran daha fazla CO_2 tutmasına rağmen bu avantaj hızlı büyüyen ağaçların daha genç yaşta ölmesi ile kaybolmaktadır. Uzun süre ağaçların CO_2 depolamasına etki eden en önemli faktörlerden biriside kent ağaçlarının hayatta kalma süresidir. Yol ve yerleşim yerlerinde kullanılan ağaçların tesis edildiği ilk 5. yıldan sonra %10-30 arasında kayıp olabilmektedir (Miller ve Miller, 1991; McPherson, 1993).

Kent ağaçların, kırsal orman ağaçları ile kıyasla hızlı büyüme oranları ve karbon depolama ilişkisi kısmen yaprak biyokütlesinin oransal olarak büyük miktarda olması ile açıklanabilmektedir. Azaltılmış rekabet, sulama ve gübreleme gibi faktörler özellikle açıkta büyüyen kent ağaçlarının gelişmesini artıran faktörler olduğu bilinmektedir (McPherson, 1994).

Bina çevresindeki ağaçlar, ısınma ve hava koşulları gereksinimini azaltırlar. Böylece elektrik üretimi ile ortaya çıkabilecek CO_2'in yayılmasını azaltabilmektedirler. Ağaçlar, yazın hava koşulları talebini azaltır fakat kışın güneş ışınlarını engellemesi sayesinde ısınmak için enerji kullanımını artırabilmektedir (Heisler, 1986; Simpson ve McPherson, 1998). Sık ağaçlarla azaltılmış hava sıcaklığı ve rüzgar hızı, soğutma ve ısınma talebini azaltabilmektedir. Huang ve ark., (1987) tarafından yaşlı ağaçların ev çevresindeki enerji ile ilişkisini tespitine yönelik yapılan araştırmada, yerleşim alanları çevresindeki ağaçlardan elde

edilebilecek enerji koruma yararları ölçülmüş bilgisayar simülasyonu ile tahmin edilmiştir. Örneğin Sacramento, Phoenix ve Lake Charles adlı üç kentte yıllık hava koşullarını talebini %25-43 arasında kestiği ve serinletici talebini ise %12-23 arasında siperlediği tespit edilmiştir. Başka bir araştırmada serinletmek için iyi konumlandırılmış 7-8 m yüksekliğinde yaprağını döken bir ağacın yıllık enerji koruma değeri 100 ile 400 kWh arasındadır (McPherson ve Rowntree, 1993). Kentlerin içindeki binaların batı bakısında yer alan ağaçlardan en yüksek enerji koruma sağlanabilmektedir. Oysa binaların güney bakılarında yer alan yaprağını döken ağaçlar kent içinde serinleme talebini azaltmasından ziyade ısınma talebini daha çok artırabilmektedir. Yanlış yerde yanlış tür seçimi mekan koşullarına göre enerji kullanımını da artırabilmektedir (McPherson ve Simpson, 1995).

Ağaçlar yoluyla havanın serinletilmesi, birçok kirletici emisyonlarının ve /veya ozonu oluşturan kimyasalların sıcaklıkla bağlantılı olması nedeniyle hava kalitesinin artışı yönünde etkili olur. Hava sıcaklığının düşürülmesi aynı zamanda ozonun oluşumunu da azaltır (Nowak 1994). Ağaçların havayı serinletme etkisi beraberinde nispi hava neminin artışını da getirmektedir.

Frankfurt kentinde yapılan bir araştırmadaki kent çevresinde yer alan ve 50-100 m'lik bir alanı kaplayan bitkisel alanların hava sıcaklığını 3.5 C'ye kadar azalttığı saptanmıştır. Bu coğrafi olarak kentin 700 m daha yüksekte olması anlamına gelmektedir (Bernatzky 1983).

Heisler (1990)'e göre, ağaçtan oluşturulmuş rüzgar kırıcılar, % 5-15 arasında mekan ısınma talebini azaltabilmektedir. Tek bir ağaçtan oluşmuş rüzgar siperi için ısınma ile ilgili enerji koruma oranı %1 ile 3 arasında olabilmektedir.

Kent ağaçları, ister bireysel olarak, isterse ağaç küme veya grup konumunda olsunlar orman ekosistemleri kadar olmasa bile, biyoçeşitlilik açısından güvenli yaşam birimleridir. Bu nitelikleri ile de, gen rezervlerinin korunduğu canlı küçük banka şubelerine benzetilebilirler.

1.3. UFORE Modeli

UFORE modeli kentsel ağaç topluluklarını değerlendirmek için kullanılan uluslararası bir model olup Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilen bir modeldir. 50'den fazla kentte kullanılmaktadır. Bu model kent ağaçlarının yapısının sistem üzerine kayıt edilmesiyle her ağaç hakkında bilgi edinilmesini sağlar. Sisteme girilecek bilgiler yerel kurumlar ile işbirliği içerisinde belirlenip standart hale getirilmiştir (USDA Forest Service, 2014).

1.3.1. Modelin hesapladığı parametreler

Kent ormanı yapısı (tür kompozisyonu, ağaç örtüsü, ağaç yoğunluğu, ağaç sağlığı, yaprak alanı, yaprak biyokütlesi, çalı ve toprak örtüsü) hakkındaki bilgileri,

$$CF = GA / TA$$

Burada CF taç rekabet faktörünü, GA ağacın taç alanını ve TA ise ağaç tacının yüzde değerini temsil etmektedir.

$$K = (\% CON \times 0.52) + (\% HRD \times 0.65)$$

Burada %CON alandaki koniferlerin taç yüzdesini, %HRD geniş yapraklı ağaçların taç yüzdesini temsil etmektedir. Işık tükenme katsayısı koniferler için 0.52, yaprağını döken ağaçlar için 0.65' tir.

$$La\ l = \ln (I / I_o) I - k$$

Burada La l yaprak yüzeyi indeksini, I taç altındaki ışık yoğunluğunu, I_o taç üzerindeki ışık yoğunluğunu, k ise ışık tükenme katsayısını temsil etmektedir (USDA Forest Service, 2014).

1.3.2. UFORE modelinin kullanım amacı

- Kent ormanının saatlik uçucu organik bileşik miktarının tahmini(ozon oluşumuna katkı sağlayan emisyonlar),
- Hava kirliliğinin saatlik verileri(ozon için, kükürt dioksit için, azot dioksit için, karbon monoksit için ve 10 mikrondan daha az olan partiküller için),
- Türlerin hava kalitesi üzerindeki etkileri,
- Kent ağaçlarının karbon tutma kapasiteleri,
- Türlere göre böcek ve hastalık potansiyeli(Çingene güvesi, asya longhorned böceği),
- Polen alerjisi değerlendirmesi,
- Egzotik türlerin kompozisyonu,
- Ağaç terleme oranları tahminlerini yapmak için kullanılmaktadır (USDA Forest Service, 2014).

1.3.3. UFORE modelini oluşturan modüller

Kent ormanı yapısı: Bu modül kent ormanı yapısının daha iyi kullanılması için orman yapısının sisteme kayıt edildiği aşamadır. Sisteme kayıt edilen bilgiler arasında ağaç tür kompozisyonu, ağaç yoğunluğu, ağaç sağlığı, yaprak yüzey alanı, yaprak biyokütlesi ve ağaç biyokütlesi tahminlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Örnekleme: Bu modül de kent ormanının yapısını belirlemek için iki temel örnekleme çeşidi kullanılmaktadır:

- **Randomize ızgara örnekleme yöntemi:** Randomize ızgara örnekleme metodun da, çalışma alanı eşit ızgaralara bölünür ve istenilen sayıya göre grid parselleri elde edilir. Alan istenirse daha küçük parsellere ayrılabilir. Rastgele örnekleme yaklaşımı değerlendirme aşamasını daha kolay olmasını sağlamaktadır. Bu örnekleme metodu sayesinde ileriye dönük nüfus artışı ve maliyet hesapları ile ilgili değişimlerin tahminleri elde edilecektir.
- **Tesadüfi örnekleme yöntemi:** Tabakalı rastgele örnekleme metodunda, çalışma alanı tabakalara bölünmeden önce rastgele dağıtılır. Bu işlem arazileri kullanan kullanıcıları dağıtarak tabakalara ayırmayı sağlar. Birincil odak kullanıcı ağaç yoğunluğunun fazla olduğu yerde ise araziler daha çok bu alanlara dağıtılmalıdır. Bu yaklaşımın dezavantajı zaman içerisinde tabakalar arasındaki değişikliklerin değerlendirilmesinin zor hale gelmesidir.

Veri toplama ve değişkenler: Bir UFORE arsası üzerinde toplanan verilerin dört genel türü vardır:

- **Genel plan bilgileri:** Arsaları ve genel özelliklerini tanımlamak için kullanılır.
- **Çalı bilgileri:** Çalı bitkilerinin yaprak alanı, biyokütle, kirlilik kaldırımı ve tahmini uçucu organik maddelerin çalılar tarafından emisyon tahminleri gibi bilgileri içerir.
- **Ağaç bilgileri:** Ağaçların yapısal özelliklerini tahmin etmek, voc emisyonları, karbon depolama ve tutma kapasiteleri, enerji tasarrufu etkileri, ağaçların miktarı ve olası zararlı etkileri vb. bilgileri içerir.

- **Toprak üstü verileri:** Çalışma alanındaki farklı toprak örtüsü çeşitlerinin dağılımını bilgilerini içerir.

Değişken açıklama: Tercih edilen örnekleme çeşidine göre rastgele yada tabakalı olma durumuna göre arazilerin tespit edilmesi gerekir. Arazi sayısı arttıkça modelin hata payı da azalacaktır.

Referans verileri: Parseli tanımlamak amacıyla fotoğraflar, arsa ölçüm verileri ve yerin saptanması için 2 adet referans noktasının belirlenmesi gerekmektedir. Her referans nesnenin uzaklığı, yönü, derecesi vb. bilgiler elde edilmeli, referans noktası bina veya otoyol gibi farklı yüzeylere gelir ise ölçüm noktası ağaca göre seçilmelidir.

1.3.4. Veri tabanı yapısı

Modeli çalıştırmak için çeşitli veri girişi ayarları bulunmaktadır:

- Arazi verileri-kullanıcı tarafından doldurulur.
- Türlerin listesi veri tabanı-türler hakkında temel bilgileri içerir.
- Yer veri tabanı-belirli bir konuma, temel, coğrafi ve diğer bilgileri içerir.
- Hava veri tabanı-genellikle ulusal iklimsel veri merkezi sitesinden elde edilir.
- Kirlilik verit abanı-genellikle ABD EPA sitesinden elde edilir.

1.3.5. UFORE modelinin uluslararası sürümü

UFORE uluslararası sürümünü Amerika Birleşik Devletleri dışında kullanabilmek için i-Tree programının Eco versiyonu geliştirilmiştir.

i-Tree Eco versiyonunda uluslararası bir proje elde edebilmek için bazı gereksinimler bulunmaktadır:

Konum bilgisi: Modeli çalıştırmak için şehirde veya bölgelerde ki yerel analizlerin yapılması gereklidir. Kullanıcıların yer ve konum bilgilerini form olarak girmeleri gerekmektedir.

Yeni tür bilgisi: Veri tabanında olmayan bir tür ile karşılaşılırsa, kullanıcılar veri tabanına yeni türler için gerekli bilgileri içeren bir form doldurmaları gerekmektedir. İstenilen bilgiler olmadan bu modül çalışmayacaktır.

Saatlik kirlilik verileri: Kullanıcı saatlik kirlilik verilerini standart forma göre oluşturmalıdır. Kirlilik verileri tahminler için önemlilik arz etmektedir.

Saatlik iklim verileri: Saatlik iklim verileri standart bir formatta dünyanın birçok yerinde yapılmamıştır. Kullanıcı verileri belirlemek için en meteoroloji istasyonuna gidip hava verit abanı haritasını sisteme uygun formatta kayıt etmelidir. Bu tahminler kirliliği giderme ve biyojenik emisyon için gereklidir.

Sınır tabaka yüksekliği verileri: Sınır tabaka yüksekliği verileri mevcut ise kullanıcı bu verileri biçimlendirmelidir. Kirliliği giderme tahminleri için gerekli bir veridir.

Yerel türler için gölgelendirme katsayıları: Türlerin ışığı kapatma yüzdeleri ekosistem tahminlerinin gelişmesine katkı sağlayacaktır.

Biokütle formülleri: Ağaçların tepe çaplarıyla orantılı olarak karbon tahminlerinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır.

Büyüme oranları: Türlerin yıllık ortalama büyüme katsayılarını tahmin etmek için kullanılacaktır.

Yerel türler: Sistem üzerindeki türler ABD' de bulunan türlerdir. ABD dışı kullanıcıların sistemden faydalanmaları için kendi yerel türlerini sisteme girmelidirler.

1.3.6. Uluslararası değişkenler

Alan verileri girilirken ondalık olarak virgül kullanılmalıdır. ABD dışı ülkelerde 1,234.56 ile 1.234,56 gösterimi farklıdır. ABD'de ondalık noktaları ve virgüller farklılık göstermektedir. Bu farklar modelin işlemesinde sorunlara yol açabilecektir. Bu sorunun kodu çözülmeli ve kullanıcı kullandıkları sayı sisteminin ne tür olduğunu belirtmelidir. Türlerin listesi veri tabanında bilimsel isimleriyle birlikte eş anlamlı 4.800 tür kodu bulunmaktadır. Uluslararası tür farklılıklarını gidermek için, ortak veri tabanında gerekli olan bu türler hakkında bilgi ile birlikte, türler listesi veri tabanında bulunmayan, kendi ülkesinde bulunması muhtemel türler listesi vermek gerekecektir.

- Ağaçların gölgelendirme katsayıları
- Türlerin verileri ülkelerin konumuna göre farklılık göstermektedir, bu yüzden yerel veri bilgileri eklenmelidir.
- Yaprak tipleri, yaprağını döken, herdemyeşil, otsu ve bilinmeyen olarak belirlenen verilerdir.
- Yaprağın palmiye, ladin, çam yada otsu gibi hangi türe sahip olduğunun belirlenmesidir.
- Türlerin bulunduğu kıta Afrika, Antartika, Kuzey Amerika, Güney Amerika, Asya, Avustralya, Avrupa veya diğer şeklinde sisteme girilmelidir.
- Ülkelerin yerel türleri belirlenmelidir.

- Programda zararlıların belirlenmesi gereklidir(Hollanda karaağaç hastalığı vb.).
- Ortalama ağaç yükseklikleri belirlenmelidir.
- Ağaçların tür, cins, sınıf ve altsınıf bilgileri gereklidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Larcher (1980)'e göre; Ağaçların aktif olarak büyürken fotosentez süresince aldığı karbondioksit oranı, solunum süresince gazın salıverme oranından daha fazla olabilecektir. Bu durum atmosferdeki karbondioksit oranını azaltacaktır. Bina çevresindeki ağaçlar ısınma ve hava koşulları gereksinimini azaltırlar. Böylece elektrik üretimi ile ortaya çıkabilecek karbondioksit yayılmasını azaltabilirler.

Kalıpsız (1984)'a göre; Envanter belirli bir üretim sürecinde üretime katılan bileşenlerin ölçülmesi işlemi olarak değerlendirilmektedir. Envanter alışması planlama aşamasının en yorucu ve zaman alıcı kısmıdır. Yapılan bilimsel çalışmalara göre veri toplama aşaması planlama maliyetlerinin yaklaşık %80-85'lik kısmına karşılık gelmektedir.

Miller ve McPherson (1991)'a göre; Kent içinde hızlı büyüyen ağaçlar yavaş büyüyen ağaçlara nazaran daha fazla karbondioksit tutmasına rağmen bu avantaj hızlı büyüyen ağaçların daha genç yaşta ölmesi ile kaybolmaktadır. Uzun süre ağaçların karbondioksit depolamasına etki eden en önemli faktörlerden biriside kent ağaçlarının hayatta kalma süresidir. Yol ve yerleşim yerlerinde kullanılan ağaçların tesis edildiği ilk 5. yıldan sonra %10-30 arasında kayıp olabilmektedir.

McPherson ve Rowntree (1993)'ye göre; Kentsel ağaçlandırmalarda sık ağaçlarla azaltılmış hava sıcaklığı ve rüzgar hızı soğutma ve ısınma talebini azaltabilir. Yerleşim alanları çevresindeki ağaçlardan elde edilebilecek enerji koruma yararları ölçülmüş bilgisayar simülasyonu ile tahmin edilmiştir.

Jo vd. (1995)'ne göre; Kent ağaçları kırsal ağaçlara göre daha hızlı büyüme eğilimi gösterdiklerinden dolayı ağaç başına daha fazla karbondioksit tutarlar.

Yomralıoğlu (2000)'na göre; Kent Bilgi Sistemleri (KBS), "kentsel faaliyetlerin yerine getirilmesinde optimum-karar verebilmek için ihtiyaç duyulan planlama, altyapı, mühendislik, temel hizmetler ve yönetimsel bilgileri hızlı ve sağlıklı bir şekilde irdelemek amacıyla oluşturulan, konumsal bilgi sistemlerinden biridir" şeklinde tanımlanır.

Gül ve Küçük (2001)'e göre; Medeniyetin ve yaşam kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilen açık ve yeşil alanlar, kentsel ortamdaki önemi her geçen gün giderek artmaktadır. Kentleşme sürecini yaşayan Isparta kenti, Süleyman Demirel Üniversitesinin 1992 yılında kurulmasıyla birlikte sosyal, ekonomik, ekolojik ve kültürel yapısında önemli değişiklikler gözlenmektedir. Bu değişiklikler, özellikle açık ve yeşil alan ve rekreasyonel ihtiyaç ve etkinliklerini de giderek artırmaktadır.

Gül ve Küçük (2001)'e göre; Isparta kenti, mevcut düzenlenmiş aktif açık ve yeşil alanlar (kent ve mahalle parkları, çocuk bahçeleri ve oyun alanları) nitelik ve nicelik olarak yetersiz olup kişi başına ortalama 3m^2 düşmektedir. Ancak yol, cadde, mezarlık, kent ormanları ve koruluklar ve diğer potansiyel açık- yeşil alanlarda dahil edildiğinde kişi başına ortalama 14.6 m^2 yeşil alan düşeceği tahmin edilmektedir. Modern, yeşil ve yaşanılabilir bir Isparta kenti oluşturabilmek için, öncelikle açık ve yeşil alanların nitelik ve niceliğini bilimsel, ekolojik ve teknik kriterler dikkate alınarak bir bütünlük içinde planlanması, tasarlanması ve yönetilmesi ile mümkün olabilecektir.

Yomralıoğlu ve Çete (2002)'ye göre; Kent Bilgi Sistemleri, yönetimsel amaçlı işlevleri yerine getirirken, veri, yazılım, donanım, insanlar ve yöntemler gibi temel bazı bileşenlere de ihtiyaç duyar. Bunlardan veri bileşeni en önemli olanıdır. Bilginin hammaddesi durumunda olan verinin toplanması maliyet ve zaman olarak bütüncül bir sistem içerisinde önemli bir yer tutar. Sistemin düzenli çalışması için ayrıca uygun yazılım-donanım yanında, kurulacak sistemi kullanacak, denetleyecek insanlara da ihtiyaç vardır. İlave olarak, işlemlerin mevzuata, kural ve standartlara uygun bir şekilde işleyebilmesi için yöntemlere de gereksinim duyulmaktadır.

UNFCCC (2005)'ye göre; Dünya ölçeğinde ciddi bir sorun haline gelen küresel ısınma, yaşam küresini tehdit eden ancak, endişelenmeyi gerektirmeyecek kadar uzak ya da belirsiz bir gelişme olarak algılanabilir. Ancak yavaş ve sinsi gelişen bu sorunun gelecekte yaşam küresini çok yönlü olumsuz etkileyebileceği ve hatta yeryüzünden insan neslinin bile yok olmasına yol açabileceği belirtilmektedir.

Yılmaz vd. (2006)'ne göre; Kentsel ekosistemler içerisinde önemli yeri olan kent ormanlarının kentlere birçok faydaları vardır. Yapılan çalışmada, kent ormanlarının kentlere sağladığı faydalar; ekonomik, ekolojik ve sosyal boyutları ile değerlendirilmiştir. Bu konularda yapılan bilimsel araştırmaların sonuçları sunularak, kent ormanlarının kentler ve ülkeler için önemli kaynaklar olduğu ortaya konulmuştur.

Gül vd. (2009)'ne göre; Son yıllarda yoğunlaşan insan ve doğa ilişkileri, doğal kaynakların aşırı ve bilinçsizce tüketilmesi, çevre sorunları, çarpık kentleşme gibi etmenleri de beraberinde getirmiş, sonucunda ne yazık ki doğrudan ve dolaylı olarak dünyamızı ve yaşam alanlarımızı olumsuz yönde etkilediğimiz konusu herkes

tarafından kabul edilen bir olgu haline gelmiştir. Küresel ısınma ve olası etkilerinin de insanlığın geleceğini ve yaşamını tehdit eden önemli unsurlardan biri olduğu görüşü geniş kitlelerce kabul edilmektedir. "KÜRESEL ISINMA", 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 karbon dioksitin yaklaşık %97'si doğal yolla yayılmakta (emisyon) dır. İnsan faaliyetleri sonucunda ise yaklaşık %3 oranında atmosferdeki sera gazlarına katkı sağlamaktadır. Toplam emisyonda insan etkisi küçük bir yüzdeye sahip olmasına rağmen uzmanlar, insan ürünü sera gazlarının doğal dengeleri bozabilecek bir konumda olduğunu ileri sürülmektedir. Nitekim bilimsel verilerde bunu kanıtlamaktadır. Özellikle 20-30 yıl içinde çok yönlü insan 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)'ne göre; Yerküremizin karbondioksit için depo veya rezerv alanları; atmosfer, okyanuslar ve karasal biyosfer ortamlar olduğu bilinmektedir. Karasal biyosferin önemli bir kısmını ormanlar teşkil etmekte ve küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda önemli bir rolü bulunmaktadır. Fotosentez yapan canlılar olarak ormanlar ve diğer yeşil alanlar atmosferdeki serbest karbondioksiti 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 karbondioksitin

orman ekosistemi bünyesinde (bitki, ölü örtü ve toprakta) depolanmasıdır. Bu strateji genelde karbon depolama (carbon sequestration) olarak tanımlanmaktadır. Kent merkezlerinde karbondioksit salınımını azaltmak ve karbon depolama amacıyla kent ağaçları ve kent ormanları önemli bir konuma sahiptir.

Mısır vd. (2011)'ne göre; Bölgesel ve küresel karbon döngüsünü etkileyerek küresel iklim değişikliğinde önemli rol oynayan ormanlar, fotosentez ve solunum ile doğrudan atmosferdeki karbon miktarını değiştirmekte, toprak ve vejetasyonda büyük miktarda karbon depolamaktadırlar. Ormanlar içinde karbonun depolandığı havuzlar, toprak altı biyokütle ile ağaç, ağaççık, diri ve ölü örtü, ölü odun ve toprak organik karbonu olarak gösterilmektedir. Biyokütle ve karbon depolama ile ilgili çalışmalar, çalışma kolaylığı açısından toprak üstü ile sınırlı tutulmakla birlikte toprak üstü biyokütle bileşenlerinden ölü odun, ölü ağaç ve ölü örtü gibi bileşenler dahi dikkate alınmamaktadır. Toprakaltı biyokütle ve köklerde depolanan karbon çalışma zorluğu bakımından sıkça ihmal edilmektedir. Oysa toprak üstünde bitkiler sadece ışık için rekabet ederken, toprak altında su ve birçok bitki besin elementi için rekabet etmektedirler. Bu çalışmada ormanların ekosistem bazında toprak üstü; ağaç, ölü odun, diri örtü ve toprak altı olarak kök biyokütle miktarı ile biyokütle içerisindeki karbon depolama kapasitesinin hesaplanmasına ilişkin kavramsal çatısı oluşturulmuştur.

Polat vd. (2011)'ne göre; İklim değişikliğinin önemli nedenlerinden biri de; atmosferdeki sera gazı düzeyinin artarak güneşten gelen radyasyonu atmosfer içerisinde tutması ve sıcaklık artışlarına yol açmasıdır. Bu nedenle iklim ve çevre çalışmalarında sera gazları salınımının, yayılımının azaltılması ve söz konusu gazların organik ve/veya inorganik bağlayıcılarla tutulması öncelikli konulardır.

Türkiye'nin kurak-yarı kurak iklim kuşağında olması ve aşırı nüfus baskısı nedeniyle yanlış arazi kullanımı çevre ve hava kalitesini azaltarak iklimsel bozunum ve çölleşmeye yol açan süreçlerin ivme kazanmasına neden olmaktadır. Ormanlar, küresel bazda örttükleri toprak ve bitki örtüsüyle en yüksek organik karbon depolanan yutaklardır. Ormanların sera gazlarını bağlama potansiyelinin ve işlevinin yüksek olması iklim değişimi üzerinde olumlu etki yaratmaktadır. Orman alanlarında karbon, biyokütlede ve toprakta tutulmaktadır. Orman örtüsü altındaki topraklarda karbon birikimi, bitkisel artıkların organik maddeye dönüşümü ve organik maddenin ayrışması arasındaki ilişki ile belirlenebilmektedir. Biyokütle de tutulan karbon; toprak üstü biyokütle, toprak altı biyokütle ve toprak üstü ölü ve diri örtüde tutulan karbon olarak tespit edilmektedir. Bununla birlikte Türkiye orman alanlarında bölgesel ve toprak özelliklerine bağlı karbon depolama işlev ve potansiyellerini ayrıntılı olarak ölçen çalışmalar yetersiz düzeydedir.

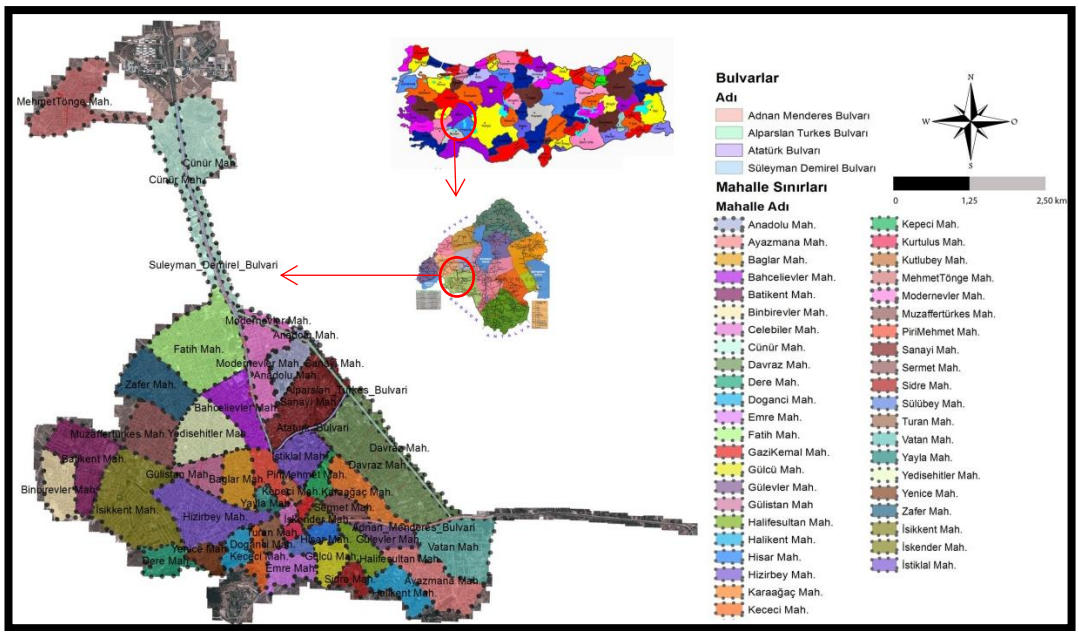
Sivrikaya ve Bozali (2012)'ye göre; Orman ekosistemi karasal ekosistemdeki organik karbonun %76-78'ini tutması bakımından en önemli bir karbon havuzudur ve küresel ısınmanın olumsuz etkisinin azaltılmasına ve bölgesel hatta global düzeyde iklim istikrarının korunmasına önemli bir katkı sağlamaktadır. Orman ekosistemindeki karbon bütçesinin ortaya konması amenajman planlarının yapımında karar verme sürecinin daha etkin ve doğru gerçekleşmesi açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, orman ekosisteminin karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi konusu araştırmacıların ve politikacıların özel ilgisini çekmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma alanı

Isparta ili 300 20’ doğu boylamları ile 370 18’ ve 380 30’ kuzey enlemleri arasındadır. Isparta kenti, Akdeniz Bölgesi ile İç Anadolu Bölgesi’nin kesiştiği bir noktada, Göller Yöresi’nin iç kesiminde bulunmaktadır (Şekil 3.1.). Isparta kenti, ortalama rakımı 1035 m olan, yaklaşık 70 km^2 genişliğindeki Isparta ovasında yer almaktadır. Isparta kent merkezi güneyden kuzeye doğru az eğimli bir topoğrafyaya sahip olup güneyi yüksek dağlarla çevrilidir (Gül, ve Küçük, 2001).



Şekil 3.1. Isparta kenti genel görünümü ve Türkiye’deki konumu

Ulaşım durumu

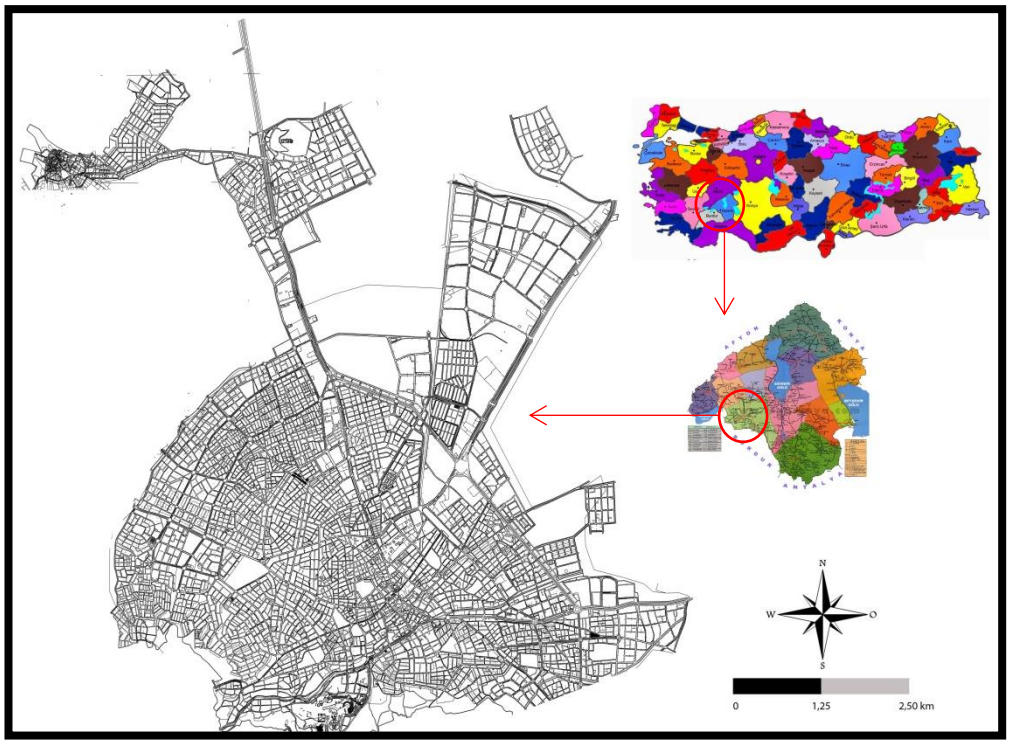
Isparta, Türkiye’nin kuzeyini güneyine bağlayan bir geçiş noktasında olması sebebiyle yoğun bir trafik akışına sahne

olmaktadır. Özellikle Antalya'yı Isparta'ya bağlayan Dereboğazı yolunun açılmasıyla ilin kara ulaşımındaki önemi bir kat daha artmıştır. Kente ulaşımın büyük oranda karayolu ile sağlanmakta, mevcut havayolu ve demiryolu şebekesinden ise gereken verim alınmamaktadır (Polat vd., 2011).

Kentleşme ve alan kullanım yapısı

Isparta kentsel gelişiminin en hızlı yaşandığı dönem, Cumhuriyet sonrasıdır. Bu gelişmeleri iki döneme ayırarak incelemek yerinde olacaktırilki 1960 yılına kadar olan dönemdir. Bu dönemde Cumhuriyetle birlikte ilk kamu kuruluşu yatırımları ve binaları yapılmaya başlanmıştır. Kentin İzmir, Denizli, Dinar, Afyon, Antalya, Konya kentleri ile karayolu bağlantısı kurulmuştur. Uzun yıllar İzmir-Aydın demiryolunun Isparta'nın içinden geçirilmesi konusunda çalışmalar yapılmış, fakat netice alınamamıştır. 1912 yılında açılan İzmir-Eğirdir yolunun Bozanönü-Isparta arasındaki bölümü 25 Mart 1936'da tamamlanarak hizmete açılmıştır (Isparta Valiliği, 1983). Bugün ilde 890 km uzunluğunda demiryolu ağı bulunmaktadır. 2002 yılında ekspres taşımacılığında 42.439 yolcu taşınmıştır. Ayrıca 1037 tonu giden ve 6932 tonu gelen olmak üzere toplam 7969 ton yük taşımacılığı yapılmıştır.

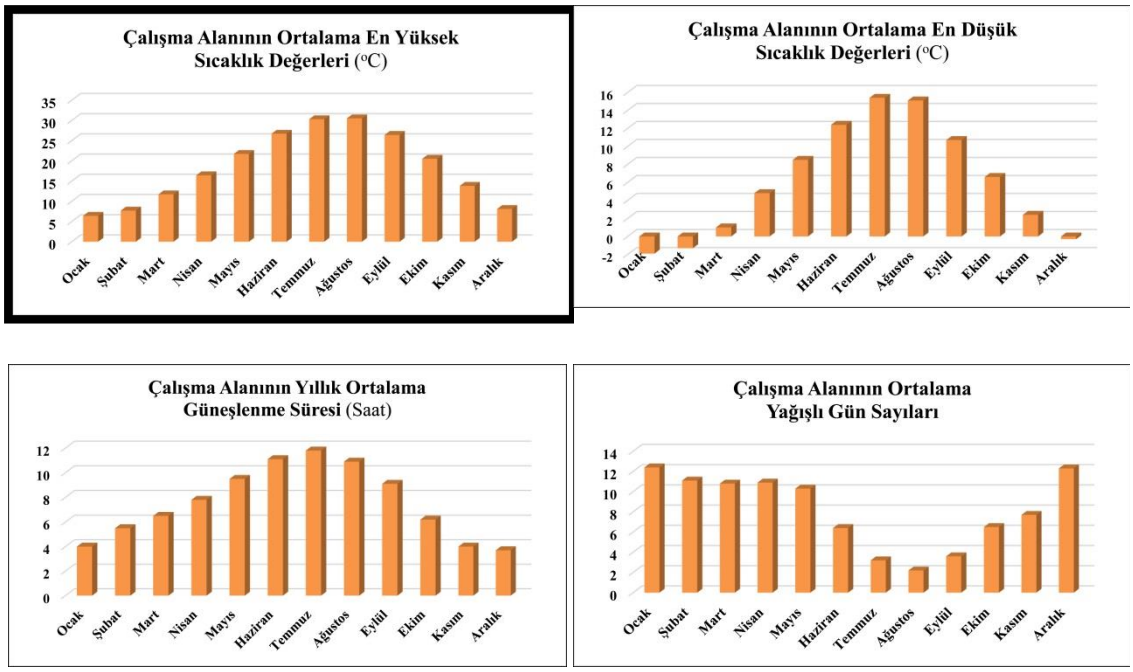
Isparta kent bütününün imar planından
Şekil 3.2.) elde edilen alan kullanım miktarlarına bakıldığında tüm alanın 1848 ha. olduğu, bunun % 34'ünü konut alanlarının ve % 19.16'sını da ulaşımla ilgili altyapılar olan yolların kapladığı görülmektedir.



Şekil 3.2. Isparta kenti imar planı

İklim

Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Kışları serin ve yağışlı yazları ise sıcak ve kurak geçmektedir. Yağışların büyük bir bölümü kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir. Yıl içinde en çok yağış Aralık ve Ocak aylarında yaşanmaktadır. Aylık yağış miktarları Ağustos ayına kadar düzenli olarak düşmekte ve Temmuz, Ağustos aylarında en kurak dönemine ulaşmaktadır. Eylül'den itibaren yağış miktarı tekrar artmaya başlamaktadır. Bitki örtüsü bozkırdır. Isparta'nın Akdeniz iklimini yaşayamamasının nedenlerinden biri ise Toros Dağları'nın arkasında kalmasıdır (Devlet Metoroloji, 2015). Isparta kentine ait yıllık ortalama en yüksek ve en düşük sıcaklık, yıllık güneşlenme süresi ve yağışlı gün sayıları gibi iklim bilgileri Şekil 3.3.'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Isparta kentine ait iklim bilgileri de verilmiştir.

Topografik yapı

Isparta kenti topoğrafik haritası, yükselti gruplarına ayrılarak incelendiğinde 7 farklı yükseklik kademesi oluşmaktadır. Araştırma alanı içinde 920-1150 m rakıma sahip alanlar % 54'lük orana sahipken 2000-2700 m rakıma sahip alanlar ise % 2'lik orana sahiptir (Akten, vd. 2009).

Alana ilişkin eğim analizleri sonuçlarına göre ortalama eğim % 0-2'dir. Bu alanlar araştırma alanının % 35'ini oluştururken yamaçlarda ise eğim %12-30 olup, alanın %19'unu oluşturmaktadır (Akten, vd. 2009).

Gerçekleştirilen bakı analizleri sonucunda araştırma alanının %18'lik kısmı düz, %5'lik kısmının ise kuzeydoğu bakıya sahip olduğu belirlenmiştir (Akten vd. 2009).

Nüfus durumu

2010 yılı nüfus sayımına göre kent merkezi 223.000, merkez ilçenin (köy ve beldelerle birlikte) nüfusu 244.045'dir. Isparta, nüfusu artan bir kenttir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun yayınladığı 2010 Yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi veri tabanına göre 223.000 olan merkez nüfusuyla Isparta; Akdeniz Bölgesi'nin en önemli kentlerinden biridir. Isparta, nüfus bakımından Türkiye'nin 29. büyük kentidir.

Isparta kent merkezi tarihi ve kültürel değerleri

Isparta'da Geleneksel Konut Yapısı: Isparta'nın evleri ilk kuruluşundan beri üzeri toprak damlarla örtülü ahşap dam evlerdi. Her evin önü kıbleye (güneye) bakar ve açık olur, sokağa bakan yüzlerine pencere konulmazdı. Evler iki kattan fazla olmamak üzere Doğudan, Batıya ambar gibi kısımlar, üst katlarda oturma ve yatak odaları, salon ve hanaylar bulunurdu. Helâlar evden uzakta, derin kuyular üzerine yapılırdı. Her evin önünde veya arkasında yarım dönümden az olmamak üzere bahçesi bulunurdu. Her odada, kapı karşısına gelecek şekilde bir ocak vardı. Odaların tavanları, dam direklerinin üst yüzüne çakılır, direkler açıkta görülürdü. Bu suretle çürüyen direkleri görüp değiştirmek mümkündü. Önleri Doğu, Batı veya Kuzeye bakan evler pek azdır. Odaların büyüklüğü dört ve tavan yüksekliği 3 - 3,5 m. kadardır. Yaz ve kış odaları başkadır. Odaların kışın güneş görmesi, yazın serin olması sağlanırdı. Sokağa karşı pencere konulmaması, sokak gürültüsünün duyulmaması ve evdekilerin dışardan görünmemelerini sağlamak içindir. Damlara ilespi denilen gök-sarı renkli bir killi toprak konur ve yağmurlu havalarda yuvak taşıyla yoğurularak sertleştirilir ve akması önlenir. Başkasının ve komşusunun evini gözetleyecek şekilde pencere açmak adet değildir. Bu adet Rumlar'da da vardır. Odaların

pencereleri geniş sofalara açılır. Evler, temelden tavana kadar taşlarla yapılır, toprak harç kullanıldığı takdirde, depremlerde kolayca yıkılır. Tuğla ve kiremitli evler Hicri 1100 (M. 1690) yılından sonra yapılmaya başlanmıştır. Yeni evler 2 - 3 katlı, 3 - 4 odalı, salon veya sofalı yapılmaktadır (Böcüzade, 1983).

Tarihi Camiler: Isparta kent merkezinde tarihi değeri olan 7 adet camii bulunmaktadır. Bunlar; Kutlubey Camii, Hacı Abdi Camii (İplik Pazarı Camii), Mimar Sinan Camii (Firdevs Bey Camii), Peygamber Camii (Abdi Paşa Camii), Ferahiye Camii (Derviş Paşa Camii), Hızırbey Camii ve Meydanlık Camii olarak sıralanmaktadır (Böcüzade, 1983).

Tarihi Kiliseler: Isparta kent merkezinde tarihi değeri olan 5 adet kilise bulunmaktadır. Bunlar; Ayanikola Kilisesi, Ayayorgi Kilisesi, Meryemana Kilisesi, Azdıoğlu Kilisesi ve Istavroz(Aya Todoros) Kilisesi olarak sıralanmaktadır (Böcüzade, 1983).

Tarihi Medreseler: Isparta kent merkezinde tarihi değeri olan 6 adet medrese bulunmaktadır. Bunlar; Sa'diye Medresesi, Şakirzade Medresesi, Harabizade Medresesi, Hasan Efendi Medresesi, Müftü Efendi Medresesi, Mehdioğlu (Müfti) Medresesi olarak bilinmektedir (Böcüzade, 1983).

Eski Okullar: Isparta kent merkezinde Osmanlı dönemi zamanında 10 adet okul bulunmaktadır. Bunlar; İdadi Mektebi, Sadiye Mektebi, Ravzai İrfan Okulu, İnas Rüştüyesi (Isparta'da ilk Kız Ortaokulu), Öğretmen Okulu olarak bilinmektedir. Ayrıca bu dönemde Rumlara ait biri Rüştiye(ortaokul) olmak üzere 4 adet ve Ermenilere ait ise 1 adet okul bulunmaktadır (Böcüzade, 1983).

Tarihi Çeşmeler: Karpuz çeşmesi denilen ve dört yönde muslukları bulunan, büyük çeşme Isparta'ya su getiren Kepeci Hacı Mustafa Ağa tarafından, Halil Hamid Paşa adına yaptırılmıştır (Böcüzade, 1983).

2000-2004 yılları arsında toplam 43 mahalleye Selçuklu mimarisi tarzında çeşmeler Isparta Belediyesi tarafından yapılmıştır.

Isparta kentsel yeşil alanları

Isparta kent merkezinde mevcut 44 mahalle bulunmaktadır ve her mahallede bulunan açık ve yeşil alanların toplamı 204 ha'dır. Isparta kentinde yer alan tüm açık ve yeşil alanların miktarı kent alanının yaklaşık % 9'unu oluşturmaktadır.

Isparta kenti mahallelerinde 136 adet küçüklü büyüklü mahalle parkı bulunmaktadır ancak bu parkların tamamı kullanışlı ve rekreasyonel faaliyetlere uygun değildir. Gül vd. (2001)'ne göre Isparta kenti mahalle düzeyinde düzenlenmiş ve halen kullanılmakta olan toplam aktif yeşil alan miktarı (park, çocuk bahçesi ve oyun alanı) toplamı yaklaşık 288.600 m^2 olup kişi başına 1,1 m^2 düşmektedir. Buna karşın mahalle düzeyinde düzenlenmemiş potansiyel açık-yeşil alan miktarı toplamı 760.000 m^2 olup, kişi başına en az 5 m^2lik bir kapasiteye sahiptir.

Ayrıca Isparta kentinde 3 adet kent parkı ve mesire alanı bulunmaktadır. Bunlar, Isparta kent merkezinin güneydoğu yönünde yer alan 350.705 m^2 alan büyüklüğüne sahip Gökçay Kent Parkı, Isparta kent merkezinin güneydoğu yönünde yer alan 61.566 m^2 alan büyüklüğüne sahip Ayazmana Kent Parkı ve Isparta kent merkezinin kuzey yönünde yer alan 174.903 m^2 alan büyüklüğüne sahip Çünür Tepesi Mesireliğidir.

Isparta kentinde açık ve yeşil alan kapsamında Atatürk Bulvarı, Süleyman Demirel Bulvarı, Adnan Menderes Bulvarı ve Alparslan Türkeş Bulvarı olmak üzere 4 adet büyük bulvar bulunmaktadır. Atatürk Bulvarı yeşil alan miktarı 80.000 m^2 civarındadır. Süleyman Demirel Bulvarı yeşil alan miktarı 28.000 m^2'dir. Adnan Menderes Bulvarı yeşil alanı 9.000 m^2'dir (Gül, vd., 2001). Alparslan Türkeş Bulvarı'nın yeşil alan miktarı ise yaklaşık olarak 25.000 m^2'dir.

3.1.2. Isparta kenti bulvarları

Süleyman Demirel Bulvarı

Isparta Kent'inin kuzeyinde bulunan Çünür Kavşağı'ndan başlayıp Isparta Belediye Binası'nın önüne kadar devam eden ve Isparta kentini İstanbul, İzmir, Ankara gibi İllere bağlayan 6.12 km uzunluğunda olan oldukça önemli bir akstır. 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. Bu çalışma için en uygun alan olarak Süleyman Demirel Bulvarı öngörülmüştür. Süleyman Demirel Bulvarı'na ait görüntüler Şekil 3.4.'de verilmiştir.

Şekil 3.4. Süleyman Demirel Bulvarı'na ait görüntüler

Adnan Menderes Bulvarı

Demir köprüden başlayıp Sav kasabası ile birleştiği kavşağa kadar uzanan ve 5,95 km uzunluğunda olan bir akstır. Bulvarda refüj genişliği sabit olmayıp 5-7 m arasında değişim göstermektedir. Yol genişliği ise ortalama 30 metredir. Yol boyunca yaya yolu (tretuvar) bulunmakadır ise 1-3 metre arasında değişebilmektedir. Adnan Menderes Bulvarı'na ait görüntüler Şekil 3.5.'de verilmiştir.

Şekil 3.5. Adnan Menderes Bulvarı'na ait görüntüler

Alparslan Türkeş Bulvarı:

Alpaslan Türkeş Bulvarı üzerindeki Antalya yol kavşağından başlayıp Adnan Menderes Bulvarı ile kesiştiği kavşağa kadar devam eden ve 5,05 km uzunluğunda olan bir akstır. Bulvarda refüj genişliği sabit olmayıp 6-7 metre arasında değişmektedir. Bulvarın her iki yanında servis yolu mevcuttur. Yol genişliği ise 30 metredir. Yaya yolu (tretuvar) ise tüm bulvar boyunca bulunmayıp belirli bölgelerde genişliği 75 cm ile 2 metre arasında değişebilmektedir Alparslan Türkeş Bulvarı'na ait görüntüler Şekil 3.6.'da verilmiştir.

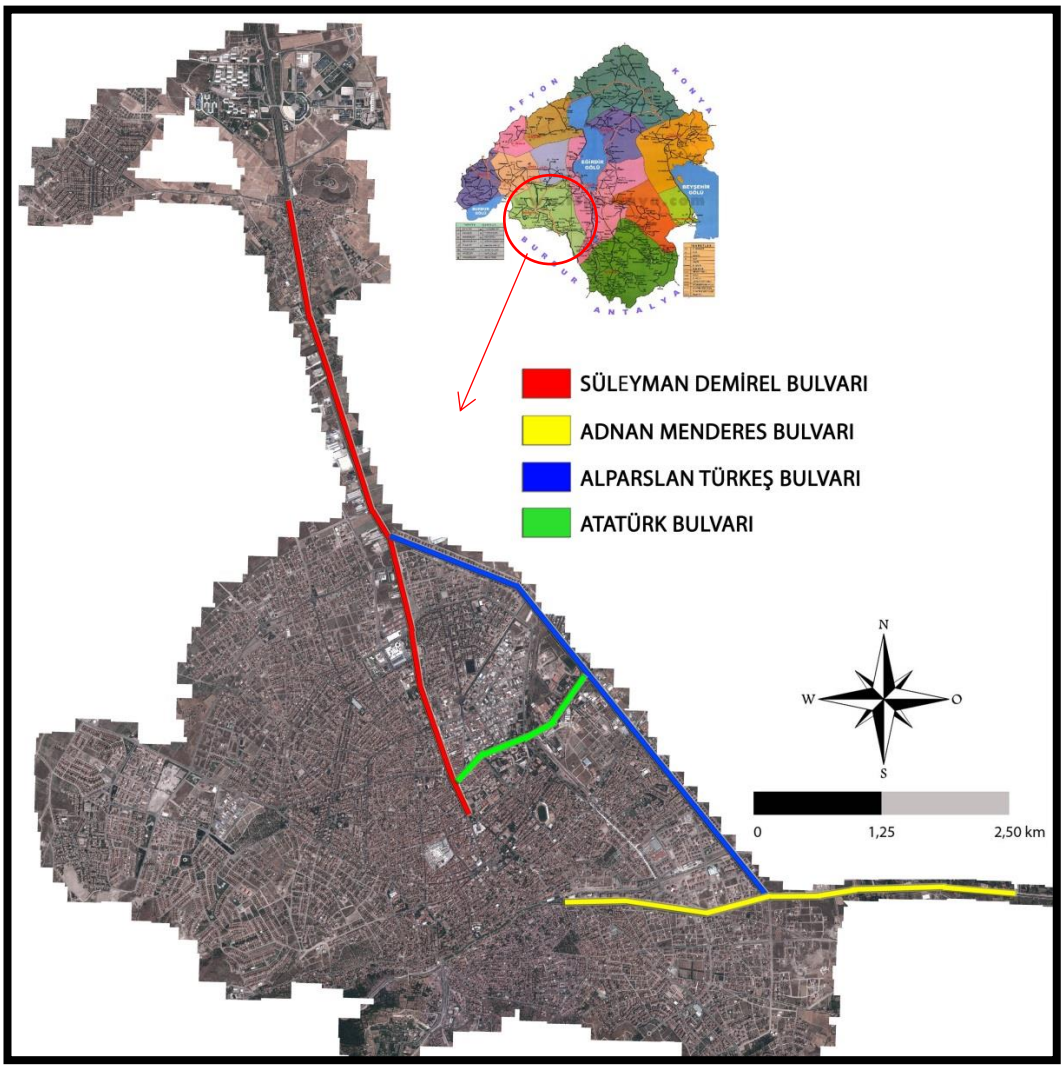
Şekil 3.6. Alparslan Türkeş Bulvarı'na ait görüntüler

Atatürk Bulvarı

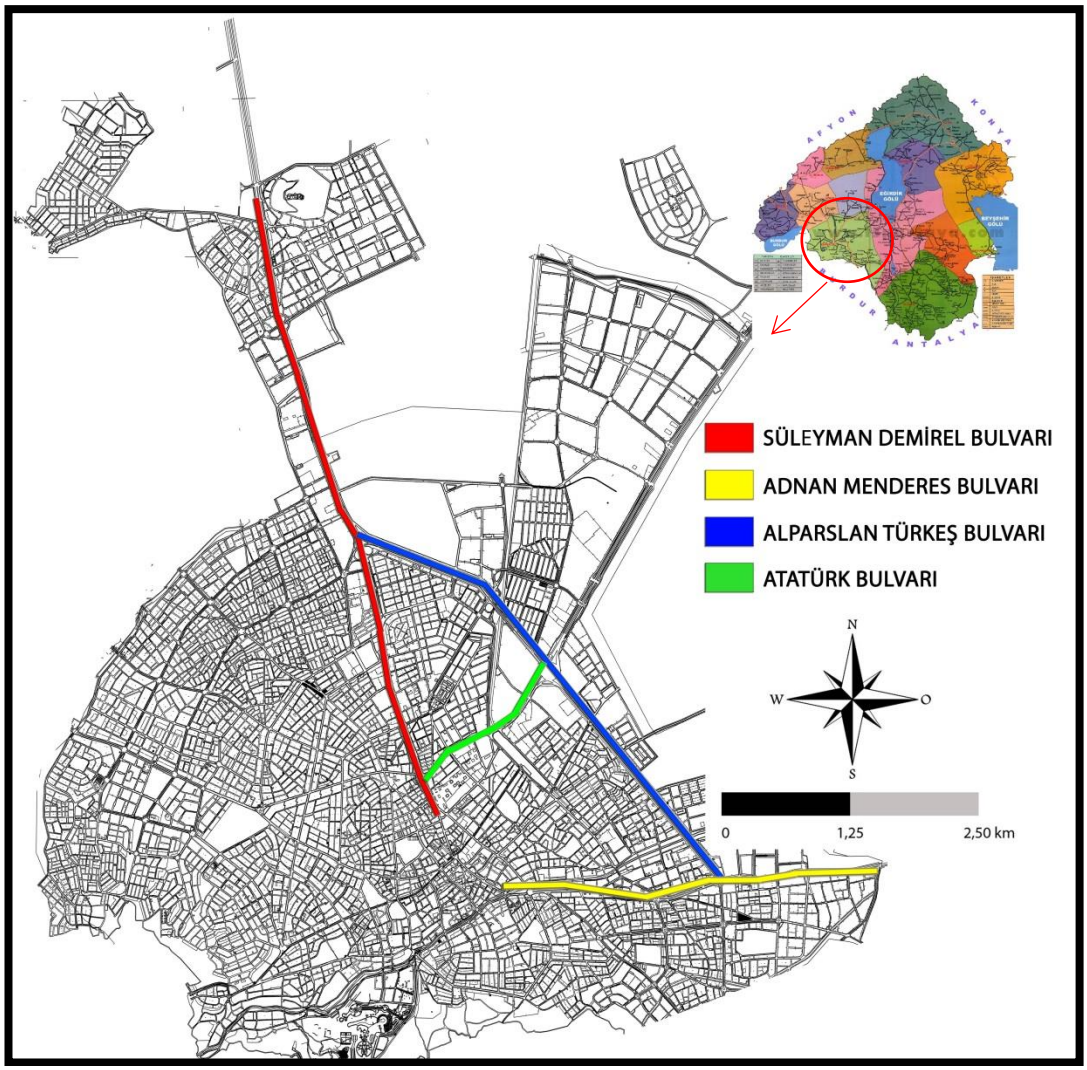
Özkanlar kavşağında başlayıp 40.Piyade Alayı bitimine kadar kadar devam eden ve 3.30 km uzunluğunda bir akstır. Bulvarda refüj genişliği sabit olmayıp ortalama 10 m arasında değişmektedir. Yol genişliği ise 30 metredir. Yaya yolu (tretuvar) ise tüm bulvar boyunca bulunmayıp belirli bölgelerde genişliği 75 cm ile 3 metre arasında değişebilmektedir. Atatürk Bulvarı'na ait görüntüler Şekil 3.7.'de verilmiştir.

Şekil 3.7. Atatürk Bulvarına ait görüntüler

Isparta kentine ait tüm bulvarların uydu görüntüsündeki ve imar planındaki konumları aşağıdaki Şekil 3.8. ve Şekil 3.9.'da verilmiştir.



Şekil 3.8. Isparta kenti uydu görüntüsünde bulvarların görünümü



Şekil 3.9. Isparta kenti imar planında bulvarların görünümü

3.2. Yöntem

Çalışmada Amerika Birleşik Devletleri tarafından geliştirilen UFORE modelinin Uluslararası versiyonu olan i-Tree Eco versiyonu dikkate alınarak Isparta ölçeğinde Süleyman Demirel Bulvarı üzerindeki mevcut ağaçlarda uygulanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın amacı ve kapsamına bağlı olarak izlenecek aşamalar şunlardır;

1. AŞAMA: Çalışma Alanının Belirlenmesi
2. AŞAMA: Envanter Formunun oluşturulması ve arazi çalışmaları
3. AŞAMA: Envanter verilerinin CBS ortamında sayısallaştırılması
4. AŞAMA: i-Tree Eco programında veri tabanı oluşturulması
5. AŞAMA: Sentez ve Çıktılar

3.2.1. Çalışma alanının belirlenmesi

Bu tür çalışmanın gerçekleşmesi için etkin bir envanter çalışması gerekmekte olup öngörülen zaman içerisinde tamamlanabilmesi için Isparta kentinin en önemli bulvarı olan Süleyman Demirel Bulvarı seçilmiştir. Süleyman Demirel Bulvarı'nın çalışma alanı olarak seçilmesinin nedeni Isparta kentinin Ankara, İzmir, İstanbul gibi önemli kentlere çıkış kapısı olarak tanımlanması, diğer bulvarlar ve açık yeşil alanlar ile ilişkilendirildiğinde kentin yeşil dokusu en fazla olan bölgelerinden biridir olması ve bulvarın konumu, yeşil alan miktarı, ağaç sayısı ve ağaç tesis tarihi itibariyle UFORE modelinin uygulanabilmesi için son derece uygun şartlara sahip olmasıdır.

3.2.2. Envanter formunun oluşturulması ve arazi çalışmaları

Envanter çalışmaları çalışmanın en yorucu, zaman alıcı ve maliyeti yüksek olan aşamasıdır. Bu nedenle bu çalışmaların uzman ve deneyimli kişiler tarafından yapılmalı ve sonuçları bakımından

güvenilir ve uygulanabilir, bir hassasiyet düzeyinde gerçekleşmelidir. Arazi çalışmalarına başlanılmadan önce arazi çalışmalarında verilerin bir sistem dahilinde not edilmeleri ve eksik veri toplanmaması için ilk olarak ölçülecek değişkenlere ilişkin veri toplama karnesi yani "Kent Ağaçları Envanter Bilgi Formu" oluşturulmuştur. Form Gül vd. (2015) tarafından önerilmiş olup Çizelge 3.1.'de verilmiştir. Formun doldurulması sırasında kullanılacak sınıflandırmalar ise formun arka kısmında yer alan "Anahtar Bilgi Formu" ile takip edilmiştir (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.1. Kent ağaçları envanter bilgi formu

Kent Ağaçları Bilgi Formu																				
Kayıt Tarihi:……..…../……..…../……..……														Kaydeden:						
														Fotoğraf						
Ağaç sıra No	Ağaç kod No	Latince Adı:	Türkçe Adı	Koordinatlar	Ağacın Alt-Üst Yapılarla Olan ilişkisi **(2)**	Yaş:	Ağaç Boyu (m):	Dalsız gövde yüksekliği (m):	Gövde Göğüs Çapı (cm). (d: 1.30m)	Tepe Taç Genişliği (m)	Gövde sayısı:	Taç ölüm durumu yüzdesi **(3):**	Taçın maruz kaldığı ışık derecesi **(4)**	Taç örtüsünün kayıp yüzdesi (%) **(5)**	Ağaç Formu **(6)**	Ağaç için ayrılan toprak alan boyutları:	**(7)** Sağladığı Işlevsel özellikleri	**(8)** Ağaç sağlığı durumu	**(9)** Ağaç kusurları	**(10)** Bakım ve Korumaya Yönelik Tedbirler
1																				

Çizelge 3.2. Anahtar Bilgi Formu

1) -Bulunduğu Ortam Tipi	2)Ağacın Alt-Üst Yapılarla Olan ilişkisi	
1. Sağ taraftaki Yaya yolu (tretuvar) 2. Sol taraftaki yaya yolu 3. Refüj 4. Park içinde 5. Yol kenarı açık yeşil alan 6. Diğer……..	1. Elektrik direği ve hattı 2. Yangın Vanası 3. Kanalizasyon 4. Telefon Hattı 5. Aydınlatma elemanı 6. Trafo	7. Isıtma Hattı Su şebeke sistemi 8. Durak 9. Havai hatlar 10. Doğal gaz hattı 11. Diğer……

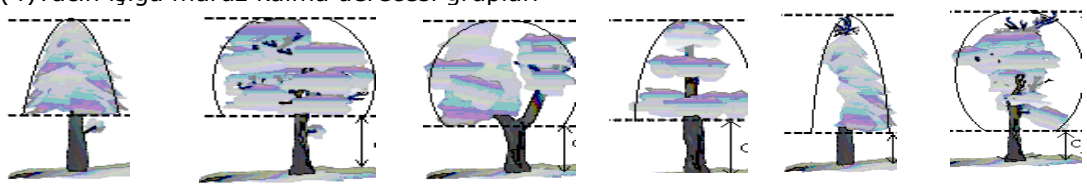
3)-Ağaçların taç ölüm durum yüzdesi	4)-Tacın ışığa maruz kalma derecesi (Crown Light Exposure=CLE) grupları	5) Taç örtüsünün kayıp yüzde değerleri
1. Mükemmel (hastalık veya ölü kısım 1% den az) 2. iyi (%1-10 arası 3. orta (%11-25 4. fakir (%26-50i) 5. kritik (%51-75 6. ölmeye yakın (%76-99 7. ölü (%100)	0-Tam gölge altında olanlar 1-Dört yönden ışık almayanlar 2-Sadece bir yönden ışık alanlar 3-Üsten ve sadece bir yönden ışık alanlar 4-Üstten ve iki yönden ışık alanlar 5-Üstten ve üç yönden ışık alanlar 6-Üstten ve dört yönden ışık alanlar	1. % 0 Taç kaybı 2. %10 Taç kaybı 3. %20 Taç kaybı 4. %25 Taç kaybı 5. %30 Taç kaybı 6. %40 Taç kaybı

6)- Ağaç Formu	(7) Sağladığı İşlevsel özellikleri	
1. Piramit form 2. Sütun form 3. Yuvarlak form 4. Dağınık form 5. Salkım form 6. Yatık (Yayvan) form 7. Konik	1. Ses İzolasyonu 2. Güzel çiçekleri ve kokusu 3. Sınırlayıcı 4. Gölge 5. Yaprak Özellikler 6. Rüzgarı Önleme 7. Sonbahar Renklenmesi	8. Trafik ve Sirkülasyonu yönlendirme 9. Fon oluşturma 10. Vurgu etkisi 11. Kamüfle -kapatma etkisi 12. Anıt özelliği 13. Meyve özellikli 14. Diğer

8)Ağaç sağlığı durumu	9) Ağaç kusurları	10) Bakım ve Korumaya Yönelik Tedbirler	
14. Sağlıklı 15. Entolomojik sorunlar 16. Patolojik sorunlar 17. Yaralı 18. Kovuk oluşumu 19. Büyüme bozukluğu 20. Toksik etkiler 21. Klimatik	1. Kusuru yok 2. Çatallanma 3. Gövde eğriliği 4. Dengesiz tepe 5. Gövde sürgünü verme 6. Kök sürgünü verme 7. Tepe kesik	1. Yok 2. Budama 3. Gergileme 4. Herekleme 5. Temizleme 6. Kök yayılış alanını genişletme 7. Kesim 8. Gövde Sarma 9. İlaçlama 10. Gübreleme	11. Toprak işleme ve takviyesi Izgara yerleştirme 12. Anıt ağaç olarak tescil ettirme 13. Taşıma 14. Destekleme

zararlara 22. Kök ile ilgili sorunlar 23. Baskı etkisi ve boğulma 24. Diğer	8. Diğer

(4)Tacın ışığa maruz kalma derecesi grupları



% 0 Taç Kaybı | %10 Taç Kaybı | %15 Taç Kaybı | %25 Taç Kaybı | %30 Taç Kaybı | %40 Taç Kaybı

(5)Taç Örtüsü Kayıp Yüzdeleri

Ağaç envanteri bilgi formunda, kayıt tarihi, ağacın bulunduğu konumu, ağaç sıra numarası, bitki türü Latincesi ve Türkçesi, koordinatları, ağacın alt ve üst yapılarla ilişkisi, ağaç boyu, dalsız gövde yüksekliği(m), gövde göğüs çapı (cm), tepe taç genişliği (m), gövde sayısı, yaş, ağaç formu, ağaç için ayrılan kök yayılış alanı boyutları, taç ölüm durumu yüzdesi, tacın maruz kaldığı ışık derecesi, taç örtüsünün kayıp yüzdesi sağladığı işlevsel özellikleri, ağaç sağlığı durumu, ağaç kusurları, ağaç bakım ve korumaya yönelik tedbirleri gibi çok detaylı veriler yer almaktadır. Bu bilgi formunda bazı verilerin anlaşılması ve kısaltılması bağlamında yardımcı anahtarda verilen kodlama ile yapılması sağlanmıştır. Bu durum arazi çalışmalarında kolaylık sağlamıştır. Elde edilen ağaç envanteri bilgi formları verileri, ArcMap ve I-tree Eco ortamında hazırlanan ağaç veri tabanı tablosuna kaydedilmiştir.

3.2.3. Envanter verilerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında sayısallaştırılması

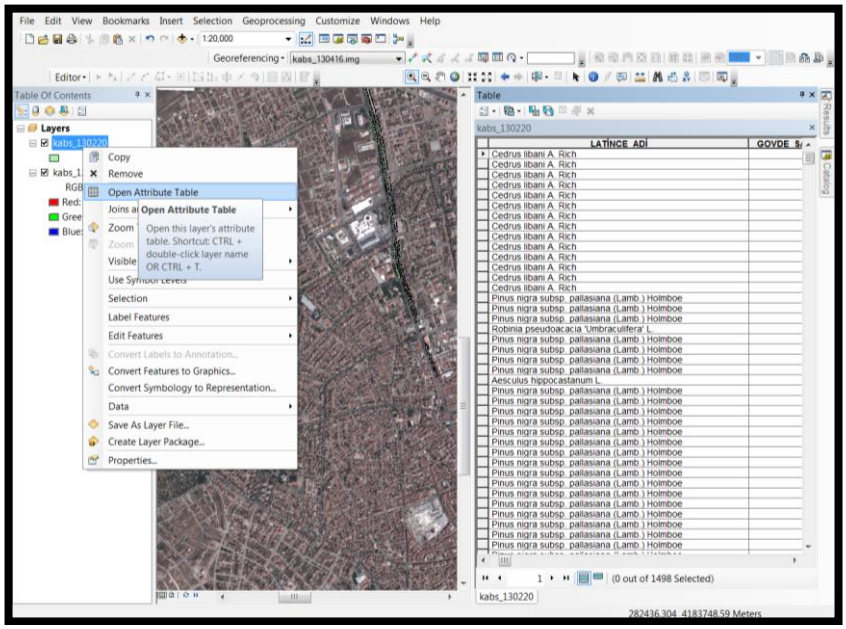
Kent ağaçları verilerin işlenebilmesi için öncelikle sayısal altlıkların oluşturulmuştur. İmar planından yararlanarak envanter

çalışmalarında ağaç veri girişinin daha sağlıklı işlenebilmesi için Google Earth programına ait uydu görüntüleri alınmıştır. Google uydu görüntüleri Sketch Up 8 programı ve Photoshop CS5 ortamında birleştirilmiş ve bütüncül bir altlık harita oluşturulmuştur. Google uydu görüntüleriyle imar planının çakıştırılması, yeryüzündeki konumuyla uyumlu hale getirilmesi için altlık haritalar da rektifikasyon işlemi uygulanmıştır. Rektifikasyon işleminden sonra imar planı ve Google uydu görüntüleri gerçek koordinatlarıyla uyumlu hale getirilmiş ve çakıştırılmıştır. Yapılan bu çakıştırma incelendiğinde imar planı ile uydu görüntülerin tutarlı bir şekilde çakıştığı ve özellikle kentin yeni yerleşim alanlarının mevcut imar planına son derece uyum gösterdiği görülmüştür. Ancak imar planlarının geleceğe dönük olarak hazırlanmış olması nedeniyle bazı yerlerde mevcut durumdan bazı farklılıkların olduğu da belirlenmiştir. Örneğin kentin eski yerleşim alanları ve yolları imar planı ile çoğunlukla örtüşmemektedir. Fakat ağaçlar ile ilgili konumsal verileri, kontrol ölçümlerini total station ile yaparak dönüşümü yapılan NetCAD paftasından elde edilen koordinatlara göre rektifikasyonu yapılmış uydu görüntülerinden alındığı için bu durum çalışmayı olumsuz etkilememektedir.

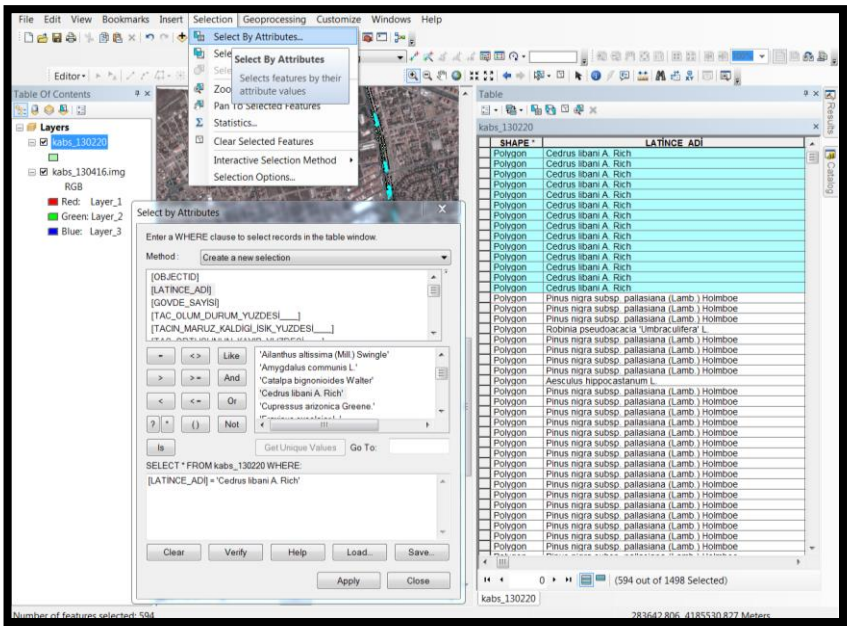
Arazide yapılan envanter çalışmaları ağaç bilgi formunda ki bilgiler doğrultusunda elde edilmiştir ve bu bilgilerin CBS ortamına aktarılması gerekmektedir. Bunun için Arcmap ortamında personal data base dosyası oluşturulmuştur. Personal data base dosyası herhangi bir veri sınırlaması olmadan verilerin güvenli bir şekilde işlenmesi ve depolanması sağlanamamaktadır. Bu dosya içerisinde ver girişinin sağlanabilmesi için shape file dosyası oluşturulmuş ve bu dosya içerisine veriler polygon olarak arazideki yerleri ve envanter form bilgilerine göre ArcMap ortamına işlenmesi sağlanmıştır. Ağaçlara ait veriler shape dosyası içerisinde oluşturulan öznitelik tablosuna ağaç veri formatındaki bilgiler

doğrultusunda işlenmiştir. Süleyman Demirel Bulvarında bulunan ağaçların bilgileri bu veri formatı özelliklerine göre veri girişi sağlanmıştır.

Arazi çalışmaları ile elde edilen verilerin tespit ve sınıflandırılması analizlerinin yapılması ArcGIS ve i-Tree Eco ortamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bulvarda bulunan ağaçların envanter verileri toplu bir şekilde analiz edilerek yorumlanmaya başlanmıştır. Bu süreç ArcGIS ortamında kısaca şöyle açıklanabilir: ArcGIS ortamında dosya açıldıktan sonra çalışma alanına ait öznitelik tablosunu açmak için vektör veri sembolü üzerine gelinip farenin sağ tuşu ile seçenekler açılır ve içinden "open attribute table" sekmesi seçilerek öznitelik tablosu açılır (Şekil 3.10.). Daha sonra, açılan öznitelik tablosunda istenilen unsurun analizi için "selection" komutu seçilir (Şekil 3.11.). Bu işlem ile tabloda seçilen herhangi bir unsurun istenilen özelliğe göre istatistiksel olarak özetlenmesi sağlanır.



Şekil 3.10. Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında open attribute table sekmesinin açılması



Şekil 3.11. Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında selection komutunun açılması ve analizi

Arazi çalışmaları ile elde edilen veriler ArcGIS ortamında sayısallaştırılmış ve elde edilen ağaç bilgi formlarındaki verilerin ArcMap programında işlenebilmesi için ağaca ait vektör tabanlı veri tabanı oluşturulmuştur. Veri tabanı tablosu ağaç bilgi formu bilgilerini içerecek şekilde ArcMap programında netleştirilmiştir. Programda her bir ağaca farklı bir desen ve renk vermek suretiyle taç genişliğinde yuvarlak bir form verilmesi öngörülmüştür. Her ağaç, mevcut taç genişliğine göre programda gösterilmiştir. Her bir ağacın farklı bir numaraya sahip olması amacıyla kodlama sistemi oluşturulmuştur.

Global Positioning System (GPS) ile 6 derecelik koordinat sistemi olarakta bilinen Universal Transverse Mercator (UTM) koordinat sistemine göre dilimlerde her bir ağacın konumu belirlenmiştir. Bu değerler Google Earth verileri kullanılarak doğrulama amaçlı karşılaştırılmıştır. Böylece tüm ağaçların yersel koordinatları doğrulanmış olarak belirlenmiştir.

3.2.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında veri setlerinin oluşturulması

ArcMap programında oluşturulan istatistiki veri setleri, Gül vd. (2015) tarafından geliştirilen , aşağıda belirtilen ölçüm kriterleri ve değer aralıklarına göre hazırlanmıştır. Her çalışma alanı için;

Ağaç Türleri, Sayısı ve Kompozisyonu: Bulvarda kullanılan ağaç türlerinin belirlenmesi, adetleri ve toplamdaki tür komposizyonu içindeki % değeridir. Ağaç türleri belirlenmesi için alandan alınan herbaryum örnekleri ile teşhis edilerek türler belirlenmiştir.

Ağaç Yaşı: Çalışma alanındaki her bir ağaç türünün tesis edildiği tarih dikkate alınarak tahmini yaşı veya yaş aralığı belirlenmiştir. Ağaç yaşının belirlenmesi için birkaç yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler;

- Ağaçların tesis yılı ve dikildikleri yıllar öğrenilmek suretiyle tahmini yaşlar belirlenmiştir. Bu amaçla Isparta Belediyesi, alandaki çevre sakinleri vb. olmak üzere yapılan görüşmelerle yaşlar tahmin edilmiştir. Bazı ağaçların yaşı biliniyor ise bu ağaçlarda elde edilen bilgiler kullanılarak diğer ağaçların yaşları tahmini belirlenmiştir.
- İğne yapraklı ve genç yaşta olan, budama ve uçlarında kırılma olmayan düzgün ağaçlarda yıllık dal halkası sayılmıştır. Bilindiği üzere iğne yapraklı ağaçlar her yıl bir yıllık dal halkası yapmaktadırlar. Doğal ve yapay olarak dal budanması olmadığı zaman bu dal halkaları sayılarak ağaçların yaşları kolaylıkla bulunabilmektedir. Bu yöntem uygulaması ile söz konusu özellikleri taşıyan ağaçların yaşları tespit edilmiştir.

- Tesis yılı, tesis yılındaki yaşı ve yıllık dal halkası saymanın mümkün olmadığı durumlarda ağaçların dip kısmından artım burgusu ile yaş kalemi alınmıştır. Bu yaş halkalarında yıllık halkalar sayılmış ve bu yaşa 1-2 yaş fidan yaşları ilave edilmiştir. Yaşın daha hassas bulunması için artım kaleminin, gövde eksenine dik olarak alınmasına ve özden geçen bir doğrusal hatta olmasına dikkat edilmiştir.

Ağaçların bireysel yaşlarını özellikle arazi çalışmalarında kesin olarak tespit etmek zaman ve teknik yönden mümkün olamamaktadır. Özellikle geniş yapraklı sert oduna sahip ağaç türlerinin yaşlarının tespitinde artım burgu aleti kullanılamadığı için yaşının belirlenmesi söz konusu olamamaktadır. Bu nedenle ağaç yaşlarının tespiti için Isparta Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü ile görüşmek suretiyle ağaçların hangi yılda dikildikleri yani tesis tarihi ve dikildiğindeki fide üretim yaşları öğrenilmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte arazi çalışmalarında özellikle iğne yapraklı türlerden (çam ve sedir gibi) aynı yaş grubunda olabileceklerden bazı örnek bireylerden artım burgu aleti ile yıllık halkalarının sayılması yöntemi kullanılarak yaşları belirlenmiş ve Belediyeden alınan bilgilerle karşılaştırılarak alandaki ağaçların genel olarak yaş tahmini yapılmıştır. Örneğin Süleyman Demirel Bulvarı'nda refüjde yer alan özellikle Toros sediri ve Anadolu karaçamlarının artım burgu aleti ile ortalama 35 yaşlarında olduğu, yaya yolu üzerindeki Toros sedirlerinin ise yaklaşık 16 yaşlarında olduğu belirlenmiştir. Belediyeden alınan bilgilerle tamamen örtüştüğü görülmüştür. Her bir ağacın bireysel veya toplu tahmini yaşları aşağıdaki Çizelge 3.3.'de yaş aralık değerlerine göre yüzde değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 3.3. Ağaç yaş değer aralıkları

Ağaç Yaşı Değerleri
< 5 yaş
6 - 10 yaş
11 - 20 yaş
21 - 40 yaş
41 - 80 yaş
81 - 100 yaş
101 – 120 yaş
121 – 200 yaş
201 – 500 yaş
500yaş <

Ağaç Boyu (m): Her bir ağacın toprak seviyesi ile en üst noktası arasındaki mesafenin metre olarak ölçülen değeridir. Her bir ağacın boy değerleri aşağıda Çizelge 3.4.'de verilen 5 farklı sınıflandırmaya göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.4. Ağaç boyu aralık değerleri

Ağaç Boyu Aralık Değerleri	
<3 m	Küçük Ağaç
3 – 6,9 m	Orta boy Ağaç
7 – 19,9 m	Boylu Ağaç
20 – 50 m	Uzun boylu Ağaç
50 m<	Dev ağaç

Ağaçlar daha fazla ışıktan yararlanabilmek ve fotosentez yapmak için ışığa doğru bir yönelim halindedirler. Bu yönelim sırasında boy büyümesi yaparak üstte yer almaya çalışmaktadırlar. Ağaçlar yaklaşık aynı yaşta olmasına rağmen, ağaç boyları ve göğüs çapı kalınlıkları bakımından farklılıklar göstermektedirler. Ancak, bu farklılık oransal olarak boyda, göğüs çapına kıyasla daha azdır. Bu da ağaçların yaşayabilmeleri ve yaşam mücadelesinde yenik düşmemeleri için, gelişme güçlerini boylanmaya harcadıklarını göstermektedir (Fritts, 1976; Kalıpsız, 1982). Ağaç boyu büyüme

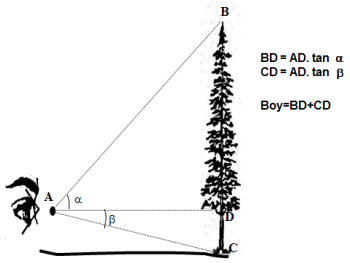
modeli açık bir S eğrisi şeklinde olduğu değişik araştırmalar ile ortaya koyulmuştur (Akalp, 1978; Saraçoğlu, 1988; Çatal, 2009).

Bu ölçümler sırasında değişik yöntemler uygulanmıştır. Bu yöntem farklılıklarının en büyük nedeni geniş arazide çalışılmasından dolayı 3-5 grup çalışma grubunun oluşturulması ve bu çalışma gruplarının envanter işlerini yapmasıdır. Mevcut ölçüm aletlerinden aynı türde değişik sayıda mevcut olmamasından dolayı bu farklılaşmalar olmuştur. Boyu 3-5 m olan ağaçlarda boy ölçme latası veya çelik metre kullanılmıştır. Bu ölçme sırasında pratik olarak toprak seviyesinden uç tomurcuğa kadar boy ölçülebilmektedir. Bu amaçla ağaç dibine koyulan latanın uç tomurcuğa dokunduğu yer boy olarak alınmıştır.

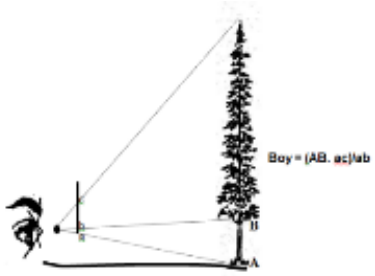
Boy ölçme sırasında Total Station aleti de kullanılarak ağaçların cm ayrıntıya kadar boylar ölçülebilmektedir (Şekil 3.12.). Bu amaçla özellikle geniş bulvar ve yoğun ağaç topluluğunun olduğu alanlarda bu ekipmanın kullanılması öngörülmüştür. Küçük alanlarda Total Station'un kullanımı zaman alıcı ve uzman ekip tarafından kullanılması gerektiği için diğer boy ölçer çeşitleri kullanılmıştır. Total Station ile bu boy ölçme yönteminde ağacın dip ve uç kısmını görecek bir noktadan ağacın uç kısmı ve dip kısmına rasat işlemi yapılmıştır. Böylece iki nokta arasındaki yükseklik farkı elde edilmiştir.

Cetvelin boy ölçer olarak kullanıldığı bu yöntemde ağacın dipten itibaren 2 m'lik kısmı işaretlenmekte ve ağaca göre belirli bir uzaklıktan bakılmaktadır (Şekil 3.13.). Böylece cetvel üzerinde belirli bir yüksekliğin ne kadar cm gösterdiği ve ağacın boyunun cetvel üzerinde ne kadarlık cm gösterdiği orantısı ile ağaç boyu ortaya koyulabilmektedir. Bu yöntemde boy ölçülen nokta ile ağaç arasındaki uzaklığın bilinmesine gerek yoktur. Yönteme ilişkin

şekilsel ve nümerik bir örnek aşağıda verilmiştir. Burada sadece AB mesafesinin bilinmesi yeterli olup, ağaç ile durulan nokta arası mesafenin bilinmesine gerek yoktur. Arazi çalışmalarında en kolay yapılması nedeniyle bu yöntem tercih edilmiştir.



Şekil 3.12. Trigonometrik esaslara göre çalışan boy ölçerin boy hesaplaması



Şekil 3.13. Cetvel kullanılarak boy hesaplaması

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). Cailliez (1980) ve Ayhan (1973) tepe yarıçaplarının en az dört ana yönde ölçülmesi gerektiğini önermiştir. Ancak çalışmada iş ve zaman kaybı olmaması için ağaçların tepe çaplarının birbirine dik iki ana yönde ölçülmüş ve ortalaması alınarak her bir ağacın tepe taç genişlikleri metre cinsinden belirlenmiştir. Her bir ağacın tepe taç genişliği aşağıdaki Çizelge 3.5.'de taç genişliği aralık değerlerine göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.5. Ağaç tepe taç genişliği aralık değerleri

Ağaç Tepe Taç Genişliği Aralık Değeri
<1m
1m - 2.9m
3m - 4.9m
5m - 6.9m
7m - 8.9m
9m - 10.9m
11m - 12.9m
13m - 15m
15m<

Ağaç tepe çapı ile ağacın göğüs çapı arasında bir korelasyonun olduğu bilinmektedir (Avery ve Burkhart, 1994). Batu, (1989), tepe iz düşüm alanı ile ağaç hacmi arasında ilişki olduğunu ve hava fotoğrafları ile ağaç hacminin ortaya koyulabileceğini belirtmiştir. Tepe çapı ile göğüs çapı arasında doğrusal bir ilişki olduğu birçok araştırma ile ortaya koyulmuştur (Dawkins, 1963; Vezina, 1962). Ayrıca, tepe çapı ile ağaç boyunu içine alan çalışmalar da vardır.

Ağaç Yoğunluğu veya Tepe Taç Kaplama Alanı: Çalışma alanındaki ağaç tacının kapladığı alan değerinin çalışma alanının toplam alandaki yüzde (%) oranıdır. Bu bağlamda her bir ağacın tepe tacının alanının toplamının çalışma alanına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

TA= Çalışma alanı toplam alan değeri (m2)

TATA=Ağaç tepe taç alanı toplamı ($\Sigma \Pi r2$)

TATY=Alandaki toplam ağaç tacı yoğunluğu veya kaplama yüzde değeri (%)

"TATY=100x TATG/TA"

Ağaç Dalsız Gövde Yüksekliği Değeri: Ağaçların toprak seviyesinden dallanmanın başladığı veya tacın başladığı yüksekliğinin metre cinsinden ölçülmesidir. Her bir ağacın dalsız gövde yüksekliği aralık değerlerine göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.6. Ağaç dalsız gövde yüksekliği aralık değerleri

Ağaç Dalsız Gövde Yüksekliği Değer Aralıkları
< 0,50 m
0,50m - 1m
1,1m - 2m
2,1m - 3m
3,1m - 4m
4.1m - 5m
5m <

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. Ağaç envanteri çalışmalarında ağaç gövde göğüs çapı 10 cm ve yukarı olan ağaçlar dikkate alınmıştır. Yeni dikilen ve gövde göğüs çapı 10 cm'den küçük olan ağaçlar için herhangi işlem yapılmamıştır (Çizelge 3.7.).

Çizelge 3.7. Ağaç gövde göğüs çapı aralıkları değerleri

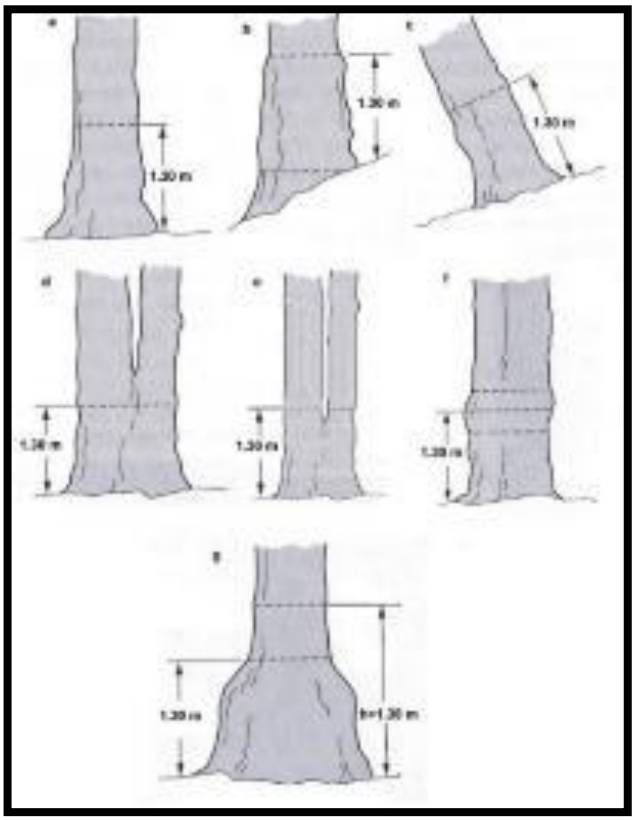
Ağaç Gövde Göğüs Çapı Aralıkları (DBH=1,30m)
<10cm
10cm - 15cm
15,1cm - 30cm
30,1cm - 45cm
45,1cm - 60cm
61cm - 120cm
120 cm <

Canlı birey olan ağaçların göğüs çapları zamana bağlı olarak gelişmektedir. 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. Bu amaçla tüm ağaçların hacimlendirilebilmesi, çap dağılımının bulunabilmesi ve göğüs yüzeylerinin ortaya konulabilmesi ve bu değişken ile ağaca ilişkin değişik değişkenler arasında ilişki kurulabilmesi için göğüs yüksekliğindeki (1.30 m) çapları (mm) birbirine dik yönde ölçülerek, ağaçların ortalama göğüs çapları belirlenmiştir. Bunun için mm taksimatlı olarak çapı veren şerit çap ölçer kullanılmıştır. Çap ölçümünde dikkat edilen hususlar aşağıda verilmiştir (Kalıpsız, 1984; Avery ve Burkhart, 1994; Eler, 2013);

- Çap ölçümü toprak seviyesinden itibaren 1,30 m yükseklikten yapılmıştır (Şekil 3.14.). Çünkü bu yükseklikten çap ölçümü, çalışmalar sırasında ergonomik ve hızlı çalışmayı sağlamaktadır. Ayrıca, ağacın bu yükseklikten ölçülen çapı ile diğer ağaç özellikleri arasında kuvvetli bir alometrik ilişki olduğu değişik çalışmalar ile ortaya koyulmuştur.
- Çap ölçümünde gövde eksenine dik olacak şekilde çap ölçer kullanılmıştır. Gövde eksenine dik ölçüm yapılmadığı zaman gerçeğe göre daha az veya fazla çap elde edilme riski bulunmaktadır.
- Çap ölçerin gövdeyi sarması ve kabuk kısmın esnek olmasından dolayı özellikle iğne yapraklı ağaçlarda çap ölçerin fazla sıkıştırılmaması sağlanmıştır.
- Eğimli arazilerde yamacın üst tarafından ağaç göğüs yüksekliği çapı ölçümü yapılmıştır. Eğik ağaçlarda da 1.30 m yüksekliği dik olarak değil, ağaç üzerinde 1.30 m yüksekliği ölçülmüştür.
- Çatal gövde oluşturan ağaçlarda çap ölçümünde eğer çatal gövde oluşumu 1.30 metreden yukarda ise tek ağaç olarak, eğer çatal 1.30 m'den aşağıda ise çatal sayısı kadar ayrı ağaç olarak ölçüm yapılmıştır.

- Çap ölçümü yapılacak gövde kısmında gövde kusuru var ise gövde kusurunun üstünden ve altından eşit mesafelerde iki çap ölçümü yapılarak aritmetik ortalaması alınmıştır.
- Çap ölçümü yapılacak kısım gövde oluşumunu yansıtmıyor ise biraz daha yukarıdan çap ölçümü yapılmıştır.



Şekil 3.14. Ağaçlarda çap ölçüm uygulama şekilleri

Ağaç Formu: Her bir ağacın dış görünüşü yani genel formları aşağıdaki Çizelge 3.8.'e göre belirlenmiştir.

Çizelge 3.8. Ağaç formları

Ağaç Formu
1. piramit
2. konik
3. yuvarlak
4. dağınık
5. sarkık
6. yayılıcı

Taç Ölüm Yüzde Durumu: Çalışma alanındaki ağaçların taç ölüm durumu, tacın sağlıklı olması 1 ile ölü olması 0 değerleri arasında ifade edilmiştir. Her bir ağacın aldığı değer aralıklarına göre çok iyi ve iyi, orta ve çok kritik olarak yüzde değerleri verilmiştir. Örneğin taç ölümü değeri orta (%11-25) düzeyde olması durumunda bu değerin orta değeri dikkate alınır yani 25-11=14, 14/2=7, 11+7=18, 100-18=%82 yada 0,82 olarak değer verilmiştir. Bu durum tacın orta düzeyde bir değere sahip olduğunu göstermektedir. Taç ölüm durumu değerleri, yaprak yüzeyi ve yaprak biokütlesi tahminlerinde de kullanılmıştır (Çizelge 3.9.).

Çizelge 3.9. Ağaçların Taç Ölüm Durumu Değerleri

Taç Ölüm Yüzde Durumu			
1.<1% (hastalık veya ölü kısım) =1 2.%1-10 iyi =0,95		0,82 <	Çok İyi ve İyi
3.%11-25 orta =0,82 4.%26-50 fakir =0,62		0,37-0,82	Orta
5.%51-75 kritik =0,37 6.%76-99 ölmeye yakın =0,13 7.%100 ölü =0		<0,37	Çok kritik

Tacın Işığa Maruz Kalma Derecesi Durumu: Her bir ağacın bulunduğu ortamdaki ışığa maruz kalma durumu aşağıdaki Çizelge 3.10'da ve Şekil 3.15.'de verilmiştir.. Tacın ışığa maruz kalma değerleri, yaprak yüzeyi ve yaprak biokütlesi tahminlerinde kullanılmıştır.

Çizelge 3.10. Ağaç tacının ışığa maruz kalma derecesi durumu

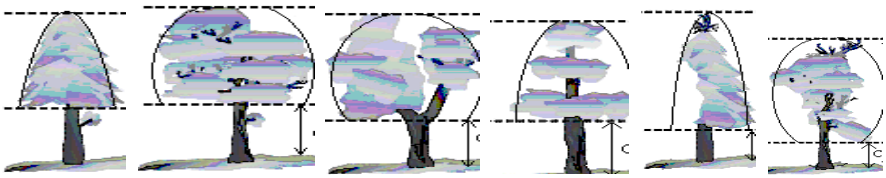
Tacın Işığa Maruz Kalma Derecesi Durumu
0. Tam gölge altında olanlar
1-Dört yönden ışık almayanlar
2-Sadece bir yönden ışık alanlar
3-Üsten ve sadece bir yönden ışık alanlar
4-Üstten ve iki yönden ışık alanlar
5-Üstten ve üç yönden ışık alanlar
6-Üstten ve dört yönden ışık alanlar

Şekil 3.15. Ağaç taçlarının ışığa maruz kalma durumu örnekleri

Ağaç Taç Örtüsünün Kayıp Durumu: Her bir ağacın taç örtüsünün kayıp durumu aşağıdaki Çizelge 3.11. ve Şekil 3.16.'e göre belirlenmiştir. Taç örtüsünün kayıp durumu değerleri, yaprak yüzeyi ve yaprak biyokütlesi tahminlerinde kullanılmıştır.

Çizelge 3.11. Ağaç taç örtüsünün kayıp durumu

Ağaç Taç Örtüsünün Kayıp Durumu
% 0 Taç kaybı
%10 Taç kaybı
%20 Taç kaybı
%25 Taç kaybı
%30 Taç kaybı
%40 Taç kaybı



Şekil 3.16. Sırasıyla taç örtüsü kayıp yüzdeleri

Ağaçların Sağladığı İşlevsel Özellikler: Her bir ağacın bulunduğu ortamdaki sağladığı işlevsel hizmet ve katkıların belirlenmesidir.

Çizelge 3.12. Ağaçların Sağladığı Işlevsel Özellikler

Ağaçların Sağladığı Işlevsel Özellikler
1- Ses İzolasyonu
2- Güzel çiçekleri ve kokusu
3- Sınırlayıcı
4- Gölge
5- Yaprak Özellikler
6-Rüzgarı Önleme
7- Sonbahar Renklenmesi
8-Trafik ve Sirkülasyonu yönlendirme
9-Fon oluşturma
10- Vurgu etkisi
11-Kamüfle (kapatma) etkisi
12- Anıt özelliği
13-Meyve özellikli

Ağaçların Sağlık Durumu: Mahalle ve bulvar ölçeğindeki çalışma alanındaki ağaçların genel sağlık durumunun belirlenmesidir.

Çizelge 3.13. Ağaç sağlık durumu

Ağaç Sağlık Durumu
0- Sağlıklı
1- Entolomojik sorunlar
2-Patolojik sorunlar
3-Yaralama
4- Kovuk oluşumu
5- Büyüme bozuklukları
6- Toksik etkiler
7- Klimatik zararlar
8-Kök ile ilgili sorunlar
9-Baskı etkisi ve boğulma
10-Diğer

Ağaçların Kusur Durumu: Her bir ağacın kusur durumunun belirlenmesidir.

Çizelge 3.14. Ağaç kusur durumu

Ağaçların Kusur Durumu
0-Kusuru yok
1-Çatallanma
2-Gövde eğriliği
3-Dengesiz tepe
4-Gövde sürgünü verme
5-Kök sürgünü verme
6-Tepe kesik
7-Diğer

Ağaçların Bakım ve Koruma Durumu: Her bir ağacın bakım ve koruma durumunun belirlenmesidir.

Çizelge 3.15. Ağaç bakım ve koruma durumu

Ağaçların Bakım ve Koruma Durumu
0-Yok
1- Budama
2- Gergileme
3-Herekleme
4-Temizleme
5-Kök yayılış alanını genişletme
6-Kesim
7- Gövde Sarma
8- İlaçlama
9-Gübreleme
10-Toprak işleme ve takviyesi
11-Izgara yerleştirme
12-Anıt ağaç olarak tescil ettirme
13-Taşıma
14-Destekleme

Ağaçların Yaprak Yüzeyi ve Yaprak Biyokütle (Biomass) Durumu: Her bir ağacın sahip olduğu ağaç boyu, göğüs çapı; tacın ışığa maruz kalma derecesi, ağacın taç tepe yüzey alanı; tepe çapı, taç yüksekliği, taç kayıp oranı ve gölgeleme faktörü değerleri dikkate alınmak suretiyle aşağıda belirtilen formüller yardımıyla yaprak yüzey alanı ve biyokütlesinin belirlenmesidir.

Ağaç yaprak yüzeyinin ve yaprak biyokütlesinin hesaplanmasında göğüs çapına göre hesaplamalar yapılmaktadır. Ancak göğüs çapına göre hesaplamalar sırasında oluşturulan regresyon denklemlerinde yeterli doğruluk düzeyine ulaşılamamaktadır. Sadece göğüs çapının bir fonksiyonu olarak yaprak yüzeyinin yalnızca %64'ü; yaprak biyokütlesinin ise %54'lük kısmı açıklanabilmektedir. Fakat ağacın bazı diğer parametreleri hesaba katıldığı zaman yaprak yüzeyi ve yaprak biyokütlesinin daha iyi açıklandığı tespit edilmiştir. Buna göre Nowak (1996) yaptığı çalışmada yaprak alanı veya kuru biyokütle ağırlığını açıklamada göğüs çapı; gölgeleme faktörü; ağacın taç tepe yüzey alanı; tepe çapı ve taç boyu değişkenlerini kullanarak yaprak yüzey alanını %91 oranında; yaprak biyokütlesinde %92 oranında açıklamıştır. Çalışmamızda Nowak (1996) tarafından yaprak alanı için denklem aşağıdaki gibi kullanılmıştır.

$$Y = e\,(-4.3309 + 0.2942H + 0.7312D + 5.7217Sh - 0.0148S)$$

Söz konusu makalede denklemin katsayıları logaritmik denklemin doğrusallaştırılması ile elde edildiği için düzeltme faktörü ile toplanması gerekir. Denklem için düzeltme faktörü varyansın yarısı olarak alınmıştır. Böylece düzeltme terimi, Düzeltme terimi=$\sigma^2/2=0.1159$ elde edilmiştir. Ayrıca tepe kayıp oranının da denkleme koyulması ile denklem aşağıdaki şekli ile kullanılmıştır.

$$Y = e\,(-4.3309 + 0.2942H + 0.7312D + 5.7217Sh - 0.0148S + 0.1159)*C$$

Y: Yaprak alanı (m2);

e: doğal logaritma;

X: göğüs çapı (cm);

Sh: Yetişkin ağaçlar için ortalama gölgeleme faktörü. (Bu değer geniş yapraklılar için 0,83; iğne yapraklılar için ise 0,91 olarak alınacaktır.)

S: Ağacın dış tepe yüzey alanı (π.D(H+D)/2);

C: Tepe taç kayıp oranı;

D: Ortalama tepe çapı (m);
H: Tepe Taç boyu (m)

Yaprak biyokütlesi için ise bu çalışmada da söz konusu denklem aşağıdaki gibi kullanılmıştır.

Y =e (1.9375+0.4184*H +0.6218*D + 3.0825*Sh – 0.0133*S + 0.1073)*C

Y: Yaprak alanı (m2)

e: doğal logaritma

X: göğüs çapı (cm)

Sh: Yetişkin ağaçlar için ortalama gölgeleme faktörü. (Bu değer geniş yapraklılar için 0,83 iğne yapraklılar için ise, 0,91 olarak alınacaktır.)

S: Ağacın dış tepe yüzey alanı (π.D(H+D)/2)

C: Tepe Taç kayıp oranı

D: Ortalama tepe çapı (m)

H: Tepe Taç boyu (m)

3.2.5. i-Tree Eco programında veri tabanının oluşturulması

Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilen ve kullanılan Kent Ormanı Etkileri (UFORE) modeli, araştırmacılara ve yöneticilere kent ağaçları ve ormanlarının yapısal özelliklerini ve fonksiyonlarını ölçmek için geliştirilmiş bilgisayar yazılımlı bir modeldir. Bu amaçla standart alan özellikleri, kentin iklimsel değerleri ve kirlilik verileri dikkate alınmak suretiyle bu modelde kullanılan formüller sayesinde 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 belirlenip standart hale getirilmiştir. Bu nedenle UFORE modeli, Amerika Birleşik Devletleri koşullarında kullanılacak veriler ve parametreler standart hale getirilmesinden dolayı Amerika Birleşik Devletleri eyaletlerinin hepsinde kullanılabilmektedir. Ancak bu modelin sadece i-Tree Eco versiyonu diğer ülkeler için geliştirilen bir programdır.
i-Tree Eco, Uluslar arası sürümünü Amerika Birleşik Devletleri dışında kullanabilmek için bazı gereklilikler bulunmaktadır. İhtiyaç duyulan gereklilikler;

- Konum Bilgisi: Modeli çalıştırmak için şehirde veya bölgelerde ki yerel analizlerin yapılması gereklidir. Kullanıcıların yer ve konum bilgilerini form olarak girmeleri gerekmektedir.

- Yeni Tür Bilgisi: Veri tabanında olmayan bir tür ile karşılaşılırsa, kullanıcılar veri tabanına yeni türler için gerekli bilgileri içeren bir form doldurmaları gerekmektedir. İstenilen bilgiler olmadan bu modül çalışmamaktadır.

İstenilen Bilgiler ise;

- Kirlilik verileri: Kirlilik veriler standart forma göre oluşturmalıdır. Kirlilik verileri tahminler için önemlilik arz etmektedir.
- İklim verileri: Saatlik hava verileri standart bir formatta dünyanın birçok yerinde yapılmamıştır. Kullanıcı verileri belirlemek için en meteoroloji istasyonuna gidip hava veri tabanı haritasını sisteme uygun formatta kayıt etmelidir. Bu tahminler kirliliği giderme ve biyojenik emisyon için gereklidir.
- Sınır tabaka yüksekliği verileri: Sınır tabaka yüksekliği verileri mevcut ise kullanıcı bu verileri biçimlendirmelidir. Kirliliği giderme tahminleri için gerekli bir veridir.
- Yerel türler için gölgelendirme katsayıları: Türlerin ışığı kapatma yüzdeleri ekosistem tahminlerinin gelişmesine katkı sağlayacaktır.
- Biyokütle formülleri: Ağaçların tepe çaplarıyla orantılı olarak karbon tahminlerinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır.
- Büyüme oranları: Türlerin yıllık ortalama büyüme katsayılarını tahmin etmek için kullanılacaktır.
- Yerel türler: Sistem üzerindeki türler ABD’ de bulunan türlerdir. ABD dışı kullanıcıların sistemden faydalanmaları için kendi yerel türlerini sisteme girmelidirler.

i-Tree Eco versiyonunun kullanımında bazı sınırlamalar vardır;

- Enerji: i-Tree Eco versiyonu uluslararası şehirler için enerji etkilerini tespit edemez. Bu Model Amerika Birleşik Devletleri'nin yerel bina tipleri, enerji kullanımı ve hava koşullarına bağlı olarak değerlendirme yapacağından diğer ülke şehirlerinde yerel özelliklerin farklı olmasından dolayı yanlış sonuçlar verebilecektir. Bu nedenle enerji etkilerinin belirlenmesinde tavsiye edilmemektedir.
- Her ülkede yerel iyileştirmeler olmadan (örneğin biyokütle formülleri, büyüme oranları) bu modelin kullanılması sonucu Amerika Birleşik Devletleri koşullarına göre yapılması durumunda hatalı sonuç verecektir. Model yerel ve uluslararası alanda verilere dayalı tahminler üretmektedir, ancak ek istenen bilgi olmadan ABD denklemlerine varsayılan olacaktır. Kullanıcılar ağaç modelini çalıştırmak isterlerse yaşadıkları yerlerin konum bilgilerini veri tabanına girmelidirler.

i-Tree Eco versiyonunun çerçevesi

Amerika Birleşik Devletleri dışındaki ülkelerde daha iyi tahminler yapılabilmesi için çeşitli verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veriler temin edilemezse bu model cevap vermeyebilir. Bu modelin 6 çıktısı vardır;

- **Ağaç veya orman yapısı:** Ağaçların temel bilgilerin tahmin edilmesi (örneğin yaprak yüzeyi, yaprak bioması, yapısal değer, böcek riski vb).
- **Karbon tutma ve depolama:** ağaç biomas eşitlikleri üzerinde kurulan yıllık karbon depolama ve tutma tahminleri,

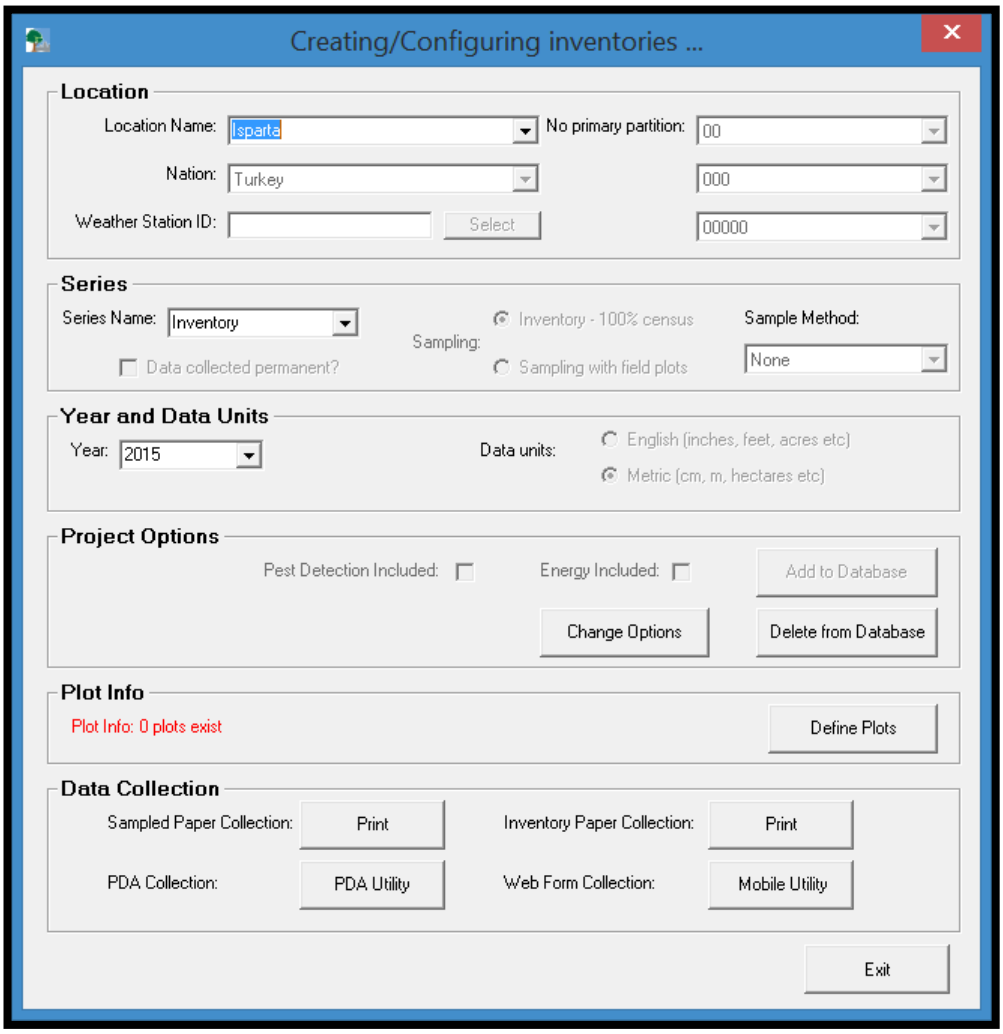
yıllık büyüme mevsim uzunluğu, rekabet ve ağaç koşulları üzerinde kurulan yıllık büyüme oranları tahmin edilmesi.

- **Hava kirliliğini kaldırma:** İklim verileri, kirlilik konstrasyon veriler, alan faktörleri ve yaprak yüzeyi üzerine kurulan saatlik kirlilik kaldırma değerinin tahmin edilmesi.
- **Biyojenez uçucu organik bileşimi emisyonu:** Alan faktörleri, iklim verileri, yaprak biomas üzerine kurulmuş yıllık emisyonun tahmin edilmesi.
- **Bina enerji kullanım etkileri:** Amerika Birleşik Devletleri'nin Eyaletleri ve iklim zonları için oturulmaya elverişli binalardan mesafe ve yönleri üzerine kurulmuş olan bina enerji kullanımı üzerinde ağaç etkilerinin tahmin edilmesi.
- **Maddi değeri:** Karbon emisyonu, hava kirliliği, ve bina enerji kullanımının literatür değeri üzerine kurulmuş olan etkilerin maddi değerinin tahmin edilmesi.

Amerika Birleşik Devletleri dışındaki diğer ülkelerde kullanılacak i-Tree Eco versiyonunda yukarıda bahsedilen 4 bileşen kullanılabilmektedir.

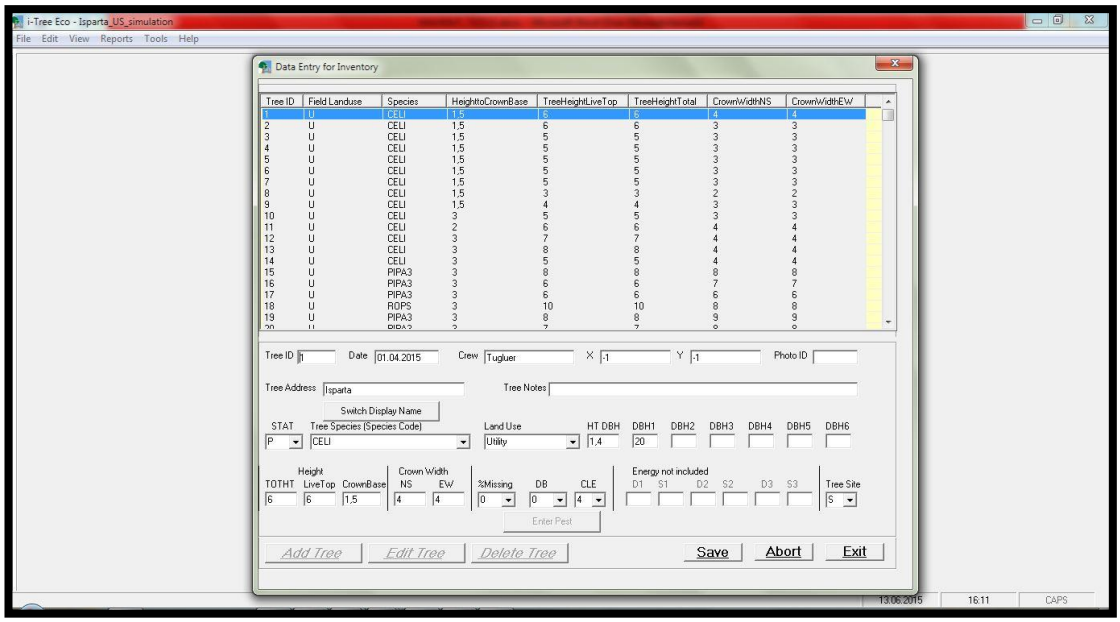
İnternetten (http://www.itreetools.org/) ücretsiz indirilen bu versiyon kullanılarak Isparta Süleyman Demirel Bulvarı'nda uygulanmak suretiyle kullanılabilirliği ortaya konulacaktır.
Envanter çalışmalarında elde edilen verilerin yıllık ve ortalama karbon tutma değerleri ağacın strüktürel değeri gibi çıktıların alınması için ücretsiz olarak sunulan I-tree Eco programında veri tabanı oluşturulması ve analizi gerekmektedir. Bu işlem aşağıdaki aşamalarla gerçekleştirilmektedir;

a) Öncelikle yeni proje oluşturma bölümüne çalışma alanına ait bilgilerin girilmesiyle Şekil 3.17'deki gibi o bölgenin projesi yani veri tabanı oluşturulmuş olacaktır.



Şekil 3.17. i-Tree Eco programında Isparta kentine ait veri tabanının oluşturulması

b) Oluşturulan veri tabanı üzerinden "enter or edit data" seçeneğiyle arazide elde edilen envanter verilerinin I-tree Eco programına entegre işlemi gerçekleştirilmektedir (Şekil 3.18).



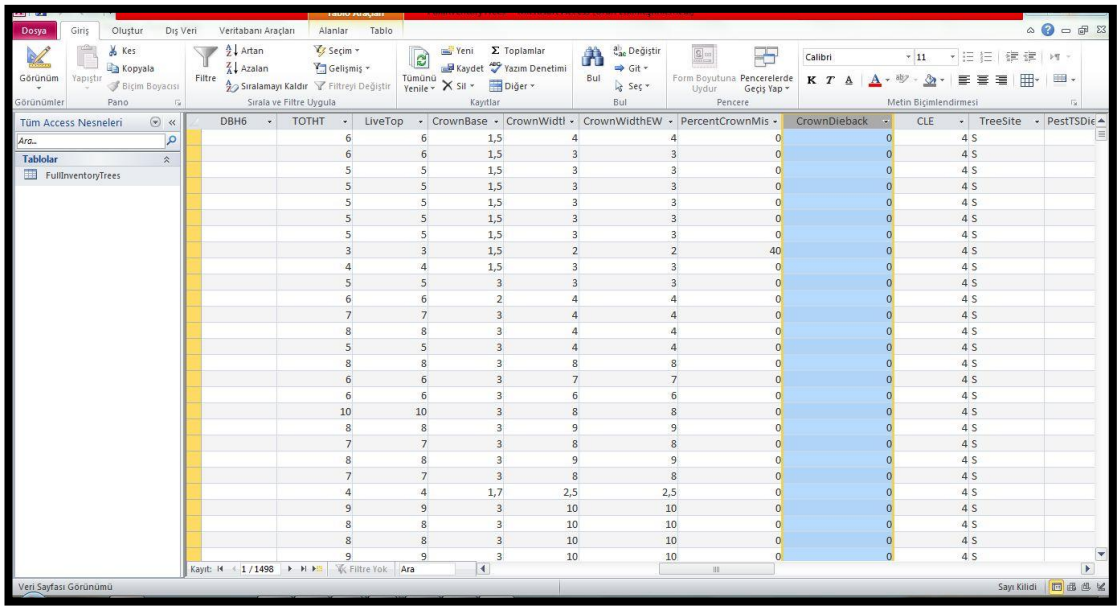
Şekil 3.18. i-Tree Eco programı veri girişi

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

- **Tree ID:** Her bir ağacın kod numarası
- **Date:** Envanter çalışmasının yapıldığı tarih
- **Crew:** Envanter çalışması yapan kişi bilgisi
- **Tree Adress:** 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 oluşturulmalı ve hiç hatasız olarak programa uygun veri girişi yapılmalı daha sonra import yöntemiyle program içerisine aktarılabilmektedir (Şekil 3.19).

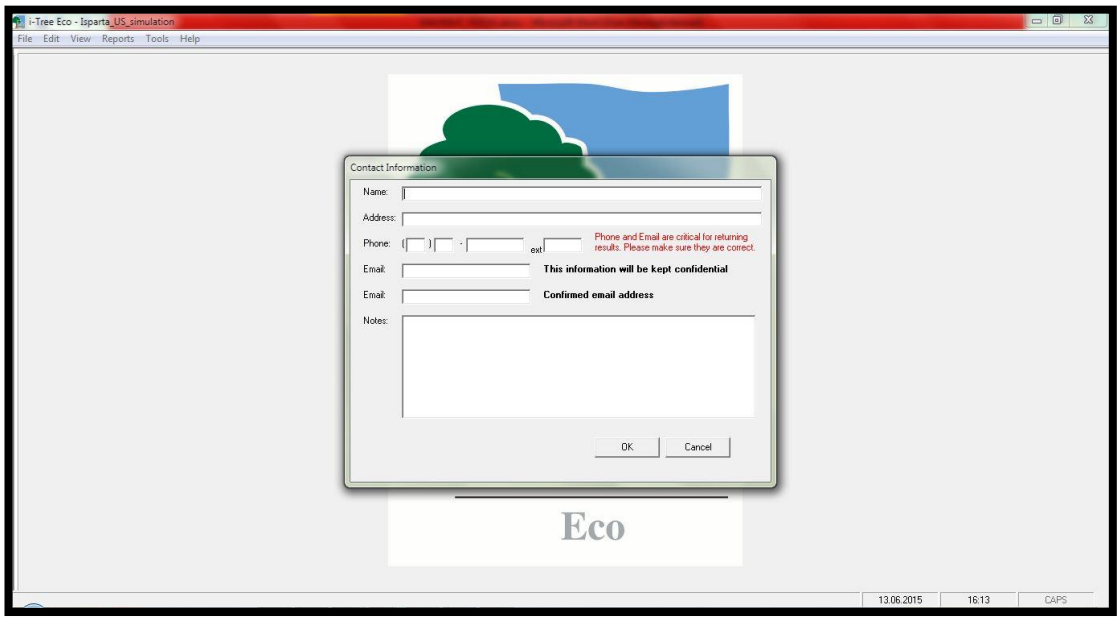


DBH6	TOTHT	LiveTop	CrownBase	CrownWidtl	CrownWidthEW	PercentCrownMis	CrownDieback	CLE	TreeSite	PestTSDie
	6	6	1,5	4	4	0	0	4	S	
	6	6	1,5	3	3	0	0	4	S	
	5	5	1,5	3	3	0	0	4	S	
	5	5	1,5	3	3	0	0	4	S	
	5	5	1,5	3	3	0	0	4	S	
	5	5	1,5	3	3	0	0	4	S	
	5	5	1,5	3	3	0	0	4	S	
	3	3	1,5	2	2	40	0	4	S	
	4	4	1,5	3	3	0	0	4	S	
	5	5	3	3	3	0	0	4	S	
	6	6	2	4	4	0	0	4	S	
	7	7	3	4	4	0	0	4	S	
	8	8	3	4	4	0	0	4	S	
	5	5	3	4	4	0	0	4	S	
	8	8	3	8	8	0	0	4	S	
	6	6	3	7	7	0	0	4	S	
	6	6	3	6	6	0	0	4	S	
	10	10	3	8	8	0	0	4	S	
	8	8	3	9	9	0	0	4	S	
	7	7	3	8	8	0	0	4	S	
	8	8	3	9	9	0	0	4	S	
	7	7	3	8	8	0	0	4	S	
	4	4	1,7	2,5	2,5	0	0	4	S	
	9	9	3	10	10	0	0	4	S	
	8	8	3	10	10	0	0	4	S	
	8	8	3	10	10	0	0	4	S	
	9	9	3	10	10	0	0	4	S	

Şekil 3.19. i-Tree Eco programına import yöntemiyle verilerin entegresi

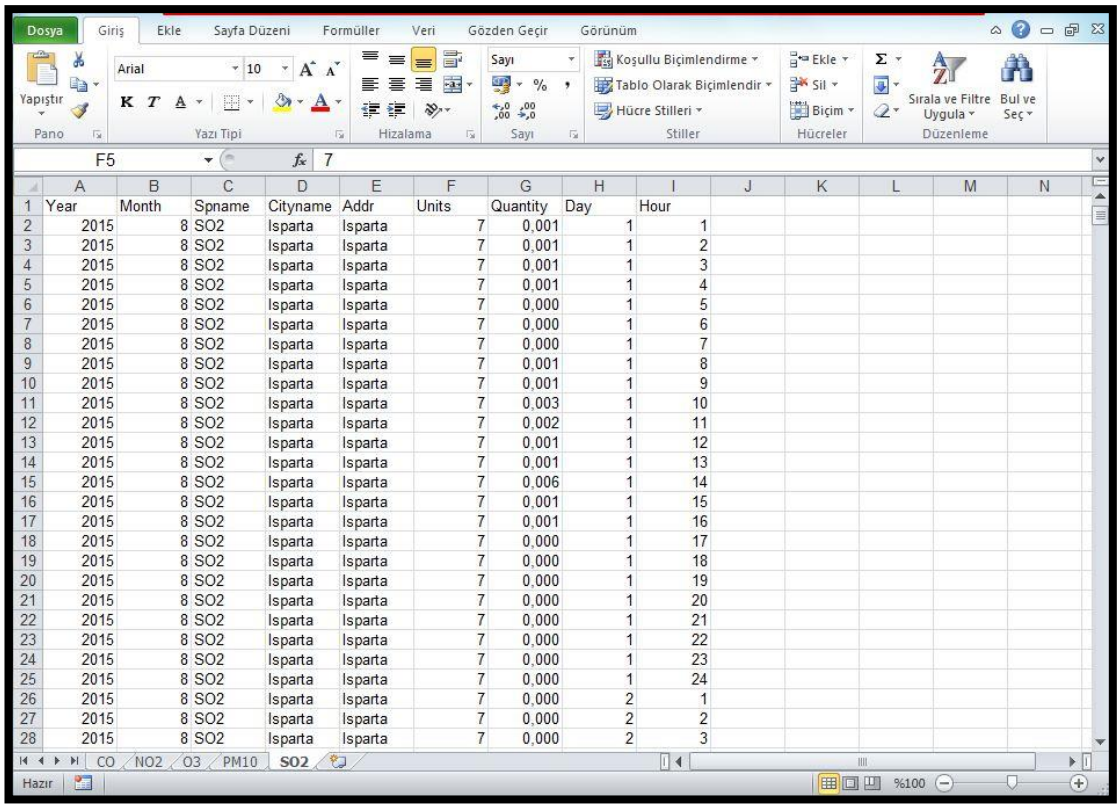
e) Veri girişi tamamlandıktan sonra i-Tree Eco programının tools bölümünden "submit data for processing" yoluyla oluşturulan veri tabanının çalışma bölgesine ait hava kalitesi verileri ile birlikte Amerika Birleşik Devletlerinde bulunan merkeze yollanması gerekmekte ve süreç tamamlandıktan sonra veri tabanı rapor alabilecek şekilde işlenmiş olarak geri

yollanmaktadır. Bu süreç 2-6 ay arasında sürebilmektedir. Bunun nedeni Amerika Birleşik Devletleri i-Tree Eco servisi tüm verileri el ile işleyip bölgeye ait bir veri tabanı oluşturmasıdır. Tüm bu süreç tamamlandıktan sonra analizin yapılması ve sonuç raporlarının alınabilmesi mümkündür (Şekil 3.20.).



Şekil 3.20. Verilerin Amerika Birleşik Devletleri i-Tree servisine gönderimi

f) Hava kalitesi verileri Çevre ve Şehircilik Bakanlığının sağladığı istasyon raporları ile elde edilmekte ve bu verilerin I-tree Eco formatına dönüştürülmesi gerekmektedir (Şekil 3.21.).



Year	Month	Spname	Cityname	Addr	Units	Quantity	Day	Hour
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,001	1	1
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,001	1	2
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,001	1	3
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,001	1	4
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	1	5
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	1	6
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	1	7
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,001	1	8
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,001	1	9
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,003	1	10
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,002	1	11
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,001	1	12
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,001	1	13
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,006	1	14
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,001	1	15
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,001	1	16
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	1	17
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	1	18
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	1	19
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	1	20
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	1	21
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	1	22
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	1	23
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	1	24
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	2	1
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	2	2
2015	8	SO2	Isparta	Isparta	7	0,000	2	3

Şekil 3.21. Hava kalitesi raporlarının i-Tree formatında örnek teşkil eden görünümü

3.2.6. Sentez ve Çıktılar

Çalışma alanındaki ağaçların ArcGIS ve I-tree Eco ortamında depolanan envanter verilerinin analiz edilmek suretiyle elde edilen değerlendirmeler ve çıktılar şu şekilde sıralanabilir;

Ağaç tür sayısı ve kompozisyonu (%) değerleri: Çalışma alanında kaydedilen her bir ağaç türü, sayısı ve toplam ağaç türleri içindeki yüzde (%) değerleri ve kompozisyon yüzde (%) değerleri belirlenmiştir.

Ağaç yaşı aralık değerleri: Çalışma alanındaki her bir ağaç türünün yaş aralık değerlerine (Çizelge 3.3.) göre yüzde değerleri hesaplanmış ve değerlendirilmiştir.

Ağaç boyu aralık (%) değerleri: Çalışma alanındaki her bir ağaç türünün boy aralıklarına Çizelge 3.4.'e göre adedi ve toplamdaki % değeri belirlenmiş ve değerlendirilmiştir.

Ağaç tepe taç genişliği aralık (%) değerleri: Çalışma alanındaki her bir ağaç türünün sahip olduğu tepe taç genişliği aralıklarına Çizelge 3.5.'e göre adet ve toplamdaki % değeri olarak belirlenmiştir

Ağaç yoğunluk (%) değerleri: Çalışma alanındaki her bir ağaç türünün tepe taç kaplama izdüşüm alan değeri toplamının çalışma alanına olan % değerleri ayrı ayrı belirlenmiştir.

Ağaç dalsız gövde yüksekliği (%) değerleri: Çalışma alanındaki her bir ağaç türünün dalsız gövde yüksekliği belirlenmiş ve ağaç dalsız gövde yüksekliği değer aralıklarına (Çizelge 3.6.) göre % olarak belirlenmiştir. Ayrıca her bir ağacın boyundan dalsız gövde yüksekliği çıkarılmak suretiyle her bir ağacın taç yüksekliği (m) hesaplanmış ve yaprak yüzey alanı ve yaprak biyomasının hesaplanmasında kullanılmıştır.

Ağaç gövde göğüs çapı (%) değerleri: Çalışma alanındaki her bir ağacın sahip olduğu gövde göğüs çapının aralıklarına Çizelge 3.7.'e göre yüzde değerleri belirlenmiştir.

Ağaç formu değerleri: Çalışma alanındaki her bir ağacın sahip olduğu formlara Çizelge 3.8.'e göre yüzde değerleri belirlenmiştir.

Taç ölüm yüzde durumu değerleri ve (%) dağılımı: Çalışma alanındaki her bir ağacın sahip olduğu taç ölüm durumu değerlerine Çizelge 3.9.'e göre yüzde değerleri belirlenmiştir.

Taç örtüsünün kayıp durumu değerleri ve % dağılımı: Çalışma alanındaki her bir ağacın sahip olduğu taç örtüsü kayıp değerlerine Çizelge 3.11.'e göre yüzde değerleri belirlenmiştir.

Ağaçların sağladığı ışlevsel özelliklerinin (%) dağılımları: Çalışma alanındaki her bir ağacın ortamdaki sağladığı işlevsel özelliklerin Çizelge 3.12.'e göre (%) dağılımları belirlenmiştir.

Ağaç genel sağlık durumu ve (%) **dağılımları:** Çalışma alanındaki her bir ağacın ortamdaki genel sağlık özelliklerinÇizelge 3.13.'e göre (%) dağılımları belirlenmiştir.

Ağaçların kusur durumu ve (%) dağılımları: Çalışma alanındaki her bir ağacın ortamdaki kusur durumununÇizelge 3.14.'e göre (%) dağılımları belirlenmiştir.

Ağaç bakım ve koruma durumu ve (%) dağılımı: Çalışma alanındaki her bir ağacın ortamdaki bakım ve koruma durumuna göre Çizelge 3.15.'e göre (%) dağılımları belirlenmiştir.

Ağaç türleri ölçeğinde yaprak yüzeyi alanın tahmini (m^2) ve yaprak biyokütlesi (kg) tahmini ve (%) dağılımı: Çalışma alanındaki her bir ağacın sahip olduğu yaprak yüzeyi alanı (m^2) ve yaprak biyokütlesi (gr) değerleri hesaplanmış ve ağaç türleri kapsamında toplam yaprak yüzeyi alanı (m^2) ve yaprak biyokütlesi (gr) değerleri belirlenmiştir.

Ağaçların karbon depolama miktarı tahmini (kg) ve % dağılımı: Çalışma alanındaki her bir ağacın yaşam süresi boyunca depoladığı karbon miktarının (%) dağılımları belirlenmiştir.

Ağaçların yıllık karbon depolama miktarı tahmini (kg) ve % dağılımı: Çalışma alanındaki her bir ağacın yıl boyunca tuttuğu depoladığı miktarının (%) dağılımları belirlenmiştir.

Ağaçların strüktürel maddi değeri ($): Çalışma alanındaki her bir ağacın sağladığı ekolojik faydalar da dikkate alınarak toplam ortaya koyduğu maddi değeri ($) belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Çalışma Alanının Envanteri ve Veri Setleri Analizi

Süleyman Demirel Bulvarında toplam 1498 adet ağacın envanteri yapılmıştır. Ağaç türleri bazında incelendiğinde en fazla Toros Sediri (*Cedrus libani L.)* 594 adet, Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra subsp. pallasiana)* 306 adet şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 4.1.).

Ağaçların yaş itibari ile %31.64'ü 6-10 yaş, %29.71'i ise 21-40 yaş gruplarında yer almaktadır (Çizelge 4.2.). Bulvarda yer alan ağaçların genel görünümü ile ilgili olarak ağaçların; 58.08'i 3-6.9 m boylarında ve %40.39'u ise 7-19.9m arasında değişen boylara sahiptir (Çizelge 4.3.). Ağaçların %41.12'si 3-4.9m, %17.62'si ise 5-6.9m tepe taç genişliğine sahiptir (Çizelge 4.4.). Mahalledeki ağaçların oluşturduğu taç genişlikleri yaklaşık 34227 m^2 olup alanın yaklaşık %11,3 'ünü oluşturmaktadır (Çizelge 4.5.). Ağaçların %38.58'i 2-3 m arasında, %36.92'si ise 1-2 m arasında dalsız gövde yüksekliğine sahiptir (Çizelge 4.6.). Ağaçların gövde göğüs çapı olarak %48.66'sı 15-30 cm arasında, %22.96'sı ise 30-45 cm arasında yer almaktadır (Çizelge 4.7.). Ağaç formu olarak %64.29'u, piramit ve %33.51'i ise yuvarlak formludur (Çizelge 4.8.). Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların bireysel olarak sağlık durumları ile ilgili konu incelendiğinde %99.87'sinin taç durumu iyi ve çok iyi durumludur (Çizelge 4.9.). Taç örtüsünün kayıp yüzdesi olarak %98.80'inde taç kaybı olmazken %0.47'sinin ise %20'lik taç kaybı mevcuttur (Çizelge 4.10.). Ağaçların bulunduğu ortamda en fazla gölge (%47.93), trafik ve sirkülasyonu yönlendirme (% 45.19) gibi işlevsellikleri bulunmaktadır (Çizelge 4.11.). Ağaçların genel olarak %82.64'ü sağlıklı bir konumda olurken %11.75'inde ise kovuk oluşumu ve niteliği gibi sorunlar mevcuttur (Çizelge 4.12.). Ağaçların % 82.24'ünde kusur

olmazken, %11.48'inin ise tepe kesiği gibi kusurları mevcuttur (Çizelge 4.13.). Ağaçların %15.35 'inde kök yayılış alanını genişletme, %9.41'inde ise gövde sarma gibi bakım tedbirleri öngörülmektedir (Çizelge 4.14.) Süleyman Demirel bulvarında envanteri yapılan 1498 adet ağacın toplam yaprak yüzey alanı 212.432,6247 m^2 olup yaprak biyokütle (biomas) değeri ise 14.802 kg'dır (Çizelge 4.15.).

Çizelge 4.1. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç türleri dağılımı

Ağaç Türleri ve Dağılımı	Adet	Yüzde (%)
Acer negundo	10	0,67
Acer platanoides	5	0,33
Aesculus hippocastanum	1	0,07
Ailanthus altissima	23	1,54
Catalpa bignonioides	4	0,27
Cedrus libani	594	39,65
Cupressus arizonica	37	2,47
Fraxinus excelsior	158	10,55
Koelreuteria paniculata	5	0,33
Ligustrum japonicum	14	0,93
Malus domestica	1	0,07
Morus alba	4	0,27
Morus alba pendula	2	0,13
Pinus nigra subsp. pallasiana	306	20,43
Platanus orientalis	97	6,48
Prunus armeniaca	1	0,07
Prunus avium	5	0,33
Prunus cerasus	2	0,13
Prunus dulcis	1	0,07
Prunus persica	1	0,07
Robinia pseudoacacia	13	0,87
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'	139	9,28
Thuja occidentalis	26	1,74
Tilia tomentosa	49	3,27
TOPLAM	1498	100,00

Çizelge 4.2. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç yaşı 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 4.3. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç boyu 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 4.4. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç tepe taç genişliği 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 4.5. Süleyman Demirel Bulvarı alandaki ağaç taç kaplama yüzdesi dağılımı

Alandaki Ağaç Taç Kaplama Yüzdesi	Alan (m^2)	Yüzde (%)
TA= Toplam alan (m^2)	302028	
TATA=Toplam ağaç taç genişliği alanı (Πr^2) (m^2)	34227	
(Alandaki Toplam Ağaç Tacı yoğunluğu Yüzdesi)TATY=100x TATA/TA		11,3%

Çizelge 4.6. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç dalsız gövde yüksekliği 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 4.7. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç gövde göğüs çapı 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 4.8. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç formu 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. Yayılıcı	0	0,00
7. Konik	0	0,00
Toplam	1498	100,00

Çizelge 4.9. Süleyman Demirel Bulvarı taç ölüm yüzde değerleri dağılımı

Taç Ölüm Yüzde Değerleri ve Dağılımı	Adet	Yüzde (%)
0,82 < İyi ve çok iyi	1496	99.87
0,37-0,82 Orta	2	0,13
<0,37 Çok kritik	0	0,00
Toplam	1498	100,00

Çizelge 4.10. Süleyman Demirel Bulvarı ağaç taç örtüsünün kayıp yüzdesi dağılımı

Ağaç Taç Örtüsünün Kayıp Yüzdesi	Adet	Yüzde (%)
1-% 0 Taç kaybı	1480	98,80
2-%10 Taç kaybı	5	0,33
3-%20 Taç kaybı	7	0,47
4-%25 Taç kaybı	3	0,20
5-%30 Taç kaybı	0	0,00
6-%40 Taç kaybı	3	0,20
Toplam	1498	100,00

Çizelge 4.11. Süleyman Demirel Bulvarı ağaçların sağladığı işlevsel özellikler dağılımı

Ağaçların Sağladığı Işlevsel Özellikler	Adet	Toplam Ağaç Adeti içindeki Yüzde (%)
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 özellikli	65	4,34
Toplam		

Çizelge 4.12. Süleyman Demirel Bulvarı ağaçların sağlık durumu dağılımı

Ağaçların Sağlık durumu	Adet	Yüzde (%)
0- Sağlıklı	1238	82,64
1- Entolomojik sorunlar	0	0,00
2-Patolojik sorunlar	16	1,07
3-Yaralama ve niteliği	1	0,07
4- Kovuk oluşumu ve niteliği	176	11,75
5- Büyüme bozuklukları	53	3,54
6- Toksik etkiler	0	0,00
7- Klimatik zararlar	13	0,87
8-Kök ile ilgili sorunlar	0	0,00
9-Baskı etkisi ve boğulma	1	0,07
10-Diğer	0	0,00

Çizelge 4.13. Süleyman Demirel Bulvarı ağaçların kusur durumu dağılımı

Ağaçların Kusur Durumu	Adet	Yüzde (%)
0-Kusuru yok	1232	82,24
1-Çatallanma	51	3,40
2-Gövde eğriliği	4	0,27
3-Dengesiz tepe	16	1,07
4-Gövde sürgünü verme	0	0,00
5-Kök sürgünü verme	23	1,54
6-Tepe kesik	172	11,48
7-Diğer	0	0,00

Çizelge 4.14. Süleyman Demirel Bulvarı ağaçların bakım ve koruma durumu dağılımı

Ağaçların Bakım ve Koruma Durumu	Adet	Yüzde (%)
0-Yok	981	65,49
1- Budama	0	0,00
2- Gergileme	0	0,00
3-Herekleme	0	0,00
4-Temizleme	36	2,40
5-Kök yayılış alanını genişletme	230	15,35
6-Kesim	0	0,00
7- Gövde Sarma	141	9,41
8- İlaçlama	13	0,87
9-Gübreleme	23	1,54
10-Toprak işleme ve takviyesi	0	0,00
11-Izgara yerleştirme	0	0,00
12-Anıt ağaç olarak tescil ettirme	0	0,00
13-Taşıma	0	0,00
14-Destekleme	30	2,00
15-Diğer	44	2,94

Çizelge 4.15. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların yaprak yüzeyi alanı ve yaprak biyokütle değeri

Ağaç Türleri ve Dağılımı	Adet	Yaprak alanı (m^2)	Yaprak Biyokütle (Biomass) Değeri (kg)
Acer negundo	10	1993,5	139,22
Acer platanoides	5	63,4	4,43
Aesculus hippocastanum	1	14,2	0,86
Ailanthus altissima	23	3366,5	248,29
Catalpa bignonioides	4	434,9	24,65
Cedrus libani	594	71806,1	5467,47
Cupressus arizonica	37	8777,0	653,18
Fraxinus excelsior	158	7142,5	489,35
Koelreuteria paniculata	5	134,3	7,17
Ligustrum japonica	14	81,9	5,27
Malus domestica	1	84,3	4,25
Morus alba	4	434,3	31,03
Morus alba	2	193,2	18,46
Pinus nigra subsp. pallasiana	306	83113,7	4660,94
Platanus orientalis	97	24225,8	2052,43
Prunus armeniaca	1	17,4	0,98
Prunus avium	5	43,7	2,78
Prunus cerasus	2	70,9	5,10
Prunus dulcis	1	246,4	18,36
Prunus persica	1	17,4	0,98
Robinia pseudoacacia	13	1894,6	97,1
Robinia pseudoacacia "Umbraculifera"	139	6395,7	759,67
Thuja occidentalis	26	1174,0	65,98
Tilia tomentosa	49	707,2	44,76
Toplam	1498	212432,6	14802,69

4.2. Envanter Verilerinin i-Tree Eco Programında Analizi

Süleyman Demirel Bulvarında toplam 1498 adet ağacın envanteri yapılmıştır. i-Tree Eco programı vasıtasıyla elde edilen sonuçlarda Süleyman Demirel Bulvarında bulunan ağaçların yaşam süreleri boyunca toplam 197.566 kg karbon tuttuğu belirlenmiştir. Karbon tutma miktarı en fazla olan ağaç türü ağaç başına ortalama 564 kg ile *Platanus orientalis* olduğu görülmüştür (Çizelge 4.16.). 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* ortalama en fazla yıllık karbon tutan ağaç olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.17.). Ağaçların taç kaplama yüzey alanları hesaplanmış ve ortalama en fazla ağaç başına taç kaplayan tür 58,70 m^2 ile *Platanus orientalis* olduğu görülmüştür. Tüm ağaçların toplam tacının kapladığı alan 34258 m^2 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18.). 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* (Çizelge 4.19.). Ağaçların biyokütle değerleri I-tree programı aracılığıyla envanter verilerine göre hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda çalışma alanındaki ağaçların toplam biyokütlesinin 23461 kg olduğu saptanmıştır. Tür bazında ortalama en fazla biyokütleye sahip ağaç türünün 41,6 kg ile *Cupressus arizonica* olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.20.). Ağaçların strüktürel parasal değerleri Amerika koşullarına göre hesaplanmış ve toplam değerlerinin 3.290.276$ olduğu görülmüştür. Ağaç başına ortalama strüktürel değeri en fazla olan tür ise 4255$ ile *Platanus orientalis'tir* (Çizelge 4.21.).

Çizelge 4.16. 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)
Acer negundo	10	3765,5	1,91	376,6
Acer platanoides	5	75,3	0,04	15,1
Aesculus hippocastanum	1	51,1	0,03	51,1
Ailanthus altissima	23	5113,7	2,59	222,3
Catalpa bignonioides	4	996,8	0,50	249,2
Cedrus libani	594	44199,0	22,37	74,4
Cupressus arizonica	37	6630,3	3,36	179,2
Fraxinus excelsior	158	6227,2	3,15	39,4
Koelreuteria paniculata	5	208,9	0,11	41,8
Ligustrum japonicum	14	178,0	0,09	12,7
Malus domestica	1	114,7	0,06	114,7
Morus alba	4	472,6	0,24	118,2
Morus alba pendula	2	129,4	0,07	64,7
Pinus nigra subsp. pallasiana	306	50932,8	25,78	166,4
Platanus orientalis	97	54703,7	27,69	564,0
Prunus armeniaca	1	39,8	0,02	39,8
Prunus avium	5	99,1	0,05	19,8
Prunus cerasus	2	95,1	0,05	47,6
Prunus dulcis	1	434,6	0,22	434,6
Prunus persica	1	39,8	0,02	39,8
Robinia pseudoacacia	13	2584,8	1,31	198,8
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'	139	19099,0	9,67	137,4
Thuja occidentalis	26	688,2	0,35	26,5
Tilia tomentosa	49	686,5	0,35	14,0
Toplam	1498	197566	100,00	

Çizelge 4.17. 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)
Acer negundo	10	365,2	1,67	36,5
Acer platanoides	5	42,3	0,19	8,5
Aesculus hippocastanum	1	14,3	0,07	14,3
Ailanthus altissima	23	631,8	2,89	27,5
Catalpa bignonioides	4	114,0	0,52	28,5
Cedrus libani	594	5831,4	26,70	9,8
Cupressus arizonica	37	580,0	2,66	15,7
Fraxinus excelsior	158	1568,1	7,18	9,9
Koelreuteria paniculata	5	66,4	0,30	13,3
Ligustrum japonicum	14	107,7	0,49	7,7
Malus domestica	1	22,6	0,10	22,6
Morus alba	4	83,5	0,38	20,9
Morus alba pendula	2	32,6	0,15	16,3
Pinus nigra subsp. pallasiana	306	4529,1	20,74	14,8
Platanus orientalis	97	4442,0	20,34	45,8
Prunus armeniaca	1	15,8	0,07	15,8
Prunus avium	5	53,0	0,24	10,6
Prunus cerasus	2	29,5	0,14	14,8
Prunus dulcis	1	46,5	0,21	46,5
Prunus persica	1	15,8	0,07	15,8
Robinia pseudoacacia	13	284,4	1,30	21,9
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'	139	2502,7	11,46	18,0
Thuja occidentalis	26	134,3	0,61	5,2
Tilia tomentosa	49	326,2	1,49	6,7
Toplam	1498	21839	100,00	

Çizelge 4.18. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların tepe taç kaplama alanı (m^2)

Ağaç Türleri ve Dağılımı	Adet	Taç Kaplama Alanı (m^2)	Taç Kaplama Alanı Yüzdesi (%)	Ağaç Başına Otalama Taç Kaplama Alanı (m^2)
Acer negundo	10	449,3	1,31	44,93
Acer platanoides	5	15,5	0,05	3,10
Aesculus hippocastanum	1	4,9	0,01	4,90
Ailanthus altissima	23	740,7	2,16	32,20
Catalpa bignonioides	4	118,6	0,35	29,65
Cedrus libani	594	8917,2	26,03	15,01
Cupressus arizonica	37	1042,8	3,04	28,18
Fraxinus excelsior	158	1979,3	5,78	12,53
Koelreuteria paniculata	5	53,5	0,16	10,70
Ligustrum japonicum	14	16,2	0,05	1,16
Malus domestica	1	28,3	0,08	28,30
Morus alba	4	132,8	0,39	33,20
Morus alba pendula	2	10,2	0,03	5,10
Pinus nigra subsp. pallasiana	306	12571,3	36,70	41,08
Platanus orientalis	97	5693,7	16,62	58,70
Prunus armeniaca	1	7,1	0,02	7,10
Prunus avium	5	11,9	0,03	2,38
Prunus cerasus	2	19,7	0,06	9,85
Prunus dulcis	1	50,3	0,15	50,30
Prunus persica	1	7,1	0,02	7,10
Robinia pseudoacacia	13	331,5	0,97	25,50
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'	139	1650,5	4,82	11,87
Thuja occidentalis	26	181,9	0,53	7,00
Tilia tomentosa	49	223,6	0,65	4,56
Toplam	1498	34258	100,00	

Çizelge 4.19. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların yaprak yüzey alanı (m^2)

Ağaç Türleri ve Dağılımı	Adet	Yaprak Yüzey Alanı (m^2)	Yaprak Yüzey Alanı Yüzdesi (%)	Ağaç Başına Otalama Yaprak Yüzey Alanı (m^2)
Acer negundo	10	2430,9	1,15	243,1
Acer platanoides	5	93,9	0,04	18,8
Aesculus hippocastanum	1	21,0	0,01	21,0
Ailanthus altissima	23	3851,1	1,83	167,4
Catalpa bignonioides	4	324,7	0,15	81,2
Cedrus libani	594	79953,0	37,90	134,6
Cupressus arizonica	37	9839,4	4,66	265,9
Fraxinus excelsior	158	8915,4	4,23	56,4
Koelreuteria paniculata	5	133,9	0,06	26,8
Ligustrum japonicum	14	82,8	0,04	5,9
Malus domestica	1	105,9	0,05	105,9
Morus alba	4	693,3	0,33	173,3
Morus alba pendula	2	26,2	0,01	13,1
Pinus nigra subsp. pallasiana	306	55245,1	26,19	180,5
Platanus orientalis	97	37256,4	17,66	384,1
Prunus armeniaca	1	19,8	0,01	19,8
Prunus avium	5	48,6	0,02	9,7
Prunus cerasus	2	81,0	0,04	40,5
Prunus dulcis	1	281,9	0,13	281,9
Prunus persica	1	19,8	0,01	19,8
Robinia pseudoacacia	13	1902,6	0,90	146,4
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'	139	7563,6	3,59	54,4
Thuja occidentalis	26	1042,2	0,49	40,1
Tilia tomentosa	49	1011,4	0,48	20,6
Toplam	1498	210944	100,00	

Çizelge 4.20. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların yaprak biyokütle (biomass) değeri (kg)

Ağaç Türleri ve Dağılımı	Adet	Yaprak Biyokütle Değeri (kg)	Yaprak Biyokütle Değeri Yüzdesi (%)	Ağaç Başına Otalama Yaprak Biyokütle Değeri (kg)
Acer negundo	10	222,4	0,95	22,2
Acer platanoides	5	5,1	0,02	1,0
Aesculus hippocastanum	1	1,5	0,01	1,5
Ailanthus altissima	23	288,4	1,23	12,5
Catalpa bignonioides	4	17,3	0,07	4,3
Cedrus libani	594	12521,2	53,37	21,1
Cupressus arizonica	37	1540,9	6,57	41,6
Fraxinus excelsior	158	948,5	4,04	6,0
Koelreuteria paniculata	5	10,8	0,05	2,2
Ligustrum japonicum	14	7,6	0,03	0,5
Malus domestica	1	9,1	0,04	9,1
Morus alba	4	50,7	0,22	12,7
Morus alba pendula	2	2,2	0,01	1,1
Pinus nigra subsp. pallasiana	306	5324,6	22,70	17,4
Platanus orientalis	97	1711,3	7,29	17,6
Prunus armeniaca	1	1,5	0,01	1,5
Prunus avium	5	3,8	0,02	0,8
Prunus cerasus	2	6,3	0,03	3,2
Prunus dulcis	1	28,5	0,12	28,5
Prunus persica	1	1,5	0,01	1,5
Robinia pseudoacacia	13	102,4	0,44	7,9
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'	139	407,5	1,74	2,9
Thuja occidentalis	26	200,4	0,85	7,7
Tilia tomentosa	49	47	0,20	1,0
Toplam	1498	23461	100,00	

Çizelge 4.21. Süleyman Demirel Bulvarındaki ağaçların strüktürel maddi değeri ($)

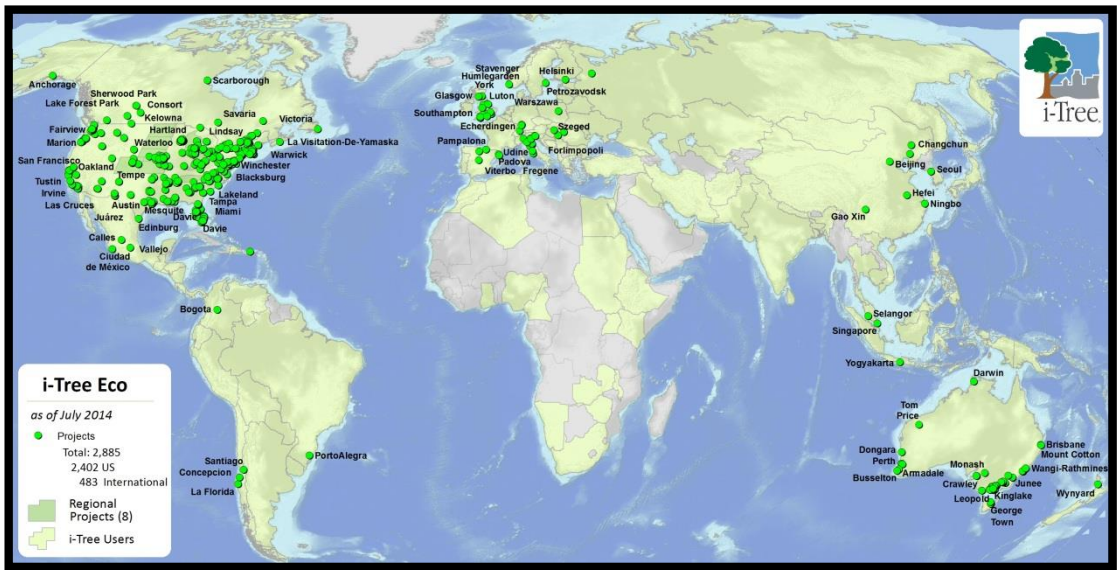
Ağaç Türleri ve Dağılımı	Adet	Ağaçların Strüktürel Değeri ($)	Ağaçların Strüktürel Değeri Yüzdesi (%)	Ağaç Başına Otalama Strüktürel Değeri ($)
Acer negundo	10	15451	0,47	1545
Acer platanoides	5	3620	0,11	724
Aesculus hippocastanum	1	1043	0,03	1043
Ailanthus altissima	23	32494	0,99	1413
Catalpa bignonioides	4	7077	0,22	1769
Cedrus libani	594	1112971	33,83	1874
Cupressus arizonica	37	108712	3,30	2938
Fraxinus excelsior	158	151983	4,62	962
Koelreuteria paniculata	5	4937	0,15	987
Ligustrum japonicum	14	10150	0,31	725
Malus domestica	1	1536	0,05	1536
Morus alba	4	6026	0,18	1507
Morus alba pendula	2	2376	0,07	1188
Pinus nigra subsp. pallasiana	306	1154044	35,07	3771
Platanus orientalis	97	412689	12,54	4255
Prunus armeniaca	1	918	0,03	918
Prunus avium	5	3818	0,12	764
Prunus cerasus	2	1913	0,06	957
Prunus dulcis	1	3041	0,09	3041
Prunus persica	1	918	0,03	918
Robinia pseudoacacia	13	19012	0,58	1462
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'	139	169796	5,16	1222
Thuja occidentalis	26	26255	0,80	1010
Tilia tomentosa	49	39496	1,20	806
Toplam	1498	3290276	100,00	

4.3. Tartışma

4.3.1. Türkiye'de UFORE modelinin kullanımı ve irdelenmesi

Amerika Birleşik Devletleri tarafından geliştirilen UFORE modeli, ülke koşullarında kullanılacak veriler ve parametreler standart hale getirilmesinden dolayı Amerika Birleşik Devletleri eyaletlerinin hepsinde kullanılabilmektedir. Ancak sadece i-Tree Eco versiyonu ABD dışındaki ülkelerde uygulanan bir versiyondur. Bu versiyonda daha iyi tahminler yapılabilmesi için çeşitli verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veriler temin edilemezse bu model cevap vermeyebilmektedir.

UFORE modeli dünya üzerinde başta ABD, Kanada ve Avustralya olmak üzere yaklaşık olarak 50 bölgede uygulanmıştır (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. UFORE modelinin uygulandığı bölgeler

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 öngörülmektedir.

Çalışmada kullanılan i-Tree Eco versiyonunun ülkemizdeki kullanılabilirliğine yönelik mevcut tespit ve öneriler şu şekilde özetlenebilir;

- Bu çalışma sonucunda çalışma alanının detaylı bir şekilde envanterinin çıkarılmasıyla ağaçların yapısı, karbon tutma değerleri, biyokütle değerleri, yaprak yüzey alanı ve maddi değeri gibi hesaplamalar yapılabilmiştir. Ülkemizde envanter konusunda yeterli çalışmalar yapılmamaktadır. Bu modelin çalışması, detaylı envanter çalışmasının yapılmasını gerektirmektedir. Bu amaçla ilgili yerel yönetimlerin veya birimlerin konu ile ilgili farkındalığın artması, önemsemesi ve uzman kişilerce envanter çalışmalarının yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Her bir kent için mevcut ağaçların detaylı envanteri çıkarılmalı ve ağaç envanter havuzu oluşturulmalıdır. Böylece UFORE modelinin çalışabilmesi ve tüm Türkiye'de uygulanabilmesi için ülke genelinde ağaç envanter havuzu entegre edilerek network ağı ile bu bilgiler paylaşıma açılmalıdır.
- Nowak vd. (2008)'nin Amerika Birleşik Devletlerinin 14 kentinde yaptığı envanter çalışmaları sonucunda Atlanta ketinde 9 milyonun üzerinde ağaç olduğu aynı çalışmada New York kentinde 5 milyonun üzerinde ağaç olduğu saptanmıştır. Ağaçların kenti kaplama oranı en az olan Casper Kenti'nde %9 iken en fazla olan Atlanta Kenti'nde %36,7 olduğu görülmüştür. Isparta kentinde yapılan araştırmalarda tüm açık ve yeşil alanların kentin %9'unu oluşturduğu görülmüş bu alanların tamamında ağaç tesisi tam anlamıyla bulunmamaktadır. Kentlerimizde yeşil alanların artırılması

konusunda çalışmalar ciddi anlamda önem arz etmektedir. Ağaçlandırma çalışmalarının hızlı bir biçimde artarak devam etmesi, sürdürülebilirliğin sağlanması ve ağaçlandırma yaparken tesis tekniğine uygun yapılması kent ekosistemi açısından hayati önem taşımaktadır.

- Urban Forest Effect (UFORE) Modelinin Türkiye koşullarında uygulanabilmesi için envanter çalışmaları UFORE modeline göre standart bir form oluşturularak bilgiler bu formlar yoluyla elde edilmelidir. 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. Kısacası her ağaç için bu bilgiler elde edilmelidir. Ancak bu şekilde bir çalışma ile model uygulanabilir hale gelebilecektir. Bu bilgiler elde edildiğinde ağaçların yapısı, karbon tutma ve depolama, hava kirliliğini kaldırma, biyojenez uçucu organik bileşimi emisyonu, bina enerji kullanım etkileri ve maddi değeri hesaplanabilmektedir.
- 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.
- Biokütle ve karbon salınımlarının hesaplamalarında kullanılacak ağırlık ve ölçüm birimleri kullanıcı 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.

- Nowak vd. (2002)'ye 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 artmaktadır. Isparta kentinin tek bir bulvarında uygulanan bu metot ile 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 vd. (1998)'nin yaptığı çalışmaya göre New York Kenti'ndeki ağaçların depoladığı her 1,2 milyon ton karbon 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.
- Biyokütle değerleri hesaplanırken CBS ve i-Tree Eco versiyonunda iki türlü hesaplanmıştır. Ağaçlar bireysel bazda alındığında her iki hesaplamada da sonuçların birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Ancak, genel toplam hesaplarında çok daha fazla fark olduğu görülmüştür. Bunun nedeni, i-Tree Eco versiyonunda her bir ağacın büyüme oranlarına göre biyokütle formülü oluşturması ve bu oranları Amerika Birleşik Devletleri'ndeki katsayılara göre kullanmasından dolayıdır. Bireysel olarak hesaplamalarda çok az olarak görünen farklar genel hesaplamada daha büyük farklar oluşturmaktadır. Bu

nedenle CBS ortamında kullanılan hesaplama Türkiye koşullarına göre yapılmış ve daha sağlıklı bir sonuç elde edilmiştir. Her iki programda yapılan biyokütle hesaplaması Çizelge 4.22.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.22. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve i-Tree Eco ortamında hesaplanan biyokütle değerleri karşılaştırılması

Ağaç Türleri ve Dağılımı	Adet	i-Tree Eco Ortamında Hesaplanan Yaprak Biyokütle Değeri (kg)	CBS Ortamınnda Hesaplanan Yaprak Biyokütle Değeri(kg)
Acer negundo	10	222,4	139,22
Acer platanoides	5	5,1	4,43
Aesculus hippocastanum	1	1,5	0,86
Ailanthus altissima	23	288,4	248,29
Catalpa bignonioides	4	17,3	24,65
Cedrus libani	594	12521,2	5467,47
Cupressus arizonica	37	1540,9	653,18
Fraxinus excelsior	158	948,5	489,35
Koelreuteria paniculata	5	10,8	7,17
Ligustrum japonicum	14	7,6	5,27
Malus domestica	1	9,1	4,25
Morus alba	4	50,7	31,03
Morus alba pendula	2	2,2	18,46
Pinus nigra subsp. pallasiana	306	5324,6	4660,94
Platanus orientalis	97	1711,3	2052,43
Prunus armeniaca	1	1,5	0,98
Prunus avium	5	3,8	2,78
Prunus cerasus	2	6,3	5,10
Prunus dulcis	1	28,5	18,36
Prunus persica	1	1,5	0,98
Robinia pseudoacacia	13	102,4	97,1
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'	139	407,5	759,67
Thuja occidentalis	26	200,4	65,98
Tilia tomentosa	49	47	44,76
Toplam	1498	23461	14802,69

- Hava kirililik kaldırma değeri bu çalışma sonucunda hesaplanamamıştır. Çünkü elde edilen verilerin Amerika Orman Hizmetlerinde i-Tree sorumluları tarafından kirlilik değerleri girişleri yapılmaktadır. Girişler Amerika Birleşik

Devletlerinde manuel olarak yapıldığı için uzun sürmektedir ve bu çalışmanın süresini aşmıştır. Bu nedenle çalışmaya dahil edilememiştir. Hava kalitesi verilerinin detaylı bir biçimde elde edilmesi UFORE Modelinin formatına uygun sunulması gerekmektedir. Tüm bu tespitlere dikkat edilip, uygulandığı takdirde UFORE Modeli'nin Türkiye koşullarında uygulanması muhtemel olabilecektir.

- Hava kirlilik sonuçları ile ilgili bir diğer olumsuzluk yerel istasyonlarda elde edilen parametrelerin yetersiz olmasıdır. Hava kirlilik istasyon raporları Çevre ve Şehircilik bakanlığı internet sitesinden kamuya sunulmuş ancak elde edilen parametreler birçok şehir için yetersiz kalmakta ve sadece sunulan parametrelere göre rapor alınabilmektedir. Yalnızca metropol kentlerde yeterli düzeyde parametre bulunmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda hava kalitesi ile ilgili yeterli sonuçların alınabilmesi için yerel istasyon raporlarının eldesinin kolaylaştırılması, istasyon raporlarının küçük şehirlerde de metropoldekiler gibi olması gerekmektedir.
- Modelin bir diğer çıktısı olan bina enerji kullanımı üzerinde ağaç etkilerinin tahmin edilmesi ülkemiz koşullarında mümkün olmamaktadır. Çünkü I-tree Eco programı ABD'ye ait yerel bina tiplerini ve değer katsayılarını barındırmaktadır.
- 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 tipleri belirlendiği takdirde bu hesaplamanın I-tree Eco programına tıpkı yeni tür veri girişi gibi bina tiplerinin de

yeni bilgi girişi yapılarak hesaplamanın yapılması mümkün olabileceği tahmin edilmektedir.

- 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.
- Ağaçların büyüme oranları ABD koşullarına göre i-Tree Eco versiyonunun katsayısıyla hesaplanmıştır. Çünkü ülkemizde henüz ağaçların tür bazında büyüme oranlarının kat sayılarının belirlendiği detaylı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle ileride yapılabilecek çalışmalarla ağaç tür bazında her bir ağacın büyüme oranları Türkiye koşullarına göre hesaplanması durumunda ülkemiz katsayıları kullanılarak daha hassas sonuçlar elde edilmesi mümkün olabilecektir.
- Ağaçların strüktürel olarak maddi değerleri hesaplanabilmiştir ancak Türkiye koşullarına göre değildir. i-Tree Eco programı bu değerleri Amerika Birleşik Devletleri koşullarına göre hesaplamaktadır bu nedenle uluslararası koşullarda Amerika'nın değer hesaplama sistemine dayanmaktadır. Henüz uluslararası hesaplama parametreleri i-Tree Eco programına dahil edilmemiş, ilerleyen zamanlarda i-Tree Eco programında uluslararası koşullarda ağaçların strüktürel maddi değerlerinin de hesaplanabileceği tahmin edilmektedir.
- Sonuç olarak i-Tree Eco programının hesaplayacağı tüm parametreler çalışma yapılacak alanın verileri tam anlamıyla sağlanabildiği takdirde birçok hesaplamanın daha hassas sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Bu nedenle Türkiye'de her parametreye uygun detaylı veriler elde edilmesi durumunda UFORE modelinin hassas sonuçlar verebileceği tahmin edilmektedir. Elde edilemeyen veriler olması

durumunda ABD katsayıları kullanılmaktadır. Bu durumda da sonuçların daha az hassasiyete sahip olması söz konusu olabilecektir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kent ağaçlarının kent ekosistemine ve kent insanına sağladığı hizmet ve katkılarla çok yönlü olumlu etkileri bulunmaktadır. Hava kalitesini arttırma, toprak erozyonunu azaltma, karbondioksit salınımını azaltma, sera etkisini azaltma, gürültü düzeyini düşürme, rekreasyonel olanakları arttırarak halkın sosyal ilişkilerini ve psikolojisini güçlendirme, yaban hayatı için yaşama ortamı yaratma gibi özellikleri en çok katkı sağlayan etkilerindendir.

Günümüzde kent ağaçları ve ormanların planlanması ve yönetimi giderek önem kazanırken aynı zamanda kent insanına ve kent ekosistemine sağladığı hizmet ve katkıların parasal ve parasal olmayan değerlerinin bilinmesi, kullanılması, paylaşılması ve değerlendirilmesini ön plana çıkarmaktadır. Özellikle kent yöneticileri, plancılar ve araştırmacılar kent ağaçları ve ormanların mevcut durumunu öğrenmeye, kent ekosisteme sağladığı değerlerinin araştırılmasını ve uygulamaya aktarılmasını talep etmektedir. Kent ağaçları ve ormanlarının yapısal özelliklerini ve çevreye sağladığı işlevlerini belirlemek ve ölçmek amacıyla Amerika'da geliştirilen bilgisayar yazılımlı UFORE (Urban Forest Effects) modeli içinde i-Tree Eco versiyonunda mevcut ağaçların detaylı envanter bilgilerinin bulunmasını gerekmektedir.

Amerika dışındaki ülkelerde kullanılabilecek i-Tree Eco versiyonu ilk defa ülkemizde (Isparta koşullarında) kullanılması ve test edilmesi amacıyla böyle bir çalışma yapılmıştır.

Çalışmanın en önemli aşaması olan envanter çalışması, TÜBİTAK 110Y301 No'lu proje çalışmaları kapsamında birlikte yürütülmüştür. Bu proje kapsamında Süleyman Demirel 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 kolayca ulaşılabilmektir.

Çalışmanın devamında i-Tree Eco programında bir veri tabanı oluşturması ve bilgilerin bu veri tabanına aktarılması suretiyle UFORE modelinin çalışma alanına uygulama işlemi gerçekleşmiştir. Bu işlem sayesinde envanteri çıkarılan ağaçların hem toplam hem tür bazında hem de bireysel olarak ekolojik etkileri belirlemiştir. i-Tree Eco programı kullanımı sonucunda ağaçlar ile ilgili bir takım sayısal bilgiler elde edilebilmiştir. Sayısal hesaplamalar sonucunda Isparta kenti Süleyman Demirel Bulvarı'ndaki tüm ağaçların yaşam süresi boyunca 197.566 kg yıllık ise 21.839 kg karbon tuttuğu hesaplanmıştır. Çalışma alanındaki ağaçlar arasında en yüksek karbon tutma kapasitesi olan ağacın ortalama ağaç başına 264 kg ile *Platanus orientalis* olduğu belirlenmiştir. Ağaçların kapladığı alan yüzdesinin 34.258 m^2 olduğu, yaprak yüzey alanlarının toplam kapladığı alanın 210.944 m^2 olduğu belirlenmiştir. Ağaçların toplam strüktürel değerlerinin (ABD koşullarında) 3.290.276$ olduğu görülmüştür. Alandaki ağaçların hem ArcMap programında oluşturulan biyokütle formülü ile hem de i-Tree Eco programının büyüme oranlarına göre kendi oluşturduğu katsayı ile biyokütle değerleri hesaplanmış ve karşılaştırılması yapılmıştır.

Tüm aşamalar sonucunda Türkiye'de ilk defa uygulanan bu metodun bazı sınırlamalar olsa dahi kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Bu sayede artık Türkiye koşullarında kent ağaçlarının büyük ölçüde faydasından yararlanılabileceği bir metodun kullanılması söz konusudur. UFORE metodu her bir ağacın ekolojik ve ekonomik değerinin ne kadar önemli olduğunu ve envanter çalışmasının önemini sayısal verilerle ortaya koymuştur. Bundan sonraki yapılacak çalışmalara bu metot örnek teşkil edebilecek ve günümüzün en önemli sorunlarından olan karbon salınımının azaltılması ve kent ağaçlarının kent ekosistemine sağladığı hizmet ve katkılar daha bilimsel bir şekilde ortaya konulması mümkün olabilecektir. Ayrıca kent ısı adası etkisi azaltılması ve küresel ısınmaya karşı yapılacak eylemsel çalışmalarda kendine önemli bir yer edinecektir. Bu model sayesinde kentlerdeki ağaç ve ormanların çevresel etkileri bilimsel olarak ortaya konulabilecek kentin planlama ve yönetiminde daha etkili olabilecek ve kullanılabilecektir.

Bu çalışmanın sonucu bizlere ağaçların, kent ekosistemi ve ekosfer açısından karbon tutma konusunda en ekonomik materyallerden biri olduğunu kanıtlamıştır. 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 UFORE metodunun yaygınlaştırılması, ilerleyen zamanlarda Türkiye koşullarına özgü katsayıların oluşturulması, ülke genelinde envanter havuzu oluşturulması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması gerekmektedir. Gerekli ilgi ve destek sağlandığı takdirde bu metodun uygulanması ve Türkiye şartlarına göre geliştirilmesi günümüz koşullarında insan sağlığı açısından önemli bir konu olan ağaçların küresel ısınmaya

karşı etkileri ve karbon tutma miktarlarının belirlenmesi konusunda önemli bir yol kat edilmesi mümkün olabilecektir.

Sonuçta, Ülkemizdeki her bir kent için detaylı ağaç envanteri yapılarak ağaç bilgi sistemi oluşturulması ve online olarak paylaşıma açılması büyük yarar sağlayacaktır. Her kent için CBS ortamında depolanacak ve güncellenebilecek ağaç bilgi sistemi verileri ile UFORE modeli i-Tree Eco versiyonu uygulanmak suretiyle daha sağlıklı bilgiler ve çıktılar elde edilmesi söz konusu olabilecektir.

Kentlerin yaşanabilir ve sağlıklı mekanlar haline getirilmesi, kent ısı adası etkisinin ve karbon salınımının azaltılmasında kent ağaçlarının ve ormanlarının öneminin farkına varılması, bilimsel ve teknik boyutta eyleme dönüştürülmesi ile mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

Akalp, T., 1978. Türkiye'deki Doğu Ladini (Picea orientalis Lk. Carr.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, 145s, İstanbul.

Akten,M., Yılmaz, O., Gül, A., 2009. Alan Kullanım Planlamasında Rekreasyonel Alan Kullanım Ölçütlerinin Belirlenmesi: Isparta Ovası Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(2), 119-133.

Anderson, L. M. ve H. K. Cordell, 1988. Influence of trees on residential property values in Athens, Georgia (USA): A survey based on actual sales prices. Landscape and Urban Planning, 15, 153-164.

Anonim, 1990. Şehiriçi Yol ve Meydan Ağaçlandırma Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü 8146 Standart, Ankara.

Aslanboğa İ., 1997. Kentlerdeki yol ve meydan ağaçlarının işlevleri, Ağaçlamanın planlanması, uygulanması ve bakımlarıyla ilgili sorunlar. İSFALT Yayınları,3,10s, İstanbul.

Avery, T.E., Burkhart, H.E., 1994. Forest Measurements. McGraw-Hill Series in Forest Resources, 408p. New York.

Ayhan, H.O., 1973. Crown Diameter,d.b.h. Relations in Scots Pine. Arbor, 5 (4), 15-25.

Barış, M.E. 2005. Kent Planlanması, Kent Ekosistemi ve Ağaçlar. Planlama, 2005(4) 156-163

Batu, F., 1989. Değişik Yaşlı Doğu Ladini Meşcerelerinde Tepe İzdüşümü Yardımıyla Ağaç Serveti Tayini Olanakları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A-39(2), 108-121.

Bayraktar, A., 1980. Bitki çevre ilişkilerinde yeni bir aşama : Canlı yapı sistemleri. Tabiat ve İnsan Dergisi, Ek Sayı.

Böcüzade S, S., 1983. Kuruluşundan Bugüne Kadar Isparta Tarihi, (Seren, S., Çev.), Serenler Yayını, İstanbul.

Cailliez, F., 1980. Forest Volume Estimation and Yield Prediction, Volume 1 (Volume Estimation). FAO Forestry Paper, 22(1), Rome.

Çatal, Y., 2009. Batı Akdeniz Bölgesi Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Isparta.

Çepel, N., 1999. Orman ve Biz. Tema Yayını, 28, İstanbul.

Çepel, N., 2003. Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2, 58-61.

Bernatzky A. 1978. Tree Ecology and Preservation. Elsevier, 357s, Amsterdam.

Bernatzky, A., 1983. The effects of treee on the urban climate trees in the 21 th century. AB Academic Publications, Blackwells Oxford, United Kingdom.

Dawkins, H.C., 1963. Crown Diameters, Their Relationship to Bole Diameter in Tropical Trees. Commonwealth Forests Review, 42(4), 318–333.

Devlet Meteoroloji., 2015., İl ve İlçemize Ait İstatistiki Veriler. Erişim Tarihi: 05.06.2015. http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ISPARTA

DPT, 2003. İllerin ve Bölgelerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması. 2671, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.

Fritts, H.C., 1976. Tree Rings and Climate. Academic Pres, 567p, New York.

Gezer, A. ve 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.

Grey G.W., Deneke F.J. 1986. Urban Forestry, Willey J. (Ed.), 299p, New York.

Grey, G.W., 1997. The Urban Forestry. Willey J. (Ed.), New York.

Gül, A., Küçük, V. 2001, Kentsel Açık-Yeşil Alanlar ve Isparta Örneğinde İrdelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(2), 27-48.

Gül, A., 2002. Orman Peyzajı ve Rekreasyon Ders Notları, SDÜ Or. Fak. Orman Mühendisliği Bölümü, Lisans Ders notu. Isparta.

Gül, A., Küçük, V., 2005. Isparta Kentiçi Yol Ağaçlandırmaları Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(3), Isparta.

Gül, A., 2006. Peyzaj Amaçlı Bitkisel Materyaller, Ders Notu, SDÜ Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı ve Orman Endüstri Bölümlerinin Ortak Projesi, "Hafif İskeletli Ahşap Konut Yapımı ve Dış Mekan (Peyzaj) Düzenleme Eğitimi". Türkiye İş Kurumu (İŞKUR) ve Avrupa Birliği'nin "Aktif İşgücü ve Yeni Fırsatlar Programları Projesi". 1-75, Isparta,

Gül, A., Topay, M., Özaltın, O., 2009. Küresel Isınma Tehdidine Karşı Kent Ormanlarının Önemi. Uluslararası Davraz Kongresi, 24-27 Eylül 2009, Isparta, 221-234.

Gül, A. ÇATAL, ÇOBAN, H.O., POLAT, E., GÜLCÜ, S., YILMAZTÜRK, A., TOPAY, M., 2015. Kent Ağaçları Bilgi Sistem Modeli. TUBİTAK 110Y301. Nolu Proje Sonuç Raporu 15/11/2011-03/01/2015 (Basılmamış).

Heisler, G.M., 1986. Energy Savings With Trees. Journal of Arboriculture, 12(5), 113-125.

Heisler, G.M., 1990. Mean wind speed below building height in residential neighborhoods with different tree densities. American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) Transactions, 96(1), 1389-1395.

Huang, Y.J., H. Akbari, H. Taha, ve A.H. Rosenfeld, 1987. The potential of vegetation in reducing summer cooling loads in residential buildings. Journal of Climate and Applied Meteorology, 26(9), 1103-1116.

Isparta Valiliği., 1983. İl Yıllığı. Isparta.

Isparta Valiliği., 1996. İl Yıllığı, Isparta.

Jo, H.K. ve E.G. McPherson, 1995. Carbon storage and flux in urban residential greenspace. Journal of Environmental Management, 45, 109-133.

Kalıpsız, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, 349s, İstanbul.

Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, 407s. İstanbul.

Keller, T., 1979. The possibilities of using plants to alleviate the effects of motor vehicles, TRRL Symposium Report 513 DOE/ED.

Konijnendijk, C.C., 1997. A Short History of Urban Forestry in Europe. Journal of Arboriculture, 23(1), 31-39.

Krajicek, J.E, Brinkman, K.A., Gringrich, S.F., 1961. Crown Competition-A Measure of Density. Forest Science, 7(1), 35-42.

Küçük, V., 2010. Isparta Kent İçi Yol Ağaçları Yönetim Planı, Süleyan Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Adı Doktora Tezi , Isparta.

Larcher, W. 1980. Physiological plant ecology. New York: Springer-Verlag, 252p, New York.

McPherson, E.G. 1993. Evaluating the cost effectiveness of shade trees for demand-side management. The Electricity Journal, 6(9), 57-65.

McPherson, E.G. ve Rowntree, R.A. 1993. Energy conservation potential of urban tree planting. Journal of Arboriculture, 19, 321-331.

Mc Pherson, E.G. 1994. Using urban forests for energy efficiency and carbon storage. Journal of Forestry, 92(10), 36-41.

McPherson, E.G., J.R. Simpson, 1995. Shade trees as a demand-side resource. Home Energy, 12(2), 11- 17.

Mısır N., Mısır M., Ülker C., 2011. Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim, Kahramanmaraş, 300-305.

Miller, R.H. ve Miller, R.W., 1991. Planting survival of selected street tree taxa. Journal of Arboriculture, 17(7), 185-191.

Miller, R.W. 1997. Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces, Hall, P., Cliffs, E. (Ed.), 502p, NewJersey.

Nance, W.L., Grissom, J.E., Smith, W.R., 1987. A New Competition Index Based on Weighted and Constrained Area Potentially

Available. Ek, A.R., Shifley, S.R., Burk, T.E., (Ed.) Forest Growth Modelling and Prediction, USDA Forest Service Genetically Technical Report, NC-120,134–142. Portland.

Nowak, D.J., 1994. Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest, chapter. In: McPherson, E.G.; Nowak, D.J.; Rowntree, R.A., eds. Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago urban forest climate project. Gen. Tech. Rep. NE-GTR-186. Radnor, PA: Northeastern Forest Experiment Station, Forest Service, United States. Department of Agriculture, 83-94.

Nowak, D.J., 1996. Estimation Leaf Area and Leaf Biomass of Open-Grown Deciduous Urban Trees. Forest Science, 42(4), 504-507.

Nowak, D.J., Crane, D.E., 1998. The Urban Forest Efi_cts (UFORE) Model: Quantifying Urban Forest Structure and Functions. Boise, 714-720

Nowak, D.J., Crane, D.E., 2002. Carbon Storage and Sequestration by Urban Trees in the USA. Enviromental Pollition, 116, 381-389.

Nowak D.J., Crane, D.E., Stevens, J.C., Hoehn, R.E., Walton, J.T., Bond A.J., 2008. Ground-Based Method of Assessing Urban Forest Structure and Ecosystem Services. Arboriculture & Urban Forestry, 34(6), 347–358.

Örücü, Ö.K., 2014. Kent Ormanı Yönetim Planı Isparta Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Isparta.

Polat O., Polat S., Akça E., 2011. Küresel Isınmada Ormanların Karbon Tutulumuna Etkisi (Tarsus-Karabucak Örneği), Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim, Kahramanmaraş, 313-319.

Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz Yöresi Göknar Meşçerelerinde Artım ve Büyüme. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 312s, İstanbul.

Schmid J.A. 1975. Urban Vegetation: a review and Chicago case study. Research Paper No. 161, Department of Geography,University of Chicago, 266p, Chicago, IL.

Schoeneman, R.S. ve P.D. Ries, 1994. Urban Forestry. Managing The Forests Where We Live, Journal of Forestry, 92(10), 6-11.

Simpson, J.R. ve E.G. McPherson, 1998. Simulation of tree shade impacts on residential energy use for space conditioning in Sacramento. Atmospheric Environment: Urban Atmospheres 32(1), 69-74.

Sivrikaya F., Bozali N., 2012. Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi: Türkoğlu Planlama Birimi Örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 14(1), 69-76.

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.

Vezina, P.E., 1962. Crown Width–d.b.h. Relationships for Open-grown Balsam Fir and White Spruce in Quebec. The Forestry Chronicle, 38(4), 463–473.

Yaltırık, F. ve A. Efe, 2000. Dendroloji Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, 465, 382s, İstanbul.

Yılmaz S., Bulut Z., Yeşil P., 2006. Kent Ormanlarının Kentsel Mekana Sağladığı Faydalar, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37(1), 131-136.

Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, 48s. İstanbul.

Yomralıoğlu, T., Çete, M., 2002. Kent Bilgi Sistemleri: Çağdaş Yerel Yönetim Aracı. Arkitekt Dergisi, 2, 34-39, İstanbul.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), 2005, Kyoto protocol status of ratification. United Nations Framework Convention on Climate Change.

USDA Forest Service, 2014. I-tree Eco User's Manual V.5.0, Erişim tarihi: 03.01.2015. http://www.itreetools.org/resources/manuals/Eco_Manual_v5.pdf

EKLER

EK A. i-Tree Eco Versiyonunda Isparta Süleyman Demirel Bulvarı'na Ait Veri Tabanının Oluşturduğu Sonuç Raporu

EK A. i-Tree Eco Versiyonunda Isparta Süleyman Demirel Bulvarı'na Ait Veri Tabanının Oluşturduğu Sonuç Raporu

Çizelge A.1 i-Tree Eco Versiyonunda Isparta Süleyman Demirel Bulvarı'na Ait Veri Tabanının Oluşturduğu Sonuç Raporu

	Tree Count		Canopy Cover (m2)		Leaf Area (m2)		Leaf Biomass (kg)		Carbon Storage (kg)		Gross Carbon Seq (kg/yr)		Structural Tree Value ($)	
Species Name	**Value**	**%**	**Value**	**%**	**Value**	**%**	**Value**	**%**	**Value**	**%**	**Value**	**%**	**Value**	**%**
Acer negundo	10	0,67	449,3	1,31	2430,9	1,15	222,4	0,95	3765,5	1,91	365,2	1,67	15451,0	0,47
Acer platanoides	5	0,33	15,5	0,05	93,9	0,04	5,1	0,02	75,3	0,04	42,3	0,19	3620,0	0,11
Aesculus hippocastanum	1	0,07	4,9	0,01	21,0	0,01	1,5	0,01	51,1	0,03	14,3	0,07	1043,0	0,03
Ailanthus altissima	23	1,54	740,7	2,16	3851,1	1,83	288,4	1,23	5113,7	2,59	631,8	2,89	32494,0	0,99
Catalpa bignonioides	4	0,27	118,6	0,35	324,7	0,15	17,3	0,07	996,8	0,50	114,0	0,52	7077,0	0,22
Cedrus libani	594	39,65	8917,2	26,03	79953,0	37,90	12521,2	53,37	44199,0	22,37	5831,4	26,70	1112971,0	33,83
Cupressus arizonica	37	2,47	1042,8	3,04	9839,4	4,66	1540,9	6,57	6630,3	3,36	580,0	2,66	108712,0	3,30
Fraxinus excelsior	158	10,55	1979,3	5,78	8915,4	4,23	948,5	4,04	6227,2	3,15	1568,1	7,18	151983,0	4,62
Koelreuteria paniculata	5	0,33	53,5	0,16	133,9	0,06	10,8	0,05	208,9	0,11	66,4	0,30	4937,0	0,15
Ligustrum japonicum	14	0,93	16,2	0,05	82,8	0,04	7,6	0,03	178,0	0,09	107,7	0,49	10150,0	0,31
Malus domestica	1	0,07	28,3	0,08	105,9	0,05	9,1	0,04	114,7	0,06	22,6	0,10	1536,0	0,05
Morus alba	4	0,27	132,8	0,39	693,3	0,33	50,7	0,22	472,6	0,24	83,5	0,38	6026,0	0,18
Morus alba pendula	2	0,13	10,2	0,03	26,2	0,01	2,2	0,01	129,4	0,07	32,6	0,15	2376,0	0,07
Pinus pallasiana	306	20,43	12571,3	36,70	55245,1	26,19	5324,6	22,70	50932,8	25,78	4529,1	20,74	1154044,0	35,07
Platanus orientalis	97	6,48	5693,7	16,62	37256,4	17,66	1711,3	7,29	54703,7	27,69	4442,0	20,34	412689,0	12,54
Prunus armeniaca	1	0,07	7,1	0,02	19,8	0,01	1,5	0,01	39,8	0,02	15,8	0,07	918,0	0,03
Prunus avium	5	0,33	11,9	0,03	48,6	0,02	3,8	0,02	99,1	0,05	53,0	0,24	3818,0	0,12
Prunus cerasus	2	0,13	19,7	0,06	81,0	0,04	6,3	0,03	95,1	0,05	29,5	0,14	1913,0	0,06
Prunus dulcis	1	0,07	50,3	0,15	281,9	0,13	28,5	0,12	434,6	0,22	46,5	0,21	3041,0	0,09
Prunus persica	1	0,07	7,1	0,02	19,8	0,01	1,5	0,01	39,8	0,02	15,8	0,07	918,0	0,03
Robinia pseudoacacia	13	0,87	331,5	0,97	1902,6	0,90	102,4	0,44	2584,8	1,31	284,4	1,30	19012,0	0,58
Robinia pseudoacacia U	139	9,28	1650,5	4,82	7563,6	3,59	407,5	1,74	19099,0	9,67	2502,7	11,46	169796,0	5,16
Thuja occidentalis	26	1,74	181,9	0,53	1042,2	0,49	200,4	0,85	688,2	0,35	134,3	0,61	26255,0	0,80
Tilia tomentosa	49	3,27	223,6	0,65	1011,4	0,48	47,0	0,20	686,5	0,35	326,2	1,49	39496,0	1,20
TOTAL	**1498**	**100**	**34258**	**100**	**210944**	**100**	**23460**	**100**	**197566**	**100**	**21839**	**100**	**3290276**	**100**

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mahmut TUĞLUER

Doğum Yeri ve Yılı: Isparta, 1988

Medeni Hali : Bekâr

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : mahmutugluer@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Isparta Gazi Lisesi (YDA), 2006

Lisans : Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı, 2012

Mesleki Deneyim

Erzurum Atapark Botanik Bahçesi 2011

Tübitak 100Y301 Nolu Proje Bursiyeri 2012

Yayınları

UZUN, Ö.F., KELEŞ, E., TUĞLUER M., GÜL, A., 2014. Peyzaj Onarımı ve Tasarım Projesi Kapsamında 3 Boyutlu Görselleştirme Yaklaşımları. Ulusal Mermer ve Taş Ocakları Onarım Teknikleri Sempozyumu, Isparta, 301-312.

GÜL, A., TOPAY, M., TUĞLUER, M., UZUN, Ö.F., KELEŞ E., 2014. Kent Ağaçlarının CBS Ortamında Envanteri ve 3 Boyutlu Olarak Oluşturulması. 3. Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, Kahramanmaraş, 797 – 808.

KELEŞ E., GÜL, A., TUĞLUER, M., UZUN, Ö.F., 2014. Antalya Köprüçay Rafting Merkezinin Turizm ve Rekreasyonel Yönden Mevcut Durum Analizi. 3. Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, Kahramanmaraş, 809 – 819.